ملف إعداد ملخص لبجروت الميكانيكا للسنة الدراسية 2026

صيغة 7.1.28, حتلنة: 9.3.2026   لتنزيل المف المحتلن

- تم إعداد هذه الوثيقة لمشتركي YouCube استعدادًا لامتحان البجروت في الميكانيكا.

تحتوي الوثيقة على روابط لملخصات وتمارين تحضيرية تمت كتابتها استعدادًا للامتحان ، وروابط للأنشطة التفاعلية وحلول أسئلة البجروت

خلال الإجازة الصيفية القادمة، سنعقد دورة صيفية لمدة 60 ساعة لتحسين العلامة الواقية (النتيجة السنوية) ، للحصول على التفاصيل والتسجيل ، انتقل إلى البرنامج العام ***לתכנית הגנרלית***.

- منظومة Youcube لا تعمل أيام السبت والأعياد اليهودية.

نتمنى لكم تعلم مثمر وممتع.

طاقم YouCube

support@youcube.co.il

حول مستند التحضير YouCube :

من أجل مساعدة طلاب الفيزياء المشتركين في نظام الـ YouCube في مراحل التعلّم، خلال السنة وبشكل خاص قبيل فترة امتحانات البجروت، قمنا في هذا المستند بجمع ملفات الملخّصات، أوراق التمرين، والروابط المهمّة لبيئة التعلّم.

ملخّص فسيفسائي – مستند يحتوي على خلاصة منظّمة للمعرفة والمبادئ الفيزيائية التي يتمّ تعلمها في كل موضوع. يشمل المستند **تعريفات، نقاط تركيز، ملاحظات، أمثلة، متى تستخدم، وشرح كيفية الوصول إليها**.
قبل حلّ أسئلة البجروت في موضوع معيّن، من المهمّ مراجعة ملخّص الفسيفسائي الخاص بذلك الموضوع وفهم المعرفة ذات الصلة والمبادئ الفيزيائية للموضوع.
إن فهم المعرفة والمبادئ الفيزيائية هو الأساس للنجاح في دراسة الفيزياء.

الممارسات – مستند مخصّص لتمرين تدريجي يهدف إلى تطوير المهارات المطلوبة في كل موضوع. يحتوي المستند **على وصف لحالة، والحساب المطلوب، والمبادئ الفيزيائية، والإجابة النهائية، وملاحظات مهمّة، وروابط لحلّ كامل**. تدريبات الممارسات شاملة ومتدرجة، ويُفضَّل حلّ ملفات الممارسات بعد فهم ملخّص الفسيفسائي وقبل التدرّب على أسئلة البجروت

ألبومات الحلول – مجلّدات تحتوي على الحلول لكل بند في أسئلة البجروت. تشمل هذه المجلّدات: الإجابة النهائية، **الاستراتيجية، الحلّ الكامل، وملاحظات مهمّة.**
من خلال مجلّدات حلول أسئلة البجروت يستطيع الطلاب استخراج أقصى قدر من الفهم والاستنتاجات من أسئلة البجروت.

تدريب تفاعلي – من أجل فهم المبادئ الفيزيائية، تم تطوير أسئلة تفاعلية تلخيصية تتضمّن محاكاة، تغذية مرتدة (משוב)، تلميحات، وحلولاً كاملة.

في امتحان الفيزياء، يتمّ تقييمكم في أمرين رئيسيّين:

1. القدرة على الربط بين الحالة الموصوفة في السؤال وبين المبادئ الفيزيائية ذات الصلة لحلّ السؤال.
هذه القدرة تعتمد على فهم المبادئ وفهم السؤال؛ فكلّما كان فهمكم للمبادئ أفضل، ازدادت قدرتكم على تحديد أيّ مبدأ يجب استخدامه.

2. القدرة على كتابة حلّ كامل، مفصّل ودقيق يعتمد على المبادئ الفيزيائية.
هذه القدرة تعتمد على مهارات عديدة مثل: إعداد مخطّط قوى صحيح، كتابة معادلات الحركة، المهارات البيانية – تحديد خطّ الاتجاه (باستخدام المسطرة فقط)، حساب ميل الرسم البياني والمساحة المحصورة، الالتزام بكتابة وحدات القياس، وغيرها.

استخدموا ملخّص الفسيفسائي لفهم المبادئ، وملفات الممارسات لتحسين المهارات، وألبومات الحلول للتمرّن العميق والفعّال على أسئلة البجروت.

تُقسّم الصفحة الرئيسية (الصفحة التالية) بحسب المواضيع، وفي كل موضوع توجد روابط مباشرة إلى ملخّص الفسيفسائي، وملفات الممارسات، وألبومات الحلول، والتدريب التفاعلي.

قوانين الميكانيكا من ملحق قوانين البجروت

نصائح لامتحان البجروت

الصفحة الرئيسية

الكينماتيكا في خط مستقيم

ملخص فسيفسائي في الحركة الخطية.

ممارسات 1- الدوال.

ممارسات 2- رسوم بيانية نوعية

ممارسات 3- رسوم بيانية كمية

مجمع الحلول لأسئلة البجروت.

دورة الكينماتيكا في خط مستقيم

الكينماتيكا في مستوى

ملخص الفسيفسائي.

مجمع الحلول لأسئلة البجروت.

دورة الرمي الأفقي

دورة الرمي بزاوية

الديناميكا في خط مستقيم

ملخص فسيفسائي.

ممارسات 1- الاستمرارية

ممارسات 2- جسم واحد.

ممارسات 3- حركة جسمان

مجمع الحلول لأسئلة البجروت.

دورة القانون الثاني لنيوتن ، دورة القانون الأول

الحركة الدائرية

ملخص فسيفسائي.

ممارسات الحركة الدائرية

مجمع الحلول لأسئلة البجروت

دورة الحركة دائرية

كمية الحركة وحفظها

ملخص فسيفسائي.

ممارسات كمية الحركة وحفظها

مجمع حلول أسئلة البجروت.

دورة قانون كمية الدفع وكمية الحركة

الطاقة وحفظها

ملخص فسيفسائي.

ممارسات 1- قانون الشغل والطاقة

ممارسات 2- شغل القوة الغير حافظة

ممارسات 3- المسار الرأسي

مجمع حلول أسئلة البجروت

دورة حفظ الطاقة الميكانيكية

الحركة التوافقية البسيطة

الموضوع غير مشمول في بجروت 2026

الجاذبية

ملخص فسيفسائي.

ممارسات 1- قانون نيوتن

ممارسات 2- اعتبارات الطاقة

مجمع حلول أسئلة البجروت .

دورة الجاذبية - قانون الجاذبية العام

دورة الجاذبية – اعتبارات في الطاقة

توقّع أسئلة امتحان البجروت في الميكانيكا لعام 2026

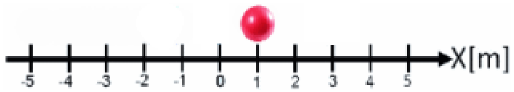
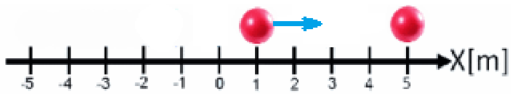
يعتمد هذا التوقّع جزئيًا على التركيز (المِكود) الذي نُشر هذا العام، وجزئيًا على امتحانات السنوات السابقة. هذا مجرّد تقدير فقط.

	موضوع السؤال	أنواع الأسئلة في هذا الموضوع	ملاحظات
السؤال الأول 1	لم يتم نشر تركيز (مِكود) للسؤال الأول. واستنادًا إلى امتحانات سابقة، هناك احتمال كبير أن يكون السؤال في موضوع الكينماتيكا.	أ. جسم واحد يتحرك في حركات مختلفة. ب. جسمان يتحركان في حركات عمودية (في حالة السقوط الحر). ج. جسمان يتحركان في حركات أفقية. د. مخطط مسارات أو جدول الموقع والزمن.	موضوع الكينماتيكا على خط مستقيم يُعتبر بسيطًا نسبيًا، لكن الأسئلة فيه غالبًا ما تكون تحدّية! لا يُنصح الاعتماد على سؤال في الكينماتيكا.
الأسئلة 2,3,4,5. لم يتم نشر تركيز (مِكود) لهذه الأسئلة. ستتضمّن الأسئلة عددًا من المواضيع (إما في أسئلة منفصلة أو في أسئلة دمجيه).	القذف الأفقي والقذف بزاوية.	أ. حركة جسم واحد. ب. حركة جسمين، أحدهما يتحرّك بقذف أفقي.	في التركيز (المِكود) لسنة 2025 تم حذف القذف بزاوية (لكن ليس كل موضوع الحركة في المستوى)، ولكن في التركيز لسنة 2026 يشمل القذف.
	الديناميكا على خط مستقيم.	أ. جسم واحد في حركة منتظمة. ب. جسم واحد في حركة غير منتظمة. ج. نظام متعدد الأجسام في حركة منتظمة. د. نظام متعدد الأجسام في حركة غير منتظمة. هـ. وزن وهمي.	في كل سنة من السنوات العشر الأخيرة كان هناك سؤال منفصل في الديناميكا على خط مستقيم. غالبًا ما تتناول الأسئلة حالات تكون فيها الأجسام غير منتظمة في حركتها.
	الحركة الدائرية.	أ. حركة دائرية منتظمة مع حد للحركة. ب. حركة دائرية منتظمة بنصف قطر متغيّر يتعلق على سرعة الجسم.	باستثناء العام الماضي، جميع الأسئلة في السنوات العشر الأخيرة حول الحركة الدائرية تناولت "حد الحركة".
	حفظ كمية الحركة	أ. جسم يصطدم بجدار أو بمجس. ب. اصطدام أو انفجار أو ارتداد في بعد واحد. ج. حفظ كمية الحركة في اتجاه واحد.	موضوع كمية الحركة ليس بديهيًا، لكن الأسئلة فيه تُعتبر سهلة نسبيًا ومتوقعة. في تركيز هذا العام، تم حذف حفظ كمية الحركة في بُعدين (اصطدام ثنائي الأبعاد).

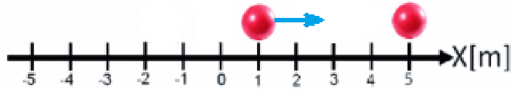
	الطاقة الميكانيكية وحفظها	أ. جسم يتحرك على سطح غير أملس. ب. جسم يتحرك على سكة ملساء. ويتضمّن حلقة عمودية. ج. الاصطدام المرن بين جسمين. د. حركة جسم تحت تأثير قوة النابض.	موضوع الطاقة هو موضوع أساسي في الميكانيكا. في معظم السنوات يوجد سؤال واحد على الأقل في هذا الموضوع، وهناك سنوات كان فيها سؤالان. هذا الموضوع مهم أيضًا للأسئلة 5 و- 6 . في تركيز هذا العام، تم حذف موضوع حفظ الطاقة في حلقة عمودية (حلقة مغلقة)، لكن من الممكن أن يظهر سؤال على سكة عمودية بحركة دائرية.
سؤال 6	الجاذبية	أ. جسم يتحرك في خط مستقيم تحت تأثير قوة الجاذبية الكونية. ب. جسم يتحرك في مسار دائري مداري تحت تأثير قوة الجاذبية الكونية.	هذا العام، لا يوجد تركيز خاص في فصل الجاذبية. لذلك قد يتناول السؤال مجموعة متنوعة من المواضيع. يمكن أن تعتمد طريقة حل السؤال على معادلات الحركة أو على مبادئ الطاقة. في موضوع الجاذبية، نستخدم المبادئ التي تعلمناها في مواضيع سابقة، ولا توجد تقريبًا مبادئ فيزيائية جديدة. الطالب الذي يعرف كيفية كتابة معادلات الحركة ويُلمّ بمبادئ الطاقة، سيتمكن من فهم موضوع الجاذبية بشكل جيد.

ملخّص فسيفسائي - الحركة في خط مستقيم

ملخص فسيفسائي الحركة في خط مستقيم - تعاريف نقاط مهمة وملاحظات أمثلة سريان المفعول وكيف توصلنا

المقدار الفيزيائي ووحدات القياس (Cube 1)	المقدار الفيزيائي هو وصف كمي لخصائص الجسم وتأثيراته. أمثلة على المقادير الفيزيائية: الموقع، الكتلة، القوة، السرعة، التسارع، الزمن، الطاقة. 1. يتم وصف المقدار الفيزيائي بأنه مضاعف لوحدة القياس. وحدات القياس الأساسية هي: المتر والكيلوغرام في الثانية. 2. جميع وحدات القياس الأخرى في الفيزياء هي دمج من وحدات القياس الأساسية.
كينماتيكا (Cube 1)	المجال الذي يتعامل مع وصف الحركة. مثال على الحركة بسرعة ثابتة: سيارة تسير في خط مستقيم بسرعة ثابتة المقدار. مثال على الحركة بتسارع ثابت: يتحرر جسم ويسقط سقوطا حرا. 1. لوصف الحركة نستخدم المقادير الفيزيائية: الموقع، الزمان، السرعة والتسارع. 2. كل حركة لها موقع ابتدائي وموقع نهائي وزمن حركة. 3. في الحركة في الخط المستقيم، يتم التعامل مع نوعين رئيسيين من الحركة: السرعة المنتظمة والتسارع المنتظم.
الموقع (Cube 1)	الموقع هو مقدار فيزيائي يصف موقع الجسم بالنسبة لمحور حركة محدّد. يتم الإشارة للموقع بواسطة X ويتم قياسه بوحدات [m]. يمكن أن تكون قيمة الموقع سالبة. مثال: الشكل التالي يمثل جسم يكون موقعه بالنسبة للمحور $X=1m$. 
הֶעְתֵּק (Cube 1)	الإزاحة عبارة عن مقدار فيزيائي يصف التغير في موقع الجسم. يُشار إلى الإزاحة بـ ΔX ويتم قياسها بوحدات المتر[m]. يتم تعريف الإزاحة حسب الموقع الابتدائي X0 والموقع النهائي X كما يلي:: $\boxed{\Delta X = X - X_0}$ الإزاحة هي أقصر بُعد بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهاية الحركة.. مثال: في الشكل التالي، وصف لجسم يتحرك من الموقع $X=1m$ إلى الموقع $X=5m$. احسب إزاحة حركة الجسم:  $\Delta X = X - X_0 = 5 - 1 = 4m$

ملخص فسيفسائي الحركة في خط مستقيم - تعاريف نقاط مهمة وملاحظات أمثلة سريان المفعول وكيف توصلنا

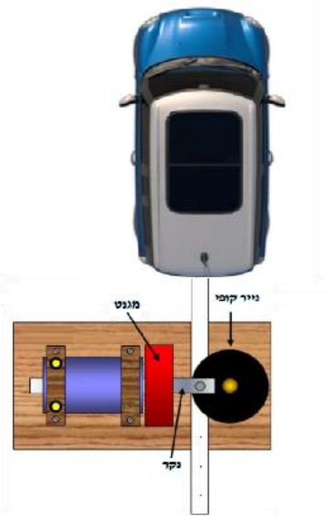
التحليل البُعدي (Cube 2)	التحليل البُعدي هو عملية التحقق من العلاقات بين الكميات الفيزيائية بتحديد أبعادها أي وحدات القياس الأساسية للتعبير الفيزيائي. تمامًا كما لا يوجد معنى في الحياة اليومية لجمع أو طرح أو مقارنة أشياء أو أوصاف مختلفة (مثل ثلاث حبات طماطم ناقص تفاحتين)، كذلك في الفيزياء: لا يمكن إجراء عمليات الجمع أو الطرح أو المقارنة إلا بين الكميات الفيزيائية التي لها نفس وحدات القياس. مثال: المعادلة $X=V+t$ غير صحيحة، لأنه لا يمكن جمع السرعة والزمن معًا - المعادلة غير صحيحة من حيث وحدات القياس، لذلك لا يمكن استخدامها في الفيزياء. يختلف الأمر عن الحياة اليومية، فمن الممكن في الفيزياء إجراء عمليات الضرب والقسمة بين كميات فيزيائية مختلفة. فمثلاً يمكن ضرب سرعة الجسم في زمن حركته. يجب أن تكون كل صيغة أو تعريف أو تعبير أو دالة في الفيزياء سليمة من ناحية التحليل البعدي.
التناسب الطردي والتناسب العكسي (Cube 2)	في كثير من الأحيان تكون العلاقة بين المقادير الفيزيائية بسيطة للغاية من الناحية المنطقية، هناك علاقتان منطقيتان شائعتان في الفيزياء: العلاقة الطردية: إذا كانت Y تتعلق بـ X بحيث إذا زادت X بمقدار مرتين فإن Y يزيد أيضًا بمقدار مرتين بالضبط - فإن Y يتناسب مع X تناسبًا طرديًا. العلاقة المنطقية العكسية: إذا كان Y يتعلق بـ X بحيث إذا زاد X بمقدار 2 مرات فإن Y يصغر بمرتين بالضبط - فإن Y يتعلق بـ X بنسبة عكسية. وبمساعدة الروابط المنطقية تم تحديد جزء كبير من الكميات الفيزيائية.
تعريف السرعة (Cube 3)	السرعة هي كمية فيزيائية تصف وتيرة التغيّر في موقع الجسم. يتم الإشارة إليه بواسطة V ويتم قياسه بوحدات متر في الثانية [m/s]. يتم تحديد السرعة وفقا لإزاحة الحركة وزمن الحركة كما يلي: $\boxed{V=\frac{\Delta X}{\Delta t}}$ من الناحية المنطقية، تتناسب السرعة تناسبًا طرديًا مع الإزاحة وعكسيا مع زمن الحركة. ومعنى السرعة: الإزاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة. وحدات كم/ساعة هي أيضًا وحدات سرعة، ولكنها وحدات غير قياسية للتحويل من كم/ساعة إلى متر في الثانية، نقسم على 3.6. مثال: يوضح الشكل التالي جسماً يتحرك من الموقع X=1m إلى الموقع X=5m لمدة ثانيتين.  نحسب سرعة الجسم: $V=\frac{\Delta X}{\Delta t}=\frac{4}{2}=2\frac{m}{s}$

وحدة السرعة كم/ساعة (Cube 3)	وحدات الكيلومتر في الساعة هي وحدات تقنية شائعة. ويُشار لها km/h إ(كيلومتر في الساعة). السرعة، التي يتم قياسها بوحدات كيلومتر في الساعة، تصف عدد الكيلومترات التي يقطعها الجسم في الساعة. على سبيل المثال: 90 كم/ساعة تعني أن سرعة الحركة في كل ساعة هي 90 كم. لتحويل من كم/ساعة إلى متر في الثانية، قسّم قيمة السرعة بالكيلومتر/ساعة على 3.6. يوجد 1000 متر في الكيلومتر الواحد و3600 ثانية في الساعة. وبناءً على ذلك، نُعبّر عن سرعة 1 كيلومتر في الساعة بوحدات المتر في الثانية. $1\frac{Km}{h}=\frac{1000m}{3600s}=\frac{1}{3.6}\frac{m}{s}$ ومن هذه المعادلة يمكن تحديد أن سرعة 3.6 كيلومتر في الساعة تساوي سرعة 1 متر في الثانية، وبالتالي للانتقال من كيلومتر في الساعة إلى متر في الثانية يجب قسمة قيمة السرعة على 3.6. على سبيل المثال: جسم يتحرك بسرعة 90 كم/ساعة، نَصِف سرعة الجسم بوحدات المتر في الثانية. $V=90\frac{Km}{h}=\frac{90}{3.6}\frac{m}{s}=25\frac{m}{s}$ 1. في جميع التعبيرات في الفيزياء، يجب استخدام الوحدات القياسية (المتر، الكيلوغرام، والثانية) وليس الوحدات التقنية (التكنولوجية). إذا تم تحديد السرعة بالكيلومتر في الساعة، فيجب تحويل قيمتها إلى متر في الثانية قبل تعويض قيمة السرعة في التعبير الفيزيائي. 2. يميل الطلاب إلى تذكر القيمة 3.6، لكنهم لا يتذكرون ما إذا كان يجب القسمة على 3.6 أو الضرب في 3.6. نظرًا لأننا ننتقل من وحدات الكيلومتر في الساعة إلى وحدات المتر في الثانية (وليس العكس)، فيجب علينا إجراء عملية قسمة، وليس عملية ضرب. 3. في أسئلة البجروت، يتم أحيانًا إعطاء وحدات القيم الموضحة في الرسم البياني بوحدات غير قياسية مثل الكيلومتر في الساعة. قبل حساب ميل الخط وتعويضه في التعبير، يجب تحويل القيم المعطاة إلى قيم بالوحدات القياسية. في الفيزياء، تصف السرعة الإزاحة التي يقطعها الجسم لكل وحدة زمنية، وليس المسافة لكل وحدة زمنية، حتى عندما يتم تحديد السرعة بالكيلومتر في الساعة.

مسجل الزمن

(Cube 3)

مسجل الزمن هو جهاز يعمل لوصف الحركة. وهو يحتوي على نقار يضع نقاط على شريط من الورق يمر من خلاله كل فترة زمنية محددة. لوصف حركة الجسم باستخدام مسجل الزمن، يجب ربط أحد جانبي شريط الورق بالجسم المتحرك ويجب تمرير الجانب الآخر من شريط الورق عبر مسجل الزمن بحيث أنّ النقاط المحددة تصف حركة الجسم.



على سبيل المثال، يوضح الشكل التالي سيارة متحركة متصلة بشريط ورقي يمر عبر مسجل زمني. يسجل مسجل الزمن 50 نقرة في الثانية، وبالتالي فإن الزمن الذي يمر بين لحظة وضع علامة نقطة ما والنقطة التي تليها هي 0.02 ثانية.

يصف الشكل التالي شريط الورق مكبرًا، والمسطرة المجاورة لشريط الورق. הצמוד לפס הנייר.

وبما أن البُعد بين النقاط ثابتة، فيمكننا القول أن السيارة تقطع نفس الإزاحة في نفس الفترات الزمنية. وبالتالي يمكن تحديد أن السيارة تتحرك بسرعة ثابتة.

نحسب سرعة السيارة باستخدام النقطتين الأولى والأخيرة على شريط الورق.
البعد بين النقطة الأولى والأخيرة هو 6 سم، والزمن الذي يمر بين لحظة وضع النقطة الأولى ولحظة وضع النقطة الأخيرة هو 0.06 ثانية. لذلك يمكننا القول أن السيارة تتحرك مسافة 0.06 متر في 0.06 ثانية، نحسب سرعة السيارة باستخدام تعريف السرعة.

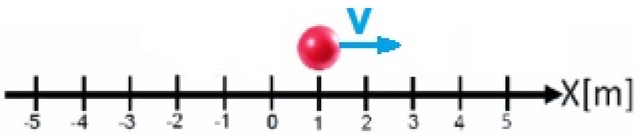
$$V=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0.06}{0.06}=1\,\frac{m}{s}$$

باختصار: بناءً على توزيع النقاط على شريط الورق، يمكن تحديد أن السيارة تتحرك بسرعة ثابتة مقدارها 1 متر في الثانية.

1. الزمن اللازم لوضع علامة على النقطة مهمل، لذلك لحساب الزمن الذي يمر بين لحظة وضع علامة على النقطة الأولى ولحظة وضع علامة على النقطة الرابعة، يجب ضرب الزمن الذي يمر بين وضع علامة على نقطة واحدة ووضع علامة على النقطة التالية لها (0.02 ثانية) في عدد فترات الوقت (ثلاثة) وليس في عدد النقاط (أربع).

2. عندما يتحرك الجسم بتسارع (تتغير السرعة بمعدل ثابت)، يمكن استخدام شريط الورق الذي تم الحصول عليه من سجل الزمن لحساب السرعة. السيارة في أي لحظة وأيضا لحساب تسارع الجسم، هذا الموضوع يتم دراسته في Cube-7.

تردد فرق الجهد الكهربائي في إسرائيل هو 50 هرتز، وبالتالي فإن مسجل الزمن تعمل بمعدل 50 نبضة في الثانية.
في أسئلة البجروت التي تتناول مسجل الزمن، يقوم معظم مسجلي الزمن بأداء 50 نقرة في الثانية. قد يكون هناك سؤال به مسجل زمن يقوم بأداء عدد مختلف من النقرات في الثانية.

دالة X(t) (Cube 3)	تصف الدالة موقع الجسم المتحرك بسرعة ثابتة كدالة للزمن. $$\boxed{X(t) = X_0 + V \cdot t}$$ يمكن تطوير الدالة من تعريف السرعة. مثال: يتحرك جسم بسرعة ثابتة مقدارها 2 متر في الثانية من موقعه الابتدائي X0 = 1m. كما هو موضح في الشكل التالي:  نحسب موقع الجسم باستخدام دالة الموقع كدالة للزمن بعد مضي 3 ثوان من بدء حركة الجسم: $$X(t) = X_0 + V \cdot t$$ $$X(2) = 1 + 2 \cdot 3 = 1 + 6 = 7m$$ لذلك، بعد مضي 3 ثوان من بدء الحركة، يصل الجسم إلى الموقع X = 7m. الدالة مناسبة لوصف حركة جسم يتحرك بسرعة ثابتة فقط.
معدل السرعة (Cube 4)	معدل السرعة هي معدل إزاحة الجسم لوحدة زمنية أي هي سرعة ثابتة تمثل الحركة بسرعة متغيرة. فإذا استخدمنا تعريف السرعة في حالة تحرك الجسم بسرعة متغيرة، سنحصل على سرعة ثابتة تمثل الحركة بالسرعة المتغيرة. هذه السرعة الثابتة هي معدل السرعة. يتم تحديد معدل السرعة وفقا للنسبة بين الإزاحة المحصلة وزمن الحركة الكلي: $$\boxed{\bar{V} = \frac{\Delta X}{\Delta t}}$$ في حالة خاصة، عندما يتحرك جسم بسرعتين مختلفتين V_1 و V_2، فترتين زمنيتين متماثلتين، فإن معدل السرعة يساوي المتوسط الحسابي البسيط للسرعتين. مثال: سافرت سيارة من المطلة إلى إيلات مسافة 511 كم لمدة 5 ساعات، احسب معدل السرعة. $$\bar{V} = \frac{\Delta X_{\text{כולל}}}{\Delta t_{\text{כולל}}} = \frac{511,000}{5 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{511,000}{18,000} = 28.28\frac{m}{s}$$ يمكن استخدام تعريف معدل السرعة لكل نوع من أنواع الحركة.

السرعة اللحظية (Cube 4)	**السرعة اللحظية هي السرعة التي يتم الحصول عليها من استخدام تعريف السرعة أثناء فترة زمنية صغيرة جدًا.** **إذا استخدمنا تعريف السرعة، ففي الحالة التي يكون فيها زمن الحركة صغيرًا جدًا، فإن السرعة التي يتم الحصول عليها من تعريف السرعة تسمى "السرعة اللحظية".** $V = \frac{dx}{dt}$ **يُشار إلى الإزاحة الصغيرة جدًا بالرمز dx، ويُشار إلى زمن الحركة الصغيرة بالرمز dt.** **مثال: إذا استخدمنا تعريف السرعة لحركة طائرة فوق مبنى، فإن القيمة المحسوبة ستكون سرعة الطائرة لحظة مرورها فوق المبنى.** **لا يمكن استخدام تعريف السرعة اللحظية إلا لفترة حركة صغيرة.**

الرسم البياني للمكان كدالة للزمن

(Cube 5)

يصف الرسم البياني موقع الجسم في كل لحظة.
ميل الرسم البياني للمكان كدالة للزمن يساوي السرعة،

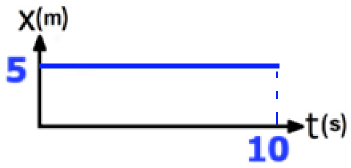
الميل في كل رسم بياني يساوي النسبة بين فرق القيم على المحور الرأسي وفرق القيم على المحور الأفقي.

ولذلك، في الرسم البياني للمكان كدالة للزمن، تعبير السرعة كدالة للزمن: $\frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_1 - X_2}{t_1 - t_2} =$ الميل

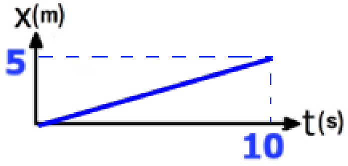
حسب تعريف السرعة $V = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ قيمة ميل الرسم البياني للمكان كدالة للزمن تساوي سرعة الجسم.

مثال: الرسمان البيانيان التاليان يصفان حركة جسمين، حركة الجسم א موصوفة في الشكل א وحركة الجسم ב موصوفة في الشكل ב.

איור א'

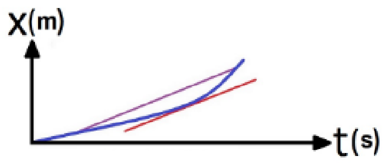


איור ב'



الشكل (א) يصف جسمًا في الموقع X=5m لمدة 10 ثوانٍ. الجسم لا يتحرك. وسرعته تساوي صفرًا، وميل الرسم البياني يساوي صفرًا.
يصف الشكل (ב) جسمًا يتحرك بسرعة ثابتة، لمدة 10 ثوانٍ يتحرك الجسم من بداية المحور إلى الموقع X=5m، وسرعته 2 متر في الثانية، وميل الرسم البياني يساوي 2 متر في الثانية.

وميل المماس في لحظة معينة يساوي السرعة اللحظية في تلك اللحظة. ميل الوتر الواصل بين نقطتين على الرسم البياني يساوي معدل السرعة في تلك الفترة الزمنية الواقعة بين هاتين اللحظتين.
على سبيل المثال: يصف الرسم البياني التالي جسمًا يتحرك بسرعة متغيرة. يُظهر الرسم البياني مماسًا باللون الأحمر وقاطعًا باللون الأرجواني.



قيمة ميل المماس تساوي سرعة الجسم في اللحظة t=7s وميل القاطع يساوي متوسط السرعة من اللحظة t=2s إلى اللحظة t=8s.

قيمة الميل تساوي سرعة الجسم حتى عندما يتحرك الجسم بسرعة متغيرة، ففي كل لحظة تكون قيمة ميل الرسم البياني تساوي سرعة الجسم.

حركة جسمين يتحركان بسرعتين ثابتتين (Cube 6)	في المسائل التي تتناول حركة جسمين، عادة ما يُطلب ايجاد لحظة الالتقاء ومكان الالتقاء.

13

في المسائل التي تتناول حركة جسمين، عادة ما يُطلب ايجاد لحظة الالتقاء ومكان الالتقاء.

ومن أجل التمييز بين زمن الحركة بشكل عام وزمن حركة الأجسام حتى الالتقاء، يوصى بالإشارة لزمن الالتقاء بالحرف t' .

في لحظة الالتقاء يكون الجسمان في نفس الموقع، لذلك لإيجاد زمن الحركة حتى الالتقاء يجب مقارنة دالتي الموقع كدالة للزمن.

سنتناول حالتين لحركة جسمين:

أ. حركة الجسمين في نفس زمن الحركة (بدأ الجسمان يتحركان معًا في نفس اللحظة).

ب. حركة الجسمين في أزمنة حركية مختلفة (الجسمان بدءا يتحركان في لحظتين مختلفتين).

أ. عندما يكون نفس زمن الحركة للجسمين – لإيجاد لحظة الالتقاء وموقع الالتقاء، يجب تنفيذ الخطوات التالية:

1. كتابة تعبير الموقع لكل جسم من الجسمين، بدلالة t.
2. مقارنة دالتي الموقع كدالة للزمن في لحظة الالتقاء t'.
3. إيجاد لحظة الالتقاء t' بواسطة حل معادلة بمجهول واحد.
4. ايجاد موقع الالتقاء من خلال تعويض لحظة الالتقاء في إحدى دالتي الموقع كدالة للزمن.

مثال: جسمان يتحركان بحركات مختلفة، معطيات حركتهما:

$$x_{0_1} = -5\text{m} \qquad x_{0_2} = -2m$$

$$v_1 = 2\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad v_2 = 1.33\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

نكتب دالتي الموقع للزمن لكل من الجسمين:

$$\boxed{x_1(t) = -5 + 2t} \qquad \boxed{x_2(t) = -2 + 1.33t}$$

نقارن بين دالتي الموقع للزمن في لحظة الالتقاء:

$$x_1(t') = x_2(t')$$

$$-5 + 2t' = -2 + 1.33t'$$

نجد لحظة الالتقاء من حل المعادلة:

$$t' = \frac{3}{0.66} = 4.54\text{s}$$

نجد موقع الالتقاء من خلال تعويض لحظة الالتقاء t' في إحدى دالتي الموقع كدالة للزمن:

$$X_2(4.54) = -2 + 1.33\cdot(4.54) = 4.03\text{m}$$

حركة جسمين يتحركان بسرعتين ثابتتين (Cube 6)	**ب. عندما يكون زمني الحركة مختلفًا – لإيجاد لحظة الالتقاء وموقع الالتقاء، يجب تنفيذ الإجراءات التالية:** **1. كتابة دالة الموقع للزمن للجسم 1 بدلالة t_1 والجسم 2 بدلالة t_2.** **2. مقارنة دالتي الموقع للزمن في لحظة الالتقاء، عندها يتم الحصول على معادلة بمتغيرين t_1' و-t_2'.** **3. معادلة أخرى بنفس المتغيرين: t_1' وt_2' يتم الحصول حسب الفرق في لحظتي بداية حركتيهما.** **4. إيجاد زمن حركة كل جسم من الجسمين من لحظة بداية حركتهما حتى لحظة التقائهما t_1' و- t_2'.** **5. ايجاد موقع الالتقاء من خلال تعويض لحظة الالتقاء في دالة الموقع للزمن المناسبة.** **مثال: تتحرك كرتان بحركات مختلفة وبفارق زمني، يبدأ الجسم 1 في الحركة قبل 1.875 ثانية من بدء الجسم 2 في الحركة.** **معطيات حركة الكرتين:** $X_{0_1} = -5m$ $\quad$ $X_{0_2} = 5m$ $V_1 = 2\frac{m}{s}$ $\quad$ $V_2 = -1.33\frac{m}{s}$ **نكتب دالتي الموقع للزمن لكل من الكرتين:** $X_1(t_1) = -5 + 2t_1$ $\quad$ $X_2(t_2) = 5 - 1.33t_2$ **نقارن بينهما لحظة الالتقاء:** $X_1(t_1') = X_2(t_2')$ $-5 + 2t_1' = 5 - 1.33t_2'$ **ويتم الحصول على معادلة أخرى تربط بين زمني حركتهما من الفرق بين لحظتي بداية حركة الكرتين:** $t_1' = t_2' + 1.875$ **حصلنا على معادلتين في مجهولين يمكن حلهما وإيجاد زمن حركة كل جسم من لحظة حركته إلى لحظة الالتقاء.** **الزمنان الناتجان هما:** $t_1' = 3.75s$ $t_2' = 1.875s$ **نحسب موقع الالتقاء من خلال تعويض زمن حركة إحدى الكرتين في دالة الموقع كدالة للزمن لتلك الكرة:** $X_2(t_2') = 5 - 1.33t_2'$ $X_2(1.875) = 5 - 1.33 \cdot 1.875 = 2.5m$ **ويمكن إجراء عمليات مماثلة لإيجاد موقع وزمن الالتقاء حتى عندما يتحرك الجسمان بسرعة متغيرة (حركة بتسارع).**

التسارع (Cube 7)	التسارع هو كمية فيزيائية تصف وتيرة التغير في سرعة الجسم. يُشار إلى التسارع بالرمز a ويُقاس بوحدات المتر في الثانية المربعة $\left(\frac{m}{s^2}\right)$. ويتم تعريف التسارع وفقاً للتغير بالسرعة وزمن الحركة، كما يلي: $\boxed{a = \frac{\Delta V}{\Delta t}}$ منطقيا، التسارع يتناسب طرديا مع التغير في السرعة وعكسيا مع زمن الحركة. معنى التسارع: وتيرة تغير السرعة في كل ثانية. **مثال: إذا تحرك جسم بتسارع مقداره 5 أمتار في الثانية المربعة، فإن سرعته في كل ثانية أثناء الحركة تزيد بمقدار 5 أمتار في الثانية.**
دالة V(t) (Cube 7)	الدالة التي تصف سرعة الجسم كدالة للزمن لجسم يتحرك بتسارع ثابت هي: $\boxed{V(t) = V_0 + a \cdot t}$ يمكن تطوير دالة السرعة كدالة للزمن من تعريف التسارع. الدالة مناسبة لوصف حركة الجسم المتحرك بتسارع ثابت فقط.
دالة X(t) لجسم يتحرك بتسارع ثابت (Cube 7)	تصف الدالة سرعة الجسم المتحرك بتسارع ثابت كدالة للزمن. $\boxed{X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2}$ دالة الموقع للزمن الملائمة للحركة بسرعة ثابتة هي حالة خاصة من دالة الموقع للزمن الملائمة للحركة بتسارع ثابت. $X(t) = X_0 + \bar{V} \cdot t$ $X(t) = X_0 + \left(\frac{v_0 + v}{2}\right) \cdot t \Rightarrow X(t) = X_0 + \left(\frac{v_0 + v_0 + a \cdot t}{2}\right) \cdot t \Rightarrow X(t) = X_0 + \left(\frac{2v_0 + at}{2}\right) \cdot t \Rightarrow$ $X(t) = X_0 + \frac{2v_0 t + at^2}{2}$ $X(t) = X_0 + \frac{2v_0 t}{2} + \frac{at^2}{2} \Rightarrow X(t) = X_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ ويمكن تطوير الدالة باستخدام دالة الموقع للزمن المناسبة للحركة بسرعة ثابتة. عندما تكون قيمة السرعة الثابتة مساوية لمعدل السرعة، في الحركة ذات التسارع الثابت، يكون معدل السرعة مساوي للمتوسط الحسابي البسيط بين السرعة الابتدائية والسرعة النهائية، بالإضافة إلى ذلك، يجب التعبير عن السرعة V باستخدام دالة السرعة كدالة للزمن، ويجب إجراء العمليات الجبرية. **مثال: جسم يتحرك من السكون، من نقطة بداية المحور بتسارع مقداره 2 متر في الثانية المربعة، يتم حساب موقعه بعد 3 ثوان.** $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 0 + 0 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 9m$ الدالة ملائمة لوصف حركة الجسم المتحرك بتسارع ثابت فقط.

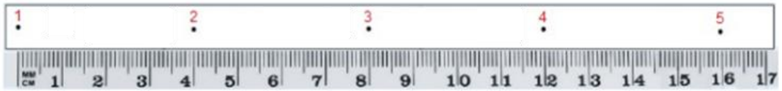
مسّجل الزمن

(Cube 7)

مسجل الزمن هو جهاز يحدد نقطة على شريط ورقي كل فترة زمنية محددة (عادة كل 0.02 ثانية). تُستخدم النقاط المحددة كمخطط تتبع يمكنك من خلاله التعرف على حركة الجسم. لاستخدام مسجل الزمن، قم بتوصيل شريط الورق بالجسم المتحرك وقم بتمرير شريط الورق عبر مسجل الزمن عند تشغيله.

حساب سرعة جسم يتحرك بسرعة ثابتة من مخطط تتبع على شريط الورق - عندما تكون الأبعاد بين النقاط ثابتة، يمكن القول أن الجسم يقطع إزاحات متساوية في أزمنة ثابتة، عندها يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. يمكن حساب سرعة الجسم باستخدام تعريف السرعة.

مثال: يصور الشكل التالي شريطًا من الورق يحتوي على مخطط تتبع مناسب للحركة بسرعة ثابتة، وتسجيل الزمن مع تحديد نقطة كل 0.02 ثانية:



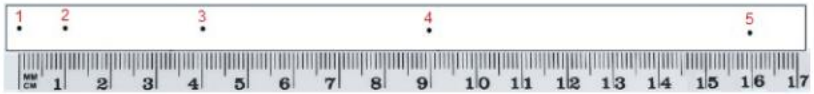
لحساب سرعة الجسم نتطرق إلى حركة الجسم من لحظة تحديد النقطة الأولى إلى لحظة تحديد النقطة الخامسة:

$$V=\frac{\Delta X_{1\text{-}5}}{\Delta t_{1\text{-}5}}=\frac{0.16}{0.02\cdot 4}=2\frac{m}{s}$$

حساب السرعة اللحظية لجسم يتحرك بتسارع ثابت من مخطط تتبع على الشريط الورقي - عندما يزداد البُعد بين النقاط، يمكن القول أن الجسم يقطع إزاحات أكبر وأكبر في أزمنة ثابتة، سرعة الجسم تتزايد.

لحساب السرعة اللحظية لحظة طباعة نقطة معينة، استخدم تعريف معدل السرعة للحركة التي تبدأ من النقطة التي تسبق النقطة المحددة وتنتهي في النقطة التي تليها. (في الحركة بتسارع ثابت يكون معدل السرعة مساوياً للسرعة اللحظية في منتصف الفترة الزمنية للحركة)

مثال: يصور الشكل التالي شريطًا من الورق يحتوي على مخطط تتبع مناسب لحركة بتسارع ثابت، ويسجل الزمن الذي يحدد نقطة كل 0.02 ثانية:



نحسب السرعة اللحظية للسيارة في لحظة طباعة النقطة 2 وفي لحظة طباعة النقطة 3:

$$V_2=\overline{V}_{1,3}=\frac{\Delta X_{1,3}}{\Delta t_{1,3}}=\frac{0.04}{2\cdot 0.02}=\frac{0.04}{0.04}=1\frac{m}{s}$$

$$V_3=\overline{V}_{2,4}=\frac{\Delta X_{2,4}}{\Delta t_{2,4}}=\frac{0.08}{2\cdot 0.02}=\frac{0.08}{0.04}=2\frac{m}{s}$$

حساب تسارع جسم يتحرك بتسارع ثابت من مخطط تتبع على شريط ورقي - يمكنك استخدام تعريف التسارع وحساب التسارع باستخدام سرعتين لحظيتين (في اللحظة التي يتم فيها طباعة نقطتين)، حسب الزمن المار بين تحديد النقاط.

استمراراً للمثال السابق، احسب تسارع السيارة باستخدام تعريف التسارع، وفقاً لسرعة السيارة لحظة طباعة النقطتين 2 و3:

$$a=\frac{\Delta V_{2,3}}{\Delta t_{2,3}}=\frac{V_3-V_2}{\Delta t_{2,3}}=\frac{2-1}{0.02}=\frac{1}{0.02}=50\frac{m}{s^2}$$

تعبير تربيع السرعات
(Cube 8)

إن تعبير مربع السرعات يربط بين أربع كميات فيزيائية: السرعة، والتسارع، والسرعة النهائية، والسرعة الابتدائية:

$$\boxed{V^2 = V_0^2 + 2a\,\Delta x}$$

لتطوير التعبير الخاص بمربع السرعات، يجب التعبير عن زمن الحركة من دالة السرعة كدالة للزمن، ووضع التعبير في دالة الموقع كدالة للزمن.

1. من الأسهل استخدام تعبير مربع السرعات في الحالات لا يحتوي على إشارة صريحة إلى زمن الحركة. في مثل هذه الحالات، يؤدي استخدام التعبير إلى توفير الحاجة إلى حل معادلتين في مجهولين. (استخدام مربع تعبير السرعات يمكن أن يوفر الوقت في الامتحان، من المهم معرفة التعبير)

2. يظهر التعبير في صفحات القوانين فلا داعي لتطويره.

التعبير عن مربع السرعات مناسب فقط للحركة بتسارع ثابت.

الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن
(Cube 9)

يصف الرسم البياني مقدار سرعة الجسم في كل لحظة.

1. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم.

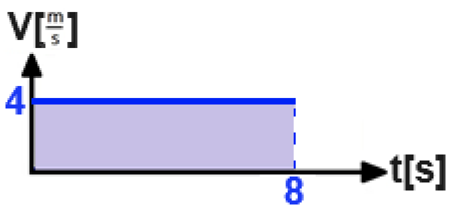
في كل رسم بياني يتم حساب قيمة الميل وفقا للنسبة بين فرق القيم على المحور العمودي وفرق القيم على المحور الأفقي.

ولذلك، في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن، قيمة الميل تساوي تسارع الجسم:

$$\text{الميل} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = a$$

2. المساحة المحصورة بين الدالة ومحور الزمن تساوي إزاحة الحركة.

عندما يتحرك جسم بسرعة ثابتة، لحساب إزاحة الحركة، يجب ضرب قيمة زمن الحركة في قيمة السرعة. وعند ضرب السرعة في زمن الحركة، يتم الحصول على المساحة بين الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن ومحور الزمن، وبالتالي فإن المساحة التي يحصرها الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن تساوي إزاحة الحركة. (وهذا يلائم أي نوع من الحركة).



مثال: يتحرك جسم بسرعة ثابتة مقدارها 4 أمتار في الثانية لمدة 8 ثوان، ويتم وصف حركة الجسم في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن.

يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، وتسارعه يساوي صفرًا - وقيمة ميل الرسم البياني تساوي صفرًا.

الإزاحة تساوي 32 متر - المساحة المحصورة تساوي 32 متر.

1. يعد الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن الأداة الأكثر استعمالًا في علم الحركة. ويبين سرعة الجسم في كل لحظة. قيمة ميل الرسم البياني تساوي التسارع، وقيمة المساحة المحصورة تساوي الإزاحة. (باستثناء موقع الجسم، يحتوي الرسم البياني على جميع الكميات الفيزيائية في الكينماتيكا).

2. في الأسئلة التي تتناول جسمًا واحدًا يتحرك بحركة مختلفة، يكون من الأنسب والأصح وصف الحركة في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن والتوصل منها إلى استنتاجات.

الحركة العمودية في خط مستقيم (Cube 10)	**السقوط الحر هو الحركة تحت تأثير الجاذبية وحدها. (الحركة تحت تأثير الجاذبية وقوة الاحتكاك مع الهواء تسمى الحركة الباليستية)** **في أي حركة سقوط حر، يتحرك الجسم بتسارع ثابتة مقداره 9.8 أمتار في الثانية المربعة. ويسمى هذا التسارع "تسارع الجاذبية" ويشار إليه بالحرف g. سنستعمل في الحسابات على أن تسارع الجاذبية مقداره 10 أمتار في الثانية المربعة.** **هناك ثلاثة أنواع من الحركات الباليستية العمودية في خط مستقيم:** **1. السقوط الحر من السكون –** الجسم المتحرر من السكون. **2. الرمي العمودي نحو الأسفل –** يكون للجسم سرعة ابتدائية نحو الأسفل. **3. الرمي الرأسي لأعلى -** الجسم لديه سرعة ابتدائية نحو الأعلى. **1. لوصف وتحليل كل من الحركات الثلاث، يمكنك استخدام قوانين الحركة بتسارع ثابت.** **2. إشارة التسارع تعتمد على اتجاه المحور المحدد وليس على اتجاه الرمي:** **عندما يكون اتجاه المحور المحدد لأعلى - تكون سوف تقل سرعة الجسم في كل من الحركات الثلاث، ويكون التسارع سالبًا.** **عندما يكون اتجاه المحور للأسفل - تزداد سرعة الجسم في كل حركة من الحركات الثلاث، ويكون التسارع موجباً.** **3. في الحركة العمودية، تتم الإشارة إلى موقع الجسم بحرف Y بدلاً من X.** **مثال: قذف جسم إلى أعلى من ارتفاع 30 مترا فوق سطح الأرض، سرعة رمي الجسم 50 m/s، يتحرك الجسم تحت تأثير الجاذبية فقط (حركة في سقوط حر). نصف حركة الجسم بالنسبة للمحور الذي اتجاهه الموجب هو للأعلى وأصله على الأرض.** **نحسب موقع الجسم بالنسبة للمحور وسرعته بعد مرور 8 ثوان.** $Y = Y_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 30 + 50 \cdot 8 + \frac{1}{2} \cdot (-10) \cdot 8^2 = 30 + 400 - 320 = 110m$ $V = V_0 + a \cdot t = 50 + (-10) \cdot 8 = -30 \frac{m}{s}$ **ويمكن تحديد أن الجسم يتحرك مع تسارع الجاذبية g فقط إذا تحرك الجسم على سطح الأرض، تحت تأثير الجاذبية وحدها.**

حركة جسمين يتحركان بتسارع منتظم (Cube 11)	وفي حركة جسمين يتحركان بتسارع ثابت، يجب إيجاد مكان الالتقاء وزمن الالتقاء بشكل مماثلاً لتحليل حركة جسمين يتحركان بسرعة ثابتة. عندما يتحرك جسمان بسرعة ثابتة فإنهما لا يلتقيان إلا مرة واحدة. عندما يتحرك الجسمان بتسارع ثابت يمكن أن يلتقيا مرتين. عندما يتحرك جسمان في سقوط حر. وبما أنهما يتحركان بنفس التسارع، فيمكنهما الالتقاء أثناء حركتهما مرة واحدة فقط. مثال: تتحرك كرتان بحركات مختلفة، معطيات حركة الكرتين: $x_{0_1} = 5m \qquad x_{0_2} = 3m$ $v_{0_1} = -20\frac{m}{s} \qquad v_2 = -8\frac{m}{s}$ $a_1 = 22.72\frac{m}{s^2}$ نكتب دالة الموقع للزمن لكل كرة: $X_1(t) = 5 - 20t + 11.36t^2 \qquad X_2(t) = 3 - 8t$ سنقوم بمقارنة دالتي الموقع للزمن في لحظة الالتقاء: $5 - 20t' + 11.36t'^2 = 3 - 8t'$ لقد حصلنا على معادلة تربيعية، وحلول المعادلة هي: $t_1' = 0.848s$ $t_2' = 0.207s$ كلا الزمنين موجب، وبالتالي تلتقي الكرتين مرتين، نعوض زمني الالتقاء في إحدى دالتي الموقع للزمن ونجد موقعي الالتقاء: $X_2(0.848) = 3 - 8 \cdot 0.848 = -3.784\,m$ $X_2(0.207) = 3 - 8 \cdot 0.207 = 1.344\,m$ قبل تنفيذ الإجراءات لإيجاد موقع وزمن الالتقاء، يوصى بفهم الحركات جيدًا ووفقًا لذلك تقييم عدد مرات التقاء الكرتين وأين.

ممارسات 1- الدوال في كينماتيكا الخط المستقيم

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

في الكينماتيكا نتعامل مع نوعين من الحركات: الحركة بسرعة ثابتة والحركة بتسارع ثابت.

لوصف الحركات، نستخدم الدوال والتعبيرات التي تظهر في صفحات الصيغة وفي رسمين بيانيين: رسم بياني للمكان كدالة للزمن، ورسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

تتناول الممارسات 1 فقط ممارسة الدوال والتعبيرات في علم الحركة، بدون رسوم بيانية.

هناك دالتان مركزيتان في الكينماتيكا، دالة المكان كدالة للزمن والسرعة كدالة للزمن، والتي يمكن من خلالها حل أي سؤال تقريبًا في الكينماتيكا في خط مستقيم.

$$X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$V(t) = V_0 + a \cdot t$$

في الأسئلة التي لا تتناول زمن الحركة بشكل صريح، يكون من الأسهل جبريًا استخدام تعبير مربع السرعات:

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$$

في الأسئلة التي لا تتناول بشكل صريح تسارع الجسم، يكون من الأسهل جبريًا استخدام عبارة المكان كدالة للزمن التالية:

$$X(t) = X_0 + \frac{V + V_0}{2} \cdot t$$

موضوعات التمرينات:

1- الحركة بسرعة ثابتة .
2- حركة جسمين يتحركان بسرعة ثابتة وفي أزمنة حركة متماثلة.
3- حركة جسمين يتحركان بسرعة ثابتة في أزمنة حركة مختلفة.
4- الحركة بتسارع ثابت .
5- حركة جسمين يتحركان بحركة مختلفة.

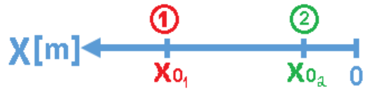
1-1- الحركة بسرعة ثابتة، يدرس الموضوع في الكيوب 3:

وصف الحركة	الحساب المطلوب	المبادئ الفيزيائية	الجواب	ملاحظات هامة	رابط للإجابة الكاملة
1.1 - جسم يتحرك بسرعة ثابتة. سرعته (موجبة) : $V = 2\frac{m}{s}$ الموقع الابتدائي: $X_0 = 3m$ زمن الحركة: $t = 4s$ 	موقع الجسم بعد مضي 4 ثوان. $X(4) = ?$ توجيه: حسب قيمة السرعة، يتحرك الجسم في اتجاه المحور، وفقًا للمحور المحدّد، يتقدم 2 متر إلى اليمين، خلال كل ثانية أثناء حركته.	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة: $X(t) = X_0 + V \cdot t$	$X(4) = 11\,m$	1. كل حركة هي نسبة لمحور حركة. 2. تشير جميع الدوال والتعبيرات التي تصف الحركة إلى بداية الحركة ونهايتها. في هذه الحالة، يكون الاتجاه الموجب لمحور الحركة نحو اليمين. نتطرق إلى الحركة التي بدأت من اللحظة t = 0s حتى اللحظة t = 4s	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6024
1.2- جسم يتحرك بسرعة ثابتة. سرعته (سالبة) : $V = -2\frac{m}{s}$ الموقع الابتدائي : . $X_0 = 3m$ زمن الحركة : $t = 4s$ 	موقع الجسم بعد مضي 4 ثوان. $X(4) = ?$ توجيه: حسب قيمة السرعة، يتحرك الجسم في اتجاه عكس اتجاه المحور، وفقًا للمحور المحدّد، يتقدم 2 متر إلى اليسار، خلال كل ثانية أثناء حركته.	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة: $X(t) = X_0 + V \cdot t$	$X(4) = -5m$	1. عندما يتحرك الجسم عكس اتجاه محور الحركة، تكون قيمة الموقع النهائي أصغر من قيمة الموقع الابتدائي حسب تعريف الإزاحة: $\Delta X = X - X_0$ في هذه الحالة، ستكون قيمة الازاحة سالبة. وحسب تعريف السرعة: $V = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ قيمة سرعة الجسم المتحرك عكس اتجاه المحور هي سالبة. لذلك: عندما يتحرك الجسم عكس اتجاه المحور، تكون سرعته سالبة وعندما يتحرك في اتجاه المحور تكون سرعته موجبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6025#mod_book-chapter

1.3- جسم يتحرك بسرعة ثابتة. سرعة (موجبة): $V=2\frac{m}{s}$ الموقع الابتدائي: $X_0=3m$ الموقع النهائي: $X=11m$ 	زمن حركة الجسم $t=?$	**توجيه:** يجب التعبير عن زمن الحركة من دالة المكان كدالة للزمن: .x(t)	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. دالة x(t) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة: $X(t)=X_0+V\cdot t$	$t=4s$	1. اكتب تعبيرًا لزمن الحركة، من تعبير المكان كدالة للزمن، وتعويض معطيات الحركة، وايجاد زمن الحركة. 2. عادة عند استخدام أي دالة (أو تعبير) نعرف جميع المعطيات التي تظهر في الدالة باستثناء مُعطى واحدة نبحث عنه.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6026#mod_book-chapter
1.4- جسم يتحرك بسرعة ثابتة. سرعة (سالبة): $V=-2\frac{m}{s}$ زمن الحركة: $t=4s$ الموقع النهائي: $X=-5m$ 	الموقع الابتدائي للجسم $X_0=?$	**توجيه:** يجب التعبير عن زمن الحركة من دالة المكان كدالة للزمن: .x(t)	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. دالة x(t) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة: $X(t)=X_0+V\cdot t$	$X_0=3m$	1. الموقع الابتدائي لا يتعلق بسرعة الجسم ولا بزمن الحركة. نعبر عنه رياضيًا بدلالة المقادير الأخرى لإيجاد قيمتها. 2. من المهم الانتباه إلى وحدة العبارات، يجب أن تكون كل عبارة صحيحة من حيث الوحدات. 3. يتضمن نموذج الحل الكامل التعبير عن القيمة المطلوبة، التعويض والإجابة النهائية والوحدات. مثال على الحل الكامل: $X_0=X-V\cdot t=-5-(-2)\cdot 4=3m$ في امتحان البجروت، فقط الحل الكامل يكسبك النقاط كاملة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6027#mod_book-chapter

1.5- جسم يتحرك بسرعة ثابتة. الموقع الابتدائي: $X_0 = 3m$ زمن الحركة: $t = 4s$ الموقع النهائي: $X = -5m$ 	سرعة الجسم. $V = ?$	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة: $x(t) = x_0 + V \cdot t$	$V = -2\frac{m}{s}$	1. وفقًا لقيم المواقع، يمكن فهم أن الجسم يتحرك عكس اتجاه المحور، وبالتالي فإن سرعته سالبة. 2. يمكن ايجاد السرعة أيضًا باستخدام تعريف السرعة: $V = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ يتم الحصول على دالة المكان كدالة للزمن من تعريف السرعة بعد نقل الأطراف. عادة ما يكون من الأسهل استخدام دالة المكان كدالة للزمن، ومن الممكن أيضًا حسب تعريف السرعة. 3. عادة ما نحدّد زمن الحركة Δt يساوي للزمن النهائي للحركة t, لأن زمن الحركة الابتدائي مُعرّف بـ $t_0 = 0s$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6028#mod_book-chapter

2-2- حركة جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة بأزمنة متساوية، الموضوع يدرس في اليوكيوب 6:

2.1- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3m \quad V_1 = 9\frac{m}{s}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 8m \quad V_2 = 4\frac{m}{s}$ 	يجب إيجاد موقع الالتقاء X' , وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة x(t) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V\cdot t$	$t' = 1_s$ $X' = 12m$	1. من أجل ايجاد زمن حركة الجسمين، يجب أن نتطرق لحركة الجسمين، من لحظة بدء الحركة حتى لحظة لقائها. 2. يتحرك الجسمان في أزمنة حركة متطابقة إذا بدآ يتحركان معًا في نفس اللحظة. 3. إجراء تحديد زمن الالتقاء: أ- كتابة دالة x (t) لكل جسم. ب. مقارنة الدالتان، يتم الحصول على معادلة في مجهول واحد، زمن الالتقاء. 4. للإيجاد مكان الالتقاء، يجب تعويض زمن الالتقاء في إحدى الدوال x (t). 5. في هذه الحالة يتحرك الجسمان إلى اليمين في نفس الاتجاه.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6030#mod_book-chapter
2.2- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 8m \quad V_1 = -9\frac{m}{s}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 3m \quad V_2 = -4\frac{m}{s}$ 	يجب إيجاد موقع الالتقاء X' , وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة x(t) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V\cdot t$	$t' = 1_s$ $X' = -1m$	1. حركة الجسمين في هذه الحالة هي بالضبط نفس حركة الجسمين في الحالة السابقة. توصف حركة الجسمين بالنسبة لمحور حركة مختلف، وفي اتجاه عكسي. يؤدي تغيير محور الحركة إلى تغيير قيمة مكان الالتقاء. ولا يُغيّر قيمة زمن الالتقاء. 2. في هذا القسم، يكون اتجاه المحور إلى اليسار، بما أن الجسمين يتحركان إلى اليمين، فإن سرعتهما سالبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6031#mod_book-chapter

2.3- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3\text{m} \quad V_1 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 8\text{m} \quad V_2 = -4\frac{\text{m}}{\text{s}}$  	يجب إيجاد موقع الالتقاء X' , وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة **x(t)** لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V \cdot t$	$t' = 0.384_s$ $X' = 6.46\text{m}$	**1.** على عكس الحالات السابقة، في هذه الحالة يتحرك الجسمان في اتجاهين متعاكسين، أحدهما تجاه الآخر. **2.** لا تتغير القيمة المطلقة للسرعات، لكن زمن حركة الجسمان حتى يلتقيا يكون أصغر، لأن الجسمين يتحركان باتجاه بعضهما البعض.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6032#mod_book-chapter
2.4- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3\text{m} \quad V_1 = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 8\text{m} \quad V_2 = -9\frac{\text{m}}{\text{s}}$  	يجب إيجاد موقع الالتقاء X' , وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة **x(t)** لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V \cdot t$	$t' = 0.384_s$ $X' = 4.53\text{m}$	المواقع الأولية للجسمين في هذه الحالة هي نفس المواقع الأولية في القسم السابق. الفرق بين السرعتين في هذا القسم هو نفسه الفرق بين السرعتين في القسم السابق - وبالتالي، فإن زمني الحركة متساويان. لكن موقع الالتقاء مختلف. الالتقاء في هذا القسم أقرب إلى نقطة البداية لحركة الجسم 1.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6033#mod_book-chapter

2.5- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3\text{m} \quad V_1 = -4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 8\text{m} \quad V_2 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 	يجب إيجاد موقع الالتقاء X', وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $x(t) = x_0 + V\cdot t$	الجسمان لا يلتقيان.	1. من مقارنة دالتي المكان للزمن، يتم الحصول على معادلة بمجهول واحد و هو زمن الالتقاء. من حل المعادلة، يتم الحصول على الزمن: $t' = -0.384_s$ زمن الالتقاء سالب. لا يوجد معنى فيزيائي لزمن الحركة السالب. لذلك، يمكن تحديد أن الجسمان لم يلتقيا. 2. وفقًا للمواقع والسرعات، يمكن تحديد أن الجسمين يبتعدان عن بعضهما البعض، ولن يلتقيا. 3. من الممكن إعطاء تفسير، (غير فيزيائي) لزمن الالتقاء السالب، من الممكن أن نقول نظريًا أن الجسمين التقيا "في الماضي" 0.384 ثانية قبل أن تبدأ في الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6034#mod_book-chapter
2.6- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3\text{m} \quad V_1 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 8\text{m} \quad V_2 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 	يجب إيجاد موقع الالتقاء X' , وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $x(t) = x_0 + V\cdot t$	الجسمان لا يلتقيان.	1. من مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يتم الحصول على المعادلة: $0t' = -5$ هذه المعادلة ليس لها حل. الجسمان لا يلتقيان. 2. نظرًا لأن سرعتي الجسمين متساوية في المقدار، فإن الجسمين لا يقتربان ولا يبتعدان من بعضهما البعض. 3. لم يتم الحصول على زمن التقاء سالب لأن الجسمين لم يلتقيا "من قبل".	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6035#mod_book-chapter

2.7- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $\quad V_1 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 3\text{m}$ $\quad V_2 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 	يجب إيجاد موقع الالتقاء X' , وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V \cdot t$	الجسمان يلتقيان في كل لحظة.	1. من مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يتم الحصول على المعادلة: $0t' = 0$ في هذه المعادلة، كل قيمة لـ t' هي حل. لهذا السبب يلتقيان في كل لحظة. 2. بما أن الجسمين بدءا بالتحرك من نفس النقطة ويتحركان في نفس الحركة، فإنهما يتحركان "معًا". زمن الالتقاء هو في أي لحظة. ومكان الالتقاء هو أي مكان يتحرك فيه الجسمان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6036#mod_book-chapter
2.8- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. في أزمنة متساوية. مُعطيات الحركة للجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $\quad V_1 = -9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ مُعطيات الحركة للجسم 2: $X_{02} = 3\text{m}$ $\quad V_2 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 	يجب إيجاد موقع الالتقاء X', وزمن الالتقاء t'. $t' = ?$ $X' = ?$	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V \cdot t$	$t' = 0_s$ $X' = 3\text{m}$	1. لحظة الالتقاء t '= 0s هي لحظة التقاء ممكنة. 2. مكان الالتقاء في هذه الحالة هو المكان الذي بدأ منه الجسمان في التحرك. 3. في هذه الحالة الخاصة، لا تؤثر سرعتي الجسمين على مكان الالتقاء وزمن الالتقاء	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6037#mod_book-chapter

3-3- حركة جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة في أزمنة حركية مختلفة، الموضوع يدرس في اليوكيوب 6:

3.1- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. لكل منهما زمن حركة مختلف.

بدأ الجسم 1 يتحرك 10 ثوان بعد أن بدأ الجسم 2 حركته.

معطيات حركة الجسم 1:

$$X_{01} = 3\text{m} \qquad V_1 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

معطيات حركة الجسم 2:

$$X_{02} = 8\text{m} \qquad V_2 = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

يجب إيجاد زمني حركة الجسمان منذ بدأ حركتهما حتى لحظة الالتقاء: t1' t2'.
وموقع التقائهما 'X .

توجيه: يجب كتابة الدوال:
X1(t1) X2(t2)

بعد مقارنة الدالتين، يتم الحصول على معادلة بمجهولين t1 و- t2.

يتم الحصول على معادلة أخرى من الفرق بين زمني الحركة الابتدائية.

يجب حل معادلتين بمجهولين.

بعد ذلك، نجد مكان الالتقاء عن طريق تعويض زمن الالتقاء في دالة المكان كدالة للزمن المناسبة.

يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة.

دالة x(t) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة

$$X(t) = X_0 + V \cdot t$$

$$t_1{}' = 3.57s$$

$$t_2{}' = 13.57s$$

$$X' = 35.14m$$

1. التقى الجسمان في نفس اللحظة، ولكن لانهما بدءا التحرك في أزمنة مختلفة - يختلف زمني حركة الجسمين من لحظة بدء حركتهما إلى لحظة الالتقاء.

2. بدأ الجسم 1 يتحرك في زمن أبكر، وبالتالي فإن زمن حركة الجسم 1 أكبر.

3. وفقًا للاختلاف في زمني بدء الحركتان، يمكن كتابة معادلة الفرق في زمني الحركة.

في هذه الحالة، بدأ الجسم 2 يتحرك قبل الجسم بـ 10 ثوانٍ. ومن ثم، فإن زمن حركة الجسم 2 أكبر من زمن حركة الجسم 1 بـ 10 ثوانٍ.

معادلة الفرق بزمني الحركة هي:

$$t_2 = t_1 + 10$$

<u>وصف حركة الجسمين:</u>

يتحرك الجسم 2 نحو اليمين أولاً بسرعة ثابتة مقدارها 2 متر في الثانية.

بعد مرور 10 ثوانٍ من بدء حركة الجسم 2 ، يبدأ الجسم 1 في التحرك، ويتحرك نحو اليمين بسرعة 9 أمتار في الثانية.

يلحق الجسم 1 بالجسم، في الموقع x = 35.14 مترًا، بعد 3.57 ثانية من لحظة بدء الجسم 1 في الحركة وبعد 13.57 ثانية من لحظة بدء الجسم 2 في الحركة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6039#mod_book-chapter

3.2- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. لكل منهما زمن حركة مختلف. بدأ الجسم 1 يتحرك ثانية واحدة <u>قبل</u> أن بدأ الجسم 2 بالتحرك. معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\mathrm{m}$ $\quad V_1 = 2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\mathrm{m}$ $\quad V_2 = -9\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$  	يجب إيجاد زمني حركة الجسمان منذ بدأ حركتهما حتى لحظة الالتقاء: t1' t2'. وموقع التقائهما 'X . <u>توجيه:</u> يجب كتابة الدوال: X1(t1) X2(t2) بعد مقارنة الدالتين، يتم الحصول على معادلة بمجهولين t1 و- t2. يتم الحصول على معادلة أخرى من الفرق بين زمني الحركة الابتدائية. يجب حل معادلتين بمجهولين. بعد ذلك، نجد مكان الالتقاء عن طريق تعويض زمن الالتقاء في دالة المكان كدالة للزمن المناسبة.	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V \cdot t$	$t_1{}' = 1.27_s$ $t_2{}' = 0.27_s$ $X' = 5.54\mathrm{m}$	يوجد مكان واحد فقط يلتقي فيه الجسمان. هناك امكانيتان لوصف لحظة الالتقاء. يمكن وصف زمن الالتقاء بمساعدة زمن حركة الجسم 1 أو بمساعدة زمن حركة الجسم 2، من المهم عدم ارتكاب خطأ بين الزمنين. <u>وصف حركة الجسمين:</u> يتحرك الجسم 1 نحو اليمين أولاً بسرعة ثابتة مقدارها 2 متر في الثانية. بعد مضي ثانية واحدة، يبدأ الجسم 2 في التحرك، ويتحرك إلى اليسار (باتجاه الجسم 1) بسرعة 9 أمتار في الثانية. يلتقي الجسمان في الموقع x=5.55m ، وبعد مضي 1.27 ثانية من اللحظة التي بدأ فيها الجسم 1 في التحرك. وبعد مضي 0.27 ثانية من لحظة بدء حركة الجسم 2.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6040#mod_book-chapter

3.3- جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. لكل منهما زمن حركة مختلف. بدأ الجسم 1 يتحرك ثانية واحدة <u>بعد</u> أن بدأ الجسم 2 بالتحرك. معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\text{m} \qquad V_1 = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\text{m} \qquad V_2 = -9\frac{\text{m}}{\text{s}}$  	يجب إيجاد زمني حركة الجسمان منذ بدأ حركتهما حتى لحظة الالتقاء: t1' t2'. وموقع التقائهما X' . (لا حاجة لحساب الزمن t2'). <u>توجيه:</u> يجب كتابة الدوال: X1(t1) X2(t2) بعد مقارنة الدالتين، يتم الحصول على معادلة بمجهولين t1 و- t2. يتم الحصول على معادلة أخرى من الفرق بين زمني الحركة الابتدائية. يجب حل معادلتين بمجهولين. بعد ذلك، نجد مكان الالتقاء عن طريق تعويض زمن الالتقاء في دالة المكان كدالة للزمن المناسبة.	يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة. دالة x(t) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة $X(t) = X_0 + V\cdot t$	من اللحظة التي تبدأ فيها حركة الجسم لا يلتقي الجسمان.	1. في حركة جسمين لكل منهما زمن حركة مختلف، لا يلتقي الجسمان إلا إذا تم الحصول على زمن حركة موجب. في هذه الحالة، يكون زمن الحركة t1 الذي تم الحصول عليه من حل المعادلات سالبًا. 2. في حركة جسمين لكل منهما نفس زمن الحركة، لإيجاد موقع الالتقاء، يمكن تعويض زمني الحركة في كل دالة من دالتي الموقع كدالة للزمن. في حركة جسمين لكل منهما زمن حركة مختلف، لإيجاد موقع الالتقاء، يجب تعويض زمن الحركة t1 فقط في دالة x1 ، و t2 فقط في دالة t2. 3. في القسم السابق، بدأ الجسم 1 بالتحرك أولاً، وفي هذا القسم يبدأ الجسم 2 بالتحرك أولاً. هذه قصة مختلفة تمامًا. <u>وصف حركة الجسمين:</u> يتحرك الجسم 2 نحو اليسار أولاً بسرعة مقدارها 9 أمتار في الثانية. بعد مرور أقل من ثانية، يمر الجسم 2 بالجسم 1. في اللحظة التي يبدأ فيها الجسم 1 بالتحرك إلى اليمين، يكون الجسم 2 على يساره ويتحرك نحو اليسار. لهذا السبب لا يلتقيان!	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6041#mod_book-chapter

3.4 - جسمان يتحركان كل منهما بسرعة ثابتة. لكل منهما زمن حركة مختلف.

بدأ الجسم 1 يتحرك 10 ثوان قبل أن بدأ الجسم 2 حركته.

معطيات حركة الجسم 1:

$$X_{01} = 3\text{m} \qquad V_1 = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

معطيات حركة الجسم 2:

$$X_{02} = 8\text{m} \qquad V_2 = 9\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

يجب إيجاد زمن حركة الجسم 1 عندما يلتقي بالجسم 2.

بالإضافة إلى ذلك، يجب تحديد موقع الجسم 2 في كل لقاء.

(الجسمان يلتقيان مرتان) .

توجيه:
يلتقي الجسم 1 بالجسم 2 مرتين. في الالتقاء الأول، يكون الجسم 2 في حالة سكون وفي الالتقاء الثاني، يكون الجسم 2 في حالة حركة.

نظرًا لأن الجسم 2 في حركات مختلفة، يجب تكرار عملية إيجاد مكان وزمن الالتقاء مرتين، مرة واحدة عندما يكون الجسم 2 في حالة سكون. ومرة أخرى عندما يكون في حالة حركة.

يتحرك الجسمان بحيث أنّ سرعة كل منهما ثابتة.

دالة $x(t)$ لجسم يتحرك بسرعة ثابتة

$$x(t) = x_0 + V\cdot t$$

$$t_{1א}' = 2.5_s$$
$$X_{1א}' = 8m$$

$$t_{1ב}' = 12.14_s$$
$$X_{1ב}' = 27.2\text{m}$$

1. في الفيزياء، غالبًا ما نعمل "تلقائيًا"، ونقوم بعمل "تقني".
تجعلنا الرياضيات ننام قليلًا.
نحن نثق بها. وهذا جيد، ولكن يجب أن نكون يقظين ونفهم ما يحدث بالفعل.
وهذا القسم مثال جيد على ذلك.

2. يلتقي الجسمان للمرة الأولى في المكان الذي يكون فيه الجسم 2 بحالة سكون، وهذا المكان مُعطى في السؤال.
لذلك، ليست هناك حاجة لحساب مكان الالتقاء الأول.

3. عندما يتحرك الجسمان بتسارع ثابت يمكن أن يلتقيا أكثر من مرة (بدون تغير الحركات) لا يمكنهما أن يلتقيا أكثر من مرتين.

وصف حركة الجسمين:

يتحرك الجسم 1 نحو اليمين أولاً بسرعة مترين في الثانية.

بعد مضي عشر ثوانٍ، يبدأ الجسم 2 في التحرك، ويتحرك إلى اليمين (باتجاه الجسم 1) بسرعة 9 أمتار في الثانية.

من اللحظة التي يبدأ فيها الجسم 1 بالحركة، يلتقي بالجسم 2 مرتين:

أول مرة في الموقع الذي يكون فيه الجسم 2 ساكنًا.

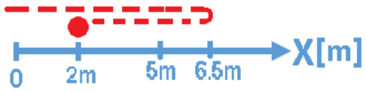
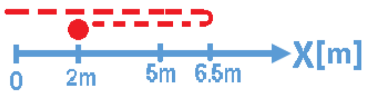
والمرة الثانية بالموقع x=27.28m.

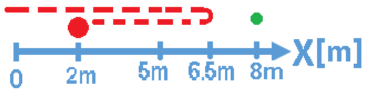
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6042#mod_book-chapter

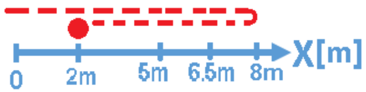
4 - حركة في تسارع ثابت، الموضوع يدرس في اليوكيوب 7 (الكيوب الأكثر مركزية وأهمية في الحركة):

السؤال	المطلوب	طريقة الحل	الجواب	شرح	رابط
4.1 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = 1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$ $t = 6s$ 	موقع الجسم بعد مضي 6 ثوان من الحركة $X = ?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: V(t) و- X(t) $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$X = 38m$	1. تتعامل الدوال في الكينماتيكا مع اللحظة التي تبدأ فيها الحركة واللحظة التي تنتهي فيها الحركة. قبل استخدام الدوال، حاول أن تفهم متى وأين بدأت الحركة ومتى وأين انتهت. 2. في هذه الحالة، يجب التطرق إلى الحركة التي بدأت من مكان x = 2m ، وانتهت في اللحظة t = 6s.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6044#mod_book-chapter
4.2 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = 1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$ $t = 6s$ 	موقع الجسم بعد مضي 6 ثوان من الحركة $V = ?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: V(t) و- X(t) $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$V = 9\frac{m}{s}$	لا يمكن ايجاد الموقع النهائي بشكل بديهي، ولكن يمكن إيجاد السرعة النهائية بشكل حدسي. يصف التسارع مقدار زيادة السرعة في كل ثانية (أو مقدار تناقصها، إذا كانت سالبة). في هذه الحالة تزداد السرعة كل ثانية بمقدار متر واحد في الثانية. السرعة الابتدائية 3 أمتار في الثانية. لذلك، بعد 6 ثوانٍ، تصبح سرعة الجسم 9 أمتار في الثانية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6045#mod_book-chapter

السؤال	المطلوب	توجيه	المعادلات	الجواب	الشرح	الرابط
4.3 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = -1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2\text{m}$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$  	موقع الجسم عند توقفه. $X = ?$	**توجيه:** يجب التطرق لحركة الجسم من اللحظة التي يبدأ فيها التحرك حتى نهاية الحركة، لحظة التوقف. قيمة سرعة الجسم في لحظة التوقف هي صفر.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: V(t) و- X(t) $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$X = 6.5\text{m}$	1. يجب التطرق لحركة الجسم من اللحظة التي يبدأ فيها التحرك حتى لحظة توقفه. 2 يمكن ايجاد الموقع في لحظة التوقف بطريقتين: و. بمساعدة التعبير عن مربع السرعات، يمكنك ايجاد الإزاحة، واعتمادًا على الموقع الابتدائي، احسب الموقع النهائي. ب. بمساعدة دالة السرعة كدالة للزمن، يمكنك معرفة زمن حركة الجسم حتى توقفه وايجاد الموقع النهائي بمساعدة دالة المكان كدالة للزمن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6046#mod_book-chapter
4.4 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = -1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2\text{m}$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$  	زمن حركة الجسم من اللحظة التي يبدأ فيها حركته حتى عودته إلى نقطة انطلاق الحركة. $t = ?$	**توجيه:** يعود الجسم في نهاية حركته إلى نقطة بداية الحركة، وإزاحته تساوي صفر متر.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: V(t) و- X(t) $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$t = 6\text{s}$	1. تتغير السرعة بوتيرة ثابتة. عندما يعود الجسم إلى نقطة بداية الحركة، فإن سرعته تساوي في القيمة المطلقة السرعة التي كانت له في لحظة بداية الحركة. في بداية الحركة يتحرك الجسم في اتجاه المحور، سرعته موجبة. في نهاية الحركة سرعته سالبة (نفس القيمة المطلقة للسرعة في بداية الحركة) اعتمادًا على قيمة السرعة النهائية، يمكن حساب زمن الحركة باستخدام دالة السرعة كدالة للزمن. 2. من الممكن أن نفهم حدسيًا وفقًا لقيمة السرعة الابتدائية والتسارع والجسم يتوقف في غضون 3 ثوانٍ. لذلك، فإن زمن تحركه ذهابًا وإيابًا هو 6 ثوانٍ.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6047#mod_book-chapter

4.5 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = -1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$  	زمن حركة الجسم حتى وصوله إلى الموقع x=5m . $t = ?$ توجيه: يمر الجسم مرتين في الموقع: x=5m. في زمنين مختلفين.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: X(t) و- V(t) $X(t)=X_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2={V_0}^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	$t_1 = 1.27s$ $t_2 = 4.73s$	1. من القسم د -3 يمكنك أن ترى أن الجسم توقف في الموقع x=6.5m . لذلك، فإنه يمر مرتين في الموقع x = 5m ، مرة عندما يتحرك نحو اليمين، ومرة عند العودة إلى اليسار. 2. يتحرك الجسم بنفس التسارع، طوال فترة الحركة. على الرغم من أنه يغير اتجاه حركته، إلا أنها حركة واحدة. 3. في الشكل التالي، يتم وصف مسار حركة الجسم  	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6048#mod_book-chapter
4.6 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = -1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$  	سرعة الجسم عند مروره بالموقع x=5m . $V = ?$ توجيه: يمر الجسم مرتين في الموقع: x=5m. بسرعتين مختلفتين.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: X(t) و- V(t) $X(t)=X_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2={V_0}^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	$V_1 = 1.74\frac{m}{s}$ $V_2 = -1.74\frac{m}{s}$	1. يمكن استخدام دالة السرعة كدالة للزمن لحساب سرعة الجسم في كلا الزمنين في القسم السابق. 2. يمكنك استخدام مربع تعبير السرعات لحساب السرعتين. لإيجاد السرعة، يجب إجراء عملية جذر، يتم من خلالها الحصول على إجابتين متطابقتين، إحداهما موجبة والأخرى سالبة. 3. عندما يتحرك الجسم ذهابًا وإيابًا بتسارع ثابت، فإن مقدار سرعة الجسم في أي نقطة عندما يتحرك في اتجاه واحد هو نفس مقدار سرعة الجسم عندما يتحرك في الاتجاه المعاكس. في هذا القسم، نرى هذا في النقطة x = 5m ، لكن هذا ينطبق أيضًا على أي نقطة أخرى ، حيث يمر الجسم مرتين.  	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6049#mod_book-chapter

4.7 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = -1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$ 	زمن حركة الجسم حتى وصوله إلى الموقع **x=8m** . $t = ?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: **X(t) و- V(t)** $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	الجسم لا يمر بالموقع **x=8m**.	**1.** لا يصل الجسم إلى الموقع x = 8m ، أي محاولة رياضية لإيجاد زمن حركة الجسم حتى الموقع x = 8m يجب أن تكون مستحيلة رياضياً. **2.** إذا حاولنا إيجاد زمن الحركة من دالة المكان كدالة للزمن، فسنحصل على معادلة تربيعية، وعند حل المعادلة نحصل على جذر لقيمة سالبة. **3.** في الشكل التالي، يتم وصف مسار حركة الجسم، وموقع النقطة x = 8m. 	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6050#mod_book-chapter
4.8 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $a = -1\frac{m}{s^2}$ $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$ 	زمن حركة الجسم حتى وصوله إلى الموقع **x=1m** . $t = ?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: **X(t) و- V(t)** $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$t = 6.31s$	**1.** الجسم يمر مرة واحدة فقط إلى الموقع x = 1m. يصل الجسم إلى هذا الموقع بعد أن يعود ويمر من نقطة انطلاق الحركة. **2.** إذا حاولنا إيجاد زمن الحركة من دالة المكان كدالة للزمن، فسنحصل على معادلة تربيعية، لها حلين: أحدهما موجب (6.31 ثانية) والآخر سالب. الحل السالب مرفوض. لذلك لا يوجد سوى حل واحد. **3.** من القسم د 4، رأينا أن زمن حركة الجسم ذهابًا وإيابًا حتى نقطة بداية الحركة هو ست ثوانٍ، وحتى النقطة x=1m، يكون زمن الحركة أطول قليلًا. 	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6051#mod_book-chapter

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6052#mod_book-chapter	1. لكي يتوقف الجسم توقفًا لحظيًا في الموقع x = 8m بدلاً من الموقع x = 6.5m ، يجب أن يكون التسارع أصغر من حيث القيمة المطلقة. 2. يمكن إيجاد التسارع باستخدام تعبير مربع السرعات. 	$a = -0.75\frac{m}{s^2}$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: X(t) و- V(t) $X(t)=X_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2=V_0{}^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	تسارع الجسم عندما يتوقف توقفًا لحظيًا في الموقع x=8m . $a=?$ توجيه: في نهاية الحركة يصل الجسم إلى الموقع X = 8m وسرعته صفر.	4.9 - يتحرك جسم بتسارع ثابت. مُعطى أنّ: $X_0 = 2m$ $V_0 = 3\frac{m}{s}$ 

5- جسمان يتحركان بحركات مختلفة ، تمت دراسة الموضوع بالكيوب 11

5.1- جسمان يتحركان لهما نفس زمن الحركة ويتحركان في حركات مختلفة. يتحرك الجسم 1 بتسارع ثابت، والجسم 2 يتحرك بسرعة ثابتة من حالة السكون. معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3m$ $V0_1 = 20\frac{m}{s}$ $a_1 = -2\frac{m}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8m$ $V_2 = 1\frac{m}{s}$ 	زمن التقاء الجسمين: $t_1{}'=?$ $t_2{}'=?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: V(t) و- X(t) $X(t)=X_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2=V_0{}^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	$t_1{}' = 0.267s$ $t_2{}' = 18.733_S$	1. في بداية الحركة، يتحرك كلا الجسمين إلى اليمين، والجسم 2 يتقدم الجسم 1. يتحرك الجسم 2 بسرعة ثابتة وصغيرة بالنسبة للسرعة الابتدائية للجسم 1. الجسم 1 في وقت قصير يلحق بالجسم 2. لأن الجسم 2 يتحرك بتسارع سالب. تبدأ سرعته بالتناقص، حتى يتوقف توقفًا لحظيًا، ويعود مرة أخرى ويلتقي بالجسم 1 للمرة الثانية. هذا هو السبب في أن الجسمين يلتقيان مرتين. 2. لإيجاد زمني الالتقاء، يجب كتابة دالة المكان كدالة للزمن الملائمة لحركة كل جسم، ومقارنة الدالتان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6054#mod_book-chapter

5.2 - جسمان يتحركان لهما نفس زمن الحركة ويتحركان في حركات مختلفة. يتحرك الجسم 1 بتسارع ثابت، والجسم 2 يتحرك بسرعة ثابتة من حالة السكون. معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $V0_1 = 20\frac{m}{s}$ $a_1 = -2\frac{m}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\text{m}$ $V_2 = 1\frac{m}{s}$ 	موقع التقاء الجسمين: $X_1{}'=?$ $X_2{}'=?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: X(t) و- V(t) $X(t)=X_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2=V_0{}^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	$X_1{}' = 8.27m$ $X_2{}' = 26.73\text{m}$	1. يلتقي الجسمان مرتين، من أجل تحديد مكان الالتقاء الأول، يجب تعويض زمن الالتقاء الأول في واحدة من دالتي المكان. للإيجاد مكان الالتقاء الثاني، يجب تعويض زمن الالتقاء الثاني في إحدى دالتي المكان كدالة للزمن. 2. يتحرك الجسم 1 بتسارع سالب. كانت سرعته موجبة في زمن الالتقاء الأول، وكانت سرعته سالبة في زمن الالتقاء الثاني. لا تتغير سرعة الجسم 2، إنه يتحرك بسرعة ثابتة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6055#mod_book-chapter

5.3 - جسمان يتحركان في أزمنة حركية متساوية، يتحركان بحركات مختلفة: يتحرك الجسم 1 بتسارع ثابت، والجسم 2 يتحرك بسرعة ثابتة من حالة السكون. معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $V0_1 = 20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = -2\frac{\text{m}}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\text{m}$ $V_2 = 1\frac{\text{m}}{\text{s}}$  	سرعة الجسم 1 في كل لقاء. $V1(t_1') = ?$ $V1(t_2') = ?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: **X(t) و- V(t)** $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$V1(t_1') = 19.4\frac{m}{s}$ $V1(t_2') = -17.4\frac{m}{s}$	في الالتقاء الأول، يتحرك الجسم 1 في اتجاه المحور. سرعته موجبة. في الالتقاء الثاني، يتحرك الجسم 1 إلى اليسار عكس اتجاه المحور، وبالتالي فإن سرعته في لحظة الالتقاء الثاني تكون سالبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6056#mod_book-chapter

5.4 - جسمان يتحركان في أزمنة حركية متساوية، يتحركان بحركات مختلفة وبتسارع ثابت: معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $V0_1 = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = -2\frac{\text{m}}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\text{m}$ $V0_2 = -10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = 2\frac{\text{m}}{S^2}$  	زمن التقاء الجسمين: $t_1{}'=?$ $t_2{}'=?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: **V(t) و- X(t)** $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0{}^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$t_1{}' = 0.25\text{s}$ $t_2{}' = 9.74\text{s}$	في اللحظة التي تبدأ فيها الجسمان في التحرك، يقترب الجسمان من بعضهما البعض، حتى يلتقيا للمرة الأولى. بعد الالتقاء الأول يبتعدان حتى يتوقفا توقفًا لحظيًا، وبعد التوقف يقتربان مرة أخرى حتى الالتقاء الثاني. بعد الالتقاء الثاني لا يقترب الجسمان، فقط يبتعدان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6057#mod_book-chapter

5.5 - جسمان يتحركان في أزمنة حركية متساوية، يتحركان بحركات مختلفة وبتسارع ثابت: معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3m$ $V0_1 = 10\frac{m}{s}$ $a_1 = -2\frac{m}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8m$ $V0_2 = -10\frac{m}{s}$ $a_2 = 2\frac{m}{S^2}$ 	موقع التقاء الجسمين: $X_1{}'=?$ $X_2{}'=?$	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: **V(t) و- X(t)** $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2 = V_0{}^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$	$X_1{}' = 5.5m$ $X_2{}' = 5.5_m$	1. للإيجاد الأماكن التي يلتقي فيها الجسمان، يجب تعويض زمني الالتقاء في إحدى دوال المكان كدالة للزمن. 2. يلتقي الجسمان مرتين في نفس المكان، بالضبط في منتصف المسافة الأولية بين الجسمين. 3. في هذه الحالة الخاصة في كل لحظة يكون بعد الجسمين من نقطة الالتقاء هو نفسه. على غرار الكائن وصورته المنعكسة في المرآة. إذا وضعنا مرآة عند نقطة الالتقاء وكان أحد الجسمان هو الكائن، فإن الجسم الآخر هو صورة الكائن. 4. بشكل عام، عند إجراء العمليات الحسابية، من المعتاد أن تكون الدقة حتى رقمين بعد الفاصلة العشرية. الحسابات ليست دقيقة تمامًا، ولكن بشكل عام يمكننا القول إنها صحيحة تقريبًا. من أجل الحصول على نتائج حسابية دقيقة (موقعان بطول 5.5 متر بالضبط)، يجب إجراء عملية حسابية دقيقة بدون تقريب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6058#mod_book-chapter

5.6 - جسمان يتحركان في أزمنة حركية متساوية، يتحركان بحركات مختلفة وبتسارع ثابت: معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $V0_1 = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = -2\frac{\text{m}}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\text{m}$ $V0_2 = -10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = 2\frac{\text{m}}{S^2}$  	يجب ايجاد اللحظة التي تكون فيها سرعة الجسمين متشابهة. هذا يعني أن قيمة السرعة هي نفسها. ليست السرعة. يجب مراعاة إشارة السرعة. توجيه: باللحظة *t , التي تكون بها سرعة الجسمين متساوية، يتحقق: **V1(t*)=V2(t*)** يجب كتابة السرعة كدالة للزمن لكل من الجسمين وقارن الدوال.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: **V(t) و- X(t)** $X(t)=X_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2=V_0{}^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	$t* = 5\text{s}$	في كل لحظة تكون فيها سرعة الجسمان لا تساوي الصفر، تتحرك في اتجاهات مختلفة، وسرعتهما مختلفة. فقط عندما تتوقف الأجسام توقفًا لحظيًا، يكون لها نفس السرعة. السرعة صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6059#mod_book-chapter

5.7 - جسمان يتحركان في أزمنة حركية متساوية، يتحركان بحركات مختلفة وبتسارع ثابت: معطيات حركة الجسم 1: $X_{01} = 3\text{m}$ $V0_1 = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = -2\frac{\text{m}}{S^2}$ معطيات حركة الجسم 2: $X_{02} = 8\text{m}$ $V0_2 = -10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a_1 = 2\frac{\text{m}}{S^2}$  	يجب ايجاد اللحظة التي يكون فيها مقدار سرعة الجسمين متساويًا. هذا يعني اللحظة التي تكون فيها قيمة السرعة متساوية. توجيه: باللحظة t# , التي تكون بها سرعة الجسمين متساوية، يتحقق: V1(t#)=V2(t#) ويتحقق أيضا: V1(t#)=-V2(t#) في القسم السابق وجدنا الأزمنة التي يتحقق فيها الشرط الأول، والآن علينا إيجاد الأزمنة التي يتحقق فيها الشرط الثاني.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة بمساعدة الدوال: V(t) و- X(t) $x(t)=x_0+V_0\cdot t+\frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2$ $V(t)=V_0+a\cdot t$ وبمساعدة تعبير مربع السرعات: $V^2=V_0^2+2\cdot a\cdot \Delta X$	مقدار سرعة الجسمان متساوية في كل لحظة	السرعة الابتدائية لكل من الجسمين نفس المقدار والتسارع هو نفس المقدار. لذلك في كل لحظة تكون السرعة متساوية في المقدار. لتوضيح الحركات، لنفترض أن الجسم 1 عبارة عن لعبة تتحرك للأمام وللخلف في حركة معينة، والجسم 2 هو لعبة متطابقة، بآلية ميكانيكية متطابقة تمامًا. نقوم بتشغيل اللعبتين في نفس الوقت في اتجاهين متعاكسين. لذلك بمجرد أن تتوقف اللعبة 1 توقفًا لحظيًا، تتوقف اللعبة 2 أيضًا توقفًا لحظيًا. مقدار سرعتهما في أي لحظة متساوٍ. اتجاه حركتهم عكسي (ماعدا لحظة التوقف)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2993&chapterid=6060#mod_book-chapter

الممارسات 2 – رسوم بيانية نوعية

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

يوجد في الكينماتيكا نوعان من الرسوم البيانية لوصف الحركة: رسم بياني للمكان كدالة للزمن ورسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

الرسم البياني للمكان كدالة للزمن: يصف الرسم البياني موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.

الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن: يصف الرسم البياني سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين محور الزمن والرسم البياني تساوي الإزاحة.

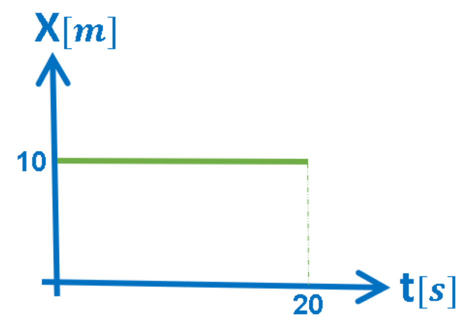
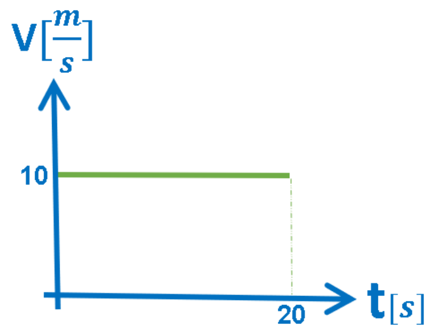
في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن، يمكنك التعرف على جميع معطيات الحركة (السرعة، الإزاحة، التسارع) باستثناء موقع الجسم.

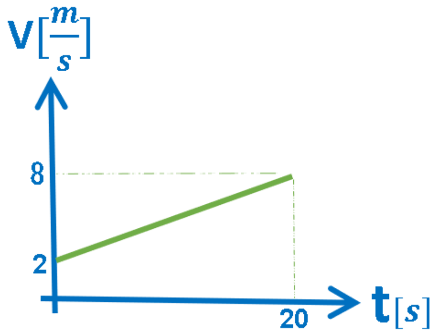
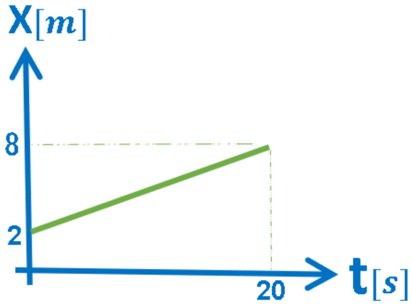
هذان الرسمان البيانيان "يكملان" بعضهما البعض ويمكنك التعلم منهما حول جميع بيانات حركة الجسم.

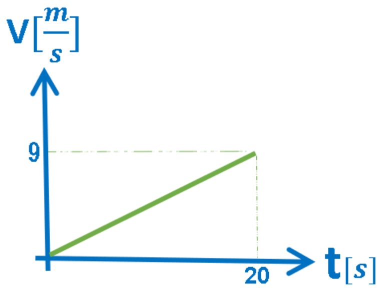
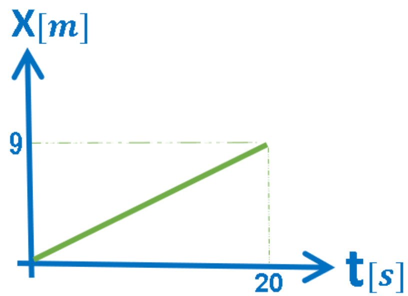
يميل الطلاب إلى الخلط بين نوعي الرسوم البيانية والتوصل إلى استنتاجات خاطئة. الغرض من هذا الملف هو تحسين المعنى الفيزيائي نوعيًا لكل من الرسمين البيانيين وتحسين التمييز بين نوعي الرسوم البيانية.

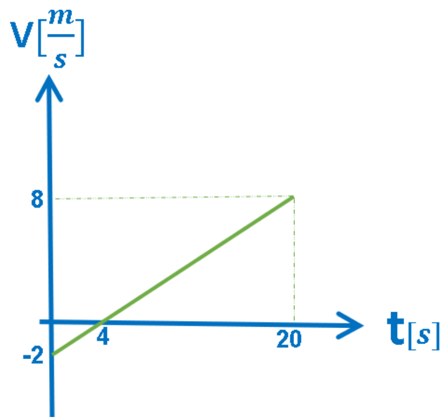
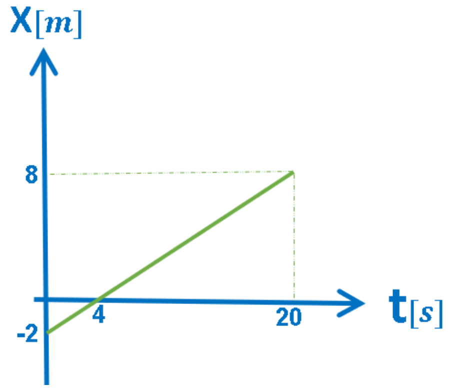
يوجد في الملف 11 جزءًا، في كل جزء رسمان بيانيان يصفان نفس الدالة. يصف أحدهما السرعة كدالة للزمن والآخر يصف المكان كدالة للزمن.

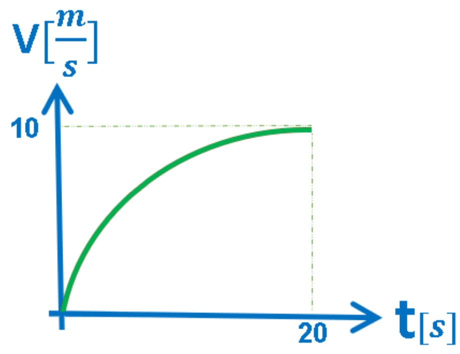
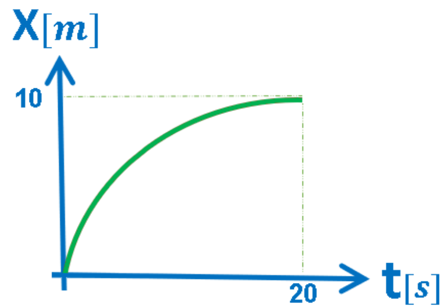
1. حركة جسم واحد

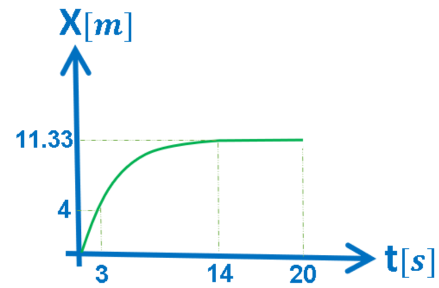
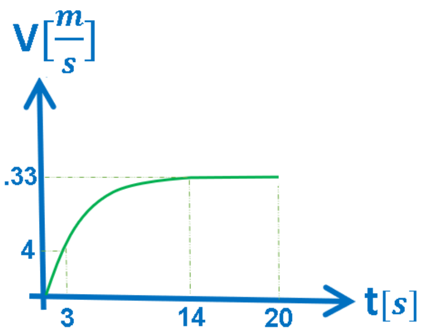
وصف الرسم البياني	المطلوب	المبادئ الفيزيائية	الاجابة	ملاحظات هامة	
1.1  	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يستقر الجسم في حالة السكون في الموقع X = 10m ولمدة 20 ثانية.	1.1. قبل أن نحاول فهم ماهية الحركة الموصوفة في الرسم البياني، من المهم أن نفهم ماذا يمثل الرسم البياني، هل يمثل الموقع كدالة للزمن أو السرعة كدالة للزمن. 2. يتم تعريف الحركة نسبة لمحور الحركة، حتى عندما لا يتم تحديد المحور في السؤال. 3. عندما ترسم رسمًا بيانيًا، تأكد من كتابة أسماء المحاور ووحداتها، واستخدم المسطرة عندما يكون الرسم البياني خطيًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995
1.2  	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بسرعة 10 أمتار في الثانية لمدة 20 ثانية. ازاحة الجسم هي 200 متر.	1من خلال الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن يمكنك التعرف على جميع المقادير الفيزيائية في علم الحركة باستثناء موقع الجسم. 3. يصف الرسم البياني مقدار سرعة الجسم فقط، ولا يمكن معرفة اتجاه الحركة من الرسم البياني.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6084#mod_book-chapter

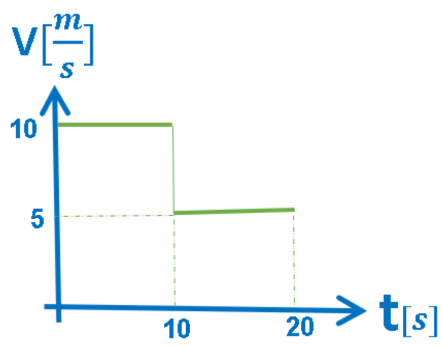
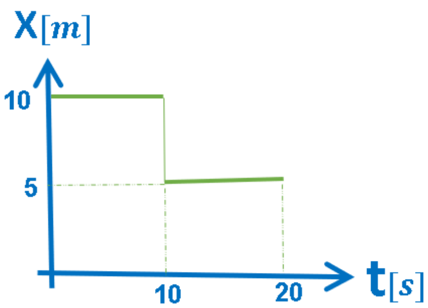
2.1  	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل..	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت لمدة 20 ثانية. يبدأ الجسم في التحرك من سرعة بدائية مقدارها 2 متر في الثانية. قيمة التسارع $0.3m/s^2$. الازاحة الكلية 100 متر.	1. يتحرك الجسم بتسارع ثابت يساوي ميل الرسم البياني، حتى في لحظة بداية حركته يوجد له تسارع. 2. عند حساب ميل الرسم البياني يجب كتابة وحداته. 3. خلال كل الحركة سرعة الجسم موجبة، ومن هنا يمكن تحديد أن الجسم يتحرك في اتجاه المحور، لمدة 20 ثانية. 4. من الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن، يمكن ايجاد جميع معطيات الحركة، باستثناء موقع الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6085#mod_book-chapter
2.2  	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، لمدة 20 ثانية. يبدأ الجسم في التحرك من موقع ابتدائي: 2 متر قيمة سرعته 0.3 متر في الثانية. الازاحة الكلية هي 6 أمتار.	1. يتحرك الجسم بسرعة موجبة، لذلك يمكن تحديد أن الجسم يتحرك في اتجاه محور الحركة. 2. في اللحظة التي تبدأ فيها الحركة، يكون للجسم سرعة. 3. الدالة تصاعدية، وهذا لا يعني أن الجسم يتحرك إلى الأعلى بالضرورة. من الرسم البياني يمكن تحديد أن السرعة موجبة (ميل الرسم البياني موجب) وبالتالي يتحرك الجسم في اتجاه المحور. إذا كان الاتجاه الموجب لمحور الحركة نحو الأسفل، يتحرك الجسم إلى الأسفل (وليس إلى الأعلى). 4. لا يوجد أي معني للمساحة المحصورة في الرسم البياني للموقع كدالة للزمن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6086#mod_book-chapter

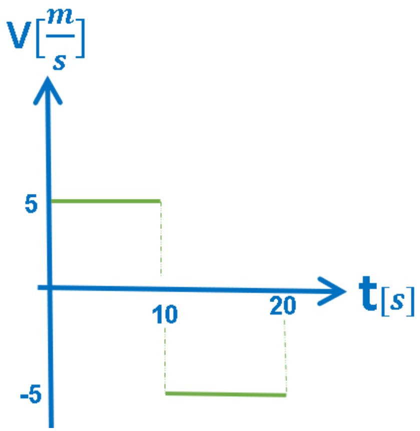
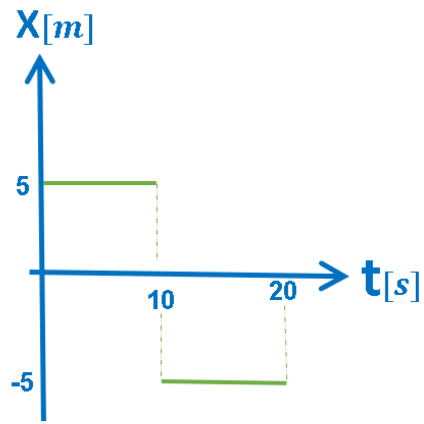
3.1 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت لمدة 20 ثانية. يبدأ الجسم في التحرك من حالة السكون. قيمة تسارعه هي $0.45m/s^2$. الازاحة الكلية 90m.	1. يبدأ الجسم في التحرك من حالة السكون (بسرعة ابتدائية صفر). 2. لا توجد للجسم سرعة لحظة بدء الحركة، لكن للجسم يوجد له تسارع في لحظة بدء الحركة. 3. سرعة الجسم موجبة طوال زمن الحركة. لذلك، يمكن تحديد أن الجسم يتحرك في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6087#mod_book-chapter
3.2 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، لمدة 20 ثانية. يبدأ الجسم في التحرك من نقطة أصل محور الحركة. قيمة سرعته 0.45 متر في الثانية. الازاحة التي قطعها 9 أمتار.	1. يتحرك الجسم من نقطة بداية المحور (نقطة الأصل)، ولا يتحرك من السكون. له سرعة ابتدائية. 2. يكون ميل الدالة موجبًا وثابتًا، وبالتالي يتحرك الجسم بسرعة ثابتة في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6088#mod_book-chapter

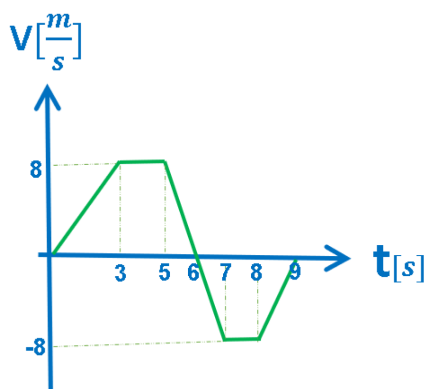
4.1 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت لمدة 20 ثانية. في البداية يتحرك عكس اتجاه المحور ثم يتحرك الجسم في اتجاه المحور. يبدأ الجسم في التحرك من سرعة ابتدائية مقدارها -2m/s. مقدار تسارعه 0.5m/s2، خلال كل ألـ 20 ثانية. الازاحة في الثواني الأربع الأولى ناقص 4 أمتار. الازاحة في 16 ثانية المتبقية هي 64 متر. الازاحة الكلية 60 متر	1. في الثواني الأربع الأولى، تكون سرعة الجسم سالبة، ويتحرك الجسم عكس اتجاه المحور. في اللحظة، t = 4s ، يتوقف الجسم توقفًا لحظيًا. ثم يتحرك الجسم بسرعة موجبة، يتحرك الجسم في اتجاه المحور. 2. يتحرك الجسم بتسارع ثابت، ولا يتغير تسارعه طوال الحركة حتى عندما يتحرك الجسم في اتجاه المحور وعندما يتحرك عكس اتجاه المحور، وأيضًا عندما يتوقف توقفًا لحظيًا في اللحظة t=4s . 3. بشكل عام، لا يمكن أن تكون المساحة سالبة. نشير إلى المساحة في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن على أنها سالبة عندما يتحرك الجسم بسرعة سالبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6089#mod_book-chapter
4.2 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، لمدة 20 ثانية يبدأ الجسم في التحرك من الموقع .X0=-2m قيمة سرعته 0.5 متر في الثانية. الازاحة خلال الحركة 10 أمتار. الموقع النهائي للجسم هو x=8m	1. في الثواني الأربع الأولى، يمر الجسم من خلال مواقع سالبة، يمر الجسم في اللحظة t=4s بنقطة الأصل للمحور ثم يتحرك الجسم في مواقع موجبة. 2. يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، ولا تتغير سرعته طوال الحركة. حتى عندما يمر عبر نقطة بداية المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6090#mod_book-chapter

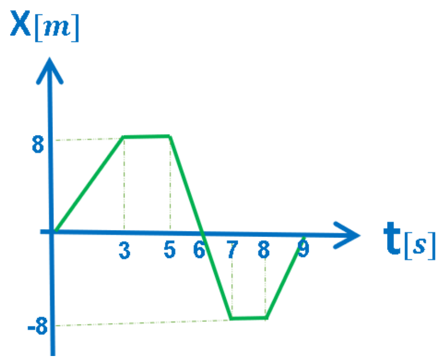
5.1 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع متغير، لمدة 20 ثانية. يبدأ الجسم في التحرك من حالة السكون. سرعته تتزايد بوتيرة اخذة بالنقصان. في نهاية الحركة، في لحظة t = 20s، يصبح تسارع الجسم صفرا.	1. خلال فترة الحركة بأكملها، تزداد السرعة، ويتغير تسارع الجسم، لكنه يكون موجبًا طوال فترة الحركة. 2. يمكن للجسم أن يتحرك بتسارع آخذ بالنقصان وبسرعة موجبة. لكن الجسم لا يستطيع التحرك بسرعة آخذة بالنقصان بتسارع موجب (عندما تقل السرعة يكون التسارع سالبًا) 3. في اللحظة التي تبدأ فيها الحركة، الجسم ليس لديه سرعة، ولكن لديه أقصى تسارع. 4. في نهاية الحركة عند اللحظة t=20s يكون الميل صغير جدًا ولكن لا يمكن تحديده بناءً على الرسم البياني أنه يساوي الصفر. (استنادًا إلى الرسم البياني، يمكن تحديد أن الميل في النقطة القصوى للقطع المكافئ يساوي صفر).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6091#mod_book-chapter
5.2 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت، لمدة 20 ثانية. يبدأ الجسم في التحرك من نقطة أصل المحور. يوجد للجسم سرعة ابتدائية، والجسم لا يتحرك من حالة السكون. في نهاية الحركة، في اللحظة t = 20s، تكون سرعة الجسم صفرا.	1. طوال فترة الحركة، يتحرك الجسم في اتجاه المحور، وتتغير سرعة الجسم، لكنها تكون موجبة طوال فترة الحركة. 2. ميل الدالة آخذ في النقصان، وبالتالي تقل سرعة الجسم. تسارع الجسم سالب! 3. بناءً على الرسم البياني وحده، لا يمكن تحديد أن الجسم يتحرك بتسارع ثابت. 4. لا يتحرك الجسم من حالة السكون، فلديه سرعة ابتدائية. 5. في اللحظة t = 20s تصبح سرعة الجسم مساوية صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6092#mod_book-chapter

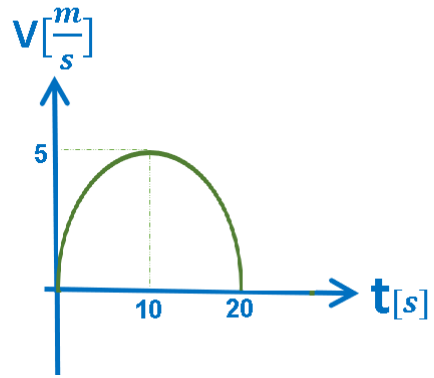
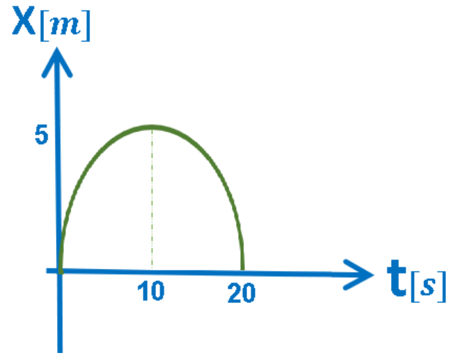
6.1 	نقسم حركة الجسم إلى ثلاث مراحل حركية: المرحلة 1: $0 < t < 3s$ المرحلة 2: $3s < t < 14s$ المرحلة 3: $14s < t < 20s$ صف حركة الجسم في كل مرحلة حركية من المراحل الثلاث.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	<u>المرحلة 1</u>- الحركة بسرعة ثابتة، ومقدارها 1.33 متر في الثانية يبدأ الجسم في التحرك من نقطة أصل المحاور ويقطع ازاحة مقدارها 4 أمتار. <u>المرحلة 2</u> - الحركة بسرعة آخذة بالنقصان، من سرعة 1.33 متر في الثانية حتى التوقف. في هذه المرحلة، يقطع الجسم ازاحة مقدارها 7.33 مترا. <u>المرحلة 3</u>- يستقر الجسم في الموقع X = 11.33m لمدة 6 ثوان.	1. يتحرك الجسم في ثلاث حركات مختلفة يستقر في نهايتها. 2. لا يبدأ الجسم في التحرك من حالة السكون. 3. في قسم الحركة الثاني، ميل الرسم البياني يأخذ بالنقصان، وبالتالي في مقطع الحركة هذا ، يتحرك الجسم بسرعة آخذة بالنقصان، وتسارعه سالب. 4. استناداً إلى الرسم البياني وحده، لا يمكن تحديد أن الجسم في الحركة الثانية يتحرك بتسارع ثابت.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6093#mod_book-chapter
6.2 	نقسم حركة الجسم إلى ثلاث مراحل حركية: المرحلة 1: $0 < t < 3s$ المرحلة 2: $3s < t < 14s$ المرحلة 3: $14s < t < 20s$ صف حركة الجسم في كل مرحلة حركية من المراحل الثلاث.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	<u>المرحلة 1</u>- يبدأ الجسم في التحرك من حالة السكون ويقطع ازاحة مقدارها 6 أمتار. الحركة في تسارع ثابت، قيمته $1.33m/s^2$. <u>المرحلة 2</u>- الحركة بسرعة متزايدة، وبتسارع اخذ بالنقصان. <u>المرحلة 3</u> - الجسم يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها 11.33 مترا في الثانية، خلال 6 ثوان. ويقطع إزاحة مقدارها 96 متر.	1. يتحرك الجسم من حالة السكون بثلاث حركات مختلفة، وفي النهاية يتحرك بسرعة ثابتة. 2. في الجزء الثاني من الحركة، يتحرك الجسم بتسارع موجب آخذ بالنقصان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6094#mod_book-chapter

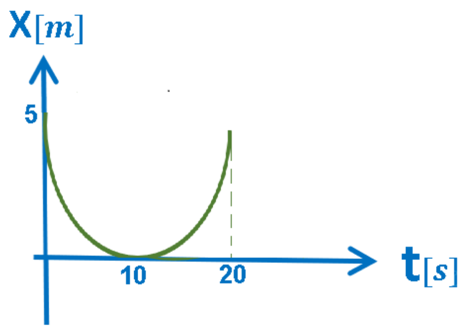
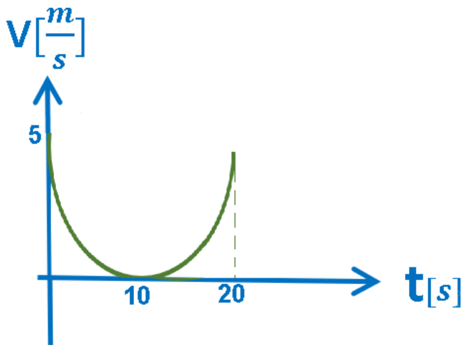
7.1  	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بسرعة ثابتة مقدارها 10 أمتار في الثانية، لمدة 10 ثوانٍ، على مسافة 100 متر. بعد ذلك يتحرك الجسم بسرعة ثابتة قدرها 5 أمتار في الثانية لمدة 10 ثواني مسافة 50 مترا.	في اللحظة t=10s، تتغير السرعة "خلال زمن صفر" من 10 أمتار في الثانية إلى 5 أمتار في الثانية. في الواقع لا يمكن أن تتغير السرعة "خلال زمن صفر"، لأنه لا يوجد تسارع لا نهائي. الحالة الموصوفة في الرسم البياني هي حالة نظرية وليست واقعية. 2. عندما يتحرك الجسم بسرعة ثابتة في جزء من الحركة وبسرعة ثابتة أخرى في الجزء الثاني من الحركة، فإن حركة الجسم تسمى حركة منتظمة على مراحل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6095#mod_book-chapter
7.2  	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يكون الجسم ساكنًا في موقعين مختلفين. خلال الثواني العشر الأولى، يستقر الجسم في الموقع X = 10m. في آخر 10 ثوانٍ، يكون موقع الجسم في X = 5m.	في اللحظة، t = 10s ، يتغير موقع الجسم "خلال زمن صفر" من المقع X = 10m ، إلى الموقع X = 5m. في الواقع، لا يمكن أن يتغير الموقع "خلال زمن صفر"، لأنه لا توجد سرعة لا نهائية. الحالة الموصوفة في الرسم البياني هي حالة نظرية وليست واقعية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2996&chapterid=6096#mod_book-chapter

8.1 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم في سرعة ثابتة في مقاطع، يتحرك أول 10 ثوان بسرعة موجبة مقدارها 5 أمتار في الثانية وبعد 10 ثوان بسرعة سالبة مقدارها 5 أمتار في الثانية. خلال الـ 10 ثوان الأولى ازاحة الجسم هي 50 مترا. وفي الـ 10 ثوان الأخيرة، تكون ازاحته ناقص 50 مترا.	1. في اللحظة t = 10s تتغير سرعة الجسم بتسارع سالب لا نهائي. الحالة الموصوفة في الرسم البياني هي حالة نظرية وليست واقعية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6097#mod_book-chapter
8.2 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يكون الجسم ساكنًا في موقعين مختلفين، في الثواني العشر الأولى يكون الجسم ساكنًا في الموقع X = 5m. في الثواني العشر الأخيرة، يكون الجسم ساكنًا في الموقع X = -5m	1. في اللحظة t = 10s يتغير موقع الجسم بسرعة سالبة لا نهائية. الحالة الموصوفة في الرسم البياني هي حالة نظرية وليست واقعية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6098#mod_book-chapter

9.1  	نقسم حركة الجسم لخمس مراحل: المرحلة 1: $0 < t < 3s$ المرحلة 2: $3s < t < 5s$ المرحلة 3: $5s < t < 7s$ المرحلة 4: $7 < t < 8s$ المرحلة 5: $8s < t < 9s$ صف حركة الجسم في كل مرحلة حركية من المراحل الخمسة.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	الحركة 1- الحركة بسرعة موجبة في تسارع موجب، وقيمته $2.66m/s^2$. الحركة 2 - الحركة بسرعة موجبة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. الحركة 3- الحركة بسرعة متغيرة، تسارع سالب قيمته - $8m/s^2$. في ثانية واحدة تكون سرعة الجسم موجبة وخلال ثانية أخرى تكون سرعة الجسم سالبة. الحركة 4- الحركة بسرعة سالبة ثابتة مقدارها ناقص 8 أمتار في الثانية. الحركة 5 - الحركة بسرعة سالبة متغيرة، في تسارع موجب، وهو $8m/s^2$. في نهاية الحركة يستقر الجسم في حالة سكون.	1. خلال كل فترة الحركة، تكون سرعة الجسم صفر ثلاث مرات. 2. في اللحظة، t = 6s سرعة الجسم تساوي صفرًا. لكن تسارعه في هذه اللحظة لا تساوي صفر. 3. من اللحظة t = 5s حتى اللحظة t = 7s يغير الجسم اتجاه حركته، لكنها تبقى حركة واحدة، حركة ذات تسارع سالب ثابت. 4. مساحة شبه المنحرف المحصورة في الثواني الست الأولى تساوي إزاحة الجسم وهي في اتجاه المحور. ومساحة شبه المنحرف في الثواني الثلاث الأخيرة تساوي ازاحة الجسم وهي عكس اتجاه المحور. 5. متوسط سرعة الجسم، لكل 9 ثوانٍ، لا يساوي صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6099#mod_book-chapter

9.2 	نقسم حركة الجسم لخمس مراحل: المرحلة 1: $0 < t < 3s$ المرحلة 2: $3s < t < 5s$ المرحلة 3: $5s < t < 7s$ المرحلة 4: $7 < t < 8s$ المرحلة 5: $8s < t < 9s$ صف حركة الجسم في كل مرحلة حركية من المراحل الخمس.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	الحركة 1- الحركة بسرعة موجبة ثابتة هي 2.66 متر في الثانية. الحركة 2- يكون الجسم ساكنًا في الموقع X = 8m . الحركة 3- الحركة بسرعة سالبة ثابتة ناقص 8 أمتار في الثانية في ثانية واحدة يتحرك الجسم في الاتجاه الموجب للمحور، وفي ثانية أخرى يتحرك الجسم في الاتجاه السالب للمحور. الحركة 4- الجسم ساكنًا في الموقع X = -8m الحركة 5- الحركة بسرعة موجبة ثابتة هي 8 أمتار في الثانية. في نهاية الحركة، يعود الجسم إلى نقطة أصل المحاور.	1. يتحرك الجسم من نقطة البداية للمحور، لكنه لا يتحرك من حالة السكون. هنالك لحظتان تكون فيهم سرعة الجسم مساوية لصفر. 2. خلال كل فترة الحركة، يمر الجسم ثلاث مرات في نقطة أصل المحور. 3. في اللحظة t = 6s يمر الجسم بنقطة الأصل، وسرعته لا تساوي صفر في هذه اللحظة. 4. من اللحظة t = 5s حتى اللحظة t = 7s ، لا يغير الجسم اتجاه حركته ، ففي خلال هاتين الثانيتين يتحرك الجسم بسرعة ثابتة عكس اتجاه المحور. 5. بدأ الجسم يتحرك من نقطة أصل المحور ويعود في النهاية إلى نقطة أصل المحور. 6. متوسط سرعة الجسم تساوي صفرًا. 7. في نهاية الحركة، في اللحظة t = 9s ، سرعة الجسم لا تساوي صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6100#mod_book-chapter

10.1 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع متغيّر آخذ بالازدياد. تحرك الجسم من حالة السكون ليس له سرعة ابتدائية. في أول 10 ثوانٍ: تحرك الجسم من حالة السكون بسرعة متزايدة بتسارع موجب وآخذ بالنقصان. في آخر 10 ثوانٍ: يتحرك الجسم بسرعة آخذة بالنقصان بتسارع سالب متغير، حتى يستقر في حالة السكون.	1. طوال حركة الجسم، كان يتحرك في اتجاه المحور. 2. خلال العشر ثوانٍ الأولى تزداد سرعة الجسم، خلال العشر ثوان الأخيرة تقل سرعة الجسم. يبدأ الجسم في التحرك من حالة السكون وينهي حركته في حالة سكون. 3. في اللحظة، t = 10s ، التسارع اللحظي للجسم يساوي صفرًا. السرعة القصوى للجسم مساوية 5m/s.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6101#mod_book-chapter
10.2 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني X(t) موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يتحرك الجسم من نقطة الأصل بسرعة متغيرة آخذة بالنقصان. لم يبدأ الجسم حركته من حالة السكون، للجسم سرعة ابتدائية موجبة. في أول 10 ثوانٍ: يتحرك الجسم بسرعة آخذة بالنقصان (تسارع سالب). في آخر 10 ثوانٍ: يستمر الجسم في التحرك بسرعة متناقصة وبوتيرة آخذة بالنقصان بتسارع سالب ومتغير، حتى يستقر في حالة السكون.	1. نصف زمن الحركة يتحرك الجسم في اتجاه المحور، والنصف الآخر يتحرك الجسم عكس اتجاه المحور. 2. سرعة حركة الجسم تقل طوال الوقت. يتحرك الجسم بتسارع سالب. للدالة شكل القطع المكافئ، لذا يمكن تحديد أن الجسم يتحرك بتسارع سالب وثابت طوال الـ 20 ثانية. 3. في اللحظة، t = 10s السرعة اللحظية للجسم تساوي صفرًا. توقف لحظي بالموقع X=5m.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6102#mod_book-chapter

11.1 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يوضح الرسم البياني X(t) مكان الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت وموجب. يبدأ الجسم حركته من الموقع X = 5m بسرعة ابتدائية سالبة. خلال أول 10 ثوان: يتحرك الجسم بسرعة آخذة بالازدياد (آخذة بالنقصان في قيمتها المطلقة) – التسارع موجب. في آخر 10 ثوان: يستمر الجسم في التحرك بسرعة آخذة بالازدياد، بنفس التسارع الموجب.	1. الجسم له سرعة ابتدائية سالبة. يتحرك الجسم طوال الـ 20 ثانية بتسارع موجب وثابت. 2. في اللحظة، t = 10s السرعة اللحظية للجسم تساوي صفرًا. توقف للحظة في نقطة أصل محور الحركة. 3. يمكن وصف حركة الجسم بواسطة دالة واحدة. 4. في نهاية الحركة، يعود الجسم إلى نقطة بداية حركته.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6103#mod_book-chapter
11.2 	صف حركة الجسم الموصوفة في الرسم البياني بشكل مفصل.	يصف الرسم البياني V(t) سرعة الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي ازاحة الجسم.	يتحرك الجسم بتسارع متغيّر آخذ بالازدياد. يبدأ الجسم في التحرك من سرعة 5 أمتار في الثانية. لأول 10 ثوان: يتحرك الجسم بسرعة آخذة بالنقصان، بتسارع سالب متغير. خلال ال 10 ثوان الأخيرة: يتحرك الجسم بسرعة متزايدة بتسارع موجب متغير.	1. طوال حركة الجسم، فإنه يتحرك في اتجاه المحور. 2. في اللحظة، t = 10s ، التسارع اللحظي للجسم يساوي صفرًا. لا يمكن معرفة موقعه. 3. يتحرك الجسم بتسارع متغير، ولا يمكن وصف حركته بواسطة دالة واحدة. 4. في نهاية الحركة لا يعود الجسم إلى نقطة بداية الحركة، يتحرك الجسم طوال الحركة في الاتجاه الموجب لمحور الحركة	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2995&chapterid=6104#mod_book-chapter

الممارسات 3- الرسوم البيانية الكمية

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

يتناول هذا التمرين الرسمين البيانيين: السرعة-الزمن والمكان-الزمن كميًا.

للإجابة على هذه الأسئلة يجب استخدام المبادئ الرسومية والدوال والتعبيرات في الكينماتيكا.

من المهم الإجابة على ملفي التدريب السابقين: الممارسات 1 والممارسات 2 استعدادًا للممارسات 3.

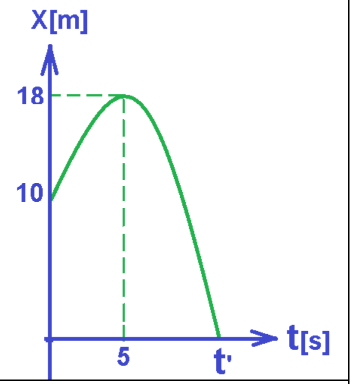
تنقسم الممارسة إلى قسمين:

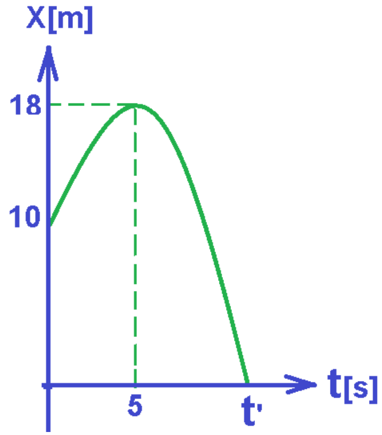
1. حركة الجسم الواحد.
2. حركة الجسمين.

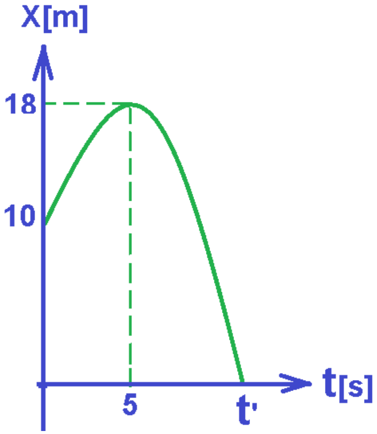
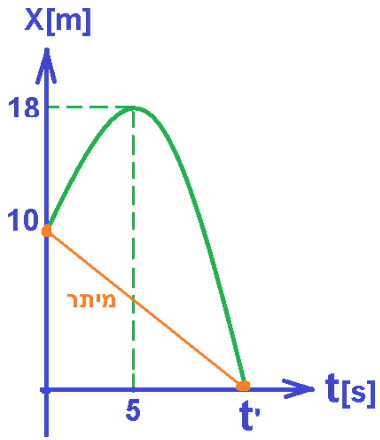
قوانين الحركة في خط مستقيم التي تظهر في ملحق قوانين البجروت:

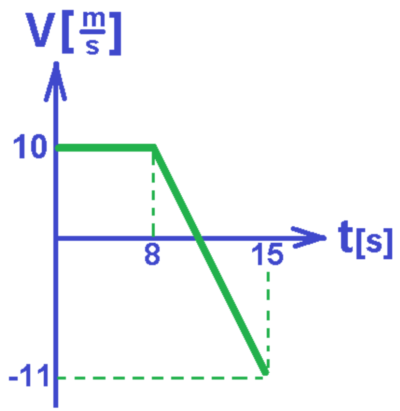
الكينماتيكا – الحركة على امتداد خطّ مستقيم	
السرعة اللحظيّة	$v = \frac{dx}{dt}$
التسارع اللحظيّ	$a = \frac{dv}{dt}$
السرعة المتوسّطة	$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
الحركة بتسارع ثابت	$v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2}t$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$

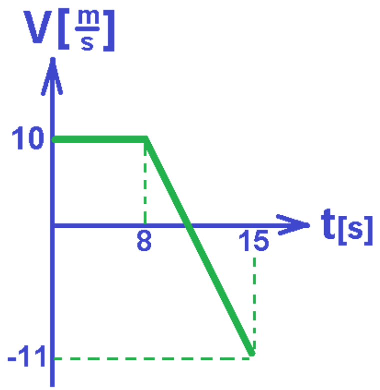
1- حركة جسم واحد

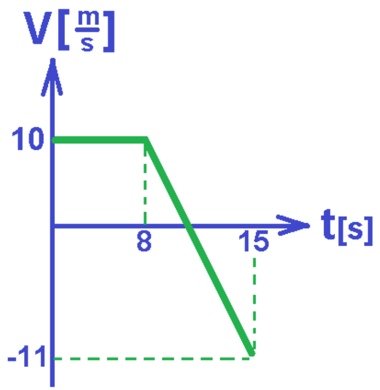
وصف الرسم البياني	المطلوب	المبادئ الفيزيائية	الاجابة	ملاحظات هامة	
1- الرسم البياني التالي، يصف حركة جسم يتحرك بتسارع ثابت. يتم وصف الحركة نسبة لمحور حركة موجّه نحو اليمين.  	**1.1** صف حركة الجسم بشكل كمي	يصف الرسم البياني للمكان كدالة للزمن، موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم. الدوال الحركية: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	يبدأ الجسم حركته من الموقع X0=10m في اتجاه المحور بسرعة آخذة بالنقصان. بعد 5 ثوانٍ من اللحظة التي تبدأ فيها الحركة، يتوقف الجسم توقفًا لحظيًا، ويعود إلى نقطة بداية الحركة، ويستمر في حركته حتى نقطة بداية المحور أو نقطة الأصل.	يتحرك الجسم ذهابًا وإيابًا، لكنها حركة واحدة. يمكن استخدام أي من الدوال الحركية طوال زمن الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6148#mod_book-chapter
	1.2 السرعة الابتدائية $V_0 = ?$ توجيه: يجب استخدام دالتين، وحل معادلتين بمجهولين.		$V_0 = 3.2 \frac{m}{s}$	كل حركة لها لحظة بداية ولحظة نهاية، لإيجاد السرعة الابتدائية يجب التطرق إلى اللحظة التي تبدأ فيها الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6150#mod_book-chapter

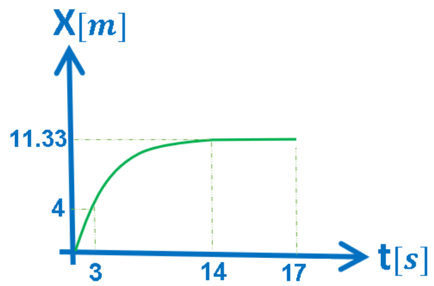
كمالة سؤال 1 1.1- الرسم البياني التالي، يصف حركة جسم يتحرك بتسارع ثابت. يتم وصف الحركة نسبة لمحور حركة موجه نحو اليمين.  	1.3- تسارع الجسم. a =? توجيه: يجب استخدام دالتين، وحل معادلتين بمجهولين.	يصف الرسم البياني للموقع كدالة للزمن، موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$a = -0.64 \frac{m}{s^2}$	يمكنك أن تلاحظ من الرسم البياني أن سرعة الجسم تقل مع الزمن. لذلك فإن التسارع سالب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6151#mod_book-chapter
	1.4- زمن حركة الجسم حتى يصل إلى نقطة أصل المحور. t' =?		$t' = 12.5s$	بعد حساب اللحظة التي يصل فيها الجسم إلى نقطة أصل المحور. يوصى بالتحقق مما إذا كان الزمن الذي تم الحصول عليه من الحساب يتوافق بالفعل مع الرسم البياني.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6152#mod_book-chapter
	1.5- سرعة الجسم عندما يمر بنقطة أصل المحور. V =?		$V = -4.8 \frac{m}{s}$	من الرسم البياني يمكن أن نلاحظ أنه في نهاية الحركة يكون ميل الرسم البياني سالبًا. لذلك فإن سرعة الجسم سالبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6153#mod_book-chapter

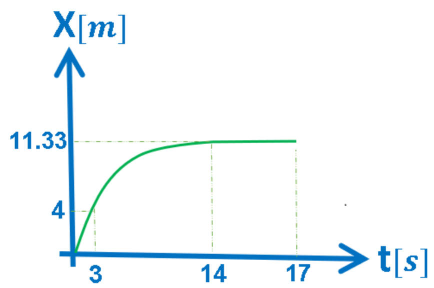
تكملة سؤال 1 1.1- الرسم البياني التالي، يصف حركة جسم يتحرك بتسارع ثابت. يتم وصف الحركة نسبة لمحور حركة موجه نحو اليمين. 	1.6- متوسط سرعة الجسم من اللحظة التي يبدأ فيها حركته حتى وصوله إلى نقطة أصل المحور. $\bar{V} = ?$ توجيه: يجب استخدام تعريف متوسط السرعة.	$\bar{V}=\frac{\Delta X_{\text{الكلي}}}{\Delta t_{\text{الكلي}}}$	$\bar{V} = -0.8\frac{m}{s}$	في الرسم البياني للموقع كدالة للزمن، فإن متوسط السرعة في مقطع حركة معين يساوي ميل الوتر القاطع في ذلك المقطع. 	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6147#mod_book-chapter

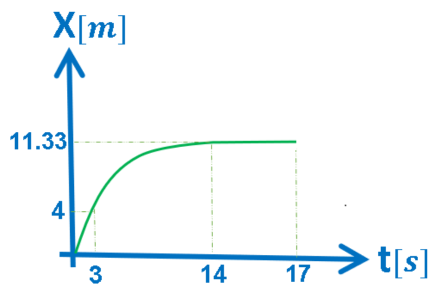
2. يتحرك الجسم في حركتين مختلفتين لمدة 15 ثانية. الموقع الابتدائي للجسم هو X0=3m. يتم وصف حركة الجسم في الرسم البياني التالي، نسبة إلى محور حركة اتجاهه الموجب إلى اليسار. 	2.1- صِف حركة الجسم بالكلمات.	يصف الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن سرعة الجسم في أي لحظة. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	يتحرك الجسم من الموقع X0=3m إلى اليسار لمدة 8 ثوانٍ بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. من اللحظة t = 8s ، يقل مقدار سرعة الجسم بوتيرة ثابتة، يتحرك الجسم بتسارع سالب وثابت لمدة سبع ثوان، حتى نهاية الحركة في اللحظة t = 15s.	يتحرك الجسم في حركات مختلفة، الحركة الأولى: حركة بسرعة ثابتة. والحركة الثانية: حركة بتسارع ثابت. لا يمكنك استخدام دالة واحدة لكلتا الحركتين. يجب تحليل كل من الحركتين بشكل منفصل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6154#mod_book-chapter
	2.2- احسب تسارع الجسم في مقطع الحركة الثاني. $a = ?$		$a = -3\frac{m}{s^2}$	تسارع الجسم قبل التوقف يساوي تسارعه بعد التوقف. وهي أيضًا تساوي تسارعها في لحظة التوقف. يتحرك الجسم بتسارع ثابت في آخر سبع ثوان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6155#mod_book-chapter

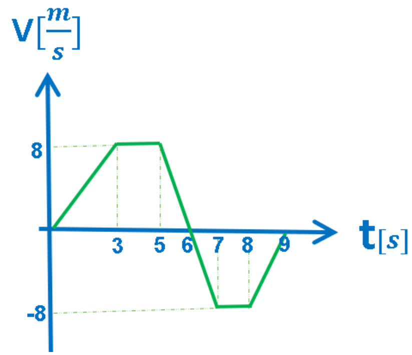
كمالة سؤال 2 يتحرك الجسم في حركتين مختلفتين لمدة 15 ثانية. الموقع الابتدائي للجسم هو X0=3m. يتم وصف حركة الجسم في الرسم البياني التالي، نسبة إلى محور حركة اتجاهه الموجب إلى اليسار.  	**2.3- جد اللحظة التي يتوقف فيها الجسم عن الحركة.** $t =?$	يصف الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن، سرعة الجسم في أي لحظة. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. الدوال الحركية: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$t = 11.33s$	**يجب ايجاد الزمن الذي يمر من اللحظة التي تبدأ فيها الحركة حتى تتوقف. وليس من لحظة بدء الفرملة حتى التوقف.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6156#mod_book-chapter
	2.4- ما هو موقع الجسم عند توقفه؟ $X =?$		$X = 99.65m$	من اللحظة التي تبدأ فيها الحركة حتى لحظة توقفها، يتحرك الجسم في اتجاه المحور. (سرعته موجبة). المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن (في الفترة الزمنية من لحظة بداية الحركة حتى لحظة توقفها) تساوي ازاحة الحركة. لم يبدأ الجسم في التحرك من نقطة أصل المحور، لذا فإن ازاحة الجسم تختلف عن موقع الجسم في لحظة التوقف	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6157#mod_book-chapter

كمالة سؤال 2 يتحرك الجسم في حركتين مختلفتين لمدة 15 ثانية. الموقع الابتدائي للجسم هو X0=3m. يتم وصف حركة الجسم في الرسم البياني التالي، نسبة إلى محور حركة اتجاهه الموجب إلى اليسار. 	2.5- ما هو موقع الجسم في نهاية الحركة؟ (باللحظة t=15s)? $X = ?$	يصف الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن، سرعة الجسم في أي لحظة. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. الدوال الحركية: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$X = 79.52m$	عندما تكون سرعة الجسم سالبة يتحرك الجسم عكس اتجاه المحور. المساحة المحصورة بين لحظة التوقف ولحظة نهاية الحركة تساوي إزاحة الجسم في الاتجاه السالب لمحور المكان. (ازاحة سالبة).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6158#mod_book-chapter
	2.6- احسب متوسط سرعة الجسم? $\overline{V} = ?$	$\overline{V} = \frac{\Delta X_{\text{الكلي}}}{\Delta t_{\text{الكلي}}}$	$\overline{V} = 5.1 \frac{m}{s}$	متوسط السرعة يتعلق بإزاحة الحركة وليس بالموقع النهائي أو الابتدائي للجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6159#mod_book-chapter

3 - يتحرك الجسم لمدة 15 ثانية في حركات مختلفة: الحركة الأولى: $0 < t < 3s$ حركة بسرعة ثابتة. الحركة الثانية: $3s < t < 14s$ حركة بتسارع ثابت. الحركة الثالثة: $14s < t < 17s$ الجسم موجود في حالة سكون.  	3.1. صف بالكلمات حركة الجسم.	يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن، موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	يتحرك الجسم في ثلاث مراحل حركية مختلفة. في المرحلة الأولى: يتحرك الجسم من نقطة بداية المحور بسرعة ثابتة لمدة ثلاث ثوانٍ، حتى الموقع X=4m في المرحلة الثانية: يتحرك الجسم بسرعة متناقصة لمدة 11 ثانية، وفي نهاية الحركة الثانية يصبح الجسم ساكنًا. في المرحلة الثالثة: الجسم يرتاح لمدة ثلاث ثوان X=11.33m	1. لا يتحرك الجسم من حالة السكون، يوجد له سرعة ابتدائية. 2. في مقطع الحركة الأول، يكون ميل الرسم البياني ثابتًا. لذا يتحرك الجسم بسرعة ثابتة خلال هذا الفترة الزمنية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6190#mod_book-chapter
	3.2. احسب سرعة الجسم في المقطع الأول من الحركة. $V_1 = ?$		$V_1 = 1.33 \frac{m}{s}$	لا يتحرك الجسم من حالة السكون، فله سرعة ابتدائية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6161#mod_book-chapter

كمالة سؤال 3 يتحرك الجسم لمدة 15 ثانية في حركات مختلفة: الحركة الأولى: $0 < t < 3s$ حركة بسرعة ثابتة. الحركة الثانية: $3s < t < 14s$ حركة بتسارع ثابت. الحركة الثالثة: $14s < t < 17s$ الجسم موجود في حالة سكون. 	**3.3** احسب سرعة الجسم في المقطع الثاني من الحركة. افترض أن الجسم يتحرك في هذا المقطع بتسارع ثابت.	يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن، موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.	$a = -0.12\frac{m}{s^2}$	1. في المقطع الثاني من الحركة، يقل ميل الرسم البياني، لذا تقل السرعة. لذلك، فإن تسارع الجسم سالب. 2. التسارع سالب لكن السرعة موجبة. يتحرك الجسم في اتجاه المحور بسرعة آخذة بالنقصان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6164#mod_book-chapter
	3.4 احسب متوسط السرعة في المقطع الثاني من حرك. $\overline{V} = ?$	دوال الحركة بتساوع ثابت: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$\overline{V} = 0.66\frac{m}{s}$	1. في الرسم البياني للموقع كدالة للزمن، يكون متوسط السرعة مساويًا لميل الوتر القاطع الذي يمر عبر نقطة بداية الحركة وعبر نقطة نهاية الحركة. 2. طالما أن الإزاحة الكلية للحركة موجبة (يتحرك الجسم في اتجاه المحور) يكون متوسط سرعة الجسم موجبًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6165#mod_book-chapter
	3.5 احسب السرعة اللحظية في منتصف مقطع الحركة الثانية، اللحظة t=8.5s: $V(8.5) = ?$	$\overline{V} = \frac{\Delta X_{\text{الكلي}}}{\Delta t_{\text{الكلي}}}$	$V(8.5) = 0.66\frac{m}{s}$	1. متوسط سرعة جسم متسارع يساوي السرعة اللحظية في منتصف الفترة الزمنية للحركة. 2. متوسط سرعة جسم يتحرك بتسارع ثابت يساوي أيضًا متوسط القيمة الحسابية البسيطة بين السرعة الابتدائية والسرعة النهائية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6166#mod_book-chapter

كمالة السؤال 3 يتحرك الجسم لمدة 15 ثانية في حركات مختلفة: الحركة الأولى: $0 < t < 3s$ حركة بسرعة ثابتة. الحركة الثانية: $3s < t < 14s$ حركة بتسارع ثابت. الحركة الثالثة: $14s < t < 17s$ الجسم موجود في حالة سكون. 	3.6. احسب متوسط سرعة حركة الجسم خلال كل الحركة (في جميع الحركات الثلاث). من اللحظة t=0s وحتى اللحظة t=17s. $\overline{V} = ?$	يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن، موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$ $\overline{V} = \frac{\Delta X_{\text{الكلي}}}{\Delta t_{\text{الكلي}}}$	$\overline{V} = 0.66 \frac{m}{s}$	في هذه الحالة، فإن متوسط السرعة خلال كل حركة يساوي متوسط السرعة خلال كل حركة من اللحظة t = 0s إلى اللحظة t = 17s.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6167#mod_book-chapter

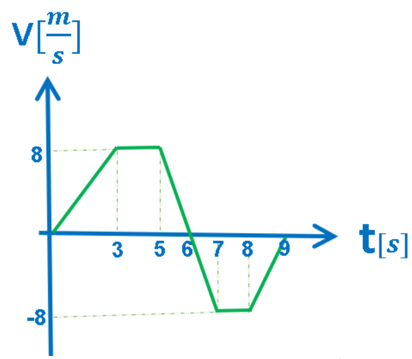
4- يتحرك الجسم في حركات مختلفة لمدة 9 ثوان. الموقع الابتدائي للجسم هو X0=6m. الرسم البياني التالي يصف حركة الجسم، نسبة إلى محور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.  الحركة 1- $0 < t < 3s$ حركة بتسارع ثابت. الحركة 2- $3s < t < 5s$ حركة بسرعة ثابتة. الحركة 3- $5s < t < 7s$ الجسم يتحرك بتسارع سالب. الحركة 4- $7s < t < 8s$ حركة بسرعة ثابتة. الحركة 5- $8s < t < 9s$	4.1- صف بالكلمات حركة الجسم.	يصف الرسم البياني السرعة كدالة للزمن، سرعة الجسم في أي لحظة. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	يتحرك الجسم في خمس مراحل حركية مختلفة لمدة 9 ثوان. المرحلة الأولى: يتحرك الجسم من حالة السكون بتسارع ثابت لمدة ثلاث ثوان. الحركة الثانية: يتحرك الجسم بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية لمدة ثلاث ثوان. المرحلة الثالثة: يتحرك الجسم بسرعة آخذة بالنقصان بتسارع سالب وثابت لمدة ثانيتين. المرحلة الرابعة: يتحرك الجسم بسرعة سالبة وثابتة لمدة ثانية واحدة. المرحلة الخامسة: يتحرك الجسم لمدة ثانية واحدة، بسرعة سالبة آخذة بالازدياد حتى يتوقف.	1. في الحركة الثالثة يغير الجسم اتجاه حركته، ولكنها حركة واحدة. 2. من الرسم البياني يمكن تحديد أن الجسم يتوقف ثلاث مرات، في اللحظات التالية: t=9s , t=6s , t=0s. 3. خلال الثواني الست الأولى تكون سرعة الجسم موجبة، ويتحرك الجسم في اتجاه المحور. في الثواني الثلاث الأخيرة، كانت سرعة الجسم سالبة، ويتحرك الجسم عكس اتجاه المحور. 4. في نهاية الحركة توقف الجسم لكنه لم يعد إلى نقطة انطلاق حركته.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6191#mod_book-chapter

كمالة سؤال 4

يتحرك الجسم في حركات مختلفة لمدة 9 ثوان.

الموقع الابتدائي للجسم هو X0=6m.

الرسم البياني التالي يصف حركة الجسم، نسبة إلى محور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.



الحركة 1- $0 < t < 3s$
حركة بتسارع ثابت.

الحركة 2- $3s < t < 5s$
حركة بسرعة ثابتة.

الحركة 3- $5s < t < 7s$
الجسم يتحرك بتسارع سالب.

الحركة 4- $7s < t < 8s$
حركة بسرعة ثابتة.

الحركة 5- $8s < t < 9s$
الجسم يتحرك بتسارع موجب

4.2- احسب تسارع الجسم في المقطع الأول من الحركة

$$a1 = 2.66 \frac{m}{s^2}$$

يصف الرسم البياني السرعة كدالة للزمن، سرعة الجسم في أي لحظة.

المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم.

ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم.

$$a1 = 2.66 \frac{m}{s^2}$$

الميل في كل رسم بياني يساوي النسبة بين فرق القيم على المحور الرأسي وبين فرق القيم على المحور الأفقي.

الميل في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن يساوي قيمة التسارع.

لذلك، فإن قيمة ميل في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن تساوي قيمة التسارع.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6168#mod_book-chapter

---

4.3- احسب سرعة الجسم في اللحظة t = 2.8s

$$V(2.8) = ?$$

دوال الحركة بتسارع ثابت:

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$V = V_0 + at$$

$$V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$$

$$V(2.8) = 7.44 \frac{m}{s}$$

يمكن أن نلاحظ من الرسم البياني أنه قبل اللحظة من الزمن t=3s، تكون سرعة الجسم أقل بقليل من 8 أمتار في الثانية.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6169#mod_book-chapter

---

4.4- احسب سرعة الجسم في اللحظة t=6.2s

$$V(6.2) = ?$$

$$V(6.2) = -1.6 \frac{m}{s}$$

1. تتعامل جميع الدوال في الكينماتيكا في حركة واحدة فقط.

2. في هذه الحالة، يجب استخدام دالة السرعة كدالة لزمن للحركة الثالثة.

3. سرعة الجسم بعد 6.2 ثانية من بدء الحركة الأولى تساوي سرعة الجسم 1.2 ثانية بعد بدء الحركة الثالثة.

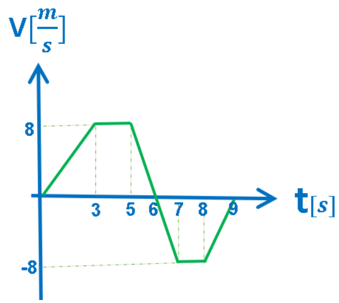
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6170#mod_book-chapter

تكملة سؤال 4 -

يتحرك الجسم في حركات مختلفة لمدة 9 ثوان.

الموقع الابتدائي للجسم هو X0=6m.

الرسم البياني التالي يصف حركة الجسم، نسبة إلى محور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.



الحركة-1 $0 < t < 3s$
حركة بتسارع ثابت.

الحركة-2 $3s < t < 5s$
حركة بسرعة ثابتة.

الحركة-3 $5s < t < 7s$
الجسم يتحرك بتسارع سالب.

الحركة-4 $7s < t < 8s$
حركة بسرعة ثابتة.

الحركة-5 $8s < t < 9s$
الجسم يتحرك بتسارع موجب

4.5- احسب موقع الجسم في اللحظة t=6.2s

$X(6.2)\ =?$

يصف الرسم البياني السرعة كدالة للزمن سرعة الجسم في أي لحظة.

المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم.

ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم.

دوال الحركة بتسارع ثابت:

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$V = V_0 + at$$

$$V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$$

$$X(6.2) = 37.84m$$

1. لإيجاد الموقع المطلوب، يجب استخدام دالة الموقع للزمن في المرحلة الثالثة.

2. يختلف موقع الجسم في نهاية الست ثوانٍ الأولى عن ازاحة حركته في الثواني الست الأولى لأن الجسم لا يبدأ بالحركة في الحركة الأولى من بداية المحور.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6171#mod_book-chapter

---

4.6- احسب موقع الجسم في اللحظة t=8.5s

$X(8.5)\ =?$

$$X(8.5) = 23m$$

هذا قسم معقد إلى حد ما يعتمد على عدة خطوات. خذ وقتك، لا تستسلم، ستنجح في النهاية.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6172#mod_book-chapter

---

4.7. احسب متوسط السرعة في المقطع الثاني من الحركة.

$\overline{V}\ =?$

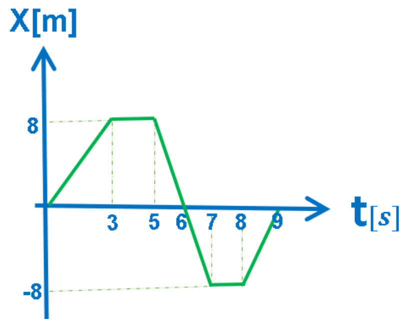
$$\overline{V} = \frac{\Delta X_{\text{الكلي}}}{\Delta t_{\text{الكلي}}}$$

$$\overline{V} = 1.77\frac{m}{s}$$

1. يتعلق متوسط السرعة بالإزاحة الكلية، ويمكن حساب الإزاحة من المساحة التي يحدها الرسم البياني، دون الرجوع إلى الموقع الابتدائي.

2. متوسط السرعة يتعلق بالإزاحة ولا يتعلق بالموقع الابتدائي.

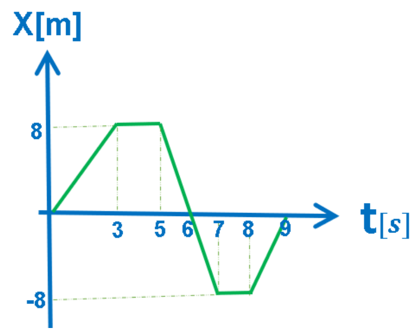
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6192#mod_book-chapter

5 - يتحرك الجسم في حركات مختلفة لمدة 9 ثوان. **الرسم البياني التالي يصف حركة الجسم، نسبة إلى محور اتجاهه الموجب إلى اليمين.**  **مرحلة 1-** $0 < t < 3s$ **مرحلة 2-** $3s < t < 5s$ **مرحلة 3-** $5s < t < 7s$ **مرحلة 4-** $7s < t < 8s$ **مرحلة 5-** $8s < t < 9s$	**5.1- صف بالكلمات حركة الجسم.**	**يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن موقع الجسم في كل لحظة.** **ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.** **دوال الحركة بتسارع ثابت:** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	**يتحرك الجسم في خمس مراحل حركية مختلفة لمدة 9 ثوان.** **في المرحلة الأولى: يتحرك الجسم من نقطة أصل محور الحركة بسرعة ثابتة لمدة ثلاث ثوان.** **في المرحلة الثانية: يتوقف الجسم لمدة ثانيتين، في الموقع X=8m.** **في المرحلة الثالثة: يتحرك الجسم بسرعة سالبة وثابتة، بعد مضي ثانيتين. يمر في نقطة أصل المحور.** **في المرحلة الرابعة: يتوقف الجسم عن الحركة، في الموقع X = -8m.** **في المرحلة الخامسة: يتحرك الجسم لمدة ثانية واحدة بسرعة موجبة ثابتة حتى يصل الجسم إلى نقطة أصل المحور.**	**1. من الرسم البياني، يمكن تحديد أن الجسم يمر عبر نقطة بداية المحور، ثلاث مرات، في اللحظات:** **.t=9s , t=6s , t=0s** **2. في الثواني الست الأولى، يكون الجسم على الجانب الموجب من المحور.** **وفي الثواني الثلاث الأخيرة، يكون الجسم في الجانب السالب من المحور.** **3. في نهاية الحركة، يعود الجسم إلى نقطة بداية المحور، وسرعته في نهاية الحركة عن الصفر لا تساوي صفر.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6193#mod_book-chapter

كمالة سؤال 5

يتحرك الجسم في حركات مختلفة لمدة 9 ثوان.

الرسم البياني التالي يصف حركة الجسم، نسبة إلى محور اتجاهه الموجب إلى اليمين.



مرحلة 1- $0 < t < 3s$

مرحلة 2- $3s < t < 5s$

مرحلة 3- $5s < t < 7s$

مرحلة 4- $7s < t < 8s$

مرحلة 5- $8s < t < 9s$

5.2- احسب موقع الجسم في اللحظة t=8.5s

$X(8.5) = ?$

يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن موقع الجسم في كل لحظة.

ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم.

دوال الحركة بتسارع ثابت:

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$V = V_0 + at$$

$$V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$$

$X(8.5) = -4m$

الحركة المتعلقة بحساب موقع الجسم في اللحظة t=8.5s هي الحركة الخامسة.

موقع الجسم بعد 8.5 ثانية من بدء الحركة تساوي موقعه بعد 0.5 ثانية من بداية الحركة الخامسة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6173#mod_book-chapter

---

5.3- احسب متوسط سرعة الجسم خلال الثواني التسع كلها.

$$\bar{V} = \frac{\Delta X_{\text{الكلي}}}{\Delta t_{\text{الكلي}}}$$

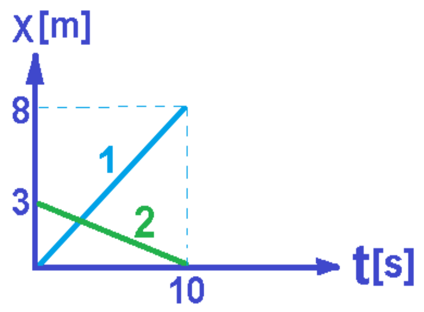
$$\bar{V} = 0 \frac{m}{s}$$

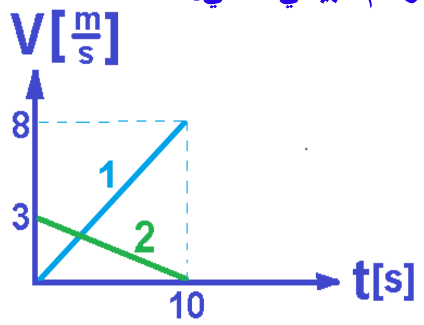
عندما يعود الجسم إلى نقطة بداية حركته، فإن الازاحة الكلية للحركة تساوي صفرًا.

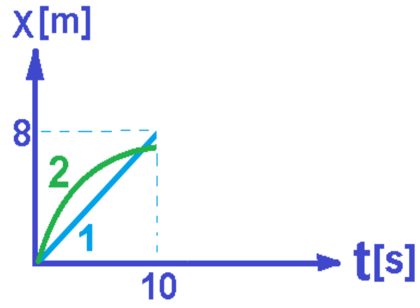
وفقًا لتعريف متوسط السرعة، عندما تكون الازاحة الكلية مساوية للصفر، فإن متوسط السرعة أيضًا يساوي صفرًا.

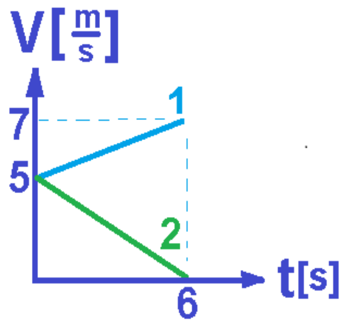
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6174#mod_book-chapter

2. حركة جسمان.

6- جسمان يتحركان بحركات مختلفة، حركة الجسمين موضحة في الرسم البياني التالي:  تصف الدالة الخضراء حركة الجسم 1. تصف الدالة الزرقاء حركة الجسم 2.	6.1- صِف بالكلمات حركة كل من الجسمين.	يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن، موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $x = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	الجسم 1 - يتحرك بسرعة ثابتة وموجبة، من نقطة بداية المحور، لمدة 10 ثوانٍ. إزاحة الجسم 1 هي ثمانية أمتار. يتحرك الجسم 2 بسرعة ثابتة وسالبة من الموقع x=-3m لمدة 10 ثوانٍ. إزاحة الجسم 2 مساوية -3m	من الممكن أن نستنتج من خلال الرسم البياني للمكان كدالة للزمن أنّ الجسمين يلتقيان. من المفترض أن يتحرك الجسمان في مسارين متوازيين.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6176#mod_book-chapter
	6.2- جد سرعة كل من الجسمين $V_1 = ?$ $V_2 = ?$		$V_1 = 0.8 \frac{m}{s}$ $V_2 = -0.3 \frac{m}{s}$	لا يبدأ الجسمان في التحرك من حالة السكون.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6177#mod_book-chapter
	6.3- احسب زمن وموقع التقائهما: $t' = ?$ $X' = ?$	في لحظة الالتقاء كان الجسمان في نفس المكان. لذلك، من خلال مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يمكن ايجاد زمن الالتقاء. بناءً على زمن الالتقاء، نجد مكان الالتقاء.	$t' = 2.72s$ $X' = 2.18m$	1. لحظة التقاطع هي اللحظة في الرسم البياني حيث تتقاطع الدالتان مع بعضهما البعض. 2. يمكن تقدير لحظة الالتقاء من خلال الرسم البياني للمكان كدالة للزمن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6178#mod_book-chapter

7- جسمان يتحركان بحركات مختلفة، حركة الجسمين موضحة في الرسم البياني التالي:  يبدأ الجسمان في التحرك من نقطة الأصل. تصف الدالة الخضراء حركة الجسم 1 تصف الدالة الزرقاء حركة الجسم 2.	7.1- صِف بالكلمات حركة كل من الجسمين.	يصف الرسم البياني السرعة كدالة للزمن سرعة الجسم في أي لحظة. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. الدوال الحركية:	الجسم 1- يتحرك بتسارع ثابت وموجب من حالة السكون لمدة 10 ثوانٍ. إزاحة الجسم 1 هي أربعون مترًا. الجسم 2 - يتحرك بتسارع ثابت وسالب، السرعة الابتدائية مساوية $-3m/s$. وهو يتحرك لمدة 10 ثوانٍ تقريبًا. إزاحته مساوية $-15m$.	لا نستطيع من خلال الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن وحده التعرف على موقع الأجسام. من الضروري أن نفهم كيف يتحرك الجسمان وفقًا لموقعهما الابتدائي ووفقًا للدالتين الموجودتين في الرسم البياني للسرعة والزمن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6180#mod_book-chapter
	7.2- جد تسارع كل من الجسمين. $a_1 = ?$ $a_2 = ?$	$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$a1 = 0.8 \frac{m}{s^2}$ $a2 = -0.3 \frac{m}{s^2}$	عندما تزداد سرعة الجسم فإن تسارعه يكون موجباً وموجهاً في اتجاه محور الحركة. عندما تقل سرعة الجسم يكون تسارعه سالبا واتجاهه معاكسا لاتجاه محور الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6181#mod_book-chapter
	7.3- احسب زمن وموقع التقائهما: $t' = ?$ $X' = ?$	في لحظة الالتقاء كان الجسمان في نفس المكان. لذلك، من خلال مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يمكن ايجاد زمن الالتقاء. بناءً على زمن الالتقاء، نجد مكان الالتقاء.	$t' = 5.45\ s$ $X' = 11.9\ m$	1. اللحظة التي يلتقي فيها الجسمان ليست هي اللحظة التي تتقاطع فيها الدالتين مع بعضها البعض. 2. ليس من الممكن تقدير لحظة الالتقاء من الرسم البياني للمكان كدالة للزمن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6182#mod_book-chapter

8- جسمان يتحركان بحركات مختلفة، حركة الجسمين موضحة في الرسم البياني التالي:  تصف الدالة الخضراء حركة الجسم 1. تصف الدالة الزرقاء حركة الجسم 2. يتحرك الجسم 2 بتسارع ثابت: $a2 = -4\frac{m}{s^2}$ سرعته الابتدائية: $V0_2 = 20\frac{m}{s}$	8.1- صِف بالكلمات حركة كل من الجسمين.	يصف الرسم البياني الموقع كدالة للزمن موقع الجسم في كل لحظة. ميل الرسم البياني يساوي سرعة الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	الجسم 1 - يتحرك بسرعة ثابتة وموجبة، من نقطة الأصل، لمدة 10 ثوانٍ. الجسم 2 - يتحرك من نقطة بداية المحور بسرعة متغيرة لمدة 10 ثوانٍ. سرعته الابتدائية موجبة وتصغر. تسارعه سالب.	استنادًا إلى الرسم البياني وحده، لا يمكن الجزم بأن الجسمين يلتقيان بالفعل أثناء حركتها.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6184#mod_book-chapter
	8.2- احسب زمن وموقع التقائهما: $t' = ?$ $X' = ?$	في لحظة الالتقاء كان الجسمان في نفس المكان. لذلك، من خلال مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يمكن ايجاد زمن الالتقاء. بناءً على زمن الالتقاء، نجد مكان الالتقاء.	$t' = 9.6\ s$ $X' = 7.68\ m$	من مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يتم الحصول على حلين للحظة التقاء الجسمين: في اللحظة t = 0s ، وفي اللحظة t = 9.6s. كل من هاتين اللحظتين صحيحتان. يتناول السؤال التقاء الجسمين بعد بدء حركتها.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6185#mod_book-chapter

9- جسمان يتحركان بحركات مختلفة، حركة الجسمين موضحة في الرسم البياني التالي:  تصف الدالة الخضراء حركة الجسم 1. تصف الدالة الزرقاء حركة الجسم 2. مُعطى أن الجسم 1 يبدأ في التحرك من نقطة أصل المحور، ويبدأ الجسم 2 في التحرك من الموقع X=10m.	9.1- صِف بالكلمات حركة كل من الجسمين.	يصف الرسم البياني السرعة كدالة للزمن سرعة الجسم في أي لحظة. المساحة المحصورة بين الرسم البياني ومحور الزمن تساوي إزاحة الجسم. ميل الرسم البياني يساوي تسارع الجسم. دوال الحركة بتسارع ثابت: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	الجسم 1- يتحرك بتسارع ثابت وموجب لمدة 6 ثوان. الجسم 2 - يتحرك بتسارع ثابت وسالب لمدة 6 ثوان.	1. السرعة الابتدائية لكل من الجسمين هي نفسها، والمواقع الابتدائية مختلفة. 2. بشكل عام، حركة جسمين ليست حركة سهلة الفهم، وهذا صحيح بشكل خاص عندما يتم وصف الحركة في الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن وتتحرك الأجسام من مواقع انطلاق مختلفة. لذلك، في مثل هذه الحالة يوصى بوصف حركة الأجسام في لحظة بدء حركتها بالنسبة لمحور الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6187#mod_book-chapter
	9.2- صِف بالكلمات حركة كل من الجسمين. $t' = ?$ $X' = ?$	في لحظة الالتقاء كان الجسمان في نفس المكان. لذلك، من خلال مقارنة دالتي المكان كدالة للزمن، يمكن ايجاد زمن الالتقاء. بناءً على زمن الالتقاء، نجد مكان الالتقاء.	$t' = 4.14\ s$ $X' = 23.55\ m$	للإيجاد زمن ومكان الالتقاء، يجب أولاً حساب تسارع كل من.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6188#mod_book-chapter
	9.3- اكتب الدالة التي تصف البعد بين الجسم 2 والجسم 1 كدالة للزمن.	البعد بين الجسمين يساوي الفرق بين الموقعين. نحدد البعد بين الجسمين ب *X. $X^* = X_2 - X_2$	$X^* = 10 - 0.58t^2$	1. على خلاف الازاحة، تكون قيمة البعد موجبًا دائمًا. 2. العبارة التي تظهر في الإجابة مناسبة لوصف البعد من لحظة بدء الحركة إلى لحظة الالتقاء فقط	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2997&chapterid=6189#mod_book-chapter

أسئلة مسح في موضوع الحركة على خط مستقيم

الحركة الباليستية.

2019,1- يتم رمي كرة لأعلى، معطى الرسم البياني للموقع العمودي كدالة للزمن.

2018,1 - يتم رمي ثلاثة أجسام من نفس الارتفاع وفي نفس اللحظة وتتحرك هذه الاجسام في حركة باليستية.

2009,1- حركة كرتين تم رميهما نحو الأعلى، إيجاد اللحظة التي تكون فيها السرعة متساوية، واللحظة التي تكون فيها مقدار السرعة متساوٍ.

2003,1- حجران يتحركان في حركه بالستية، زمن حركتهما مختلف. يجب وصف موقع كل منهما كدالة للزمن.

2001,1- تتحرك كرتان في حركة باليستية، يتم تحرير الكرة الأولى من حالة السكون، والكرة الثانية يتم رميها من السقف نحو الأسفل، زمن حركة كل منهما مختلف.

2000,1- تتحرك كرتان في حركة باليستية، يتم تحرير الكرة الأولى من حالة السكون، والكرة الثانية يتم رميها من السقف نحو الأسفل، زمن حركتهما متساوٍ.

1994,1- تم رمي حجر من سطح الأرض، المطلوب وصف حركته في رسوم بيانية: موقع سرعة وتسارع كدالة للزمن، هناك حركة نسبية.

جسمان يتحركان في حركات أفقية.

2021,1 - تتحرك سيارتان بتسارع على طريق أفقي. لهما نفس زمن الحركة، بدون رسم بياني.

2013,1- يتحرك قاربان في حركة مختلفة، ويتم وصف حركتهما حسب رسم بياني للموقع كدالة للزمن.

2008,1- شرطي على دراجة نارية يتحرك بتسارع ثابت، يلحق سيارة ، وزمن حركتهما متساوٍ.

2006,1- تتنافس سيارتان في مسار مستقيم، وتتحركان في حركتين مختلفتين، وفقًا لرسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

2002,1- شرطي على دراجة نارية يتحرك بتسارع ثابت خلف سيارة تتحرك بسرعة ثابتة ، وزمن حركتهما متساوٍ.

مخطط التتبع أو جدول الموقع كدالة للزمن

2015,1- تتحرك شاحنتان في مسارين متوازيين رسم تخطيطي يظهر موقع الجسم في فترات زمنية منتظمة.

2012,1- معطى جدول للمواقع كدالة للزمن، يجب إيجاد السرعة في أزمنة مختلفة لإنشاء رسم بياني للسرعة كدالة .

2011,1- تحليل مخطط تتبع في شريط ورقي لمسجل زمن يصف حركة عربة تتحرك بمنحدر مستوى مائل.

1999,1- تتحرك عربة في مسار مستقيم، وفقًا لجدول الموقع كدالة للزمن. القسم الأخير مسار منحنٍ.

1998,1- يتحرك جسم في خط مستقيم، معطى جدول الموقع كدالة للزمن. والرسم البياني للسرعة كدالة للزمن.

1995,1- يتحرك جسم في خط مستقيم، معطى جدول الموقع كدالة للزمن. والرسم البياني للموقع كدالة للزمن.، وحدات غير أساسية.

حركة الجسم الواحد

2022,1 - تتحرك سيارة بمراحل مختلفة، معطى الرسم البياني للسرعة كدالة للزمن.

2013,3- سيارة تفرمل بتسارع ثابت، سؤال بمتغيرات (سؤال بارمتري).

1996,1- حركة جسم في خط مستقيم، معطى مخطط السرعة كدالة للزمن. يتحرك الجسم في اتجاه محور الحركة وعكس اتجاه محور الحركة.

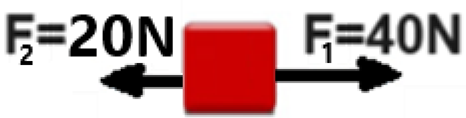
1992,1- يتحرك مصعد عموديًا. معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

1988,1- يتحرك جسم في خط مستقيم، معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن، السؤال يبحث بموقع الجسم بالنسبة لنقطة.

1984,1- يتحرك صاروخ حتى نفاد الوقود، يتحرك في حالة سقوط حر، ثم يتحرك بمساعدة محرك إضافي. معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

ملخص فسيفسائى الحركة فى مستوى

ملخص فسيفسائى الحركة في مستوى – تعاريف، نقاط بارزة وملاحظات أمثلة سريان المفعول وكيف توصلنا

سكلار (Cube-12)	كمية فيزيائية ليس لها معنى للاتجاه، مثل الزمن والكتلة. يتم وصف العدد باستخدام قيمة عددية فقط. مثال: كتلة الشخص البالغ حوالي 70 كغم، وكتلة لتر من الماء 1 كغم. بين المقادير الفيزيائية غير الموجّهة، يجب إجراء عمليات الجمع والطرح بالطريقة العادية، على غرار إجراء العمليات بين الأرقام. مثال: شخص كتلته 70 كغم يشرب لترًا من الماء، وبعد شرب الماء تكون كتلة الشخص 71 كغم.
المتّجه (Cube-12)	المتّجه هو مقدار فيزيائي ذو معنى للاتجاه. يتم وصف المتجه بمساعدة سهم. يمثل اتجاه السهم اتجاه المقدار الفيزيائي، ويمثل مقدار السهم شدة المقدار الفيزيائي. مثال: يوضح الشكل التالي قوتين تؤثران على جسم. تؤثر القوة F1 في اتجاه اليمين، ومقدارها 40 نيوتن. تؤثر القوة F2 في اتجاه اليسار، ومقدارها 20 نيوتن.  على خلاف المقادير العددية، عند إجراء العمليات بين المتجهات، يجب أيضًا مراعاة اتجاه المتجهات وليس قيمتها فقط. للتمييز بين متّجه ومقدار غير موجّه، من المعتاد إضافة سهم أفقي باتجاه اليمين، فوق المقدار الفيزيائي الموجّه. مثال: لكتابة معادلة تنص على أن القوة F1 تساوي المجموع المتجه للقوتين F2 و F3، يجب كتابة المعادلة بالشكل التالي: $\vec{F}_1 = \vec{F}_2 + \vec{F}_3$
متّجه صفر (Cube-12)	متجه مقداره صفر، واتجاهه غير محدد.
المتّجه العكسي (Cube-12)	المتجه المضاد لمتجه معين هو متجه مقداره يساوي مقدار المتجه المعطى واتجاهه معاكس لاتجاه المتجه المعطى. مثال: في الشكل التالي يظهر متجهان متضادان $\overrightarrow{F_1}$ و $-\overrightarrow{F_2}$.

المتّجه المحصل (Cube-12)

إذا قامت عدة متجهات معينة معًا بتأثير معين، وقام متجه واحد وحده بنفس التأثير تمامًا، فإن المتجه الفردي هو متجه مساوٍ للمتجهات المعطاة.

وفقًا للمنهاج الدراسي، سنتعامل بشكل أساسي مع متجه القوة المحصلة.

جمع المتجهات (Cube-12)

عملية بين متجهات معينة يتم من خلالها الحصول على المتجه المحصّل للمتجهات المعطاة.
هناك ثلاث طرق لإيجاد المتجه المحصّل: طريقة متوازي الأضلاع، وطريقة المثلث، وطريقة المساقط أو المثلث القائم الزاوية.

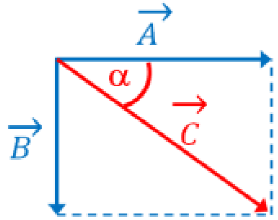
طريقة متوازي الأضلاع (Cube-12)

بهذه الطريقة، يجب أن تكون المتجهات متصلة في ذيولها، دون تغيير مقدارها واتجاهها، واستخدام البناء المساعد لإنشاء متوازي إضلاع من المتجهين المعطيين.
القطر المتوازي الأضلاع الذي يجاور ذيله ذيلي المتجهين هو المتجه المحصّل.

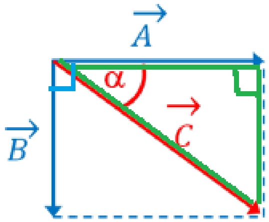
مثال: مُعطى المتجهين $\vec{A}$ و- $\vec{B}$، فإن المتجه المحصّل لهذين المتجهين هو المتجه $\vec{C}$ ويتحقق:

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

نجد المتجه $\vec{C}$ باستخدام طريقة متوازي الأضلاع:



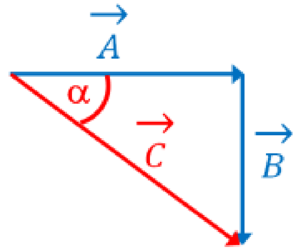
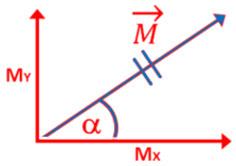
إذا كان المتجهان المعطيان متعامدين، فيمكن استخدام نظرية فيثاغورس لإيجاد مقدار المتجه المحصّل، ودالة الظل (tan) لإيجاد اتجاه المتجه المحصّل، كما هو موضح في الشكل التالي:



$$|C| = \sqrt{|A|^2 + |B|^2}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{|B|}{|A|}$$

طريقة متوازي الأضلاع ملائمة لإيجاد متجه محصّل لمتجهين فقط.
يمكن استخدام طريقة المتوازي الأضلاع حتى عندما لا تكون المتجهات متعامدة. في مثل هذه الحالة عندها يجب استعمال طرق متقدمة أكثر في حساب المثلثات – قانوني cos و- sin.

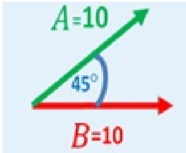
طريقة المثلث (Cube-12)	**طريقة المثلث هي طريقة أخرى لإيجاد المتجه المحصّل لمتجهات معينة.** **بهذه الطريقة، يجب أن تكون جميع المتجهات موصولة "من الرأس إلى الذيل". المتجه الذي يكون ذيله عند ذيل المتجه الأول ورأسه عند رأس المتجه الأخير هو المتجه المحصّل في المقدار والاتجاه.** **مثال: سنجد المتجه المحصّل للمتجهين المعطيين $\vec{A}$ و- $\vec{B}$ بواسطة طريقة المثلث:**  **بالنسبة لمتجهين معطيين، تكون طريقة المثلث مشابهة لطريقة متوازي.** **يمكن استخدام طريقة المثلث لتوصيل أكثر من متجهين.**
طريقة التحليل القائم الزاوية (Cube-12)	**طريقة التحليل القائم الزاوية أو التمثيل الإحداثي للمتجه هي عملية يمكن من خلالها الحصول على متجهين متعامدين يساويان متجهًا معينًا.** **من المتبع تسمية المتجهين الناتجين بمسقطي المتّجه أو مركبتي المتّجه.** **يصف الشكل، المتجه M الذي يميل بزاوية ألفا.** **مسقط المتجه M في الاتجاه الأفقي هو M_X** **مسقط المتجه M في الاتجاه العمودي هو M_Y.**  **يمكن استخدام دالتي sin و- cos للتعبير عن إسقاطات المتجهات كدالة لمقدار واتجاه المتجه المعطى، وبالتالي إجراء عملية التحليل القائم الزاوية:** $\boxed{M_Y = M \cdot \sin(\alpha)}$ $\boxed{M_X = M \cdot \cos(\alpha)}$ **التمثيل الإحداثي للمتجه أو التحليل القائم الزاوية هي عكس إيجاد المتجه المحصّل. يمكن القول أن المتجه M يساوي المتجهين MX و MY.**

جمع المتجهات باستخدام طريقة المساقط (Cube-12)

طريقة المساقط هي طريقة لإيجاد المتجه المحصّل للمتجهات غير المتعامدة. (عندما تكون المتجهات المعطاة متعامدة، لا يتم الحصول على مثلث قائم الزاوية، لذلك لا يمكن استخدام فيثاغورس أو النسب المثلية).

في هذه الطريقة، نستخدم عملية تحليل المتجه لمركباته أي التمثيل الإحداثي للمتجه للانتقال من المتجهات غير المتعامدة إلى متجهين متعامدين.
يمكن حساب المتجه المحصّل للمتجهين المتعامدين باستخدام نظرية فيثاغورس والنسب المثلثية

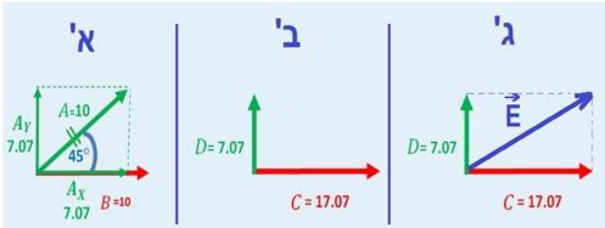
مثال: مُعطى متجهين غير متعامدين $\vec{A}$ و- $\vec{B}$.



لإيجاد المتجه المحصّل للمتجهين المعطيين باستخدام طريقة المساقط، يجب تنفيذ الخطوات الثلاث التالية:

المرحلة أ – تحليل قائم الزاوية للمتجه (تحليل المتجه لمركبته المتعامدتين) $\vec{A}$.
المرحلة ب - يجب جمع مركبتي المتجهان في الاتجاه الأفقي وفي الاتجاه الرأسي، بحيث يتم الحصول على متجهين متعامدين يساوي المتجهين المعطيان.
المرحلة جـ – إيجاد محصلة المتجهين المتعامدين.

المراحل الثلاث موضحة في الشكل التالي:



ضرب المتّجه بقيمة عددية (سكلار) (Cube-12)

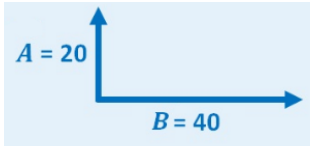
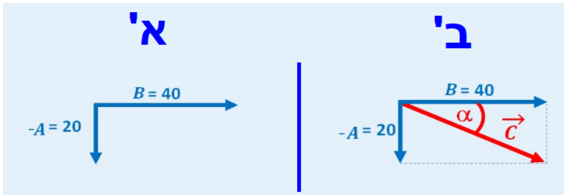
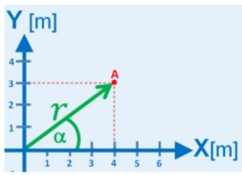
يؤدي ضرب متجه في قيمة عددية إلى الحصول على متجه يكون اتجاهه في اتجاه المتجه المضروب ومقداره أكبر من المتجه المضروب في نفس القيمة العددية.

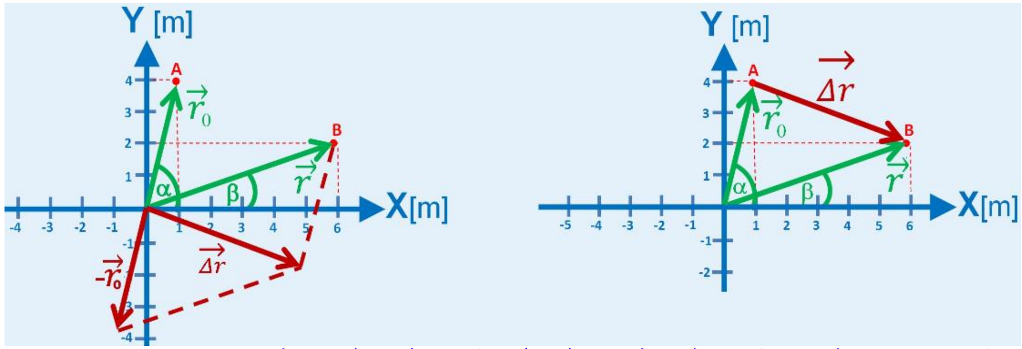
مثال: يتم تعريف المتّجه $\vec{S}$ بواسطة المتجه $\vec{T}$, بالصورة التالية:

$$\vec{S} = 2 \cdot \vec{T}$$

يصف الشكل التالي المتجهين، المتجه المضروب $\vec{T}$ والمتجه المحصّل $\vec{S}$:

وبالمثل، يمكن تقسيم المتجه بقيمة عددية. لا يمكن تقسيم القيمة العددية بواسطة متجه.

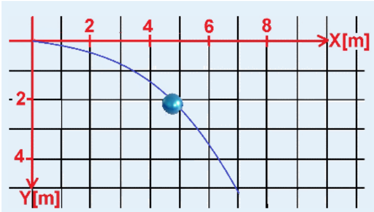
طرح المتجهات (Cube-12)	يتم تنفيذ عملية طرح المتجه بمساعدة جمع متجهي بين المتجه المطروح منه والمتجه المعاكس للمتجه المطروح. مثال: مُعطى متجهان $\vec{A}$ و- $\vec{B}$ التاليان:  متجه $\vec{C}$ يتم تعريفه على أنه المتجه الذي يتم الحصول عليه عن طريق طرح المتجهين المعطيين، على النحو التالي: $\vec{C} = \vec{B} - \vec{A}$. لإيجاد المتجه $\vec{C}$ الذي تم الحصول عليه من عملية الطرح، يجب تنفيذ الخطوتين التاليتين: مرحلة أ – رسم المتجه المضاد للمتجه المطروح $\vec{A}$. مرحلة ب – جمع متجهي بين المتجه المطروح منه $\vec{B}$ والمتجه المضاد للمتجه المطروح $-\vec{A}$. يتم توضيح هاتين الخطوتين في الشكل التالي: 
المتجهات بالكينماتيكا (Cube-13)	في فصل الكينماتيكا في خط مستقيم، قمنا بوصف الحركة بالنسبة لمحور محدد وتجاهلنا المعنى المتجه للمقادير الفيزيائية المتجهة. لتحليل الحركة في المستوى (الحركة التي ليست على طول خط مستقيم) - يجب وصف المقادير المتجهة في علم الحركة: الموقع والإزاحة والسرعة والتسارع في شكل متجه.
וקטור המקום (Cube-13)	يتم وصف متجه المكان باستخدام هيئة المحاور. يقع ذيل المتجه في بداية هيئة المحاور ويكون رأسه في الموقع الذي يصفه المتجه. مثال: في الشكل التالي، تم تصوير المتجه $\vec{r}$ الذي يصف موقع النقطة A.  وفي التمثيل القطبي للمتجه يمكننا القول إن مقدار متجه الموقع هو 5 أمتار واتجاهه 36.86 درجة. في التمثيل الإحداثي، يمكن وصف متجه الموقع كنقطة في هيئة المحاور (4،3). لا يمكن تعريف متجه الموقع بدون هيئة محاور.

متجه الإزاحة **(Cube-13)**	يتم تعريف متجه الإزاحة باستخدام طرح المتجه، بين متجه الموقع النهائي ومتجه الموقع الابتدائي: $$\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r} - \vec{r}_0$$ مثال على إيجاد متجه الإزاحة لجسم يتحرك من النقطة A إلى النقطة B:  وفقًا لتعريف متجه الإزاحة، فإن ذيل متجه الإزاحة يكون في نقطة بداية الحركة ورأسه في نقطة نهاية الحركة. يتعلق متجه الموقع على هيئة المحاور المحددة، لكن متجه الإزاحة لا يتلق على هيئة المحاور.
متجه السرعة **(Cube-13)**	يتناسب متجه السرعة تناسبًا طرديًا مع متجه الإزاحة ويتناسب عكسيا مع زمن الحركة (على غرار تعريف السرعة في حركة على خط مستقيم). $$\vec{V} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}$$ من تعريف متجه السرعة، فإن اتجاه متجه السرعة هو باتجاه متجه الإزاحة، وهو في اتجاه الحركة. السرعة الثابتة - هي السرعة التي لا يتغير مقدارها ولا يتغير اتجاهها!
متجه التسارع **(Cube-13)**	يتناسب متجه التسارع طرديًا مع متجه تغير السرعة ويتناسب عكسيا مع زمن تغير السرعة (على غرار تعريف التسارع في حركة على خط مستقيم). $$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$$ من تعريف التسارع، فإن اتجاه متجه التسارع هو اتجاه متجه تغير السرعة (وليس اتجاه متجه السرعة). أي تغير في مقدار السرعة أو في اتجاهها يسبب التسارع. التسارع المماسي - التسارع الناتج عن التغير في مقدار السرعة. التسارع الشعاعي (الراديالي) - التسارع الناتج عن التغيير في اتجاه الحركة. تسارع الجسم يساوي المجموع المتجهي للتسارع المماسي والنصف قطري (راديالي).

الحركة في مستوى (Cube-14)	الحركة في المستوى هي حركة ثنائية الأبعاد. أمثلة على الحركة في المستوى: قمر اصطناعي يتحرك في حركة دائرية حول الأرض، ركل كرة بزاوية فوق الأفق.  
الرمي الأفقي (Cube-14)	عندما يتم رمي جسم في اتجاه أفقي ويتحرك تحت تأثير الجاذبية فقط فإن حركته تُعرّف بأنها حركة برمي أفقي. الحركة في الرمي الأفقي هي حركة بتسارع ثابت، تسارع الجاذبية g. يمكن استخدام جميع الدوال الحركية المناسبة للحركة بتسارع ثابت في صورة متجه للحركة في المستوى: $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 + \vec{a} \cdot t$ $\vec{X}(t) = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \vec{a} \cdot t^2$ $\vec{v}^2 = \vec{v}_0^{\,2} + 2 \cdot \vec{a} \cdot \Delta\vec{x}$ هناك طريقة أخرى وأكثر قبولا لتحليل الحركة في المستوى وهي مبدأ استقلال الحركات.
مبدأ استقلال الحركات (Cube-14)	يمكن وصف حركة الجسم المتحرك أفقيًا باستخدام حركتين في خط مستقيم مستقلتين عن بعضهما البعض. في الاتجاه الأفقي - لا تؤثر قوة الجاذبية في الاتجاه الأفقي، وبالتالي يتحرك الجسم في الاتجاه الأفقي بسرعة ثابتة تساوي سرعة الرمية. في الاتجاه الرأسي - تؤثر قوة الجاذبية في الاتجاه الرأسي، وبالتالي يتحرك الجسم في الاتجاه الرأسي في سقوط حر من السكون. إن وصف الحركة في الرمي الأفقي (أو الرمي بزاوية) باستخدام حركتين مستقلتين عن بعضهما البعض يسمى مبدأ استقلال الحركات. وبالاستعانة بمبدأ استقلالية الحركات يمكن وصف موقع الجسم وسرعته حسب الحركة الأفقية والحركة.

موقع الجسم المتحرك في الرمي الأفقي (Cube-14)

نصف موقع الجسم المتحرك في قذف أفقي باستخدام مبدأ استقلال الحركات بالنسبة للمحور X الأفقي والمحور Y الرأسي:



بالاتجاه الأفقي - يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، ويتم تحديد الموقع الأفقي بواسطة:

$$X(t) = V_0 \cdot t$$

بالاتجاه الرأسي - يتحرك الجسم سقوطاً حراً من السكون، ويتم تحديد الموقع الرأسي بواسطة:

$$Y(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

من الملائم استخدام هيئة المحاور التي نقطة أصلها في نقطة رمي الجسم.

سرعة الجسم المتحرك في الرمي الأفقي (Cube-14)

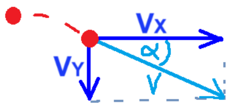
بالاتجاه الأفقي - سرعة الجسم في الاتجاه الأفقي لا تتغير، في الاتجاه الأفقي سرعة الجسم تساوي سرعة القذف.

$$V_X = V_0$$

بالاتجاه الرأسي – تتغير سرعة الجسم في الاتجاه الرأسي، وفي الاتجاه الرأسي يتحرك الجسم في سقوط حر من السكون.

$$V_Y = g \cdot t$$

يمكن إيجاد مقدار واتجاه متجه السرعة في أي لحظة حسب سرعة الجسم في الاتجاه الأفقي وسرعته في الاتجاه الرأسي:



$$V = \sqrt{V_X{}^2 + V_Y{}^2} \qquad tan(\alpha) = \frac{V_Y}{V_X}$$

معادلة المسار في الرمي الأفقي (Cube-14)	معادلة المسار هي دالة تصف الموقع الرأسي كدالة للموقع الأفقي، المعادلة تصف المحل الهندسي لمجموعة النقاط التي يمر من خلالها الجسم المتحرك في الرمي الأفقي. $$Y = \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot {V_0}^2}$$ ويمكن تطوير الدالة من تعبير زمن الحركة من دالة الموقع كدالة للزمن للحركة الأفقية وتعويضها في دالة الموقع كدالة للزمن للحركة الرأسية. تطوير دالة المسار: $$X = X_0 + V \cdot t \qquad Y = Y_0 + V_{Y0} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$ $$X = V_0 \cdot t \Rightarrow t = \frac{X}{V_0} \qquad Y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$ $$Y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{X}{V_0}\right)^2 = \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot {V_0}^2}$$ بمساعدة معادلة المسار من الممكن ربط مجموعة النقاط التي يمر من خلالها الجسم بمقدار سرعة الرمي الأفقية. معادلة المسار هذه مناسبة فقط لجسم مقذوف في اتجاه أفقي.

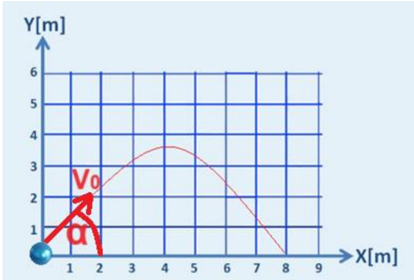
الرمي بزاوية (Cube-15)

عندما يتم رمي جسم بزاوية بالنسبة إلى الأفق ويتحرك تحت تأثير الجاذبية وحدها، فإن حركته تعرف بأنها رمي بزاوية.
الحركة في الرمي بزاوية هي حركة بتسارع ثابت، تسارع الجاذبية g.

وفقا لمبدأ استقلالية الحركات، يمكن وصف موقع الجسم وسرعته بمساعدة حركتين مختلفتين، أفقية وعمودية.

موقع الجسم المقذوف بزاوية (Cube-15)

سنصف موقع الجسم المتحرك بزاوية بمساعدة مبدأ استقلال الحركات بالنسبة للمحور X الأفقي والمحور Y الرأسي:



بالاتجاه الأفقي - يتحرك الجسم بسرعة ثابتة مساوية لمركب السرعة الابتدائية في الاتجاه الأفقي.
تعبير مركب السرعة الابتدائية في الاتجاه الأفقي هو:

$$V_{0X} = V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t$$

وعليه فإن دالة الموقع كدالة للزمن الملائمة لوصف حركة الجسم هي:

$$X = X_0 + V_{0X} \cdot t = V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t$$

بالاتجاه الرأسي - يتحرك الجسم في رمي عمودي إلى أعلى. إذا تم اختيار اتجاه المحور Y الرأسي لأعلى، فإن التسارع في الاتجاه الرأسي سيكون سالبًا.
التعبير عن مركب السرعة الابتدائية في الاتجاه الرأسي هو:
:

$$V_{0Y} = V_0 \cdot \sin(\alpha)$$

وبناء على ذلك فإن دالة الموقع كدالة للزمن الملائمة لوصف حركة الجسم هي:

$$Y = Y_0 + V_{0Y} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow \boxed{Y = V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2}$$

من الأنسب استخدام هيئة المحاور التي نقطة أصلها في نقطة رمي الجسم.

سرعة الجسم المقذوف بزاوية (Cube-15)

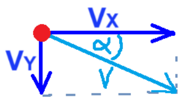
بالاتجاه الأفقي – سرعة الجسم مساوية لسرعة القذف.

$$V_x(t) = V_{0x} = V_0 \cdot \cos(\alpha)$$

بالاتجاه الرأسي - تتغير سرعة الجسم وفقًا لحركة الجسم المتحرك في سقوط حر من السكون.

$$V_y(t) = V_{0y} + a \cdot t = V_0 \cdot \sin(\alpha) - g \cdot t$$

يمكن إيجاد مقدار واتجاه متجه السرعة في أي لحظة حسب محصلة سرعة الجسم في الاتجاه الأفقي وسرعته في الاتجاه الرأسي:



$$V = \sqrt{V_X^{\,2} + V_Y^{\,2}} \qquad tan(\alpha) = \frac{V_Y}{V_X}$$

معادلة المسار لجسم مقذوف بزاوية (Cube-15)

معادلة المسار هي دالة تصف الموقع الرأسي كدالة للموقع الأفقي.
فهي تصف المحل الهندسي لمجموعة النقاط التي يمر من خلالها الجسم.

$$y = X \cdot \tan(\alpha) - \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

طوّرنا الدالة من تعبير تعويض زمن الحركة من دالة الموقع الأفقي كدالة للزمن في دالة الموقع كدالة للزمن للحركة الرأسية. بالإضافة إلى ذلك، يجب استخدام علاقة دالة tan كدالة لدالة sin ودالة cos:

$$\tan(\alpha) = \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

بمساعدة معادلة المسار من الممكن ربط مجموعة النقاط التي يمر من خلالها الجسم بمقدار سرعة الرمي الأفقية.

معادلة المسار للقذف الأفقي هي حالة خاصة من معادلة المسار للقذف بزاوية.
(إذا عوضنا قيمة الزاوية صفراً، فسنحصل على معادلة مسار مناسبة للقذف الأفقي، لمحور رأسي تم تحديده لأعلى).

معادلة المسار لجسم مقذوف بزاوية (Cube-15)	تطوير معادلة المسار المناسب للرمى بزاوية:

$$X = X_0 + v_{0x} \cdot t$$

$$X = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t$$

$$t = \frac{X}{v_0 \cdot \cos(\alpha)}$$

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$y = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$y = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$y = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{X}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{X}{v_0 \cdot \cos(\alpha)}\right)^2$$

$$y = \frac{v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot X}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} - \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot v_0{}^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$y = \frac{\cancel{v_0} \cdot \sin(\alpha) \cdot X}{\cancel{v_0} \cdot \cos(\alpha)} - \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot v_0{}^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

$$y = X \cdot \tan(\alpha) - \frac{g \cdot X^2}{2 \cdot v_0{}^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

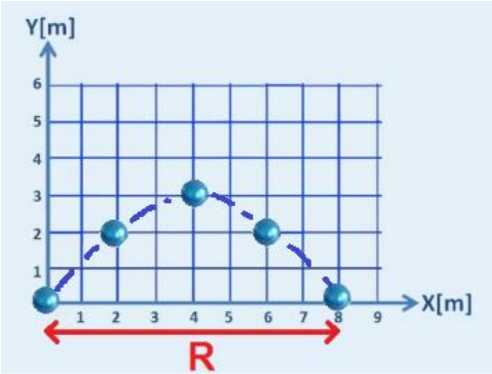
تطوير المعادلة يحتاج إلى وقت، فمن المهم الوصول إلى امتحان البجروت مع القدرة على تطوير التعبير. لم يتم إعطاء التعبير في ملحق القوانين.

المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاوية (Cube-15)

مدى الرمي هو أقصى مسافة أفقية يقطعها جسم يتم رميه بزاوية.

مُعطى مدى الرمي في التعبير التالي:

$$R = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\alpha)}{g}$$



يتوافق تعبير مدى الرمي مع الجسم الذي يتم رميه أفقيًا من سطح الأرض.

لتطوير التعبير الخاص بمدى الرمي، يجب أن نُعبر من الحركة العمودية عن الزمن الذي يمر من لحظة رمي الجسم حتى عودته إلى مستوى الرمي، وضرب هذا الزمن في مركب سرعة الرمي VOX. وبالإضافة إلى ذلك، يجب استخدام المتطابقات المثلثية:

$$\sin(2\alpha) = 2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)$$

<u>تطوير التعبير عن مدى الرمي:</u>

$$X = X_0 + V \cdot t \qquad y = y_0 + v_0 \cdot t' + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t'^2$$

$$R = 0 + V_{0X} \cdot t' \qquad t' = \frac{\cdot V_0 \cdot \sin(\alpha)}{g}$$

$$R = V_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{2 \cdot V_0 \cdot \sin(\alpha)}{g} = \frac{V_0^2 \cdot 2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}{g} = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\alpha)}{g}$$

حركة جسمين يتحركان في المستوى (Cube-15)

تركز الأسئلة التي تتناول حركة جسمين يتحركان في مستوى على مكان الالتقاء وزمن الالتقاء (مثل جسمين يتحركان في خط مستقيم).

في لحظة الالتقاء، يكون الموقع الأفقي للجسمين هو نفسه، وكذلك الموقع الرأسي للجسمين هو نفسه.

ولإيجاد زمن الالتقاء يجب كتابة دالتي الموقع الأفقي والرأسي كدالة للزمن لكل جسم، ثم مقارنة الدالتين الأفقيتين على حدة ومقارنة الدالتين الرأسيتين على حدة.

$$Y_1(t) = Y_2(t) \qquad X_1(t) = X_2(t)$$

الأسئلة التي تتناول حركة جسمين في المستوى هي أسئلة تتطلب الكثير من العمليات الجبرية.

مجمع حل أسئلة البجروت في الحركة بمستوى

الحركة الباليستية لجسم واحد.

2017,1- الرمي بزاوية ، ركلة كرة في المرمى.

2007,3 - رميت كرة بزاوية. معطى رسمًا بيانيًا للسرعة الأفقية كدالة للزمن، ورسمًا بيانيًا للسرعة العمودية كدالة للزمن.

2005,1 - رُميت كرة صغيرة عموديًا نحو الأعلى من سلة تتحرك في اتجاه أفقي.

2001,2 - حرر حجر من منطاد يتحرك بسرعة ثابتة نحو الأعلى وبسرعة ثابتة إلى اليمين.

الحركة الباليستية لجسمين.

2021,3- الرمي الأفقي, رسم بياني لمربع الازاحة الأفقية كدالة للارتفاع

2004,1 - أُطلق سهم في اتجاه أفقي، باتجاه تفاحة متحررة من السكون.

مخطط التتبع أو جدول الموقع كدالة للزمن.

1993,1 - رُمي جسم في اتجاه أفقي على سطح كوكب وهمي. تم وصف حركته في مخطط تتبع.

2007,1 - ينزلق كل من طفلين على زلاجة مائية، معطى جدول مسافة - الزمن.

فسيفساء الديناميكا في خط مستقيم

تلخيص فسيفسائى الديناميكا في خط مستقيم – - التعاريف، النقاط البارزة وملاحظات، أمثلة، سريان المفعول وكيف توصلنا

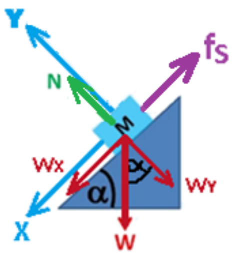
القوة (Cube-17)	القوة هي أي فعل يؤدي إلى تغيير في حركة الجسم أو شكله، وتقاس القوة بوحدة النيوتن. أمثلة على القوى: قوة الجاذبية، قوة الاحتكاك، القوة المغناطيسية، القوة الكهربائية.
ديناميكا (Cube-17)	مجال من مجالات الفيزياء يتعامل مع المبادئ التي تصف تأثير القوة على الحركة. من حيث المبدأ، فإن تأثير القوى على حركة الكواكب في الفضاء هو في الأساس نفس تأثير القوى على حبات الرمل في الملعب. لقد فهم نيوتن مبادئ الديناميكا جيدًا، وقام بصياغة ثلاثة قوانين للديناميكا سميت باسم ثلاثة قوانين نيوتن.
القوة المحصّلة (Cube-17)	القوة المحصّلة هي قوة واحدة تأثيرها هو نفس تأثير عدة قوى تعمل معًا على الجسم. يتم الإشارة إلى القوة المحصّلة بواسطة ΣF. من وجهة نظر متجهة، فإن القوة المحصّلة تساوي مجموع القوى التي تعادلها. مثال: يصف الشكل الأيسر جسمًا وقوتين مؤثرتين عليه، ويصف الشكل الأيمن الجسم والقوة المحصّلة للقوتين الموصوفتين في الشكل.  مجموع القوى المعطاة يساوي القوة المحصّلة، كما هو موضح في المعادلة التالية: $\vec{\Sigma F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$
القانون الأول لنيوتن (Cube-17)	ينص القانون الأول على أنه إذا كان مجموع القوى المؤثرة على الجسم يساوي الصفر، فإن الجسم سوف يكون في حالة استمرارية أي في حالة اتزان. مثال في الشكل التالي، يوجد جسم تؤثر عليه قوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.  في هذه الحالة، محصلة القوى المؤثرة على الجسم يساوي صفرًا، وبالتالي يكون الجسم في حالة اتّزان. 1. من القانون الأول يمكن أيضاً معرفة أنه إذا كان الجسم متزنًا فإن محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفراً. $\boxed{\text{גוף מתמיד}} \Leftrightarrow \boxed{\vec{\Sigma F} = 0}$ 2. الجسم الثابت هو الجسم الذي لا تتغير سرعته في المقدار ولا يتغير اتجاه حركته. 3. هناك احتمالان للاتّزان: إما أن يتحرك الجسم بسرعة ثابتة في خط مستقيم أو أن الجسم لن يتحرك. 4. القانون الأول يمكن أن يتحقق في اتجاه واحد فقط. على سبيل المثال، في القذف بزاوية في الاتجاه الأفقي يكون الجسم متّزنًا، ولكن في الاتجاه الرأسي يكون الجسم غير متزنًا. 5. في الحالات التي يكون فيها الجسم متّزنًا، ارسم مخططًا للقوى التي تعمل على الجسم واكتب عبارة تقارن بين مقداري القوى. ويسمى هذا التعبير معادلة الحركة. 6. معادلة الحركة هي أهم معادلة في الديناميكا. (وفي موضوع الديناميكا سنتناول بشكل موسّع موضوع معادلات الحركة). القانون الأول يتناول فقط الحالة التي يكون فيها الجسم متّزنًا (لا يستمر الجسم دائمًا في حركته).

القانون الثالث لنيوتن (Cube-17)	ينص القانون الثالث لنيوتن على أن زوج القوى في الطبيعة ناتج عن تأثير متبادل بين جسمين، يؤثر كل منهما على الآخر دائمًا بقوة متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه. مثال: في الشكل التالي يظهر جسمان مصطدمان.  أثناء الاصطدام، يؤثر الجسم 1 بقوة على الجسم 2 إلى اليسار، ويؤثر الجسم 2 بقوة على الجسم 1 إلى اليمين. ووفقاً لقانون نيوتن الثالث فإن هاتين القوتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه، ويتحقق: $\boxed{\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}}$ ويتناول القانون الثالث قوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه. يمكن أن يتعامل القانون الأول مع الحالة التي تؤثر فيها قوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان. القانون الثالث يتعامل مع قوتين متطابقتين ومتعاكستين تؤثران على جسمين، قوة واحدة تؤثر على كل جسم، ولا تُلغي القوى بعضها البعض. يتعامل القانون الأول مع قوتين متطابقتين ومتعاكستين تؤثران على نفس الجسم، هاتان القوتان تُلغيان بعضهما البعض. القانون الثالث لنيوتن يتحقق دائمًا على كل فعل للقوة في الكون.
قوة الجاذبية (Cube-18)	تنجذب جميع الأجسام الموجودة على سطح الأرض إلى الأسفل بواسطة قوة تسمى الجاذبية. تتعلق قوة الجاذبية بتسارع الجاذبية g وكتلة الجسم m، وذلك وفقًا لما يلي: $\boxed{W = m \cdot g}$ مثال: إذا كانت كتلة شخص 70 كجم، فاحسب قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم: $W = m \cdot g = 70 \cdot 10 = 700N$ 1. قوة الجاذبية لا تتعلق على حركة الجسم، فهي ثابتة في المقدار والاتجاه. 2. قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم تسمى وزن الجسم. 3. التعبير عن الجاذبية هو حالة خاصة من القانون الثاني لنيوتن 4. على سطح الأرض، تبلغ قيمة تسارع الجاذبية 9.8 متر في الثانية المربعة. وعلى القمر، قيمة تسارع الجاذبية الأرضية تساوي 1.6 مترًا في الثانية المربعة. إن التعبير عن قوة الجاذبية يكون صحيحًا دائمًا، لكن قيمة تسارع الجاذبية تتعلق على الكوكب الذي يقع عليه الجسم.
القوة العمودية (Cube-18)	القوة العمودية هي القوة التي يؤثر بها السطح على الأجسام الموضوعة عليه في الاتجاه العمودي للسطح. يُشار إلى القوة العمودية بالحرف N. لا يوجد تعبير للقوة العمودية، ويمكن حساب قيمتها باستخدام معادلات الحركة.

قوة الاحتكاك الساكن (Cube-18)	قوة الاحتكاك الساكن هي قوة احتكاك تمنع الجسم من الحركة. يُشار إلى قوة الاحتكاك الساكن بالرمز fs. لا يوجد تعبير لقوة الاحتكاك الساكن، بل يجب التعبير عنها من معادلات الحركة. إذا كانت هناك قوة تعمل على دفع الجسم ولم يتحرك الجسم، فوفقًا للقانون الأول لنيوتن يجب أيضًا أن تؤثر على الجسم قوة معاكسة لها بنفس المقدار، وهذه القوة هي قوة الاحتكاك الساكن.
قوة الاحتكاك الساكن القصوى (Cube-18)	قوة الاحتكاك الساكن لها قيمة عظمى، وتعرف هذه القيمة بأنها أقصى قوة احتكاك ساكنة وتتعلق بمعامل الاحتكاك الساكن μ_s (يتم تحديد المعامل حسب نوع المواد التي يتكون منها الجسم والسطح) والقوة العمودية وفقا لـ: $$fs_{max} = \mu_s \cdot N$$ 1. معامل الاحتكاك الساكن μ_s هو مقدار لا وحدة له. 2. يتأثر مقدار القوة العمودية بثلاثة عوامل: كتلة الجسم، وزاوية ميل السطح، وبمركب القوة في اتجاه عمودي على السطح. 3. قوة الاحتكاك الساكنة تصف قوة الاحتكاك التي تعمل على منع حركة الجسم. ومن ناحية أخرى، فإن قوة الاحتكاك الساكن القصوى هي أكبر قيمة احتكاك ساكن يمكن أن يعملها السطح على الجسم، وتصف قوة الاحتكاك الساكن القصوى شرط وليست قوة مؤثرة. 4. إذا كانت القوة المؤثرة لتحريك الجسم أصغر من قيمة الحد الأقصى لقوة الاحتكاك الساكن - فلن يتحرك الجسم. وإذا كانت قيمة القوة المؤثرة في تحريك الجسم أكبر من الحد الأقصى لقوة الاحتكاك الساكن فإن الجسم سيتحرك. 5. في حالة خاصة عندما تكون القوة المؤثرة لتحريك الجسم مساوية تمامًا لقيمة قوة الاحتكاك القصوى - لن يتحرك الجسم، وفي هذه الحالة يكون الجسم على عتبة الحركة. 6. منذ اللحظة التي يتحرك فيها الجسم على السطح، تصبح قوة الاحتكاك الساكن لا معنى لها. عندما يتحرك جسم على سطح ما، لا توجد قوة احتكاك ساكن، بل يكون احتكاك حركي. مثال: جسم موجود على سطح أفقي غير أملس. أقصى قوة احتكاك ساكنة تساوي 7 نيوتن. في الشكل التالي، يتم وصف ثلاث حالات مختلفة، في كل حالة تؤثر قوة ذات قيمة مختلفة لتحريك الجسم::  جسم متحرك تعمل عليه قوة احتكاك حركي وليست قوة احتكاك ساكنة عندما يكون الجسم على عتبة الحركة لا يتحرك الجسم وتؤثر عليه القوة القصوى للاحتكاك ساكن جسم ساكن تؤثر عليه قوة احتكاك ساكن التعبير عن قوة الاحتكاك القصوى يتوافق مع أي جسم موضوع على سطح ما، حتى لو كان السطح مائلاً.
قوة الاحتكاك الحركي (Cube-18)	عندما يتحرك جسم على سطح غير أملس، تؤثر قوة احتكاك عكس اتجاه حركته. وتسمى قوة الاحتكاك هذه قوة الاحتكاك الحركي. يتعلق مقدار قوة الاحتكاك الحركي على أنواع المواد التي يتكون منها الجسم والسطح وبمقدار القوة العمودية حسب: $$\boxed{f_k = \mu_k \cdot N}$$ إن سرعة الجسم وطريقة وضع الجسم على السطح (منطقة التلامس) ليس لها أي تأثير على مقدار قوة الاحتكاك الحركي. تعبير قوة الاحتكاك الحركي يلائم أي جسم على سطح ما. وتعلق القوة العمودية على كتلة الجسم وزاوية ميل السطح وأي قوة لها مركب في اتجاه عمودي على السطح.

جسم في حالة اتزان على سطح مائل ليس أملسًا (Cube-18)

عندما وضع الجسم على سطح مائل غير أملس، يبقى الجسم ساكنًا. تؤثر عليه ثلاث قوى: القوة العمودية، وقوة الاحتكاك الساكن، وقوة الجاذبية.
القوى موضحة في الشكل التالي.
القوى موضحة في الشكل التالي:



الجسم موجود في حالة سكون. نكتب معادلتي القوى في اتجاه المحور X وفي اتجاه المحور:

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_Y = 0$$
$$f_s = W_X \qquad N = W_Y$$
$$\boxed{f_s = W \cdot \sin(\alpha)} \qquad \boxed{N = W \cdot \cos(\alpha)}$$

في الحالة الخاصة عندما يكون الجسم على عتبة الحركة، تكون قوة الاحتكاك الساكن هي أقصى قوة احتكاك ساكنة. هناك قيمة واحدة فقط ممكنة لزاوية ميل المستوى، وسنرمز إلى هذه الزاوية بـ α' ، ومعادلات الحركة هي:

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_Y = 0$$
$$f_s = W_X \qquad N = W_Y$$
$$\boxed{f_{s_{max}} = W \cdot \sin(\alpha')} \qquad \boxed{N = W \cdot \cos(\alpha')}$$

من معادلات الحركة يمكن التعبير عن زاوية ميل المستوى الذي يكون فيه الجسم الساكن على عتبة الحركة:

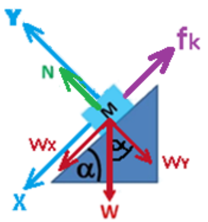
$$\frac{f_{s_{max}}}{N} = \frac{W \cdot \sin(\alpha')}{W \cdot \cos(\alpha')}$$
$$\frac{\mu_s \cdot \cancel{N}}{\cancel{N}} = \frac{\cancel{W} \cdot \sin(\alpha')}{\cancel{W} \cdot \cos(\alpha')}$$
$$\mu_s = \tan(\alpha')$$

عندما يتحقق: $\alpha' = \text{shift} \tan(\mu_s)$ يكون الجسم على حافة الحركة.
في أي زاوية ميل للمستوى أصغر من α'، لن ينزلق الجسم إلى أسفل المستوى، وفي أي زاوية أكبر من α' فإن الجسم سينزلق إلى أسفل المستوى.

وضع الاستمرارية لجسم على سطح مائل غير أملس

(Cube-18)

عندما يتحرك جسم على سطح مائل غير أملس، تؤثر على الجسم ثلاث قوى: القوة العمودية، وقوة الاحتكاك الحركي، وقوة الجاذبية.
يتم وصف القوى في الشكل التالي:



وفي حالة خاصة التي تكون فيها زاوية ميل السطح 'α بحيث يتحرك الجسم أسفل السطح بسرعة ثابتة، يستمر الجسم في حركته في اتجاه المحور X.
معادلات الحركة في هذه الحالة هي:

$$\Sigma F_X = 0 \qquad \Sigma F_Y = 0$$
$$f_k = W_X \qquad N = W_Y$$
$$\boxed{\mu_k \cdot N = W \cdot \sin(\alpha)} \qquad \boxed{N = W \cdot \cos(\alpha)}$$

نعوض تعبير القوة العمودية من معادلة الحركة في اتجاه المحور Y، في معادلة الحركة في اتجاه المحور X.

$$\Sigma F_X = 0 \qquad \Sigma F_Y = 0$$
$$f_s = W_X \qquad N = W_Y$$
$$\boxed{f_{s_{max}} = W \cdot \sin(\alpha)} \qquad \boxed{N = W \cdot \cos(\alpha)}$$

من معادلات الحركة يمكن التعبير عن زاوية ميل السطح الذي يتحرك فيه الجسم بسرعة ثابتة:

$$\mu_k \cdot N = W \cdot \sin(\alpha)$$
$$\mu_k \cdot W \cdot \cos(\alpha) = W \cdot \sin(\alpha)$$

$$\mu_k = \tan(\alpha)$$

عندما يتحقق: $\alpha' = \text{shift} \tan(\mu_K)$ سيتحرك الجسم إلى أسفل السطح بسرعة ثابتة.
في أي زاوية ميل للسطح أصغر من 'α، سيتحرك الجسم بسرعة متناقصة، وفي زاوية أكبر من 'α، سيتحرك الجسم إلى أسفل المستوى بسرعة متزايدة.

قوة النابض (Cube-19)	النابض هو جهاز مرن. استطالته تتناسب طرديًا مع مقدار القوة المؤثرة على النابض، وتتناسب عكسيًا مع ثابت النابض K الذي يصف صلابة النابض. $$\Delta X = \frac{F}{K}$$ يصف قانون هوك القوة التي المؤثرة على النابض كدالة لاستطالته: $$F = K \cdot \Delta X$$ ثابت النابض يميز صلابة النابض. إنها خاصية النابض ، ولا تتعلق بالقوة المؤثرة على النابض. من القانون الثالث لنيوتن يمكن تحديد أن القوة المؤثرة على النابض هي نفس القوة التي يؤثر بها النابض ، لذلك يصف قانون هوك القوة المؤثرة على النابض وكذلك القوة المؤثرة على النابض. ربط النوابض على التوالي - تعمل النوابض نفس القوة، ويتم تحديد استطالتها وفقًا لثابت النابض. مجموع استطالات النوابض يساوي استطالة الزنبرك المحصل، من هذه الحقيقة يمكن تطوير تعبير لثابت النابض المحصّل: $$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots$$ عند توصيل نابضين على التوالي، من الممكن كتابة تعبير جبريًا لثابت الزنبرك المحصّل وفقًا لما يلي: $$K_T = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$ ربط النوابض على التوازي - استطالة النابض هي نفسها، والقوة المؤثرة عليها تتعلق على ثابت النابض. محصلة القوى المؤثرة على النابضين تساوي القوة المؤثرة على النابض المحصّل. $$K_T = K_1 + K_2 + \dots$$ لم يتم ذكر تعبيري ثابتي النابض المحصل في التوصيل على التوالي وعلى التوازي في ملحق قوانين البجروت، ويجب تطوير هذين التعبيرين قبل استخدامها.
قوي الشد (Cube-19)	قوة الشد هي القوة التي يؤثر بها حبل مشدود في طرفيه. يُشار إلى قوة التوتر بالحرف T. لا يوجد تعبير لقوة الشد، بل يمكن التعبير عنها من معادلات الحركة.

القانون الثاني لنيوتن (Cube-20)

ينص القانون الثاني على أن القوة المحصّلة المؤثرة على الجسم تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في تسارعه:

$$\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

يمكن فهم القانون الثاني لنيوتن منطقيا: تسارع الجسم يتناسب طرديا مع القوة المحصلة ويتناسب عكسيا مع كتلته.

1. معادلة الحركة هي أهم معادلة في الديناميكا، نستخدم معادلة الحركة لتطوير كل تعبير في الديناميكا.
2. عندما يكون الجسم في حالة استمرارية – فإن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفراً (قانون نيوتن الأول).
وعندما لا يستمر الجسم في حركته – فإن محصلة القوى لا تساوي الصفر، فهي تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في تسارعه.
3. لتحليل أي منظومة لا بد من رسم مخطط القوة للقوى المؤثرة على الجسم، ويجب كتابة القانون الثاني لنيوتن وفقاً لذلك، وهو تعبير يقارن القوة المحصّلة المؤثرة على الجسم بحاصل ضرب كتلة الجسم بتسارعه، ويسمى هذا التعبير معادلة الحركة.
4. يربط القانون الثاني الديناميكا (القوى المؤثرة على الجسم) بالكنيماتيكا (تسارع الجسم)، وهو أساسي في أسئلة البجروت والعديد من التطبيقات.

مثال على استخدام قانون نيوتن الثاني: إذا كان الجسم يتحرك تحت تأثير الجاذبية وحدها.
سنرسم مخططًا للقوى المؤثرة على الجسم.

نكتب معادلة الحركة في الاتجاه الرأسي، ونعبر عن تسارع الجاذبية g منها:

$$\Sigma F_Y = m \cdot a$$

$$\Sigma F_Y = m \cdot a$$

$$W = m \cdot a$$

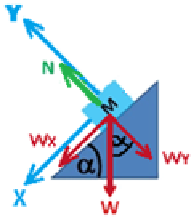
$$m \cdot g = m \cdot a$$

$$a = g$$

ومن القانون الثاني لنيوتن، ومن خلال معادلة الحركة، يمكن أن نفهم لماذا تتحرك جميع الأجسام التي تتحرك تحت تاثير الجاذبية مع تسارع الجاذبية g.

القانون الثاني صحيح دائمًا، ولا توجد حالة لا يتحقق فيها القانون الثاني لنيوتن.

حركة جسم نحو أسفل سطح مائل أملس (Cube-20)	عندما يتحرك جسم على سطح مائل أملس، تؤثر قوتان على الجسم: القوة العمودية وقوة الجاذبية. القوى موضحة في الشكل التالي::



وفي هذه الحالة لا يستمر الجسم في حركته، وتكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم لا تساوي الصفر.
سنكتب معادلات الحركة باستخدام القانون الثاني لنيوتن:

$$\Sigma F_x = m \cdot a \qquad \Sigma F_Y = 0$$

$$W_X = m \cdot a \qquad N = W_Y$$

$$\boxed{m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = m \cdot a} \qquad \boxed{N = mg \cdot \cos(\alpha)}$$

نُعبر عن تسارع الجسم من معادلة الحركة في اتجاه المحور X:

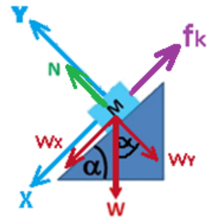
$$\cancel{m} \cdot g \cdot \sin(\alpha) = \cancel{m} \cdot a$$

$$a = g \cdot \sin(\alpha)$$

1. من التعبير الناتج يمكنك أن ترى أنه عندما تكون زاوية ميل السطح صفر (السطح الأفقي) - لا يوجد تسارع.
وعندما تكون زاوية ميل السطح 90 درجة (السطح عمودي على الأرض) - فإن تسارع الجسم هو تسارع الجاذبية الأرضية g.

2. عندما يتم رمي الجسم إلى أعلى السطح فإن القوى المؤثرة على الجسم لا تتغير، وبالتالي لا تتغير تسارع الجسم أيضًا.

إن تعبير التسارع a=g·sin(α) يتعلق بمحور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل ويلائم حركة جسم نحو أسفل السطح الأملس وكذلك لجسم يتحرك أعلى السطح الأملس.

حركة جسم نحو أسفل سطح مائل **غير أملس** (Cube-20)	عندما يتحرك جسم نحو أسفل سطح مائل غير أملس، تؤثر على الجسم ثلاث قوى: القوة العمودية، وقوة الاحتكاك، وقوة الجاذبية. القوى موصوفة في الشكل التالي:  نتطرق إلى حالة عامة، عندما لا يكون الجسم في حالة اتّزان، فإن محصلة القوى المؤثرة على الجسم لا تساوي الصفر. نكتب معادلات الحركة باستخدام القانون الثاني نيوتن: $\Sigma Fx = m \cdot a$ $W_X - f_k = m \cdot a$ $\boxed{m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot N = m \cdot a}$ $\Sigma F_Y = 0$ $N = W_Y$ $\boxed{N = mg \cdot \cos(\alpha)}$ نعوّض القوة العمودية من معادلة الحركة في اتجاه المحور Y في معادلة الحركة في اتجاه المحور X، ونعبر عن التسارع: $m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot N = m \cdot a$ $N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$ $\cancel{m} \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot \cancel{m} \cdot g \cdot \cos(\alpha) = \cancel{m} \cdot a$ $a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot g \cdot \cos(\alpha)$ يلائم هذا التعبير تسارع جسم يتحرك على سطح مائل غير أملس، بالنسبة إلى محور حركته اتجاهه الموجب هو نحو الأسفل. عندما يتحرك الجسم لأعلى السطح، فإن قوة الاحتكاك الحركي تؤثر في اتجاه منحدر السطح، لأسفل. ستتغير معادلة الحركة في اتجاه المحور X، وبناء على ذلك يصبح التعبير عن التسارع: $a = g \cdot \sin(\alpha) + \mu_k \cdot g \cdot \cos(\alpha)$ ويلائم هذا التعبير تسارع الجسم الذي يتحرك إلى أعلى سطح مائل غير أملس، بالنسبة إلى محور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.

تمارين بالديناميكا في خط مستقيم ١ – جسم واحد في حالة استمرارية

تمارين التدريبات هي تمارين شاملة تهدف إلى تطوير المهارة والمراجعة المتكررة للمبادئ الفيزيائية.
في كل سطر في صفحة التدريبات توجد ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الجواب النهائي، ملاحظات مهمة، ورابط إلى الحل الكامل.

لتنفيذ التدريبات يجب كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وعند الحاجة يمكن الاطلاع على الحل الكامل عبر الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط مهمّة قبل البدء بالتمرين:

أ. يجب فهم جميع القوى المؤثّرة على الجسم فهمًا جيّدًا، ورسم مخطط قوى مناسب للقوى المؤثّرة عليه. مرحلة رسم مخطط القوى هي مرحلة قصيرة لكنها حاسمة جدًا.

إذا نسيتم إحدى القوى، أو أشرتم إلى إحدى القوى باتجاه غير صحيح، فلن تتمكّنوا من اشتقاق التعبير المطلوب.

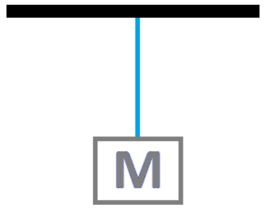
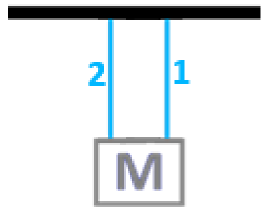
ب. بعد رسم مخطط القوى، يجب تحديد هيئة محاور وكتابة معادلة الحركة لكل اتجاه من اتجاهات هيئة المحاور.

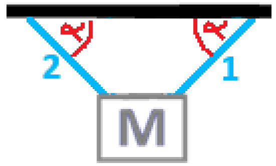
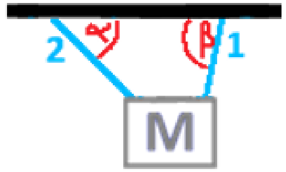
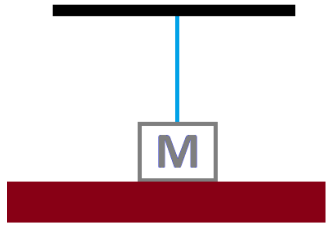
ج. بعد كتابة معادلات الحركة، يجب استخراج التعبير المطلوب من معادلة الحركة باستخدام عمليات جبرية.

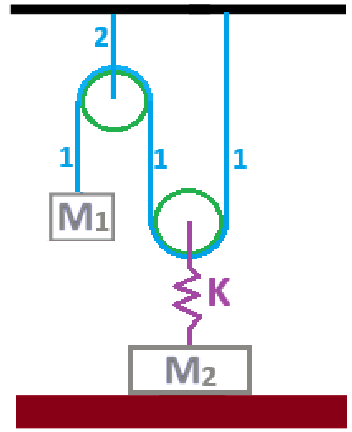
مواضيع التمرين:

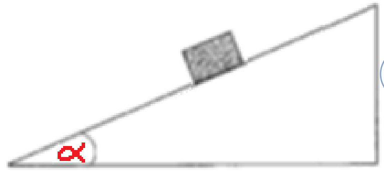
1. جسم معلّق
2. جسم موضوع على سطح

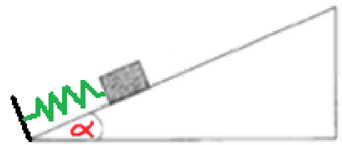
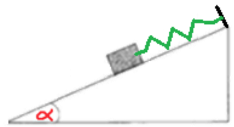
1- جسم مُعلق

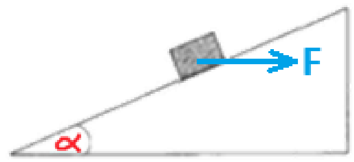
	العملية المطلوبة	القوى المؤثِّرة على الجسم ومعادلات الحركة	التعبير/القيمة المطلوبة	ملاحظات مهمّة	رابط إلى الحلِّ الكامل
1.1 – جسم كتلته 2 كغم معلّق بخيط كتلته مهملة ومثبت في السقف. 	أ- احسب مقدار واتجاه قوة الشد التي يؤثِّر بها الخيط على الجسم المعلّق. ب- احسب مقدارٍ واتجاه قوة الشد المؤثّرة على السقف. توجيه: يجب رسم مخطط قوى لجميع القوى المؤثّرة على الجسم وكتابة معادلة الحركة.	تؤثِّر على الجسم قوتان: T- قوة الشد. mg- قوة الثقل (الجاذبية). الجسم المعلّق في حالة سكون. يجب كتابة معادلة الاتزان (قانون نيوتن الأول) في الاتجاه العمودي.	أ- تؤثر على الجسم قوة شدّ مقدارها *20* نيوتن واتجاهها نحو الأعلى. ب- تؤثر على السقف قوة مقدارها *20* نيوتن واتجاهها نحو الأسفل.	1. في علم الديناميكا، لتحليل أي هيئة يجب تنفيذ الخطوات التالية: أ. تحديد هيئة محاور. ب. رسم مخطّط القوى. ج. كتابة معادلات الحركة. د. استخلاص الاستنتاجات بواسطة عمليات جبرية على معادلات الحركة. 2. خيط كتلته مهملة يؤثّر بقوى متساوية في طرفيه. وفقًا لمنهاج الدراسة، سنقتصر على الخيوط ذات الكتلة المهملة. 3. شدّ الخيط يساوي القوة التي يؤثّر بها الخيط في طرفيه باتجاه نقطة منتصف الخيط.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265
1.2 – جسم كتلته 2 كغم معلّق بواسطة خيطين عموديين كتلتهما مهملة. 	احسب قوة الشدّ على أحد الخيطين. إرشاد: يجب افتراض أنّ شدّ الخيطين متساوٍ.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: T1 T2- قوتا الشدّ. mg- - قوة الجاذبية. الجسم المعلّق في حالة سكون. يجب كتابة معادلة الاتزان (قانون نيوتن الأول) في الاتجاه العمودي.	$T_1 = T_2 = 10N$	إنّ الافتراض بأن مقدار شدّ الخيوط متساوٍ بدافع التماثل هو افتراض فيزيائي مشروع (سليم فيزيائيًا)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17061

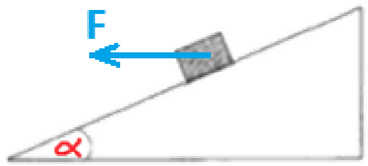
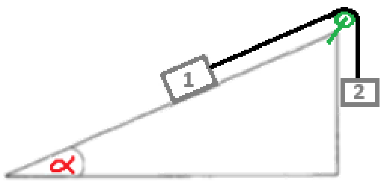
1.3 – جسم كتلته 2 كغم معلّق بواسطة خيطين كتلتهما مهملة، والخيطان مائلان بزاوية α مقدارها 30 درجة.  	احسب قوة الشدّ على أحد الخيطين. إرشاد: بسبب التماثل يمكن تحديد أنّ مقدار شدّ الخيطين متساوٍ.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: T1 T2- قوتا الشدّ. mg- قوة الجاذبية. الجسم ساكن، لذا يجب كتابة معادلة الاتزان (قانون نيوتن الأول) لكلّ من الاتجاه العمودي والاتجاه الأفقي	$T_1 = T_2 = 20N$	مجموع المركّبات العمودية لقوتي شد الخيطين في هذه الحالة يساوي مجموع شد الخيطين في الحالة السابقة، وهو مساوٍ لوزن الجسم المعلّق	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17062
1.4 – جسم كتلته 2 كغم معلّق بواسطة خيطين كتلتهما مهملة، والخيطان مائلان بزاويتين مختلفتين.  قيمة الزاويتين: $\alpha = 30^0$ $\alpha = 60^0$	احسب قوة الشدّ على أحد الخيطين. إرشاد: لا يمكن افتراض أنّ شدّ الخيطين متساوٍ.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: T1 T2- قوتا الشدّ. mg- قوة الجاذبية. يتحرك الجسم في حركة منتظمة، لذلك يجب كتابة معادلة الاتزان لكلّ من الاتجاه العمودي والاتجاه الأفقي.	$T_1 = 17.41N$ $T_2 = 10N$	العملية الرياضية في هذا البند أكثر تعقيدًا قليلًا من البند السابق، إلا أنّه نفس الإجراء. يجب رسم مخطّط القوى، ثم كتابة معادلات الحركة، ومن خلالها استخراج شد الخيوط المطلوبة جبريًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17063
1.5 – جسم كتلته 2 كغم موضوع على الأرض ومربوط بخيط كتلته مهملة. شدّ الخيط يساوي 12 نيوتن.  	احسب مقدار واتجاه قوة الشد التي يؤثّر بها الخيط على الجسم المعلّق.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: T- قوة الشد. mg- قوة الجاذبية. N- القوة العمودية. في الاتجاه العمودي: الجسم في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلة الاتزان (قانون نيوتن الأول في الاتجاه العمودي.	$N = 8N$	قوّة الثقل ثابتة في مقدارها واتجاهها، وهي تتعلق فقط على كتلة الجسم. أمّا قوّة الشدّ والقوّة العمودية (النورمال) فليس لهما تعبير ثابت؛ إذ يتحدّد مقدارهما وفقًا لقوانين نيوتن (وفي هذه الحالة وفقًا لقانون نيوتن الأوّل).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17064

1.6 – جسمان (1) و(2) معلّقان بواسطة خيطين، وبكرتين، ونابض ثابتُه 20 نيوتن لكل متر. الجسم (1) موصول بالخيط (1) وهو معلّق في الهواء، والجسم (2) موصول بالنابض وهو موضوع على الأرض. المعطيات: كتلتا الجسمين: $M_1 = 2Kg$ $M_2 = 8Kg$ 	أ. احسب قوة الشد في الخيط(1). ب. احسب قوة الشد في الخيط(2). ج. احسب استطالة النابض. د. احسب القوة العمودية (النورمال) المؤثّرة على الجسم (2)	على الجسم 1 تؤثر قوتان: T1- قوة الشد بالخيط. M1g- قوة الجاذبية. تؤثّر على الجسم 2 ثلاث قوى: F- قوة النابض M2g- قوة الجاذبية. N- القوة العمودية. الجسمان كلاهما في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلات الحركة (معادلات الاتزان) لكلٍّ من الجسمين على حدة.	א. $T_1 = 20N$ ב. $T_2 = 40N$ ג. $\Delta L = 2m$ ד. $N = 40N$	1. في المسائل التي تتناول عدّة أجسام، يجب رسم مخطّط قوى لكل جسم على حدة، وكتابة معادلات الحركة لكل جسم بشكل مستقل 2. الخيط رقم 1 يؤثّر على البَكَرَة العلوية بقوتي شدّ متجهتين إلى الأسفل. الخيط رقم 1 يؤثّر على البَكَرَة السفلية بقوتي شدّ متجهتين إلى الأعلى.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17065

2.1- معطى جسم كتلته 3 كغم موضوع على سطح مائل. قيمة معامل الاحتكاك الساكن ومعامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح هي 0.3 .  	א- احسب أكبر زاوية ميل للسطح التي يبقى فيها الجسم في حالة سكون على السطح. إرشاد: في هذه الحالة يكون الجسم على وشك الحركة، وتكون قوة الاحتكاك الساكن المؤثِّرة على الجسم مساوية لقيمة قوة الاحتكاك الساكن العظمى.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: N- القوة العمودية. Mg- قوة الجاذبية. fsmax – القيمة العظمى للاحتكاك الساكن. الجسم في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلتي الاتزان: معادلة واحدة في اتجاه الانحدار على طول السطح المائل، ومعادلة أخرى في الاتجاه العمودي على السطح.	$\alpha = 16.69^0$ 1. قوّة الاحتكاك الساكن تؤثِّر باتجاه نحو أعلى السطح المائل، أمّا القوّة العمودية فتؤثِّر عموديًا على السطح. في حالة جسم موضوع على سطح مائل، يكون من الملائم اختيار هيئة محاور مناسبة؛ بحيث يكون محور X موازيًا لاتجاه السطح، ومحور Y عموديًا على السطح. 2. الزاوية المطلوبة هي الزاوية التي يكون فيها الجسم على وشك الحركة؛ حيث تؤثِّر قوّة احتكاك ساكن عُظمى باتجاه أعلى السطح المائل. 3. في أي اتجاه نختاره، يكون محصّلة القوى المؤثِّرة على الجسم مساوية للصفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17066
	في حالة أخرى، يُقذَف الجسم المعطى نحو أسفل السطح المائل. ب- احسب زاوية ميل السطح التي يتحرّك فيها الجسم نحو أسفل السطح بسرعة ثابتة.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: N- القوّة العمودية. Mg- قوّة الجاذبية. fk – قوّة الاحتكاك الحركي. الجسم في حركة منتظمة، لذلك يجب كتابة معادلتي الاتزان: معادلة واحدة في اتجاه الانحدار على طول السطح المائل، ومعادلة أخرى في الاتجاه العمودي على السطح.	$\alpha = 16.69^0$ في هذه الحالة تؤثِّر قوّة احتكاك حركي بدلًا من قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى. وذلك لأن اتجاه قوّة الاحتكاك الحركي هو نفسه اتجاه قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى، ولأن تعبير قوّة الاحتكاك الحركي مشابه لتعبير قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى. ولأن قيمة معامل الاحتكاك الساكن مساوية لقيمة معامل الاحتكاك الحركي؛ فإن قيمة الزاوية المطلوبة في هذه الحالة مساوية لقيمة الزاوية المطلوبة في الحالة السابقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17067
	ج -أثبِت أنّه عندما يُقذَف الجسم في مرتقى السطح المائل (نحو أعلى السطح)، لا توجد زاوية ميل للسطح يتحرّك فيها الجسم بسرعة ثابتة في مرتقى السطح.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: N- القوّة العمودية. Mg- قوّة الجاذبية. fk – قوّة الاحتكاك الحركي.	قوّة الاحتكاك الحركي ومركّبة قوّة الجاذبية W_x لا تؤثِّران في اتجاهين متعاكسين، لذلك لا يمكن أن تكون محصّلة القوى في اتجاه أسفل السطح المائل مساوية للصفر. ومن الواضح لأيّ عاقل أنّه لا يمكن قذف جسم إلى أعلى مستوى مائل فيتحرّك بسرعة ثابتة (تحت تأثير قوّة الاحتكاك وقوّة الجاذبية فقط). ومع ذلك، يجب صياغة تعليل قائم على المبادئ الفيزيائية فقط..	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17068

2.2- معطى جسم كتلته 3 كغم موصول بنابض موجود على سطح مائل أملس. الجسم في حالة سكون على السطح عندما يكون النابض منقبضًا. 	أ- اكتب تعبيرًا لمقدار انقباض النابض بدلالة كتلة الجسم، ثابت النابض، تسارع الجاذبية، وزاوية ميل السطح.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: N- القوة العمودية. Mg- قوة الجاذبية. F – قوة النابض. الجسم في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلتي الاتزان: معادلة واحدة في اتجاه الانحدار على طول السطح المائل، ومعادلة أخرى في الاتجاه العمودي على السطح.	$\Delta L = \dfrac{m \cdot g \cdot \sin(\alpha)}{K}$	بعد اشتقاق التعبير يُنصَح بالتحقّق من الوحدات، وفحص منطقية التعبير باستخدام العلاقات المنطقية: التناسب الطردي والتناسب العكسي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17069
	في حالة أخرى، يكون الجسم موصولًا بنابض موجود أعلى السطح المائل، كما هو موضّح في الشكل التالي:  ب- اكتب تعبيرًا لمقدار استطالة النابض بدلالة كتلة الجسم، ثابت النابض، تسارع الجاذبية، وزاوية ميل السطح.	تؤثِّر على الجسم ثلاث قوى: N- القوة العمودية. Mg- قوة الجاذبية. F – قوة النابض. الجسم في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلتي الاتزان: معادلة واحدة في اتجاه الانحدار على طول السطح المائل، ومعادلة أخرى في الاتجاه العمودي على السطح.	$\Delta L = \dfrac{m \cdot g \cdot \sin(\alpha)}{K}$	1. موقع النابض في هذه الحالة يختلف عن موقع النابض في الحالة السابقة. في هذه الحالة يتمدّد النابض، أمّا في الحالة السابقة فقد كان النابض مضغوطًا في كلتا الحالتين يؤثِّر النابض بقوّة باتجاه الأعلى، ولذلك فإن مقدار تمدّد النابض في هذه الحالة يساوي مقدار انضغاط النابض في الحالة السابقة. 2. علاقة مقدار قوّة النابض على مقدار تغيّر طوله عندما يكون النابض مضغوطا مماثل لعلاقة مقدار قوّة النابض على مقدار تغيّر طوله عندما يكون النابض متمدّدًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17070

2.3- معطى جسم كتلته 3 كغم موضوع على سطح مائل. قيمة معامل الاحتكاك الساكن ومعامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح هي 0.3. يؤثّر على الجسم قوة أفقية F باتجاه اليمين مقدارها 5 نيوتن. زاوية ميل السطح هي 20 درجة. 	أ- احسب مقدار القوّة العمودية المؤثِّرة على الجسم. توجيه: يجب استخدام هيئة محاور يكون فيه اتجاه محور X على امتداد السطح المائل إلى أسفل، واتجاه محور Yعموديًا على السطح.	تؤثِّر على الجسم أربع قوى: N- القوّة العمودية. Mg- قوة الجاذبية. F – قوة خارجية. fs- قوة الاحتكاك الساكن. الجسم في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلتي الاتزان: معادلة واحدة في اتجاه الانحدار على طول السطح المائل، ومعادلة أخرى في الاتجاه العمودي على السطح.	$N = 29.9N$	1. تؤثِّر قوّة الاحتكاك الساكن لمنع حركة الجسم. ومن أجل حساب مركّبات القوتين F و- W_x وتحديد النتيجة وفقًا لذلك (انظر الحلّ الكامل). 2. الزاوية بين محور X والقوّة F تساوي زاوية ميلان المستوى. 3. نتيجةً لتأثير القوّة F، يضغط الجسم على السطح بدرجة أكبر؛ ولذلك ووفقًا لقانون نيوتن الثالث، تُؤدي القوّة F في أن يؤثِّر السطح بقوّة عمودية ذات مقدار أكبر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17071
	ب- احسب مقدار قوة الاحتكاك الساكن المؤثِّرة على الجسم.		$fs = 5.56N$	لا يوجد تعبير مُسبق لقوّة الاحتكاك الساكن؛ بل يجب حساب قوّة الاحتكاك الساكن باستخدام قوانين نيوتن. القيمة الناتجة عن ضرب قوّة العمودي في معامل الاحتكاك الساكن تمثّل قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى، وليست قوّة الاحتكاك الساكن نفسها.	
	ج- احسب أصغر زاوية ميل للسطح اللازمة لكي يبدأ الجسم بالحركة نزولًا على السطح المائل.		$\alpha' = 26.16^0$	1. في هذه الحالة يكون الجسم على وشك الحركة، وتؤثِّر قوّة احتكاك ساكن تساوي قيمة الاحتكاك الساكن العُظمى. 2. الزاوية المطلوبة هي زاوية خاصة، ويُنصَح بتمييزها برمز مختلف مثل α'.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17072

2.4 – نعكس اتجاه القوة F المؤثّرة على الجسم في البند السابق. الآن تؤثّر على الجسم قوة مقدارها 5 نيوتن باتجاه أفقي نحو اليسار.  	احسب أصغر زاوية ميل للسطح اللازمة لكي يتحرّك الجسم نزولًا على السطح المائل في هذه الحالة.	تؤثِّر على الجسم أربع قوى: N- القوّة العمودية. Mg- قوّة الجاذبية. F – قوّة النابض. fs- قوّة الاحتكاك الساكن. الجسم في حالة سكون، لذلك يجب كتابة معادلتي الاتزان: معادلة واحدة في اتجاه الانحدار على طول السطح المائل، ومعادلة أخرى في الاتجاه العمودي على السطح.	$\alpha' = 7.23^0$	1. مسار الحلّ المطلوب لحساب الزاوية المطلوبة مماثل لمسار الحلّ في البند السابق، باستثناء التغيير في اتجاه القوّة F. 2. في هذه الحالة، وعلى خلاف الحالة السابقة، تؤدّي القوّة F إلى أن يضغط الجسم على المستوى بدرجة أقلّ، ولذلك تكون القوّة العمودي أصغر. وبحسب تعبير قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى، وبما أنّ قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى تصبح أصغر، فإن الزاوية المطلوبة تكون أصغر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17073
2.5- معطى سطح مائل غير أملس مائل بزاوية 30 درجة، وجسمان موصولان أحدهما بالآخر بواسطة خيط. الجسم (1) موضوع على السطح المائل، والجسم (2) معلّق في الهواء، كما هو مُبيّن في الشكل التالي:  كتلة الجسم (1) هي 3 كغم. معامل الاحتكاك الساكن بين الجسم (1) والسطح يساوي 0.3.	أ- احسب أكبر كتلة للجسم (2) التي فيها لا يتحرّك الجسم (1) في مرتقى السطح المائل.	تؤثِّر على الجسم 1 قوتان: T1- قوّة الشد بالخيط. M1g- قوّة الجاذبية. تؤثِّر على الجسم 2 ثلاث قوى: F- قوّة النابض. M2g- قوّة الجاذبية. N- القوّة العمودية. الجسمان في حالة سكون، لذلك، يجب كتابة معادلات الاتزان لكلٍّ من الجسمين على حدة.	$m_2 = 2.28kg$	1. يتناول البندان حالتين مختلفتين من حالة عتبة (وشك) الحركة؛ إذ يكون اتجاه قوّة الاحتكاك الساكن العُظمى مختلفًا في كل حالة. ولذلك، على الرغم من أنّ المنظومة نفسها وأنّ الاختلاف يقتصر على كتلة الجسم 2، يجب رسم مخطّط قوى لكل حالة على حدة وكتابة معادلات الحركة بما يتوافق مع كل حالة. 2. وفقًا للقيم المحسوبة، ما دامت كتلة الجسم 2 أكبر من 0.72 كغم وأصغر من 2.28 كغم، فإن الجسم 1 لن يتحرّك. عندما تكون كتلة الجسم 2 أكبر من 2.28كغم سيتحرّك الجسم 1 صعودًا على المستوى المائل، وعندما تكون كتلة الجسم 2 أصغر من 0.72 كغم سيتحرّك الجسم 1 نزولًا على المستوى المائل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17074
	ب- احسب أصغر كتلة للجسم (2) التي عندها لا يتحرّك الجسم (1) على السطح المائل إلى الأسفل.		$m_2 = 0.72kg$		https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17075

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=6265&chapterid=17076	1. مقدار المجال المطلوب يساوي الفرق بين قيمتي كتلتي الجسم 2 في حالتي عتبة الحركة. 2. مقدار المجال المطلوب لا يتعلق بتسارع الجاذبية، بل يتعلق فقط على كتلة الجسم 1، ومعامل الاحتكاك الساكن، وزاوية ميلان المستوى.	$m_2{}^{*} = 2 \cdot \mu_s \cdot m_1 \cdot \cos(\alpha)$		ج- لنرمز إلى مدى قيم كتلة الجسم (2) التي يبقى فيها الجسم (1) ساكنًا بالرمز .*m2 اكتب تعبيرًا بـ -*m2. أكتب تعبيرًا لـ -*m2.	

تدريبات في الديناميكا على خط مستقيم – جسم واحد

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط مهمة قبل التدريب:

أ. من الضروري أن نفهم جيدًا ما هي جميع القوى المؤثرة على الجسم وأن نرسم مخططًا للقوى المؤثرة على الجسم وفقًا لذلك. مرحلة رسم مخطط القوى هي مرحلة قصيرة ولكنها حرجة.
إذا نسيت إحدى القوى، أو رسمت إحدى القوى في الاتجاه الخاطئ، فلن تتمكن من تطوير التعبير اللازم.

ب. بعد رسم مخطط القوى، نحدد في كل اتجاه من الاتجاهات ما إذا كان الجسم متزنًا أو غير متزن، وبناءً على ذلك نكتب معادلة الحركة.
(إذا كان الجسم متزنًا فإن محصلة القوى يساوي صفرًا، وإذا لم يكن الجسم متزنًا فإن محصلة القوى يساوي ma).

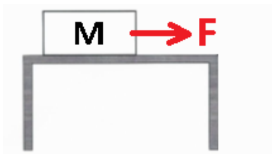
ت. بعد كتابة معادلات الحركة، يجب التعبير عن التعبير اللازم من معادلة الحركة، وذلك بمساعدة العمليات الجبرية.
في معظم الحالات، التي لا يكون من الممكن فيها تطوير التعبير المطلوب بمساعدة معادلات الحركة وحدها، يجب كتابة معادلة أخرى - معادلة هندسية.

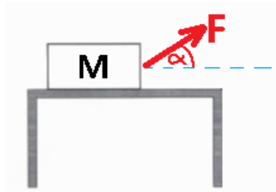
ث. في كثير من الحالات يكون التعبير المطلوب هو تعبير التسارع.
بعد حساب قيمة التسارع، يمكن استخدام مبادئ الكينماتيكا لحساب موقع الجسم وسرعته.

مواضيع التدريبات:

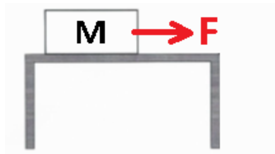
1. جسم متحرك على سطح أفقي أملس.
2. جسم متحرك على سطح أفقي غير أملس.
3. جسم ساكن على سطح مائل غير أملس.
4. جسم متحرك على سطح أملس مائل.
5. جسم متحرك على سطح مائل غير أملس.

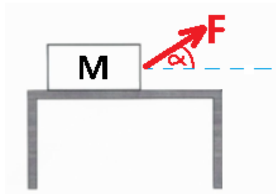
-1 جسم يتحرك على سطح افقي:

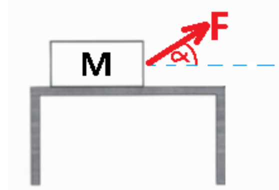
	التمرين المطلوب	القوى المؤثرة على الجسم والمعادلات الهامة	التعبير/القيمة المطلوبة	ملاحظات مهمة	رابط للحل
1.1 - القوة الخارجية F تعمل أفقيا على جسم يتحرك من حالة السكون على سطح أفقي أملس. اتجاه محور الحركة تم تحديده نحو اليمين. 	$a(F,m)$ يجب تطوير تعبير لقيمة تسارع الجسم بدلالة كتلته والقوة F المؤثرة عليه. توجيه: يجب رسم مخطط القوى لجميع القوى المؤثرة على الجسم. وكتابة معادلات الحركة في الاتجاه الأفقي وفي الاتجاه الرأسي. من معادلات الحركة يمكن تطوير التعبير المطلوب.	ثلاث قوى تعمل على الجسم: F- القوة الخارجية. N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الاتزان (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في الاتجاه الافقي: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلات الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma\vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$a = \dfrac{F}{m}$	1. ينص القانون الثاني على أن اتجاه التسارع هو نفس اتجاه القوة المحصّلة، وفي هذه الحالة تكون القوة المحصّلة هي القوة الخارجية F. 2. إشارة التسارع تتعلق باتجاه محصلة القوى بالنسبة لاتجاه محور الحركة. عندما يكون اتجاه محصلة القوى هو باتجاه محور الحركة يكون التسارع موجبا. وعندما يكون اتجاه محصلة القوى عكس اتجاه محور الحركة يكون التسارع سالبا. 3. يمكن تطوير تعبير التسارع باستخدام معادلة الحركة في الاتجاه الأفقي فقط. لأننا في كثير من الأحيان لا نعرف من أي معادلة يمكن تطوير التعبير المطلوب. لذلك يوصى بكتابة جميع معادلات الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6420

1.2 - القوة الخارجية F تعمل بزاوية α فوق الأفق، على جسم يتحرك من حالة السكون على سطح أفقي أملس. اتجاه محور الحركة المحدّد، نحو اليمين. 	$a(F,m,\alpha)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسم بدلالة كتلة الجسم وقيمة القوة F واتجاهها. **التوجيه**: قم بتحليل القوة F الى مركباتها (في الاتجاه العمودي والافقي).	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: F-القوة الخارجية. N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. في الاتجاه العمودي: الجسم وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الاتزان (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في الاتجاه الافقي: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلات الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\vec{\Sigma F} = m \cdot \vec{a}$	$a = \frac{F \cdot \cos(\alpha)}{m}$	1. في حالة خاصة عندما تكون فيها الزاوية α تساوي صفرا، تكون القوة F أفقية، ويتم الحصول على التعبير الموضح في بند سابق. (1.أ). 2. في حالة خاصةعندما تكون الزاوية α تساوي 90 درجة (تعمل القوة الخارجية عموديا على اتجاه الحركة)، لا تحرك القوة الجسم، وليس لها مركبة في الاتجاه الأفقي، قيمة التسارع التي تم الحصول عليها من التعبير هي صفر، لأن جيب تمام 90 درجة يساوي صفرًا. 3. القوة المحصلة لا تتعلق بسرعة الجسم، ولا تتعلق باتجاه الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6421

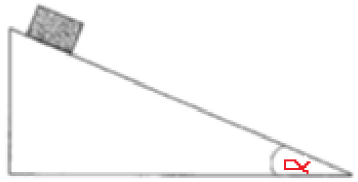
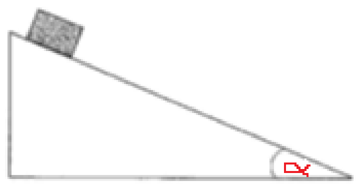
2- جسم متحرك على سطح أفقي غير أملس

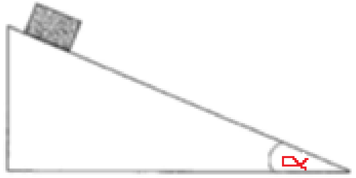
2.1 - القوة الخارجية F تعمل أفقيا على جسم يتحرك من حالة السكون على سطح أفقي غير أملس. **اتجاه محور الحركة المحدّد، نحو اليمين.** 	$a(F,m,\mu_k)$ **يجب تطوير تعبير لقيمة تسارع الجسم اعتمادا على كتلة الجسم، والقوة F المؤثرة عليه، ومعامل الاحتكاك الحركي.**	**تؤثر أربع قوى على الجسم:** **F-القوة الخارجية.** **N- القوة العمودية.** **mg- قوة الجاذبية.** **FK- قوة الاحتكاك الحركي.** **في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الاتزان (القانون الأول لنيوتن).** **أفقيا: بشكل عام، الجسم غير متزن. يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن).** $\overrightarrow{\Sigma F} = m \cdot \vec{a}$	$a = \dfrac{F - \mu_k \cdot m \cdot g}{m}$	**1. في حالة خاصة يكون فيها معامل الاحتكاك الحركي مساويا للصفر، يتم الحصول على التعبير الموضح في البند 1.1.** **2. في الحالة الخاصة التي تكون فيها قوة الاحتكاك أكبر من القوة الخارجية، فسيكون اتجاه القوة المحصلة إلى اليسار - عكس اتجاه المحور. التسارع سيكون سالبًا.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6422

2.2 - قوة خارجية F تعمل بزاوية α فوق الأفق، على جسم يتحرك من حالة السكون على سطح أفقي غير أملس. اتجاه محور الحركة تم تحديده إلى اليمين. 	$a(F,m,\mu_k,\alpha)$ يجب تطوير تعبير لتسارع الجسم بدلالة كتلة الجسم، والقوة F المؤثرة عليه، وزاوية α. ومعامل الاحتكاك الحركي.	تؤثر أربع قوى على الجسم: F- القوة الخارجية. N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. FK- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الاتزان (القانون الاول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ أفقيا: بشكل عام الجسم غير متزن. يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$a = \frac{F \cdot \cos(\alpha) - \mu_k \cdot m \cdot g}{m} + \frac{\mu_k \cdot F \cdot \sin(\alpha)}{m}$	.1 في حالة خاصة يكون فيها فقط معامل الاحتكاك الحركي يساوي صفرا، يتم الحصول على التعبير الموجود في البند 2.1. .2 في حالة خاصة عندما تكون فقط الزاوية α تساوي صفرا، يتم الحصول على التعبير في البند السابق 2.1. .3 وفي الحالة الخاصة التي يكون فيها كل من معامل الاحتكاك الحركي يساوي صفرا، والزاوية α تساوي صفرا، يتم الحصول على التعبير في البند 1.1. .4 تعبير البسط الموجود على الجانب الأيسر من المعادلة هو تعبير القوة المحصلة. .5 هناك قيمة معينة لمعامل الاحتكاك الحركي حيث تكون قيمة البسط صفر عندها يكون الجسم في حالة اتزان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6423

2.3 - قوة خارجية F تعمل بزاوية α فوق الأفق، على جسم يتحرك من حالة السكون على سطح أفقي غير أملس. اتجاه محور الحركة تم تحديده نحو اليمين. 	$\mu_k^{`}(F,m,\alpha)$ يجب تطوير تعبير لمعامل الاحتكاك الحركي μ'_k الذي يكون فيه الجسم في حالة استمرارية.	من تعبير التسارع في القسم السابق، يمكن ايجاد معامل الاحتكاك الحركي المطلوب بقوة معينة F تؤثر في زاوية معينة α، لكي يستمر الجسم في حالة اتّزان.	$\mu_k^{`} = \dfrac{F\cdot\cos(\alpha)}{m\cdot g - F\cdot\sin(\alpha)}$	1. يتم تحديد تسارع الجسم وفقا للقوى المؤثرة على الجسم وكتلة الجسم المعطاة. في هذه الحالة، يجب التعامل مع تسارع الجسم (يساوي صفرا) كحقيقة معطاة، وبالتالي إيجاد معامل الاحتكاك الحركي. إذا كانت الزاوية α تساوي 90 درجة. لكي يبقى الجسم بحالة استمرارية، يجب أن يكون السطح أملسًا، (معامل الاحتكاك الحركي يساوي صفرا)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6424

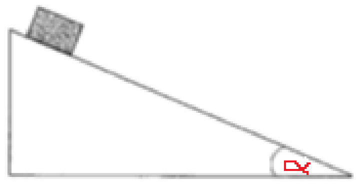
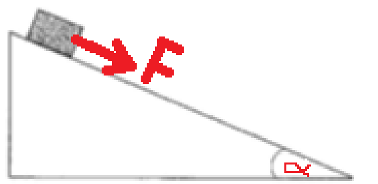
3- جسم موضوع على سطح مائل غير أملس

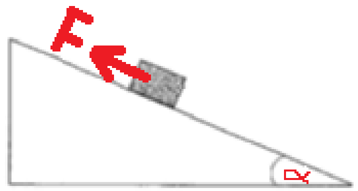
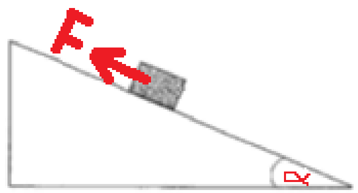
3.1 - الجسم موضوع على سطح مائل غير أملس زاوية ميله α . اتجاه محور الحركة المحدّد هو في اتجاه نحو أسفل السطح المائل. 	$N(m,g,\alpha)$ المطلوب تطوير تعبير للقوة العامودية المؤثرة على الجسم، اعتماداً على كتلة الجسم، وزاوية ميل السطح α وتسارع الجاذبية g.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N-القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. fs- قوة الاحتكاك الساكنة. الجسم في وضع اتّزان في اتجاه السطح المائل وفي الاتجاه العمودي للسطح، يجب كتابة معادلتي الحركة. .	$N = m\cdot g\cdot\cos(\alpha)$	1. في هذه الحالة، نفترض أن الجسم يكون ساكنًا في أي زاوية α، حتى بزاوية 90 درجة. لهذا الغرض، لنفترض أنه تم لصقها بحيث لا تتحرك لأسفل حتى بزاوية 90 درجة. 2. عندما تكون زاوية ميل السطح 90 درجة، لا يضغط الجسم على السطح المائل. ولا تعمل قوة عمودية. من التعبير، يمكن ملاحظة أنه عند زاوية ميل 90 درجة، تكون قيمة قوة الضغط العمودية صفرا. 3. عندما تكون زاوية ميل السطح صفرا، تكون القوة العمودية القصوى وقيمتها mg. كما يمكن أن نرى في التعبير للقوة العمودية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6425
3.2 - الجسم موضوع على سطح مائل غير أملس زاوية ميله α . اتجاه محور الحركة المحدّد هو في اتجاه نحو أسفل السطح المائل. 	$f_s(m,g,\alpha)$ يجب تطوير تعبير لقوة الاحتكاك الساكنة المؤثرة على الجسم بدلالة كتلة الجسم، وزاوية ميل السطح α وتسارع الجاذبية g.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N-القوة العامودية. mg- قوة الجاذبية. fs- قوة الاحتكاك الساكنة. الجسم في وضع اتّزان في اتجاه السطح المائل وفي الاتجاه العمودي على السطح، يجب كتابة معادلتي الحركة	$f_s = m\cdot g\cdot\sin(\alpha)$	1. عندما تكون زاوية ميل السطح 90 درجة، تكون قوة الاحتكاك الساكنة مساوية لـ mg. كما يتضح من تعبير قوة الاحتكاك الساكنة. 2. عندما تكون زاوية ميل السطح صفرا، لا تعمل قوة احتكاك ساكنة. كما يتضح من تعبير قوة الاحتكاك الساكنة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6426

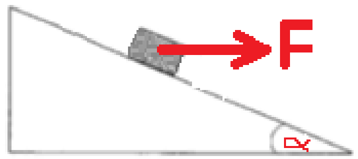
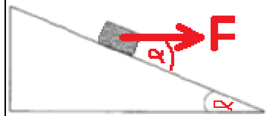
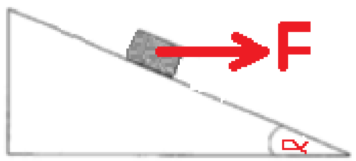
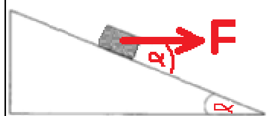
3.3 - الجسم موضوع على سطح مائل غير أملس زاوية ميله α . اتجاه محور الحركة المحدّد هو في اتجاه نحو أسفل السطح المائل. 	$\alpha_c(g,\alpha)$ يجب تطوير تعبير للزاوية الحرجة α_c، الزاوية التي سيكون فيها الجسم على وشك الحركة. (بحيث أنّ في أي زاوية أكبر منها، سينزلق الجسم نحو أسفل المستوى) توجيه: في حالة وجود الجسم على وشك الحركة، تكون قوة الاحتكاك المؤثرة على الجسم هي أقصى قوة احتكاك ساكنة. يجب كتابة معادلات الحركة في شروط وجود الجسم على عتبة الحركة ويجب التعبير عن الزاوية الحرجة α_c منها.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N-القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. fs- قوة الاحتكاك الساكنة. الجسم في وضع اتّزان في اتجاه السطح المائل وفي الاتجاه العمودي للمستوى، يجب كتابة معادلتي الحركة	$\alpha_c = shift\ tan(\mu_s)$	1. في حالة وجود الجسم على عتبة الحركة، لا يزال الجسم ساكنًا، لذلك هو في حالة اتزان. 2. من التعبير عن الزاوية الحرجة، يمكن ملاحظة أن المقدار الوحيد الذي يحدّد قيمة الزاوية الحرجة هو معامل الاحتكاك الحركي. لا تتعلق قيمة الزاوية الحرجة بكتلة الجسم. لا تتعلق بسطح التلامس بين الجسم والسطح ولا تتعلق في تسارع الجاذبية g.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6427

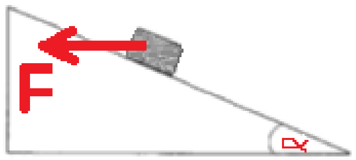
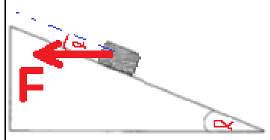
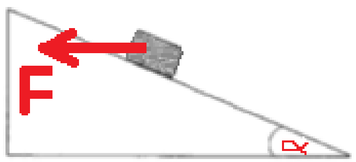
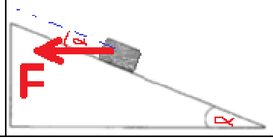
4- جسم متحرك على سطح مائل أملس

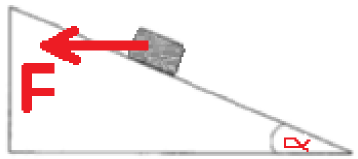
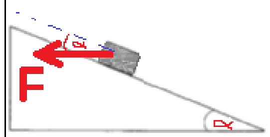
120

4.1 - الجسم موضوع على سطح مائل أملس زاوية ميله α . اتجاه محور الحركة المحدّد هو في اتجاه نحو أسفل السطح المائل. 	$a(g,\alpha)$ يجب تطوير تعبير لقيمة تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α.	هنالك قوتان تعملان على الجسم: N-القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. في الاتجاه العمودي للسطح المائل: الجسم ساكن (في وضع اتزان)، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$a = g\cdot\sin(\alpha)$	1. من التعبير المطور يمكن ملاحظة أن تسارع الجسم في هذه الحالة لا يتعلق بكتلة الجسم. 2. كلما زادت زاوية ميل السطح المائل α، زاد التسارع. 3. أكبر تسارع ممكن هو تسارع الجاذبية g. يتم الحصول عليه في حالة أن زاوية ميل السطح هي 90 درجة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6428
4.2 - يتحرك الجسم في منحدر (نحو الأسفل) سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل قوة خارجية Fعلى الجسم نحو أسفل السطح المائل. اتجاه محور الحركة المحدّد هو في اتجاه نحو أسفل السطح المائل.  	$a(g,\alpha,F)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومقدار القوة F.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N-القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. F-القوة الخارجية. في الاتجاه العمودي للسطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه المستوى المائل: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$a = g\cdot\sin(\alpha) + \frac{F}{m}$	1. على عكس الحالة السابقة، في هذه الحالة يتعلق تسارع الجسم بكتلة الجسم. 2. عندما تكون كتلة الجسم كبيرة جدا، يكون تأثير القوة F مهملًا، 3. تأثير المركب WX على تسارع الجسم ثابت ولا يتعلق بكتلة الجسم..	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6429

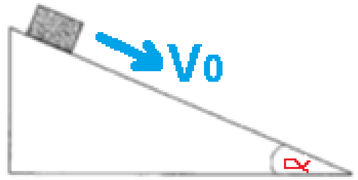
4.3 - يتحرك الجسم في منحدر سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه أعلى السطح المائل (مرتقى السطح). يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$a(g,\alpha,F)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومقدار القوة F.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N- القوة العامودية. mg- قوة الجاذبية. F- القوة الخارجية. في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن (في وضع اتزان)، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتزان، يجب كتابة معادلة الحركة (قانون نيوتن الثاني). $\Sigma\vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$a = g\cdot\sin(\alpha) - \frac{F}{m}$	1. القوة التي تعمل في اتجاه المحور هي قوة موجبة. والقوة التي تعمل في الاتجاه المعاكس للمحور هي قوة سالبة. 2. يتطلب أي تغيير في إحدى القوى التي تعمل على الجسم وضع مخطّط قوى جديد وكتابة معادلات جديدة للحركة. (من الخطأ إجراء "تغييرات طفيفة" على التعبير النهائي) 3. هناك زاوية α' معينة يكون فيها مقدار مركّب الجاذبية W_x مساويا لمقدار القوة F. في هذه الحالة، يبقى الجسم في حالة اتزان في اتجاه منحدر السطح.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6430
4.4 - يتحرك الجسم في منحدر سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه مرتقى السطح المائل. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$\alpha'(g,m,F)$ طور تعبيرًا للزاوية الخاصة α التي يكون فيها الجسم في حالة اتزان. بدلالة تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، وبدلالة مقدار القوة F. التوجيه: عندما يكون الجسم في حالة استمرارية، يكون تسارعه مساويا للصفر.	من تعبير التسارع في القسم السابق، يمكنك ايجاد الزاوية "α" بحيث يكون الجسم في وضع الاتّزان.	$\alpha' = \text{shift}\ \sin\left(\frac{F}{m\cdot g}\right)$	1. وبما أن السطح أملساً عندما تكون زاوية ميل المستوى α'، فإن الجسم سيكون في حالة اتزان، سواء تحرك إلى أسفل السطح أو تحرك إلى أعلى السطح. الجسم في حالة استمرارية سواء كان يتحرك في منحدر السطح المائل أو يتحرك في مرتقى السطح المائل. (طالما لا يوجد احتكاك) 2. قيمة الدوال المثلثية لا وحدة لها. وقيمة الدالة shift للدوال المثلثية يجب أن تكون بوحدة الدرجات، ففي هذه الحالة للدالة نسبة قوى، وبالتالي يكون للدالة قيمة بدون وحدة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6431

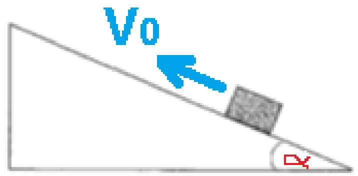
4.5 - يتحرك الجسم في منحدر سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه أفقي الى اليمين. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$a(g,\alpha,F)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح المائل α ومقدار القوة F **توجيه:** هندسيا، الزاوية بين المستوى والقوة الخارجية تساوي زاوية ميل السطح α. 	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N-القوة العامودية. mg- قوة الجاذبية. F-القوة الخارجية. في الاتجاه العمودي للسطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون) الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$a = g \cdot \sin(\alpha) + \frac{F \cdot \cos(\alpha)}{m}$	1. يجب تحليل قائم الزاوية لقوة الجاذبية والقوة الخارجية F. لكيلا نصل إلى استنتاجات خاطئة من الرسم التخطيطي، من المهم عمل رسم تخطيطي كبير وواضح. 2. تؤثر القوة الخارجية F على القيمة العمودي، لكن بما أن المستوى أملس فلا توجد قوة احتكاك، فإن القوة العمودية لا تؤثر على تسارع الجسم. 3. تكون القوة الخارجية أفقية حتى عندما تتغير زاوية ميل السطح.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6432
4.6 - يتحرك الجسم في منحدر سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه أفقي الى اليمين. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$N(g,\alpha,F)$ طوّر تعبيرا لقيمة القوة العمودية التي تعمل على الجسم بدلالة كتلة الجسم، وتسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α وقيمة القوة F. **توجيه:** هندسيا، الزاوية بين السطح المائل والقوة الخارجية تساوي زاوية ميل المستوى α. 	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N- القوة العامودية. mg- قوة الجاذبية. F- القوة الخارجية. في الاتجاه العمودي للسطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون) الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$N = mg \cdot \cos(\alpha) - F \cdot \sin(\alpha)$	1. إن مركب القوة الخارجية F الذي يعمل بشكل عمودي على السطح يجعل الجسم يضغط أقل على السطح، مما يقلل قوة الضغط العمودية. ولهذا السبب تظهر إشارة الطرح في تعبير القوة العمودية. 2. عندما تكون قيمة زاوية ميل السطح كبيرة، سيصغر مركّب الجاذبية الذي يعمل في الاتجاه العمودي على السطح ومركّب القوة الخارجية الذي يعمل في الاتجاه العمودي على السطح المائل سيزداد. (في الزوايا الكبيرة يكون للسينوس قيمة كبيرة، وللكوسينوس قيمة صغيرة)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6433

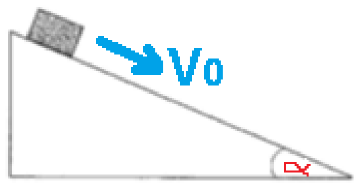
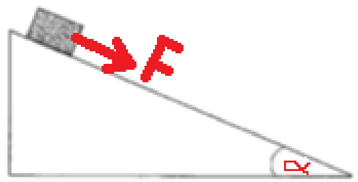
4.7 - يتحرك الجسم في منحدر سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه أفقي إلى اليسار. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$a(g,\alpha,F)$ طور تعبيرا لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومقدار القوة F. **توجيه:** هندسيا، الزاوية بين المستوى والقوة الخارجية تساوي زاوية ميل السطح α. 	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. F- القوة الخارجية في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن (في وضع اتزان)، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن) $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$a = g \cdot \sin(\alpha) - \frac{F \cdot \cos(\alpha)}{m}$	مركّب القوة الخارجية الموازية للمنحدر تعمل باتجاه مرتقى السطح المائل. بالمقابل مركّب قوة الجاذبية الموازية للسطح المائل تعمل باتجاه أسفل السطح المائل. في هذه الحالة، تعمل هاتان المركبتان في اتجاهين متعاكسين وغير متكاملين. لذلك، في تعبير التسارع، تظهر إشارة الطرح (وليس إشارة الجمع كما يظهر في البند 4.5).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6434
4.8 - يتحرك الجسم في اسفل سطح مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه أفقي نحو اليسار. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$N(g,\alpha,F)$ طوّر تعبيرا لقيمة القوة العمودية التي تعمل على الجسم كتلة بدلالة كتلة الجسم، وتسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α وقيمة القوة F. **توجيه:** هندسيا، الزاوية بين السطح والقوة الخارجية تساوي زاوية ميل السطح α. 	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. F- القوة الخارجية في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن) $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$N = mg \cdot \cos(\alpha) + F \cdot \sin(\alpha)$	القوة الخارجية F لها مركب في الاتجاه العمودي على السطح، وهذا المركب يزيد من درجة ضغط الجسم على الجسم، وبالتالي فإن القوة الخارجية F تزيد من القوة العمودية. وبناء على ذلك، في التعبير للقوة العمودية هناك إشارة زائد، على عكس البند 4.6.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6435

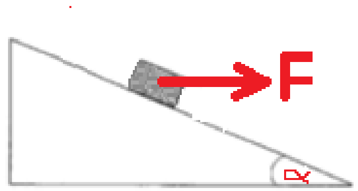
4.9 - يتحرك الجسم في اسفل مستوى مائل أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية F في اتجاه أفقي <u>نحو اليسار</u>. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح.  	اكتب تعبيرا يصف الزاوية 'α بحيث يكون الجسم في حالة استمرارية. <u>توجيه</u>: في هذه الزاوية يكون الجسم في حالة استمرارية أيضا في اتجاه منحدر السطح المائل.  يجب عليك استخدام تعبير التسارع، وايجاد الزاوية 'α عندما يكون قيمة التسارع صفراً.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. F- القوة الخارجية في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن) $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$\alpha' = \text{shift} \tan\left(\frac{F}{m \cdot g}\right)$	1. في الحالة الموضحة في البند 4.6، لا يمكن تحديد زاوية ميل السطح بحيث يكون الجسم في حالة اتّزان. 2. في هذه الحالة عندما تكون زاوية ميل السطح 90 درجة لا يستطيع الجسم أن يتحرك بسرعة ثابتة، فإن محصلة القوى يختلف عن الصفر. لذلك، تظهر دالة tan في التعبير الناتج.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6436

5- جسم متحرك على سطح مائل غير أملس

5.1 - نرمي جسم بسرعة ابتدائية باتجاه اسفل سطح مائل غير املس زاوية ميله α. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$a(g,\mu_k,\alpha)$ طوّر تعبير لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، ومعامل الاحتكاك الحركي، وزاوية ميل السطح المائل α.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N-القوة العامودية. mg- قوة الجاذبية. F_k- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه المستوى المائل: الجسم ليس في وضع اتزّان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot g \cdot \cos(\alpha)$	1. تعمل قوة الاحتكاك الحركية بعكس اتجاه الحركة (أعلى ا السطح المائل) في اتجاه معاكس لاتجاه المحور. يُقلّل من تسارع الجسم. 2. عندما تكون زاوية ميل المستوى المائل 90 درجة، لا يضغط الجسم على السطح المائل، والقوة العمودية تساوي صفرا. لا يوجد احتكاك حركي، يتحرك الجسم في سقوط حر بتسارع الجاذبية g. إذا عوّضنا زاوية مقدارها 90 درجة في تعبير التسارع، سنحصل على a = g. 3. عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي يساوي صفرا، يتم الحصول على تعبير التسارع الملائم للحركة في مستوى أملس (البند 4.1).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6437

5.2 - نرمي جسمًا بسرعة ابتدائية باتجاه مرتقى سطح مائل غير أملس زاوية ميله α. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح.  	$a(g,\mu_k,\alpha)$ طوّر تعبيرًا لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، ومعامل الاحتكاك الحركي، وزاوية ميل السطح المائل α.	تؤثر ثلاث قوى على الجسم: N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. F_k- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$a = g\cdot\sin(\alpha) + \mu_k\cdot g\cdot\cos(\alpha)$	**1.** لا يتعلق التسارع باتجاه الحركة في السطح المائل الأملس. والسبب في ذلك هو قوة الاحتكاك التي تتعلق باتجاه الحركة. عندما يتغير اتجاه الحركة يتغير اتجاه قوة الاحتكاك، وبالتالي تتغير القوة المحصلة ويتغير التسارع أيضًا. يتعلق التسارع بالسطح الغير أملس على اتجاه الحركة. **2.** في هذه الحالة، نظرا لأن محور الحركة في اتجاه نحو أسفل السطح المائل، فإن مركب قوة الجاذبية W_x وقوة الاحتكاك الحركية تعملان معًا في اتجاه نحو أسفل السطح المائل، لذلك يكون التسارع كمجموع التسارع الناجم عن قوة الجاذبية والتسارع الناجم عن قوة الاحتكاك. **3.** إذا كان اتجاه محور الحركة في اتجاه مرتقى السطح المائل، فإن التعبير عن التسارع يكون: $a = -g\cdot\sin(\alpha) - \mu_k\cdot g\cdot\cos(\alpha)$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3237&chapterid=6438

5.3 - نرمي جسمًا بسرعة ابتدائية باتجاه منحدر سطح مائل غير املس زاوية ميله α. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	اكتب تعبيرا يصف الزاوية 'α بحيث يكون الجسم في حالة استمرارية.	نستخدم التعبير الرياضي للتسارع، ونجد الزاوية α عندما تكون قيمة التسارع صفرا	$\alpha' = \text{shift}\tan(\mu_K)$	عندما يتم رمي الجسم إلى الأسفل يعمل مركب الجاذبية WX وقوة الاحتكاك الحركي في اتجاهين متعاكسين، ويمكن أن يكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم صفرًا. يكون الجسم متزنًا. عندما يتم قذف الجسم إلى أعلى، فإن مركب الجاذبية WX وقوة الاحتكاك الحركي تعملان في نفس الاتجاه لأسفل، ولا يمكن أن يكون محصلة القوى صفرًا، ولا يمكن للجسم أن يبقى متزنًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4085&chapterid=9296
5.4 - يتحرك الجسم نحو منحدر سطح مائل غير أملس زاوية ميله α. تعمل على الجسم قوة خارجية تؤثر في اتجاه السطح نحو الأسفل. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$a(g,\mu_k,\alpha,F)$ طوّر تعبيرا لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، ومعامل الاحتكاك الحركي، والقوة الخارجية F وزاوية ميل السطح المائل α.	تؤثر أربع قوى على الجسم: N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. و F- القوة الخارجية. F_k- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي على السطح: الجسم في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني لنيوتن). $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$a = g\cdot\sin(\alpha) - \mu_k\cdot g\cdot\cos(\alpha) + \frac{F}{m}$	1. تتعلق إشارة التسارع على اتجاه القوة المحصلة بالنسبة لاتجاه المحور. عندما يكون اتجاه القوة المحصلة في الاتجاه الموجب للمحور، تكون القوة المحصلة موجبة والتسارع موجبًا. وعندما يكون اتجاه القوة المحصلة عكسيا لمحور التسارع يكون سالبا. في هذه الحالة، تعمل القوة الخارجية في اتجاه المحور وبالتالي إشارة التسارع للمحور تكون موجبة. 2. هناك ثلاث قوى تؤثر على تسارع الجسم: قوة الجاذبية، وقوة الاحتكاك الحركي، والقوة الخارجية. في التعبير عن التسارع هناك ثلاثة اجزاء، والناتجة من القوى الثلاث.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4085&chapterid=9297

5.5 - يتحرك الجسم نحو منحدر مستوى مائل غير أملس يميل بزاوية α. تعمل على الجسم قوة خارجية F باتجاه أفقي إلى اليمين. يتم تحديد اتجاه المحور X نحو أسفل السطح. واتجاه المحور Y عمودي على السطح. 	$a(g,\mu_k,\alpha,F)$ طوّر تعبيرا لمقدار تسارع الجسم بدلالة تسارع الجاذبية g، ومعامل الاحتكاك الحركي، ومقدار القوة الخارجية F، وزاوية ميل السطح α.	تؤثر أربع قوى على الجسم: N- القوة العمودية. mg- قوة الجاذبية. F- القوة الخارجية. Fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي على السطح المائل: الجسم ساكن، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الأول لنيوتن). $\Sigma F = 0$ في اتجاه السطح المائل: الجسم ليس في وضع اتّزان، يجب كتابة معادلة الحركة (القانون الثاني نيوتن). $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot g \cdot \cos(\alpha) + \frac{F \cdot \cos(\alpha)}{m} + \frac{\mu_K \cdot F \cdot \sin(\alpha)}{m}$ 1. في هذه الحالة، لا تعمل القوة العمودية بزاوية بالنسبة للسطح. لذلك، على عكس القسم السابق، تحتوي القوة الخارجية في هذه الحالة على مركّب في الاتجاه العمودي على السطح، وهذه القوة تسبب إلى تقليل القوة الميكانيكية، وبالتالي انخفاضا في قوة الاحتكاك الحركية. وبالتالي، في هذه الحالة، تسبب القوة الخارجية زيادة في تسارع الجسم. يتم وصف هذا الوضع في المركّب الرابع للتعبير: $\frac{\mu_K \cdot F \cdot \sin(\alpha)}{m}$ 2. كل معادلة في الفيزياء تتعامل مع مقدارفيزيائي واحد، وهذه المعادلة تتعامل مع التسارع، بعد تطوير التعبير، يجدر التأكد من أن وحدات كل من الأربعة مركبات هي في الواقع متر لكل ثانية مربعة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4085&chapterid=9298

تدريبات في الديناميكا على خط مستقيم 3 – حركة جسمان

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط مهمة قبل التدريب:

أ. في الأسئلة التي تتناول حركة جسمين، نتعامل مع حالات يقطع فيها جسم مسافة معينة في فترة زمنية معينة ويقطع الجسم الآخر نفس المسافة في نفس الفترة الزمنية، ولذلك فإننا نتعامل مع منظومة فيها تسارع الجسمين متساوي في المقدار. ومن المهم أن نأخذ ذلك في الاعتبار في معادلات الحركة.

ب. في العديد من المنظومات، يمكن التعامل مع الجسمين كجسم واحد.
ومن الناحية العملية، يوصى القيام بكل العمليات، كتابة معادلات الحركة لكل جسم على حدة، وتطوير التعبير المطلوب من معادلات الحركة.

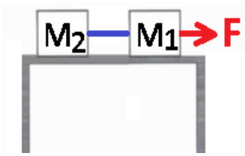
ج. في الأسئلة التي نتناولها، ترتبط الأجسام ببعضها بواسطة خيط كتلتها مهملة. قوى الشد التي يؤثر بها الخيط في طرفيه متساوية في المقدار.

ومن المهم أن نأخذ ذلك في الاعتبار في معادلات الحركة.

مواضيع التمارين:

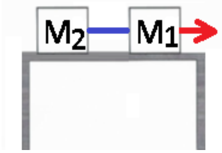
1. القوة الأفقية المؤثرة على جسمين يتحركان على سطح أفقي أملس.
2. القوة الأفقية المؤثرة على جسمين يتحركان على سطح أفقي غير أملس.
3. القوة المؤثرة بزاوية على جسمين يتحركان على سطح أفقي غير أملس.
4. جسمان معلقان (أتوود).
5. جسم معلق يُحرك جسم آخر موجود على سطح أفقي أملس.
6. جسم معلق ُحرك جسم موجود على سطح أفقي غير أملس.
7. تحرك قوة خارجية جسم على سطح أفقي غير أملس.
8. جسم معلق يُحرك جسم على سطح أملس مائل.
9. جسم معلق يُحرك جسم على سطح مائل غير أملس.
10. جسمان يقعان على سطحين.
11. جسمان مصولان بواسطة خيط يتحركان في سقوط حر.

1- يتحرك جسمان على سطح أفقي

	المطلوب	القوى المؤثرة على الجسم والمعادلات الهامة	التعبير / القيمة المطلوبة	ملاحظات مهمة	رابط التطوير
1.1 - تؤثر القوة الخارجية F في الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي أملس. اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين. 	$a(F,M_1,M_2)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمان اعتمادًا على كتلتهما والقوة F التي تؤثر عليهما.	تعمل على الجسم M_1 أربع قوى: F - القوة الخارجية. N_1- القوة العمودية. M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1x} = M_1 \cdot \vec{a}$ تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:. N_2- القوة الطبيعية. M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$ توجيه: تسارع الجسمين متساوٍ.	$a = \dfrac{F}{M_1+M_2}$	يمكن التعبير عن التسارع بدلالة قوة التوتر. (من معادلة الحركة الأفقية للجسم 2) $a = \dfrac{T}{M_2}$ العبارة صحيحة بالطبع، لكنها تروي فقط "جزء من القصة". في المقابل، فإن التعبير: $a = \dfrac{F}{M_1+M_2}$ يصف التسارع بالكامل. فقط كتلة كل من الجسمين والقوة الخارجية هم الذين يحدّدون قيمة التسارع. التعبير عن التسارع بدلالة قوة الشد بالخيط صحيح لكنه ليس مهمًا. التعبير المهم هو التعبير للتسارع بدلالة القوة والكتل. حكاية صغيرة: شخص يسحب 500 ألف شيكل من جهاز الصراف الآلي كل صباح. لكي تتمكن من إجراء السحب، يجب أن تعمل أجهزة الصراف الآلي بالطبع. لكن المهم هو أن يكون له رصيد من المال في الحساب المصرفي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6488

1.2 - تؤثر القوة الخارجية F في الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي أملس.

اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين.



$T(F, M_1, M_2)$

يجب تطوير تعبير لقوة شد الخيط الذي يربط الجسمين.

توجيه: تسارع كل من الجسمين متساوٍ.

إثبات أن تسارع كل من الجسين متساوٍ:

عندما يتحرك الجسم M_1 للأمام في فترة زمنية قصيرة معينة dt، إزاحة صغيرة dx.

يمر M2 بنفس زمن الحركة بالضبط dt نفس الإزاحة dx (مثل الجسم M1).

السرعات اللحظية هي نفسها.

وعندها تتغير سرعة M_2 بنفس تغير سرعة الجسمM_1 . لذلك، فإن التسارع هو نفسه أيضًا.

تعمل على الجسم M_1 أربع قوى:

- F - القوة الخارجية.
- N1- القوة الطبيعية.
- M_1g - قوة الجاذبية.
- T - قوة الشد بالخيط.

في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.

$$\Sigma \vec{F}_{1y} = 0$$

في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{1x} = M_1 \cdot \vec{a}$$

تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:

- N_2- القوة الطبيعية.
- M_2g - قوة الجاذبية.
- T - قوة الشد بالخيط.

في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.

$$\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$$

في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$$

$$T = \frac{M_2 \cdot F}{M_1 + M_2}$$

1. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من الهيئة)

أ- عندما تكون الكتلة M_2 مساوية للصفر، فإن قوة الشد تساوي صفرًا أيضًا.

ب - في حالة عدم وجود قوة خارجية (F = 0)، فإن قوة الشد تساوي صفرًا أيضًا.

ج- عندما تكون الكتلة M_2 أكبر بكثير من الكتلة M_1، فإن قوة الشد تساوي تقريبًا القوة الخارجية F.

2. من المهم فحص وحدات كل تعبير. في الطرف الأيمن من التعبير، يوجد في المقام مجموع الكتل، وحدة المقام هي kg. وحدة البسط هي kg.N .

يتم اختزال الكيلوجرام، ويبقى نيوتن، كما هو الحال في الطرف الأيسر من التعبير.

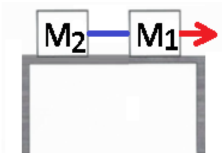
3. لا يمكن أن نأخذ الجسمين كجسم واحد والتعبير عن قوة الشد.
التعامل مع الجسمين كجسم واحد يتجاهل وجود الخيط.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6489

2- قوة أفقية تؤثر على جسمين متحركين على سطح أفقي غير أملس

2.1 - تؤثر القوة الخارجية F في الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي غير أملس.

اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين.



$a(\mu_K, F, M_1, M_2)$

يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما، القوة F التي تؤثر عليهما ومعامل الاحتكاك الحركي μK.

تعمل على الجسم M_1 خمس قوى:

F - القوة الخارجية.
N1- القوة العمودية.
M_1g - قوة الجاذبية.
T - قوة الشد بالخيط.
fk- قوة الاحتكاك الحركي.

في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.

$$\Sigma \vec{F}_{1Y} = 0$$

في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{1X} = M_1 \cdot \vec{a}$$

تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:

N_2- القوة الطبيعية.
M_2g - قوة الجاذبية.
T - قوة الشد بالخيط.
fk- قوة الاحتكاك الحركي.

في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.

$$\Sigma \vec{F}_{2Y} = 0$$

في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{2X} = M_2 \cdot \vec{a}$$

$$a = \frac{F - \mu_k \cdot g \cdot (M_1 + M_2)}{M_1 + M_2}$$

1. يمكن اعتبار الجسمين كجسم واحد كتلته M1 + M2 ، وكتابة معادلتين للحركة والتعبير عن تسارع الجسم منهما.

2. التعبير المطروح في المقام (ملون باللون الأخضر) هو قوة الاحتكاك الحركي.

3. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من الهيئة)

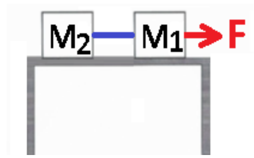
أ- عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي مساويًا للصفر، يتم الحصول على تعبير التسارع من البند 1.1.

ب - عندما يكون تسارع الجاذبية مساويًا لصفر. كما تم الحصول على تعبير التسارع من البند 1.1 عندما لا توجد قوة جاذبية، لا يضغط الجسم على السطح، ولا توجد قوة عمودية، وبالتالي لا توجد قوة احتكاك حركية تعمل أيضًا (على الرغم من أن معامل الاحتكاك يختلف عن الصفر).

ج- يمكن أن يكون تسارع الجسم سالب. يحدث هذا عندما تكون القوة الخارجية أقل من قوة الاحتكاك الحركي.

4. اتجاه المحور المحدّد هو نحو اليمين، إذا كان اتجاه القوة المحصلة نحو اليسار، يكون التسارع سالبًا.

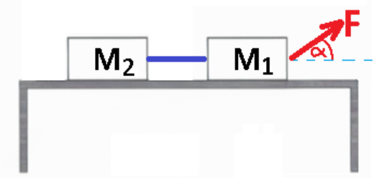
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6491

2.2 - تؤثر القوة الخارجية F في الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي غير أملس. اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين. 	$T(\mu_K, F, M_1, M_2)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط الذي يربط بين الجسمين بدلالة كتلتيهما، القوة F التي تؤثر عليهما ومعامل الاحتكاك الحركي μK.	تعمل على الجسم M_1 خمس قوى: F - القوة الخارجية. N1- القوة العمودية. M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1x} = M_1 \cdot \vec{a}$ تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:. N_2- القوة الطبيعية. M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$	$T = \frac{M_2 \cdot F}{M_1 + M_2}$	1. تعبير قوة الشد الذي تم الحصول عليه في هذه الحالة هو نفس تعبير قوة الشد الذي تم الحصول عليه على سطح أفقي أملس. تقلل قوة الاحتكاك من التسارع، لكنها لا تؤثر على شد الخيط الذي يربط الجسمان. 2. تعمل قوتا شد: قوة شد واحدة تعمل على M_1 إلى اليسار. وقوة شد أخرى تعمل على M_2 إلى اليمين. هاتان القوتان لهما نفس المقدار ومختلفتي الاتجاه (هذه ليست من قوى القانون الثالث). ويتم حساب مقدارهما من خلال تعبير قوة الشد المعطاة في هذا البند.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6492

3- القوة المؤثرة بزاوية على جسمين يتحركان على سطح أفقي غير أملس

3.1 - تؤثر القوة الخارجية F بزاوية α فوق الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي غير أملس.

اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين.



$a(\mu_K, F, M_1, M_2, \alpha)$

يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما، القوة F التي تؤثر عليهما، الزاوية α ومعامل الاحتكاك الحركي μ_K.

توجيه: قبل كتابة معادلات الحركة، يجب إجراء تحليل قائم الزاوية للقوة F.

تعمل على الجسم M_1 خمس قوى:

F - القوة الخارجية.
N_1- القوة العمودية.
M_1g - قوة الجاذبية.
T - قوة الشد بالخيط.
fk- قوة الاحتكاك الحركي.

في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتزّان.

$$\Sigma \vec{F}_{1y} = 0$$

في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{1x} = M_1 \cdot \vec{a}$$

تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:.

N_2- القوة الطبيعية.
M_2g - قوة الجاذبية.
T - قوة الشد بالخيط.
fk- قوة الاحتكاك الحركي.

في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتزّان.

$$\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$$

في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$$

$$a = \frac{F \cdot \cos(\alpha) - \mu_k \cdot g \cdot (M_1 + M_2) + \mu_k \cdot F \cdot \sin(\alpha)}{M_1 + M_2}$$

1. تعمل القوة F بزاوية، تجعل الجسم 1 يضغط أقل على السطح. لذلك فإن القوة F تتسبب في تقليل القوة العمودية وتقليل قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة على الجسم 1. ليس للقوة F أي تأثير على قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة على الجسم 2.

على الرغم من أن القوة F تؤثر على الجسمان بصورة مختلفة. لكن لا يزال الجسمان يتحركان بنفس التسارع.

2. نظرًا لأن القوة F تؤثر على الاحتكاك الحركي للجسم 1 ولا تؤثر على الاحتكاك الحركي للجسم 2، فلا يمكن التعامل مع الجسمين كجسم واحد.

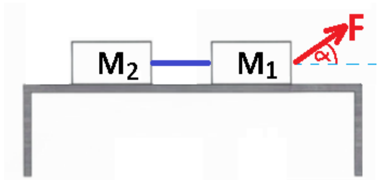
3. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من العبارة وفهمها من الهيئة)

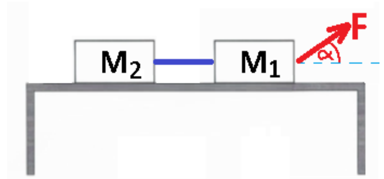
أ- عندما تعمل القوة في اتجاه أفقي: α = 0، يتم الحصول على تعبير التسارع من البند 2.1

ب - عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي مساويًا للصفر، يتم الحصول على التعبير:

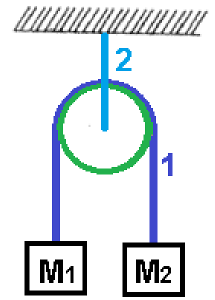
$$a = \frac{F \cdot \cos(\alpha)}{M_1 + M_2}$$

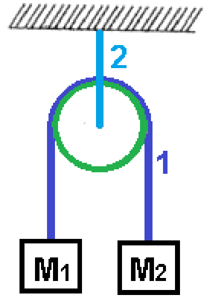
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6494

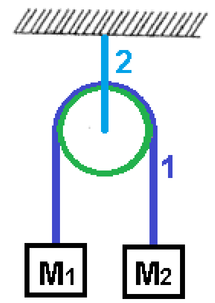
3.2 - تؤثر القوة الخارجية F بزاوية α فوق الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي غير أملس. اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين.  	**$T(\mu_K, F, M_1, M_2, \alpha)$** يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط الذي يربط بين الجسمين بدلالة كتلتيهما، القوة F التي تؤثر عليهما، الزاوية α ومعامل الاحتكاك الحركي μK. توجيه: قبل كتابة معادلات الحركة، يجب إجراء تحليل قائم الزاوية للقوة F.	تعمل على الجسم M_1 خمس قوى: F - القوة الخارجية. N_1- القوة العمودية. M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1x} = M_1 \cdot \vec{a}$ تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:. N_2- القوة الطبيعية. M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$	$T = \dfrac{M_2 \cdot F(\cos(\alpha) + \mu_k \cdot \sin(\alpha))}{M_1 + M_2}$	يؤثر ميل القوة F بزاوية α فوق الأفق على قوة الشد ويؤدي إلى تعلّق قوة الشد بمعامل الاحتكاك الحركي. عندما تعمل القوة F في اتجاه أفقي، فإن معامل الاحتكاك الحركي لا يؤثر على قوة الشد. يمكنك تعويض α = 0 في التعبير، والاستنتاج أن التعبير من البند 2.2 يتم الحصول عليه بالفعل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6495

3.3 - تؤثر القوة الخارجية F بزاوية α فوق الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي غير أملس. اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين. 	$F'(\mu_K, M1, M2, \alpha)$ يجب تطوير تعبير لمقدار القوة الخارجية بحيث يتحرك الجسمان بسرعة ثابتة. (بزاوية معينة α) نشير إلى هذه القوة بـ 'F ونعبر عنها بدلالة كتلة كل من الجسمين، الزاوية α ومعامل الاحتكاك الحركي μK. توجيه: قبل كتابة معادلات الحركة، يجب إجراء تحليل قائم الزاوية للقوة F.	تعمل على الجسم M_1 خمس قوى: F - القوة الخارجية. N_1- القوة العمودية. M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1Y}= 0$ في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1X}=0$ تعمل على الجسم M_2 أربع قوى: N_2- القوة العمودية. M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2Y}= 0$ في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2X}=0$	$F' = \frac{\mu_k \cdot g \cdot (M_2 + M_1)}{\cos(\alpha) + \mu_k \cdot \sin(\alpha)}$	1. من التعبير يمكن ملاحظة أنه عندما تعمل القوة في اتجاه أفقي (α = 0)، يكون مقدار القوة مساويًا لمجموع قوى الاحتكاك الحركي المؤثرة على الجسمين. 2. من الممكن كتابة إشارات الحركة والتعبير عن القوة 'F عندما تستمر الأجسام في حركتها (أيضًا في الاتجاه الأفقي). من الممكن أيضًا استخدام التعبير عن تسارع الجسمين في البند 3.1 لتحديد أن قيمة التسارع تساوي صفرًا، وللتعبير عن أكبر قوة خارجية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6496

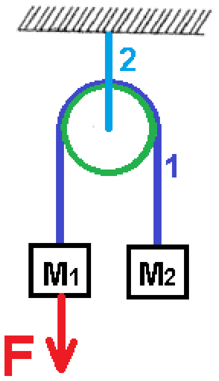
4 - جسمان معلقان (أتوود)

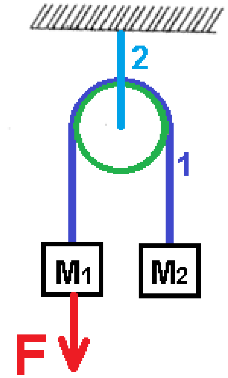
4.1 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2.  	$a(M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما وتسارع الجاذبية g. توجيه: يتحرك الجسمان بنفس مقدار التسارع. يجب كتابة معادلة الحركة لكل واحد من الجسمين والتعبير عن التسارع من هذه المعادلات.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم ليس في وضع اتّزان، واتجاه القوة المحصلّة نحو الأسفل. $\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل قوتان على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم ليس في وضع اتّزان، واتجاه القوة المحصلّة نحو الأعلى. $\Sigma \vec{F}_{2y} = M_2 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم.	$a = \frac{(M1 - M2) \cdot g}{M1 + M2}$	1. يتحرك الجسمان بتسارع متساوٍ في المقدار ومختلف في الاتجاه. 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير الناتج وفهمها من المجموعة). أ- عندما تكون الكتل متساوية أو عندما يكون تسارع الجاذبية مساويًا لصفر، فإن تسارع كل من الجسمين يساوي صفرًا. ب - لا يتعلق التسارع بمقدار الفرق بين الكتلتين فحسب، بل يتعلق أيضًا بمقدار مجموع الكتلتين.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6498

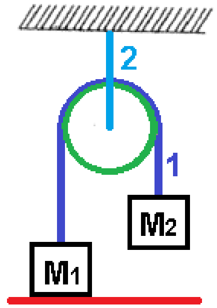
4.2 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2.  	$T_1(M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط 1 بدلالة كتلتي الجسمين المعلقين وتسارع الجاذبية g. توجيه: نكتب مخطط القوى ومعادلات الحركة لكل من الجسمين. لإيجاد قوة معينة، نرسم مخطط القوى ونكتب معادلات الحركة على الجسم الذي تؤثر عليه القوة. في هذه الحالة، لإيجاد قوة الشد، يجب كتابة معادلات الحركة للأجسام المعلقة. لكل جسم له معادلة منفصلة.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم ليس في وضع اتّزان، واتجاه القوة المحصّلة نحو الأسفل. $\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل قوتان على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم ليس في وضع اتّزان، واتجاه القوة المحصّلة نحو الأعلى. $\Sigma \vec{F}_{2y} = M_2 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم.	$T_1 = \dfrac{2 \cdot M1 \cdot M2 \cdot g}{M1 + M2}$	1. نتعامل مع خيوط مهملة الكتلة. لذلك، فإن قوة الشد متجانسة على طول الخيط. قوة الشد التي يعمله الخيط 1 على M_2 لأعلى تساوي قوة الشد التي يعملها الخيط 1 على الجسم M1 لأعلى. 2. حتى عندما تكون كتلتا الجسمين المعلّقين M_1 و M_2 مختلفة. سوف يعمل الخيط 1 نفس القوة على كل من الجسمين المعلّقين.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6499

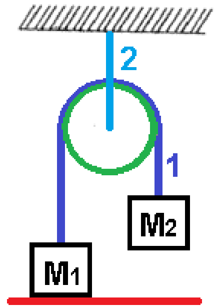
4.3 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2.  	$T_2(T_1)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط 2 ، بدلالة قو الشد بالخيط 1. **توجيه:** للتعبير عن قوة الشد T2، يجب رسم مخطط القوى وكتابة معادلات حركة البكرة. نعتبر أنّ كتلة البكرة مهملة. نحن لا نأخذ بعين الاعتبار تأثير قوة الجاذبية على البكرة.	تعمل ثلاث قوى على البكرة قوة الشد T_2 نحو الأعلى. قوتا شد T1 تعملان إلى أسفل. في الاتجاه العمودي: الجسمان في وضع اتّزان (بكرة ساكنة). $\Sigma \vec{F}_Y = 0$	$$T_2 = 2 \cdot T_1$$	1. يؤثر الخيط 2 قوة شد على البكرة الثابتة لأعلى. وقوة بنفس المقدار على السقف لأسفل. 2. الطرف السفلي من الخيط 2 "يمسك" البكرة. كل طرف من طرفي السلك 1 "يمسك" كتلة واحدة فقط. 3. من الممكن التعبير عن شد الخيط 1، بدلالة كتلتي الجسمين المعلقين وتسارع g:	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6500

141

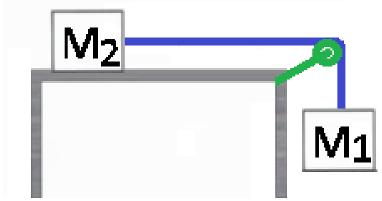
4.4 - جسمان M1 و M2 موصولان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. على الجسم 1 تعمل قوة خارجية F باتجاه الأسفل. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2. 	$a(M_1, M_2, g, F)$ يجب تطوير تعبير لتسارع الجسمين بدلالة كتلتهما، والقوة الخارجية F. وتسارع الجاذبية g.	تعمل ثلاث قوى على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. F- القوة الخارجية. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع، واتجاه القوة المحصّلة نحو الأسفل. $\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل قوتان على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع، واتجاه القوة المحصّلة نحو الأعلى. $\Sigma \vec{F}_{2y} = M_2 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم.	$a = \frac{(M1 - M2)\cdot g + F}{M1 + M2}$	1. عندما تكون القوة F تساوي صفرً نيوتن. يتم الحصول على تعبير التسارع في البند 10.1 2. تعمل القوة الخارجية في اتجاه القوة المحصّلة، فهي تزيد من التسارع. إذا أثرت القوة الخارجية على الجسم 2، فسوف تقلل من التسارع. وسيظهر في تعبير التسارع كقيمة يتم طرحها على النحو التالي: $a = \frac{(M1 - M2)\cdot g - F}{M1 + M2}$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6501

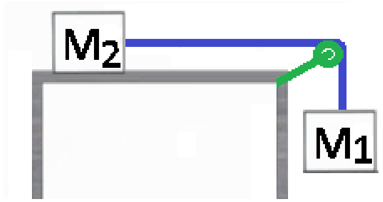
4.5 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. على الجسم 1 تعمل قوة خارجية F باتجاه الأسفل. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2.  	$T_1(M_1,M_2,g,F)$ يجب التعبير عن قوة الشد في الخيط 1 بدلالة كتلة كل من الجسمين المعلقين، والقوة الخارجية F. وتسارع الجاذبية g.	تعمل ثلاث قوى على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. F- القوة الخارجية. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع، اتجاه القوة المحصّلة نحو الأسفل. $\Sigma \vec{F}_{1y}=M_1\cdot\vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل قوتان على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع، واتجاه القوة المحصّلة نحو الأعلى. $\Sigma \vec{F}_{2y}=M_2\cdot\vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم.	$T_1=\frac{2\cdot M1\cdot M2\cdot g+M2\cdot F}{M1+M2}$	يؤدي تأثير القوة الخارجية F إلى زيادة قوة الشد.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6502

4.6 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. الجسم 1 ملقى على سطح الأرض. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2.  	$N_1(M_1, M_2, g)$ يجب التعبير عن القوة العمودية المؤثرة على الجسم 1. بدلالة كتلة كل من الجسمين وتسارع الجاذبية.	تعمل قوتان على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. الجسم M_2 موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F} = 0$ تعمل ثلاث قوى على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T_1- قوة شد الخيط. N- قوة العمودية. الجسم M_1 موجود في وضع اتّزان.	$N_1 = M1 \cdot g - M_2 \cdot g$	في الأسئلة التي تتعامل مع القوة التي يعملها الجسم على السطح، يجب ايجاد القوة العمودية ومن ثم استخدام القانون الثالث لنيوتن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6503

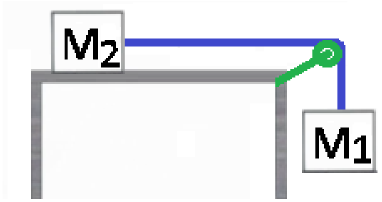
4.7 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. **البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2.** **الجسم 1 ملقى على سطح الأرض.** **مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2.** 	$T_1(M_2, g)$ **يجب التعبير عن قوة شد الخيط الذي يربط الجسمين.**	**تعمل قوتان على M_2** **M_2g- قوة الجاذبية.** **T_1- قوة شد الخيط.** **الجسم M_2 موجود في وضع اتّزان.** $\Sigma\vec{F} = 0$ **تعمل ثلاث قوى على M1** **M_1g- قوة الجاذبية.** **T_1- قوة شد الخيط.** **N- قوة العمودية.** **الجسم M_1 موجود في وضع اتّزان.**	$$T_1 = M_2 \cdot g$$	**عندما يتحرك الجسمان بتسارع، تكون قوة الشد الخيط 1، أقل من وزن الجسم 2.** **عندما تكون المجموعة في حالة سكون (أو في حالة استمرارية)، فإن قوة الشد في الخيط 1 تساوي وزن الجسم 2.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6504

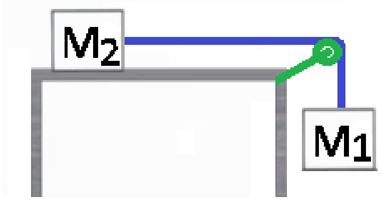
5- جسم معلق يُحرك جسم موجود على سطح أفقي أملس.

5.1 - جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وأملس. يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	$a(M_1,M_2,g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما وتسارع الجاذبية g. توجيه: يتحرك الجسمان بنفس التسارع.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1y}=M_1\cdot\vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل ثلاث قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y}=0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$a=\dfrac{M_1\cdot g}{M_1+M_2}$	1. يمكن التعامل مع الجسمين كجسم واحد كتلته M1 + M2. تدفع بواسطة القوة M_1g 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما تكون كتلة الجسم M_1 أكبر بكثير من كتلة الجسم M_2. يتحرك الجسمان تقريبًا بتسارع الجاذبية g . ب - عندما تكون كتلة الجسم M_2 أكبر بكثير من كتلة الجسم M_1، يكون تسارع الجسمين صفر. ج- وفقًا لقيم كتلتي الجسمين، يتم تحديد ثابت دون وحدة أصغر من 1 مضروبًا في تسارع الجاذبية. لذلك، في هذه المجموعة لا توجد كتل يكون فيها تسارع المجموعة أكبر من تسارع الجاذبية g. 3. يتحرك الجسمان في اتجاهات مختلفة، وتسارعهما متساوٍ في المقدار.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6505

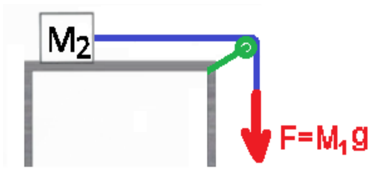
5.2- جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وأملس. يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.  	$T(M_1,M_2,g)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط بدلالة كتلتيهما وتسارع الجاذبية g. توجيه: يتحرك الجسمان بنفس التسارع.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{1y}=M_1\cdot\vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل ثلاث قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{2y}=0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$T=\dfrac{M_2\cdot M_1\cdot g}{M_1+M_2}$	1. قوة الشد هي متّجه لها مقدار واتجاه. يشير التعبير الذي تم تطويره في هذا البند إلى اتجاه قوة الشد فقط وليس إلى مقدارها. 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما تكون الكتلة M_2 مساوية لصفر، أو عندما تكون الكتلة M1 مساوية لصفر، فإن قوى الشد تساوي صفر. ب - عندما يكون تسارع الجاذبية مساويًا لصفر، فإن قوة الشد في الخيط يساوي صفرًا. ج- إذا قمنا بتبديل الجسم المعلق والجسم الملقى على السطح، فلن تتغير قوة الشد (حتى عندما تكون الكتل مختلفة).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6507

6- جسم معلق ويُحرك جسم آخر موجود على سطح أفقي غير أملس.

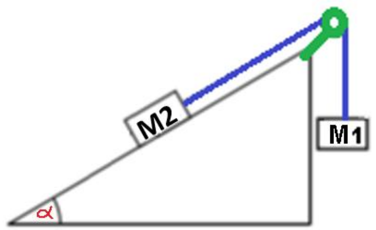
6.1 - جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وغير أملس. يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.  	$a(\mu_K, M_1\ M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما وتسارع الجاذبية g. وبمعامل الاحتكاك μK.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل أربع قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$	$a = \dfrac{M_1 \cdot g - \mu_k \cdot M_2 \cdot g}{M_1 + M_2}$	1. يمكن التعامل مع الجسمين كجسم واحد كتلته تساوي مجموع كتلي الجسمين. والقوة المحصّلة المؤثرة على هذه المجموعة تساوي وزن الكتلة M1 ناقص قوة الاحتكاك المؤثرة على M2. 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي يساوي صفرًا، يتم الحصول على التعبير الموجود في البند 4.1. ب- عندما تكون الكتلة M_2 صفراً، فإن تسارع الجسم M_1 يساوي تسارع الجاذبية. ج- كلما زادت قيمة معامل الاحتكاك الحركي، سيقل تسارع الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6509

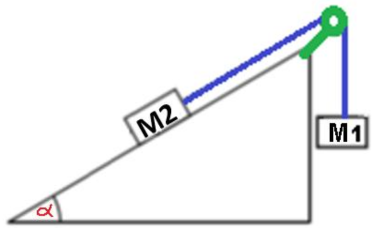
6.2- جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وأملس. يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	$T(\mu_K, M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط بدلالة كتلتيهما وتسارع الجاذبية g. ومعامل الاحتكاك الحركي μK.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{1Y}=M_1\cdot\vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل أربع قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{2Y}=0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{2X}=M_2\cdot\vec{a}$	$T=\dfrac{M_2\cdot M_1\cdot g+\mu_K\cdot M_2\cdot M_1\cdot g}{M_1+M_2}$	1. في هذه الحالة، تزيد قوة الاحتكاك من قوة الشد. لأنه يعمل فقط على جسم واحد. 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي مساويًا لصفر، يتم الحصول على التعبير الموجود في البند 4.2. ب- كلما زادت قيمة معامل الاحتكاك الحركي كلما زادت قوة الشد.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6510

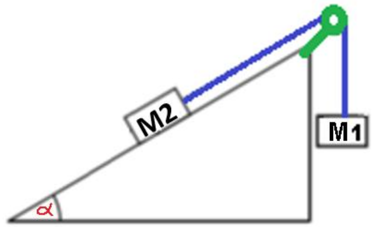
7. قوة خارجية تُحرك جسم على سطح أفقي غير أملس.

7. تعمل القوة F على خيط مربوط بالجسم $M2$. مقدار القوة F يساوي M_1g. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي. غير أملس. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.  	$a(\mu_K, M_2, F, g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسم M_2 بدلالة كتلته، مقدار القوة الخارجية F، تسارع الجاذبية g. وبمعامل الاحتكاك μK. توجيه: من القانون الثالث لنيوتن، القوة المؤثرة على الخيط تساوي القوة التي يعملها الخيط. لذلك، فإن قوة شد الخط هي M_1g .	تعمل أربع قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2Y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2X} = M_2 \cdot \vec{a}$	$a = \dfrac{M_1 \cdot g - \mu_K \cdot M_2 \cdot g}{M_2}$	عند حدوث تغيير في المنظومة، يجب دراسة جميع النتائج المترتبة على التغيير قبل التوصل إلى استنتاجات. في هذه الحالة صحيح أن القوة F تساوي وزن الجسم 1 والقوة المحصّلة لا تتغير. لكن كتلة المنظومة تكون أصغر، وبحسب القانون الثاني فإن التسارع سيكون أكبر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6511

8- جسم معلق يُحرك جسم على سطح أملس مائل.

8.1- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وأملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. كتلة الجسم M_1 أكبر من كتلة الجسم M_2. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل. 	$a(\alpha, M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين كدالة لتسارع الجاذبية g ، وزاوية ميل السطح α. **توجيه:** يجب تحليل قوة الجاذبية التي تعمل على M_2 لمركّبيها.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\sum\vec{F}_{1y}=M_1\cdot\vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل ثلاث قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\sum\vec{F}_{2y}=0$ في اتجاه السطح: الجسم متسارع. $\sum\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$a=\frac{M_1\cdot g-M_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)}{M_1+M_2}$	1. يمكن التعامل مع الجسمين كجسم واحد، كتلته تساوي مجموع كتلتي الجسمين: M1 + M2 القوة المحصّلة المؤثرة على الجسمين تساوي قوة الجاذبية المؤثرة على M_1 مطروح منها مرّكب الجاذبية الذي يعمل على M_2 في اتجاه أسفل المستوى. 2. يمكن ملاحظة أنه عندما تكون الزاوية α = 0 مساوية للصفر، يتم الحصول على تعبير التسارع الذي تم الحصول عليه في البند 5.1	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6513

8.2- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وأملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. كتلة الجسم M_1 أكبر من كتلة الجسم M_2. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل. 	$T(\alpha, M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار الشد بالخيط الذي يربط الجسمين كدالة لتسارع الجاذبية g، ومعامل الاحتكاك الحركي وزاوية ميل السطح α. توجيه: يجب تحليل قوة الجاذبية التي تعمل على M_2 لمركّبيها.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل ثلاث قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$ في اتجاه السطح: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$	$T = \dfrac{M_2 \cdot M_1 \cdot g + M_2 \cdot M_1 \cdot g \cdot \sin(\alpha)}{M_1 + M_2}$	من التعبير يمكن ملاحظة أنه عندما تكون الزاوية α = 0 مساوية لصفر، يتم الحصول على تعبير التسارع الذي حصلنا عليه في البند 4.2	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6514

8.3- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وأملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. كتلة الجسم M_1 أكبر من كتلة الجسم M_2. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل. 	$\frac{M_1}{M_2}(\alpha)$ يجب تطوير تعبير للنسبة بين الكتلتين: M_1/M_2 حيث يتحرك الجسمان بسرعة ثابتة. توجيه: لإيجاد نسبة الكتلتين بحيث يتحرك فيها الجسمان بسرعة ثابتة، يجب كتابة معادلات الاتّزان للجسمين، والتعبير عن نسبة الكتلتين منها.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1y}=0$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل ثلاث قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y}=0$ في اتجاه السطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2x}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\sin(\alpha)$	1. بسيطة جدا. النسبة بين الكتلتين تساوي قيمة جيب زاوية ميل المستوى. 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما تكون زاوية ميل السطح مساوية لصفر، ستستمر المجموعة (تكون في وضع اتّزان) فقط إذا كانت كتلة الجسم 1 مساوية لصفر. عندما تكون كتلة M1 أكبر من كتلة M2، تكون النسبة بين الكتلتين بالطرف الأيسر من المعادلة أكبر من 1. لكن قيمة sin في الطرف الأيمن من المعادلة لا يمكن أن تكون أكبر من 1، ولذلك فإن التعبير لا يتحقق رياضيا عندما تكون النسبة بين الكتلتين أكبر من 1. فيزيائياً، عندما تكون كتلة الجسم 1 أكبر من كتلة الجسم 2، لا يمكن للمنظومة أن تبقى في حالة استمرارية. ولذلك فإن التعبير لا يتحقق رياضيا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6515

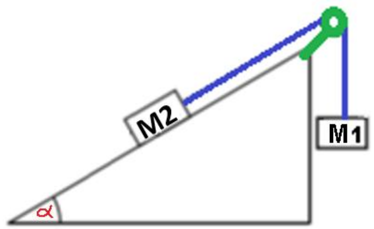
9- جسم معلق يُحرك جسماً على سطح مائل غير أملس.

9.1- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة.

السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وغير أملس.

يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.

يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل.



$a(\mu_k, \alpha, M_1, M_2, g)$

يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما، تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومعامل الاحتكاك الحركي μk.

.

<u>تعمل قوتان على M1</u>

M_1g- قوة الجاذبية.
T- قوة شد الخيط.

في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$$

في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم.

<u>تعمل أربع قوى على M_2</u>

M_2g- قوة الجاذبية.
N_2- القوة العمودية.
T- قوة شد الخيط.
fk- قوة الاحتكاك الحركي.

في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان.

$$\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$$

في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$$

$$a = \frac{M_1 \cdot g - M_2 \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot M_2 \cdot g \cdot \cos(\alpha)}{M_1 + M_2}$$

1. بعد كتابة معادلات الحركة، هناك عدد غير قليل من العمليات الجبرية على طول الطريق. إنها ممارسة جيدة.

2. كما في البنود السابقة، يمكن ملاحظة أن البسط في التعبير الناتج هو تعبير القوة المحصّلة. والمقام يساوي مجموع كتلتي الجسمين.

3. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة).

أ- عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي مساويًا لصفر، يتم الحصول على التعبير الموجود في البند 7.1.

ب- عندما تكون الكتلة M_2 مساوية صفراً، فإن تسارع الجسم M_1 يساوي تسارع الجاذبية.

ج- عندما تكون زاوية ميل السطح مساوية لصفر. يتم الحصول على التعبير الوارد في البند 5.1.

د- عندما تكون زاوية ميل السحط 90 درجة، فإن مركّب قوة الاحتكاك في البسط يكون صفرًا ويتم الحصول على الحالة الموصوفة في البند 4.1.

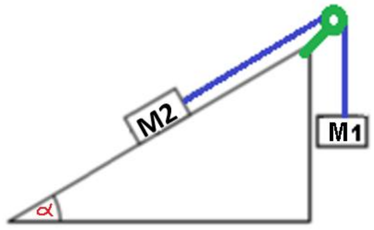
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6517

9.2- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة.

السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وغير أملس.

يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.

يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل.



$T(\mu_k, \alpha, M_1, M_2, g)$

يجب تطوير تعبير لمقدار قوة الشد بالخيط الذي يربط بين الجسمين بدلالة كتلتيهما، تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومعامل الاحتكاك الحركي μk.

.

تعمل قوتان على M1

M_1g- قوة الجاذبية.

T- قوة شد الخيط.

في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$$

في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم.

تعمل أربع قوى على M_2

M_2g- قوة الجاذبية.

N_2- القوة العمودية.

T- قوة شد الخيط.

fk- قوة الاحتكاك الحركي.

في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان.

$$\Sigma \vec{F}_{2y} = 0$$

في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$$

$$T = \frac{M_2 \cdot M_1 \cdot g + \mu_k \cdot M_2 \cdot M_1 \cdot g \cdot \cos(\alpha) + M_2 \cdot M_1 \cdot g \cdot \sin(\alpha)}{M_1 + M_2}$$

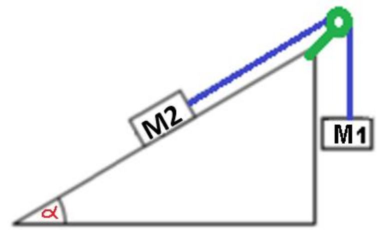
حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة).

أ- عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي مساويًا لصفر، يتم الحصول على التعبير الموجود في البند 8.2

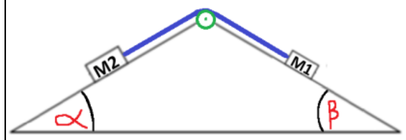
ب عندما تكون كتلة أحد الجسمين صفراً، يكون شد الخيط صفراً.

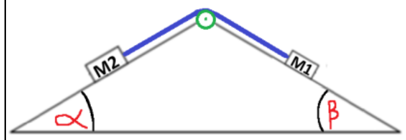
ج- عندما تكون زاوية ميل السطح مساوية لصفر. يتم الحصول على التعبير في البند 6.2

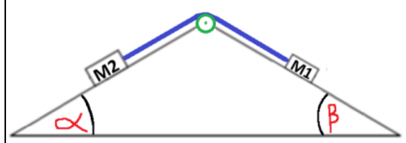
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6518

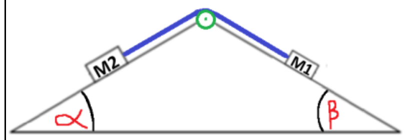
9.3- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وغير أملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل.  	$\frac{M_1}{M_2}(\mu_K, \alpha, g)$ يجب تطوير تعبير للنسبة بين الكتلتين: M_1/M_2 حيث يتحرك الجسمان بسرعة ثابتة. توجيه: لإيجاد النسبة بين الكتلتين بحيث يتحرك فيها الجسمان بسرعة ثابتة، يجب كتابة معادلات الاتّزان للجسمين، والتعبير عن نسبة الكتلتين منها.	تعمل قوتان على M1 M_1g- قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1y}=0$ في الاتجاه الأفقي لا توجد قوى تؤثر على الجسم. تعمل أربع قوى على M_2 M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. fk- قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2y}= 0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2x}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\mu_k\cdot\cos(\alpha)+\sin(\alpha)$	1. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما يكون معامل الاحتكاك الحركي مساويًا لصفر، فإن النسبة بين الكتلتين اللازمة لتحرك الجسمان بسرعة ثابتة تكون مساوية لجيب زاوية ميل السطح. (تم الحصول على هذا التعبير في البند 7. ج). ب - عندما تكون زاوية ميل السطح مساوية لصفر. النسبة بين الكتلتين اللازمة لتحرك الجسمين بسرعة ثابتة تساوي معامل الاحتكاك الحركي. بكلمات أخرى، في هذه الحالة تكون المنظومة متزنة فقط إذا كانت النسبة بين الكتلتين تساوي معامل الاحتكاك الحركي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6519

10- جسمان يقعان على سطحين.

10.1- جسمان M_1 و M_2 موضوعان على سطحين أملسين يميلان بزوايا مختلفة. الجسمان مربوطان ببعضهم البعض بواسطة خيط يمر حول بكرة. بعد تحرير الجسمين من حالة السكون، يتحرك الجسمان M_1 نحو أسفل السطح الأيمن، ويتحرك الجسم M_2 نحو أعلى المستوى الأيسر. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أسفل السطح الأيمن. يتم وصف حركة الجسم M2 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أعلى السطح الأيسر. 	**$a(\alpha,\beta,M_1,M_2,g)$** يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما، تسارع الجاذبية، g، وزاويتي ميل السطحين α و- β.	<u>تعمل ثلاث قوى على M_1</u> M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_1- القوة العمودية. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{1y}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{1x}=M_1\cdot\vec{a}$ <u>تعمل ثلاث قوى على M_2</u> M_2g- قوة الجاذبية. N_2- القوة العمودية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{2y}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$a=\dfrac{M_1\cdot g\cdot\sin(\beta)-M_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)}{M_1+M_2}$	1. كما في البنود السابقة، يمكن ملاحظة أن البسط في التعبير الناتج مساوٍ للقوة المحصّلة. والمقام يساوي مجموع كتلتي الجسمين. 2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما تكون زاوية ميل السطح β تساوي 90 درجة. يتم الحصول على التعبير الوارد في البند 8.1. ب - عندما تكون كتلة أحد الجسمين صفراً، يكون مقدار تسارع الجسم الآخر: $g\cdot\sin(\alpha)$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6521

10.2- جسمان M_1 و M_2 موضوعان على سطحين أملسين يميلان بزوايا مختلفة. الجسمان مربوطان ببعضهم البعض بواسطة خيط يمر حول بكرة. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أسفل السطح الأيمن. يتم وصف حركة الجسم M2 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أعلى السطح الأيسر. 	$\frac{M_1}{M_2}(\beta, \alpha, g)$ يجب تطوير تعبير للنسبة بين الكتلتين: M_1/M_2 حيث يتحرك الجسمان بسرعة ثابتة. توجيه: لإيجاد نسبة الكتلتين بحيث يتحرك فيها الجسمان بسرعة ثابتة، يجب كتابة معادلات الاتّزان للجسمين، والتعبير عن نسبة الكتلتين منها.	تعمل ثلاث قوى على M_1 M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_1- القوة العمودية. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{1Y}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{1X}=0$ تعمل ثلاث قوى على M_2 M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_2- القوة العمودية. . في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{2Y}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{2X}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)}$	1. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة). أ- عندما تكون الكتلتان متساويتان، لكي يتحرك كل من الجسمين بسرعة ثابتة، يجب أن تكون زاويتي ميل السطحين متساوية. ب - عندما تكون إحدى الزوايا 90 درجة، يتم الحصول على التعبير الوارد في البند 7. ج. 2. اتجاه حركة الجسمين لا يؤثر على معادلات الحركة. لأنه لا توجد قوة احتكاك. 3. لإيجاد النسبة بين الكتلتين بحيث يتحرك بها الجسمين بسرعة ثابتة، يجب كتابة معادلات الحركة للجسمين، والتعبير عن النسبة بين الكتلتين منها. وبما أننا طوّرنا تعبير التسارع في البند السابق، يمكنك استخدام التعبير وضبط قيمة التسارع على الصفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6522

10.3- جسمان M_1 و M_2 موضوعان على سطحين غير أملسين يميلان بزوايا مختلفة. الجسمان مربوطان ببعضهم البعض بواسطة خيط يمر حول بكرة. بعد تحرير الجسمين من حالة السكون، يتحرك الجسمان M_1 نحو أسفل السطح الأيمن، ويتحرك الجسم M_2 نحو أعلى المستوى الأيسر. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أسفل السطح الأيمن. يتم وصف حركة الجسم $M2$ بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أعلى السطح الأيسر. 	**$a(\mu_K,\alpha,\beta,M_1,M_2,g)$** يجب تطوير تعبير يوضح مقدار تسارع الجسمين كدالة فقط لتسارع الجاذبية g، وزاويتي ميل السطحين α و - β. توجيه: يجب تحديد اتجاه قوى الاحتكاك في الاتجاه المعاكس للحركة.	تعمل أربع قوى على M_1 M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_1- القوة العمودية. F_k- قوة الاحتكاك الحركية. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1Y}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{1X}=M_1\cdot \vec{a}$ تعمل أربع قوى على M_2 M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_2- القوة العمودية. F_k- قوة الاحتكاك الحركية. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2Y}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع. $\Sigma \vec{F}_{2X}=M_2\cdot \vec{a}$	$a=\dfrac{M_1\cdot g\cdot \sin(\beta)-M_2\cdot g\cdot \sin(\alpha)-\mu_K\cdot M_2\cdot g\cdot \cos(\alpha)-\mu_K\cdot M_1\cdot g\cdot \cos(\beta)}{M_1+M_2}$ 1. يصف تعبير التسارع الناتج بشكل عام حالة جسمين يتحركان على مستويين مائلين في زوايا أيًا كانت وعلى أي سطح (مع أو بدون احتكاك). 2. تطوير التعبير للتسارع طويل نسبيًا، أسئلة البجروت تتعامل مع أسئلة أبسط. 3. وبما أن اتجاه قوة الاحتكاك يتعلق باتجاه الحركة (ضد الحركة)، فلا يمكن رسم مخطط القوى وكتابة معادلات الحركة دون معرفة اتجاه الحركة أولاً.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6523

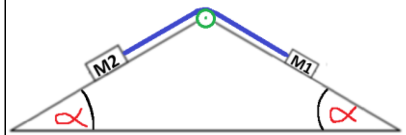
10.4- جسمان M_1 و M_2 موضوعان على سطحين <u>غير أملسين</u> يميلان بزوايا مختلفة. الجسمان مربوطان ببعضهم البعض بواسطة خيط يمر حول بكرة. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أسفل السطح الأيمن. يتم وصف حركة الجسم M2 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أعلى السطح الأيسر.  	$\frac{M_1}{M_2}(\beta, \alpha, g)$ يجب تطوير تعبير للنسبة بين الكتلتين: M_1/M_2 بحيث يتحرك الجسمان بسرعة ثابتة. يتحرك الجسم M1 في منحدر السطح الأيمن ويتحرك الجسم M2 في مرتقى السطح الأيسر. <u>توجيه</u>: لإيجاد النسبة بين الكتلتين بحيث يتحرك فيها الجسمان بسرعة ثابتة، يجب كتابة معادلات الاتّزان للجسمين، والتعبير عن النسبة منها.	<u>تعمل أربع قوى على M_1</u> M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_1- القوة العمودية. F_k- قوة الاحتكاك الحركية. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1Y}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{1X}=0$ <u>تعمل أربع قوى على M_2</u> M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. N_2- القوة العمودية. F_k- قوة الاحتكاك الحركية. في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2Y}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\Sigma \vec{F}_{2X}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\frac{\sin(\alpha)+\mu_K\cdot\cos(\alpha)}{\sin(\beta)-\mu_K\cdot\cos(\beta)}$	1. فإذا كانت منظومة الجسمين متّزنة في اتجاه معين من الحركة، فإنها لن تكون بالضرورة متّزنة في الاتجاه المعاكس. 2. لكي يتحرك الجسمان من حالة السكون يجب أن يكون هناك فرق بسيط بين الكتلتين. بحيث تتغلب مركّبتي الجاذبية على قوى الاحتكاك الساكن القصوى التي تعملها الاسطح على الجسمين. 3. تحليل الأبعاد - الطرف الأيسر ليس له وحدات، ووحدات الطرف الأيمن ليس له وحدات أيضًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6524

10.5- جسمان M_1 و M_2 موضوعان على سطحين غير أملسين يميلان بزوايا مختلفة.

الجسمان مربوطان ببعضهم البعض بواسطة خيط يمر حول بكرة.

يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أسفل السطح الأيمن.

يتم وصف حركة الجسم M2 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أعلى السطح الأيسر.



$$[M2 - M1](\mu_S, \alpha, M_2, M_1)$$

يجب تطوير تعبير للحد الأدنى من الفرق بين الكتلتين اللازم حتى يبدأ الجسمان الحركة من حالة السكون على السطحين. بدلالة زاوية ميل كل من السطحين α، كتلة كل من الجسمين. ومعامل الاحتكاك الساكن μs.

توجيه: يجب رسم مخطط القوى في حالة عتبة الحركة. حيث تكون قوة الاحتكاك الساكن قصوى. وفقًا لذلك، اكتب معادلات الحركة وأوجد أصغر فرق بين الكتلتين.

تعمل أربع قوى على M_1

M_1g - قوة الجاذبية.

T - قوة الشد.

N_1- القوة العمودية.

F_k- قوة الاحتكاك الحركية.

في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتزان.

$$\Sigma \vec{F}_{1Y}=0$$

في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{1X}=M_1\cdot \vec{a}$$

تعمل أربع قوى على M_2

M_2g - قوة الجاذبية.

T - قوة الشد.

N_2- القوة العمودية.

F_k- قوة الاحتكاك الحركية.

في الاتجاه العمودي للسطح: الجسم موجود في وضع اتزان.

$$\Sigma \vec{F}_{2Y}= 0$$

في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع.

$$\Sigma \vec{F}_{2X}=M_2\cdot \vec{a}$$

$$M2 - M1 = \frac{\mu_S \cdot (M_2 + M_1)}{\tan(\alpha)}$$

1. في حالة عتبة الحركة، تعمل أقصى قوة احتكاك ساكن، ولا يزال الجسمان دون حركة.

2. لكي يتحرك الجسمان، يجب أن يكون الفرق بين الكتلتين أكبر من قيمة الفرق بين الكتلتين التي تم الحصول عليها من التعبير. (كلما زادت الكتل، زادت القوة العمودية وزاد الحد الأقصى لقوة الاحتكاك الساكن. مطلوب فرق أكبر في الكتلة).

3. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير وفهمها من المجموعة).

أ- كلما زاد مجموع كتلتي الجسمين، زاد معامل الاحتكاك الساكن. وبالتالي يجب أن يكون الفرق بين الكتلتين أكبر.

ب. كلما كبرت الزاوية α، كلما كانت القوة العمودية المؤثرة على كل من الجسمين أصغر، كلما كان الاحتكاك الساكن الأقصى أصغر. من الأسهل تحريك الجسمين، يلزم وجود فرق أصغر بين الكتلتين. يمكنك أن تلاحظ ذلك من التعبير، فكلما كانت الزاوية أكبر، زادت قيمة tanα، وقيمة الفرق بين الكتلتين أصغر.

ج- الفرق بين الكتلتين المطلوب لا يتعلق بتسارع الجاذبية. قوة الجاذبية لها دور "مزدوج" و "معاكس"، لذلك ليس لها تأثير.
(القوة التي تحرك الجسمين هي قوة الجاذبية، فكلما زاد تسارع الجاذبية، قل الفرق بين الكتلتين المطلوب.
من ناحية أخرى، كلما زاد تسارع الجاذبية، زادت القوة العمودية، وبالتالي زادت قوة الاحتكاك الساكن القصوى. مطلوب فرق أكبر بين الكتلتين.
لذلك فإن فرق الكتلة لا يعتمد على تسارع الجاذبية.)

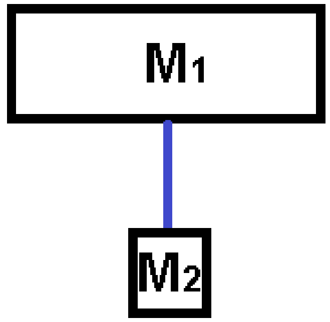
د- عندما تكون زاوية ميل السطحين أصغر، يكون فرق الكتلة المطلوب أكبر، وعندما يكون السطحان أفقيان لا يوجد حل (القسمة على صفر).

هـ- عندما تكون α = 90º، فإن القوة العمودية تساوي صفرًا، وأقصى قوة احتكاك ساكن يساوي صفرًا. الفرق بين الكتلتين المطلوب هو أي فرق أكبر من الصفر. tan (90) يساوي رياضيا اللانهاية. الفرق بين الكتلتين مساوٍ لصفر.

3- من حيث الوحدات وحدات الطرف الأيسر كغم ووحدات الطرف الأيمن كغم.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6525

11- جسمان موصولان بواسطة خيط يتحركان في سقوط حر.

11. جسمان مختلفان M_1 و M_2 موصلان بواسطة خيط، على النحو التالي:  يتحرر الجسمان من حالة السكون ويتحركان معًا تحت تأثير الجاذبية وحدها. توصف حركة الجسمين نسبة لمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.	يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط التي تعمل بين الجسمين أثناء حركتهما إلى أسفل.	تعمل قوتان على M_1 M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. الجسم يتسارع: $\sum \vec{F}_{1y} = M_1 \cdot \vec{a}$ تعمل قوتان على M_2 M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. الجسم يتسارع: $\sum \vec{F}_{2y} = M_2 \cdot \vec{a}$	$T = 0$ أحيانًا تكون النتائج مفاجئة، في الديناميكا عليك رسم مخطط للقوى، وكتابة معادلات الحركة. والتعبير منهم عن التعبير المطلوب. في هذه الحالة، يمكن ملاحظة أنه من معادلات الحركة، يتم الحصول على قوة شد تساوي صفرًا. المنطق.... الجسمان بالفعل موصولان ببعضها البعض، لكنهما لا يُحركان بعضهما البعض. وفي هذه الحالة، إذا انقطع الخيط أثناء السقوط، فلن تتغير حركة الجسمين. وبالتالي فإن قوة التوتر في هذه الحالة تساوي الصفر. (في الفصل الخاص بالجاذبية، يبدو أن رواد الفضاء الموجودين داخل مركبة فضائية تتحرك في حركة قمر اصطناعي يتطايرون (انعدام الجاذبية) على نفس المبدأ)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6526

مسح أسئلة البجروت في موضوع في الديناميكا في خط مستقيم

جسم وحيد في حالة استمرارية

2020,1 – هبوط مركبة على القمر ، معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن، يجب معرفة قوة المحرك من خلال الرسم البياني.

2011,2 - يعمل نابض قوة أفقية على صندوق، بينما يكون الصندوق على وشك الحركة ، ايجاد معامل الاحتكاك الساكن.

1999,3 - بهلواني معلقة على حبال بأشكال مختلفة.

هيئة أجسام بحالة استمرارية

2004,2 - يسحب شخص خيطًا يمر عبر بكرة ثابتة وبكرة متحركة ويتم ربط طرفه بكتلة

جسم وحيد ليس في حالة استمرارية

2020,2 - جسمان موصولان بخيط يتحركان على منحدرين متجاورين

2019,2 - كتلة معلقة تُحرك كتلة موصولة بها بواسطة خيط بمرتقي سطح مائل. معطى جدول السرعة كدالة للزمن.

2016,1 - حركة جسمين ، مع أقسام تبحث بالاحتكاك.

2015,2 – جسم يتحرك في منحدر سطح مائل.

2014,1 – مظلي يقفز من طائرة ، معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

2014,2 – قوة الاحتكاك المؤثرة على السيارة.

2013,2 – السقوط العمودي تحت تأثير الاحتكاك مع الهواء.

2012,2 – يتحرك الجسم بمنحدر سطح مائل غير أملس.

2006,2 – كتلة معلقة تستخدم كمقياس تسارع.

2003,2 – جسم متحرك على سطح مائل غير أملس ، معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن.

1998,3 – كتلة معلقة تعمل كمقياس تسارع.

1997,1 – على الجسم الذي ينزلق بمنحدر سطح مائل، تعمل عليه قوة في اتجاه موازٍ للسطح نحو الأعلى.

1996,2 – جسم معلق بواسطة حبل بجسم آخر يتحرك على سطح أفقي.

1995,2 – تدفع قوة ثابتة جسمين موصولين بحبل على سطح أفقي ، ويتم استبدال القوة بوزن مساوٍ لمقدار القوة.

1995,3 – يتحرك جسم تحت تأثير قوة أفقية فقط (بدون الجاذبية) ، بسرعات ابتدائية مختلفة.

1990 – يتحرك جسم في حركة باليستية تحت تأثير قوة أفقية ثابتة.

1989 – يتم رمي كرة في اتجاه أفقي على سطح مائل أملس.

1987,2 – تؤثر قوة أفقية متغيرة على جسم يتحرك على سطح غير أملس ، بناءً على رسم بياني للتسارع كدالة للقوة.

1986,1 - تؤثر قوة على جسم متحرك، تزداد بوتيرة ثابتة. معطى الرسم البياني للقوة كدانة للزمن.

هيئة متعددة الاجسام ليست بحالة استمرارية

2018,2 – جسمان موصولان بخيط ، أحدهما معلق والآخر يتحرك على سطح مائل.

2017,2 – جسمان موصولان بخيط، أحدهما يتحرك على سطح أفقي والآخر معلق. التركيز على قوى الاحتكاك.

2016,2 – جسمان موصولان بخيط معلقان على بكرة (نظام أتوود).

2010,1 – عربة تتحرك إلى سطح أفقي، مربوطة بسلة معلقة، تحتوي العربة والسلة على كميات مختلفة من الأوزان.

2009,2 – تدفع قوة أفقية جسمين متجاورين على سطح أفقي غير أملس.

2008,3 – جسمان موصولان بخيط ملفوف على بكرة. على أحد الأجسام تعمل قوة خارجية، بدّلنا القوة الخارجية في جسم ثالث له وزن متساوٍ في المقدار والاتجاه للقوة الخارجية.

2007,2 – جسمان، علوي وسفلي، موصولان بخيط، في البداية تعمل قوة خارجية ثابتة على الجزء العلوي من الجسم باتجاه نحو الأعلى، ثم تتوقف القوة الخارجية عن العمل.

2005,3 – جسمان موصولان بواسطة حبل ملفوف حول بكرة.

2005,4 – عُلِّق جسم بواسطة خيط بجسم آخر يتحرك على سطح أفقي، وتؤثر القوة الأفقية على الجسم المتحرك على السطح.

2002,2 – جسم معلق موصول بواسطة خيط بجسم يتحرك على سطح أفقي أملس.

2001,3 – جسم يتكون من صندوقين متطابقين موصولان بواسطة خيط بصندوق ثالث شبيه لهما ومعلق.

1999,2 – جسمان موصولان بواسطة حبل مربوط على بكرة. يعمل شخص قوة على إحدى الجسمين.

1993,2 – تم ربط جسمين بحبل مربوط على بكرة، وعلقنا جسمًا ثالثًا.

1991,1 – جسمان موصولان بحبل مربوط على بكرة ويتحركان على سطح مائل.

1988,3 – جسم معلق مربوط بواسطة حبل بجسم كبير متحرك على سطح مائل، وعلى الجسم الكبير ملقى جسم صغير.

1982,16 – جسم معلق موصول بواسطة حبل بعربة متحركة على سطح أفقي. بالإضافة إلى قوة التوتر تعمل على العربة قوة ثابتة لمدة 3 ثوانٍ.

الوزن الوهمي

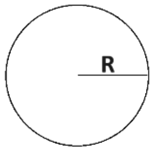
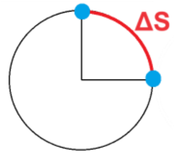
2015,3 – رسم بياني لقراءة الميزان كدالة للزمن.

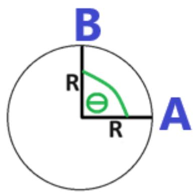
2008,2 – يتم وصف حركة المصعد باستخدام رسم بياني للسرعة كدالة للزمن. السؤال يبحث بالوزن الوهمي.

1992,1 – معطى رسم بياني للسرعة كدالة للزمن للمصعد، معطى قيمة تعرض الوزن في قسم واحد، يجب إيجاد قيمة الوزن الوهمي في جميع أقسام الحركة الأخرى.

ملخص فسيفسائى الحركة الدائرية المنتظمة

تلخيص فسيفسائى - الحركة الدائرية المنتظمة - التعاريف، النقاط البارزة وملاحظات، أمثلة، سريان المفعول وكيف توصلنا

الحركة الدائرية (Cube-21)	عندما يتحرك الجسم على بعد ثابت من نقطة معينة (نقطة مركز الدوران) تسمى حركته حركة دائرية.
حركة دائرية منتظمة **(Cube-21)**	تسمى الحركة الدائرية التي تتغير فيها سرعة الجسم في الاتجاه فقط ولا يتغير مقدارها بالحركة الدائرية المنتظمة.
نصف قطر الدوران (Cube-21)	يصف نصف قطر الدوران البعد بين نقطة مركز الدوران والجسم. نرمز لنصف قطر الدوران بـ R بوحدات الأمتار [m]، يتم وصف نصف قطر الدوران في الشكل التالي: 
طول القوس (Cube-21)	طول القوس هو مقدار عددي يصف طول القطعة في الحركة الدائرية التي يتحرك بها الجسم. يُشار إلى طول القوس بالرمز ΔS ويتم قياسه بوحدات المتر [m]. غالبًا ما يتم التعبير عن طول القوس كدالة لنصف قطر الحركة الدائرية. مثال: يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة في مسار دائري نصف قطره 5 أمتار. يتحرك الجسم على طول قوس يساوي ربع طول المسار الدائري. كما هو موضح في الشكل التالي:  نحسب طول القوس الذي يتحرك على طوله الجسم: $\Delta S=\frac{2\cdot\pi\cdot R}{4}=\frac{2\cdot\pi\cdot 5}{4}=7.85m$ يمكن استخدام تعبير طول القوس في أي حركة دائرية.

زمن الدورة (Cube-21)	زمن الدورة هو مقدار عددي يصف الزمن الذي يمر من لحظة بدء الحركة حتى يكمل الجسم دورة واحدة كاملة. يُشار إلى زمن الدورة بالرمز **T** ويتم قياسه بوحدة الثانية [s]. مثال: زمن دورة حركة الأرض حول الشمس 365 يومًا تقريبًا. لا يمكن استخدام زمن الدورة إلا للحركة الدائرية المنتظمة ولا ينطبق على الحركة الدائرية متغيرة السرعة.
التردد (Cube-21)	يصف التردد عدد الدورات التي يكملها الجسم في ثانية واحدة. يُشار إلى التردد بالرمز **f** ويتم تعريفه بواسطة: $\boxed{f=\frac{1}{T}}$ من تعريف التردد، وحدات التردد هي أجزاء من الثانية أو باختصار الهيرتز [HZ]. مثال: يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، زمن دورة حركته 0.1 ثانية. احسب تردده $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0.1}=10Hz$ وبالتالي فإن الجسم يقوم بـ 10 دورات في الثانية. يمكن استخدام التردد لأي حركة دورية.
الزاوية المركزية (Cube-21)	الزاوية المركزية هي الزاوية بين نصفي قطرين في الدائرة، ويرمز لها بالرمز **ϴ**. 1. تستخدم الزاوية المركزية لوصف موقع الجسم المتحرك في حركة دائرية. 2. يتم قياس الزاوية المركزية بوحدات الدرجات أو وحدات الراديان. (يتم شرح الراديان في الفقرة التالية). مثال: يتحرك جسم من النقطة A إلى النقطة B كما هو موضح في الشكل، قيمة التغير في الزاوية المركزية في هذه الحركة هي 90 درجة.  يمكن استخدام الزاوية المركزية لأي حركة دائرية.

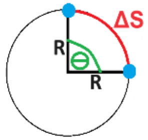
راديان

(Cube-21)

الراديان هو وسيلة لقياس الزاوية المركزية باستخدام قيمة بدون وحدة.
يتم تحديد قيمة الزاوية المركزية بالراديان وفقًا للنسبة بين طول القوس (الذي يتحرك على طوله الجسم) ونصف قطر الدوران:

$$\boxed{\theta = \frac{\Delta S}{R}}$$

على سبيل المثال: يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، في مسار دائري نصف قطره 5 أمتار، على طول قوس طوله 7.85 متر. (ربع الدائرة) كما هو موضح في الشكل التالي:



نحسب قيمة الزاوية المركزية بالراديان:

$$\theta = \frac{\Delta S}{R} = \frac{7.85}{5} = 1.57_{RAD}$$

الزاوية التي قيمتها 90 درجة تساوي زاوية 1.57 راديان.

يتم تعريف الزاوية المركزية بالراديان على أنها النسبة بين طول القوس ونصف القطر، وبالتالي فهي كمية لا وحدة لها.
عندما يتم وصف الزاوية بالراديان، فمن المعتاد وصف وحدات الزاوية المركزية بالرمز RAD

وبحسب تعريف الزاوية بالراديان يمكن تطوير العلاقة بين الزاوية بالدرجات والزاوية بالراديان، وسنصف الزاوية المركزية بالراديان في حالة الدائرة الكاملة (زاوية مركزية مقدارها 360 درجة)

$$\theta = \frac{\Delta S}{R} = \frac{2\cdot\pi\cdot R}{R} = 2\cdot\pi_{RAD}$$

ولذلك فإن 360 درجة بالراديان تساوي 2π الراديان، وهو 6.28.

180 درجة بالراديان تساوي π راديان, أي 3.14 .

90 درجة بالراديان تساوي $\frac{\pi}{2}$ راديان, أي 1.57.

بما أن قيمة الزاوية الموصوفة بالراديان هي قيمة بدون وحدات، فيمكن ضرب قيمة الزاوية بأي كمية فيزيائية.
لا يمكن استخدام وصف الزاوية بالدرجات إلا إذا كانت الزاوية ضمن إحدى الدوال المثلثية.

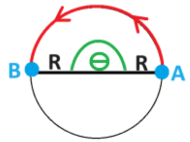
<table>
<tr>
<td>سرعة خطية
(Cube-21)</td>
<td>

تصف السرعة الخطية وتيرة تغير موقع الجسم أثناء حركته على طول القوس الدائري. وتتناسب تناسبًا طرديًا على مسافة تقدم الجسم على طول القوس وعكسيا على زمن حركة الجسم على طول القوس.

$$\boxed{V=\frac{\Delta S}{\Delta t}}$$

من تعريف سرعة الخطية يتم قياس سرعة الخطية بوحدات متر في الثانية.
السرعة الخطية تشبه تعريف السرعة العادية، فبدلاً من الأخذ بالحسبان إزاحة الحركة، نأخذ بالحسبان مسافة المسار الذي يسلكه الجسم على طول قوس الدائرة.

مثال: يتحرك جسم في مسار دائري نصف قطره 5 أمتار على طول نصف دائرة من النقطة A إلى النقطة B ، كما هو موضح في الشكل التالي:



يتحرك الجسم لمدة 4 ثواني، احسب السرعة الخطية للجسم:

$$V=\frac{\Delta S}{\Delta t}=\frac{\frac{2\cdot\pi\cdot R}{2}}{4}=\frac{2\cdot\pi\cdot R}{8}=\frac{2\cdot\pi\cdot 5}{8}=\frac{31.41}{8}=3.92\,\frac{m}{s}$$

في كل ثانية يتحرك الجسم على طول القوس بمقدار 3.92 مترًا.
يمكن استخدام تعبير السرعة الخطية في أي حركة دائرية.

</td>
</tr>
<tr>
<td>سرعة زاوية
(Cube-21)</td>
<td>

تصف السرعة الزاوية وتيرة التغير في الزاوية المركزية. وتتناسب طرديًا مع مقدار تغير الزاوية وعكسيا مع زمن التغير في الزاوية المركزية:

$$\boxed{\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}}$$

من تعريف السرعة الزاوية، وحدات السرعة الزاوية هي راديان في الثانية.
تصف الزاوية المركزية موقع الجسم، وبالتالي فإن وتيرة التغير في الزاوية المركزية يسمى السرعة الزاوية.

مثال: نحسب السرعة الزاوية لجسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة على طول نصف دائرة (التغير في الزاوية المركزية هو 180 درجة، وهو π راديان)، لمدة 4 ثوان

$$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{\pi}{4}=\frac{3.14}{4}=0.785\,\frac{RAD}{s}$$

يمكن استخدام تعبير السرعة الزاوية في أي حركة دائرية.

</td>
</tr>
</table>

علاقة السرعة الزاوية بزمن الدورة (Cube-21)	التعبير عن السرعة الزاوية كدالة لزمن الدورة. $$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$$ يمكن تطوير التعبير باستخدام تعريف السرعة الزاوية في حالة الدورة الكاملة، ويكون التغير في الزاوية المركزية 360 درجة أو 2π راديان لمدة T ثانية. $$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$$ مثال: جسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة يكمل دورة كاملة بمدة 10 ثواني، احسب سرعته الزاوية: $$\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \frac{2\cdot\pi}{10} = \frac{6.28}{10} = 0.628\frac{Rad}{s}$$ لا يمكن استخدام التعبير عن السرعة الزاوية كدالة لزمن الدورة إلا في حركة دائرية منتظمة. (زمن الدورة ليس له معنى في الحركة الدائرية غير المنتظمة).
علاقة السرعة الخطية بالسرعة الزاوية (Cube-21)	العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية هي: $$\boxed{V = \omega\cdot R}$$ يظهر هذا التعبير في ملحق قوانين البجروت. يمكن تطوير التعبير من تعريف السرعة الخطية في دائرة كاملة وبمساعدة تعبير السرعة الزاوية: $$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2\cdot\pi\cdot R}{T} = \frac{2\cdot\pi}{T}\cdot R \Rightarrow V = \omega\cdot R$$ مثال: جسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره 5 أمتار. وتبلغ سرعتها الزاوية 0.785 راديان في الثانية. احسب سرعته الخطية: $$V = \omega\cdot R = 0.785\cdot 5 = 3.92\frac{m}{s}$$ يمكن أيضًا استخدام السرعة الخطية والزاوية في حركة دائرية غير منتظمة.

التسارع المركزي (التسارع الراديالي) (Cube-21)

في أي حركة دائرية هناك تسارع نحو مركز الدوران يسمى التسارع المركزي.

يتعلق مقدار التسارع المركزي على سرعة الجسم (الخطية أو الزاويّة) ونصف قطر المدار.

التعبير عن التسارع المركزي هو:

$$\boxed{a_R = \frac{V^2}{R} = \omega^2 \cdot R}$$

يمكن تطوير تعبير التسارع الراديالي بطريقة هندسية بمساعدة تشابه المثلثات. (موجود بالكيوب 21).

1. يصف التسارع وتيرة التغير في سرعة الجسم من ناحيتين، وتيرة التغير في مقدار السرعة ووتيرة التغير في اتجاه الحركة.

وبناء على ذلك، تم تحديد مركبتين للتسارع:

أ. التسارع المماسّي - مركب التسارع الذي يصف وتيرة التغير في مقدار السرعة.

ب. التسارع المركزي - مركب التسارع الذي يصف وتيرة التغير في اتجاه الحركة.

2. في الحركة الدائرية الثابتة، لا يتغير مقدار سرعة الجسم - ولا يوجد تسارع مماسّي. تتغير سرعة الجسم في الاتجاه فقط، فللجسم تسارع مركزي فقط.
يصف هذا التعبير مقدار التسارع المركزي بدلالة سرعة الجسم ونصف قطر المدار.

3. في الحركة الدائرية غير المنتظمة، تتغير سرعة الجسم من حيث المقدار والاتجاه، ويكون للجسم تسارع مماسّي بالإضافة إلى تسارع نحو المركز. تسارع الجسم في هذه الحالة يساوي المجموع المتجه لمركبة التسارع المركزي والتسارع المماسّي.

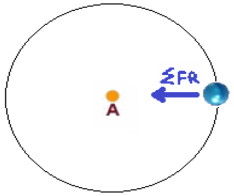
4. من خلال التعبير، من الممكن حساب مقدار التسارع الراديالي فقط، ويكون اتجاه التسارع الراديالي نحو نقطة مركزية الدوران.

5. إن تعبير التسارع الراديالي موجود في ملحق القوانين، ولا داعي لتطويره.

مثال: جسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره 5 أمتار. وسرعته الزاوية 0.785 راديان في الثانية. احسب تسارع الجاذبية المركزي.

$$a_R = \omega^2 \cdot R = 0.785^2 \cdot 5 = 3.08\,\frac{m}{s^2}$$

يمكن أيضًا استخدام تعبير التسارع الشعاعي عندما يتحرك الجسم بحركة دائرية غير منتظمة.

القوة المركزية (القوة الجاذبة نحو المركز) (Cube-22)	القوة الجاذبة المركزية هي القوة التي تجعل الجسم يغير اتجاه حركته وبالتالي يتحرك في حركة دائرية منتظمة. ويمكن القول أن قوة الجذب المركزي هي القوة المسببة لتسارع الجذب المركزي، وفقا لقانون نيوتن الثاني. ويوضح الشكل التالي قوة الجذب المركزية المؤثرة على الجسم باتجاه مركز الدوران.  وفقًا للقانون الثاني لنيوتن، من ضرب تعبير التسارع المركزي (الراديالي) في كتلة الجسم، يتم الحصول على معادلة الحركة الدائرية: $$\boxed{\sum F_R = m \cdot \frac{V^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R}$$ 1. يمكن أن تكون القوة الجاذبة المركزية أحد مركبات القوة أو محصلة القوى. 2. لتحديد قوة الجذب المركزي، يجب عليك أولاً تحديد مستوى الحركة، واعتمادًا على مستوى الحركة، تحديد نقطة مركز الدوران. القوة الجاذبة المركزية هي القوة المؤثرة باتجاه نقطة مركز الدوران في أي لحظة أثناء حركة الجسم. 3. يتم تعريف معادلة القوة الجاذبة المركزية باستخدام قانون نيوتن الثاني ولذلك تسمى معادلة الحركة الدائرية. بمساعدة معادلة الحركة الدائرية، يمكن تطوير أي تعبير مطلوب تقريبًا بالحركة الدائرية. 4. باستخدام معادلة الحركة الدائرية يمكن حساب القوة الجاذبة المركزية حسب السرعة الخطية أو السرعة الزاوية حسب المعطيات الموجودة في السؤال. مثال: جسم كتلته 2 كغم يتحرك في حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره 5 أمتار، وسرعته الزاوية 0.785 راديان في الثانية. $$\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R = 2 \cdot 0.785^2 \cdot 5 = 6.16N$$ يمكن أيضًا استخدام معادلة الحركة الدائرية في الحركة الدائرية غير الدورية.

ممارسات الحركة الدائرية المنتظمة - بناءً على أسئلة البجروت

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

1. في كل حركة دائرية يتغير اتجاه الحركة، لذلك في كل حركة دائرية تؤثر قوة جذب مركزية. لا توجد حركة دائرية لا تؤثر فيها القوة الجاذبة المركزية.
2. تحديد القوة الجاذبة المركزية أمر بالغ الأهمية لكتابة معادلة الحركة الدائرية الصحيحة.
3. لمعرفة من هي القوة الجاذبة المركزية، عليك أولاً تحديد مستوى الدوران وبالتالي نقطة مركز الدوران. بعد ذلك، ينبغي رسم مخطط القوى المؤثرة.

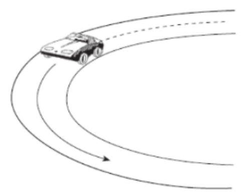
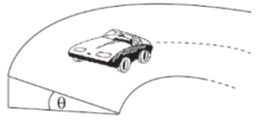
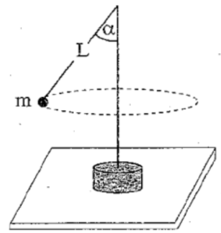
   القوة المؤثرة في اتجاه نقطة مركز الدوران هي قوة الجذب المركزي (يمكن أن تكون: القوة، أو مركب القوة، أو محصلة القوى).
4. حسب معرفة القوة الجاذبة المركزية يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية حسب السرعة الخطية أو السرعة الزاوية:

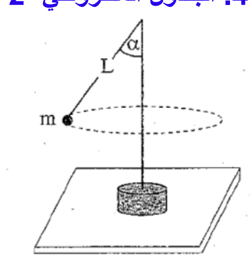
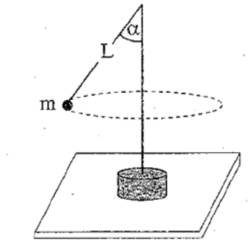
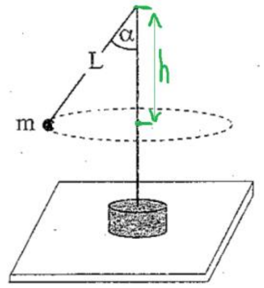
$$\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R \qquad\qquad \Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{R}$$

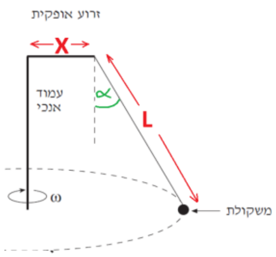
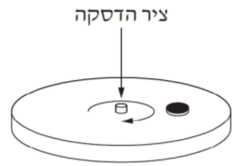
5. بعد كتابة معادلة الحركة الدائرية، من الممكن عادة تطوير التعبير اللازم بمساعدة العمليات الجبرية على معادلات الحركة.
6. إذا لم يمكن استنباط التعبير اللازم من معادلات الحركة فقط (يظهر الارتفاع في التعبير المطلوب ولا يوجد ارتفاع في معادلات الحركة، أو أن من معادلة الحركة ينتج تعبيراً فيه tan ونحتاج إلى التعبير مع cos) في مثل هذه الحالات، بالإضافة إلى معادلات الحركة، يجب أيضًا كتابة معادلة هندسية. يتم الحصول على التعبير اللازم من معادلة الحركة والمعادلة الهندسية.

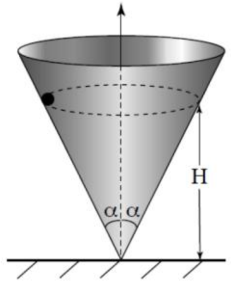
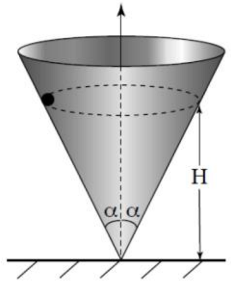
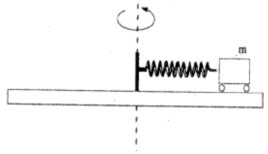
مواضيع التدريب:

الحركة الدائرية المنتظمة التي ظهرت في أسئلة البجروت في السنوات الماضية.

	التعبير المطلوب تطويره	قوة الجذب المركزي والمعادلات الهامة	التعبير المطوّر	ملاحظات هامة	رابط لتحليل التعبير
1. تتحرك السيارة على طريق دائري أفقي غير أملس. 	$V_{max}(\mu_s,R)$ السرعة القصوى التي يمكن للسيارة أن تتحرك بها على طريق دائري معين.	قوة الجذب المركزية هي قوة الاحتكاك الساكن. 1. معادلة الحركة الدائرية ، عند عتبة الحركة $\Sigma F_R = \frac{m\cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الحركة في الاتجاه العمودي على الطريق.	$V_{max} = \sqrt{R\cdot\mu_s\cdot g}$	لإيجاد السعة القصوى، يجب التطرق إلى الحالة التي يكون بها الجسم على وشك الحركة - حيث تكون قوة الجذب المركزية هي قوة الاحتكاك الساكنة القصوى عندما "تُقذف" السيارة نحو الخارج فهي في الواقع تتحرك فقط في خط مستقيم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292
2. سيارة تتحرك على الطريق دائري مائل أملس 	$V(\theta,R)$ السرعة المناسبة لنصف قطر الطريق الذي تتحرك عليه السيارة.	قوة الجذب المركزية هي مركبة القوة العموديّة N_x. 1. معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = \frac{m\cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الاتّزان في الاتجاه العمودي على الطريق.	$V = \sqrt{\tan(\theta)\cdot g\cdot R}$	القوة العمودية في هذه الحالة أكبر من قوة الجاذبية، على عكس حالة الجسم الموضوع على سطح مائل، أو يتحرك لأعلى أو لأسفل السطح المائل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6681
3. البندول المخروطي-1 	$T(\alpha)$ زمن الدوران بدلالة زاوية ميل الخيط. **توجيه:** عند كتابة معادلة الحركة الدائرية، يجب التمييز بين قوة الشد T وزمن الدورة T.	قوة الجذب المركزية مركّب الشد بالخيط T_x. 1. معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ 2. معادلة الاتّزان في الاتجاه العمودي.	$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{R}{g\cdot\tan(\alpha)}}$	في تعبير زمن الدورة، تكون زاوية ميل الخيط داخل دالة الظل، وبالتالي فإن زاوية ميل الخيط لا يمكن أن تكون 90 درجة رياضيًا. فيزيائياً، عندما تكون زاوية ميل الخيط 90 درجة، لا يكون لقوة الشد مركب في الاتجاه الرأسي يقابل قوة الجاذبية الأرضية، فلا يستطيع الجسم الاتّزان في الاتجاه الرأسي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6682

4. البندول المخروطي -2 	$V(\alpha)$ السرعة بدلالة زاوية ميل الخيط.	قوة الجذب المركزية مركّب الشد بالخيط T_x. 1.معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R=\frac{m\cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الاتّزان في الاتجاه العمودي.	$V=\sqrt{\tan(\alpha)\cdot g\cdot R}$	لا يمكن أن تكون زاوية ميل الخيط 90 درجة بالضبط. من التعبير الرياضي، إذا كانت الزاوية قريبة من 90 درجة، فإن السرعة تصل إلى ما لا نهاية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6683
5. البندول المخروطي -3 	f_{min} أصغر تردّد لحركة دائرية منتظمة.	قوة الجذب المركزية مركّب الشد بالخيط T_x. 1. معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R=m\cdot\omega^2\cdot R$ 2. معادلة الاستمرارية في الاتجاه العمودي. 3. معادلة هندسية	$f_{min}=\sqrt{\frac{g}{4\cdot\pi^2\cdot L}}$	1. بتردد دوراني صغير جدا – سوف يتحرك الجسم في حركة غير منتظمة. لذلك، هناك حد أدنى للتردد لوجود حركة دائرية منتظمة. 2. يتعلق التعبير للحد الأدنى للتردد فقط على طول الخيط.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6684
6. البندول المخروطي -4 	$h(f)$ بُعد مستوى الدوران عن نقطة التعليق بدلالة طول الخيط والتردد.	قوة الجذب المركزية لمركبة الشد بالخيط T_x. 1.معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R=m\cdot\omega^2\cdot R$ 2. معادلة الاستمرارية في الاتجاه العمودي. 3. معادلتان هندسيتان.	$h=\frac{g}{4\cdot\pi^2\cdot f^2}$	h- ارتفاع الجسم تحت نقطة توصيل الخيط لا يتعلق ذلك بطول الخيط، نتيجة مفاجأة! هذا الارتفاع يتعلق فقط في التردد والزاوية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6690

.7 بندول مخروطي مع ذراع أفقي. . 	$V(\alpha,X,L)$ السرعة بدلالة زاوية ميل الخيط، طول الذراع هو X وطول الخيط L.	قوة الجذب المركزية قوة الاحتكاك الساكنة .1معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = \frac{m\cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الاتّزان في الاتجاه العمودي للقرص. 3. معادلات هندسية.	$V = \sqrt{\tan(\alpha)\cdot g\cdot (X + L\cdot \sin(\alpha))}$ لا تؤثر إضافة الذراع الأفقي على السرعة الزاوية (أو زمن الدورة) يسبّب الذراع زيادة في محيط المسار ولأن زمن الدورة لا يتغير، تزداد السرعة الخطية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6685
.8 قطعة نقديّة معدنية موضوعة على قرص دوار-1. -1. 	$V_{max}(\mu_s,R)$ السرعة القصوى التي يمكن أن تتحرك بها القطعة النقدية على القرص.	قوة الجذب المركزية قوة الاحتكاك الساكنة .1معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = \frac{m\cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الاتّزان في الاتجاه العمودي للقرص.	$V_{max} = \sqrt{R\cdot \mu_s \cdot g}$ .1لإيجاد السرعة القصوى، نتطرق الى الحالة التي يكون فيها الجسم على وشك الحركة. الحالة التي تكون فيها قوة الاحتكاك هي أقصى قوة احتكاك ساكنة. 2. التعبير كلما ابتعدت القطعة النقدية عن المحور، زادت سرعتها القصوى. .	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6686
.9 قطعة نقديّة معدنية موضوعة على قرص دوار-2. -2. 	$f_{max}(\mu_s,R)$ الحد الأقصى للتردّد الذي يمكن أن تتحرك به القطعة النقدية على القرص.	قوة الجذب المركزية قوة الاحتكاك الساكنة .1معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = m\cdot \omega^2\cdot R$ 2. معادلة الاستمرارية في الاتجاه العمودي للقرص.	$f_{max} = \sqrt{\frac{\mu_s\cdot g}{4\cdot \pi^2\cdot R}}$ .1لإيجاد الحد الأقصى للتردد، نتطرق الى عتبة الحركة (اللحظة التي يكون فيها الجسم على وشك الحركة). .2كلما تم وضع القطعة النقدية بعيدا عن المحور، كلما قلّ التردد الاقصى.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6687

10. تتحرك خرزة في حركة دائرية داخل مخروط أملس. 	H(V,α) ارتفاع الخرزة H كدالة للسرعة V بدلالة الزاوية α.	القوة الجاذبة المركزية هي مركبة القوة العمودية NX. 1.معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الاتزان في الاتجاه العمودي على الجدار المخروطي. 3. معادلة هندسية.	$H = \frac{V^2}{g}$	1. من التعبير يمكن أن نلاحظ أنه عندما تزيد السرعة بمقدار 2 مرات، يزداد الارتفاع بمقدار 4 مرات. 2. ارتفاع مستوى الحركة لا يتعلق بالزاوية α. إذا تحركت الخرزة داخل المخروط بزوايا رأس مختلفة، بنفس السرعة – ستتحرك الخرزة في جميع الحالات في نفس الارتفاع! 3. ارتفاع مستوى الحركة لا يتعلق على كتلة الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6688
11. تتحرك خرزة في حركة دائرية داخل مخروط أملس. 	R(V,α) نصف قطر المسار بدلالة السرعة V و الزاوية α.	القوة الجاذبة المركزية هي مركبة القوة العمودية NX. 1.معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R}$ 2. معادلة الاتزان في الاتجاه العمودي على الجدار المخروطي. 3. معادلة هندسية.	$R = \frac{V^2 \cdot \tan(\alpha)}{g}$	1. عندما تزيد السرعة مرتين، يزداد نصف قطر المسار بمقدار 4 مرات. 2. يتعلق نصف قطر الدوران على الزاوية α. إذا تحركت الخرزة داخل المخروط بزوايا رأس مختلفة، فستتحرك لخرزة في جميع الحالات في أنصاف أقطار مسار مختلفة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6689
12. تتحرك عربة بحركة دائرية على سكة موصولة بطاولة دوارة 	R(K,L,m,f) نصف قطر المسار كدالة لثابت النابض - K. طول النابض L، وكتلة العربة - m، وتردد الدوران - f.	القوة الجاذبة المركزية قوة النابض 1. معادلة الحركة الدائرية. $\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R$ 2. معادلة الاتزان في الاتجاه العمودي على سطح الطاولة.	$R = \frac{K \cdot L}{K - m \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2}$	لا يمكن أن تكون قيمة نصف القطر صفرًا أو سالبة، لذلك يمكن التعبير عن الحد الأدنى للتردد من التعبير الموجود في المقام.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3292&chapterid=6691

مسح أسئلة البجروت في موضوع الحركة الدائرية

حركة دائرية منتظمة

2022,3- يتم وضع طاولة على سطح أفقي دوّار، على سطح الطاولة ملقى جسم معلّق به سلة.

2020,3 – تتحرك خمس سيارات حول دوار، السرعة القصوى وزمن الحركة النسبي.

2019,3 – جهاز في مدينة ملاهي ، يتشبث رجل داخل وعاء اسطواني على ظهره و "يبقى معلقًا في الهواء".

2012,5 - يتم وضع عملة معدنية على قرص دائري، وهناك بعد أقصى من المحور بحيث لا ينزلق من القرص.

2006,4 – حساب الحد الأقصى للسرعة الممكنة لسيارة متحركة في مسار أفقي غير أملس وفي مسار مائل أملس.

2000,2- حساب السرعة القصوى الممكنة لسيارة تسير على مسار دائري أفقي غير أملس. وعلى مسار أملس مائل.

1985,19 – جسم موضوع في أنبوب مائل غير أملس، موصول بمحور دوران. إيجاد أصغر سرعة زاوية للأنبوب بحيث ينفصل الجسم عن مكانه.

1983,18 – حركة دائرية (קרוסלה)، إيجاد أقصى تردد بحيث لا تزيد بعد الكراسي عن محور الدوران عن 3 أمتار. بعد ذلك، طرح سؤال حول الحركة الباليستية للكرة التي تم إطلاقها من يدي صبي جالس في الدائري (קרוסלה).

حركة دائرية منتظمة نصف قطر المسار يتعلق بمقدار السرعة

2010,2 – تتحرك خرزة داخل مخروط، وكلما زادت سرعة الخرزة زاد نصف قطر مسار حركتها، وزاد الارتفاع.

2009,3 – البندول المخروطي، يتكون من كرة صغيرة موصولة بخيط بعمود يدور، زيادة تردد الدوران يؤدي لزيادة نصف قطر الدوران ، وزيادة زاوية ميل الخيط.

2004,3 – ثقل مربوط بخيط موصول بعمود عمودي دوّار له ذراع أفقية. زيادة السرعة الزاوية يؤدي إلى زيادة زاوية ميل الخيط.

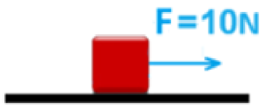
1997,2 – يوجد شخص داخل جهاز مربوط بخيط إلى حامل دوّار عمودي له ذراع أفقية. الوزن الوهمي.

1992,4 – عربة تتحرك في اتجاه شعاعي على سكة ملساء ملقاة على طاولة تدور، العربة موصولة بنابض موصول بمحور. حساب تردد دوران الطاولة الذي تتجاوز فيه العربة حدود الطاولة.

1991,4 - البندول المخروطي، علاقة جيب التمام (cos) بزاوية ميل الخيط وبطول الخيط وتردد الدوران.

تلخيص فسيفسائى كمية الحركة وحفظها

تلخيص فسيفسائى كمية الحركة وحفظها - التعاريف، النقاط البارزة وملاحظات، أمثلة، سريان المفعول وكيف توصلنا

الدفع (Cube-23)	الدفع هو متجه مساوٍ لحاصل ضرب القوة المؤثرة على الجسم بزمن تأثير القوة. $\boxed{\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t}$ من تعريف الدفع، وحدات كمية الدفع هي نيوتن ضرب الثانية [N·S]. يتناسب الدفع تناسبًا طرديًا مع القوة المؤثرة على الجسم وتناسبًا طرديًا على زمن التأثير. 1. الدفع هو مقدار متجه، وله قيمة واتجاه. ومن تعريف الدفع، فإن اتجاه الدفع هو في اتجاه القوة المؤثرة على الجسم. 2. عندما تعمل عدة قوى على الجسم - فإن الدفع المحصل يساوي مجموع كميات دفع القوى المؤثرة. إذا كانت القوى تؤثر في نفس زمن الحركة، فإن الدفع المحصل يساوي أيضًا دفع القوة المحصلة. مثال: جسم يستقر على سطح أملس، تؤثر قوة على الجسم لمدة 4 ثواني، مقدار القوة 10 نيوتن واتجاهها نحو اليمين، كما هو موضح في الشكل التالي:  نحسب مقدار الدفع الذي تؤثر به القوة على الجسم: $J = F \cdot \Delta t = 10 \cdot 4 = 40N \cdot S$ اتجاه الدفع المؤثر على الجسم هو نفس اتجاه القوة إلى اليمين. يمكن استخدام تعريف الدفع لأي قوة..

كمية الحركة (Cube-23)	كمية الحركة هو متجه مساوٍ لحاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته. $\boxed{\vec{P} = m \cdot \vec{V}}$ ومن تعريف الدفع، فإن وحدة كمية الدفع هي كغم ضرب متر مقسوم على ثانية $[\frac{kg \cdot m}{s}]$. (هذه الوحدة تعادل وحدة النيوتن في الثانية [N·S]). منطقيا، كمية الحركة تتناسب طرديًا مع كتلة الجسم وتتناسب طرديًا مع سرعته. 1. يصف متجه كمية الدفع خاصية الجسم (مثل الكتلة واللون والسرعة)، ويصف كمية الحركة مقدار حركة الجسم. 2. كمية الحركة هو متجه له قيمة وله اتجاه، فمن تعريف كمية الحركة فإن اتجاه كمية الحركة باتجاه متجه السرعة (اتجاه الحركة). مثال: جسم كتلته 3 كغم يتحرك بسرعة 4 أمتار في الثانية إلى اليسار، احسب كمية حركة الجسم: $P = m \cdot V = 3 \cdot 4 = 12\frac{kg \cdot m}{s}$ اتجاه كمية الحركة هو باتجاه الحركة إلى اليسار. يمكن استخدام تعريف كمية الحركة لأي جسم متحرك.

قانون الدفع وكمية الحركة

(Cube-23)

قانون الدفع وكمية الحركة عبارة عن معادلة متجهة تنص على أن المتجه الدفع المؤثر على الجسم يساوي متجه تغير كمية حركة الجسم.

$$\boxed{\vec{J}_{\text{כולל}} = \Delta\vec{P}}$$

يمكن تطوير قانون الدفع وكمية الحركة من قانون نيوتن الثاني باستخدام تعريف التسارع.

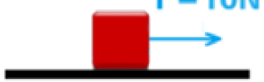
1. يصف قانون الدفع وكمية الحركة التغير في كمية الحركة للجسم نتيجة تأثير دفع عليه.

يصف القانون علاقة بين المسبب والنتيجة (على غرار قانون نيوتن الثاني).

2. من قانون الدفع وكمية الحركة، فإن اتجاه الدفع هو اتجاه تغير كمية حركة الجسم.

3. عندما تؤثر عدة قوى على الجسم، يجب أن يؤخذ الدفع المحصل بعين الاعتبار.

مثال: جسم كتلته 3 كغم مُلقى على سطح أملس، في لحظة معينة تؤثر على الجسم قوة مقدارها 10 نيوتن وتتجه نحو اليمين، كما هو موضح في الشكل التالي:



تؤثر القوة لمدة 4 ثوانٍ. احسب سرعة الجسم عند نهاية تأثير القوة باستخدام قانون الدفع وكمية الحركة:

$$J = \Delta P$$

$$F \cdot \Delta t = P - P_0$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot V - m \cdot V_0$$

$$V = \frac{F \cdot \Delta t + m \cdot V_0}{m} = \frac{10 \cdot 4 + 3 \cdot 0}{3} = \frac{40}{3} = 13.33\,\frac{m}{s}$$

باستخدام معادلة الدفع وكمية الحركة، بعد مرور 4 ثوانٍ من تأثير القوة، تكون سرعة الجسم 13.33 مترًا في الثانية.

قانون الدفع وكمية الحركة دائمًا صحيح.

حفظ كمية الحركة

(Cube-24)

القوى الداخلية - القوى الداخلية هي القوى المتبادلة بين الأجسام أي القوى التي تؤثر بها الأجسام على بعضها البعض.

على سبيل المثال: يوضح الشكل التالي القوى التي يؤثر بها جسمان مصطدمان على بعضهما البعض أثناء الاصطدام.

عند لحظة الاصطدام، يؤثر الجسم 1 بقوة $F_{1,2}$ على الجسم 2 إلى اليمين، ويؤثر الجسم 2 بقوة $F_{2,1}$ على الجسم 1 إلى اليسار. وتسمى هاتان القوتان بالقوى الداخلية.

القوى الداخلية هي زوج القوى التي يتعامل معها قانون نيوتن الثالث.

حفظ كمية الحركة - في حالة خاصة حيث تتأثر حركة الأجسام فقط بالقوى الداخلية، لا يتغير المجموع المتجه لكمية حركة الجسمين المصطدمين. في مثل هذه الحالة من الشائع القول بأن كمية الحركة تُحفظ ويتحقق:

$$\boxed{m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2 = m_1 \cdot \vec{U}_1 + m_2 \cdot \vec{U}_2}$$

يمكن تطوير معادلة حفظ كمية الحركة من القانون الثالث لنيوتن - أثناء الاصطدام تؤثر الأجسام على بعضها البعض بقوى متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه، إذا وصفنا كل من هذه القوى باستخدام القانون الثاني لنيوتن وتعريف التسارع، وبعد المزيد من العمليات الجبرية يمكننا الحصول على معادلة حفظ كمية الحركة.

1. هناك حالات مختلفة من الأحداث التي يتم فيها حفظ كمية الحركة، مثل: الاصطدامات، والارتداد، والانفجارات، وغيرها.
في جميع الأحداث التي يتحقق فيها حفظ كمية الحركة، تتأثر حركة الأجسام فقط بالقوى الداخلية، وهي القوى التي تؤثر بها الأجسام على بعضها البعض.

2. في جميع الحالات التي يتم فيها حفظ كمية الحركة، فإنه يتم حفظه بشكل اتجاهي من حيث المقدار والاتجاه.

3. عندما يتم حفظ كمية الحركة، فإن كمية الحركة المحصلة قبل الاصطدام يساوي كمية الحركة المحصلة بعد الاصطدام ويساوي أيضًا كمية الحركة المحصلة في أي لحظة أثناء الاصطدام.

4. في الاصطدام أحادي البعد حيث يتحقق حفظ كمية الحركة، يجب كتابة معادلة حفظ كمية الحركة بالنسبة لمحور الحركة الذي تم تحديده.
في الاصطدام ثنائي الأبعاد، يجب كتابة معادلتي حفظ كمية الحركة بالنسبة لمحورين متعامدين.

لا يمكن استخدام معادلة حفظ كمية الحركة إلا عندما تتأثر حركة الأجسام بالقوى الداخلية فقط (مجموعة كهذه تدعى مجموعة مُغلقة).

الاصطدام اللدن

(Cube-24)

الاصطدام اللدن هو اصطدام تتحرك فيه الأجسام بعد الاصطدام معًا كجسم واحد.
في الاصطدام اللدن حيث تتأثر حركة الأجسام فقط بالقوى الداخلية، يتم حفظ كمية الحركة، ويتحقق:

$$\boxed{m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{U}}$$

يمكن الحصول على معادلة حفظ كمية الحركة في حالة الاصطدام اللدن من معادلة حفظ كمية الحركة حيث تكون سرعة الجسمين بعد الاصطدام هي نفسها U. يتم الحصول على المعادلة بعد إخراج U كعامل مشترك.

1. يسمى الاصطدام باللدن لأن الجسمين يتشوهان ولا يعودان إلى شكلهما الأصلي مثل المعجونة.

2. في حالة الاصطدام اللدن، اذا كان مُعطى كتلتي الجسمين وسرعتهما قبل الاصطدام - يمكن حساب سرعة كل من الجسمين بعد الاصطدام بمساعدة معادلة حفظ كمية الحركة (لا حاجة إلى معادلة إضافية).

3. عندما لا يتحرك الجسمان معًا بعد الاصطدام، واذا عُلمت كتلتيهما وسرعتيهما قبل الاصطدام، لا يمكن حساب سرعتيهما باستخدام معادلة حفظ كمية الحركة وحدها. (في مثل هذه الحالة تكون معادلة حفظ كمية الحركة معادلة واحدة بمجهولين).

مثال: جسم كتلته 2 كغم يتحرك على سطح أفقي أملس بسرعة 7 أمتار في الثانية أثناء حركته، يصطدم بجسم ساكن كتلته 1 كغم. نرمز للجسم الساكن بالجسم رقم 1 والجسم المتحرك بالجسم رقم 2.

نكتب معادلة حفظ كمية الحركة، ونعبر منها عن سرعة الجسمين بعد الاصطدام:

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$$

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot U$$

$$U = \frac{1 \cdot 0 + 2 \cdot 7}{1 + 2} = \frac{0 + 14}{3} = 4.66 \frac{m}{s}$$

بعد الاصطدام اللدن، سيتحرك الجسمان معًا بسرعة 4.66 مترًا في الثانية.

لا يمكن استخدام معادلة حفظ كمية الحركة إلا إذا كانت حركة الجسمين أثناء الاصطدام تتأثر فقط بالقوى الداخلية.

ممارسات كمية الحركة وحفظها

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

1. من المهم فهم فكرة قانون الدفع وكمية الحركة. تصف كمية الحركة إحدى خصائص الجسم، حيث تصف القوة تأثير عمل القوة على كمية حركة الجسم.
2. يتعامل قانون الدفع وكمية الحركة مع السبب والنتيجة، نتيجة للدفع تتغير كمية الحركة. (على غرار القانون الثاني لنيوتن الذي ينص على أنه نتيجة لفعل القوة يتحرك الجسم بتسارع).
3. في كل فعل للقوة، هناك جسمان مشتركان وقوتان تعملان (وفقًا للقانون الثالث)، ومن المهم عدم الخلط بين هاتين القوتين عند كتابة قانون الدفع وكمية الحركة.
4. يربط قانون الدفع وكمية الحركة بين الدفع المؤثر على الجسم بالتغير في كمية الحركة لذلك الجسم.
5. حفظ كمية الحركة ليس أمرا بديهيا، فمن المهم أن تكتب أولا معادلة حفظ كمية الحركة وبعد ذلك فقط نصل إلى الاستنتاجات.
6. هناك حالات يتم فيها حفظ كمية الحركة في اتجاه واحد ولا يُحفظ في اتجاه آخر. (مثل أن الجسم يمكن أن يكون متزنًا في اتجاه واحد ولا يكون متزنًا في اتجاه آخر).
7. هذه الممارسة لا تتناول قضايا الطاقة. تظهر ممارسة مشتركة لكمية الحركة والطاقة في تدريب ممارسات موضوع الطاقة.

مواضيع الممارسة:

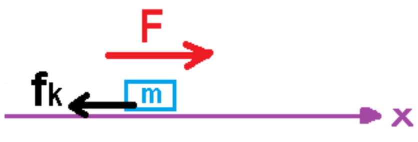
1. تعريف كمية الحركة.
2. تعريف الدفع.
3. قانون الدفع وكمية الحركة.
4. حفظ كمية الحركة بالاصطدام اللدن.

تعريف كمية الحركة:

وصف الحركة	التعبير/القيمة المطلوبة	المبادئ الفيزيائية	الاجابة	ملاحظات هامة	رابط لتفصيل الحل
1.1- جسم كتلته 20 kg يتحرك إلى اليمين، بسرعة ثابتة، على سطح أفقي. قيمة سرعة الجسم هي 5 أمتار في الثانية. يتم وصف حركة الجسم حسب محور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	أ. قيمة كمية الحركة $P = ?$ ب. اتجاه كمية الحركة.	**كمية الحركة** تعريف كمية الحركة: $\vec{P} = m \cdot \vec{V}$	أ. $P = 100 \frac{kg \cdot m}{s}$ ب. اتجاه متّجه كمية الحركة إلى اليمين.	كمية الحركة (الزخم) هي مقدار موجّه لها قيمة واتجاه. في الأسئلة التي تتعامل مع كمية الحركة، من الضروري التطرّق إلى الاتجاهات أيضا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342
2.2- جسم كتلته 20 kg يتحرك إلى اليسار، بسرعة ثابتة، على سطح أفقي. قيمة سرعة الجسم هي 5 أمتار في الثانية. يتم وصف حركة الجسم حسب محور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	أ. قيمة كمية الحركة $P = ?$ ب. اتجاه كمية الحركة.	**كمية الحركة** تعريف كمية الحركة $\vec{P} = m \cdot \vec{V}$	أ. $P = -100 \frac{kg \cdot m}{s}$ ب. اتجاه متّجه كمية الحركة إلى اليسار.	من تعريف كمية الحركة (الزخم)، تكون اشارة كمية الحركة هي نفس اشارة السرعة. يمكن القول أنّ كمية الحركة سالبة بالنسبة للمحور، ويمكنك أيضا القول إن اتجاه كمية الحركة إلى اليسار.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6760

تعريف كمية الدفع

1.1- جسم كتلته 20 kg موضوع على سطح أفقي. تعمل على الجسم قوة F مقدارها 10 نيوتن، نحو اليمين، وهي تعمل لمدة 4 ثوان. تم وصف حركة الجسم حسب محور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	أ. كمية الدفع التي تعمل على الجسم لمدة أربع ثوان. $J=?$ ب. اتجاه كمية الدفع.	كمية الحركة تعريف كمية الدفع: $\vec{J}=\vec{F}\cdot\Delta t$	أ. J=40N·S ب. اتجاه متّجه كمية الدفع نحو اليمين.	1. كمية الدفع هي مقدار موجّه لها قيمة واتجاه. في الأسئلة التي يتم التعامل مع كمية الدفع، مهم جدا التطرق لاتجاهها أيضا. 2. من تعريف كمية الدفع فان اتجاه كمية الدفع لها نفس اتجاه القوة المسبّبة لكمية الدفع. 3. عندما تعمل القوة في اتجاه المحور تكون القوة موجبة وتكون كمية الدفع موجبة. عندما تؤثر قوة في اتجاه معاكس للمحور تكون القوة سالبة وتكون كمية الدفع سالبة. 4.وحدات كمية الدفع لها نفس وحدات كمية الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6761
2.2- جسم كتلته 20 kg يتحرك عكس اتجاه المحور بسرعة: -40 m/s . تعمل على الجسم قوة F مقدارها 10 نيوتن، نحو اليمين، وهي تعمل لمدة 4 ثوان. تم وصف حركة الجسم حسب محور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	أ. كمية الدفع التي تعمل على الجسم لمدة أربع ثوان. $J=?$ ب. اتجاه كمية الدفع.	كمية الحركة تعريف كمية الدفع: $\vec{J}=\vec{F}\cdot\Delta t$	أ. J=40N·S ب. اتجاه متّجه كمية الدفع نحو اليمين.	1. تتعلق سرعة الجسم بكمية الدفع، ولكن كمية الدفع لا تتعلق بالسرعة. 2. تتعلق كمية الحركة بكتلة الجسم، ولا تتعلق كمية الدفع بكتلة الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6762

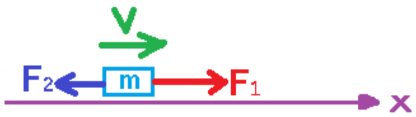
جسم كتلته 20 kg يتحرك عكس اتجاه المحور بسرعة: -40 m/s . في اللحظة t = 0s تعمل على الجسم قوة F مقدارها 10 نيوتن إلى اليمين، وتعمل لمدة 4 ثوان. بالإضافة إلى القوة F، في نفس الثواني الـ 4 تعمل قوة احتكاك حركية على الجسم، عكس اتجاه الحركة (إلى اليسار)، قيمة قوة الاحتكاك هي 3 نيوتن. تم وصف حركة الجسم حسب محور الحركة الذي يكون اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	**2.3** أ. كمية الدفع التي تعملها القوة F على الجسم لمدة أربع ثوان. $J_F=?$ ب. اتجاه كمية الدفع للقوة F	كمية الحركة تعريف كمية الدفع: $\vec{J} = \vec{F}\cdot\Delta t$	أ. $J=40N\cdot s$ ب. اتجاه متّجه كمية الدفع نحو اليمين.	تؤثر قوة الاحتكاك على حركة الجسم، لكنها لا تؤثر على القوة F. كمية دفع القوة F لا تتغير نتيجة لقوة الاحتكاك التي تعمل على الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6763
	2.4 أ. كمية الدفع التي تعمل قوة الاحتكاك على الجسم لمدة أربع ثوان. $J_{fk}=?$ ب. اتجاه كمية الدفع لقوة الاحتكاك.	كمية الحركة تعريف كمية الدفع: $\vec{J} = \vec{F}\cdot\Delta t$	أ. $J=-12N\cdot s$ ب. اتجاه متّجه كمية الدفع الذي تُشغّله قوة الاحتكاك نحو اليسار.	1. تعمل قوة الاحتكاك إلى اليسار، في اتجاه عكس للمحور، وبالتالي فإن قوة الاحتكاك سالبة. اعتمادا على تعريف كمية الدفع، تكون كمية الدفع التي تُشغّلها قوة الاحتكاك سالبة. 2.تعمل قوة الاحتكاك دائما عكس اتجاه الحركة. يتم تحديد إشارة الدفع حسب اتجاه المحور المختار وليس حسب اتجاه الحركة. عندما تكون قوة الاحتكاك موجبة، يكون دفع قوة الاحتكاك موجبًا أيضًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6764

جسم كتلته 20 كغم يتحرك عكس اتجاه المحور بسرعة:م/ث 40- . في اللحظة t=0s تعمل القوة F على الجسم إلى اليمين، وقيمة القوة هو 10 نيوتن، وتعمل لمدة 4 ثوان. بالإضافة إلى القوة F، في نفس الثواني ال 4 تعمل قوة الاحتكاك الحركية على الجسم، ضد اتجاه الحركة (إلى اليسار)، قيمة قوة الاحتكاك هو 3 نيوتن. حركة الجسم موصوفة بالنسبة لمحور حركة الذي يكون اتجاهه الإيجابي إلى اليمين. 	**2.5** أ. كمية الدفع لمحصّلة القوى على الجسم خلال الأربع ثوانٍ. $\Sigma J=?$ ب. اتجاه محصّلة كمية الدفع.	كمية الحركة تعريف كمية الدفع: $\vec{J}=\vec{F}\cdot\Delta t$	أ. $\Sigma J=28N\cdot S$ ب. اتجاه محصلة كمية الدفع الى اليمين. باتجاه الفع الأكبر	1. نظرًا لأنّ كمية الدفع هي مقدار موجّه، لذا حتى نجد كمية الدفع المحصّل للقوتين يجب أن نجمع متّجهي كمية الدفع.  2. مجموع متجهي كمية الحركة هو متّجه له مقدار واتجاه.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6765
	2.6 أ. كمية الدفع لمحصلة القوى، خلال الأربع ثوانٍ. $J_{\Sigma F}=?$ ب. اتجاه كمية الدفع لمحصلة القوى.	كمية الحركة تعريف كمية الدفع: $\vec{J}=\vec{F}\cdot\Delta t$	أ. $J_{\Sigma F}=28N\cdot S$ ب. اتجاه كمية الدفع لمحصلة القوى نحو اليمين، وباتجاه محصلة القوى.	1.عندما يكون زمن تأثير القوى هو نفسه - فإن كمية الدفع لمحصلة القوى تساوي مجموع كمية الدفع لهذه القوى. يمكن برهنة ذلك: $\vec{J}_T=\vec{J}_1+\vec{J}_2=\vec{F}_1\cdot t+\vec{F}_2\cdot t$ $\vec{J}_T=(\vec{F}_1+\vec{F}_2)\cdot t=\Sigma\vec{F}\cdot t$ 2.عند اختلاف زمن تأثير القوى - يجب حساب كمية الدفع لكل قوة على حدة. ومن ثم إيجاد مجموع كمية الدفع المحصّل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6766

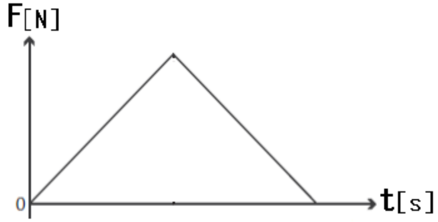
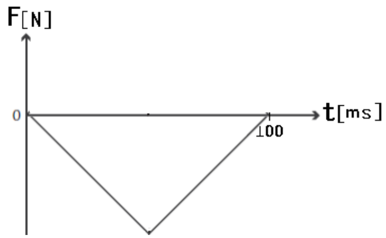
جـ- قانون كمية الحركة وكمية الدفع

يتحرك جسم كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة مقدارها 5 أمتار في الثانية. في اللحظة t=0s تعمل على الجسم قوة افقية F, مقدارها 10 نيوتن لمدة 4 ثوان حركة الجسم موصوفة بالنسبة لمحور حركة تم تحديد اتجاهها الموجب إلى اليمين.  	**3.1** أ. قيمة سرعة الجسم V لحظة توقف تأثير القوة F ب. اتجاه سرعة الجسم. لحظة توقف تأثير القوة F . استخدام مبادئ الديناميكا والكينماتيكا توجيه: إيجاد التسارع من القانون الثاني لنيوتن، وحساب السرعة باستخدام دالة السرعة - الزمن.	ديناميكا $\vec{F}=m\vec{a}$ الكينماتيكا $\vec{V}=\overrightarrow{V0}+\vec{a}t$	أ. $V=7\frac{m}{s}$ ب. اتجاه السرعة متّجه إلى اليمين	معادلة القانون الثاني لنيوتن هي معادلة متجهة. أيضا معادلة السرعة كدالة للزمن هي أيضًا متجهة. يجب جمع متجهي بين متّجه السرعة الابتدائية ومتجه التسارع مضروبًا بزمن الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6767
	3.2 أ. قيمة سرعة الجسم، لحظة توقف تأثير القوة F. ب. اتجاه سرعة حركة الجسم. في لحظة توقف تأثير القوة F. استخدم قانون كمية الحركة-كمية الدفع توجيه: كتابة قانون كمية الحركة كمية الدفع وعبّر عن السرعة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J}=\overrightarrow{\Delta P}$	أ. $V=7\frac{m}{s}$ ب. اتجاه السرعة متّجه إلى اليمين	يجب تحديد إشارة السرعة الابتدائية والقوة بالنسبة لاتجاه المحور. في هذه الحالة، تكون السرعة الابتدائية موجبة والقوة موجبة أيضًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6768

يتحرك جسم كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي غير أملس، بسرعة مقدارها 5 أمتار في الثانية. في اللحظة t=0s تعمل على الجسم قوة أفقية F، قيمتها 10 نيوتن وتعمل لمدة 4 ثوان. بالإضافة إلى ذلك، تعمل قوة احتكاك حركي قيمتها 3 نيوتن على الجسم. حركة الجسم موصوفة بالنسبة لمحور حركة تم تحديد اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	**3.3** أ. قيمة سرعة الجسم، لحظة توقف تأثير القوة F. ب. اتجاه سرعة حركة الجسم. لحظة توقف تأثير القوة F. استخدام مبادئ الديناميكا والكينماتيكا توجيه: يجب إيجاد التسارع من القانون الثاني لنيوتن، وحساب السرعة باستخدام دالة السرعة - الزمن.	ديناميكا $\vec{F} = m\vec{a}$ الكينماتيكا $\vec{V} = \vec{V0} + \vec{a}t$	أ. $V = 6.4\frac{m}{s}$ ب. اتجاه متّجه السرعة إلى اليمين	تعمل قوة الاحتكاك الحركي في اتجاه معاكس للقوة F، وهي تقلل القوة المحصّلة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6769
	3.4 أ. قيمة سرعة الجسم، لحظة توقف تأثير القوة F. ب. اتجاه سرعة حركة الجسم. لحظة توقف تأثير القوة F. استخدم قانون كمية الحركة - كمية الدفع توجيه: كتابة قانون كمية الحركة كمية الدفع وعبّر عن السرعة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	أ. $V = 6.4\frac{m}{s}$ ب. اتجاه متّجه السرعة إلى اليمين	عندما نقول "مقدار القوة" فهذا يعني القيمة المطلقة للقوة. في هذه الحالة تعمل قوة الاحتكاك عكس اتجاه المحور، نعتبرها قوة سالبة. يمكن التطرّق لكمية الدفع المحصّل بطريقتين: 1. جمع متجهي كمية الدفع للقوتين. 2. كمية الدفع للقوة المحصّلة. يوصى بحل السؤال في كلا الطرقتين	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6770

يتحرك جسم كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة مقدارها 5 أمتار في الثانية. في اللحظة t=0s تعمل قوتان على الجسم: F1 - قيمتها 10 نيوتن ، باتجاه اليمين. تعمل لمدة 4 ثوان. F2 – قيمتها 6 نيوتن باتجاه اليسار تعمل لمدة 12 ثانية. حركة الجسم موصوفة بالنسبة لمحور حركة تم تحديد اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	**3.5** أ. قيمة سرعة الجسم، لحظة توقف تأثير القوة F2. ب. اتجاه سرعة حركة الجسم. لحظة توقف تأثير القوة F2. استخدام مبادئ الديناميكا والكينماتيكا توجيه: إيجاد التسارع من القانون الثاني نيوتن، وحساب السرعة باستخدام دالة السرعة - الزمن.	ديناميكا $\vec{F} = m\vec{a}$ الكينماتيكا $\vec{V} = \vec{V0} + \vec{a}t$	أ. $V = 3.4\frac{m}{s}$ ب. اتجاه متّجه السرعة إلى اليمين	حسب قيمة محصلة القوى يتحرك الجسم في حركتين مختلفتين. في أول 4 ثواني يتحرك الجسم بتسارع معين، ولمدة 8 ثواني أخرى بعد ذلك يتحرك الجسم بتسارع آخر. يجب ايجاد سرعة الجسم في نهاية الحركة الثانية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6771
	3.6 أ. قيمة سرعة الجسم، لحظة توقف تأثير القوة F2. ب. اتجاه سرعة حركة الجسم. لحظة توقف تأثير القوة F2. استخدم قانون كمية الحركة-كمية الدفع توجيه: كتابة قانون كمية الحركة كمية الدفع وعبّر عن السرعة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	أ. $V = 3.4\frac{m}{s}$ ب. اتجاه متّجه السرعة إلى اليمين	تعمل على الجسم متجهان لكمية الدفع. عند كتابة نظرية الزخم، يجب كتابة قانون كمية الحركة وكمية الدفع، يجب مقارنة محصلة الدفع بالتغير في كمية الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6772

يتحرك جسم كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة مقدارها 5 أمتار في الثانية. أثناء حركته، يصطدم الجسم بحائط ويرتدّ منه بسرعة 5 أمتار في الثانية. (اصطدام الجسم بالحائط اصطدامًا مرنًا). حركة الجسم موصوفة بالنسبة لمحور حركة تم تحديد اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	**3.7** أ. كمية الدفع J التي شغّلها الحائط على الجسم أثناء عملية الاصطدام. ب.اتجاه كمية الدفع التي شغّلها الحائط على الجسم **استعمل: قانون كمية الدفع وكمية الحركة** **توجيه:** لإيجاد كمية الدفع التي شغّلها الحائط يجب كتابة معادلة كمية الدفع وكمية الحركة للجسم. ووصف مقدار السرعة بالنسبة لمحور الحركة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J = -200N \cdot S$ اتجاه "كمية الدفع" التي شغلّها الحائط على الجسم هي إلى اليسار.	1. في كل تأثير متبادل بين جسمين هناك قوتان تعملان. نكتب قانون كمية الدفع وكمية الحركة لأحد الجسمين فقط. 2. في هذه الحالة، لإيجاد القوة التي يُشغّلها الجدار على الجسم، يجب كتابة قانون كمية الدفع وكمية الحركة على الجسم. 3. إذا حدّدنا الجسم المتحرك على أنه الجسم رقم 1، والجدار هو الجسم رقم 2. من قانون كمية الدفع وكمية الحركة، فإن كمية الدفع التي يُشغّلها الحائط على الجسم يساوي التغيّر في كمية حركة الجسم: $\overrightarrow{J_{2,1}} = \overrightarrow{\Delta P_1}$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6773
	3.8 أ. كمية الدفع J التي شغّلها الجسم على الحائط أثناء عملية الاصطدام. ب. اتجاه كمية الدفع التي شغّلها الجسم على الحائط. **استعمل: قانون كمية الدفع وكمية الحركة** **توجيه:** حركة الحائط ليست ملموسة. نستعمل قانون كمية الدفع-الحركة على الجسم، واستخدام القانون الثالث لنيوتن.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J = 200N \cdot S$ اتجاه "كمية الدفع" التي شغّلها الجسم على الحائط هي إلى اليمين.	1. لإيجاد القوة التي يُشغّلها الجسم على الحائط، بشكل عام، يجب أولا كتابة قانون كمية الدفع وكمية الحركة على الحائط. لكن الجدار متصل بالمبنى (المتصل بالأرض)، لا تتغير سرعة الأرض بشكل كبير. لذلك، يجب كتابة قانون كمية الدفع وكمية الحركة على الجسم، واستعمال القانون الثالث لنيوتن، لتحديد أنّ مقدار كمية الدفع التي يشغّلها الجسم هو نفس مقدار كمية الدفع التي يُشغّلها الحائط. 2. اتجاه كمية الدفع التي يُشغّلها الجسم على الحائط هو إلى اليمين (موجب بالنسبة للمحور)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6774

يتحرك جسم كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة مقدارها 5 أمتار في الثانية. أثناء حركته، يصطدم الجسم بحائط ويرتدّ منه بسرعة 5 أمتار في الثانية. (اصطدام الجسم بالحائط اصطدامًا مرنًا). **زمن اصطدام الجسم بالحائط هو 100ms.** حركة الجسم موصوفة بالنسبة لمحور حركة تم تحديد اتجاهه الموجب إلى اليمين 	**3.9** أ. متوسط مقدار القوة التي يشغلها الحائط على الجسم أثناء الاصطدام. ب. اتجاه القوة التي يشغلها الحائط على الجسم **استخدام تعريف كمية الدفع** توجيه: يتعامل قانون كمية الدفع-الحركة مع قوة ثابتة. عند استعمال القانون لقوة غير ثابتة، نحصل على متوسط القوة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$F = -2,000N$ اتجاه القوة التي شغلّها الحائط على الجسم هي إلى اليسار.	1. يُشغّل الحائط على الجسم قوة متغيرة المقدار، إذا تم التعبير عن القوة من قانون كمية الدفع وكمية الحركة، فإن قيمة القوة ستكون مساوية لمتوسط قيمة القوة التي يُشغّلها الحائط على الجسم. 2. على غرار استخدام تعريف السرعة في الحركة بالسرعة المتغيرة، فإن القيمة التي نحصل عليها من الحساب هي قيمة معدل السرعة).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6775
تتمة للبند السابق، يوضح الرسم البياني التالي القوة التي يؤثر بها الجسم على الحائط: 	**3.10** مقدار القوة القصوى التي يؤثر بها الجسم على الحائط أثناء الاصطدام. د.2 اتجاه القوة القصوى التي يؤثر بها الجسم على الحائط. **استخدم قانون كمية الدفع وكمية الحركة.** توجيه: في الرسم البياني الذي يصف القوة كدالة للزمن، تكون المساحة التي يحصرها الرسم البياني تساوي الدفع. يجب إيجاد الحد الأقصى لمقدار القوة من الرسم البياني هندسيا.	كمية الحركة تعريف الدفع: $\Sigma\vec{J} = \vec{F}\cdot\Delta t$	$F_{max} = 4,000N$ اتجاه القوة القصوى التي يؤثر بها الجسم على الحائط هو إلى اليمين .	في جميع الأوقات أثناء الاصطدام، يبذل الجسم قوة على الحائط موجهة نحو اليمين. اتجاه القوة لا يتغير. (لذلك بالنسبة للمحور فهو دائمًا إموجب). 2. أثناء الاصطدام يتغير اتجاه حركة الجسم. 3. يصف الرسم البياني التالي القوة التي يؤثر بها الجدار على الجسم، كدالة للزمن. 	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6776

د- حفظ كمية الحركة والاصطدام اللّدن

4. جسمان مصنوعان من المعجون، يصطدمان اصطدامًا لدنًا. يتحرك الجسم 1 الذي كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة 5 أمتار في الثانية. أثناء حركته، يصطدم الجسم 1 بالجسم 2 الموجود في حالة سكون، كتلة الجسم 2 هي 4 كغم. بعد الاصطدام، يتحرك الجسمان معا كجسم واحد، بسرعة U. حركة الجسمين موصوفة نسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب إلى اليمين.  	4.أ- احسب قيمة سرعة الجسمين U، بعد الاصطدام. 4.ب- ما هو اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام. استخدام قانون حفظ كمية الحركة **توجيه:** اكتب معادلة حفظ كمية الحركة وعبّر عن سرعة الجسمين بعد الاصطدام	كمية الحركة حفظ كمية الحركة: $m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot U$	$U = 4.16 \frac{m}{s}$ 2. اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام هو نحو اليمين.	1. في حالة الاصطدام اللّدن، بالنظر إلى كتلة كل من الجسمين وسرعتهما قبل الاصطدام، تكون معادلة كمية الحركة معادلة بمتغير واحد. 2. تم الحصول على معادلة حفظ كمية الحركة من القانون الثالث لنيوتن. 3. يتحقق حفظ كمية الحركة في هذه الحالة لأن حركة الجسمين تتأثر بالقوى الداخلية فقط (السطح أفقي وأملس)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6777
	4.ج- احسب كمية الدفع التي شغّلها الجسم 1 على الجسم 2. استخدم قانون كمية الدفع-الحركة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{1,2} = 16.66 N \cdot S$	تكون كمية الدفع موجبة لأن الجسم 1 يُشغّل على الجسم 2 قوة في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6777
	4.د- احسب كمية الدفع التي شغّلها الجسم 1 على الجسم 2. استخدم قانون كمية الدفع-الحركة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{2,1} = -16.66 N \cdot S$	تكون كمية الدفع سالبة لأن الجسم 2 يُشغّل على الجسم 1 قوة في اتجاه عكس اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6777

جسمان مصنوعان من المعجون، يتحركان نحو بعضهما البعض ويصطدمان اصطدامًا لدنًا. يتحرك الجسم 1، الذي كتلته 20 كغم، إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة 5 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم 2، الذي كتلته 4 كغم، إلى اليسار بسرعة 8 أمتار في الثانية. بعد الاصطدام، يتحرك الجسمان معا كجسم واحد، بسرعة U. حركة الجسمين موصوفة نسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب إلى اليسار.	1. احسب قيمة سرعة الجسمين U، بعد الاصطدام. 2.ما هو اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام. استخدم قانون حفظ كمية الحركة **توجيه:** اكتب معادلة حفظ كمية الحركة وعبّر عن سرعة الجسمين بعد الاصطدام.	كمية الحركة حفظ كمية الحركة: $m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot U$	$U = -2.83\frac{m}{s}$ 2. اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام إلى اليمين. اتجاه حركة الجسمين هو عكس اتجاه المحور.		https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6778
 	3. . احسب كمية الدفع التي شغّلها الجسم 1 على الجسم 2. استخدم قانون كمية الدفع-الحركة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{1,2} = 43.33N \cdot S$	تكون كمية الدفع موجبة لأن الجسم 1 يُشغّل على الجسم 2 قوة في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6778
	4. احسب كمية الدفع التي شغّلها الجسم 2 على الجسم 1. استخدم قانون كمية الدفع-الحركة.	كمية الحركة قانون كمية الحركة-الدفع $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{2,1} = -43.33N \cdot S$	تكون كمية الدفع سالبة لأن الجسم 2 يُشغّل على الجسم 1 قوة في اتجاه عكس اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6778

د- حفظ كمية الحركة في الاصطدام اللدن.

4. جسمان مصنوعان من المعجون، يصطدمان اصطدامًا لدنًا. يتحرك الجسم 1 الذي كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة 5 أمتار في الثانية. أثناء حركته، يصطدم الجسم 1 بالجسم 2 الموجود في حالة سكون، كتلة الجسم 2 هي 4 كغم. بعد الاصطدام، يتحرك الجسمان معا كجسم واحد، بسرعة U. حركة الجسمين موصوفة نسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب إلى اليمين.  	4.أ- احسب قيمة سرعة الجسمين U، بعد الاصطدام. 4.ب- ما هو اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام. استخدم قانون حفظ كمية الحركة توجيه: اكتب معادلة حفظ كمية الحركة وعبّر عن سرعة الجسمين بعد الاصطدام	كمية حركة حفظ كمية الحركة: $m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot U$	$U = 4.16 \dfrac{m}{s}$ اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام إلى اليمين. 1. في حالة الاصطدام اللدن، وإذا مُعطى كتلتي الجسمين وسرعاتهما قبل الاصطدام، فإن معادلة كمية الحركة هي معادلة ذات متغير واحد. 2. يتم حفظ كمية الحركة في هذه الحالة لأن السطح أفقي وأملس، وتتأثر حركة الأجسام بالقوى الداخلية فقط، وبالتالي يتم حفظ كمية الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6777

196

تتمة 4.1 جسمان مصنوعان من المعجون، يصطدمان اصطدامًا لدنًا. يتحرك الجسم 1 الذي كتلته 20 kg إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة 5 أمتار في الثانية. أثناء حركته، يصطدم الجسم 1 بالجسم 2 الموجود في حالة سكون، كتلة الجسم 2 هي 4 كغم. بعد الاصطدام، يتحرك الجسمان معا كجسم واحد، بسرعة U. حركة الجسمين موصوفة نسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب إلى اليمين.  	**4.ج - احسب الدفع الذي يؤثر به الجسم 1 على الجسم 2.** استخدم قانون حفظ كمية الحركة	كمية حركة قانون الدفع وكمية الحركة: $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{1,2} = 16.66N \cdot S$ كون الفع موجب لأن الجسم 1 يؤثر على الجسم 2 في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6777
	4.د - احسب الدفع الذي يؤثر به الجسم 2 على الجسم 1. استخدم قانون حفظ كمية الحركة.	كمية حركة قانون الدفع وكمية الحركة: $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{2,1} = -16.66N \cdot S$ يكون الدفع سالب لأن الجسم 2 يؤثر على الجسم 1 في اتجاه معاكس لاتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6777

5 - جسمان مصنوعان من المعجون، يتحركان نحو بعضهما البعض ويصطدمان اصطدامًا لدنًا. يتحرك الجسم 1، الذي كتلته 20 كغم، إلى اليمين، على سطح أفقي أملس، بسرعة 5 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم 2، الذي كتلته 4 كغم، إلى اليسار بسرعة 8 أمتار في الثانية. بعد الاصطدام، يتحرك الجسمان معا كجسم واحد، بسرعة U. حركة الجسمين موصوفة نسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب إلى اليسار. 	**5.أ -** احسب قيمة سرعة الجسمين U، بعد الاصطدام. **5.ب -** ما هو اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام. استخدم قانون حفظ كمية الحركة توجيه: اكتب معادلة حفظ كمية الحركة وعبّر عن سرعة الجسمين بعد الاصطدام.	كمية حركة حفظ كمية الحركة: $m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = (m_1 + m_2) \cdot U$	$U = -2.83\frac{m}{s}$ اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام إلى اليمين. اتجاه حركة الجسمين عكس اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6778
	5.ج - احسب كمية . الدفع التي شغّلها الجسم 1 على الجسم 2. استخدم قانون كمية الدفع-الحركة.	كمية حركة قانون الدفع وكمية الحركة: $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{1,2} = -43.33N \cdot S$ يكون الدفع سالب لأن الجسم 1 يؤثر على الجسم 2 بقوة في الاتجاه المعاكس لاتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6778
	5.د - احسب كمية الدفع التي شغّلها الجسم 2 على الجسم 1. استخدم قانون كمية الدفع-الحركة.	كمية حركة قانون الدفع وكمية الحركة: $\Sigma\vec{J} = \overrightarrow{\Delta P}$	$J_{2,1} = 43.33N \cdot S$ يكون الدفع موجب لأن الجسم 2 يؤثر على الجسم 1 بقوة في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3342&chapterid=6778

مسح أسئلة البجروت في موضوع كمية الحركة

كمية الحركة والدفع لجسم واحد

2020,4 – يصطدم صندوق بجدار، معطى الرسم البياني للقوة كدالة للزمن.

2013,4 – تعمل قوة على كرة تنس، معطى رسم بياني للقوة كدالة للزمن.

1997,3 – تصطدم عربة بمجس وتضغط بقوة على المجس. معطى رسم بياني للقوة كدالة للزمن.

حفظ كمية الحركة

2011,3 – يتم تطبيق حفظ كمية الحركة في الانفجار بواسطة نابض محرر. معطى رسم بياني للقوة كدالة للزمن. تصادم لدن.

*** في نهاية السؤال يوجد قسم خاص بالطاقة. من المستحسن عدم القيام بحل ذلك، نعم للقيام بجميع الأقسام الأخرى.**

حفظ كمية الحركة في حركة أحادية الأبعاد

2006,3 – تتحرر كرة من عربة أثناء حركتها، وتتحرك في حركة باليستية. وتحرر كرة من حالة السكون وتصطدم بعربة متحركة.

حفظ كمية الحركة في حركة ثنائية الأبعاد

2000,5 – يتصادم قرصان تصادمًا جبهيًا.

1992,2 – يتم رمي كرة من حوّامة تتحرك لأعلى، ويقفز الولد من الحوّامة جانبًا في اتجاه أفقي.

تلخيص فسيفسائي الطاقة الميكانيكية وحفظها

الشغل

(Cube-25)

الشغل عبارة عن كمية عددية ومساوية لحاصل ضرب متجه الإزاحة في متجه القوة المؤثر على الجسم.

$$\boxed{W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x}}$$

عملية الضرب التي تظهر بين المتجهين هي عملية ضرب عددية، يمكن التعبير عن شغل القوة كدالة لمقدار القوة ومقدار الازاحة التي تؤثر على طولها القوة والزاوية α بين اتجاه متجه الازاحة واتجاه القوة حسب تعريف عملية الضرب العددية:

$$\boxed{W = |F| \cdot |\Delta x| \cdot \cos(\alpha)}$$

حسب تعريف الشغل، يتم قياس الشغل بوحدة نيوتن مضروبة في المتر أو يختصر الجول **[J]**.

1. حالات خاصة:

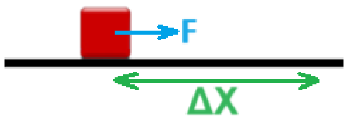
عندما $\alpha=0$: تعمل القوة في اتجاه الحركة، وقيمة الشغل للقوة الناتجة موجبة، والقوة "تُعزز" الحركة أو تُسرّع الجسم.

عندما $\alpha=180°$: تعمل القوة في الاتجاه المعاكس للحركة، وتكون قيمة الشغل الناتجة للقوة سالبة، والقوة "تُعيق" الحركة.

عندما $\alpha=90°$: القوة متعامدة مع الحركة، وقيمة الشغل للقوة الناتجة صفر، والقوة لا "تعزز" ولا "تعيق" الحركة. القوة يمكنها فقط تغيير اتجاه الحركة.

2. لفهم معنى الشغل يجب فهم معنى الطاقة بشكل عام ومعنى الطاقة الحركية بشكل خاص.

مثال: يتحرك جسم على سطح أفقي إلى اليمين، وتؤثر قوة على الجسم في اتجاه حركته، كما هو موضح في الشكل التالي:



إذا كان مقدار القوة 40 نيوتن، وأنها تؤثر على طول ازاحة مقدارها 20 مترًا.

احسب شغل القوة F باستخدام تعريف الشغل:

$$W = |F| \cdot |\Delta X| \cdot \cos(\alpha) = 40 \cdot 20 \cdot \cos(0) = 800J$$

يمكن القول أن القوة F تبذل شغلًا مقداره 800 جول في دفع الجسم.

يمكن استخدام تعريف الشغل لأي قوة تؤثر على الجسم.

الطاقة (Cube-25)	الطاقة هي كمية عددية تصف قدرة الجسم على بذل الشغل. يتم قياس الطاقة بوحدة الجول [J]. 1. الجسم الذي له القدرة على بذل القوة على طول ازاحة هو الجسم الذي لديه القدرة على أداء شغل، وبالتالي فهو يمتلك طاقة. 2. هناك أنواع عديدة من الطاقة: الطاقة الكيميائية، الطاقة الحركية، الطاقة الكهربائية وغيرها. مثال: إذا كان يمكن لنابض مضغوط أن يؤثر بقوة متوسطها 100 نيوتن على جسم موصول به بطول 2 متر، فإن النابض يمكنه بذل شغل قدره 200 جول، ومن ثم يمكن تحديد أن طاقة النابض تساوي 200 جول.
حفظ الطاقة (Cube-25)	منظومة معزولة – منظومة التي تمنع تبادل الطاقة أو المادة مع البيئة حولها. يوجد في كل منظومة معزولة كمية ثابتة من الطاقة، ولا يمكن للطاقة الموجودة في المنظومة المعزولة أن تتغير إنما تتحول من شكل إلى آخر. مثال: تسير السيارة حتى ينفد الوقود الموجود فيها، وأثناء القيادة يقوم المحرك بتحويل الطاقة الكيميائية (الوقود) إلى طاقة حركية (طاقة حركة)، وطاقة حرارية. مع العلم أنه في بداية الرحلة كان للسيارة طاقة كيميائية قدرها 1000 جول وكمية الطاقة الكيميائية المحولة إلى طاقة حركية هي 600 جول، فإذا تعاملنا مع السيارة كمنظومة معزولة فإنه يمكن تحديد حفظ الطاقة أن كمية الطاقة المُحوّلة إلى حرارة هي 400 جول. هناك أنواع عديدة من الطاقة، سنتناول الطاقة الميكانيكية، وأهمها: الطاقة الحركية، وطاقة وضع الجاذبية.
الطاقة الحركية (Cube-25)	الطاقة الحركية للجسم هي كمية عددية (لا يمكن أن تكون سالبة)، تعريف الطاقة الحركية هو: $\boxed{E_K = \frac{1}{2}\cdot m \cdot V^2}$ كل جسم متحرك لديه القدرة على أداء الشغل من حركة الجسم ذاتها، وهذه الطاقة هي الطاقة الحركية للجسم. مثال: جسم كتلته 2 كغم يتحرك على سطح أفقي أملس بسرعة 7 أمتار في الثانية أثناء حركته يصطدم بجسم ساكن عندما يصطدم الجسم المتحرك بالجسم الساكن فإنه يؤثر عليه بقوة على طول مسافة ما، لذا فإنه ينفذ شغل عليه.  الجسم المتحرك لديه القدرة على بذل الشغل من خلال حركته ذاتها. هذه القدرة هي الطاقة الحركية للجسم. حساب الطاقة الحركية للجسم: $E_K = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2 = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 7^2 = 49J$ تتعلق الطاقة الحركية بمقدار السرعة وليس على اتجاهها، لأن الطاقة كمية عددية (سكلار). يمكن استخدام تعبير الطاقة الحركية لأي جسم متحرك.

قانون الشغل والطاقة (Cube-25)

نظرية الشغل والطاقة هي معادلة عددية تنص على أن الشغل الكلي المبذول على الجسم يساوي التغير في الطاقة الحركية للجسم.

כוללת $\boxed{W = \Delta E_K}$

يمكن تطوير قانون الشغل والطاقة من القانون الثاني لنيوتن والتعبير عن مربع السرعات.

1. يصف قانون الشغل والطاقة العلاقة بين السبب والنتيجة (على غرار القانون الثاني لنيوتن). يؤدي الشغل الكلي المبذول على الجسم إلى تغير في الطاقة الحركية للجسم. ينص القانون على أن مقدار التغير في الطاقة الحركية للجسم تساوي تمامًا الشغل الكلي المبذول على الجسم.

2. إذا تم التأثير على الجسم عدد من القوى فإن الشغل الكلي لهذه القوى يساوي مجموع شغل تلك القوى.

3. تظهر معادلة الشغل والطاقة في ملحق القوانين في امتحان البجروت.

مثال: جسم وزنه 3 كغم مُلقى على سطح أملس، في لحظة معينة تؤثر على الجسم قوة مقدارها 10 نيوتن وتتجه نحو اليمين، كما هو موضح في الشكل التالي:

تعمل القوة على طول ازاحة أربعة أمتار. احسب سرعة الجسم لحظة نهاية تأثير القوة باستخدام قانون الشغل والطاقة:

$$W = \Delta E_K$$

$$|F|\cdot|\Delta X|\cdot\cos(0) = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2 - \frac{1}{2}\cdot m\cdot {V_0}^2$$

$$F\cdot\Delta X = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2\cdot F\cdot\Delta X}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 10\cdot 4}{3}} = \sqrt{26.66} = 5.16\frac{m}{s}$$

قانون الشغل والطاقة صحيح دائمًا.

الاصطدام المرن (Cube-26)

الاصطدام المرن - الاصطدام المرن هو اصطدام لا تتحرك فيه الأجسام معًا بعد الاصطدام ولا يوجد فقدان للطاقة الحركية نتيجة الاصطدام.

لا يمكن أن يحدث الاصطدام المرن إلا بين الأجسام المصنوعة من مواد مرنة (مثل المطاط).

حفظ الطاقة الحركية (Cube-26)

في الاصطدام المرن يتم حفظ الطاقة الحركية، ولا يتغير مجموع طاقتي الحركة للجسمين نتيجة الاصطدام، ويتحقق:

$$\boxed{\frac{1}{2}\cdot m_1\cdot V_1^{\,2}+\frac{1}{2}\cdot m_2\cdot V_2^{\,2}=\frac{1}{2}\cdot m_1\cdot u_1^{\,2}+\frac{1}{2}\cdot m_2\cdot u_2^{\,2}}$$

V- السرعة قبل الاصطدام. U- السرعة بعد الاصطدام.

معادلة حفظ الطاقة الحركية ناتجة من حفظ الطاقة في الحالة التي لا يوجد فيها فقدان للطاقة الحركية.

1. لا يمكن حفظ الطاقة الحركية إلا إذا كانت الأجسام المصطدمة مصنوعة من مواد مرنة (مثل المطاط)، ولذلك يسمى الاصطدام اصطدامًا مرنًا. عند الاصطدام اللدن بين الجسمين (مثل المعجونة) يتغير شكل كل من الجسمين، ولا يتم حفظ الطاقة الحركية.
2. معادلة حفظ الطاقة هي معادلة عددية، وهي مناسبة للاصطدام أحادي البعد والاصطدام ثنائي الأبعاد.
3. في الاصطدام المرن حيث تتأثر حركة الأجسام بالقوى الداخلية فقط، بالإضافة إلى حفظ الطاقة الحركية، فإن كمية الحركة سوف تُحفظ أيضًا. بمساعدة معادلة حفظ الطاقة الحركية ومعادلة حفظ كمية الحركة، إذا عُلمت كتلتي الجسمين وسرعتيهما قبل الاصطدام، من الممكن حل هيئة معادلتين في مجهولين وحساب سرعة كل من الجسمين بعد الاصطدام.
4. عندما لا يتحرك الجسمان معًا بعد الاصطدام ولا يتم حفظ الطاقة الحركية، يسمى اصطدام الجسمين اصطدامًا غير مرن. في الاصطدام غير المرن، لا يمكن استخدام معادلة حفظ الطاقة الحركية. إذا كانت حركة الجسمين تتأثر فقط بالقوى الداخلية، فيمكن استخدام معادلة حفظ كمية الحركة.

مثال: جسمان مرنان لهما كتلتان مختلفتان موجودان على سطح أفقي أملس، كما هو موضح في الشكل التالي:

كتلة الجسم 1 تساوي 1 كغم، وكتلة الجسم 2 تساوي 2 كغم.
قبل الاصطدام، كان الجسم 1 في حالة سكون، ويتحرك الجسم 2 نحوه بسرعة 8 أمتار في الثانية.
يصطدم الجسمان اصطدامًا مرنًا. بعد الاصطدام، يتحرك الجسم 2 بسرعة 2.66 متر في الثانية.

نتطرق إلى محور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين، ونحسب سرعة الجسم 1 بعد الاصطدام باستخدام معادلة حفظ الطاقة الحركية.

$$E_{K_1}+E_{K_2}=E_{K_1}'+E_{K_2}'$$

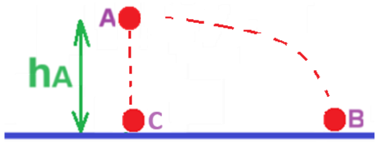
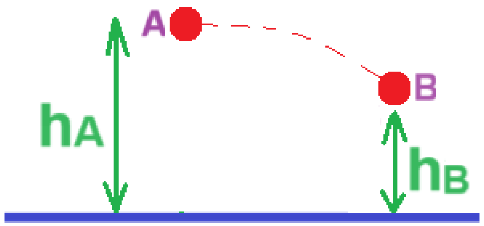
$$\cancel{\frac{1}{2}\cdot m_1\cdot V_1^2}+\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_2\cdot V_2^2=\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_1\cdot U_1^2+\cancel{\frac{1}{2}}\cdot m_2\cdot U_2^2$$

$$m_2\cdot V_2^2=m_1\cdot U_1^2+m_2\cdot U_2^2$$

$$U_1=\sqrt{\frac{m_2\cdot V_2^2-m_2\cdot U_2^2}{m_1}}=\sqrt{\frac{2\cdot 8^2-2\cdot 2.66^2}{1}}=\sqrt{113.77}=10.66\,\frac{m}{s}$$

يمكن استخدام معادلة حفظ الطاقة الحركية فقط في حالة الاصطدام المرن (أحادي البعد أو ثنائي الأبعاد).

تعبير الفرق بين السرعتين (Cube-26)	في الاصطدام المرن أحادي البعد حيث تُحفظ كمية الحركة أيضًا، يمكن استخدام تعبير فرق السرعة: $\boxed{\vec{V}_1 - \vec{V}_2 = -(\vec{U}_1 - \vec{U}_2)}$ يتم الحصول على تعبير فرق السرعتين بمساعدة العمليات الجبرية على معادلة حفظ كمية الحركة وحفظ الطاقة الحركية (التطور الكامل في الكيوب). 1. في معادلة حفظ الطاقة الحركية، يكون تربيع السرعات. جبريًا، من الأسهل استخدام تعبير فرق السرعة بدلاً من معادلة حفظ الطاقة الحركية. 2. ينص تعبير الفرق بين السرعتين على أن سرعة الجسم 1 نسبة للجسم 2 قبل الاصطدام تساوي سرعة الجسم 2 نسبة للجسم بعد الاصطدام. 3. يجب وصف حركة الجسمين بالنسبة لمحور الحركة، وحسب اتجاه حركة الجسمين بالنسبة للمحور يجب تحديد إشارة السرعة. مثال: جسمان مرنان لهما كتلتان مختلفتان يقعان على سطح أفقي أملس، كما هو موضح في الشكل التالي:  كتلة الجسم 1 تساوي 1 كغم، وكتلة الجسم 2 تساوي 2 كغم. قبل الاصطدام، كان الجسم 1 في حالة سكون، ويتحرك الجسم 2 نحوه بسرعة 8 أمتار في الثانية. يصطدم الجسمان في اصطدام مرن. بعد الاصطدام، يتحرك الجسم 2 بسرعة 2.66 متر في الثانية. نأخذ محور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين، ونحسب سرعة الجسم 1 بعد الاصطدام باستخدام عبارة الفرق بين السرعتين: $V_1 - V_2 = -(U_1 - U_2)$ $V_1 - V_2 = U_2 - U_1$ $U_1 = U_2 + V_2 - V_1 = 2.66 + 8 - 0 = 10.66\frac{m}{s}$ لا يمكن استخدام تعبير الفرق بين السرعتين إلا في الاصطدام أحادي البعد حيث يتم حفظ كمية الحركة وحفاظ الطاقة الحركية.
حالات خاصة (Cube-26)	1. في الاصطدام المرن أحادي البعد حيث يتم حفظ كمية الحركة وتكون كتلتي الجسمين متساوية، تتبدل سرعتي الجسمين. (إثبات في الكيوب). 2. في حالة الاصطدام ثنائي الأبعاد بين كتلتين متماثلتين – يكون اتجاه حركة الجسمين بعد الاصطدام 90 درجة. (إثبات في الكيوب). 3. عندما يصطدم جسم بجدار مرن - لا تتغير الطاقة الحركية للجسم، تتغير كمية حركة الجسم.

القوة الحافظة (Cube-27)	القوة الحافظة هي القوة التي يتعلق شغلها على نقطة بداية الحركة ونقطة نهاية الحركة، ولا تتعلق على شكل المسار الذي تعمل من خلاله القوة. مثال: قذف جسم مرتين من النقطة A التي تقع على ارتفاع h_A فوق سطح الأرض. في المرة الأولى يُقذف الجسم في اتجاه أفقي ويصطدم بالأرض في النقطة B. وفي المرة الثانية يُقذف الجسم من النقطة A إلى أسفل ويصطدم بالأرض في النقطة C.  في كلتا اللقطتين، تبذل قوة الجاذبية شغلًا على نفس فرق الارتفاع، وقوة الجاذبية هي قوة صيانة، ولا يتعلق شغلها على شكل المسار، لذلك على الرغم من اختلاف مسارات الحركة، فإن شغل قوة الجاذبية متساوٍ في كلا المسارين. 1. في المسار المغلق (عندما يعود الجسم في نهاية الحركة إلى نقطة بداية الحركة) يكون شغل القوة الحافظة مساوياً للصفر. 2. في جميع مواضيع الميكانيكا هناك قوتان حافظتان فقط: قوة الجاذبية التي تؤثر بها الكرة الأرضية، والقوة المرنة التي يؤثر بها النابض. جميع القوى الأخرى في الميكانيكا هي قوى غير حافظة، ويتعلق شغلها بشكل المسار. 3. تُلائم للقوة الحافظة طاقة وضعية بمساعدتها وبمساعدة مبادئ الطاقة يكون من الأسهل بكثير تحليل تأثير القوة الحافظة. هناك قوتان فقط حافظتان قوة الجاذبية والقوة المرنة.
شغل القوة الحافظة (Cube-27)	يتعلق شغل الجاذبية بفرق الارتفاع الذي يتحرك خلاله الجسم ووزن الجسم، والتعبير عن شغل الجاذبية هو: $\boxed{W = m \cdot g \cdot \Delta h}$ يمكن تطوير تعبير شغل الجاذبية بمساعدة تعريف الشغل في حالة أن الجسم يتحرك تحت تأثير الجاذبية على طول فرق ارتفاع Δh. مثال: احسب شغل الجاذبية المؤثرة على جسم مقذوف في اتجاه أفقي من الارتفاع A إلى الارتفاع B. كتلة الجسم 3 كغم، ارتفاع النقطة A هو 5m فوق سطح الأرض، ارتفاع النقطة B هو 3m فوق سطح الأرض، كما هو موضح في الشكل التالي: :  احسب شغل الجاذبية المؤثرة على الجسم أثناء حركته من النقطة A إلى النقطة B: $W = m \cdot g \cdot \Delta h = m \cdot g \cdot (h_A - h_B) = 3 \cdot 10 \cdot (5-3) = 60J$ التعبير عن شغل الجاذبية مناسب للحركة في خط مستقيم ولأي شكل من أشكال المسار.

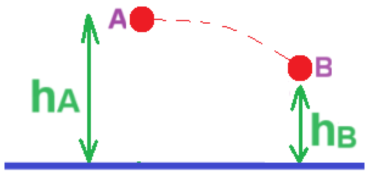
طاقة وضع الجاذبية (Cube-27)	عندما يكون الجسم على ارتفاع h فوق سطح الأرض، فإن قوة الجاذبية لها القدرة على أداء شغل لدفع الجسم من ارتفاع h إلى الأرض، وتسمى هذه القدرة على أداء الشغل بالطاقة الوضعية للجسم. التعبير عن الطاقة الوضعية للجسم:

$$\boxed{U_G = m \cdot g \cdot h}$$

إن التعبير الطاقة الوضعية يشتق من تعبير شغل الجاذبية.
تتناسب الطاقة الوضعية تناسبًا طرديًا مع كتلة الجسم وتسارع الجاذبية وارتفاع الجسم.

1. توصف الطاقة الوضعية بأنها خاصية للجسم.
2. لحساب الطاقة الوضعية للجسم، يجب تحديد المستوى المرجعي، والمستوى الذي يتم تحديد الارتفاع بالنسبة له.
يمكن تحديد المستوى المرجعي بشكل عشوائي. (الطاقة الوضعية ليس لها معنى فيزيائي، فقط التغيير بالطاقة الوضعية له معنى فيزيائي).
3. وحدة الطاقة الوضعية هي الجول (مثل وحدة الشغل).

مثال: قذف جسم كتلته 3 كغم أفقيا من النقطة A التي ترتفع 5m عن سطح الأرض.
يمر الجسم أثناء حركته بالنقطة B التي تقع في النقطة B التي ترتفع عن سطح الأرض بمقدار 3m. كما هو مبين في الشكل التالي:

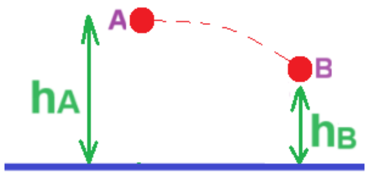


نحسب الطاقة الوضعية للجسم عندما يكون في النقطتين A و- B.

$$U_A = m \cdot g \cdot h_A = 3 \cdot 10 \cdot 5 = 150J$$

$$U_B = m \cdot g \cdot h_B = 3 \cdot 10 \cdot 3 = 90J$$

إن تعبير الطاقة الوضعية يتوافق مع جسم يتحرك على سطح الأرض.
(إذا كان الجسم على ارتفاع عالٍ أو على سطح كوكب آخر، فيجب استخدام تسارع الجاذبية المناسب g).

العلاقة بين شغل الجاذبية والتغير في الطاقة الوضعية. (Cube-27)	أثناء حركة الجسم إلى الأسفل تبذل قوة الجاذبية شغلاً موجبًا، وتكون طاقة الوضع صغيرة، والعلاقة بين شغل الجاذبية والتغير في طاقة الوضع هي: $\boxed{W = -\Delta U}$ يمكن التعبير عن شغل قوة الجاذبية كدالة لطاقة الوضع، انطلاقًا من الحالة العامة لجسم يتحرك من نقطة إلى أخرى. تطور التعبير في حالة انتقال الجسم من النقطة A إلى النقطة B: $W = mg(hA - hB) = mghA - mghB = UG_A - UG_B \Rightarrow W = -\Delta U$ 1. في هذا المثال يكون شغل قوة الجاذبية موجبًا، إلا أن التغيير بالطاقة الوضعية يكون سالبًا. 2. لم يتم ذكر التعبير في ملحق القوانين. يمكنك حل أسئلة البجروت بدون استخدام التعبير. وبعيدًا عن فهم العلاقة بين شغل الجاذبية والطاقة الوضعية، فإن التعبير مهم لفهم مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية. مثال: قذف جسم كتلته 3 كغم أفقيا من النقطة A التي ترتفع 5m عن سطح الأرض. يمر الجسم أثناء حركته بالنقطة B التي ترتفع عن سطح الأرض بمقدار 3m. كما هو موضح في الشكل التالي:  نحسب الطاقة الوضعية للجسم في النقطتين A و- B: $U_A = m \cdot g \cdot h_A = 3 \cdot 10 \cdot 5 = 150J$ $U_B = m \cdot g \cdot h_B = 3 \cdot 10 \cdot 3 = 90J$ نحسب شغل قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم أثناء حركته من النقطة A إلى النقطة B: $W = -\Delta U = -(U_B - U_A) = U_A - U_B = 150 - 90 = 60J$ العلاقة بين الشغل والتغير في الطاقة الوضعية تلائم شغل أي قوة حافظة.

الطاقة الميكانيكية وحفظها (Cube-27)

<u>الطاقة الميكانيكية</u> - الجسم الذي يتحرك تحت تأثير الجاذبية لديه نوعان من الطاقة: الطاقة الحركية والطاقة الوضعية.
يتم تعريف الطاقة الميكانيكية للجسم على أنها مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضعية.

<u>حفظ الطاقة الميكانيكية</u> - في الحالة الخاصة التي فيها فقط قوة الجاذبية هي التي تبذل شغل، عندها لا تتغير الطاقة الميكانيكية، ويتم حفظها.
معادلة حفظ الطاقة لجسم يتحرك تحت تأثير الجاذبية فقط ويمر بالنقطتين A و- B هي:

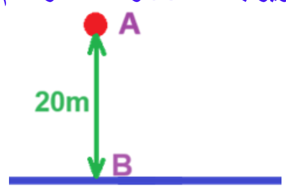
$$\boxed{E_{KA} + U_{GA} = E_{KB} + U_{GB}}$$

يتم الحصول على معادلة حفظ الطاقة من قانون الشغل والطاقة عندما قوة الجاذبية فقط هي التي تبذل شغلًا:

$$W = \Delta E_K \qquad 0 = (U_B - U_A) + (E_{K_B} - E_{K_A})$$
$$-\Delta U = \Delta E_K \quad \Rightarrow \quad 0 = U_B + E_{K_B} - U_A - E_{K_A}$$
$$0 = \Delta U + \Delta E_K \qquad \boxed{U_B + E_{K_B} = U_A + E_{K_A}}$$

1. معنى حفظ الطاقة الميكانيكية هو أن مجموع الطاقة الحركية والطاقة الوضعية لا يتغير أثناء حركة الجسم.
2. قبل استخدام معادلة حفظ الطاقة يجب الإشارة إلى أن قوة الجاذبية فقط هي التي تبذل شغلًا، ولذلك فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ.
3. في كثير من الحالات يمكن أن يكون مبدأ حفظ الطاقة بديلاً للتعبيرات في الكينماتيكا، هناك حالات يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة فيها ولا يمكن استخدام التعبيرات في الكينماتيكا.

مثال: جسم يتحرر من السكون من ارتفاع 20m، نرمز لنقطة التحرير بالنقطة A ونقطة الارتطام بالنقطة B. كما هو موضح في الشكل التالي:



نحدد المستوى المرجعي على سطح الأرض، نحسب قيمة الطاقة الميكانيكية الكلية في النقطة A، وسرعة الكرة في النقطة A هي صفر:

$$E_A = E_{K_A} + U_A = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V_A^2 + m\cdot g\cdot h_A = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 0^2 + 2\cdot 10\cdot 20 = 0 + 400 = 400J$$

نحسب قيمة الطاقة الميكانيكية الكلية في النقطة B، من تعبير مربع السرعات، سرعة الكرة في النقطة B هي $14.14\frac{m}{s}$

$$E_B = E_{K_B} + U_B = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V_B^2 + m\cdot g\cdot h_B = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 14.14^2 + 2\cdot 10\cdot 0 = 200 + 200 = 400J$$

منذ اللحظة التي يبدأ فيها الجسم بالحركة حتى لحظة اصطدامه بالأرض، في كل نقطة يمر فيها الجسم تكون الطاقة الميكانيكية في تلك النقطة مساوية 400 جول.

يتم حفظ الطاقة الميكانيكية فقط في الحالة التي فيها قوة الجاذبية هي التي تبذل شغل على الجسم.

شغل القوى غير الحافظة

(Cube-27)

عندما تؤثر قوى غير حافظة على الجسم، لا يتم حفظ الطاقة الميكانيكية. تتغير الطاقة الميكانيكية.
وينص التعبير عن شغل القوى غير الحافظة على أن التغير في الطاقة الميكانيكية للجسم يساوي مجموع شغل القوى غير الحافظة.

$$\boxed{W_{\text{כוחות לא משמרים}} = \Delta E}$$

1. ويجب التمييز بين قانون الشغل والطاقة $W = \Delta E_K$ وتعبير شغل القوى غير الحافظة.
يتعامل قانون الشغل والطاقة مع الشغل المبذول على الجسم (جميع أنواع الشغل) والتغير في الطاقة الحركية.
إن تعبير شغل القوى غير الحافظة يتناول فقط شغل القوى غير الحافظة المنجز على الجسم والتغير في الطاقة الميكانيكية الكلية.

2. يمكن استخدام قانون الشغل والطاقة في أي حالة وأي نوع من القوة (شبيه القانون الثاني لنيوتن). ومن ناحية أخرى، فإن تعبير شغل القوى غير الحافظة يجب أن تستخدم فقط في حالة قيام القوى غير الحافظة بالشغل.

3. من التعبير عن شغل القوى غير الحافظة يمكن أن نرى أنه في الحالة التي لا يتم فيها بذل شغل بواسطة قوة غير حافظة لا يوجد تغيير في الطاقة الميكانيكية.
بمعنى آخر، في حالة عدم بذل أي شغل بواسطة قوة غير حافظة، فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ. (وهذا هو مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية).

4. في الأسئلة التي تتغير فيها الطاقة الميكانيكية، تتعلق عملية الحل في كثير من الأحيان على "حسابات البقالة"، ويجب حساب الطاقة الأولية والتغير في الطاقة وحسب ذلك نحسب الطاقة النهائية.

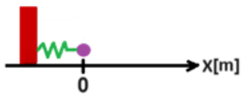
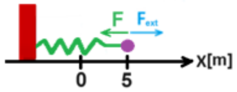
مثال: يتحرك جسم كتلته 4 كغم على سطح أفقي، ويمر في حركته بدائرة في مقطع غير أملس AB، كما هو موضح في الشكل التالي:

مُعطى أن شغل قوة الاحتكاك في القطعة AB يساوي 20- فإن سرعة الجسم قبل دخول القطعة AB تساوي 30 مترًا في الثانية.
نحسب باستخدام تعبير شغل القوى غير الحافظة سرعة الجسم عند خروجه من القطعة AB:

$$W_{\text{לא משמרים}} = \Delta E = E_B - E_A = E_{K_B} + U_B - (E_{K_A} + U_A) = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V_B^2 - \frac{1}{2}\cdot m\cdot V_A^2$$

$$V_B = \sqrt{\frac{2\cdot W}{m} + V_A^2} = \sqrt{\frac{2\cdot(-20)}{4} + 30^2} = \sqrt{900-10} = \sqrt{890} = 29.83\,\frac{m}{s}$$

في اعتبارات الطاقة هناك سيناريوهين محتملين فقط، إما أن تُحفظ الطاقة الميكانيكية أو لا تكون كذلك.
إذا بذلت القوى الحافظة شغلًا فقط، فستُحفظ الطاقة الميكانيكية، ويجب استخدام معادلة حفظ الطاقة.
إذا بذلت القوى غير الحافظة شغلًا، فلا يتم حفظ الطاقة الميكانيكية، ويجب استخدام التعبير عن الشغل للقوى غير الحافظة.

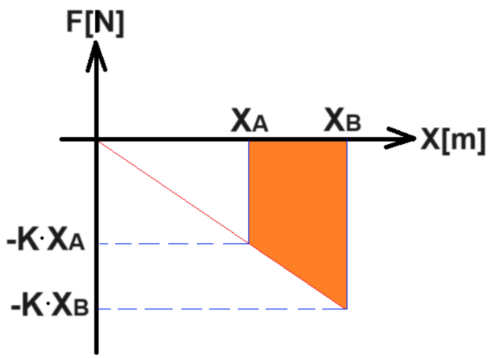
قانون هوك **(Cube-28)**	يصف القانون العلاقة بين القوة F المؤثرة على النابض، والتغير في طول النابض ΔL (بالنسبة إلى حالة الاسترخاء) وثابت النابض **K**. $\boxed{F = k \cdot \Delta L}$ كل نابض له ثابت نابض مميز **K**. يصف ثابت النابض مقدار القوة التي يجب تأثيرها على النابض حتى يستطيل بمقدار متر. وحدة ثابت النابض هي نيوتن لكل متر. 1. من القانون الثالث لنيوتن، فإن القوة المؤثرة على النابض تساوي القوة التي يؤثر بها النابض. 2. يتعامل قانون هوك مع مقدار القوة التي يؤثر بها النابض. من تعبير قانون هوك لا يمكن معرفة اتجاه القوة التي يؤثر بها النابض. 3. لا يوجد فرق في قانون هوك بين النابض المشدود والنابض المضغوط. مثال: مُعطى نابض ثابت قوته 20 نيوتن لكل متر، تؤثر قوة على النابض مما يؤدي إلى استطالته بمقدار 5 أمتار. احسب مقدار القوة المؤثرة على النابض: $F = K \cdot \Delta L = 20 \cdot 5 = 100N$ يمكن استخدام قانون هوك لكل تأثير قوة على النابض.
القوة المعيدة **(Cube-28)**	القوة المعيدة هي وصف للقوة التي يؤثر بها النابض كدالة لموقع الجسم. لوصف القوة المعيدة بالنسبة إلى محور الحركة الذي تقع نقطة أصله في النقطة التي يكون فيها النابض متراخيا، والتعبير عن القوة المعيدة هو: $\boxed{F = -k \cdot x}$ 1. تعمل قوة النابض دائمًا باتجاه النقطة التي يكون فيها الجسم عندما يكون النابض مسترخيًا، لذلك تسمى بالقوة المعيدة. 2. عندما تؤثر القوة في اتجاه المحور تكون القوة موجبة، وعندما تؤثر القوة في اتجاه معاكس للمحور تكون القوة سالبة. 3. إشارة الموقع معاكسة لإشارة القوة ولذلك تظهر إشارة الناقص في عبارة القوة المعيدة. مثال: مُعطى ثابت النابض 20 نيوتن لكل متر، النابض متصل من أحد طرفيه بالجدار ومن الطرف الآخر بالكرة، ويتم وصف موقع الكرة بالنسبة إلى محور الحركة الذي نقطة أصله في النقطة التي يكون فيها النابض متراخيا، كما هو موضح في الشكل التالي:  تؤثر قوة خارجية على الكرة إلى اليمين، تؤدي هذه القوة إلى انحراف الكرة من الموقع X=0m إلى الموضع X=5m، كما هو موضح في الشكل التالي:  نحسب القوة التي يؤثر بها النابض على الجسم عندما يكون الجسم في الموقع x=5m باستخدام تعبير القوة المُعيدة: $F = -K \cdot X = -20 \cdot 5 = -100N$

شغل قوة النابض
(Cube-28)

القوة التي يؤثر بها النابض على الجسم هي قوة متغيرة تتعلق ببعد الجسم عن نقطة استرخاء النابض، لحساب شغل النابض عند تحريك جسم من النقطة B إلى النقطة A يجب استخدام التعبير التالي:

$$W_{B\to A}=\frac{k\cdot x_B{}^2}{2}-\frac{k\cdot x_A{}^2}{2}$$

يمكن الحصول على التعبير من الرسم البياني للقوة التي يؤثر بها النابض كدالة لموقع الجسم. المساحة المحصورة تساوي شغل النابض.



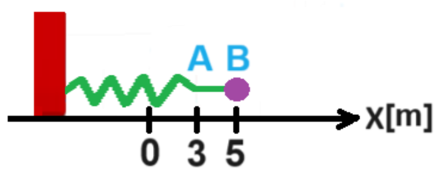
$$W=\frac{(K\cdot X_A+K\cdot X_B)\cdot(X_B-X_A)}{2}$$

$$W=\frac{(K\cdot X_A\cdot X_B-K\cdot X_A{}^2+K\cdot X_B{}^2-K\cdot X_A\cdot X_B)}{2}$$

$$W=\frac{(\cancel{K\cdot X_A\cdot X_B}-K\cdot X_A{}^2+K\cdot X_B{}^2-\cancel{K\cdot X_A\cdot X_B})}{2}$$

$$W=\frac{K\cdot X_B{}^2}{2}-\frac{K\cdot X_A{}^2}{2}$$

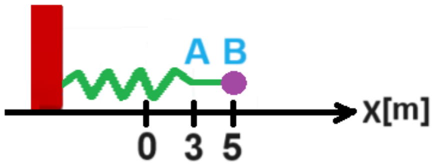
مثال: مُعطى كرة موصولة بنابض ثابته 20 نيوتن لكل متر، فإن الكرة تتحرر من السكون من النقطة B الواقعة في x=5m. يُحرك النابض الكرة إلى النقطة A الواقعة في x=3m ، كما هو موضح في الشكل التالي:



نحسب الشغل الذي يبذله النابض:

$$W_{B\to A}=\frac{K\cdot X_B{}^2}{2}-\frac{K\cdot X_A{}^2}{2}=\frac{20\cdot 5^2}{2}-\frac{20\cdot 3^2}{2}=250-90=160J$$

لا يمكن استخدام التعبير عن قوة النابض إلا عندما تكون نقطة أصل محور الموقع في النقطة التي يكون فيها النابض مرتخيًا.

طاقة وضع المرونة (Cube-28)	للنابض المضغوط (أو المستطيل) له القدرة على بذل شغل، وبالتالي يوجد له الطاقة. قوة النابض هي قوة حافظة، لا يتعلق شغلها على شكل مسار حركة الجسم، ولذلك تُنسب لقوة النابض طاقة الوضع المرنة. إن التعبير عن طاقة الوضع المرنة المخزنة في النابض كدالة لتقلصه (أو استطالته) هو: $\boxed{U_{SP} = \frac{1}{2} \cdot K \cdot \Delta L^2}$ يمكن تطوير تعبير الطاقة الوضعية من تعبير شغل قوة النابض والعلاقة بين شغل قوة النابض والتغير في الطاقة الوضعية. 1. وحدة الطاقة الوضعية المرونية هي الجول. 2. التعبير عن طاقة الوضع المرنة المخزنة في النابض بالنسبة للمحور الذي تقع نقطة أصله في النقطة التي يكون فيها الجسم في حالة استرخاء النابض هو: $U_{SP} = \frac{1}{2} \cdot K \cdot X^2$ 3. يمكن استخدام التعبير عن الطاقة الوضعية المرونية في معادلة حفظ الطاقة. 4. طاقة الوضع المرونية هي صفة خاصة للنابض. مثال: مُعطى كرة موصولة بنابض ثابته 20 نيوتن لكل متر، الكرة تتحرر من السكون من النقطة B الواقعة في x=5m. يُحرك النابض الكرة إلى النقطة A الواقعة في x=3m ، كما هو موضح في الشكل التالي:  نحسب طاقة الوضع المرنة للنابض عندما تكون الكرة في النقطتين B و- A: نحسب شغل قوة النابض المؤثرة على الجسم أثناء حركته من النقطة B إلى النقطة A: $W = -\Delta U = -(U_A - U_B) = U_B - U_A$ $W = \frac{1}{2} \cdot K \cdot X_B^2 - \frac{1}{2} \cdot K \cdot X_A^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 5^2 - \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 3^2 = 250 - 90 = 160J$ يمكن استخدام تعبير الطاقة الوضعية في أي نابض مضغوط أو مشدود.

حفظ الطاقة الميكانيكية (Cube-28)

في الحالة الخاصة التي تعمل فيها قوة النابض فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية.
الصيغة العامة لمعادلة حفظ الطاقة الميكانيكية للجسم المار في النقطة A والنقطة B هي:
:

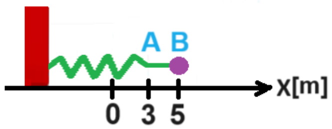
$$\boxed{E_{KA} + U_{SPA} = E_{KB} + U_{SPB}}$$

يمكن الحصول على معادلة حفظ الطاقة من قانون الشغل والطاقة، ويتم التعبير عن شغل قوة النابض بناقص التغير في طاقة الوضع المرنة.

1. قبل استخدام معادلة حفظ الطاقة يجب الإشارة إلى أن القوة المرنة فقط هي التي تبذل شغل، وبالتالي فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ.
2. عندما تبذل قوة الجاذبية وقوة النابض فقط الشغل ولا توجد قوة أخرى تبذل شغل، فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ، ويتحقق:

$$E_{KA} + U_{SPA} + U_{GA} = E_{KB} + U_{SPB} + U_{GB}$$

مثال: مُعطى كرة كتلتها 5 كغم موصولة بنابض ثابته 20 نيوتن لكل متر، تتحرر الكرة من السكون من النقطة B الواقعة في الموقع x=5m. تتحرك تحت تأثير قوة النابض إلى النقطة A الواقعة في x=3m، كما هو موضح في الشكل التالي:



نحسب سرعة الكرة في النقطة A باستخدام معادلة حفظ الطاقة الميكانيكية:

$$E_{K_B} + U_B = E_{K_A} + U_A$$

$$\cancel{\frac{1}{2}\cdot m\cdot V_B{}^2} + \cancel{\frac{1}{2}}\cdot K\cdot X_B{}^2 = \cancel{\frac{1}{2}}\cdot m\cdot V_A{}^2 + \cancel{\frac{1}{2}}\cdot K\cdot X_A{}^2$$

$$m\cdot V_A{}^2 = K\cdot X_B{}^2 - K\cdot X_A{}^2$$

$$V_A = \sqrt{\frac{K\cdot X_B{}^2 - K\cdot X_A{}^2}{m}} = \sqrt{\frac{20\cdot 5^2 - 20\cdot 3^2}{5}} = \sqrt{\frac{320}{5}} = \sqrt{64} = 8\frac{m}{s}$$

أثناء حركة الجسم تتغير طاقة الجسم من حركية إلى طاقة وضعية، ويكون مجموع الطاقتين ثابتاً طوال الحركة.

لا يمكن استخدام معادلة حفظ الطاقة إلا إذا كانت القوى التي تبذل الشغل هي قوى حافظة.

ممارسات 1- قانون الشغل والطاقة

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

1. يتعامل قانون الشغل والطاقة مع العلاقة بين السبب والنتيجة. ونظرًا لأن الشغل يتم بذله على الجسم، فإن الطاقة الحركية للجسم سوف تتغير.
2. كل قوة تكون بين جسمين. يتعامل قانون الشغل والطاقة مع القوة المؤثرة على جسم معين والتغير في طاقة ذلك الجسم.
   لذلك، عند كتابة جملة الشغل والطاقة، من المهم عدم الخلط بين الجسمين.
3. الشغل عددي يمكن أن يكون سالبا بينما الطاقة الحركية لا يمكن أن تكون سالبة. يمكن أن يكون التغير في الطاقة الحركية سالبًا.
   عندما يكون الشغل المبذول على الجسم سالبًا وفقًا لقانون الشغل والطاقة، فإن التغير في الطاقة الحركية يكون سالبًا.
4. في كل موضوع الطاقة لا نستخدم المتجهات لأن الشغل والطاقة كميات عددية.

مواضيع التدرب:

1- شغل قوة واحدة .

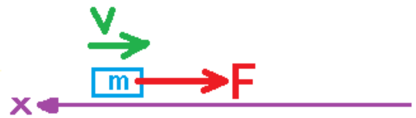
2- شغل عدة قوى .

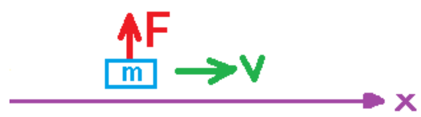
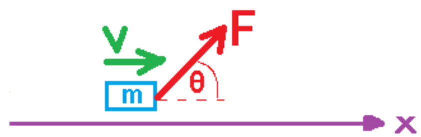
3- نظرية الشغل والطاقة – في حالات شغل قوة واحدة.

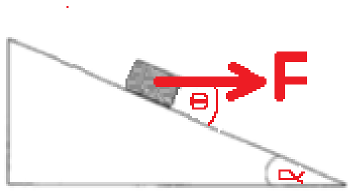
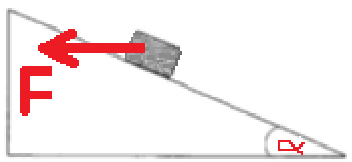
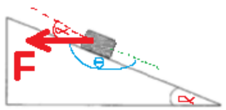
4- قانون الشغل والطاقة – في الحالات التي تبذل فيها عدة قوى شغلاً.

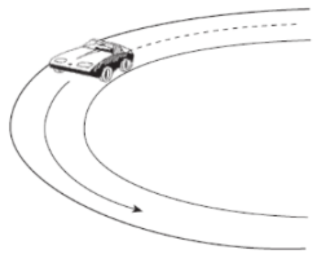
1- شغل قوة واحدة :

وصف الحركة	تعبير\قيمة مطلوبة	المبادئ الفيزيائية	الاجابة	ملاحظات هامة	رابط
1.1- جسم كتلته 20 كغم يتحرك نحو اليمين على سطح غير أملس بسرعة 5 أمتار في الثانية. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين. تؤثر قوة ثابتة على الجسم نحو اليمين، مقدارها 30 نيوتن وتعمل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا.  	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** في هذه الحالة، تعمل القوة في اتجاه الحركة. قيمة الزاوية θ هي صفر درجة.	تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$	$W = 1200\ J$	1. يُعرَّف الشغل بواسطة حاصل ضرب عددي (سكلاري) بين متجهين، متجه الازاحة ومتجه القوة، وبالتالي فإن الشغل هو كمية عددية، وليس للشغل اتجاه. 2. الزاوية θ هي الزاوية بين اتجاه متّجه القوة واتجاه متّجه الازاحة. 3. تتعلق إشارة الشغل على اتجاه القوة بالنسبة لاتجاه الحركة (بقيمة الزاوية θ) لا تتعلق إشارة الشغل على اتجاه المحور. 4. بالإضافة إلى شغل القوة F، هناك شغل آخر لقوة الاحتكاك. يتناول السؤال فقط شغل القوة F.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421
1.2- جسم كتلته 2,000 كغم يتحرك نحو اليمين على سطح غير أملس بسرعة 5,000 أمتار في الثانية. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين. تؤثر قوة ثابتة على الجسم نحو اليمين، مقدارها 30 نيوتن وتعمل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا.  	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** في هذه الحالة، تعمل القوة في اتجاه الحركة. قيمة الزاوية θ هي صفر درجة.	تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$	$W = 1200\ J$	يصف الشغل عمل القوة، ولا يتعلق شغل القوة بكتلة الجسم أو سرعته. تتعلق سرعة الجسم بشغل القوة، ولكن شغل القوة لا يتعلق بسرعة الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6922

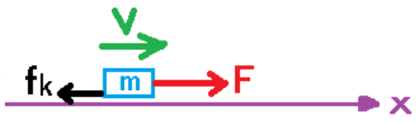
1.3- يتحرك جسم نحو اليمين بتسارع على سطح أفقي أملس. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليسار. تؤثر قوة ثابتة على الجسم نحو اليمين، مقدارها 30 نيوتن وتعمل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. 	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** في هذه الحالة، تعمل القوة في اتجاه الحركة. قيمة الزاوية θ هي صفر درجة.	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\theta)$	$W = 1200\ J$	على عكس الحالات السابقة، في هذه الحالة يتحرك الجسم في حركة متسارعة، لكن هذه الحقيقة لا تؤثر على شغل القوة F. يتعلق الشغل فقط على مقدار القوة المؤثرة على الجسم، على إزاحة الحركة وبالزاوية θ وليس في نوع الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6923
1.4- يتحرك جسم نحو اليمين بتسارع على سطح أفقي أملس. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين. تؤثر قوة ثابتة على الجسم نحو اليسار، مقدارها 30 نيوتن وتعمل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. 	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** في هذه الحالة، تعمل القوة في اتجاه عكس الحركة. قيمة الزاوية θ هي. 180 درجة .	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\theta)$	$W = -1200\ J$	1. من تعريف الشغل، الشغل هو كمية عددية يمكن أن تكون موجبة أو سالبة. عندما تعمل القوة في اتجاه الحركة: θ = 0 يكون شغل القوة موجبًا. عندما تعمل القوة في الاتجاه المعاكس للحركة: θ = 180 ° يكون شغل القوة سالبًا. الشغل الموجب هو الشغل الذي "يقوّي" الحركة. الشغل السالب الذي "يُضعِف" الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6924

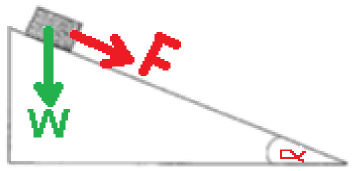
1.5- تؤثر قوة ثابتة على الجسم باتجاه متعامد للحركة، مقدارها 30 نيوتن وتعمل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهها الموجب نحو اليمين. 	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** في هذه الحالة، تعمل القوة في اتجاه متعامد لاتجاه الحركة. قيمة الزاوية θ هي. 90 درجة	تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$	$W = 0\ J$	1. من تعريف الشغل، القوة التي تعمل بشكل عمودي على الحركة لا تبذل شغل. للقوة التي تعمل بشكل عمودي على الحركة ليس لها مركّب في اتجاه الحركة، ولا يوجد مركّب في الاتجاه المعاكس للحركة. لا يؤثر على حركة الجسم. ولا تقلل من سرعة الحركة ولذلك فهي لا تبذل شغل. 2. عندما يتحرك جسم على سطح غير أملس وتعمل القوة F بشكل عمودي على الحركة، فإن القوة F تقلل القوة العمودية، وبالتالي تقلل قوة الاحتكاك الحركي. ولكن حتى في هذه الحالة، على الرغم من أنّ شغل القوة F يؤثر بشكل غير مباشر على حركة الجسم، من تعريف الشغل فإن القوة F لا تبذل شغل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6925
1.6- تؤثر قوة ثابتة على الجسم بزاوية 60 فوق الخط الأفقي، مقدارها 30 نيوتن وتعمل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. 	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** في هذه الحالة، تعمل القوة في اتجاه متعامد لاتجاه الحركة. قيمة الزاوية θ هي. 90 درجة	تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$	$W = 600\ J$	يمكن تحليل القوة F لمركّبيها. وتحديد أن مركّب القوة في الاتجاه الأفقي فقط هو الذي يبذل شغل. $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(60)$ $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \cos(60) \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert$ $W_X = \lvert\vec{F}\rvert_x \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(0)$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6926

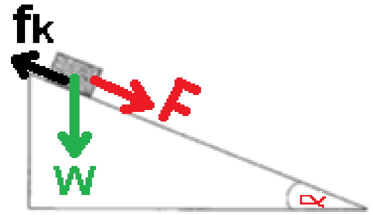
1.7- يتحرك جسم نحو أسفل سطح مائل أملس زاوية ميلة α ، تحت تأثير القوة F. زاوية ميل السطح المائل هي $\alpha = 60^\circ$. تعمل القوة F باتجاه أفقي نحو اليمين. مقدار القوة 30 نيوتن ويتحرك الجسم بمنحدر السطح المائل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. 	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** هندسيًا، يمكن ملاحظة أن الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الحركة θ تساوي زاوية ميل السطح المائل α.	تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$	$W = 600\ J$	تبدو هذه الحالة مختلفة قليلاً وأكثر تعقيدًا، لكنها في حساب الشغل لا تختلف عن أي عملية حسابية أخرى. على الجسم تؤثر قوة الجاذبية أيضًا، لكن البند لا يتعامل مع قوة الجاذبية، فقط شغل القوة F.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6927
1.8- - يتحرك جسم نحو أسفل سطح مائل أملس زاوية ميلة α ، تحت تأثير القوة F. زاوية ميل السطح المائل هي $\alpha = 60^\circ$. تعمل القوة F باتجاه أفقي نحو اليسار. مقدار القوة 30 نيوتن ويتحرك الجسم بمنحدر السطح المائل على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. 	شغل القوة F $W_F = ?$ **توجيه:** هندسيًا، يمكن ملاحظة أن الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الحركة θ تساوي الزاوية (180-α). 	تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$	$W = -600\ J$	في البند السابق، يعمل شغل القوة F على تقوية الحركة. لذلك في البند السابق، كان الشغل موجبًا. في هذه الحالة، يعمل شغل القوة F على تقليل السرعة، ويكون شغل القوة في هذا البند سالبًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6928

1.9- تسير سيارة على طريق دائري أفقي، بحركة دائرية منتظمة. قوة الجاذبية المركزية المؤثرة على السيارة هي قوة الاحتكاك الساكن، ومقدارها 30 نيوتن. 	شغل قوة الاحتكاك الساكن $W_{fs} =?$ **توجيه:** اتجاه القوة المركزية نحو مركز الدوران، عموديًا على اتجاه الحركة.	تعريف الشغل: $W = \left\|\vec{F}\right\| \cdot \left\|\vec{\Delta X}\right\| \cdot \cos(\theta)$	$W = 0\ J$	في هذه الحالة، تغير القوة اتجاه الحركة (يختلف عن البند 5.1) من تعريف الشغل، بما أن القوة تعمل باتجاه عمودي على الحركة فإنها لا تبذل شغل. التغيير في اتجاه الحركة وحده لا يعتبر عملاً.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6929

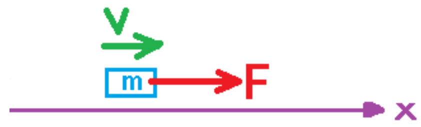
2- شغل عدة قوى :

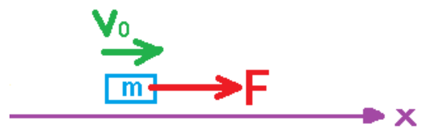
1.2 يتحرك جسم نحو اليمين بسرعة ثابتة على سطح أفقي، وتؤثر قوة خارجية F على الجسم لجهة اليمين، مقدارها 30 نيوتن. يتحرك الجسم على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. بالإضافة إلى القوة F، تؤثر على الجسم قوة احتكاك حركي نحو اليسار، مقدارها 30 نيوتن. 	أ. شغل القوة F $W_F \;=?$	تعريف الشغل: $\mathbf{W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot cos(\theta)}$	$W_F = 1200\,J$	تؤثر قوة الاحتكاك الحركي على الحركة، لكنها لا تؤثر على الشغل الذي تقوم به القوة F.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6930
	ب. شغل قوة الاحتكاك الحركي. $W_{fk} \;=?$	تعريف الشغل: $\mathbf{W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot cos(\theta)}$	$W_{fk} = -1200\,J$	تعمل قوة الاحتكاك الحركي دائمًا في الاتجاه المعاكس للحركة، وبالتالي فهي تبذل دائمًا شغلًا سالبًا.	
	جـ. الشغل الكلي المبذول على الجسم $\Sigma W \;=?$	تعريف الشغل: $\Sigma W = W_1 + W_2 + \cdots$	$\Sigma W = 0$	عندما تعمل عدة قوى على جسم، في آنٍ واحد، يكون مجموع شغل القوى مساويًا لشغل القوة المحصّلة. $\Sigma W = W_{\Sigma F}$ في هذه الحالة، القوة المحصّلة تساوي صفرًا، من تعريف الشغل، شغلها يساوي صفرًا.	

2.2- يتحرك جسم كتلته 20 كغم على سطح مائل أملس نحو الأسفل تحت تأثير القوة F ، زاوية ميل السطح α. زاوية ميل السطح المائل هي ˚ 60 = α. مقدار القوة F يساوي 30 نيوتن، يتحرك الجسم نحو أسفل السطح المائل لمسافة 40 مترًا.  	أ. شغل القوة F $W_F = ?$	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\theta)$	$W_F = 1200\text{ J}$	يتعلق شغل القوة فقط بمقدار القوة ومقدار الإزاحة والزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6931
	ب. شغل قوة الجاذبية $W_W = ?$	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\theta)$	$W_W = 6928.2\text{ J}$	يعمل مركّب الجاذبية W_x في اتجاه أسفل المستوى. والجسم يتحرك لأسفل المستوى، وبالتالي فإن شغل الجاذبية موجب.	
	جـ. الشغل الكلي المبذول على الجسم $\Sigma W = ?$	تعريف الشغل: $\Sigma W = W_1 + W_2 + \cdots$	$\Sigma W = 8128.2\text{ J}$	الشغل المحصل موجب، وتسبب القوتان F و W في زيادة سرعة الجسم.	

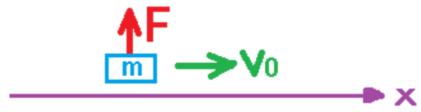
2.3- نكرّر القسم السابق لكن هذه المرة السطح المائل غير أملس. زاوية ميل السطح المائل هي $\alpha = 60^{\circ}$. مقدار القوة F يساوي 30 نيوتن، ومقدار قوة الاحتكاك fk مساوية 50 نيوتن. يتحرك الجسم نحو أسفل السطح المائل لمسافة 40 مترًا. 	أ. شغل القوة F $W_F = ?$	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\Theta)$	$W = 1200\ J$	لا تؤدي إضافة قوة الاحتكاك الحركي إلى تغيير الشغل الذي تقوم به القوة F.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6932
	ب. شغل قوة الجاذبية $W_W = ?$	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\Theta)$	$W_W = 6928.2 J$	لا تؤدي إضافة قوة الاحتكاك الحركي إلى تغيير الشغل الذي تقوم به القوة F.	
	جـ. شغل القوة الاحتكاك الحركي. $W_{fk} = ?$	تعريف الشغل: $W = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{\Delta X}\| \cdot \cos(\Theta)$	$W_{fk} = -2000\ J$	يتم إعطاء مقدار قوة الاحتكاك الحركي في وصف الحالة. إذا لم تعط قوة الاحتكاك الحركي، فيجب حسابها باستخدام القوة العمودية ومعامل الاحتكاك الحركي.	
	د. الشغل الكلي المبذول على الجسم $\Sigma W = ?$	الشغل الكلي: $\Sigma W = W_1 + W_2 + \cdots$	$\Sigma W = 7128.2\ J$	الشغل السالب لقوة الاحتكاك الحركي يعمل على تقليل قيمة الشغل الكلي.	

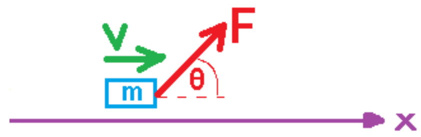
3- قانون الشغل والطاقة - في حالات شغل قوة واحدة.

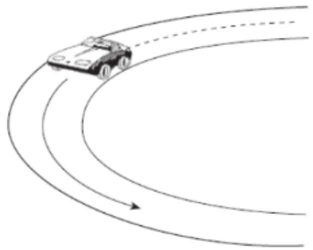
3.1- يتحرك جسم كتلته 20 كغم من حالة السكون نحو اليمين على سطح أفقي أملس، تحت تأثير قوة ثابتة مقدارها 30 نيوتن واتجاهها إلى اليمين. يتحرك الجسم على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين. 	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 10.95\frac{m}{s}$	1. من أجل تحليل حركة الجسم باستخدام مبادئ الديناميكا، يجب أن نأخذ بالحسبان جميع القوى المؤثرة على الجسم. في القانون الثاني لنيوتن، يجب استخدام محصلة القوى. 2. في هذه الحالة، تعمل ثلاث قوى: قوة الجاذبية، والقوة العمودية، والقوة F. القوة العمودية وقوة الجاذبية تلغيان بعضهم البعض، القوة المحصّلة تساوي القوة F. 3. تعمل القوة المحصلّة في اتجاه محور الحركة، وبالتالي فإن تسارع الجسم موجب، وتزداد سرعته.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6933
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$	$V = 10.95\frac{m}{s}$	1. من أجل تحليل حركة الجسم بمساعدة قانون الشغل والطاقة، يجب أن نأخذ بالحسبان جميع القوى المؤثرة على الجسم. في قانون الشغل والطاقة، يجب استخدام مجموع شغل كل القوى المؤثرة على الجسم. 2. في هذه الحالة، تعمل القوة العمودية وقوة الجاذبية بشكل عمودي على الحركة، فلا يقومان بأي شغل، فقط القوة F هي التي تبذل شغل. تعمل القوة F في اتجاه الحركة، وتقوم بشغل موجب، مما يزيد من الطاقة الحركية للجسم..	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6933

3.2- رُمي جسم كتلته 20 كغم إلى اليمين على سطح أفقي أملس. السرعة الابتدائية للجسم 25 مترًا في الثانية. تؤثر قوة مقدارها 30 نيوتن على الجسم، وتعمل القوة جهة اليمين في اتجاه الحركة. يتحرك الجسم على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين. 	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 27.29\frac{m}{s}$	نتيجة لتأثير القوة في هذه الحالة، تزداد سرعة الجسم بمقدار 2.29 مترًا في الثانية. من ناحية أخرى، في البند السابق (1.3)، أدى شغل القوة إلى زيادة سرعة الجسم بمقدار 10.95 مترًا في الثانية. على الرغم من أن نفس القوة عملت على نفس الجسم وعلى طول نفس الإزاحة. في كلتا الحالتين، يكون التسارع متشابه، لكن مدة التسارع مختلفة. في هذه الحالة يتحرك الجسم بسرعات أكبر، فإنه يسافر 40 مترًا في وقت أقل. وقت التسارع أصغر، وبالتالي فإن تغيير السرعة أصغر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6936
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$	$V = 27.29\frac{m}{s}$	نتيجة لتأثير القوة في هذه الحالة، تزداد الطاقة الحركية للجسم بمقدار 1200 جول. أيضًا في البند السابق (1.3) زادت الطاقة الحركية للجسم بمقدار 1200 جول.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6936

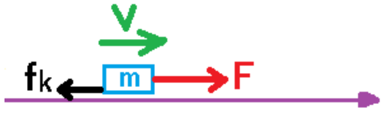
3.3 - رُمي جسم كتلته 20 كغم إلى اليمين على سطح أفقي أملس. السرعة الابتدائية للجسم 25 مترًا في الثانية. تؤثر قوة مقدارها 30 نيوتن على الجسم، وتعمل القوة اليسار. يتحرك الجسم على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 22.47 \frac{m}{s}$	1. القوة المحصّلة هي القوة F. 2. تعمل القوة F في الاتجاه المعاكس لمحور الحركة، وبالتالي فإن تسارع الجسم يكون سالبًا. سرعة الجسم تقل..	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6934
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$ توجيه: في قانون الشغل، قيمة الزاوية 180 درجة.	$V = 22.47 \frac{m}{s}$	1. فقط القوة F تبذل شغل. 2. تعمل القوة F عكس اتجاه الحركة، وبالتالي فإن شغلها سالب، فهي تؤدي لانخفاض الطاقة الحركية للجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6934

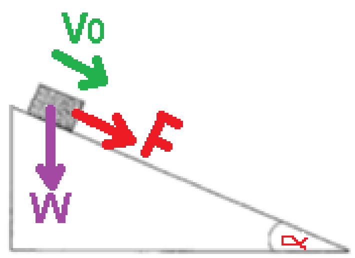
3.4- رُمي جسم كتلته 20 كغم إلى اليمين على سطح أفقي أملس. السرعة الابتدائية للجسم 25 مترًا في الثانية. تؤثر قوة مقدارها 30 نيوتن على الجسم، في اتجاه متعامد لاتجاه الحركة نحو الأعلى. يتحرك الجسم نحو اليمين على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهها الموجب نحو اليمين. 	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 25\frac{m}{s}$	القوة F ليس لها مركّب في اتجاه الحركة، فهي لا تؤثر على الحركة. نتيجة لتأثير القوة F، يضغط الجسم أقل على السطح. تتسبب القوة F في تقليل القوة العمودية. بما أن محصلة القوى المؤثرة على الجسم يساوي صفرًا، من القانون الأول لنيوتن، يمكن تحديد أن الجسم في حالة استمرارية سرعة الجسم لا تتغير. إنها تساوي في كل لحظة سرعة الرمي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6935
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$ توجيه: في قانون الشغل، قيمة الزاوية 90 درجة.	$V = 25\frac{m}{s}$	تعمل القوة F عموديًا على الحركة، على غرار قوة الجاذبية والقوة العمودية، كما أن القوة F لا تعمل شغلًا أيضًا. نظرًا لعدم بذل أي شغل على الجسم، فإن طاقته الحركية لا تتغير. سرعة الجسم لا تتغير.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6935

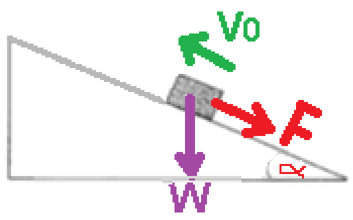
3.5 – رُمي جسم كتلته 20 كغم إلى اليمين على سطح أفقي أملس. السرعة الابتدائية للجسم 25 مترًا في الثانية. تؤثر قوة مقدارها 30 نيوتن على الجسم، في اتجاه 60 درجة فوق الخط الأفقي. يتحرك الجسم نحو اليمين على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين.  	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة توجيه: يجب إجراء تحليل قائم الزاوية للقوة F.	ديناميكا $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ كينماتيكا $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 26.17\frac{m}{s}$	في هذه الحالة، القوة المحصّلة تساوي مركّب القوة F الذي يعمل في اتجاه الحركة. القوة المحصّلة في هذه الحالة أصغر من القوة المحصّلة في القسم 1.3. من القانون الثاني لنيوتن، سيكون تسارع الجسم أصغر. لذلك، مقدار تغيير السرعة في هذه الحالة صغير نسبيًا مقارنة بمقدار تغيير السرعة في البند 1.3.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6937
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	اعتبارات الطاقة قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$ توجيه: في قانون الشغل، قيمة الزاوية 90 درجة.	$V = 26.17\frac{m}{s}$	حسب تعريف الشغل: $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\theta)$ شغل القوة F في هذه الحالة أصغر بمرتين من شغل القوة في البند 1.3 من قانون الشغل والطاقة، مقدار التغيير في الطاقة الحركية أصغر بمرتين من مقدار التغير في الطاقة الحركية في البند 1.3.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6937

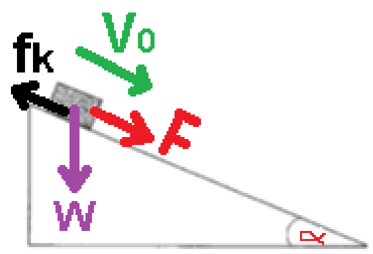
3.6- تسير سيارة على طريق دائري أفقي، بحركة دائرية منتظمة. قوة الجاذبية المركزية المؤثرة على السيارة هي قوة الاحتكاك الساكن، ومقدارها 30 نيوتن. مقدار سرعة السيارة في اللحظة التي تبدأ فيها الحركة هو 25 مترًا في الثانية. تتحرك السيارة على قوس طوله 40 مترًا. 	أ. سرعة السيارة في نهاية حركتها: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 25\frac{m}{s}$	في هذه الحالة، تعمل قوة الاحتكاك الساكن باتجاه عمودي على الحركة، وتتسبب في تسارع مركزي. لا توجد قوة تعمل في اتجاه مماسي لمسار الحركة. لذلك، لا يوجد تسارع مماسي. تتغير سرعة الجسم في اتجاهه بسبب التسارع المركزي، ولا يتغير مقدارها بسبب عدم وجود تسارع مماسي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6938
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$ توجيه: في قانون الشغل، قيمة الزاوية 90 درجة.	$V = 25\frac{m}{s}$	تعمل قوة الاحتكاك الساكن باتجاه عمودي على الحركة. من تعريف الدالة $W = \lvert\vec{F}\rvert \cdot \lvert\vec{\Delta X}\rvert \cdot \cos(\Theta)$ بما أن $\Theta = 90$ فإن شغل قوة الاحتكاك الساكن يساوي صفرًا. تعمل قوة الجاذبية والقوة العمودية أيضًا باتجاه عمودي على الحركة، ولا يقومان بأي شغل. لا يوجد شغل يتم بذله على الجسم. من قانون الشغل والطاقة، الطاقة الحركية لا تتغير وكذلك السرعة لا تتغير.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6938

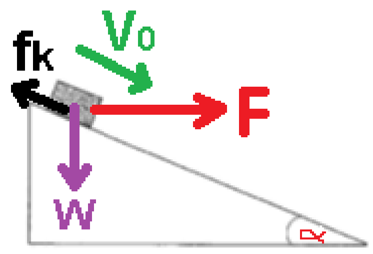
4- قانون الشغل والطاقة - في حالات التي فيها عدة قوى تبذل شغل.

4.1 – رُمي جسم كتلته 20 كغم نحو اليمين على سطح أفقي غير أملس. السرعة الابتدائية للجسم 25 مترًا في الثانية. تؤثر قوة مقدارها 30 نيوتن على الجسم، وتعمل القوة جهة اليمين في اتجاه الحركة. يتحرك الجسم على طول إزاحة مقدارها 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اليمين. 	أ. مقدار قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة على الجسم. $f_K = ?$ استخدم تعبير قوة الاحتكاك الحركي.	**ديناميكا** $f_K = \mu_K \cdot N$ $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$	$f_K = 100N$	تتعلق قوة الاحتكاك بالقوة العمودية، ويمكن أن تتغير القوة العمودية نتيجة لتأثير قوى أخرى أو نتيجة لحركة الجسم. في هذه الحالة، لا يوجد للقوة F مركّب في الاتجاه العمودي للسطح، القوة العمودية مساوية لقوة الجاذبية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6939
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة	**كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 18.57\frac{m}{s}$	قوة الاحتكاك الحركي أكبر من القوة الخارجية F. اتجاه القوة المحصّلة إلى اليسار، في الاتجاه المعاكس لاتجاه المحور. القوة المحصّلة سالبة. وتسارع الجسم سالب، وبالتالي فإن سرعة الجسم سوف تقل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6939
	جـ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$	$V = 18.57\frac{m}{s}$	1. الشغل الذي يظهر في قانون الشغل والطاقة هو مجموع كل القوى المؤثرة على الجسم. 2. تبذل القوة F شغل موجب، وقوة الاحتكاك تبذل شغل سالب. الشغل الكلي سالب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6939

السؤال		الأسئلة	المبادئ والقوانين	الحل	توجيهات	رابط
4.2- جسم كتلته 20 كغم يتحرك على سطح مائل أملس نحو الأسفل، زاوية ميل السطح 60 درجة. بالإضافة إلى قوة الجاذبية، تؤثر القوة F أيضًا على الجسم مقدارها 30 نيوتن في اتجاه أسفل السطح. يتحرك الجسم من حالة السكون نحو أسفل السطح المائل لمسافة 40 مترًا. نتطرق إلى حركة الجسم بالنسبة لمحور موجّه نحو اتجاه أسفل السطح. 	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة **توجيه:** يجب تحليل قوة الجاذبية لمركبيها، كتابة معادلات الحركة. ونعبّر منها عن تسارع الجسم.	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = 28.51\frac{m}{s}$	1. يتحرك الجسم بتسارع في الاتجاه لأسفل السطح المائل، في الاتجاه العمودي للمستوى يكون الجسم ثابتًا في حركته. 2. يؤثر مركّب قوة الجاذبية W_X والقوة F في اتجاه أسفل السطح المائل، حيث يتسببان في تسارع الجسم لأسفل السطح. 3. زاوية ميل السطح هي الزاوية بين قوة الجاذبية W ومركّب قوة الجاذبية W_Y.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6940
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة : $\Sigma W = \Delta EK$ **توجيه:** عند حساب شغل الجاذبية، تكون قيمة الزاوية (بين اتجاه الحركة واتجاه الجاذبية) 30 درجة.	$V = 28.51\frac{m}{s}$	كلتا القوتين تقومان بشغل موجب. لحساب الشغل الكلي، يجب حساب شغل القوة F بشكل منفصل وعمل قوة الجاذبية بشكل منفصل ونحسب المجموع جمع عددي (سكلاري) . طريقة أخرى، نجد القوة المحصّلة ونحسب شغلها. تتطلب هذه الطريقة جمعًا متجهًا للقوى.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6940

4.3- رُمي جسم كتلته 20 كغم على سطح مائل أملس نحو الأعلى بسرعة ابتدائية مقدارها 35 متر للثانية، زاوية ميل السطح 60 درجة. بالإضافة إلى قوة الجاذبية، تؤثر القوة F أيضًا على الجسم مقدارها 30 نيوتن في اتجاه أسفل السطح. تحرك الجسم بمرتقى السطح المائل لإزاحة 40 مترًا. نتطرق إلى حركة الجسم بالنسبة لمحور موجّه نحو اتجاه أسفل السطح.  	أ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة توجيه: يجب تحليل قوة الجاذبية لمركبيها، كتابة معادلات الحركة. ونعبّر منها عن تسارع الجسم.	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$V = \pm 20.3\frac{m}{s}$	1. يؤثر مركّب قوة الجاذبية W_X والقوة F في اتجاه أسفل السطح، في اتجاه محور الحركة، وبالتالي يتحرك الجسم بتسارع موجب. لذا تزداد سرعته. يتحرك الجسم في بداية الحركة نحو أعلى السطح، ويتحرك عكس اتجاه المحور، وتكون سرعته الابتدائية سالبة. 2. إزاحة الحركة سالبة. 3. يمر الجسم مرتين في النقطة الموجودة على بعد 40 مترًا بمرتقى السطح، في المرة الأولى التي يتحرك فيها الجسم لأعلى وتكون سرعته سالبة، وفي المرة الثانية يتحرك بنفس السرعة نحو الأسفل وتكون سرعته موجبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6941
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$ توجيه: عند حساب شغل الجاذبية، تكون قيمة الزاوية (بين اتجاه الحركة واتجاه الجاذبية) 150 درجة.	$V = \pm 20.3\frac{m}{s}$	عندما يتحرك الجسم نحو أسفل السطح، تكون الزاوية في تعبير الشغل 30 درجة، وعندما يتحرك الجسم لأعلى السطح، تكون الزاوية في تعبير الشغل تساوي 150 درجة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6941

السؤال	البند	القوانين	الإجابة	الشرح	الرابط
4.4- رُمي جسم كتلته 20 كغم على سطح مائل غير أملس نحو الأسفل بسرعة ابتدائية مقدارها 35 متر للثانية. معامل الاحتكاك الحركي مساوٍ 0.4 . تؤثر على الجسم قوة ثابتة F مقدارها 30 نيوتن في اتجاه الحركة، نحو أسفل السطح. يتحرك الجسم نحو أسفل السطح المائل لمسافة 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اتجاه أسفل السطح.  	أ. مقدار قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة على الجسم. $f_K = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة.	ديناميكا $f_K = \mu_K \cdot N$ $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$	$f_K = 40N$	يتعلق مقدار قوة الاحتكاك الحركي بعاملين فقط: أ. معامل الاحتكاك الحركي ب. القوة العمودية. في هذه الحالة، القوة العمودية تساوي المركّب العمودي لقوة الجاذبية W_Y. يتعلق W_Y على زاوية ميل السطح. لذلك فإن الاحتكاك الحركي يتعلق بزاوية ميل السطح. كلما زادت زاوية ميل السطح، قل ضغط الجسم على السطح وصغر الاحتكاك الحركي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6942
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة.	كينماتيكا $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V_0^2 + 2a\Delta X$	$V = 43.33 \frac{m}{s}$	رياضيا، بعد إجراء عملية الجذر، يتم الحصول على إجابتين (موجب وسالب) الإجابة الصحيحة هي الموجبة، والإجابة السالبة يجب إلغاؤها.	
	جـ. سرعة الجسم في نهاية حركته:: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	اعتبارات الطاقة قانون الشغل والطاقة: $W = \Delta EK$	$V = 43.33 \frac{m}{s}$	في قانون الشغل والطاقة، يجب حساب الشغل المحصل. شغل قوة الاحتكاك الحركي يكون سالب. والشغل المبذول بواسطة الجاذبية والقوة F تكون موجبة.	

4.5- رُمي جسم كتلته 20 كغم على سطح مائل غير أملس نحو الأسفل بسرعة ابتدائية مقدارها 35 متر للثانية. معامل الاحتكاك الحركي مساوٍ 0.4 . تؤثر على الجسم قوة ثابتة F مقدارها 30 نيوتن في اتجاه أفقي. يتحرك الجسم من حالة السكون نحو أسفل السطح المائل لمسافة 40 مترًا. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب نحو اتجاه أسفل السطح. 	أ. مقدار قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة على الجسم. $f_K = ?$ استخدم تعبير قوة الاحتكاك الحركي. توجيه: يجب تحليل كل من القوة F. والقوة W لمركّبيها، اكتب معادلات الحركة. وعبّر منهم عن القوة العمودية. الزاوية بين القوة F والسطح المائل هي زاوية ميل المستوى	**ديناميكا** $f_K = \mu_K \cdot N$ $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$f_K = 29.6N$	تحتوي القوة F على مركّب في الاتجاه العمودي على السطح المائل (F_Y)، وهذا المركّب يقلل من مقدار القوة العمودية. لذلك، فإن قوة الاحتكاك الحركي في هذا البند أصغر من قوة الاحتكاك الحركي في البند 4.4.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3421&chapterid=6943
	ب. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم مبادئ الديناميكا والحركة		$V = 43.12 \frac{m}{s}$	بعد تحليل قائم الزاوية للقوى، تؤثر ست قوى على الجسم: Fk ,N ,Wx ,Wy ,Fx ,Fy يجب رسم مخطط قوى واضح. يوصى باستخدام ألوان مختلفة.	
	جـ. سرعة الجسم في نهاية حركته: $V = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	**اعتبارات الطاقة** قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta EK$	$V = 43.12 \frac{m}{s}$	عند استخدام قانون الشغل والطاقة، ليس من الضروري إجراء تحليل قائم الزاوية، بل تحتاج إلى معرفة الزاوية بين القوة واتجاه الحركة. بالإضافة إلى ذلك، فإن حساب الشغل المحصل هو جمعًا عدديًا.	

ممارسات 2- شغل القوى الغير حافظة

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

1. التعبير عن شغل القوى غير الحافظة يتناول مجموع شغل القوى غير الحافظة.

لاستخدام تعبير عمل القوى غير المحافظة، يجب الإشارة إلى جميع القوى غير الحافظة التي تبذل شغل.

2. ينص التعبير عن شغل القوى الحافظة على أن مجموع شغل القوى غير الحافظة يساوي التغير في الطاقة الميكانيكية (لا يساوي التغير في الطاقة الحركية)

3. الطاقة الكامنة هي نوع من الطاقة الميكانيكية، والقوى التي يوصف نشاطها بمساعدة الطاقة الكامنة لا تسبب تغيراً في الطاقة الميكانيكية.

القوى غير الحافظة ليس لديها طاقة وضعية وشغلها ليس نوعاً من الطاقة الميكانيكية، فعندما تبذل القوى غير الحافظة شغلًا تتغير الطاقة الميكانيكية.

مثال توضيحي: طفل لديه رأس مال بقيمة 400 شيكل، ورأس المال يتكون من 100 شيكل نقدا ودراجة بقيمة 300 شيكل.
إذا اشترى الطفل كرة بـ 20 شيكل، فسيبقى لديه 80 شيكل نقدًا، لكن إجمالي رأس مال الطفل سيبقى 400 شيكل، إذا باع الدراجة بـ 300 شيكل، فلن يتغير رأس مال الطفل، سيبقى 400 شيكل.
إذا اشترى الطفل لأمه هدية عيد ميلاد بقيمة 70 شيكل من ماله الخاص، ماذا سيحدث؟
إن جعل الأم سعيدة لا يشبه شراء حبة دواء، فهو ليس نوعًا من رأس المال - ولهذا السبب يتغير رأس المال. (تساوي أكثر من مال العالم)
سيكون مبلغ تغيير رأس المال مساوياً لقيمة الهدية التي اشتراها. الولد اشترى هدية بـ 70 شيكل وتغير رأسماله بـ 70 شيكل، بقي له 330 شيكل.
وبالمثل، بما أن عمل القوة غير الحافظة لا يوصف كنوع من الطاقة الميكانيكية، فعندما يتم تنفيذ الشغل بواسطة قوى غير حافظة تتغير الطاقة الميكانيكية.

مواضيع التدرب:

يتناول التمرين ثلاث حالات لا يتم فيها حفظ الطاقة الميكانيكية (في كل حالة يجب استخدام تعبير شغل القوى غير الحافظة ومبادئ أخرى).

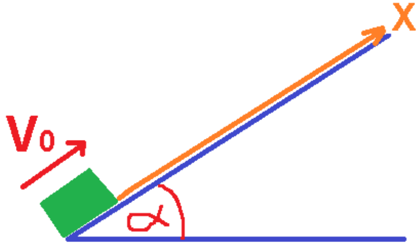
1- يتحرك جسم على سطح أفقي غير أملس تحت تأثير قوة الاحتكاك الحركي فقط.

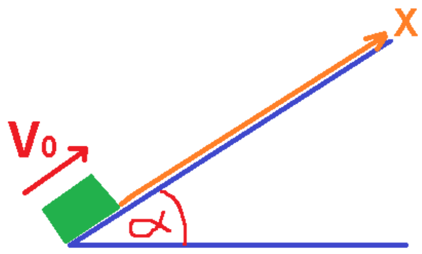
2- يقذف جسم مرتقى سطح مائل غير أملس.

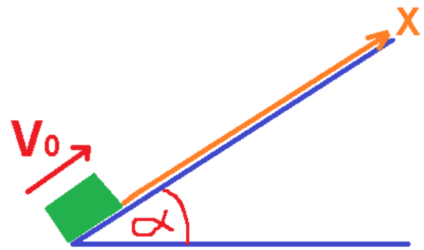
3- قذف جسم باتجاه منحدر سطح مائل غير أملس.

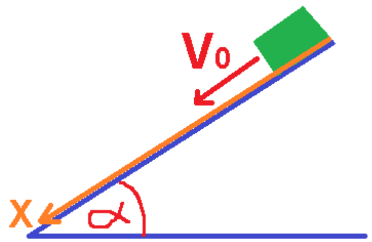
شغل القوى الغير حافظة

وصف الحركة	تعبير\مقدار مطلوب	المبادئ الفيزيائية	الجواب	ملاحظات هامة	رابط
1. جسم كتلته 5 كغم يتحرك على سطح أفقي غير أملس. معامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح يساوي 0.8. السرعة الابتدائية للجسم 20 مترًا في الثانية. توصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة موجّه إلى اليمين.  أ. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم مبادئ الكينماتيكا والديناميكا.		ديناميكا $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ كينماتيكا الدوال الحركية: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V_0^2 + 2a\Delta X$	$\Delta X = 25m$	1. الإزاحة موجبة، لأن الجسم يتحرك في اتجاه المحور. 2. لا يوجد أي تأثير لكتلة الجسم على إزاحة الحركة. 3. القوة المحصّلة تساوي قوة الاحتكاك الحركي. اتجاه القوة المحصّلة هو عكس اتجاه المحور. لذلك فإن تسارع الجسم سالب. 4. إذا اخترنا محور الحركة باتجاه قوة الاحتكاك الحركي، عكس اتجاه الحركة. (دون تغيير حركة الجسم والقوى المؤثرة عليه) سيكون تسارع الجسم موجبًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3423
ب. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة		قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta E_K$	$\Delta X = 25m$	تعمل قوة الجاذبية والقوة العمودية باتجاه عمودي على الحركة، ولا يبذلان أي شغل، (كما أنهما يقابلان بعضهما البعض). الشغل الكلي في هذه الحالة يساوي شغل قوة الاحتكاك الحركي.	
جـ. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم تعبير شغل القوة غير الحافظة		تعبير شغل القوى غير الحافظة: $W = \Delta E$ القوى غير الحافظة : الطاقة الميكانيكية الكلية	$\Delta X = 25m$	لا يتغير ارتفاع الجسم، فالتغير في الطاقة الميكانيكية هو فقط التغيير في الطاقة الحركية، وشغل القوى غير الحافظة في هذه الحالة هو فقط شغل قوة الاحتكاك الحركي. لذلك، من هذا التعبير، سيتم الحصول على معادلة مماثلة للمعادلة التي تم الحصول عليها من قانون الشغل والطاقة.	

2. رُمي جسم كتلته 5 كغ على سطح مائل غير أملس. زاوية ميله 30 درجة. معامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح يساوي 0.8. السرعة الابتدائية للجسم 20 مترًا في الثانية. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب في اتجاه لأعلى المستوى.  أ. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم مبادئ الكينماتيكا والديناميكا. توجيه: يجب التطرّق لحركة الجسم من لحظة الرمي إلى لحظة التوقف.	**ديناميكا** $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ **كينماتيكا** الدوال الحركية: $x = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$\Delta X = 16.76m$	1. . في هذه الحالة، بالإضافة إلى قوة الاحتكاك التي تعمل في اتجاه أسفل السطح المائل، يعمل أحد مركّبي قوة الجاذبية W_x أيضًا في اتجاه لأسفل السطح (عكس اتجاه المحور)، يتحرك الجسم بتسارع سالب ويكون التسارع سالبًا أكثر من التسارع في البند السابق. لذلك، فإن ازاحة الحركة في هذه الحالة أصغر من الإزاحة في الحال السابقة. 2. لا تتغير القوى المؤثرة على الجسم (من اللحظة التي تبدأ فيها الحركة إلى اللحظة التي تتوقف فيها). لذلك، من القانون الثاني لنيوتن، يمكن تحديد أن الجسم يتحرك بتسارع ثابت. 3. نستخدم الكينماتيكا لتحليل الحركة بسرعة ثابتة أو حركة في تسارع ثابت فقط! عادةً ما يكون استخدام اعتبارات الطاقة أكثر تعقيدًا بعض الشيء، ولكنه يُمكّننا أيضًا من تحليل الحركة ذات التسارع المتغير.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3423&chapterid=6949
ب. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta E_K$	$\Delta X = 16.76m$	في هذه الحالة، يبذل مركّب الجاذبية أيضًا شغلًا سالبًا (بالإضافة إلى الشغل السالب لقوة الاحتكاك الحركي)، تكون إزاحة الحركة أصغر من الازاحة الموجودة في الحالة السابقة.	
ج. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم تعبير شغل القوة غير الحافظة توجيه : في هذا التعبير ، يجب استخدام الطاقة الوضعية، لذلك يجب التعبير عن ارتفاع الجسم هندسيًا بدلالة الإزاحة.	تعبير شغل القوى غير الحافظة: $W = \Delta E$ القوى غير الحافظة : الطاقة الميكانيكية الكلية	$\Delta X = 16.76m$	القوة الوحيدة غير الحافظة التي تبذل شغلًا هي قوة الاحتكاك الحركي. قوة الاحتكاك معاكسة للحركة، قيمة الزاوية في تعبير شغل قوة الاحتكاك هي 180 درجة	

3. رُمي جسم كتلته 5 كغم على سطح مائل غير أملس. زاوية ميله 30 درجة. معامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح يساوي 0.8. السرعة الابتدائية للجسم 20 مترًا في الثانية. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب في اتجاه لأعلى المستوى.  أ. احسب الارتفاع الذي يصل إليه الجسم لحظة التوقف. $h' = ?$ استخدم مبادئ الكينماتيكا والديناميكا توجيه: اعتمادًا على ازاحة الحركة حتى التوقف، يمكن حساب ارتفاع الجسم في لحظة التوقف هندسيًا.	ديناميكا $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ كينماتيكا الدوال الحركية: $x = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$	$h' = 8.38m$	لا نتطرّق إلى ارتفاع الجسم في الكينماتيكا. في الكينماتيكا ، لا نُميز بين جسم يتحرك بتسارع ثابت على طول مسار أفقي مستقيم. وجسم يتحرك على مسار مائل. لاستخدام الكينماتيكا لإيجاد ارتفاع الجسم في لحظة التوقف، يجب الاعتماد على الهندسة. بشكل عام، عندما يكون مطلوبًا ايجاد مقدار فيزيائي معين، والتي لا تشير إليها المبادئ الفيزيائية ذات الصلة، يجب استخدام الهندسة لربط المقدار المطلوب بالمبادئ الفيزيائية ذات الصلة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3423&chapterid=6950
ب. احسب الارتفاع الذي يصل إليه الجسم لحظة التوقف. $h' = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	قانون الشغل والطاقة: $\Sigma W = \Delta E_K$	$h' = 8.38m$	حتى في قانون الشغل والطاقة، لا توجد إشارة إلى ارتفاع الجسم. نحسب الإزاحة ونجد الارتفاع هندسيًا.	
جـ. احسب الارتفاع الذي يصل إليه الجسم لحظة التوقف. $h' = ?$ استخدم تعبير شغل القوة غير الحافظة	تعبير شغل القوى غير الحافظة: $\underset{\text{القوى غير الحافظة}}{W} = \underset{\text{الطاقة الميكانيكية الكلية}}{\Delta E}$	$h' = 8.38m$	التعبير لشغل القوى غير الحافظة، يحتوي على طاقة وضع الجاذبية التي تتعلق بارتفاع الجسم. يمكن حساب ارتفاع الجسم في لحظة التوقف مباشرة من هذا التعبير، دون حسابات هندسية.	

## تتمة سؤال 3  د. احسب كمية الطاقة الميكانيكية المهدورة أثناء حركة الجسم (من نقطة الرمي إلى نقطة التوقف) $\Delta E = ?$ **توجيه**: كمية الطاقة الميكانيكية المفقودة أثناء الحركة تساوي الفرق بين الطاقة الميكانيكية للجسم في نهاية حركته، والطاقة الميكانيكية التي كانت للجسم في بداية حركته.	تعبير للطاقة المفقودة: ΔE الطاقة الميكانيكية الكلية : = كمية الطاقة المفقودة	$\Delta E = -581J$	1. لا توجد معادلة لحساب كمية الطاقة المهدورة. ومن أجل حساب كمية الطاقة المفقودة، لا بد من إجراء "حساب بقالة" لحساب الفرق بين الطاقة الميكانيكية التي بقيت في نهاية الحركة (طاقة وضع الجاذبية فقط) والطاقة التي كانت في بداية الحركة. (الطاقة الحركية فقط). وهذا الفرق يساوي كمية الطاقة المهدورة. 2. يتم الحصول على جواب سالب لأن القيمة النهائية للطاقة أقل من قيمة الطاقة الابتدائية. عند فقدان الطاقة الميكانيكية، يكون التغيير في الطاقة الميكانيكية سالبًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3423&chapterid=6950
هـ- احسب كمية الحرارة الناتجة بين الجسم والسطح أثناء حركة الجسم. $\Delta E = ?$	يمكن افتراض أن كل الطاقة الميكانيكية المفقودة تتحول إلى حرارة.	$\Delta E = -581J$	في الواقع، يتم تحويل جزء صغير من الطاقة الميكانيكية إلى أشكال أخرى من الطاقة (إلى جانب الحرارة)، على سبيل المثال طاقة الموجة الصوتية الناتجة عن حركة الجسم أسفل المستوى. تقريبًا، من الشائع أن نقول إن كل الطاقة الميكانيكية المفقودة تتحول إلى حرارة.	
و- احسب شغل قوة الاحتكاك الحركي. $\Delta E = ?$	تعبير الشغل لقوة الاحتكاك الحركي : $W_{fk} = \|\Delta X\| \cdot \|fk\| \cdot \cos(\alpha)$	$W_{fk} = -581J$	إن قوة الاحتكاك هي سبب فقدان الطاقة الميكانيكية، وبالتالي فإن مقدارها هو مقدار التغيّر في الطاقة الميكانيكية. هذا هو المنطق الكامن وراء تعبير شغل القوة غير الحافظة.	

4. . رُمي جسم كتلته 5 كغم على سطح مائل غير أملس نحو أسفل سطح مائل زاوية ميله 30 درجة. معامل الاحتكاك الحركي بين الجسم والسطح يساوي 0.8. السرعة الابتدائية للجسم 20 مترًا في الثانية. تم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه الموجب في اتجاه لأسفل السطح (افترض أنّ السطح طيل جدًا).  أ. احسب ازاحة حركة الجسم باتجاه منحدر السطح المائل حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم مبادئ الكينماتيكا والديناميكا. توجيه: تطرّق لحركة الجسم من لحظة الرمي حتى لحظة التوقف. معامل الاحتكاك الحركي يساوي 0.8.	**ديناميكا** $$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$ **كينماتيكا** الدوال الحركية: $$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$$ $$V = V_0 + at$$ $$V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$$	$\Delta X = 103.72m$	1. في هذه الحالة يعمل مركّب الجاذبية في اتجاه الحركة، يصبح التسارع أقل سالبًا. لذلك، تكون ازاحة الحركة أكبر. 2. حسب قيمة الزاوية وقيمة معامل الاحتكاك الحركي، يمكن للجسم أن يتحرك بسرعة آخذة بالازدياد (تسارع موجب) أو بسرعة آخذة بالنقصان (تسارع سالب) أو بسرعة ثابتة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3423&chapterid=6951
ب. احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم قانون الشغل والطاقة	قانون الشغل والطاقة: $$\Sigma W = \Delta E_K$$	$\Delta X = 103.72m$	شغل مركّب الجاذبية W_X موجبًا، فهو يخفف من تأثير شغل الاحتكاك، وبالتالي فإن إزاحة الحركة حتى التوقف كبيرة نسبيًا مقارنة بالحالة في البند السابق.	
جـ احسب ازاحة حركة الجسم حتى توقفه. $\Delta X = ?$ استخدم تعبير شغل القوة غير الحافظة توجيه: في هذا التعبير، يجب استخدام الطاقة الوضعية، لذلك يجب التعبير عن ارتفاع الجسم هندسيًا بدلالة الإزاحة.	تعبير شغل القوى غير الحافظة: $$\underbrace{W}_{\text{القوى غير الحافظة}} = \underbrace{\Delta E}_{\text{الطاقة الميكانيكية الكلية}}$$	$\Delta X = 103.72m$	1. القوة الوحيدة غير الحافظة التي تعمل هي قوة الاحتكاك الحركي.	

ممارسات 3- حفظ الطاقة على مسار رأسي

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

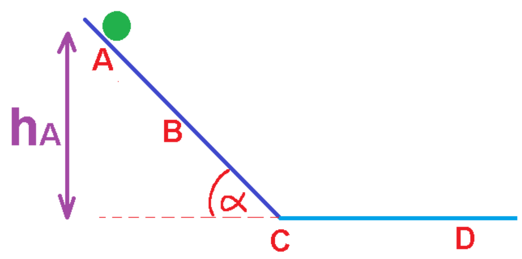
1. عندما تكون جميع القوى المؤثرة على الجسم هي قوى حافظة - فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ.
في هذه الحالات يعتمد الحل على معادلة حفظ الطاقة.
2. في كثير من الأسئلة تعتبر مبادئ الطاقة مبادئ مكملة لمعادلات الحركة من مبادئ الديناميكية.

يتناول هذا الملف حفظ الطاقة في حركة على سكة عمودية وحلقة رأسية. وفي مثل هذه الحالات يجب استخدام قانون حفظ الطاقة الميكانيكية ومعادلات الحركة.

مواضيع التدريب:

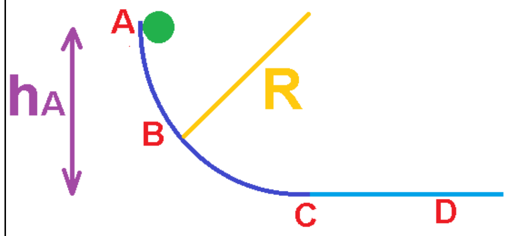
1- الحركة من السكون في منحدر سطح مائل أملس.
2- الحركة في مسار دائري.
3- الحركة على مسار ذو مسارين دائريين مختلفين.
4- الحركة في حلقة عمودية.

1. تمارين دمج بين الطاقة والديناميكا

وصف الحركة	التعبير المطلوب	المبادئ الفيزيائية	الاجابة	ملاحظات مهمة	رابط
1) مُعطى سكة مائلة ملساء موصولة بسكة أفقية ملساء.  يتم تحرير جسم من حالة السكون من النقطة A الموجودة على السكة المائلة (على ارتفاع h_A فوق السطح الأفقي). في حركته، يمر الجسم عبر النقاط: A,B,C,D **1.1**- عبر عن سرعة الجسم عفي النقطة D كدالة للارتفاع h_A $$V_D(hA) = ?$$ استخدم مبادئ الحركة والديناميكا.		**ديناميكا** $$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$ **كينماتيكا** دوال الحركة: $$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2}at^2$$ $$V = V_0 + at$$ $$V^2 = V0^2 + 2a\Delta X$$	$$V_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A}$$	في الكينماتيكا نتعامل مع إزاحة الحركة وليس مع ارتفاع الجسم. للتعبير عن سرعة الجسم في النقطة *C* كدالة لارتفاع النقطة *A*، يجب التعبير هندسيًا عن إزاحة الحركة من النقطة *A* إلى النقطة *C* كدالة لارتفاع النقطة *A*.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425

1.2- عبر عن سرعة الجسم عفي النقطة C كدالة للارتفاع h_A $$V_D(hA) = ?$$ استخدم اعتبارات الطاقة	**حفظ الطاقة** في الحالات التي فيها الجاذبية فقط تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية: $$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$ $$U = m \cdot g \cdot h$$ $$Ek_A + U_A = Ek_B + U_B$$	$$V_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A}$$ تؤثر على الجسم قوتان فقط، قوة الجاذبية والقوة العمودية. تعمل القوة العمودية باتجاه عمودي على الحركة، ولا تبذل شغلًا. نظرًا لأن الجاذبية فقط هي التي تبذل شغلًا، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية. $W_N = \|N\| \cdot \|\Delta X\| \cdot \cos(90) = 0$ في هذه الحالة، من الأسهل والأصح استخدام قانون حفظ الطاقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6970
1.3- عبر عن مقدار القوة العمودية المؤثرة على الجسم عندما يمر بالنقطة B $$N_B(m, g, \alpha) = ?$$ استخدم مبادئ الديناميكا.	**الديناميكا** $$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$	$$N_B = mg \cdot \cos(\alpha)$$ في هذه الحالة، لا تتعلق القوة العمودية على سرعة الجسم، على الرغم من أن سرعة الجسم تزيد فإن القوة العمودية لا تتغير.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6971
1.4- عبر عن مقدار القوة العمودية المؤثرة على الجسم عندما يتحرك على السطح الأفقي. $$N_D(m, g) = ?$$ استخدم مبادئ الديناميكا	**الديناميكا** $$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$	$$N_D = mg$$	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6972

2) مُعطاة سكة عمودية ملساء، شكلها ربع دائرة ونصف قطرها R. السكة العمودية موصولة بسكة أفقية ملساء.



يتم تحرير جسم من حالة السكون من النقطة A التي تكون على ارتفاع h_A فوق السطح الأفقي.
إذا كان الارتفاع h_A يساوي نصف قطر القضيب R.
يتحرك الجسم على السكة العمودية، ويمر الجسم في حركته عبر النقاط: A , B , C ,D .

2.1- عبر عن سرعة الجسم عفي النقطة D كدالة للارتفاع h_A

$$V_D(hA) = ?$$

استخدم اعتبارات الطاقة

حفظ الطاقة

في الحالات التي فيها الجاذبية فقط هي التي تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$U = m \cdot g \cdot h$$

$$Ek_A + U_A = Ek_B + U_B$$

$$V_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A}$$

2. لا يتعلق شغل قوة الجاذبية على شكل المسار الذي تعمل على طوله قوة الجاذبية، ولذلك، فإن تعبير السرعة في هذه الحالة هو نفس التعبير الذي تم الحصول عليه في القسم 1.2

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6973

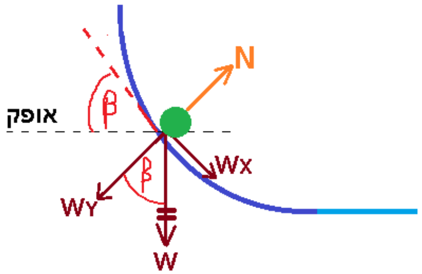
نُشير لزاوية ميل المستوى فوق الأفق في النقطة B بالحرف β.

2.2 - عبر عن القوة العمودية المؤثرة على الجسم عندما تمر بالنقطة B.

$$N_B(m, g, \beta, V_B) = ?$$

استخدم مبادئ الديناميكا

توجيه: ارسم مخطط القوى، واكتب معادلات الحركة الدائرية وعبر منها عن القوة العمودية.



$$N_B = mg \cdot \cos(\beta) + \frac{mV_B{}^2}{R}$$

1. من التعبير للقوة العمودية في هذه الحالة، يمكن ملاحظة أنه كلما زادت سرعة الجسم، زاد "ضغط الجسم" على السطح، زادت القوة الطبيعية.

2. في أغلب الأحيان، في أسئلة شهادة البجروت، يجب إيجاد الزاوية β هندسيا، بمساعدة معطيات السؤال.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6974

2.3 - عبر عن القوة العمودية المؤثرة على الجسم عندما تمر بالنقطة B.

$$N_B(m, g, \beta) = ?$$

استخدم مبادئ الديناميكا, قانون حفظ الطاقة والهندسة.

حفظ الطاقة

في الحالات التي فيها الجاذبية فقط هي التي تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

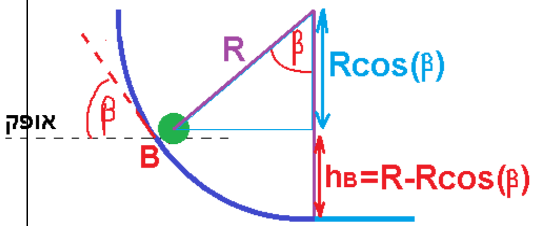
$$U = m \cdot g \cdot h$$

$$Ek_A + U_A = Ek_B + U_B$$

توجيه: من حفظ الطاقة الميكانيكية، تتعلق سرعة الجسم في النقطة B على الارتفاع h_B فوق مستوى الانتساب.

يجب التعبير عن هذا الارتفاع هندسيًا اعتمادًا على الزاوية β.

يتم التعبير عن الارتفاع h_B في الرسم البياني التالي:



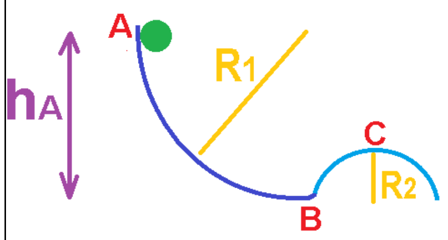
$$N_B = 3 \cdot mg \cdot \cos(\beta)$$

1.تعبير القوة العمودية في هذه الحالة ليس حالة عامة لجسم يتحرك في مسار مستقيم. على سبيل المثال، عندما يتحرك الجسم في مسار أفقي، فإن قيمة القوة العمودية لا تساوي: 3mg ، بل تساوي: mg . تختلف ديناميكيات الحركة الدائرية عن ديناميكيات الحركة في خط مستقيم.

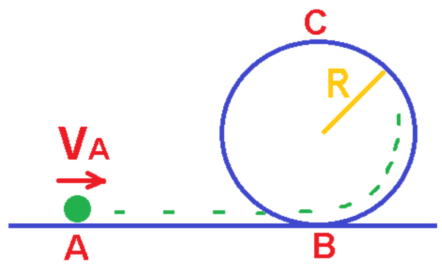
2. عملية ايجاد تعبير القوة العمودية طويلة نسبيًا وتتطلب استخدام حفظ الطاقة ومعادلات الحركة والهندسة وقدرًا كبيرًا من العمليات الجبرية.

التطورات المطلوبة في أسئلة شهادة البجروت هي أبسط من ذلك بكثير.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6975

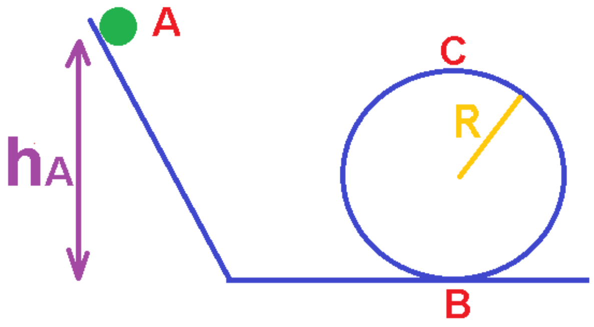
3) مُعطى سكة رأسية ملساء، شكلها ربع دائرة ونصف قطرها R_1. سكة رأسية ملساء أخرى موصولة بهذه السكة ، التي لها شكل نصف دائرة ونصف قطرها R_2.  إذا كان نصف القطر R_1 أكبر بمرتين من نصف القطر R_2. يتم تحرير جسم من حالة السكون من النقطة A التي تكون على ارتفاع h_A (يساوي نصف القطر R_1) فوق النقطة B. يتحرك الجسم على السكة الرأسية، ويمر الجسم في حركته عبر النقاط: A , B و- C . **3.1-** عبر عن سرعة الجسم في النقطة C اعتمادًا على نصف قطر المساران الرأسيان R_1 و. R_2 $V_C(R_1,R_2)=?$ استخدم اعتبارات الطاقة	**حفظ الطاقة** في الحالات التي فيها الجاذبية فقط تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية: $E_K=\frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2$ $U=m\cdot g\cdot h$ $Ek_A+U_A=Ek_B+U_B$	$V_C=\sqrt{2\cdot g\cdot(R_1-R_2)}$ على الرغم من أنه أثناء حركة الجسم من النقطة A إلى النقطة C ، يتحرك الجسم في حركات دائرية مختلفة، طالما أن قوة الجاذبية فقط هي التي تبذل شغل - يتم حفظ الطاقة الميكانيكية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6976
3.2 - عبر عن القوة العمودية المؤثرة على الجسم عندما تمر بالنقطة C. $N_C(m,g,R_2)=?$ استخدم مبادئ الديناميكا.	**الديناميكا** $\Sigma\vec{F}=m\vec{a}$ توجيه: ارسم مخطط القوى، واكتب معادلات الحركة الدائرية وعبر منها عن القوة العمودية.	$N_C=mg-\frac{m\cdot V_C^2}{R2}$ 1. الجسم موجود فوق السكة، والقوة العمودية تعمل نحو الأعلى، وقوة الجاذبية تعمل نحو الأسفل. 2. في النقطة C، تعمل قوة الجاذبية باتجاه نقطة مركز الدوران - لأسفل. 3. من التعبير الذي تم الحصول عليه في هذا القسم، يمكن ملاحظة أنه عندما تكون سرعة الجسم أكبر، تكون القوة العمودية أصغر (بخلاف البند 2.2).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6977

3.3 - عبر عن أصغر سرعة 'Vc والتي فيها لن يضغط الجسم على السكة في النقطة C. $$V_C{}'(g, R_2) = ?$$	**الديناميكا** $$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$ توجيه: يجب ايجاد السرعة V_C التي تكون فيها القوة العمودية صفرًا.	$$V_C{}' = \sqrt{g \cdot R_2}$$ عندما يمر الجسم بالنقطة C وسرعته تساوي أو تزيد عن السرعة "VC"، فلن يضغط الجسم على السكة ولن تؤثر أي قوة عمودية على الجسم. يمكنك القول أن الجسم سوف يتحرك للحظات في حالة سقوط حر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6978
3.4 – جد النسبة بين نصفي القطر $\frac{R_1}{R_2}$ بحيث أنّ الجسم المتحرر من حالة السكون من النقطة A لن يضغط على السكة في النقطة C. $$\frac{R_1}{R_2} = ?$$	توجيه: يجب كتابة معادلة حفظ الطاقة EA = EC في حالة كانت السرعة في النقطة C هي 'Vc (السرعة التي تكون فيها القوة العمودية في النقطة C مساوية للصفر)	$$\frac{R_1}{R_2} = 1.5$$ الشرط الوحيد لكيلا يضغط الجسم على السكة في النقطة C هو أن يكون نصف قطر السكة الكبيرة أكبر بمقدار 1.5 مرة من نصف قطر السكة الصغيرة. هذا الشرط صحيح فقط عندما يتحرر الجسم من حالة السكون. من ارتفاع R_1.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6979

4) مُعطى مسار أملس يتكون من قسم مسار أفقي وحلقة رأسية نصف قطرها R.  يتم رمي جسم بسرعة ابتدائية V_A من النقطة A. يتحرك الجسم على طول قسم السكة المستقيمة إلى النقطة B ومن هناك يرتفع الجسم إلى أعلى السكة الرأسية. **4.1** – عبر عن القوة العمودية المؤثرة على الجسم في النقطة C كدالة للسرعة VC (سرعته عندما يمر عبر النقطة C).	**الديناميكا** $$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$ **حفظ الطاقة** في الحالات التي فيها الجاذبية فقط تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية: $$E_K = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2$$ $$U = m\cdot g\cdot h$$ $$Ek_A + U_A = Ek_B + U_B$$	$$\cdot N_C = \frac{m\cdot {V_C}^2}{R} - mg$$ 1. عندما يمر الجسم بالنقطة C، فإنه يكون تحت السكة، تعمل القوة العمودية نحو الأسفل. 2. يتبين من التعبير أنه كلما زادت سرعة الجسم في النقطة C، زادت القوة العمودية التي تؤثر بها السكة على الجسم في النقطة C.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6980
4.2 – عبر عن القوة العمودية المؤثرة على الجسم في النقطة C بدلالة سرعته الابتدائية V_A.		$$N_C = \frac{m\cdot {V_A}^2}{R} - 5mg$$ تقع النقطة C على ارتفاع R2 فوق مستوى النقطة A.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6982

4.3 - عبر عن السرعة الدنيا VC بحيث يكمل فيها الجسم دورة كاملة في الحلقة العمودية. **<u>توجيه</u>: الحد الأدنى لسرعة VA (التي يكمل فيها الجسم دورة كاملة) هو السرعة التي تكون فيها القوة العمودية في النقطة C مساوية للصفر.**	**<u>حفظ الطاقة</u>** **في الحالات التي فيها الجاذبية فقط تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية:** $$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$ $$U = m \cdot g \cdot h$$ $$Ek_A + U_A = Ek_B + U_B$$	$$V_C = \sqrt{g \cdot R}$$ **1. إذا ضغط الجسم على السكة عند النقطة C ببعض بقوة ما، فإن الجسم يكمل حركته.** **2. في أي سرعة في النقطة C أكبر من $\sqrt{g \cdot R}$، يصل الجسم إلى النقطة C ويضغط على السكة ويكمل حركته في الدائرة العمودية.** **إذا كانت السرعة في النقطة C أقل من $\sqrt{g \cdot R}$، فإن الجسم لا يصل إلى النقطة C ولا يكمل حركته في الدائرة العمودية.** **واذا كانت السرعة مساوية بالضبط لـ $\sqrt{g \cdot R}$ سيصل الجسم للنقطة C , ويكمل حركته. لكنه لا يضغط على السكة الحديدية.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6983
4.4 - عبر عن السرعة المتجهة الدنيا VA التي سيكمل بها الجسم دورة كاملة في الحلقة الرأسية. **<u>توجيه</u>: الحد الأدنى للسرعة VA (التي يكمل فيها الجسم دورة كاملة) هي السرعة التي تكون فيها القوة العمودية في النقطة C مساوية للصفر.**		$$V_A = \sqrt{5 \cdot g \cdot R}$$ **من حفظ الطاقة، بحيث تكون سرعة الجسم في النقطة C مساوية $\sqrt{g \cdot R}$, يجب أن تكون السرعة في النقطة A مساوية $\sqrt{5 \cdot g \cdot R}$**	

يتكون المسار التالي من ثلاثة سكك ملساء: سكة مائلة بزاوية ثابتة، وسكة أفقية، وحلقة رأسية نصف قطرها R.



يتحرر جسم من السكون من النقطة A التي تقع على ارتفاع hA، ويتحرك أسفل السكة المائلة. عندما يصل الجسم إلى النقطة B فإنه يتحرك لأعلى في الحلقة الرأسية.

4.5 - عبر عن أصغر ارتفاع hA الذي سيتحرك فيه الجسم على طول دورة كاملة في الحلقة الرأسية.

حفظ الطاقة

في الحالات التي فيها الجاذبية فقط تبذل شغل، يتحقق حفظ الطاقة الميكانيكية:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$U = m \cdot g \cdot h$$

$$Ek_A + U_A = Ek_B + U_B$$

$$h_A = 2.5 \cdot R$$

1. من حفظ الطاقة، حتى تكون سرعة الجسم في النقطة *C* مساوية لـ $\sqrt{g \cdot R}$ ، يجب تحرير الجسم من السكون من ارتفاع : $2.5 \cdot R$.

2. إذا قذف الجسم المتحرك في بداية حركته فمن حفظ الطاقة يكون الارتفاع الابتدائي الذي يجب أن يقذف منه الجسم حتى يكمل حركته في الدائرة الرأسية أقل من 2.5R.

3. إذا حررنا الجسم من السكون من ارتفاع 2R فإن الجسم لن يصل إلى النقطة C بسرعة صفر. سينفصل عن السكة على ارتفاع أقل من ارتفاع النقطة C، ولن تكون سرعته صفرًا.

4. من الناحية النظرية هناك العديد من المسارات الممكنة لحركة الجسم بنفس الطاقة الميكانيكية. يمكن للجسم أن يتحرك بسرعة عالية على ارتفاع منخفض، أو يتحرك بسرعة منخفضة على ارتفاع عالٍ.

فقط معادلات الحركة هي التي تحدد مسار حركة الجسم، وليس معادلة حفظ الطاقة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6981

4.6 - قُذف جسم بسرعة V_0 من النقطة A. ما أقل ارتفاع hA بحيث يكمل الجسم دورة كاملة في الحلقة الرأسية؟

$$h_A = 2.5 \cdot R - \frac{0.5 \cdot {V_0}^2}{g}$$

1. من التعبير يمكن أن نرى أنه كلما زادت سرعة القذف، كلما أمكن تحرير الجسم من ارتفاع أصغر.

2. هذه الحالة هي حالة عامة للحالة السابقة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3425&chapterid=6984

مسح أسئلة البجروت في موضوع حفظ الطاقة الميكانيكية

قانون الشغل والطاقة

2022,4- يتحرك جسم ذهابًا وإيابًا عدة مرات في مقطع حركة غير أملس.

2021,4- يتحرك جسم على مستوى مائل أملس ويكمل حركته على مستوى أفقي غير أملس.

حفظ الطاقة الحركية

2022,5- اصطدام كرتين بشكل مرن في حركة عمودية.

2021,5 - عربتان وسطح مائل (سؤال ورد سنة 2012)

2016,4 – اصطدام صناديق

2010,3 – اصطدامًا مرنًا وجهًا لوجه.

حفظ الطاقة الميكانيكية

2023,4 - حركة كرة في مسار دائري عمودي.

2023,5 - تحرك جسم في منحدر سطح مائل أملس ومن ثم يًكمل حركته على سطح أفقي غير أملس.

2022,5 - الاصطدام المرن في الحركات العمودية.

2019,1 - يتحرك صندوق على سكة عمودية تحت تأثير مروحة.

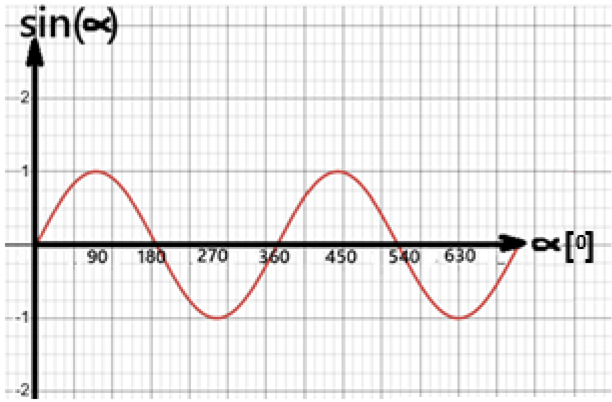
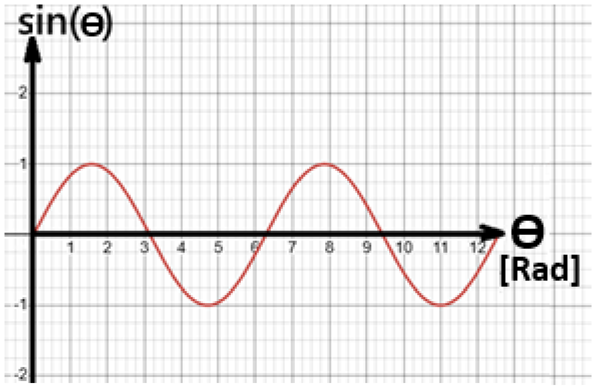
2018,4 - البندول كمقياس سرعة.

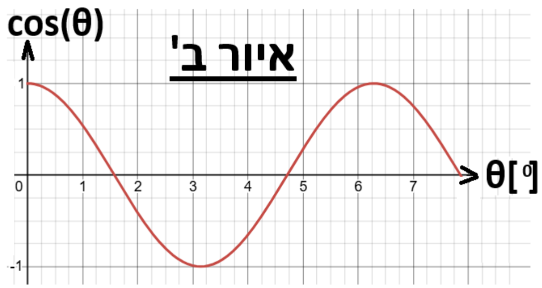
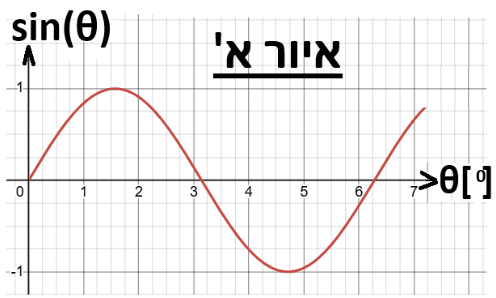
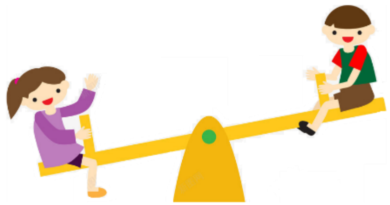
2018,3 – مسار عمودي مع ودون احتكاك.

2017,4 - كرة داخل أنبوب نصف دائري.

طاقة الوضع المرنة

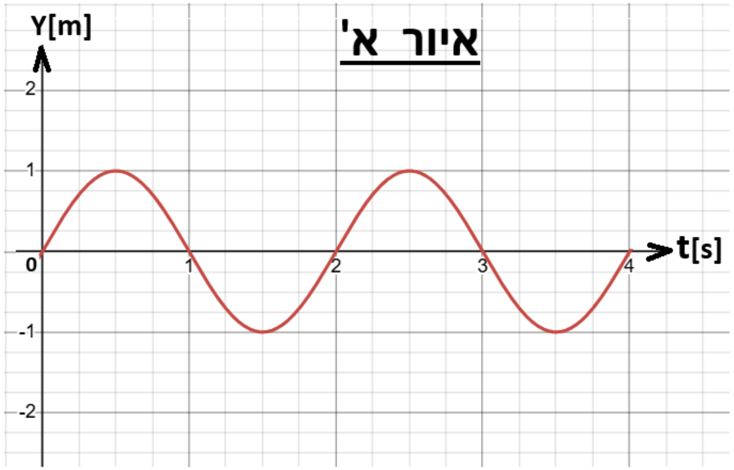
ملخص: فسيفسائي الحركة التوافقية البسيطة – تعريفات، ملاحظات وتوضيحات، أمثلة، متى تكون صحيحة وكيف توصّلنا إليها

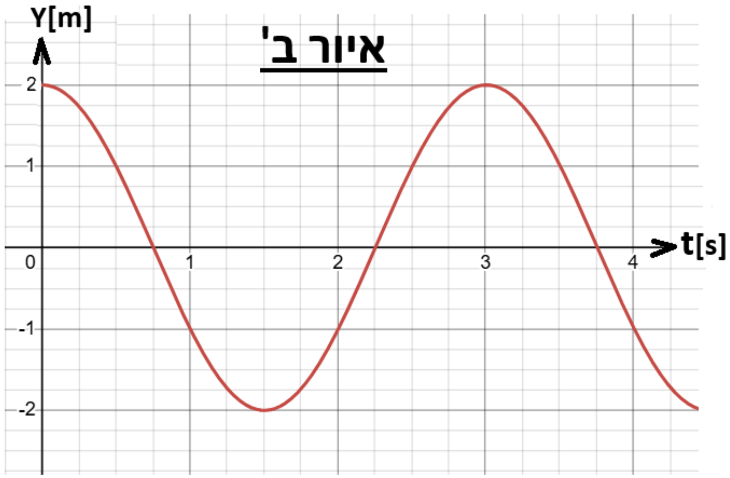
دالة الجيب (sin)	دالة الجيب هي دالة موجية دورية تستقبل قيمة زاويّة وتُرجع قيمة بلا وحدات. وحدات الزاوية التي تستقبلها دالة الجيب يمكن أن تكون بالدرجات أو بالراديان. الرسم البياني على اليمين يوضح دالة الجيب بدلالة الزاوية ألفا بالدرجات، أما الرسم البياني على اليسار فيوضح دالة الجيب بدلالة θ بالراديان:   1. لتفادي المشكلات المتعلقة بوحدات القياس، سنعبّر عن الزاوية بوحدات الراديان. 2. يمكن استخدام دالة الجيب لوصف الظواهر والعمليات الدورية في مجالات عديدة. 3. الحركة التوافقية البسيطة هي حركة بتسارع متغيّر، ولذلك لا يمكن وصفها باستخدام دوال الكينماتيكا التي تُستخدم للحركة بتسارع ثابت. يمكن وصف الحركة التوافقية البسيطة باستخدام دالة الجيب.
ميزات دالة sin	سعة الدالة – السعة هي القيمة المطلقة العظمى التي تصل إليها الدالة الدورية. في دالة الجيب، قيمة السعة هي 1 (قيمة الدالة لا يمكن أن تكون أكبر من واحد ولا أصغر من ناقص واحد). في الميكانيكا، تُرمز السعة بالرمز A، وتُحدد وحداتها حسب الكمية الفيزيائية التي تمثلها. دورية الدالة – دالة الجيب تتكرر كل 2π راديان (أي 6.28 راديان) أو كل 360 درجة.

دالة (جيب التمام) cos	دالة cos هي دالة موجية دورية تستقبل قيمة زاويّة وتُرجع قيمة بلا وحدات. لدالة cos ودالة sin نفس الدورية ونفس السعة. الفرق بين الدالتين هو أن دالة cos تتقدّم على دالة sin بربع دورة. يُطلق على هذا الفرق اسم "فرق الطور". في الرسوم التالية تُعرض دوال sin و cos بدلالة الزاوية بوحدة الراديان.    نوضّح الفرق بين دالتي sin و cos من خلال تشبيه بسيط: أخ وأخت يلعبان على الأرجوحة في حديقة الألعاب. كلاهما يتحرك في اهتزازات لها نفس السعة ونفس الدورية، ولكن كل واحد منهما يبدأ من موقع مختلف. في اللحظة t=0s ، تكون الطفلة على ارتفاع صفر، بينما يكون الطفل على ارتفاع متر واحد. فرق الطور بين حركة الطفل والطفلة يُشبه فرق الطور بين دالتي sin وcos.
إزاحة دالة الجيب(sin)	رياضيًّا، يمكن إجراء عملية إزاحة أفقية لدالة *sin* عن طريق جمع أو طرح من زاوية الدالة. لتحريك الدالة إلى اليسار، نضيف قيمة الإزاحة إلى زاوية*sin* ، ولتحريك الدالة إلى اليمين، نطرح قيمة الإزاحة من زاوية.*sin* على سبيل المثال: دالة cos هي دالة sin مزاحة إلى اليسار بمقدار ربع دورة. لتحريك دالة sin إلى اليسار، نضيف ربع دورة $\left(\frac{2\pi}{4}\right)$ إلى زاوية sin ، ويتحقق: $\sin\left(\theta+\frac{\pi}{2}\right)=\cos(\theta)$ نوضّح معنى عملية الإزاحة من خلال مثال عددي، في الدالة$\sin(\alpha)$ عندما $\alpha=30^{o}$ قيمة الدالة هي 0.5، بينما في الدالة sin(α + 20) تكون قيمة الدالة 0.5 بالفعل عندما تكون.α = 10° لذلك، فإن إضافة زاوية مقدارها 20 درجة إلى زاوية sin تؤدي إلى تقدّم الدالة بمقدار 20 درجة.

موجة sin بدلالة الزمن	
موجة sin بدلالة الزمن تكملة	موجة الجيب بدلالة الزمن هي موجة يكون شكلها مبنيًّا على نمط دالةsin ، وهي تصف قيمة اهتزاز دوري بدلالة الزمن. دالة sin تستقبل قيمة زاويّة، ومن أجل وصف موجة الجيب بدلالة الزمن، نستخدم مبادئ الحركة الدائرية. نعبر عن الزاوية المركزية بدلالة الزمن لجسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة، باستخدام تعريف السرعة الزاوية: $\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\Rightarrow\omega=\frac{\theta-\theta_0}{t}\Rightarrow\boxed{\theta=\omega\cdot t+\theta_0}$ نعوّض عن التعبير الخاص بالزاوية داخل دالة sin ، فنحصل على تعبير دالة sin بدلالة الزمن $Y(t)=\sin(\omega\cdot t+\theta_0)$ لكي نتمكّن من وصف موجة sin بأي سعة مرغوبة، يجب ضرب دالة sin بقيمة سعة الموجة A. الوصف الرياضي لدالة موجة sin بدلالة الزمن هو: $\boxed{Y(t)=A\cdot\sin(\omega\cdot t+\theta_0)}$ 1. في التفكير الأول، قد يبدو أنه لا يوجد علاقة بين الزاوية المركزية في الحركة الدائرية المنتظمة والحركة التوافقية البسيطة. لكن في الحركة الدائرية المنتظمة، يكون المركب الأفقي (أو العمودي) للحركة عبارة عن حركة توافقية بسيطة، ولذلك نستخدم مبادئ الحركة الدائرية في موضوع الحركة التوافقية البسيطة. 2. في الحركة الدائرية، تُسمّى ω السرعة الزاوية، وهي تعبّر عن وتيرة التغير في الزاوية المركزية لجسم يتحرك في مسار دائري. أما في الحركة التوافقية البسيطة، فتُسمّى ω التردد الزاوي، وهي تعبّر عن معدل تغيّر الطور. 3. دورة دالة sin هي 2π راديان، لذلك يتحقّق: $\sin(2\pi)=\sin(4\pi)=\sin(6\pi)$ ويتحقق أيضًا: $\sin(\pi)=\sin(3\pi)=\sin(5\pi)$ تعبير التردد الزاوي هو: $\omega=\frac{2\pi}{T}$ من ضرب التردد الزاوي في الزمن $2\pi\frac{t}{T}$ نحصل على الطور اللحظي للموجة.

موجة sin بدلالة الزمن	مثال 1: في الرسم (أ)، معطاة موجة sin بدلالة الزمن. من المخطط يمكن ملاحظة أن زمن الدورة للموجة هو $T = 2s$ ، وسعة الموجة هي A=1m. في اللحظة t=0s، تبدأ الموجة من القيمة Y=0m، كما في دالة sin . لا يوجد طور ابتدائي للموجة. نحسب التردد الزاوي: $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \frac{2\cdot\pi}{2} = 3.14\frac{rad}{s}$ وفقًا للوصف الرياضي العام لدالة الموجة بدلالة الزمن: $Y = A\cdot\sin(\omega\cdot t + \theta_0)$ وبحسب معطيات الموجة المعطاة، فإن دالة الموجة التي تصف هذه الموجة هي: $Y = \sin(3.14\cdot t)$ مثال 2: في الرسم (ب)، معطاة موجة sin أخرى بدلالة الزمن. الزمن الدوري للموجة هو $T = 3s$، وسعة الموجة هي 2 متر في اللحظة t=0s توجد للموجة طور ابتدائي. الموجة مزاحة إلى اليسار بربع دورة، وزاوية الطور الابتدائي هي $+\frac{\pi}{2}$ راديان. نحسب التردد الزاوي: $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \frac{2\cdot\pi}{3} = 2.09\frac{rad}{s}$ وفقًا لسعة الموجة، التردد الزاوي، والطور الابتدائي، فإن دالة الموجة هي: $Y = 2\cdot\sin(2.09\cdot t + \frac{\pi}{2})$. يمكن أيضًا وصف الموجة باستخدام دالة cos ، كما يلي: $Y = 2\cdot\cos(2.09\cdot t)$





اهتزاز (Cube 29)

الاهتزاز هو حركة ذهاب وإياب حول نقطة اتّزان.

مثال: عند العزف على وتر الغيتار، تتحرك النقاط على الوتر في اهتزازات حول نقاط الاتّزان.

1. لكي يتحرك الجسم في اهتزازات، يجب أن يتغير محصلة القوى المؤثرة عليه في المقدار والاتجاه.
2. نقطة الاتّزان هي النقطة التي يكون فيها محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفرًا.

توجد أنواع مختلفة من الاهتزازات، وسنركز على اهتزاز دوري يُسمى الحركة التوافقية البسيطة.

القوة المعيدة (Cube 29)

القوة المعيدة هي القوة التي تؤثر لإعادة جسم مُزاح عن نقطة الاتّزان إلى نقطة الاتّزان.

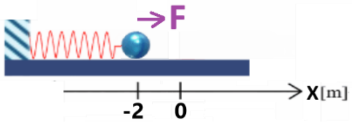
بالنسبة لمحور تكون بدايته عند نقطة الاتّزان، فإن التعبير عن القوة المعيدة هو: $F = -C \cdot X$

على سبيل المثال: جسم متصل بنابض أفقي ويهتز حول نقطة الاتّزان، فإن قوة النابض تعمل كقوة معيدة.

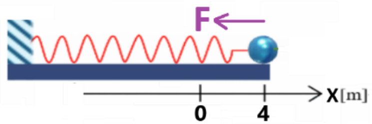
في الشكل (أ)، يكون الجسم إلى يمين نقطة الاتّزان، وتؤثر القوة المعيدة نحو اليسار باتجاه نقطة الاتّزان.

في الشكل (ب)، يكون الجسم إلى يسار نقطة الاتّزان، وتؤثر القوة المعيدة نحو اليمين باتجاه نقطة الاتّزان.

איור ב'



איור א'

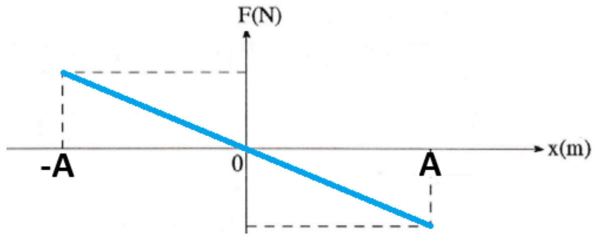


1. تعتمد هوية الثابت C على نوع المنظومة. في المثال الموضح، الثابت C هو ثابت النابض.
2. مقدار القوة المعيدة يتناسب طرديًا مع بُعد الجسم عن نقطة الاتّزان. في المثال الموضح في الشكل (أ)، بُعد الجسم عن نقطة الاتّزان هو ضعف البُعد في الشكل (ب)، لذلك فإن القوة المعيدة في الشكل (أ) أكبر بمرتين من القوة المعيدة المؤثرة في الشكل (ب).
3. القوة المعيدة تؤثر دائمًا نحو نقطة الاتّزان (كما هو الحال مع القوة المركزية التي تؤثر دائمًا نحو مركز الدوران).
في المثال الموضح في الشكل (أ)، يكون الجسم إلى يمين نقطة الاتّزان، فتؤثر القوة نحو اليسار باتجاه نقطة الاتّزان.
في المثال الموضح في الشكل (ب)، يكون الجسم إلى يسار نقطة الاتّزان، فتؤثر القوة نحو اليمين باتجاه نقطة الاتّزان.
4. عندما يكون موقع الجسم موجبًا، تكون القوة سالبة (تؤثر بعكس اتجاه المحور)، وعندما يكون موقع الجسم سالبًا، تكون القوة موجبة (تؤثر في اتجاه المحور). لذلك، لكي يكون لكلا طرفي المعادلة الإشارة نفسها، يُضاف الإشارة السالبة إلى تعبير القوة المعيدة.

تُعتبر القوة قوة معيدة فقط إذا كانت تتناسب طرديًا مع موقع الجسم.

الحركة التوافقية البسيطة (Cube 29)	الحركة التوافقية البسيطة هي حركة دورية يكون فيها محصلة القوى المؤثرة على الجسم عبارة عن قوة معيدة ويتحقق فيها: $\Sigma F = -C \cdot X$

1. وفقًا للمنهج الدراسي، سنتناول فقط الحركة التوافقية البسيطة لجسم متصل بنابض، والحركة التوافقية البسيطة للبندول البسيط الذي يتحرك بزوايا صغيرة.
2. لكل حركة توافقية بسيطة توجد تعابير ودوال مناسبة.
3. في الحركة التوافقية البسيطة التي يُنجز فيها العمل بواسطة قوة محافظة فقط، يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية.
4. الرسم البياني الذي يصف محصلة القوة كدالة في موقع الحركة التوافقية البسيطة هو رسم بياني خطي سالب يمر عبر نقطة الأصل.



ميل الرسم البياني يساوي سالب ثابت الحركة التوافقية.
المساحة المحصورة تحت الرسم البياني تساوي شغل محصلة القوة..

تُعتبر حركة الجسم حركة توافقية بسيطة فقط إذا كانت محصلة القوى المؤثرة عليه تعمل كقوة معيدة، ويتحقق: $\Sigma F = -C \cdot X$

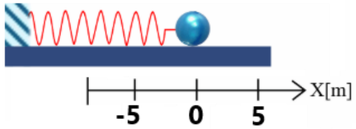
حركة توافقية بسيطة لجسم موصول بنابض أفقي (Cube 29)

عندما يتحرك جسم متصل بنابض أفقي على سطح أفقي خالٍ من الاحتكاك، فإن قوة الجاذبية وقوة العمودي تبطل أحداهما الأخرى، ومحصلة القوى المؤثرة على الجسم هي قوة النابض.

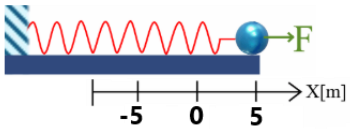
بالنسبة لمحور يبدأ من نقطة الاتزان، يتحقق: $\Sigma F = -K \cdot X$ لذلك فإن حركة الجسم هي حركة توافقية بسيطة.

مثال: جسم كتلته 2 كغم موضوع على سطح أفقي أملس. الجسم متصل بنابض أفقي غير مشدود، وثابت النابض هو 10 نيوتن لكل متر.

نصف موقع الجسم بالنسبة لمحور اتجاهه نحو اليمين، ونقطة بدايته هي النقطة التي يكون فيها الجسم عندما يكون النابض غير مشدود (نقطة الاتزان)، كما هو موضح في الشكل التالي:

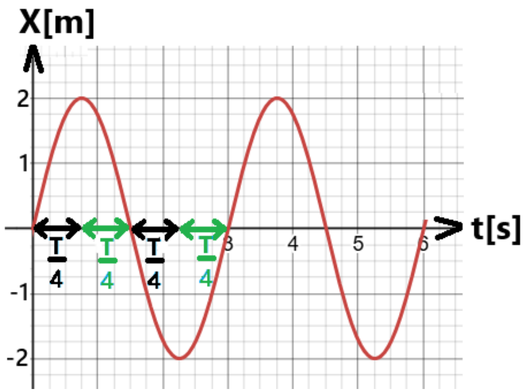


القوة F تُزيح الجسم من نقطة الأصل إلى الموقع X=5m كما هو موضح في الشكل التالي:



بعد توقف تأثير القوة F، يتحرك الجسم في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور، بين الموقع X=5m والموقع X=-5m.

1. الحركة التوافقية البسيطة هي حركة بتسارع متغير، والتعابير التي تعرفنا عليها في الكينماتيكا لا تتناول الحركة ذات التسارع المتغير.

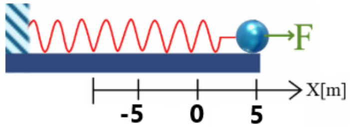


2. لوصف الحركة التوافقية البسيطة، تم تطوير دوال $a(t), V(t), X(t)$ المعدة خصيصًا لهذا النوع من الحركة. تعتمد هذه الدوال على موجة الجيب (sin).
3. يمكن تقسيم دورة موجة الجيب إلى أربعة أرباع. وبشكل مشابه، يمكن تقسيم دورة حركة جسم يتحرك في حركة توافقية بسيطة إلى أربعة أرباع زمنية متساوية، كما يظهر في الشكل.
4. في الحركة التوافقية البسيطة، زمن حركة الجسم من موقع إلى موقع لا يعتمد على اتجاه الحركة. في المثال المعطى، زمن حركة الجسم من الموقع X=3m إلى الموقع X=5m يساوي زمن حركته من الموقع X=5m إلى الموقع X=3m.

يمكن تحديد أن حركة الجسم هي حركة توافقية بسيطة فقط إذا كان السطح أفقيًا وأملس. (وإلا فلن يتحقق: $\Sigma F = -K \cdot X$)

خصائص الحركة التوافقية البسيطة لجسم موصول بنابض أفقي (Cube 29)

للحركة التوافقية البسيطة لجسم متصل بنابض أفقي خصائص مشابهة لخصائص موجة الجيب (السينوس).
في المثال المعطى، بعد تحرير الجسم من الموقع X=5m ، يتحرك الجسم في اهتزازات حول نقطة الاتّزان.



<u>نقطة الاتّزان:</u> هي النقطة في مسار الحركة التي يكون فيها محصلة القوى مساويًا للصفر. (بالنسبة للمحور، تقع هذه النقطة عند الموقع X=0m).

<u>A- سعة الاهتزاز:</u> هي المسافة بين نقطة الاتّزان وكل من نقطتي النهاية.
في هذا المثال، قيمة السعة هي 5 أمتار.

<u>T- زمن الدورة:</u> هو الزمن الذي يمضي منذ أن يبدأ الجسم بالحركة وحتى يعود إلى نقطة بداية الحركة.
في الحركة التوافقية البسيطة على نابض أفقي، يُعطى تعبير زمن الدورة بـ:

$$\boxed{T=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{K}}}$$

<u>يمكن اشتقاق تعبير زمن الدورة من معادلة الحركة الدائرية باستخدام دالة التسارع كدالة في الزمن.</u>

مثال: نحسب زمن الدورة لحركة الجسم في المثال المعطى.

$$T=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{K}}=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{2}{10}}=2\cdot\pi\cdot\sqrt{0.2}=2.8s$$

زمن دورة الحركة لا يعتمد على سعة الحركة.

<u>ω – التردد الزاوي: يصف مدى تكرار الحركة. كلما كان زمن الدورة أصغر، كان التردد الزاوي أكبر،</u>
<u>تُعطى صيغة التردد الزاوي بالعلاقة:</u>

$$\boxed{\omega=\frac{2\cdot\pi}{T}}$$

مثال: نحسب التردد الزاوي في المثال المعطى.

$$\omega=\frac{2\cdot\pi}{T}=\frac{2\cdot\pi}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}}=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{10}{2}}=2.23H_z$$

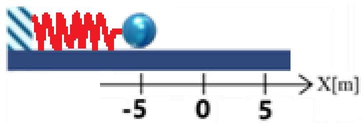
دالة الموقع كدالة للزمن في الحركة التوافقية البسيطة (Cube 29)	عندما يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة، فإن دالة الموقع كدالة في الزمن هي: $\boxed{X(t) = A \cdot COS(\omega \cdot t + \theta_0)}$ A – سعة الاهتزاز. ω - التردد الزاوي يُحدد وفقًا لزمن دورة الحركة T. ϴ0 - زاوية الطور الابتدائية: إذا كان الجسم في لحظة بداية الحركة عند نقطة النهاية الموجبة، فإن قيمة الزاوية الابتدائية تكون صفرًا. إذا لم يكن الجسم في لحظة بداية الحركة عند نقطة النهاية الموجبة، يمكن باستخدام زاوية الطور الابتدائية إزاحة دالة الموقع-زمن رياضيًا على محور الزمن بحيث تتوافق الدالة مع الحركة. (توجد عدة رموز شائعة للزاوية الابتدائية، وفي أوراق الصيغ في البجروت يُرمز لها بـ ϕ). يمكن اشتقاق دالة الموقع-زمن من حركة دائرية منتظمة. المركبة الأفقية للحركة الدائرية المنتظمة هي حركة توافقية بسيطة. مثال: نحسب موقع الجسم في المثال بعد مرور 1.4 ثانية (نصف زمن الدورة) من لحظة بداية الحركة. يبدأ الجسم حركته من نقطة النهاية الموجبة، لذلك فإن زاوية الطور الابتدائية تساوي صفرًا. $X(t) = A \cdot COS(\omega \cdot t + \theta_0)$ $X(t) = A \cdot COS(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t + \theta_0) \Rightarrow X(1.4) = 5 \cdot COS(\frac{2 \cdot \pi}{2.8} \cdot 1.4 + 0) = 5 \cdot COS(\pi) = -5m$ بعد مرور نصف زمن الدورة من لحظة بداية الحركة، يكون موقع الجسم هو X=-5m (يصل الجسم إلى نقطة الطرف السالبة). 1. في الحركة التوافقية البسيطة، يتحرك الجسم في اهتزازات حول نقطة الاتّزان، بين الموقع X=A والموقع X=-A دالة الجيب cos تصعد وتنزل حول القيمة صفر، بين القيمة 1 و-1. لكي تصف دالة cos موقع جسم يتحرك في حركة توافقية بسيطة، تُضرب الدالة بقيمة السعة A. 2. من الناحية الرياضية، المعامل المضروب في t يحدد عدد مرات تكرار الدالة في الثانية، لذا فإن معامل t هو التردد. أما القيمة الحرة داخل القوس فتسمح بإزاحة الدالة على محور الزمن، ولذلك فهي تحدد زاوية الطور الابتدائية. 3. قيمة التعبير داخل دالة الكوسينوس تكون بوحدة الراديان وليس بالدرجات.. يمكن استخدام دالة الموقع-زمن هذه فقط للحركة التوافقية البسيطة (حركة تكون فيها محصلة القوى تحقق: $\Sigma F = -K \cdot X$).

زاوية الطور (الظهور) الابتدائية (Cube 29)

دالة X(t) في الحركة التوافقية البسيطة توصف باستخدام دالة الكوسينوس.
دالة الكوسينوس تبدأ دائمًا من قيمة عظمى موجبة، ولكن الحركة لا تبدأ دائمًا من نقطة النهاية الموجبة، لذلك لكي تصف الدالة الحركة بشكل صحيح، يجب إزاحة الدالة على محور الزمن، ولهذا الغرض تم تعريف زاوية الطور الابتدائية في دالة الموقع-زمن θ_0 . $X(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \Theta_0)$.

رياضيًا، قيمة زاوية الطور الابتدائية تؤدي إلى إزاحة دالة الكوسينوس على محور الزمن.

مثال: جسم متصل بنابض مضغوط ويُمسك في وضع السكون عند الموقع X=-5m على سطح أفقي أملس، كما هو موضح في الشكل التالي:

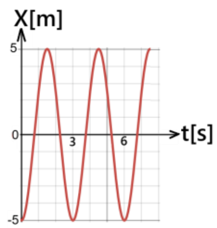


يُحرر الجسم من حالة السكون ويتحرك في حركة توافقية بسيطة بزمن دورة مقداره 3 ثوانٍ.

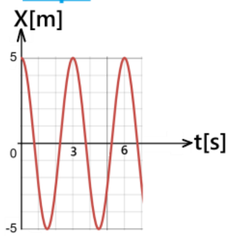
حركة موقع الجسم كدالة في الزمن، كما تحدث في الواقع، موصوفة في الرسم البياني (أ).

الرسم البياني (ب) يصف الدالة الرياضية $X(t) = 5 \cdot \cos(\frac{2\pi}{3}t)$ (دون زاوية طور مناسبة).

גרף א'



גרף ב'

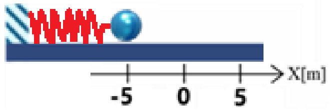


لكي تصف الدالة الرياضية الواقع بشكل صحيح، يجب إزاحة الدالة نصف دورة إلى اليسار على محور الزمن.
وبما أن الدورة الكاملة تساوي 2π، فإن زاوية الطور الابتدائية يجب أن تكون π. لذلك، التعبير الرياضي المناسب لحركة الجسم في هذه الحالة هو:

$$X(t) = 5 \cdot \cos(\frac{2\pi}{3}t + \pi)$$

متابعة زاوية الطور (الظهور) الابتدائية
(Cube 29)

نحسب موقع الجسم باستخدام الدالة المحدّثة (مع زاوية الطور الابتدائية) في لحظات مختلفة من الزمن أثناء الحركة:.



في بداية الحركة، في اللحظة t=0s :

$$X(0)=5\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{3}0+\pi\right)=5\cdot\cos(\pi)=5\cdot(-1)=-5m$$

من الدالة يمكن أن نرى أنه في لحظة بداية الحركة يكون الجسم في نقطة الطرف السالبة

بعد مرور نصف زمن الدورة، في اللحظة t=1.5s .

$$X(1.5)=5\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{3}1.5+\pi\right)=5\cdot 1=5m$$

بعد مرور نصف زمن الدورة، يصل الجسم إلى نقطة النهاية الموجبة.

1. التعبير العام لدالة الموقع كدالة في الزمن هو: $X(t)=A\cdot\cos(\omega\cdot t+\Theta_0)$
من المربع وصف القيمة التي تأخذها دالة *cos* باستخدام π نظرًا لأن تعبير التردد الزاوي هو: $\omega=\frac{2\pi}{T}$
وزاوية الطور تُوصف كجزء من دورة الحركة. فعلى سبيل المثال، دورة حركة كاملة تساوي 2π وربع دورة يساوي $\frac{\pi}{2}$.
2. القيمة التي تأخذها دالة الكوسينوس تكون بوحدات الراديان.
3. القيمة السالبة لزاوية الطور الابتدائية تُزح الدالة في اتجاه محور الزمن، والقيمة الموجبة لزاوية الطور الابتدائية تُزح الدالة في الاتجاه المعاكس لمحور الزمن.
4. في المسائل التي نتناولها، غالبًا ما تكون زاوية الطور الابتدائية مساوية لربع زمن دورة أو نصف زمن دورة.
5. لإيجاد قيمة زاوية الطور الابتدائية، من المربع مواءمة الدالة مع اللحظة t=0s. وهذه القيمة تكون صالحة لأي لحظة أخرى من الحركة.
6. زاوية الطور المطلوبة لدالة الموقع-زمن تُستخدم أيضًا في باقي الدوال. فعلى سبيل المثال، إذا قررنا إضافة زاوية طور تساوي ربع دورة إلى الدالة x(t)، يجب إضافة نفس زاوية الطور الابتدائية إلى الدالتين V(t) و- a(t).
7. إذا كان الجسم في لحظة بداية الحركة في نقطة النهاية الموجبة، فإن زاوية الطور الابتدائية تكون صفرًا.
في أي حالة أخرى (عندما يبدأ الجسم بالحركة من نقطة النهاية السالبة أو من نقطة الاتّزان)، يجب إضافة زاوية طور ابتدائية مناسبة.

دالة السرعة كدالة للزمن للحركة التوافقية البسيطة (Cube 29)	عندما يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة، فإن دالة سرعة الجسم كدالة للزمن هي:: $$\boxed{V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_0)}$$ من تعريف السرعة، وباشتقاق دالة الموقع كدالة للزمن، نحصل على دالة السرعة كدالة للزمن. مثال: نحسب سرعة الجسم في المثال المعطى بعد مرور 1.4 ثانية (نصف زمن دورة) من لحظة بداية الحركة. يبدأ الجسم حركته من نقطة النهاية الموجبة، لذلك فإن زاوية الطور الابتدائية تساوي صفرًا. $$V(t) = -\omega \cdot A \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_0)$$ $$V(t) = -\frac{2\cdot\pi}{T} \cdot A \cdot \sin(\frac{2\cdot\pi}{T} \cdot t + 0)$$ $$V(1.4) = -\frac{2\cdot\pi}{2.8} \cdot 5 \cdot \sin(\frac{2\cdot\pi}{2.8} \cdot 1.4) = -\frac{10\cdot\pi}{2.8} \cdot \sin(\pi) = -\frac{31.41}{2.8} \cdot 0 = 0\,\frac{m}{s}$$ لذلك، بعد مرور نصف زمن الدورة، يتوقف الجسم لحظيًا عند نقطة النهاية السالبة. 1. وفقًا لإشارة السالب في بداية الدالة ولإشارة القيمة الناتجة من دالة sin، يمكن أن تكون قيمة السرعة موجبة أو سالبة. بعد حساب السرعة، من المهم الانتباه إلى أن إشارة السرعة تتوافق مع اتجاه حركة الجسم بالنسبة لاتجاه المحور المختار. 2. قيمة التعبير داخل دالة cos تكون بوحدة الراديان وليس بالدرجات. يمكن استخدام دالة السرعة كدالة للزمن هذه فقط في الحركة التوافقية البسيطة (الحركة التي تحقق فيها محصلة القوى العلاقة: $\Sigma F = -K \cdot X$).

دالة السرعة بدلالة الموقع للحركة التوافقية البسيطة (Cube 29)	عندما يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة، فإن دالة سرعة الجسم بدلالة الموقع هي:

$$\boxed{V(X) = \pm\omega\cdot\sqrt{A^2 - X^2}}$$

يمكن تطوير دالة السرعة بدلالة الموقع من مبدأ حفظ الطاقة.

مثال: في المثال المعطى، يصل الجسم إلى نقطة الطرف السالبة $X=-5m$ بعد مرور 1.4 ثانية من لحظة بدء الحركة.
نحسب سرعة الجسم عندما يصل إلى نقطة الطرف السالبة:
:

$$V(x) = \pm\omega\cdot\sqrt{A^2 - X^2} = \pm\omega\cdot\sqrt{5^2 - (-5)^2} = 0\,\frac{m}{s}$$

1. لا يمكن تحديد إشارة السرعة من خلال التعبير، بل يجب تحديد إشارة السرعة وفقًا لاتجاه حركة الجسم بالنسبة لمحور الحركة.
2. من خلال التعبير يمكن ملاحظة أنه كلما كان موقع الجسم بعيدًا عن النقاط النهائية (أقرب إلى نقطة الأصل)، تكون سرعته أكبر. في نقطة الأصل، تكون سرعة الجسم قصوى.
3. تعبير السرعة لا يتعلق بزمن الحركة، لذلك فإن التعبير مناسب بشكل خاص في الحالات التي لا يُؤخذ فيها زمن الحركة بعين الاعتبار. (يشبه ذلك تعبير مربعات السرعات في الكينماتيكا).
4. من السهل حساب سرعة الجسم باستخدام دالة السرعة بدلالة الموقع، ولكن في حالات لا يكون فيها موقع الجسم معروفًا ويُعطى زمن الحركة فقط، يجب استخدام دالة السرعة بدلالة الزمن وليس دالة الموقع بدلالة الزمن.

يمكن استخدام هذه الدالة فقط في الحركة التوافقية البسيطة (الحركة التي يكون فيها القوة المحصلة تحقق: $\Sigma F = -K\cdot X$).

دالة التسارع بدلالة الزمن للحركة التوافقية البسيطة (Cube 29)	عندما يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة، فإن دالة تسارع الجسم بدلالة الزمن هي:

$$\boxed{a(t) = -\omega^2 A\cos(\omega \cdot t + \theta_0)}$$

من تعريف التسارع، يمكن الحصول على دالة التسارع بدلالة الزمن من خلال اشتقاق دالة السرعة بدلالة الزمن

مثال: نحسب تسارع الجسم في المثال المعطى بعد مرور 1.4 ثانية (نصف زمن الدورة) من لحظة بدء الحركة.
يبدأ الجسم حركته من نقطة الطرف الموجبة، ولذلك فإن زاوية الطور الابتدائية تساوي صفرًا.

$$a(t) = -\omega^2 \cdot A \cdot \mathrm{Cos}(\omega \cdot t + \theta_0)$$

$$a(t) = -\left(\frac{2\cdot\pi}{T}\right)^2 \cdot A \cdot \mathrm{Cos}\left(\frac{2\cdot\pi}{T}\cdot t + 0\right)$$

$$a(1.4) = -\left(\frac{2\cdot\pi}{2.8}\right)^2 \cdot 5 \cdot \mathrm{Cos}\left(\frac{2\cdot\pi}{2.8}\cdot 1.4\right) = -(2.24)^2 \cdot 5 \cdot \mathrm{Cos}(\pi) = -25\cdot(-1) = 25\,\frac{m}{s^2}$$

بعد مرور نصف زمن الدورة من لحظة بدء حركة الجسم، يكون تسارع الجسم 25 مترًا في الثانية المربعة.
التسارع موجب، والقوة المؤثرة تكون في اتجاه المحور.

1. وفقًا لإشارة السالب في بداية الدالة ولإشارة القيمة الناتجة من دالة cos، فإن قيمة التسارع قد تكون موجبة أو سالبة.
عندما يكون التسارع موجبًا، تكون القوة المحصلة موجبة وتؤثر في الاتجاه الموجب للمحور.
وعندما يكون التسارع سالبًا، فإن القوة المحصلة تؤثر بعكس اتجاه المحور.
2. لا يوجد تعبير للقوة المحصلة بدلالة الزمن بشكل مباشر.
وفقًا للقانون الثاني لنيوتن، يمكن التعبير عن القوة المحصلة بدلالة الزمن من خلال ضرب دالة الموقع بدلالة الزمن في كتلة الجسم.
3. لا حاجة لتطوير دوال الحركة التوافقية (الموقع-زمن، السرعة-زمن، والتسارع-زمن)، فجميعها موجودة في أوراق الصيغ (דפי הנוסחאות).

يمكن استخدام دالة a(t) هذه فقط في الحركة التوافقية البسيطة (حركة تكون فيها القوة المحصلة تحقق الشرط الآتي): $(\Sigma F = -K \cdot X)$

دالة التسارع بدلالة الموقع للحركة التوافقية البسيطة (Cube 29)	عندما يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة، فإن تعبير دالة تسارع الجسم بدلالة الموقع هو: $\boxed{a(x) = -\omega^2 \cdot X}$ يمكن تطوير دالة التسارع بدلالة الموقع من خلال تعويض دالة الموقع بدلالة الزمن في دالة التسارع بدلالة الزمن. مثال: نحسب تسارع الجسم عندما يكون في النقطة النهائية السالبة، في الموقع X=-5m . نستخدم دالة التسارع بدلالة الموقع. $a(x) = -\omega^2 \cdot X = -\left(\frac{2 \cdot \pi}{T}\right)^2 \cdot X = -\frac{4 \cdot \pi^2}{T^2} \cdot X$ $a(-5) = -\frac{4 \cdot \pi^2}{2.8^2} \cdot (-5) = -5 \cdot (-5) = 25\,\frac{m}{s^2}$ يصل الجسم إلى النقطة النهائية السالبة، إلى الموقع X=-5m، بعد ربع زمن الدورة. من دالة الموقع-زمن، رأينا أنه بعد ربع زمن الدورة، يكون تسارع الجسم $5\,\frac{m}{s^2}$. يمكن حساب هذه القيمة مباشرة باستخدام تعبير تسارع الجسم بدلالة الموقع. 1. من تعبير التسارع بدلالة الموقع، عندما يكون موقع الجسم موجبًا، يكون تسارعه سالبًا، وعندما يكون موقع الجسم سالبًا، يكون تسارعه موجبًا. 2. تعبير التسارع بدلالة الموقع موجود في أوراق الصيغ (דפי הנוסחאות). 3. من المريح استخدام تعبير التسارع بدلالة الموقع في الحالات التي لا تتناول زمن الحركة بشكل صريح، (مشابهًا لتعبير مربعات السرعات في الكينماتيكا) يمكن استخدام دالة a(x) هذه فقط في الحركة التوافقية البسيطة (الحركة التي تحقق فيها القوة المحصلة الشرط الآتي): $(\Sigma F = -K \cdot X)$.

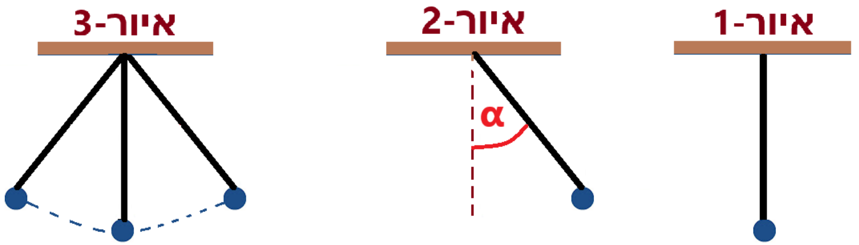
الرقاص الرياضي (الرقاص البسيط)

رقّاص بسيط لا يتحرّك فقط بزوايا صغيرة

(Cube 29)

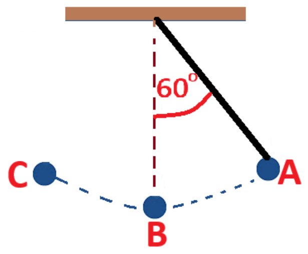
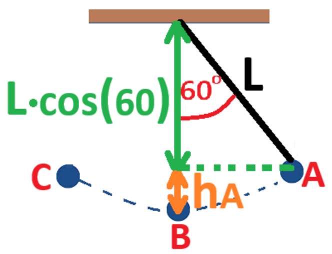
البندول البسيط هو منظومة تتكوّن من خيط متصل من أحد طرفيه بالسقف، ومعلّق في طرفه الآخر جسم نقطي يتحرك حركةً دورية في اهتزازات بين نقطتي نهاية.

مثال: مُعطى جسم معلّق بخيط موصول إلى السقف (الرسم 1).
يُحرَّك الخيط بزاوية α بالنسبة إلى العمود (الرسم 2)، ثم يُترك الجسم من وضع السكون، فيبدأ بالحركة في اهتزازات دورية (الرسم 3).



1. حركة البندول البسيط هي حركة دائرية دورية ذات تسارع متغيّر.
2. سنتناول فقط الحالات التي تتأثر فيها حركة الجسم بقوة الجاذبية وقوة الشد بالخيط فقط (جميع قوى الاحتكاك مهملة).
3. قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم ثابتة، في حين أن قوة الشد تتغير في مقدارها واتجاهها. وبالتالي، فإن القوة المحصلة المؤثرة على الجسم تتغير في مقدارها واتجاهها، ولذلك يتحرك الجسم بتسارع متغيّر في المقدار والاتجاه.
4. قوة الشد تؤثر بشكل عمودي على اتجاه الحركة، ولذلك لا تبذل شغلًا على الجسم. القوة الوحيدة التي تبذل شغلًا هي قوة الجاذبية، وبالتالي تُحفَظ الطاقة الميكانيكية. وبما أن قوة الجاذبية فقط هي التي تبذل شغلًا، يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية في حركة البندول البسيط.

مثال: مُعطى جسم نقطي كتلته 2 كغم، موصول بخيط طوله 1.5 متر. يُحرَّك الجسم بزاوية 60° ثم يُترك من السكون. نرمز إلى نقطة تحرير الجسم بالحرف A، وإلى النقطة الدنيا (السفلية) بالحرف B، وإلى نقطة النهاية اليسرى بالحرف C، كما هو موضّح في الرسم.

رقّاص بسيط لا يتحرّك فقط بزوايا صغيرة (Cube 29)	 نحسب باستخدام مبدأ حفظ الطاقة سرعة الجسم عندما يمر بالنقطة B. بما أن قوة الجاذبية فقط هي التي تبذل شغلًا، فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ. نكتب معادلة حفظ الطاقة ونعبر منها عن سرعة الجسم في النقطة B. (نختار مستوى انتساب في ارتفاع النقطة B). $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$ $\cancel{E_{K_A}} + U_A = E_{K_B} + \cancel{U_B}$ $m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_B^2$ $V_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A}$  نوجد هندسيًا h_A ارتفاع النقطة A فوق النقطة B : البُعد بين النقطة B والسقف تساوي طول الخيط L البُعد بين النقطة A والسقف $L \cdot cos(60)$ كما هو موضح بالشكل نُعبّر عن الارتفاع h_A : $L = h_A + L \cdot \cos(60)$ $h_A = L - L \cdot \cos(60)$

رقّاص بسيط لا يتحرّك فقط بزوايا صغيرة (Cube 29)	نعبر وفقًا لذلك عن سرعة الجسم في النقطة *B* ونحسب مقدارها::

$$L = h_A + L \cdot \cos(60)$$

$$h_A = L - L \cdot \cos(60)$$

$$V_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A} = \sqrt{2 \cdot g \cdot [L - L \cdot \cos(60)]}$$

$$V_B = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot [1.5 - 1.5 \cdot \cos(60)]} = \sqrt{20 \cdot 0.75} = \sqrt{15} = 3.87 \frac{m}{s}$$

5. التسارع المركزي يصف وتيرة التغير في اتجاه حركة الجسم.

في حركة البندول البسيط، يمكن حساب التسارع المركزي باستخدام تعبير التسارع المركزي للحركة الدائرية $a_R = \frac{V^2}{R}$.
(تعبير التسارع المركزي مناسب أيضًا للحركة الدائرية غير المنتظمة).

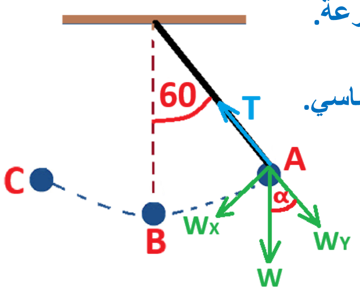
مثال: نحسب التسارع المركزي للجسم الذي يتحرك في حركة بندول بسيط، في المثال المعطى، عندما يمر الجسم بالنقطة B:

$$a_{R_B} = \frac{{V_B}^2}{R} = \frac{3.87^2}{1.5} = \frac{15}{1.5} = 10 \frac{m}{s^2}$$

يكون التسارع المركزي أقصى ما يمكن في النقطة B، ويساوي صفرًا في نقطتي النهاية A و C في هاتين النقطتين يتوقف الجسم توقفًا لحظيًا).

6. التسارع المماسي يعبّر عن وتيرة التغير في مقدار سرعة الجسم.

في حركة البندول البسيط، تعمل قوة شد الخيط بشكل عمودي على اتجاه الحركة، وبالتالي فهي لا تغيّر من مقدار السرعة.
تتغير سرعة الجسم نتيجة لمركبة قوة الجاذبية التي تؤثر في اتجاه مماس لمسار حركة الجسم.
وبحسب القانون الثاني لنيوتن، فإن النسبة بين هذه المركبة من قوة الجاذبية وكتلة الجسم تساوي تسارع الجسم المماسي.



على سبيل المثال: نحسب التسارع المماسي a_T للجسم في نقطة تحريره A.

$$a_{T_A} = \frac{\Sigma F_T}{m} = \frac{Wx}{m} = \frac{mg \cdot \sin(60)}{m} = g \cdot \sin(60) = 8.66 \frac{m}{s^2}$$

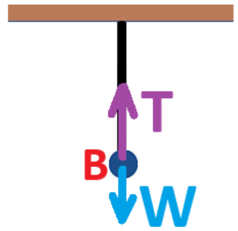
رقّاص بسيط لا يتحرّك فقط بزوايا صغيرة (Cube 29)

التسارع المماسي في النقطة B يساوي صفر، وهو يكون ذو قيمة قصوى في النقطتين الطرفيتين A و- C .

7. تسارع الجسم في كل نقطة يساوي مجموع متجهي التسارع المماسي والتسارع المركزي. وبما أن هذين التسارعين متعامدين على بعضهما البعض، يمكن حساب مقدار التسارع باستخدام نظرية فيثاغورس، واتجاهه باستخدام دالة الظل (tan).

يمكن حساب قوة الشد باستخدام معادلة الحركة الدائرية، في كل نقطة يكون فيها الجسم، تعمل قوة الشد في اتجاه المركز.

على سبيل المثال :نحسب باستخدام معادلة الحركة الدائرية مقدار شد الخيط عندما يمر الجسم بالنقطة B
نرسم مخطط قوى في اللحظة التي يمر بها الجسم بالنقطة B:



نكتب معادلة الحركة الدائرية:

$$\Sigma F_{R_B} = \frac{m \cdot V_B^2}{R}$$

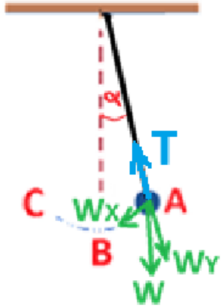
$$T - W = \frac{m \cdot V_B^2}{R}$$

نُعبّر من المعادلة عن قوة الشد ونحسب قيمتها:

$$T = \frac{m \cdot V_B^2}{R} + m \cdot g = \frac{2 \cdot 3.87^2}{1.5} + 2 \cdot 10 = 20 + 20 = 40N$$

8. بشكل عام، يتحرك الجسم في حركة دورية بين نقاط الطرف، ولكن بما أن الجسم لا يتحرك فقط بزوايا صغيرة، فإنه لا يتحرك على خط مستقيم، والقوة المحصلة لا تحقق العلاقة $\Sigma F = -C \cdot X$. لذلك، لا يمكن اعتبار حركة الجسم كحركة توافقية بسيطة.

رقّاص بسيط يتحرّك فقط بزوايا صغيرة (Cube 29)	عندما يتم إزاحة البندول بزاوية ابتدائية صغيرة (كما هو موضح في الرسم)، يمكن تقريبًا القول إن الجسم يتحرك على طول خط مستقيم في حركة توافقية بسيطة.



إثبات أن حركة البندول البسيط هي تقريبيًا حركة توافقية بسيطة:

1. مركب قوة الجاذبية W_X يؤثر باتجاه نقطة الاتزان (B)، ومقداره هو:

$$Wx = mg \cdot \sin(\alpha)$$

2. في الزوايا الصغيرة، تكون قيمة جيب الزاوية (sin) بوحدة الراديان تقريبًا مساوية لقيمة الزاوية نفسها.
كما يمكن ملاحظة في الجدول، من المقبول القول إنه عند زاوية أصغر من 30 درجة، تتحقق هذه العلاقة التقريبية:

$$\sin(\alpha) = \alpha$$

θ°	θRad	sin(θRad)
0	0	0
5.7	0.1	0.0998
11.45	0.2	0.1986
17.18	0.3	0.2955
22.9	0.4	0.3894
28.6	0.5	0.4794
34.3	0.6	0.5646
40.1	0.7	0.6442

3. نُعبّر عن زاوية ميل الخيط بوحدة الراديان بدلالة طول القوس ونصف قطر الحركة الدائرية.
نصف قطر الحركة الدائرية يساوي طول الخيط L .

$$\alpha = \frac{\Delta S}{R} = \frac{\Delta S}{L}$$

4. بالنسبة إلى محور أصله في نقطة الاتزان، فإن طول القوس يساوي موقع الجسم بالنسبة إلى المحور:

$$\sin(\alpha) = \alpha = \frac{\Delta s}{L} = \frac{X}{L}$$

نكتب وفقًا لذلك تعبيرًا للقوة المحصلة كقوة مُعيدة بالنسبة إلى محور نقطة أصله في نقطة الاتزان:

$$\Sigma F = -\frac{mg}{L} \cdot X$$

من خلال تعبير القوة المحصلة، يمكن الاستنتاج أنه عندما يتحرك البندول بزوايا صغيرة، يمكن اعتبار حركة الجسم تقريبًا كحركة توافقية بسيطة.

يمكن اعتبار حركة البندول البسيط حركة توافقية فقط عندما يتحرك الجسم بزوايا صغيرة وتكون جميع قوى الاحتكاك مهملة.

رقّاص بسيط يتحرّك فقط بزوايا صغيرة (Cube 29)

زمن الدورة لجسم يتحرك في حركة رقاص بسيط بزوايا صغيرة يتعلق فقط على طول الخيط وبتسارع الجاذبية.

تعبير زمن الدورة هو: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$.

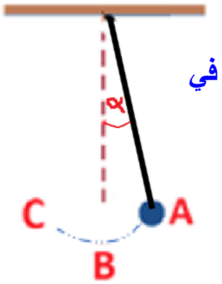
<u>يمكن اشتقاق تعبير زمن الدورة لحركة بندول بسيط باستخدام تعبير زمن الدورة للحركة التوافقية، وبالاستناد إلى ثابت الحركة التوافقية للبندول البسيط..</u>

1. الصيغة العامة للقوة المحصلة في الحركة التوافقية البسيطة هي: $\Sigma F = -C \cdot X$ المعامل C يُسمى ثابت الحركة التوافقية
2. تعبير القوة المحصلة للبندول البسيط في تقريب الزوايا الصغيرة هو: $\Sigma F = -\frac{mg}{L} \cdot X$.

لذلك، فإن ثابت الحركة التوافقية للبندول البسيط هو $C = \frac{mg}{L}$.

نكتب وفقًا لذلك تعبير زمن الدورة للبندول البسيط الذي يتحرك بزوايا صغيرة:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{L}}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$



على سبيل المثال: جسم نقطي كتلته 2 كغم مربوط بخيط طوله 1.5 متر، تم إزاحة الكرة بزاوية 30 درجة ثم حررت من السكون. نرمز إلى النقطة التي حرر منها الجسم بالحرف A، وإلى النقطة السفلى بالحرف B، وإلى النقطة الطرفية اليسرى بالحرف C، كما هو موضح في الرسم.

نفترض أن حركة الجسم حركة توافقية بسيطة، ونحسب زمن دورة الحركة:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.5}{10}} = 2.43s$$

مثال آخر: نحسب زمن حركة الجسم من النقطة A حتى يمر لأول مرة بالنقطة B. هذا الزمن يساوي ربع زمن الدورة.

$$t = \frac{T}{4} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}{4} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{1.5}{10}}}{4} = 0.6s$$

يمكن استخدام تعبير زمن الدورة لحركة بندول بسيط فقط إذا كانت زاوية ميل الخيط طوال زمن الحركة أقل من 30^{o}.

رقّاص بسيط يتحرّك فقط بزوايا صغيرة **(Cube 29)**	1. نحن نعتبر حركة البندول البسيط، التي تتم بزوايا صغيرة، تقريبًا كحركة توافقية بسيطة. يمكن استخدام جميع التعبيرات والدوال الخاصة بالحركة التوافقية البسيطة أيضًا لحركة بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة. 2. كما هو الحال في كل حركة توافقية بسيطة، إذا لم يكن الجسم في لحظة بداية الحركة في النقطة النهائية الموجبة، يجب استخدام الدوال الزمنية مع زاوية الطور الابتدائية. 3. يمكن وصف موقع الجسم هندسيًا باستخدام زاوية ميل الخيط وطول الخيط، باستخدام دالة الجيب (sin) . 4. أيضًا في حركة البندول البسيط بزوايا صغيرة، طالما أن قوة الجاذبية وحدها هي التي تؤدي شغلاً، فإن الطاقة الميكانيكية تبقى محفوظة. يمكن كتابة معادلة حفظ الطاقة والتعبير عن سرعة الجسم في أي موقع بدلالة ارتفاعه عن مستوى الانتساب الذي تم اختاره. 3. قيمة السرعة الناتجة من مبدأ حفظ الطاقة أدق من القيمة الناتجة من استخدام دوال السرعة في الحركة التوافقية البسيطة. 4.عندما تكون زاوية ميل الخيط كبيرة، لا نستخدم دوال الحركة التوافقية البسيطة حتى في الجزء من الحركة الذي تكون فيه الزاوية صغيرة. نحن نعتبر حركة البندول البسيط كحركة توافقية بسيطة فقط في الحالات التي يُزاح فيها الجسم بزاوية صغيرة ويُترك من السكون. في أي حالة أخرى للبندول البسيط (طالما أن قوة الجاذبية وحدها هي التي تؤدي شغلاً)، يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية، وليس دوال الحركة التوافقية.

الممارسات 1 - الحركة التوافقية البسيطة (ح.ت.ب) في نابض أفقي

تدريبات "اليراكتكوت" هي تدريبات شاملة تهدف إلى تطوير المهارات والمراجعة على المبادئ الفيزيائية.
في كل سطر من ورقة اليراكتيكوت، توجد ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، النتيجة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للحل الكامل.

لأداء تمارين اليراكتيكوت، يجب كتابة حل كامل ومرتب لكل سطر، قراءة الملاحظات المهمة بعناية، وعند الحاجة يمكنكم مشاهدة الحل الكامل من خلال الرابط الموجود في العمود الأيسر.

الحركة التوافقية البسيطة (ح.ت.ب) هي حركة تؤثر فيها على الجسم قوة محصلة متغيرة، بالنسبة للمحور، وتتحقق العلاقة: $\Sigma F = -C \cdot X$ (حيث C هو ثابت الحركة التوافقية)

عندما يكون الجسم موصولًا بنابض أفقي ويتحرك على سطح أفقي أملس، فإن القوة المحصلة هي قوة النابض، وتكون العلاقة: $\Sigma F = -K \cdot X$ (ثابت الحركة التوافقية في هذه الحالة هو ثابت النابض K).

بالإضافة إلى الحركة التوافقية البسيطة لجسم موصول بنابض، سنتناول أيضًا حركة الرقّاص (البندول) الذي يتحرك، في حالة التقريب، بحركة توافقية بسيطة.

الحركة التوافقية البسيطة هي حركة ذات تسارع متغير في مقداره واتجاهه. المعادلات التي تعلمناها في الكينماتيكا تلائم فقط الحركة ذات التسارع الثابت. ولذلك، تم تطوير معادلات وتعبيرات خاصة لوصف الحركة التوافقية البسيطة، تعتمد على دالة الجيب (السّينوس).
هذه المعادلات والتعبيرات مدرجة في أوراق المعادلات.

זמן המחזור	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}$
מטוטלת פשוטה (מתמטית)	$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

מהירות	$v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$
	$v = \pm\, \omega\sqrt{A^2 - x^2}$
תאוצה	$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$

שקול הכוחות בתנועה הרמונית	$\Sigma\vec{F} = -c\vec{x}$
	$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$
נוסחת מקום-זמן	$x = A\cos(\omega t + \phi)$

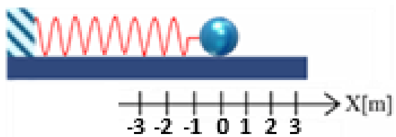
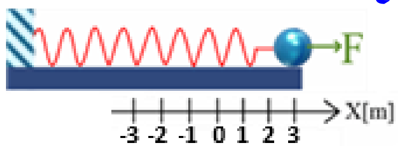
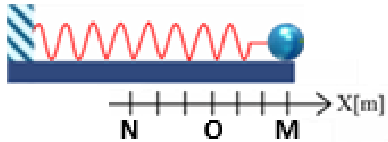
مواضيع التمرين:

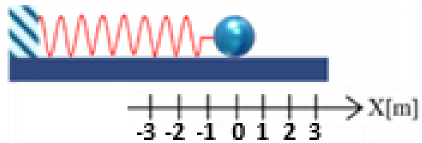
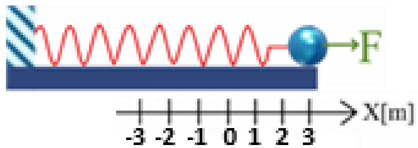
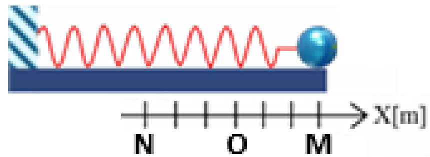
تعريف الحركة والتدرب على الحركة التوافقية البسيطة (ح.ت.ب) في الحالة التي تكون فيها زاوية الطور الابتدائية مساوية للصفر.

التدرب على الحركة التوافقية البسيطة (ح.ت.ب) في الحالات التي تكون فيها زاوية الطور الابتدائية غير صفرية.

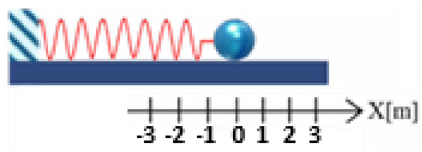
تمرين تلخيصي (تمرين ختامي):

أ. الحركة التوافقية البسيطة في نابض أفقي

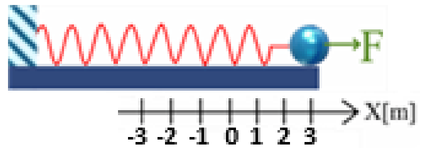
وصف الحركة	الحساب المطلوب	المبادئ الفيزيائية	الجواب	ملاحظات مهمة	الحل الكامل
1. جسم كتلته 2 كغم متصل بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم ساكن على سطح أفقي أملس.  قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .  بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور. نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.  نقسم حركة الجسم إلى أربعة مقاطع حركة: أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .	1.1- لماذا تُعد حركة الجسم حركةً توافقية بسيطة (ح.ت.ب.).	القوة المُعيدة: هي القوة التي تعمل على إعادة الجسم المُزاح إلى نقطة الاتّزان. تُعرّف بالنسبة لمحور الحركة. الحركة التوافقية البسيطة: هي حركة يكون فيها تعبير القوة المحصلة كما يلي: $\Sigma F = -C \cdot X$ نقطة الاتّزان: هي النقطة التي تكون فيها القوة المحصلة تساوي صفرًا. سعة الحركة - (A): هي المسافة بين نقاط النهاية (أقصى إزاحة) ونقطة الاتّزان.	بالنسبة لمحورٍ يكون نقطة أصله في نقطة الاتّزان، فإن تعبير القوة المحصلة هو: $\Sigma F = -K \cdot X$ لذا فإن الجسم يتحرك في حركة توافقية بسيطة.	1. كل حركة يتحقق فيها الشرط $\Sigma F = -C \cdot X$ هي حركة توافقية بسيطة. حيث يُسمى C ثابت الحركة التوافقية. 2. يمكن وصف هذه الحركة باستخدام الدوال والتعابير الخاصة بالحركة التوافقية البسيطة، بالنسبة لمحور تكون نقطة أصله في نقطة الاتزان.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10137
	1.2- ما سعة الحركة؟		$A = 3m$	عندما يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة، توجد نقطة نهاية موجبة ونقطة نهاية سالبة. وتكون قيمة سعة الحركة دائمًا موجبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10138
	1.3- كيف تتغير سرعة الجسم وتسارعه خلال ربع الدورة الأول من النقطة M إلى النقطة O ؟		في الحركة من النقطة M إلى النقطة O: السرعة تقلّ (وليس مقدار السرعة فقط). التسارع يزداد (وليس مقدار التسارع فقط).	1. السؤال يتناول السرعة والتسارع، وليس مقدار السرعة أو مقدار التسارع. 2. عندما تتغير كمية فيزيائية من قيمة سالبة إلى قيمة أكثر سالبة – فإن الكمية الفيزيائية تقل. على سبيل المثال، إذا تغيرت درجة الحرارة من ناقص 20 درجة إلى ناقص 40 درجة، فإن درجة الحرارة قد انخفضت (رغم أن قيمتها المطلقة قد زادت).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10139

1. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم يستقر على سطح أفقي أملس.  	1.4- كيف يتغير مقدار سرعة الجسم ومقدار تسارعه في الربع الثاني من دورة الحركة من النقطة O إلى النقطة N ؟	القوة المُعيدة: هي القوة التي تعمل على إعادة الجسم المُزاح إلى نقطة الاتّزان. تُعرّف بالنسبة لمحور الحركة.	في الحركة من النقطة O إلى النقطة N: مقدار السرعة يقلّ. مقدار التسارع يزداد.	3. يُعبّر عن قوة النابض بالنسبة للمحور: عندما تؤثر القوة في اتجاه المحور، فإن إشارتها موجبة، وعندما تؤثر بعكس اتجاه المحور، فإن إشارتها سالبة. 4. وفقًا للقانون الثاني لنيوتن: عندما تكون القوة سالبة، فإن التسارع يكون أيضًا سالبًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10140
قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .  	1.5- كيف تتغير سرعة الجسم وتسارعه في الربع الثالث من دورة الحركة من النقطة N إلى النقطة O ؟	الحركة التوافقية البسيطة: هي حركة يكون فيها تعبير القوة المحصلة كما يلي: $\Sigma F = -C \cdot X$ نقطة الاتّزان:	في الحركة من النقطة N إلى النقطة O: مقدار السرعة يزداد. مقدار التسارع يقل.	5. تكون السرعة سالبة عندما يتحرك الجسم بعكس اتجاه المحور. 6. جميع أرباع الدورة الأربعة تمتد على نفس المسافة. مقدار التغيّر في السرعة في كل ربع من أرباع الحركة متساوٍ، لذا فإن مدة كل ربع من أرباع الدورة متساوية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10141
بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور. نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.	1.6- كيف تتغير سرعة الجسم وتسارعه في الربع الرابع من دورة الحركة من النقطة O إلى النقطة M ؟	هي النقطة التي تكون فيها القوة المحصلة تساوي صفرًا. سعة الحركة - (A): هي المسافة بين نقاط النهاية (أقصى إزاحة) ونقطة الاتّزان.	في الحركة من النقطة O إلى النقطة M: مقدار السرعة يقلّ. مقدار التسارع يقل.	7. مجموع أزمنة الأرباع الأربعة يساوي زمن الدورة الكاملة للحركة التوافقية، ويُرمز له بـ T. 8. تعبير زمن الدورة يظهر في أوراق القوانين، وهو يعتمد على ثابت الحركة التوافقية C. في الحركة التوافقية البسيطة الخاصة بنابض، يكون: C=K. أي أن ثابت التوافقية يساوي ثابت النابض.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10142
 نقسم حركة الجسم إلى أربعة مقاطع حركة: أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .	1.7- عيّن إشارة السرعة وإشارة التسارع في كل ربع من دورة الحركة:	زمن دورة الحركة - (T): هي الزمن الذي يستغرقه الجسم من لحظة بدء حركته حتى يُكمل دورة اهتزاز واحدة.	الربع الأول: التسارع سالب والسرعة سالبة الربع الثاني: التسارع موجب والسرعة سالبة الربع الثالث: التسارع موجب والسرعة موجبة الربع الرابع: التسارع سالب والسرعة موجبة.	شارة التسارع تُحدَّد وفقًا لموقع الجسم بالنسبة للمحور (ولا تعتمد على اتجاه الحرك). إشارة السرعة تُحدَّد وفقًا لاتجاه الحركة بالنسبة للمحور (ولا تعتمد على موقع الجسم).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10226

1. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم يستقر على سطح أفقي أملس.

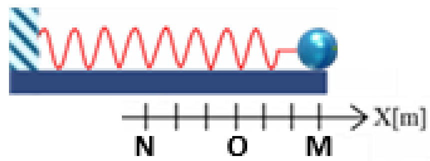


قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .



بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور.

نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.



نقسم حركة الجسم إلى أربعة مقاطع حركة:

أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .

1.8 – احسب زمن دورة الاهتزاز T .

$$T = 3.973s$$

1. من خلال تعبير زمن الدورة، يمكننا أن نلاحظ أنه كلما كانت كتلة الجسم أكبر وكلما كان ثابت النابض أصغر، فإن زمن الدورة يزداد.

2. التعبير العام لزمن دورة أي حركة توافقية بسيطة هو:

$$.T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{C}}$$

من خلال تعبير القوة المحصلة المؤثرة على جسم موصول بنابض أفقي ويتحرك في حركة توافقية بسيطة: $\Sigma F = -K \cdot X$

نرى أن ثابت الحركة التوافقية C هو نفسه ثابت النابض K.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10143

1.9 – احسب زمن حركة الجسم منذ بداية حركته وحتى وصوله إلى النقطة N

$$t = 1.987s$$

الحركة التوافقية البسيطة تتكوّن من أربعة أرباع تشكّل دورة حركة كاملة.فترات الزمن لكل واحد من الأرباع الأربعة متساوية.

يتحرّك الجسم من نقطة الطرف الموجبة إلى نقطة الطرف السالبة خلال نصف دورة، أي خلال ربعين من زمن الدورة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10144

1.10- احسب موضع الجسم بعد 1.985 ثانية من تحريره.

استخدم الدالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة.

$$X = -3m$$

1. يبدأ الجسم حركته من نقطة الطرف الموجب، وبالتالي تكون زاوية الطور الابتدائية صفرًا.

2. وحدات التردد الزاوي هي راديان في الثانية. عند ضرب التردد الزاوي ω في الزمن t، نحصل على كمية بوحدات الراديان، لذا يجب استخدام دالة الجيب أو جيب التمام في الآلة الحاسبة بالراديان.

3. بعد نصف زمن الدورة، يصل الجسم إلى نقطة الطرف السالب (كما رأينا في البند 1.8).

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10146

زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \Theta_0)$$

دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:

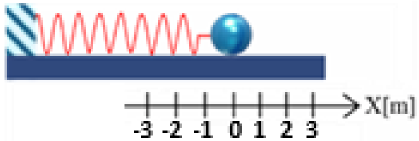
$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

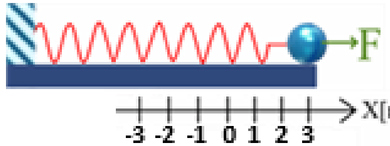
دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:

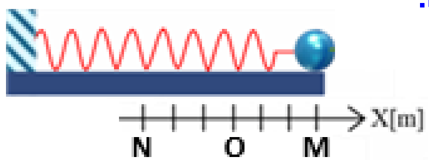
$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة:

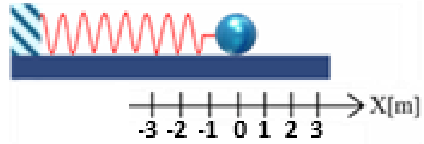
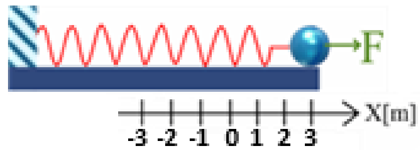
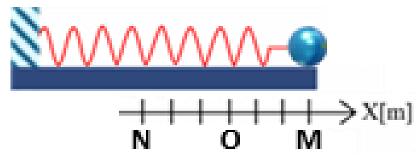
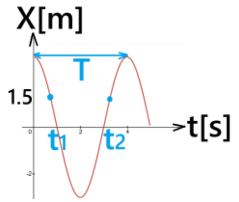
$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

<table>
<tr>
<td rowspan="2">1. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم يستقر على سطح أفقي أملس.


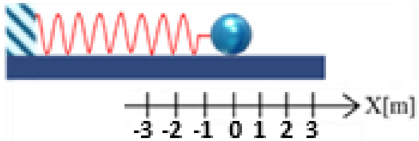
قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .


بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور.
نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.


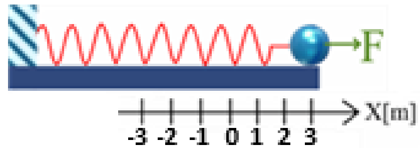
نقسم حركة الجسم إلى أربعة مقاطع حركة:
أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .</td>
<td>1.11- في ربع الدورة الأول، يتحرك الجسم من الموقع x=3m إلى الموقع x=0m.
هل زمن حركة الجسم من الموقع x=3m إلى الموقع X=1.5m يساوي ثُمن زمن الدورة؟</td>
<td rowspan="2">زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة:
$$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$$
$$\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$
دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:
$$X(t) = A\cdot\cos(\omega t+\Theta_0)$$
دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:
$$V(t) = -\omega A\cdot \sin(\omega t+\Theta_0)$$
دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:
$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2-X^2}$$
دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:
$$a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t+\Theta_0)$$
دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة:
$$a(X) = -\omega^2\cdot X$$</td>
<td>**كلا**
1. يتحرك الجسم في كل ربع دورة من الحركة بسرعة متغيّرة، وزمن حركة الجسم من النقطة x=3m إلى النقطة x=1.5m أطول من زمن حركته من النقطة x=1.5m إلى نقطة الأصل.
2. يمكن إيجاد زمن حركة الجسم منذ بداية حركته حتى أي نقطة بواسطة دالة الموقع x(t) الخاصة بالحركة التوافقية البسيطة.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10145</td>
</tr>
<tr>
<td>1.12- احسب زمن حركة الجسم منذ بداية حركته وحتى وصوله إلى الموقع X=1.5m في المرة الأولى.
استخدم الدالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة.</td>
<td>$$t = 0.66s$$
1. من خلال استخدام دالة الموقع x(t) للحركة التوافقية البسيطة، يمكن حساب زمن حركة الجسم منذ لحظة بدء الحركة وحتى أي نقطة يصل إليها الجسم.
2. الجسم يتحرك على طول ثُمن دورة من دورة الحركة، إلا أن زمن حركته أطول من ثُمن زمن الدورة) كما رأينا في البند.1.9)
3. عند استخدام دالة shift cos في الآلة الحاسبة، يجب التأكد من أن الآلة تعمل بوحدة الراديان (rad) وليس الدرجات.(deg) .</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10147</td>
</tr>
</table>

السؤال	المهمة	القوانين	الحل	الرابط
.1 جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم يستقر على سطح أفقي أملس.  قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .  بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور. نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.  نقسم حركة الجسم إلى أربعة مقاطع حركة: أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .	1.13- احسب زمن حركة الجسم منذ بداية حركته وحتى وصوله إلى الموقع X=1.5m في المرة الثانية.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$t = 3.31s$ لدالة جيب التمام (cos) يوجد قيم متساوية مرتين في كل دورة. وأيضًا في الحركة التوافقية البسيطة، الجسم يمر بكل نقطة في المسار مرتين خلال كل دورة (باستثناء نقاط الطرف). نظرًا لأن دالة cos متماثلة، فإن العلاقة التالية صحيحة: $t_2 = T - t_1$  أي أن الزمن الذي يستغرقه الجسم للوصول إلى الموقع x=1.5m في المرة الثانية يساوي زمن الدورة ناقص الزمن الذي استغرقه للوصول إليه في المرة الأولى.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10148
	1.14- احسب سرعة الجسم عندما يمر عبر نقطة أصل المحور (نقطة الاتزان) لأول مرة. استخدم الدالة **V(t)** للحركة التوافقية البسيطة.		$V = -4.74\frac{m}{s}$ 1. يمر الجسم لأول مرة بنقطة الأصل (رأس المحور) بعد مرور ربع دورة منذ بداية الحركة. 2. القيمة السالبة للسرعة تعني أن الجسم يتحرك بعكس اتجاه المحور عندما يمر بنقطة الأصل لأول مرة، لذا سرعته سالبة	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10149

1. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم يستقر على سطح أفقي أملس.

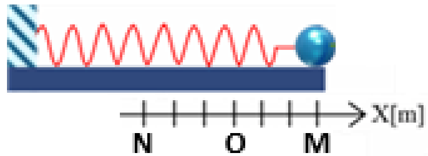


قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .



بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور.

نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.



نقسم حركة الجسم إلى أربعة مقاطع حركة:

أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .

1.15 - احسب سرعة الجسم عندما يمر عبر نقطة أصل المحور (نقطة الاتزان) للمرة الثانية.

استخدام الدالة **V(t)** للحركة التوافقية البسيطة.

$$V = 4.74\frac{m}{s}$$

عند استخدام دالة السرعة كدالة للموقع، يتم الحصول دائمًا على إجابتين: إحداهما موجبة والأخرى سالبة. يجب اختيار القيمة المناسبة بحسب اتجاه حركة الجسم بالنسبة لاتجاه المحور. في هذه الحالة، عند مرور الجسم للمرة الثانية بنقطة الأصل، يكون اتجاه حركته مع اتجاه المحور، ولذلك فإن سرعته موجبة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10150

1.16 - احسب سرعة الجسم عندما يمر عبر نقطة أصل المحور (نقطة الاتزان) للمرة الثالثة،

استخدام مبدأ حفظ الطاقة.

$$V = -4.74\frac{m}{s}$$

1. قوة النابض هي قوة حافظة. وبما أن قوة النابض فقط هي التي تقوم بالشغل، فإن الطاقة الميكانيكية سوف تُحفظ. يمكن إيجاد سرعة الجسم في أي نقطة يمر بها من خلال مبدأ حفظ الطاقة.
2. الطاقة مقدار عددي (ليست لها اتجاه)، لذلك لا يمكن تحديد اتجاه الحركة أو إشارة السرعة باستخدام مبدأ حفظ الطاقة فقط.
3. في نقطة الأصل، تكون الطاقة الوضعية مساوية للصفر، وبالتالي فإن سرعة الجسم في هذه النقطة تكون عظمى.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10151

1.17 - احسب تسارع الجسم عندما يمر بالموقع X=1.5m لأول مرة،

استخدام معادلات الديناميكا.

$$a = -3.75\frac{m}{s^2}$$

1. عندما تكون القوة المحصلة سالبة (أي تؤثر بعكس اتجاه المحور)، فبحسب القانون الثاني لنيوتن، فإن التسارع أيضًا سيكون سالبًا.
2. يمكن استخدام القانون الثاني لنيوتن حتى عندما يتحرك الجسم بتسارع متغيّر،

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10152

زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة:

$$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

دالة **X(t)** للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A\cdot\cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة **V(t)** للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A\cdot sin(\omega t + \Theta_0)$$

دالة **V(X)** للحركة التوافقية البسيطة:

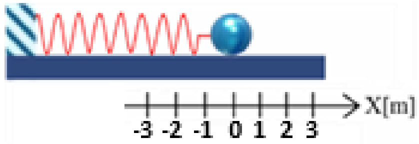
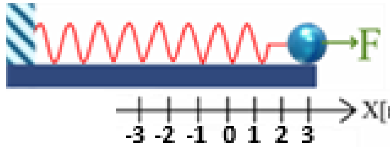
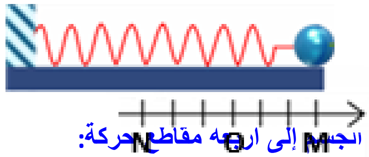
$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

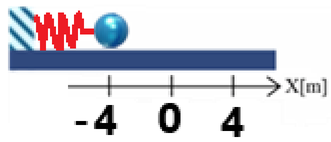
دالة **a(t)** للحركة التوافقية البسيطة:

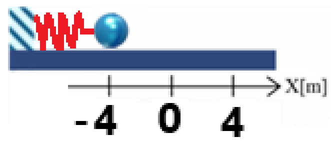
$$a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة **a(x)** للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2\cdot X$$

1. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. الجسم يستقر على سطح أفقي أملس.  قوة خارجية F تُزيح الجسم إلى اليمين حتى الموقع X=3m .  بعد أن تتوقف القوة عن التأثير، يبدأ الجسم بالحركة من السكون في حركة توافقية بسيطة حول نقطة أصل المحور. نُرمز إلى نقطة النهاية الموجبة x=3m بالحرف M، وإلى نقطة النهاية السالبة x=-3m بالحرف N.  نقسم المجال إلى أربعة مقاطع حركة: أ- MO. ب- ON . ج- NO. د- OM .	1.18- احسب تسارع الجسم عندما يمر بالموقع X=1.5m للمرة الثانية، **استخدام دالة التسارع a(x)** **في الحركة التوافقية البسيطة.**	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة $a(X) = -\omega^2 \cdot$	$a = -3.75\frac{m}{s^2}$ 1. نحصل على إشارة التسارع من دالة التسارع كدالة للموقع a(x)، حسب إشارة الموقع، وبسبب إشارة السالب الموجودة في بداية التعبير. 2. اتجاه القوة المحصلة (وكذلك اتجاه التسارع) يعتمد فقط على موقع الجسم، عندما يكون موقع الجسم موجبًا، فإن تسارعه يكون سالبًا. عندما يكون موقع الجسم سالبًا، فإن تسارعه يكون موجبًا. وبالتالي، كل مرة يمر فيها الجسم بالنقطة x=1.5 mx x=1.5m ، يكون تسارعه سالبًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10154
	1.19- احسب تسارع الجسم عندما يمر بالموقع X=1.5m للمرة الثانية، **استخدام دالة التسارع a(x)** **في الحركة التوافقية البسيطة.** توجيه : في البند 1.11 رأينا أنه بعد مرور 0.66 ثانية من بداية حركة الجسم، يصل إلى الموقع x=1.5m للمرة الأولى.		$a = -3.75\frac{m}{s^2}$ 1. لإيجاد تسارع الجسم في نقطة معينة، من الأفضل استخدام دالة التسارع كدالة للموقع a(x)، وليس دالة التسارع كدالة للزمن a(t) في التمارين، نستخدم دوال مختلفة لحل نفس المسألة بهدف تعميق الفهم. 1. الفترة الزمنية بين أول مرة يمر بها الجسم بنقطة معيّنة وثالث مرة يمر بها بنفس النقطة هي زمن دورة كاملة T.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10153

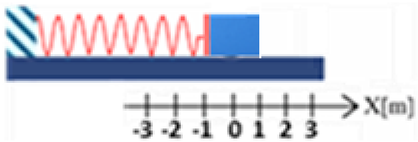
2. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي مضغوط، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. يتم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة، نقطة أصله في نقط الاتزان. الجسم مُثّبت في الموقع x=-4m ، كما هو موضح في الرسم التالي.  بعد تحرير الجسم، فإنه يتحرك في حركة توافقية بسيطة حول نقطة الاتزان.	**2.1-** احسب زمن دورة الحركة؟	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:	$T = 3.97s$ زمن الدورة لا يتعلق بسعة الحركة، بل يتعلق فقط بثابت النابض وكتلة الجسم المتحرك. لذلك، فإن زمن الدورة في هذه الحالة مساوٍ لزمن الدورة في البند 1.7.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10155
	2.2- احسب موقع الجسم في اللحظة t=0.2?	$X(t) = A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A\cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$	$X = -3.8m$ 1. عندما لا يبدأ الجسم حركته من نقطة الطرف الموجبة، فإن قيمة زاوية الطور الابتدائية تكون مختلفة عن الصفر. لا بد من إيجاد هذه القيمة من أجل استخدام الدوال التي تعتمد على الزمن. 2. لإيجاد قيمة زاوية الطور الابتدائية، يُنصح بوصف موقع الجسم كدالة للزمن، ثم تمثيل دالة جيب التمام (cos) بشكل منفصل، والتفكير بكيفية إزاحة دالة cosعلى محور الزمن بحيث تتناسب مع حركة الجسم. رح مفصل لذلك موجود في الحل الكامل. في هذه الحالة، تكون$\theta_0 = +\pi$. 3. بعد تحديد قيمة زاوية الطور الابتدائية، من الأفضل إجراء فحص للتأكّد من أن القيمة المحسوبة لـ $X(0)$ صحيحة وتطابق الموقع الابتدائي للجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10157
	2.3- احسب سرعة الجسم في اللحظة t=0.2s?	دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2\cdot X$	$V = 1.96\frac{m}{s}$ 1. يجب استخدام نفس قيمة زاوية الطور θ_0 في جميع الدوال. 2. في اللحظة t=0.2s ، يتحرك الجسم باتجاه المحور، ولذلك فإن سرعته موجبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10158
	2.4- احسب تسارع الجسم في اللحظة t=0.2s? استخدام الدالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة.		$a = 9.5\frac{m}{s^2}$ في اللحظة t=0.2s، تكون محصلة القوى المؤثرة متجهّة نحو اليمين، في اتجاه المحور. لذلك فإن تسارع الجسم موجب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10159

2. جسم كتلته 2 كغم موصول بنابض أفقي مضغوط، ثابت النابض فيه 5 نيوتن لكل متر. يتم وصف حركة الجسم بالنسبة لمحور حركة، نقطة أصله في نقط الاتزان. الجسم مُثبّت في الموقع x=-4m ، كما هو موضح في الرسم التالي.  بعد تحرير الجسم، فإنه يتحرك في حركة توافقية بسيطة حول نقطة الاتزان.	**2.5-** احسب تسارع الجسم في اللحظة t=0.2s؟ استخدم الدالة **a(X)** للحركة التوافقية البسيطة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:	$a = 9.5\frac{m}{s^2}$ 1. دالة التسارع بدلالة الموقع لا تتعلق بزاوية الطور الابتدائية. 2. رياضيًا، إشارة السرعة الناتجة من دالة السرعة بدلالة الموقع يمكن أن تكون سالبة أو موجبة، ويجب تحديد إشارة السرعة وفقًا لاتجاه حركة الجسم بالنسبة للمحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10160
	2.6- احسب زمن حركة الجسم منذ بداية حركته وحتى وصوله لأول مرة إلى الموقع X=3m.	$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:	$t = 1.53s$ 1. عند استخدام العملية (shift cos) في الآلة الحاسبة، يجب التأكد من أن الآلة الحاسبة تعمل بوحدة الراديان وليس بالدرجات. 2. في الحركة التوافقية البسيطة، زمن حركة الجسم من نقطة إلى أخرى لا يتعلق على اتجاه الحركة، لذلك يمكن استخدام زمن سالب. 3. في دالة الموقع-زمن، يمكن التعويض بـ π/2+ أو-π/2 ، وسنحصل على نفس الموقع. بعد تطبيق عملية (shift cos) ، سنحصل على زمنين، كلاهما صحيحان، إذ يمر الجسم في نفس الموقع في لحظتين مختلفتين.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10161
	2.7- احسب زمن حركة الجسم من الموقع X=3m إلى الموقع X=4m.	$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$t = 0.455s$ في البند السابق حسبنا زمن حركة الجسم من لحظة بدء حركته حتى مروره بالموقع x = 3m . زمن حركة الجسم من بداية الحركة حتى الموقع x = 4m هو نصف زمن الدورة. من هذين الزمنين يمكن حساب زمن حركة الجسم من الموقع X = 3m إلى الموقع X = 4m. . .	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10162

3. جسم كتلته 2 كغم يتحرك نحو اليسار على سطح أفقي أملس، بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم باتجاه نابض غير مشدود، ثابت النابض فيه هو 5 نيوتن لكل متر. يصطدم الجسم بالنابض ويُرتد منه نحو اليمين. في الرسم التالي، يتم توضيح موقع الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه نحو اليمين، ونقطة الأصل في موقع الجسم في لحظة الاصطدام بالنابض. 	3.1- وضح لماذا تكون حركة الجسم من لحظة اصطدامه بالنابض حتى انفصاله عنه هي حركة توافقية بسيطة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	بالنسبة للمحور المعطى، فإن تعبير القوة المحصلة هو: $\Sigma F = -K \cdot X$ لذا فإن حركة الجسم هي حركة توافقية بسيطة. يجب تحديد نوع الحركة على أنها حركة توافقية بسيطة حتى يمكن استخدام دوال الحركة التوافقية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10163
	3.2.1- ما هو اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم عند مروره بالنقطة X=-2m لأول مرة؟		اتجاه القوة هو نحو اليمين. الجسم يقع على يسار نقطة الاتزان، لذا فإن اتجاه القوة المحصلة يكون نحو اليمين، أي في اتجاه المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10164
	3.2.2- ما هو اتجاه القوة المحصلة التي يمر فيها الجسم عبر النقطة X=-2m. في المرة الثانية		اتجاه القوة هو نحو اليمين: 1. اتجاه الحركة يتغير، لكن اتجاه القوة لا يتغير. من تعبير التسارع $a(X) = -\omega^2 \cdot X$ ، فإن إشارة التسارع تتحدد وفقًا لإشارة الموقع، ولا تعتمد على اتجاه الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10227
	3.3- احسب زمن حركة الجسم من لحظة بدء الحركة التوافقية إلى نهايتها.		$t = 1.98s$ في هذه الحركة، يتحرك الجسم خلال نصف دورة من دورة كاملة للحركة التوافقية البسيطة، لذا فإن زمن حركته يساوي نصف زمن الدورة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10171
	3.4- احسب التردد الزاوي		$\omega = 1.58\frac{rad}{s}$ التردد الزاوي يعتمد على زمن الدورة الكاملة T وليس على زمن حركة الجسم فقط..	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10228

3. جسم كتلته 2 كغم يتحرك نحو اليسار على سطح أفقي أملس، بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم باتجاه نابض غير مشدود، ثابت النابض فيه هو 5 نيوتن لكل متر. يصطدم الجسم بالنابض ويُرتد منه نحو اليمين. في الرسم التالي، يتم توضيح موقع الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاها نحو اليمين، ونقطة الأصل في موقع الجسم في لحظة الاصطدام بالنابض.	**3.5-** احسب مقدار الانقباض الأقصى للنابض.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التواوفقية البسيطة:	$A = 5.05m$ 1. مقدار الانقباض الأقصى يساوي سعة الاهتزاز. 2. مقدار سرعة الجسم عند الاصطدام يساوي مقدار السرعة العظمى في الحركة التوافقية البسيطة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10165
	3.6- احسب موقع الجسم بعد مرور 0.253 ثانية من لحظة بدء حركة	$X(t) = A\cdot\cos(\omega t+\theta_0)$ دالة V(t) للحركة التواوفقية البسيطة:	$X = -2m$ قيمة الزمن المحسوبة في البند السابق ليست دقيقة تمامًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10167
	**3.7-** احسب زمن حركة الجسم من لحظة اصطدامه وحتى اللحظة التي يصل فيها لأول مرة إلى الموضع- X = -2m .	$V(t) = -\omega A\cdot\sin(\omega t+\theta_0)$ دالة V(X) للحركة التواوفقية البسيطة $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2-X^2}$ دالة a(t) للحركة التواوفقية البسيطة:	$t = 0.253s$ في لحظة بداية الحركة، لا يكون الجسم في نقطة النهاية الموجبة، لذلك لاستخدام دوال الحركة التوافقية المتعلقة بالزمن، يجب أخذ زاوية الطور الابتدائية بعين الاعتبار (زاوية الطور الابتدائية هي+π/2 ، انظر الحل الكامل) .	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10166
	3.8- احسب سرعة الجسم عندما يمر بالنقطة X = -2m لأول مرة. استخدم دالة السرعة V(t)	$a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t+\theta_0)$ دالة a(x) للحركة التواوفقية البسيطة	$V = -7.35\frac{m}{s}$ جميع دوال الحركة التوافقية المعتمدة على الزمن والتي تصف نفس الحركة لها نفس زاوية الطور الابتدائية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10168
	3.9- احسب سرعة الجسم عندما يمر بالنقطة X = -2m لأول مرة. استخدم دالة السرعة V(X)	$a(X) = -\omega^2\cdot X$ حفظ الطاقة الميكانيكية $E_{K_A} + U_A = E_{K_{C2}} + U_C$ $U = \frac{1}{2}\cdot K\cdot X^2$	$V = -7.35\frac{m}{s}$ في دالة السرعة بدلالة الموقع، لا توجد زاوية طور ابتدائية. يجب تحديد إشارة السرعة حسب اتجاه الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10169

3. جسم كتلته 2 كغم يتحرك نحو اليسار على سطح أفقي أملس، بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم باتجاه نابض غير مشدود، ثابت النابض فيه هو 5 نيوتن لكل متر. يصطدم الجسم بالنابض ويُرتد منه نحو اليمين. في الرسم التالي، يتم توضيح موقع الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهه نحو اليمين، ونقطة الأصل في موقع الجسم في لحظة الاصطدام بالنابض.  	**3.10-** احسب سرعة الجسم عندما يمر بالنقطة X = -2m لأول مرة. استخدم مبدأ حفظ الطاقة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$V = -7.35 \frac{m}{s}$ في معادلة حفظ الطاقة، لا توجد زاوية طور. يجب تحديد إشارة السرعة حسب اتجاه الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10170
	3.11 – تم استبدال النابض بنابض أكثر صلابة. كيف سيتغير مقدار سرعة الجسم بعد انفصاله عن النابض؟	دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:	السرعة لا تتغير في مقدارها. الاصطدام بين الجسم والنابض هو اصطدام مرن، لذلك لا يتغير مقدار السرعة، وإنما فقط اتجاهها.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10172
	3.12 – تم استبدال النابض المعطى بنابض ثابت قوته أكبر بأربع مرات. كيف ستتغير سعة الحركة (بالنسبة لسعة الحركة في النابض الأصلي في البند 3.5)؟ وكيف سيتغير زمن حركة الجسم في الحركة التوافقية البسيطة (بالنسبة لزمن الحركة في النابض الأصلي)؟	$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$ تعريف الشغل: $W = \|F\| \cdot \|\Delta X\| \cdot \cos(\alpha)$ تعريف كمية الدفع: $\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$ تعريف كمية الحركة: $P = m \cdot V$ قانون كمية الحركة والدفع: $\vec{J} = \Delta P$	سعة الحركة ستنخفض بمقدار النصف. 1. يجب استخدام تعبير السعة (تم تطويره في البند 3.3). 2. كلما كان ثابت النابض أكبر، كان أقل مرونة، وبالتالي تقل سعة الاهتزاز. زمن حركة الجسم في الحركة التوافقية البسيطة سيقل بمقدار النصف. من تعبير زمن الدورة، نرى أن زمن الدورة يعتمد على ثابت النابض والكتلة، ولا يعتمد على السعة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10173

3. جسم كتلته 2 كغم يتحرك نحو اليسار على سطح أفقي أملس، بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم باتجاه نابض غير مشدود، ثابت النابض فيه هو 5 نيوتن لكل متر. يصطدم الجسم بالنابض ويُرتد منه نحو اليمين. في الرسم التالي، يتم توضيح موقع الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهها نحو اليمين، ونقطة الأصل في موقع الجسم في لحظة الاصطدام بالنابض.  	**3.13** – تم مضاعفة سرعة اصطدام الجسم أربع مرات. كيف ستتغير سعة الحركة؟ وكيف سيتغير زمن حركة الجسم في الحركة التوافقية البسيطة؟	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	سعة الحركة ستزداد بمقدار 4 مرات. من التعبير الرياضي للسعة، نرى أن السعة تتناسب طرديًا مع سرعة الجسم عند نقطة الاتزان. زمن حركة الجسم في الحركة التوافقية البسيطة لا يتعلق بسرعة الجسم. 1. يمكن تبرير ذلك باستخدام تعبير زمن الدورة. 2. كلما كانت السعة أكبر، كان البعد بين طرفي الحركة أكبر، ولكن السرعة المتوسطة أيضًا أكبر، وبالتالي لا يتغير الزمن الكلي للحركة بين طرفي الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10174
	3.14 – تم مضاعفة كتلة الجسم أربع مرات. كيف ستتغير سعة الحركة؟ وكيف سيتغير زمن حركة الجسم في الحركة التوافقية البسيطة؟		سعة الحركة ستزداد بمقدار مرتين. من التعبير الرياضي للسعة، نرى أن السعة تتناسب طرديًا مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم. الطاقة الحركية تتحول كليًا إلى طاقة وضعية. الفرق في علاقة السعة بالكتلة والسرعة يحدد حسب تعبير الطاقة الحركية. زمن حركة الجسم في الحركة التوافقية البسيطة سيزداد بمقدار مرتين. كلما زادت كتلة الجسم، قل معدل تغير السرعة، وبالتالي يزداد زمن الدورة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10175
	3.15 – احسب الشغل الذي يبذله نابض القوة على الجسم، من لحظة بداية الحركة التوافقية البسيطة حتى نهايتها.		$W = 0J$ قوة النابض تتغير في مقدارها، لكن الإزاحة الكلية للجسم تساوي صفر. لذلك، حسب تعريف الشغل، فإن شغل قوة النابض يساوي صفر. لا يوجد تغير في طاقة الجسم الحركية، ومن مبدأ الشغل والطاقة، فإن شغل النابض يساوي صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10176

السؤال	المطلوب	القوانين	الحل	الرابط
3. جسم كتلته 2 كغم يتحرك نحو اليسار على سطح أفقي أملس، بسرعة ثابتة مقدارها 8 أمتار في الثانية. يتحرك الجسم باتجاه نابض غير مشدود، ثابت النابض فيه هو 5 نيوتن لكل متر. يصطدم الجسم بالنابض ويُرتد منه نحو اليمين. في الرسم التالي، يتم توضيح موقع الجسم بالنسبة لمحور حركة اتجاهها نحو اليمين، ونقطة الأصل في موقع الجسم في لحظة الاصطدام بالنابض.  	**3.16** – احسب كمية الدفع التي أثر بها النابض على الجسم، من لحظة بداية الحركة التوافقية البسيطة وحتى نهايتها.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A\cdot sin(\omega t + \theta_0)$	$J = 32N\cdot S$ 1. يمكن استخدام مبدأ الدفع وكمية الحركة حتى عندما تكون القوة المؤثرة على الجسم غير ثابتة. 2. إشارة الشغل تتحدد حسب اتجاه القوة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة، في النصف الأول من الحركة، القوة تؤثر بعكس اتجاه الحركة – شغلها سالب. في النصف الثاني، القوة تؤثر في اتجاه الحركة – شغلها موجب. لذلك، في هذه الحالة، الشغل الكلي يساوي صفر. بالمقابل، إشارة الدفع تحدد حسب إشارة القوة. في هذه الحالة، القوة تؤثر طوال زمن الحركة باتجاه اليمين (باتجاه المحور)، لذلك القوة موجبة والدفع موجب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10177
	3.17 – احسب مقدار القوة المتوسطة التي يؤثر بها النابض على الجسم.	دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2\cdot X$	$F = 16.16N$ 1. القوة المتوسطة تساوي التغير الكلي في كمية الحركة مقسومًا على زمن الحركة الكلي. 2. قوة النابض تتغير في مقدارها لكنها لا تتغير في اتجاهها، فهي تؤثر طوال زمن الحركة نحو اليمين، لذلك القوة المتوسطة موجبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10178

<table>
<tr>
<td rowspan="3">

4. صندوق كتلته 45 كغم موضوع على سطح أفقي أملس. الصندوق موصول بنابض أفقي غير مشدود. رصاصة كتلتها 5 غرام تصطدم بالصندوق وتنغرس فيه. بعد الاصطدام، تتحرك الرصاصة والصندوق معًا كجسم واحد في حركة توافقية بسيطة.

الرسم التالي، يُوضح وضع الرصاصة قبل لحظة اصطدامها بالصندوق، وكذلك محور الحركة.

نفترض أنه يمكن إهمال قوى الاحتكاك وكذلك فقدان الطاقة الحركية أثناء اصطدام الرصاصة بالصندوق.

نُعيد تنفيذ عملية إطلاق النار عدة مرات باستخدام رصاصات متماثلة وصندوق متماثل (جديد) في كل تجربة. في كل مرة، نقوم بتغيير سرعة الرصاصة ونقيس باستخدام حساس (مستشعر) سعة (مقدار) التذبذب الناتجة بعد الاصطدام. نرمز إلى الرصاصة بأنها الجسم 1 ونرمز إلى الصندوق بأنه الجسم 2 في الجدول التالي، تم تلخيص قيم سرعات الرصاصة قبل الاصطدام وسعة حركة التذبذب للصندوق بعد الاصطدام.

A[m]	$V_1\,[\frac{m}{s}]$
0.29	800
0.33	900
0.37	1000
0.4	1100
0.44	1200

</td>
<td>

4.1 – طوّر تعبيرًا يصف سعة الاهتزاز (سعة التذبذب) بدلالة سرعة الرصاصة (الجسم 1) قبل اصطدامها بالصندوق (الجسم 2).

استخدم دالة السرعة V(t)

ملاحظة: يجب التعبير عن السرعة المشتركة للأجسام باستخدام معادلة حفظ الزخم (حفظ كمية الحركة).

</td>
<td rowspan="3">

زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة:

$$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A\cdot sin(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة

$$a(X) = -\omega^2\cdot X$$

</td>
<td>

$$A = \frac{m_1\cdot V_1}{\sqrt{K\cdot(m_1 + m_2)}}$$

1. كتلة الجسم الذي يتحرك في الحركة التوافقية البسيطة هي كتلة الصندوق وكتلة الرصاصة معًا.
2. الجسم لا يبدأ حركته من نقطة النهاية الموجبة، لذلك قبل استخدام دالة السرعة بدلالة الزمن يجب تحديد زاوية الطور الابتدائية.
3. الاتجاه الموجب لمحور الحركة في هذا البند هو إلى اليسار، لذلك زاوية الطور الابتدائية في هذه المسألة تختلف عن زاوية الطور الابتدائية في المسألة السابقة.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10180

</td>
</tr>
<tr>
<td>

4.2 – طوّر تعبيرًا يصف سعة الاهتزاز بدلالة سرعة الرصاصة قبل اصطدامها بالصندوق.

استخدم دالة السرعة V(x)

</td>
<td>

$$A = \frac{m_1\cdot V_1}{\sqrt{K\cdot(m_1 + m_2)}}$$

1. عند استخدام دالة السرعة بدلالة الموقع، لا حاجة للتعامل مع زاوية الطور الابتدائية.
2. يمكن التعبير عن السعة أيضًا باستخدام حفظ الطاقة الميكانيكية لحركة الصندوق في الحركة التوافقية البسيطة.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10181

</td>
</tr>
<tr>
<td>

4.3 – ارسم رسمًا بيانيًا يصف سعة الاهتزاز بدلالة سرعة الرصاصة، واحسب باستخدام الرسم البياني ثابت النابض.

</td>
<td>

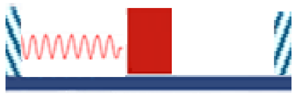
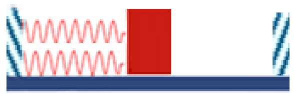
$$K = 4.21\,\frac{N}{m}$$

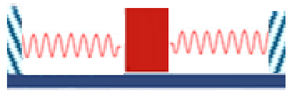
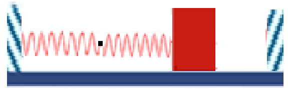
1. من ميل الرسم البياني يمكن استخراج ثابت النابض.
2. يجب رسم رسم بياني كمي، تحديد أنسب خط مستقيم، وحساب الميل بناءً على نقطتين تقعان على هذا الخط فقط.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10182

</td>
</tr>
</table>

هذا السؤال يتناول توصيل النوابض على التوالي وبالتوازي، وهو موضوع غير مشمول في المنهاج الجديد. **5.** لدى طالب صندوق كتلته 60 كغم. ولديه نوابض متماثلة، كل منها ذو ثابت نابض مقداره 10 نيوتن لكل متر. الطالب يستخدم هذه الأجهزة لإجراء أربع تجارب مختلفة، بحيث يكوّن أربع منظومات مختلفة تُظهر حركة توافقية بسيطة. في كل منظومة، يقوم الطالب بإزاحة الصندوق من نقطة الاتزان ثم يتركه ليتحرك. مقدار الإزاحة مختلف في كل تجربة، ولذلك تكون الحركة الناتجة في كل منظومة هي حركة توافقية بسيطة (ح.ت.ب) مختلفة السعة. نفترض أن السطح الذي يتحرك عليه الصندوق أفقي وأملس (أي دون احتكاك). نصف الحركة بالنسبة لمحور اتجاهه نحو اليمين، ونقطة أصله في نقطة الاتزان لكل منظومة.	**5.1-** في المنظومة الأولى، استخدم الطالب نابضًا واحدًا من جهة واحدة.  احسب زمن الدورة (زمن الدورة) لهذه المنظومة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$	$T = 15.39S$ وفقًا لتعبير زمن الدورة لجسم متصل بنابض أفقي ويتحرك في حركة توافقية بسيطة، فإن زمن الدورة يعتمد فقط على كتلة الجسم وثابت النابض. زمن الدورة لا يعتمد على سعة الاهتزاز.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10202
	5.2- في المنظومة الثانية قام الطالب بتوصيل الصندوق بنابضين متوازيين موصولين من نفس الجهة.  احسب زمن الدورة لهذه المنظومة.	دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$T = 10.88S$ **1.** ثابت النابض المحصل لنابضين متصلين على التوازي يساوي مجموع ثوابت النابضين المعطيين: $K_T = K_1 + K_2$ **2.** في أوراق المعادلات لا تظهر صيغ لحساب ثابت النابض المحصل للنوابض المتصلة على التوالي أو التوازي. حسب المنهاج الدراسي، يجب على الطالب معرفة هذه الصيغ وفهمها (يوجد تطوير كامل مع أمثلة وتدريبات في CUBE-19)	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10204

هذا السؤال يتناول توصيل النوابض على التوالي وبالتوازي، وهو موضوع غير مشمول في المنهاج الجديد. **5.** لدى طالب صندوق كتلته 60 كغم. ولديه نوابض متماثلة، كل منها ذو ثابت نابض مقداره 10 نيوتن لكل متر. الطالب يستخدم هذه الأجهزة لإجراء أربع تجارب مختلفة، بحيث يكوّن أربع منظومات مختلفة تُظهر حركة توافقية بسيطة. في كل منظومة، يقوم الطالب بإزاحة الصندوق من نقطة الاتزان ثم يتركه ليتحرك. مقدار الإزاحة مختلف في كل تجربة، ولذلك تكون الحركة الناتجة في كل منظومة هي حركة توافقية بسيطة (ح.ت.ب) مختلفة السعة. نفترض أن السطح الذي يتحرك عليه الصندوق أفقي وأملس (أي دون احتكاك).	**5.3-** في المنظومة الثالثة، يستخدم الطالب نابضين، نابض واحد على كل جانب.  احسب زمن الدورة لهذه المنظومة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$T = 10.88S$ النابضان غير متصلين على التوالي ولا على التوازي، لكنهما يُطبّقان قوى متساوية في المقدار والاتجاه في كل لحظة، مثل النابضات المتصلة على التوازي، لذلك يجب التعامل معها كأنها موصولة على التوازي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10205
	5.4- في المنظومة الرابعة، قام الطالب بتوصيل الصندوق بنابضين موصولين على التوالي من نفس الجهة.  احسب زمن الدورة لهذه المنظومة..		$T = 21.76S$ 1. النابضان موصولان على التوالي. يجب حساب ثابت النابض المحصل وفقًا لتوصيل النوابض على التوالي. 2. إذا قمنا بتوصيل العديد من النوابض على التوازي، سيكون من الصعب شدّها. أما إذا وصلناها على التوالي، فسيكون من السهل شدّها. في التوصيل على التوازي يكون ثابت النابض المحصل كبيرًا، أما في التوصيل على التوالي فيكون صغيرًا. 3. تعبير ثابت النابض المحصل لنابضين متصلين على التوالي هو: $\frac{1}{K_T} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}$ 4. في هذا البند، ثابت النابض المحصل هو الأصغر. وبما أن السعة متساوية في الحالات الأربع، فإن زمن الدورة في هذه الحالة هو الأكبر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10206

نصف الحركة بالنسبة لمحور اتجاهه نحو اليمين، ونقطة أصله في نقطة الاتزان لكل منظومة. **هذا السؤال يتناول توصيل النوابض على التوالي وبالتوازي، وهو موضوع غير مشمول في المنهاج الجديد.** **5.** لدى طالب صندوق كتلته 60 كغم. ولديه نوابض متماثلة، كل منها ذو ثابت نابض مقداره 10 نيوتن لكل متر. الطالب يستخدم هذه الأجهزة لإجراء أربع تجارب مختلفة، بحيث يكوّن أربع منظومات مختلفة تُظهر حركة توافقية بسيطة. في كل منظومة، يقوم الطالب بإزاحة الصندوق من نقطة الاتزان ثم يتركه ليتحرك. مقدار الإزاحة مختلف في كل تجربة، ولذلك تكون الحركة الناتجة في كل منظومة هي حركة توافقية بسيطة مختلفة السعة. نفترض أن السطح الذي يتحرك عليه الصندوق أفقي وأملس (أي دون احتكاك). نصف الحركة بالنسبة لمحور اتجاهه نحو اليمين، ونقطة أصله في نقطة الاتزان لكل منظومة.	**5.5-** إذا كانت سعة الاهتزاز متساوية في جميع المنظومات الأربع، في أي منظومة تكون سرعة الجسم في نقطة الاتزان هي الأصغر؟	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(x) للحركة التوافقية البسيطة $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	**في المنظومة الرابعة** 1. يمكن التعبير عن سرعة الجسم عند نقطة الاتزان باستخدام دالة V(x). 2. في أي حركة توافقية بسيطة، تكون سرعة الجسم في نقطة الاتزان هي الأكبر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10207
	5.6- طالب يرغب في تصميم سعات الحركة في المنظومتين الثالثة والرابعة بحيث تكون السرعة القصوى للصندوق متساوية في كلتا المنظومتين. كم يجب أن تكون نسبة السعتين $\frac{A_4}{A_3}$؟		$\frac{A_4}{A_3} = 2$ 1. زمن الدورة لا يتعلق على سعة الاهتزاز، لكن السرعة القصوى تتعلق على سعة الحركة. 2. لإيجاد نسبة السعتين، يجب كتابة تعبير للسرعة القصوى في كل منظومة، ثم المساواة بين السرعتين والتعبير عن النسبة بين السعتين. 3. في المنظومة الرابعة، ثابت النابض المحصل أصغر بأربع مرات. لكي تكون السرعتان القصوتان متساويتين في المقدار، يجب أن تكون سعة المنظومة الرابعة أكبر بمرتين، لأن نسبة السعات عكسية لنسبة الجذور التربيعية لثوابت النابض.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10208

التمارين العملية 2 – الحركة التوافقية البسيطة في البندول البسيط (البندول الرياضي)

تدريبات "البراكتكوت" هي تدريبات شاملة تهدف إلى تطوير المهارات والمراجعة على المبادئ الفيزيائية.
في كل سطر من ورقة البراكتيكوت، توجد ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، النتيجة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للحل الكامل.

لأداء تمارين البراكتيكوت، يجب كتابة حل كامل ومرتب لكل سطر، قراءة الملاحظات المهمة بعناية، وعند الحاجة يمكنكم مشاهدة الحل الكامل من خلال الرابط الموجود في العمود الأيسر.

في حركة البندول الرياضي الذي يتحرك بزاويا صغيرة (زاوية قصوى أقل من 30 درجة)، يمكن تقريبيًا اعتبار حركة الجسم كأنها حركة في خط مستقيم.

القوة المحصلة التي تؤثر على الجسم مساوية لمركبة قوة الجاذبية Wx، والتي تعمل كقوة مُعيدة.

وبتقريب للزوايا الصغيرة، يتحقق أن: sin(α)=α وفقًا لتعريف الزاوية المركزية، فإن تعبير القوة المحصلة هو: $\mathbf{\Sigma F = -\frac{mg}{L} \cdot X}$.

من هذا التعبير للقوة المحصلة يمكن أن نرى أن ثابت الحركة التوافقية هو: $\mathbf{C = \frac{mg}{L}}$, وباستخدام تعبير زمن الدورة لجسم يتحرك في حركة توافقية بسيطة وفقًا لثابت الحركة التوافقية، يمكن اشتقاق تعبير زمن الدورة للبندول البسيط الذي يتحرك بزوايا صغيرة.

זמן המחזור	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}$
מטוטלת פשוטה (מתמטית)	$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

מהירות	$v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$
	$v = \pm\,\omega\sqrt{A^2 - x^2}$
תאוצה	$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$

שקול הכוחות בתנועה הרמונית	$\Sigma\vec{F} = -c\vec{x}$
	$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$
נוסחת מקום-זמן	$x = A\cos(\omega t + \phi)$

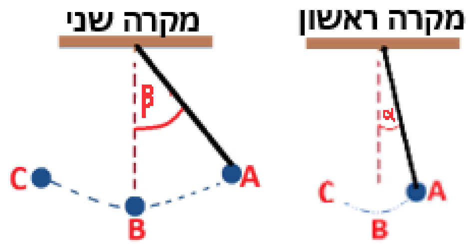
مواضيع التمرين:

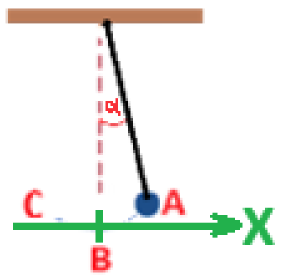
تعريف الحركة والتدريب على الحركة التوافقية البسيطة في حالة تكون فيها زاوية الطور الابتدائية تساوي صفرًا.

التدريب على الحركة التوافقية البسيطة في حالات تكون فيها زاوية الطور الابتدائية مختلفة عن الصفر.

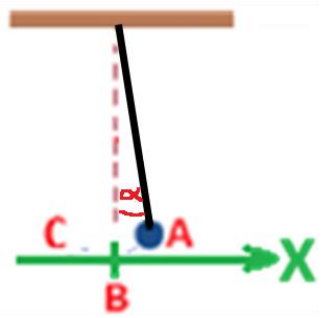
تمرين تلخيصي شامل.

حركة توافقية بسيطة في بَندولٍ بَسيطٍ.

وصف الحركة	سؤال	المبادئ الفيزيائية	الإجابة	ملاحظات هامة	الحل الكامل
6. يقوم طالب بإجراء تجربتين باستخدام جسم نقطي. يكون الجسم معلقًا بخيط متصل بالسقف ويستقر في النقطة B. في الحالة الأولى، يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A بزاوية انحراف α تقل عن 30 درجة. يُترك الجسم من السكون ويتحرك في حركة بندول رياضي. في الحالة الثانية، يُزاح الجسم بزاوية انحراف كبيرة، ويُترك من السكون. الحالتان موصوفتان في الرسوم التوضيحية التالية.  كل قوى الاحتكاك مهملة.	**6.1-** في أيّ حالة من بين الحالتين يمكن استخدام دوالّ الحركة التوافقية البسيطة؟	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$		يُمكن استخدام دوالّ الحركة التوافقية البسيطة فقط في الحالة الأولى. 1.عندما تكون زاوية انحراف الخيط صغيرة، يتحرك الجسم تقريبًا في خط مستقيم، ويمكن إثبات أن القوة المحصلة تتناسب طرديًا مع موقع الجسم (التفصيل موجود في الحل الكامل). لذلك، يمكن القول إن الجسم يتحرك تقريبًا في حركة توافقية بسيطة. 2. بما أن الجسم يُعدّ نقطيًا، فيمكن اعتبار نصف قطر المسار مساويًا لطول الخيط.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10183
	6.2– في الحالة الثانية، يوجد فاصل زمني قصير يتحرك فيه الجسم بزوايا صغيرة، بالقرب من النقطة B. هل يمكن استخدام دوالّ الحركة التوافقية البسيطة فقط خلال هذه الفترة الزمنية؟			لا يمكن استخدام دوالّ الحركة التوافقية البسيطة في الحالة الثانية، حتى لا لجزء صغير من الحركة تكون فيه زاوية الانحراف صغيرة.. لكل حركة توافقية بسيطة توجد سعة ثابتة، وبناءً على قيمة هذه السعة يتم تحديد جميع دوالّ الحركة. لا يمكن استخدام سعة لحركة ليست توافقية بسيطة كأساس لوصف حركة توافقية بسيطة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10184

7. جسم نقطي كتلته 2 كغم معلّق بخيط طوله 3 أمتار ومثبت في السقف. الجسم في وضع السكون في النقطة B. يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A بزاوية انحراف α تساوي 30 درجة. يُترك الجسم من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط. نظرًا لأن زاوية انحراف الخيط خلال حركة الجسم تبقى أقل من 30 درجة، فسوف نعتبر حركة الجسم حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين كما هو موضّح في الرسم التالي.  	**7.1-** احسب زمن الدورة لحركة الجسم.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة: $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{L}{g}}$	**T = 3.44s** تعبير زمن الدورة لحركة بندول بسيط يظهر في صفحات القوانين. يجب التذكّر أن هذه المعادلة صالحة فقط لحركة بندول بسيط يتحرك في زوايا صغيرة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10185
	7.2- احسب سعة الحركة التوافقية البسيطة.	دالة X(t)للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A\cdot\cos(\omega t+\theta_0)$ دالة V(t)للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A\cdot sin(\omega t+\theta_0)$	**A = 1.5m** نظرًا لأن الجسم يتحرك ضمن زوايا ميل صغيرة للخيط، فإننا نعتبر حركة الجسم حركة خطية مستقيمة. سعة الاهتزاز تساوي البعد الأفقي بين نقطة طرف الحركة ونقطة أصل المحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10186
	7.3- احسب سرعة الجسم في النقطة B (في المرة الأولى التي يمرّ فيها بالنقطة). استخدم مبدأ حفظ الطاقة.	دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2-X^2}$ دالة a(t)للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t+\theta_0)$	$V_B = -2.83\frac{m}{s}$ 1. يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية حتى في البندول الذي لا يتحرك في زوايا صغيرة. 2. القيمة المحسوبة في هذا البند دقيقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10187
	7.4- احسب سرعة الجسم عند النقطة B في المرة الأولى. استخدم دوالّ الحركة التوافقية البسيطة: V(t)وV(x) -	دالة a(X)للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2\cdot X$	$V_B = -2.73\frac{m}{s}$ القيمة الناتجة من الدالتين متطابقة لكنها تختلف قليلًا عن القيمة الناتجة باستخدام حفظ الطاقة، لأن في حركة بندول بسيط بزاوايا صغيرة نُقرب الحركة إلى حركة توافقية بسيطة، ودوال الحركة التوافقية تكون صحيحة في هذا النوع من الحركة فقط على سبيل التقريب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10188

294

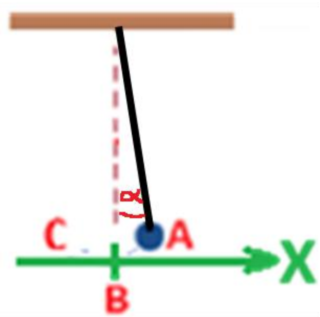
السؤال	البند	القوانين	الحل	الرابط
8. نعيد الخطوات في السؤال السابق، لكن هذه المرة نُزيح الجسم من النقطة B بزاوية مقدارها 5 درجات فقط. يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A، ثم يُترك من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط. نتطرّق لحركة الجسم على أنها حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين، كما هو موضّح في الرسم التالي. 	**8.1-** اكتب تعبيرًا لسرعة الجسم في النقطة B بدلالة طول الخيط L، واحسب سرعة الجسم. استخدم مبدأ حفظ الطاقة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$	$V_B = -0.4778 \frac{m}{s}$ الطاقة ليست لها اتجاه. عند حساب السرعة باستخدام مبدأ حفظ الطاقة، يتم الحصول على نتيجتين: واحدة موجبة والأخرى سالبة. يجب تحديد إشارة السرعة الصحيحة بحسب اتجاه الحركة بالنسبة للمحور.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10189
	8.2- اكتب تعبيرًا لسرعة الجسم في النقطة B بدلالة طول الخيط L، واحسب سرعة الجسم. استخدم دوال الحركة التوافقية البسيطة : **V(t) و- V(x).**	دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$	$V_B = -0.4765 \frac{m}{s}$ **1.** بما أن الجسم يتحرك في زوايا صغيرة جدًا، فإن حركته تُقارب حركة توافقية بسيطة على خط مستقيم بدقة جيدة جدًا، ولذلك فإن القيمة المحسوبة باستخدام دوال الحركة التوافقية قريبة جدًا من القيمة الدقيقة المحسوبة من حفظ الطاقة. **2.** يجب تذكّر أن السرعة العظمى في حركة توافقية بسيطة تتحقق عندما يمر الجسم بنقطة أصل المحور، ومقدارها هو **ω·A**.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10190
	8.3- كيف سيتغير زمن الدورة في الحالات التالية: أ. تقليل زاوية الإزاحة. ب. تقليل الكتلة. ج. تقصير طول الخيط.	دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	من تعبير زمن الدورة لبندول بسيط، نجد أن الزمن T لا يتعلق بزاوية الإزاحة ولا على كتلة الجسم. عندما يكون L أصغر، فإن T يكون أصغر أيضًا (لكن ليس تناسب طردي). **1.** في الحركة بزوايا كبيرة، لا يتحرك الجسم في حركة توافقية بسيطة، ويزداد زمن الدورة كلما كبرت زاوية الإزاحة. **2.** على سطح القمر، تسارع الجاذبية g أصغر، وبالتالي سيكون زمن الدورة أطول. **3.** في كل حركة توافقية بسيطة، لا يتعلق زمن الدورة على سعة الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10191

<table>
<tr>
<td rowspan="2">

8. نعيد الخطوات في السؤال السابق، لكن هذه المرة نُزيح الجسم من النقطة B بزاوية مقدارها 5 درجات فقط.

يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A، ثم يُترك من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط.

نتطرّق لحركة الجسم على أنها حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين، كما هو موضّح في الرسم التالي.



</td>
<td>

8.4- احسب موقع الجسم في اللحظة t=2.8s.

</td>
<td rowspan="2">

زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

</td>
<td>

$$X(2.8) = 0.1m$$

1. عند حساب السعة باستخدام دالة الجيب (sin) ، يجب استخدام الآلة الحاسبة بوضعية الدرجات (Deg) أما عند حساب قيمة دالة الجيب التمام (cos) في دالة الموقع-زمن، فيجب استخدام وضعية الراديان (Rad) من السهل جدًا أن نخطئ في ذلك.

2. من المهم تذكّر أن في حركة توافقية بسيطة يتحقق:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10192

</td>
</tr>
<tr>
<td>

8.5- احسب سرعة الجسم في اللحظة t=2.8s.

</td>
<td>

$$V(2.8) = 0.43\frac{m}{s}$$

1. زمن الدورة هو 3.44 ثوانٍ. بعد مرور 2.8 ثانية من بداية الحركة، يكون قد انقضى أكثر من ثلاثة أرباع الدورة. بعد الربع الثالث يكون الجسم قد تجاوز نقطة الأصل قليلًا ويتحرك في اتجاه المحور، لذا سرعته موجبة.

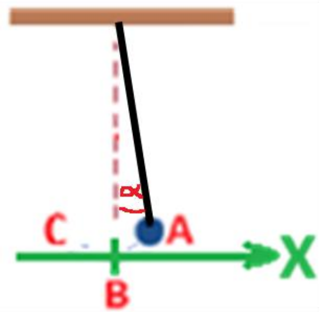
2. في البنود السابقة حسبنا سرعة الجسم عند مروره بنقطة الأصل، وهي السرعة العظمى. بعد اجتيازه للنقطة، سرعته تقل في المقدار.

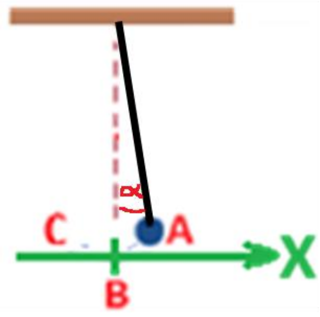
3. باستخدام دالة V(t)، السرعة تكون موجبة.

</td>
<td>

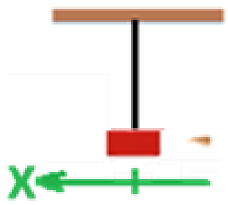
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10193

</td>
</tr>
</table>

8. نعيد الخطوات في السؤال السابق، لكن هذه المرة نُزيح الجسم من النقطة B بزاوية مقدارها 5 درجات فقط. يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A، ثم يُترك من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط. نتطرّق لحركة الجسم على أنها حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين، كما هو موضّح في الرسم التالي. 	**8.6-** احسب زاوية ميل الخيط في اللحظة **t=2.8s.**	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$	$\alpha = 1.91°$ يمكن حساب زاوية ميل الخيط هندسيًا وفقًا لموقع الجسم وطول الخيط.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10194
	8.7- احسب تسارع الجسم المماسي في اللحظة **t=2.8s .**	دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$	$a_T = 0.333 \frac{m}{s^2}$ يتحرك الجسم بتسارع مماسي متغيّر. القيمة المحسوبة هي التسارع المماسي اللحظي في اللحظة **t=2.8s**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10195
	8.8- احسب تسارع الجسم المركزي (الشعاعي) في اللحظة **t=2.8s.**	دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$a_R = 0.061 \frac{m}{s^2}$ يتحرك الجسم في حركة دائرية بتسارع مركزي (شعاعي) متغيّر. يمكن حساب تسارعه الشعاعي باستخدام تعبير التسارع المناسب للحركة الدائرية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10196

8. نعيد الخطوات في السؤال السابق، لكن هذه المرة نُزيح الجسم من النقطة B بزاوية مقدارها 5 درجات فقط. يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A، ثم يُترك من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط. نتطرّق لحركة الجسم على أنها حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين، كما هو موضّح في الرسم التالي.  	**-8.9** احسب مقدار واتجاه تسارع الجسم في اللحظة **t=2.8s** . استخدم التسارع الشعاعي والمماسي.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$a = 0.338\,\frac{m}{s^2}$ اتجاه متجه التسارع هو إلى اليسار، بزاوية 8.48 درجات فوق الأفق. 1. متجه التسارع يساوي مجموع المتجهات للتسارع الشعاعي والتسارع المماسي. 2. لم نستخدم مبادئ الحركة التوافقية البسيطة – القيم المحسوبة دقيقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10197
	-8.10 احسب مقدار واتجاه تسارع الجسم في اللحظة **.t=2.8s** استخدم دالة التسارع **a(t)** في الحركة التوافقية البسيطة.		$a(2.8) = -0.338\,\frac{m}{s^2}$ اتجاه التسارع هو في الاتجاه السالب للمحور، إلى اليسار. 1. البند السابق يتناول مقدار متجه التسارع واتجاهه بشكل منفصل. في هذا البند، يوصف التسارع بالنسبة للمحور (حسب مبادئ الحركة التوافقية البسيطة)، ولذلك تكون قيمته سالبة. 2. في البند السابق وجدنا أن اتجاه متجه التسارع بزاوية صغيرة تحت الأفق. في هذا البند لا يتم التطرّق لذلك لأننا نفترض أن الجسم يتحرك في حركة توافقية بسيطة على خط مستقيم بالنسبة للمحور، وبالتالي فإن اتجاه التسارع يكون نحو نقطة التوازن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10198

9. الصندوق كتلته 4 كغم معلق بخيط متصل بالسقف. رصاصة كتلتها 5 غرام تصطدم بالصندوق وتغرس فيه. بعد الاصطدام، تتحرك الرصاصة والصندوق معًا كجسم واحد في حركة بندول بسيط.
في الرسم التالي يُظهر الرصاصة قبل لحظة اصطدامها بالصندوق والمحور الذي توصف الحركة بالنسبة إليه.



تُعاد عملية إطلاق الرصاصة عدة مرات باستخدام رصاصات متطابقة وصندوق متطابق (جديد) في كل مرة. يتم تغيير سرعة الرصاصة في كل تجربة، وتُقاس سعة الاهتزاز بواسطة مجس.
نرمز للرصاصة بالجسم 1 وللصندوق بالجسم 2. الجدول التالي يلخص قيم سرعات الرصاصة قبل الاصطدام وسعة الاهتزاز.

$V_1\,[\frac{m}{s}]$	$A[m]$
700	0.26
800	0.3
900	0.33
1000	0.37
1100	0.4

السؤال	القوانين	الحل	الرابط
9.1- اعتبر حركة الصندوق والرصاصة بداخله كحركة توافقية بسيطة، وطوّر تعبيرًا لسعة الاهتزاز بدلالة سرعة الرصاصة.	زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$	$A = \frac{m_1 \cdot V_1}{m_1 + m_2} \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ الجسم لا يبدأ بالحركة من نقطة الحدّ القصوى الموجبة، وفي دوال الحركة التوافقية البسيطة توجد حاجة إلى زاوية طور ابتدائية. في هذه الحالة، بما أن التعبير يتناول مقدار السرعة القصوى، يمكن كتابة التعبير دون زاوية الطور الابتدائية (انظر الحل الكامل).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10199
9.2- ارسم رسمًا بيانيًا يوضح سعة الاهتزاز بدلالة سرعة الرصاصة، واحسب باستخدام الرسم طول الخيط.	دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$	$L = 0.841m$ 1. طول الخيط محسوب وفقًا لحركة الرصاصة والحركة التوافقية البسيطة للصندوق (والرصاصة بداخله)، ولكن طول الخيط لا يتعلق على حركة الرصاصة والصندوق. 2. في الأسئلة التي يُذكر فيها رسم بياني ويُعطى التعبير الرياضي للدالة الممثلة، غالبًا ما تكون الإجابة في ميل الخط البياني.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10200
9.3- هل كان من المبرر اعتبار حركة الصندوق والرصاصة بداخله كحركة توافقية بسيطة؟	دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	زوايا ميل الخيط في جميع الحالات أقل من 30 درجة، ولذلك يمكن اعتبار الحركة حركة توافقية بسيطة. لو كانت سرعة اصطدام الرصاصة كبيرة لدرجة تجعل زاوية ميل الخيط أكبر من 30 درجة، لما أمكن اعتبار الصندوق يتحرك في حركة توافقية بسيطة. في مثل هذه الحالة يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10201

10. طالب يرغب في استخدام بندول بسيط لإجراء تجربة لحساب قيمة تسارع الجاذبية g.

قام الطالب بتعليق جسم نقطي بخيط متصل بالسقف، وأزاح الجسم من موقع الاتزان حتى زاوية ميل مقدارها 10 درجات. ثم حرّر الجسم من السكون، فتحرك في حركة بندول بسيطة.

لكي يجد قيمة تسارع الجاذبية g، قام الطالب باستخدام ساعة توقيت لقياس زمن حركة خمسة دورات كاملة، ومن ثم حسب متوسط زمن الدورة الواحدة. بعد ذلك، غيّر طول الخيط وكرر نفس الإجراءات.

الجدول التالي يركز بيانات مربّع زمن الدورة المتوسطة وطول الخيط.

$T^2[s^2]$	$L[m]$
0.2	0.78
0.3	1.17
0.4	1.56
0.5	1.95
0.6	2.34

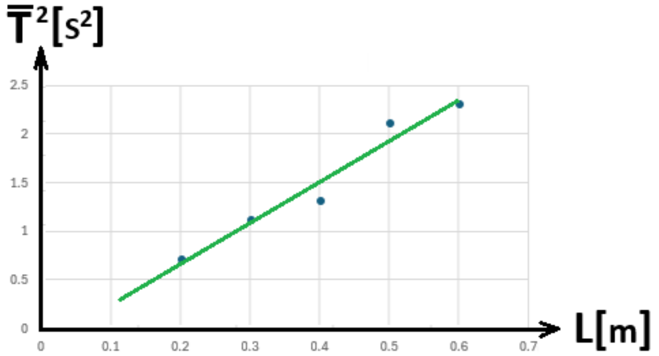
10.1- ارسم رسمًا بيانيًا يوضح مربع زمن الدورة المتوسط بدلالة طول الخيط.

زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

دالة $X(t)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$



https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10209

10.2- اكتب تعبيرًا لمربع زمن الدورة المتوسط بدلالة طول الخيط.

دالة $V(t)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$$

دالة $V(X)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

$$T^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$$

لكي نتمكن من استخلاص نتيجة من ميل الرسم البياني، فإننا نتعامل مع دوال خطية، أي دوال ذات ميل ثابت.

في حالة تعبير غير خطي (مثل تعبير زمن الدورة)، يجب إجراء عمليات رياضية للحصول على علاقة خطية.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10210

10.3- احسب، بالاعتماد على الرسم البياني، تسارع الجاذبية g.

دالة $a(t)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة $a(X)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

$$g = 9.48\frac{m}{s^2}$$

1. نتيجة لأخطاء في القياس، ليست جميع النقاط في الرسم البياني تقع على نفس الخط المستقيم.
2. تحديد الخط المرجع لا يكون خطيًا تمامًا بسبب وجود أخطاء في القياس.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10211

10. طالب يرغب في استخدام بندول بسيط لإجراء تجربة لحساب قيمة تسارع الجاذبية g.

قام الطالب بتعليق جسم نقطي بخيط متصل بالسقف، وأزاح الجسم من موقع الاتزان حتى زاوية ميل مقدارها 10 درجات. ثم حرّر الجسم من السكون، فتحرك في حركة بندول بسيطة.

لكي يجد قيمة تسارع الجاذبية g، قام الطالب باستخدام ساعة توقيت لقياس زمن حركة خمسة دورات كاملة، ومن ثم حسب متوسط زمن الدورة الواحدة. بعد ذلك، غيّر طول الخيط وكرر نفس الإجراءات.

الجدول التالي يركز بيانات مربّع زمن الدورة المتوسطة وطول الخيط.

$\bar{T}^2[s^2]$	$L[m]$
0.2	0.78
0.3	1.17
0.4	1.56
0.5	1.95
0.6	2.34

زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

10.4- لماذا قام الطالب بقياس خمس دورات وحساب المتوسط، بدلاً من قياس دورة واحدة فقط؟

لتحقيق دقة في قياس قيمة زمن الدورة.

في كل قياس باستخدام ساعة توقيت، هناك خطأ في القياس ناتج عن زمن استجابة القائم بالقياس.

خطأ القياس الموجود عند قياس خمس دورات يساوي خطأ القياس في دورة واحدة.

لذلك، من خلال قياس زمن خمس دورات وقسمته على خمسة، نحصل على زمن دورة واحدة بدقة أعلى وخطأ أقل بخمس مرات.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10212

10.5- احسب نسبة الانحراف المئوية بين القيمة الناتجة في التجربة والقيمة المعروفة لتسارع الجاذبية (9.8 متر/ثانية²).

סטייה = 3.2%

من المعتاد حساب الانحراف بين القيمة الناتجة في التجربة والقيمة المتوقعة بالنسبة للقيمة المتوقعة كنسبة مئوية.

على سبيل المثال: إذا وضعنا ثقلًا كتلته 10 كغم على ميزان رقمي، وأظهر الميزان 8 كغم، فإن الانحراف يكون 20%.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10213

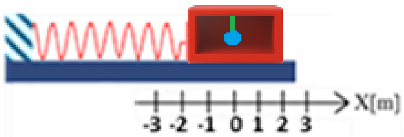
10.6- اقترح طرقًا لتحسين نتيجة التجربة.

1. اهتزازات في زوايا صغيرة. 2. طول خيط أكبر. 3. استخدام جسم صغير ذو شكل انسيابي وكثافة كتلية كبيرة. 4. زيادة عدد الدورات في كل قياس.

كلما كان الاحتكاك مع الهواء أكبر، تقل إمكانية اعتبار حركة الجسم كحركة توافقية بسيطة.

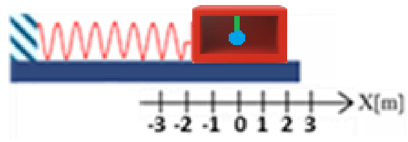
ولزيادة قوة الجاذبية دون زيادة حجم الجسم، يجب استخدام جسم ذي كثافة كتلية عالية.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10214

السؤال	المطلوب	القوانين	الحل	الرابط
11. صندوق كتلته 45 كغم موصول بنابض أفقي غير مشدود، ثابت النابض هو 5 نيوتن لكل متر. من أجل قياس تسارع الصندوق، تم استخدام جسم معلق يعمل كمقياس تسارع. كتلة الجسم المعلق مهملة مقارنة بكتلة الصندوق. للصندوق نافذة جانبية شفافة، وهو موضوع على سطح أفقي أملس عند نقطة أصل المحور، كما هو موضح في الرسم التالي:  قام الطالب بإزاحة الصندوق من موقع الاتزان نحو اليمين، ثم حرره من السكون. بعد تحريره، تحرك الصندوق في حركة توافقية بسيطة، وكذلك تحرك الجسم المعلق في حركة توافقية بسيطة.	**11.1-** اكتب تعبيرًا لتسارع الصندوق بدلالة زاوية ميل الخيط.	زمن الدورة للبندول البسيط: $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{L}{g}}$ زمن الدورة لجسم متصل بنابض: $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2\cdot x}{g}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A\cdot\cos(\omega t+\theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A\cdot \sin(\omega t+\theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2-X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t+\theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2\cdot X$	$a = g\cdot\tan(\alpha)$ 1. زاوية ميل الخيط تعتمد فقط على تسارع الجاذبية g وتسارع الصندوق، ولا تتعلق بزاوية الميل وبكتلة الجسم المعلّق.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10216
	11.2- اكتب تعبيرًا يصف العلاقة بين زاوية ميل الخيط وموقع الصندوق.		$\tan(\alpha) = \frac{-k\cdot x}{M\cdot g}$ 1. في كل موقع يتواجد فيه الجسم، يكون للخيط زاوية ميل مناسبة. 2. التعبير مشتق باستخدام مبادئ الحركة التوافقية البسيطة، لذلك فهو صالح فقط في الحالة التي تكون فيها زاوية ميل الخيط صغيرة، ولكي تكون قيم الموقع صغيرة، يجب أن تكون سعة الحركة صغيرة. 3. يمكن أن يُستخدم الجسم المعلّق كمقياس للتسارع عندما يكون تسارع الجسم ثابتًا أو عندما يكون معدل تغيّر التسارع صغيرًا. الصندوق يتحرك في حركة توافقية بسيطة، أي في حركة ذات تسارع متغيّر. ولكي تعبّر زاوية ميل الخيط بدقة عن تسارع الصندوق، يجب أن يكون معدل تغيّر التسارع صغيرًا. لذلك، بالإضافة إلى سعة صغيرة، يجب أن تكون كتلة الصندوق كبيرة وثابت النابض صغيرًا. 4. بشكل عام، يُستخدم الجسم المعلّق كمقياس للتسارع. في هذه الحالة، وبما أن التسارع في الحركة التوافقية البسيطة يتناسب طرديًا مع الموقع، يمكن القول إن الجسم المعلّق يُستخدم كمقياس للموقع.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10215

11. صندوق كتلته 45 كغم موصول بنابض أفقي غير مشدود، ثابت النابض هو 5 نيوتن لكل متر.

من أجل قياس تسارع الصندوق، تم استخدام جسم معلق يعمل كمقياس تسارع. كتلة الجسم المعلق مهملة مقارنة بكتلة الصندوق.
للصندوق نافذة جانبية شفافة، وهو موضوع على سطح أفقي أملس عند نقطة أصل المحور، كما هو موضح في الرسم التالي:



قام الطالب بإزاحة الصندوق من موقع الاتزان نحو اليمين، ثم حرره من السكون.

بعد تحريره، تحرك الصندوق في حركة توافقية بسيطة، وكذلك تحرك الجسم المعلق في حركة توافقية بسيطة.
نتعامل مع الصندوق كجسم نقطي يقع في نقطة مركز الصندوق..

11.3- اكتب تعبيرًا لثابت الحركة التوافقية للجسم المعلّق.

11.4- أثبت أن زمن الدورة لحركة البندول يساوي زمن الدورة لحركة الصندوق.

زمن الدورة للبندول البسيط:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

زمن الدورة لجسم متصل بنابض:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2 \cdot x}{g}$$

دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A \cdot sin(\omega t + \theta_0)$$

دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

$$C = K \cdot \frac{m}{M}$$

1. في كل حركة توافقية بسيطة، يمكن إيجاد ثابت الحركة التوافقية C من تعبير القوة المحصلة. ثابت الحركة التوافقية هو معامل موقع الجسم

$$\Sigma F = -C \cdot X.$$

2. اشتقاق تعبير القوة المحصلة يظهر في الحل الكامل.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10217

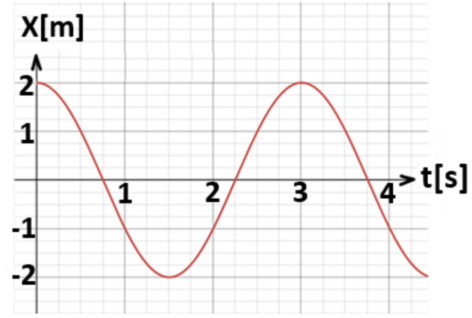
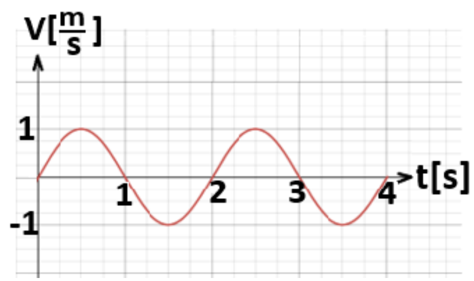
من خلال تعويض ثابت الحركة التوافقية للجسم المعلّق في تعبير زمن الدورة لحركة توافقية بسيطة، نحصل على تعبير لزمن الدورة يطابق تعبير زمن الدورة الخاص بالصندوق.

1. في هذه المنظومة، يوجد جسمان يتحركان في اهتزازات توافقية بسيطة؛ الجسم المعلّق هو "مذبذب تابع"، والصندوق هو "مذبذب محرّك". زمن الدورة للاهتزازات متماثل.

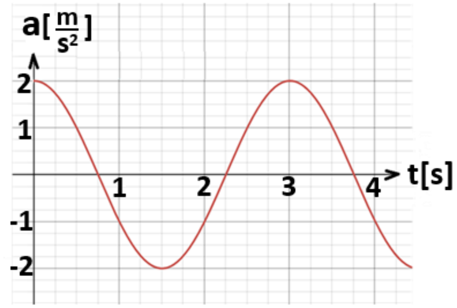
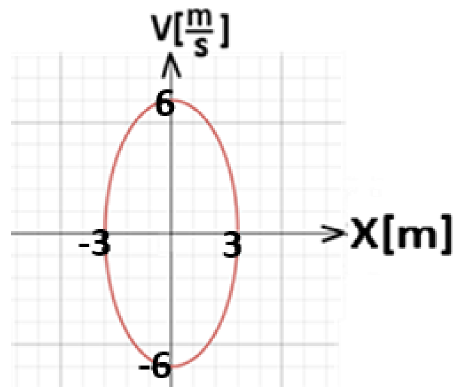
2. موضوع المنظومات متعددة الأجسام التي تتحرك في حركة توافقية بسيطة هو موضوع واسع لا يندرج ضمن المنهاج الدراسي. في هذا السؤال لم يتم استخدام مبادئ إضافية تتجاوز المبادئ المُدرّسة ضمن البرنامج.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10218

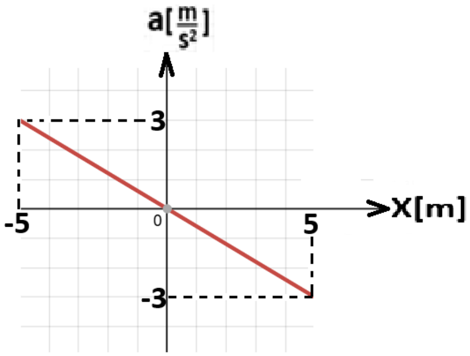
12. كرة صغيرة تتحرك داخل أنبوب أجوف على شكل نصف دائرة. تتحرك الكرة في حركة دائرية، ذهابًا وإيابًا حول النقطة السفلى للأنبوب، على بُعد صغيرة من هذه النقطة. في الرسم التالي، يُعرض الأنبوب مع الكرة بداخله ونصف قطر الحركة الدائرية R.  نصف قطر الحركة الدائرية يساوي 30 سم. جميع قوى الاحتكاك مهملة.	**12.1** – فسّر لماذا يمكن اعتبار حركة الكرة كحركة توافقية بسيطة.	زمن الدورة للبندول البسيط: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ زمن الدورة لجسم متصل بنابض: $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2 \cdot x}{g}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$	في التقريب للزوايا الصغيرة، يمكن التعبير عن القوة المحصلة كقوة مُعيدة بالنسبة للمحور، بدلالة الموقع، على النحو التالي: $\Sigma F = -C \cdot X$ لذلك، فإن حركة الجسم هي حركة توافقية بسيطة. 1. حركة الجسم تشبه حركة بندول بسيط يتحرك في زوايا صغيرة. العمليات التي تُجرى لإيجاد ثابت الحركة التوافقية في هذه الحركة تشبه العمليات التي تُجرى لإيجاد ثابت الحركة التوافقية في بندول بسيط. 2. الاشتقاق الكامل موجود في الحل الكامل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10219
	12.2 – احسب زمن دورة الحركة.	دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$T = 1.08s$ 1. يجب معرفة اشتقاق تعبيرات زمن الدورة لحركة بندول بسيط وحركة جسم متصل بنابض أفقي، والقدرة على اشتقاق تعبيرات زمن الدورة في حالات مشابهة (كما في هذه الحالة). 2. يمكن استخدام جميع دوال الحركة التوافقية البسيطة لوصف حركة الكرة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10220

13- جسم كتلته 2 كغم يتحرك في حركة توافقية بسيطة. الرسم البياني التالي يصف موقع الجسم كدالة للزمن:  	احسب الكميات التالية (بالترتيب الذي تختاره): أ – سعة الحركة. ب – ثابت النابض. ج – زمن الدورة. د – مقدار السرعة العظمى. هـ – المقدار الأقصى للتسارع.	زمن الدورة للبندول البسيط: $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{L}{g}}$ زمن الدورة لجسم متصل بنابض: $\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2\cdot x}{g}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$	א- $A = 2m$ ב- $K = 8.77\frac{N}{m}$ ג- $T = 3S$ ד- $V_{max} = 4.18\frac{m}{s}$ ה- $a_{max} = 8.77\frac{m}{s^2}$ زمن الدورة هو أقصر فترة زمنية تتكرر خلالها الدالة الموصوفة في الرسم البياني.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10221
14- في حالة أخرى، جسم كتلته 2 كغم يتحرك في حركة توافقية بسيطة. يوضح الرسم البياني التالي سرعة الجسم بدلالة الزمن:  	احسب الكميات التالية (بالترتيب الذي تختاره): أ – سعة الحركة. ب – ثابت النابض. ج – زمن الدورة. د – مقدار السرعة العظمى. هـ – المقدار الأقصى للتسارع.	دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A\cdot\sin(\omega t + \theta_0)$ دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2\cdot X$	א- $A = 0.318m$ ב- $K = 19.73\frac{N}{m}$ ג- $T = 2S$ ד- $V_{max} = 1\frac{m}{s}$ ה- $a_{max} = 3.13\frac{m}{s^2}$ 1. سعة الموجة الموصوفة تساوي السرعة العظمى، ولكن سعة الموجة لا تساوي سعة الاهتزاز. 2. الدورية الخاصة بحركة معينة في الرسم البياني V(t) مطابقة لدورية نفس الحركة في الرسم البياني X(t)، ولذلك فإن زمن الدورة في الرسم V(t يساوي زمن دورة الحركة T.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10222

306

15- في حالة أخرى، جسم كتلته 2 كغم يتحرك في حركة توافقية بسيطة. يوضح الرسم البياني التالي تسارع الجسم بدلالة الزمن:  	احسب الكميات التالية (بالترتيب الذي تختاره): أ – سعة الحركة. ب – ثابت النابض. ج – زمن الدورة. د – مقدار السرعة العظمى. هـ – المقدار الأقصى للتسارع.	زمن الدورة للبندول البسيط: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ زمن الدورة لجسم متصل بنابض: $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2 \cdot x}{g}$ دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة: $X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة: $V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \Theta_0)$	א- $A = 0.455m$ ב- $K = 8.77 \frac{N}{m}$ ג- $T = 3S$ ד- $V_{max} = 0.952 \frac{m}{s}$ ה- $a_{max} = 2 \frac{m}{s^2}$ 1. سعة الموجة الموصوفة تساوي التسارع الأعظمي، لكن سعة الموجة لا تساوي سعة الاهتزاز. 2. الدورية الخاصة بحركة معينة في الرسم البياني a(t) مطابقة لدورية نفس الحركة في الرسم البياني X(t)، ولذلك فإن زمن الدورة في الرسم a(t) يساوي زمن دورة الحركة T .	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10223
16- في حالة أخرى، جسم كتلته 2 كغم يتحرك في حركة توافقية بسيطة. يوضح الرسم البياني التالي سرعة الجسم بدلالة موقعه:  	احسب الكميات التالية (بالترتيب الذي تختاره): أ – سعة الحركة. ب – ثابت النابض. ج – زمن الدورة. د – مقدار السرعة العظمى. هـ – المقدار الأقصى للتسارع.	دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة: $V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	א- $A = 3m$ ב- $K = 8 \frac{N}{m}$ ג- $T = 3.14S$ ד- $V_{max} = 6 \frac{m}{s}$ ה- $a_{max} = 12 \frac{m}{s^2}$ من الرسم البياني V(x) لا يمكن استنتاج زمن الدورة. يمكن فقط استنتاج سعة الحركة والسرعة العظمى، وبالاعتماد على الكتلة يمكن حساب باقي الكميات.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10224

17- في حالة أخرى، جسم كتلته 2 كغم يتحرك في حركة توافقية بسيطة. يوضح الرسم البياني التالي تسارع الجسم بدلالة موقعه:



احسب الكميات التالية (بالترتيب الذي تختاره):

أ – سعة الحركة.

ب – ثابت النابض.

ج – زمن الدورة.

د – مقدار السرعة العظمى.

هـ – المقدار الأقصى للتسارع.

زمن الدورة للبندول البسيط:

$$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{L}{g}}$$

زمن الدورة لجسم متصل بنابض:

$$\omega = \frac{2\cdot\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2\cdot x}{g}$$

دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$X(t) = A\cdot\cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(t) = -\omega A\cdot sin(\omega t + \Theta_0)$$

دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A\cdot\cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2\cdot X$$

א- $A = 5m$

ב- $K = 1.2\frac{N}{m}$

ג- $T = 8.11S$

ד- $V_{max} = 3.87\frac{m}{s}$

ה- $a_{max} = 3\frac{m}{s^2}$

1. من الرسم البياني a(x) لا يمكن استنتاج زمن الدورة.
يمكن فقط استنتاج سعة الحركة والتسارع الأعظمي، وبالاعتماد على الكتلة وباستخدام دوال الحركة التوافقية يمكن حساب جميع الكميات الأخرى.
إذا بدأ الجسم حركته من نقطة الحدّ القصوى الموجبة، فكان موقعه عند بدء الحركة X=5m بعد مرور نصف زمن دورة، يصل الجسم إلى الموقع X=-5m، وخلال نصف زمن دورة إضافي يعود إلى الموقع X=5m، وبذلك يُكمل دورة حركة واحدة.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10225

مسح أسئلة البجروت في موضوع الحركة التوافقية البسيطة

نابض أفقي:

2018,5- مُعطى جدول للموقع والزمن يصف حركة عربة تم تحريرها من زنبرك مضغوط.

2017,7- عربة موصولة إلى زنبرك أفقي، أُزيحت من نقطة التوازن وتم تحريرها من السكون.

2002,5- عربة تصطدم بشكل مرن في نابض مرتخٍ وترتد منه.

1989,4- مُعطى رسم بياني للقوة بدلالة الموقع لجسم يتحرك على مسار مستقيم.

1987,4- حركة توافقية بسيطة في نابض أفقي، مُعطى زمن الدورة والطاقة الميكانيكية الكلية.

1986,2- يُزاح جسم موصول إلى نابض أفقي من نقطة الاتزان.

1980,3- قوة ثابتة تؤثر على نابض أفقي مرتخٍ، وبعد تمدده يتم إرفاق جسم به وتحريره.

نابض عمودي:

2019,5 - حركة توافقية رأسية لقياس الكتلة

2007,5 – مُعطى رسم بياني للسرعة مقابل الزمن لثقل يتذبذب في نابض عمودي.

2005,5- قفزة بنجي، جزء من الزمن يتحرك في سقوط حر، وجزء آخر يتحرك في حركة توافقية بسيطة.

2003,4- ثلاث كرات تتحرك في ثلاث حركات دورية مختلفة، واحدة منها تتحرك في حركة توافقية بسيطة.

1996,4- لوح خشبي يتذبذب وهو موصول إلى نابض عمودي ويتحرك في حركة توافقية بسيطة، وتضربه رصاصة.

1994,4- حركة توافقية بسيطة في نابض عمودي.

1992,3- حركة توافقية بسيطة في نابض عمودي مع كتلة متغيرة.

1990,4- ثقل معلق على نابض عمودي، يتم إزاحة الكتلة فتهتز في حركة توافقية ثم تنفصل وتتحرك في حركة قذيفية.

1985,2- جسم موضوع على ستة نوابض ويتحرك في حركة توافقية بسيطة.

1983,3- نابض عمودي موصول بجسمين موصولين بخيط، عند قطع الخيط تبدأ الحركة التوافقية.

بندول بسيط (رياضي)

2003,3- جسم معلق بخيط أُزيح من نقطة التوازن ويتحرك في حركة بندول.

1998,4- بندول بسيط، يتم تغيير طول البندول ويُقاس زمن الدورة.

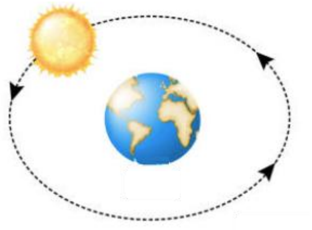
1993,3- جسم معلق بخيط، تصيبه رصاصة أفقية فيتحرك في حركة بندولية بسيطة.

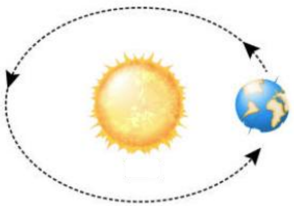
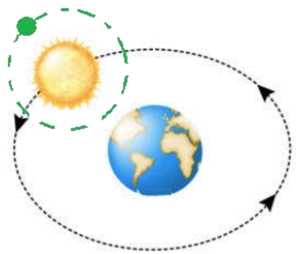
1988,4- خرزة مخرزة على طوق رأسي، السؤال يتناول نوعين من الحركات الدائرية.

1981,3- بندول بسيط بزاويا صغيرة.

تلخيص فسيفسائي الجاذبية

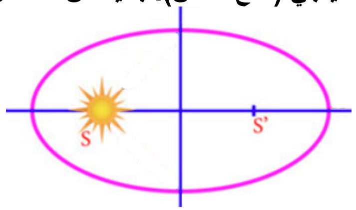
تلخيص فسيفسائي الجاذبية - التعاريف، النقاط البارزة وملاحظات، أمثلة، سريان المفعول وكيف توصلنا

النجم (Cube-32)	في العصور القديمة، ميز العلماء بين نوعين من النجوم، النجوم والكواكب السيارة. النجوم تبدو وكأنها ثابتة في مكانها (تضرب في مكانها) وتتحرك في حركة دائرية حول الأرض. (النجوم التي تضرب في المكان). ومن الأرض يبدو أن النجوم مغروسة في السماء وتتحرك حول محور دوران يقع بالقرب من نجم الشمال. كل النجوم يكملون دورة كاملة بمدة 24 ساعة. 1. الأبعاد بين النجوم ثابتة. 2. اليوم نفهم أن النجوم هي نجوم بعيدة جداً، وحركتها كما تبدو من الأرض لا تتأثر إلا بحركة الأرض.
الكوكب السيار (Cube-32)	الكواكب السيارة هي كواكب لوحظ أنها تتحرك بحركات غير منتظمة، فيمكن أن تتحرك شرقًا وتعود غربًا وشرقًا مرة أخرى (ظاهرة التراجع). 1. الإبعاد بين الكواكب السيارة ليست ثابتة. 2. اليوم نفهم أن الكواكب السيارة تكون قريبة من الأرض. تتأثر الحركة المرصودة من الأرض بحركة الأرض وحركة الكواكب.
أرسطو (Cube-32)	يُطلق على أرسطو (384 ق.م. – 322 ق.م.) لقب "الفيلسوف العظيم في العصور القديمة". وكانت أفكاره الرئيسية حول العالم هي: 1. جادل أرسطو بأن العالم يجب أن ينقسم إلى قسمين - عالم تحت القمر حيث توجد الأرض وعالم فوق القمر حيث توجد الشمس والنجوم 2. جميع الأجسام في العالم تحت القمر (الأرض) مكونة من أربعة عناصر: النار والماء والهواء والتراب وحركتها الطبيعية هي الحركة في خط مستقيم. جميع الأجسام الموجودة في العالم القمري (الشمس والنجوم) مصنوعة من مادة تسمى "الأثير"، وحركتها الطبيعية هي حركة دائرية. 3. فقط في العالم تحت القمر هناك ولادة وموت، في العالم القمري الفائق لا يوجد ولادة وموت. 4. لاحظ أرسطو ظل الأرض على القمر، ولذلك ادعى أن شكل الأرض هو شكل كرة مستديرة. وباستثناء الادعاء بأن الأرض كروية، فإن بقية أفكار أرسطو غير صحيحة. أفكار أرسطو هي الخلفية التاريخية لتطور العلوم، فهي جزء من المنهاج الدراسي.
نموذج مركزية الأرض (Cube-32)	نموذج حسبه تكون فيه الأرض في حالة سكون وتتحرك حولها النجوم والكواكب السيارة. وفقا لنموذج مركزية الأرض الكواكب السيارة: عطارد، الزهرة، الشمس، المريخ، المشتري، زحل. جميعها تتحرك حول الكرة الأرضية. الذي دافع عن نموذج مركزية الكرة الأرضية هو فيثاغورس مساموسي (570 قبل الميلاد - 495 قبل الميلاد) منذ حوالي 2500 عام (سميت نظرية فيثاغورس في الهندسة باسمه). أيد أرسطو نموذج مركزية الأرض، ثم تبنت الكنيسة لاحقًا نموذج مركزية الأرض. ولتفسير حركة الكواكب وفق لنموذج مركزية الأرض جاء إدوكسوس بفكرة الكرات العملاقة، وادعى بطليموس أن الكواكب تتحرك في مزيج من حركتين دائريتين دائرة أولية ودائرة ثانوية. على الرغم من "تصحيحات" إدوكسوس وبطليموس، واجه نموذج مركزية الأرض صعوبة في تفسير حركة الكواكب السيارة بطريقة جيدة. إن نموذج مركزية الأرض هو نموذج غير صحيح، ولكنه جزء من الخلفية التاريخية. 

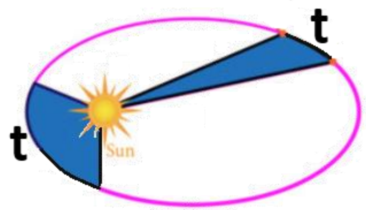
نموذج مركزية الشمس **(Cube-32)**	**نموذج ينص على أن الشمس تقع في المركز وتتحرك جميع النجوم والكواكب السيارة مع الكرة الأرضية حول الشمس.** **دافع عن هذا النموذج نيكولاس كوبرنيكوس (1473-1543) منذ حوالي 500 عام.** **وبعد حوالي 100 عام، تمكن جاليليو جاليلي (1564 – 1642) من تجميع تلسكوب، والذي استخدمه لمراقبة النجوم وتوصل إلى استنتاج مفاده أن نموذج مركزية الشمس الذي وضعه كوبرنيكوس هو النموذج الصحيح.**  **تمكن النموذج من تفسير حركة الكواكب السيارة ببساطة ودقة، لكن العلماء في ذلك الحين وجدوا صعوبة في قبول حقيقة أن الأرض كانت تتحرك.**
تيخو براهة **(Cube-32)**	**كان تيخو براها (1546 - 1601) عالم فلك دنماركي، وقد قام بتسجيلات دقيقة لأكثر من 1000 نجم. اكتشافات تيخو:** **1. لاحظ تيخو وجود نجم له ذيل خاص يعبر كرات Eduxos العملاقة. (اليوم يسمى هذا النجم المذنب)** **2. تبع تيخو نجماً كان سطوعه في ازدياد وبعد وقت قصير اختفى النجم ولم يعد يُرى، وقدر تيخو أن النجم قد مات (على عكس وجهة نظر أرسطو أنه في عالم فوق القمر لا يوجد موت وولادة).** **3. وفقاً لحركة الكواكب السيارة، أثبت تيخو بشكل لا لبس فيه أن جميع الكواكب السيارة تتحرك حول الشمس.** **نموذج حل الوسط لتيخو براها - على الرغم من أن تيخو رأى أن الكواكب تتحرك حول الشمس، إلا أنه لم يوافق على قبول حقيقة أن الأرض تتحرك، ولذلك لم يقبل نموذج مركزية الشمس، فقد طور نموذجًا جديدًا تتحرك بموجبه الكواكب حولها تتحرك الشمس والشمس مع الكواكب السيارة يتحركوا حول الكرة الأرضية، ويسمى نموذج تيخو هذا بالنموذج التوفيقي. يصور الشكل التالي كوكبًا يتحرك حول الشمس بينما تتحرك الشمس حول الأرض.**  **لم يكن نموذج تيخو التوفيقي مقبولاً لدى العلماء ولا عند رجال الكنيسة، وظل الخلاف بين نموذج مركزية الأرض ونموذج مركزية الشمس كما هو.**
جاليليو جليلي **(Cube-32)**	**بنى جاليليو غليلي (1564 - 1642) التلسكوب الأول وأدرك أن الكواكب السيارة تبدو تتحرك لأنها قريبة وتبدو النجوم ثابتة لأنها بعيدة جدًا. كان جاليليو مؤيدًا متحمسًا لنموذج مركزية الشمس. اكتشافاته:** **اكتشافاته:** **1. على سطح القمر هناك جبال ووديان كما على سطح الأرض.** **2. اكتشف أربعة أقمار لكوكب المشتري.** **3. طريق درب التبانة هو تراكم ضخم للنجوم.** **4. للكوكب فينوس لديه مراحل مثل القمر.** **حظرت الكنيسة جاليليو في المنزل حتى يومه الأخير. وقد تمكّن من نشر كتاب "حوار على أنظمة العالم الرئيسية" والذي فسر به لماذا نموذج مركزية الشمس هو النموذج الصحيح.**

يوهانس كبلر (Cube-32)	يوهانس كيبلر (1571 - 1630) عاش في زمن جاليليو، وكان مساعدًا لتيخو براها. بعد وفاة تيخو، صاغ كيبلر ثلاثة قوانين تسمى "قوانين كيبلر الثلاثة" بمساعدة المشاهدات التي تركها تيخو.

القانون الأول لكبلر: جميع الكواكب السيارة تتحرك حول الشمس في مدار إهليلجي (قطع ناقص). بحيث أن الشمس تقع في إحدى بؤرتي المسار.



القانون الثاني لكبلر: قانون المساحات المتساوية – الخط الوهمي الذي يصل الكوكب السيار بالشمس (متجه نصف القطر) يغطي مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية. وينتج من ذلك أنه كلما اقترب الكوكب السيار من الشمس، كلما تحرك بشكل أسرع.



القانون الثالث لكبلر: لكل كوكب سيار نصف قطر مداري مختلف وزمن دورة مختلف. النسبة بين مربع زمن الدورة ومكعب نصف قطر المدار ثابتة لجميع الكواكب السيارة.

$$\frac{T^2}{R^3} = CONST$$

لم يفهم كيبلر سبب وجود هذه العلاقة لجميع الكواكب السيارة التي تتحرك حول الشمس، كما أنه لم يفهم ما يعنيه الثابت.

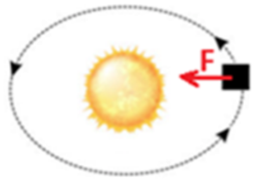
وبمساعدة المبادئ التي طورها نيوتن في الميكانيكا ومعادلات الحركة، تمكن نيوتن من فهم سبب وجود العلاقة وماذا يعني الثابت

كان كبلر مهتمًا فقط بحركة الكواكب السيارة حول الشمس. وبمساعدة مبادئ نيوتن، يمكن فهم قوانين كبلر واستخدامها، تحت ظروف معينة، أيضًا على النجوم والأقمار الاصطناعية الأخرى التي لا تتحرك حول الشمس.

إسحاق نيوتن (Cube-33)	إسحاق نيوتن (1643 – 1727) روّج للعديد من المجالات. في الميكانيكا قام بتعريف المقادير الفيزيائية وطوّر مجالات الكينماتيكا، الديناميكا، كمية الحركة والجاذبية. شرح نيوتن قوانين كبلر الثلاثة باستخدام مبادئ الحركة الدائرية، وأدرك أنه يمكن التعامل مع حركة الكواكب على أنها حركة دائرية تقريبية، فقوة الجذب المركزي المؤثرة على كل كوكب هي قوة الجذب بين الكوكب السيار والشمس، هذه القوة تسمى قوة الجاذبية العامة. بواسطة معادلة الحركة الدائرية، يمكن تطوير القانون الثالث لكبلر. $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ $\frac{G\cdot M_B\cdot m_S}{R^2} = m_S\cdot\omega^2\cdot R$ $\frac{G\cdot M_B\cdot \cancel{m_S}}{R^2} = \cancel{m_S}\cdot\left(\frac{2\cdot\pi}{T}\right)^2\cdot R \Rightarrow \boxed{\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\cdot\pi^2}{G\cdot M_B}}$ من التعبير الناتج يمكن ملاحظة أن النسبة بين مربع زمن الدورة ومكعب نصف قطر المدار لكل كوكب سيار تتلق فقط بكتلة الشمس. وبالتالي فإن هذه النسبة هي نفسها بالنسبة لجميع الكواكب السيارة التي تدور حول الشمس.
قانون الجاذبية العام (Cube-33)	قوة الجاذبية بين جسمين تتعلق بكتلتهما والبعد بينهما حسب العلاقة: $\boxed{F = \frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r^2}}$ قيمة ثابت الجاذبية العام: $G = 6.67\cdot 10^{-11}\frac{N\cdot m^2}{Kg^2}$ وبمساعدة قانون الجاذبية ومعادلات الحركة يمكن تفسير أشياء كثيرة: **1. نحسب تسارع الجاذبية لجسم يتحرك على سطح الأرض سقوطا حرا.** القوة الوحيدة المؤثرة على جسم متحرك في حالة سقوط حر هي قوة الجاذبية العامة، سنرسم مخطط القوى ونكتب معادلة الحركة للحركة في خط مستقيم: $F = m\cdot a$ $\frac{G\cdot M_E\cdot \cancel{m}}{r^2} = \cancel{m}\cdot a \Rightarrow g = \frac{G\cdot M_E}{r^2}$  البعد بين الجسم ومركز الكرة الأرضية يساوي نصف قطر الأرض. تسارع الجسم هو تسارع السقوط الحر **g**. $g = \frac{G\cdot M_E}{R_E^2} = \frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.974\cdot 10^{24}}{(6.38\cdot 10^6)^2} = \frac{3.98\cdot 10^{14}}{4.07\cdot 10^{13}} = 9.78\frac{m}{s^2}$ من تعبير تسارع الجاذبية يمكن ملاحظة أن تسارع الجاذبية لا يتعلق بكتلة الجسم المتحرك.

2. نحسب زمن دورة الأرض حول الشمس، وهو زمن سنة كاملة.

تتحرك الكرة الأرضية حول الشمس في حركة دائرية، وقوة الجذب المركزي في حركة الكرة الأرضية هي قوة الجاذبية العامة التي تؤثر بها الشمس على الأرض.
سنرسم مخطط القوى ونكتب معادلة الحركة الدائرية:



$$\Sigma F_R = M_E \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$\frac{G \cdot M_S \cdot M_E}{r^2} = M_E \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$\frac{G \cdot M_S \cdot M_E}{r^2} = M_E \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r$$

$$r^3 = \frac{G \cdot M_S \cdot T^2}{4\pi^2}$$

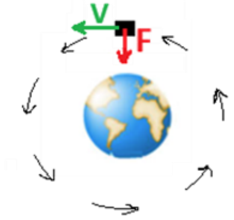
$$T^2 = \frac{r^3 \cdot 4\pi^2}{G \cdot M_S} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{r^3 \cdot 4\pi^2}{G \cdot M_S}}$$

$$T = \sqrt{\frac{r^3 \cdot 4\pi^2}{G \cdot M_S}} = \sqrt{\frac{(149.6 \cdot 10^9)^3 \cdot 4\pi^2}{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 1.99 \cdot 10^{30}}} = \sqrt{\frac{1.3217 \cdot 10^{35}}{1.32733 \cdot 10^{20}}} = 31.555 \cdot 10^6 s$$

هناك 60 دقيقة في الساعة، أي 3600 ثانية. هناك 24 ساعة في اليوم وهي 86400 ثانية. نحسب عدد أيام السنة:

$$T = \frac{31.555 \cdot 10^6}{86,400} = 365.21 day$$

وبالتالي فإن السنة تستغرق حوالي 365 يوما.

	3. ظاهرة المد والجزر. يؤثر القمر قوة جاذبيته على مياه البحر، وهذه القوة تتسبب في تغير مستوى الماء بشكل دوري حسب حركة الأرض. **4. اكتشاف كوكب نبتون** – منذ حوالي 230 سنة اكتشف العلماء أن كوكب أورانوس لا يتحرك وفق معادلة الحركة الدائرية. ولذلك فقد قدر العلماء أن هناك كوكب آخر يؤثر على أورانوس بمساعدة الحسابات الرياضية، حيث تم العثور على كوكب آخر يتحرك حول الشمس ويؤثر على أورانوس، وسمي هذا الكوكب نبتون، وهو الكوكب الثامن في المجموعة الشمسية.
حركة الأقمار الاصطناعية (Cube-33)	أدرك نيوتن أنه إذا تم إطلاق جسم في اتجاه أفقي من مكان مرتفع بدرجة كافية وبسرعة خطية مناسبة - فإن الجسم سيتحرك في سقوط حر في حركة (شبيهة بحركة القمر حول الكرة الأرضية). تسمى الحركة الدائرية في السقوط الحر حول الكوكب بحركة الأقمار الاصطناعية ومن معادلة الحركة الدائرية نُطوّر تعبيرًا للسرعة التي يحتاجها الجسم للتحرك في حركة القمر الاصطناعي. سنرسم مخطط القوى ونكتب معادلة الحركة الدائرية ونعبر منها عن سرعة القمر الاصطناعي. $\Sigma F_R = \frac{m\cdot V^2}{R}$ $\frac{G\cdot M_E\cdot m}{R^2} = \frac{m\cdot V^2}{R}$ $\Rightarrow$ $\boxed{V = \sqrt{\frac{G\cdot M_E}{R}}}$  1. البعد بين الكرة الأرضية والقمر الاصطناعي هو البعد بين نقطة مركز الكرة الأرضية والقمر الاصطناعي، وهذا البعد يساوي نصف قطر مدار القمر الاصطناعي. 2. يتحرك القمر الاصطناعي في حالة سقوط حر ويتحرك رواد الفضاء داخل القمر الاصطناعي في حالة سقوط حر، وبالتالي فإن رواد الفضاء داخل القمر الاصطناعي يطفوون. (شبيه بشخص في مصعد متحرك في حالة سقوط حر). وهذا التعبير لا يصلح إلا لحركة قمر اصطناعي يتحرك تحت تأثير الجاذبية وحدها.
هنري كفانديش (Cube-33)	وبما أن قيمة ثابت الجاذبية G صغيرة جدًا، لم يتمكن نيوتن حتى نهاية أيامه من إجراء تجربة لحساب قيمة G. وبعد مرور أربع سنوات من وفاة نيوتن، ولد هنري كافنديش، استخدم كافنديش القوى الالتوائية وتمكن من إيجاد قيمة ثابت الجاذبية G. 

طاقة وضع الجاذبية

(Cube-34)

استخدام الطاقة الوضعية (طاقة الارتفاع) U= mgh يلائم الحركة بتسارع جاذبية ثابت.

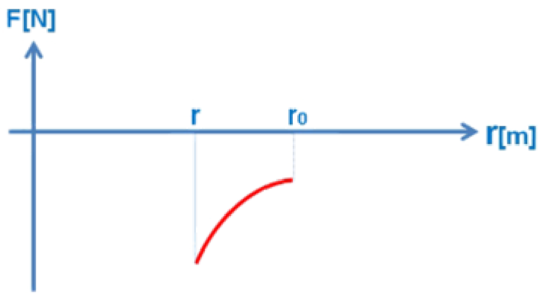
عندما يتحرك جسم بتسارع جاذبية متغير (على سبيل المثال، جسم يتحرك في سقوط حر من ارتفاع عالٍ ويتحرك إلى سطح الأرض) لا يمكن استخدام تعبير طاقة الوضع mgh في معادلة حفظ الطاقة لأن قيمة تسارع الجاذبية يتغير أثناء حركة الجسم.

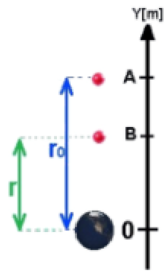
في الحالات التي يتحرك فيها الجسم بتسارع جاذبية متغير، يجب استخدام طاقة الوضع الجاذبية.
طاقة الوضع الجاذبية هي طاقة وضعية لقوة الجاذبية التي لا تتعلق على تسارع الجاذبية g. التعبير عن طاقة الوضع الجاذبية هو:

$$\boxed{U = -\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r}}$$

يمكن تطوير تعبير لطاقة وضع الجاذبية من رسم بياني يصف قوة الجاذبية العامة كدالة للبعد (من مركز الكرة الأرض) في حالة سقوط الجسم سقوطًا حرًا

من بعد r_0 إلى بعد r .





يوضح الشكل الأيمن حركة الجسم بالنسبة للمحور، بينما يوضح الشكل الأيسر الرسم البياني للقوة كدالة للبعد.

المساحة المحصورة بين الدالة ومحور البعد تساوي شغل قوة الجاذبية، ويتم حساب هذه المساحة باستخدام العملية التكاملية:

$$W_{A\to B} = \int_r^{r_0} F(r)\,dr = \int_r^{r_0} \frac{G\cdot M\cdot m}{r^2}\,dr$$

$$W_{A\to B} = G\cdot M\cdot m\int_r^{r_0} \frac{1}{r^2}\,dr$$

$$W_{A\to B} = G\cdot M\cdot m\int_r^{r_0} r^{-2}\,dr = G\cdot M\cdot m\left[-\frac{1}{r}\right]_r^{r_0} = \frac{G\cdot M\cdot m}{-r_0} - \frac{G\cdot M\cdot m}{-r}$$

$$\boxed{W_{A\to B} = \frac{G\cdot M\cdot m}{r} - \frac{G\cdot M\cdot m}{r_0}}$$

بما أن شغل القوة الحافظة يساوي ناقص التغير في الطاقة الوضعية، فيمكن الحصول على التعبير عن الطاقة الوضعية من تعبير الشغل.

1. الطاقة الوضعية للجاذبية سلبية لأننا إذا قمنا بشغل موجب على كتلة قريبة من كتلة أخرى ونوصل الكتلة إلى السكون في اللانهاية ستكون الطاقة الكلية صفراً. ومن ثم، قبل أن نقوم بالشغل، كانت الطاقة الكلية سالبة.
2. يتم وصف الطاقة الوضعية للجاذبية بدلالة البعد عن مركز الكرة الأرضية وليس بدلالة ارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

يعد تعبير الطاقة الوضعية مناسبًا لأي حالة تعمل فيها الجاذبية العامة.

حفظ الطاقة الميكانيكية (Cube-34)

عندما يتحرك جسم تحت تأثير الجاذبية العامة وحدها فإن الطاقة الميكانيكية الكلية سوف تُحفظ. أي إن مجموع الطاقة الحركية والطاقة الوضعية للجسم ثابت في كل لحظة أثناء حركية الجسم.
عندما يتحرك جسم من النقطة A إلى النقطة B تحت تأثير الجاذبية العامة وحدها، يتحقق:
:

$$EK_A + U_A = EK_B + U_B$$

$$\frac{1}{2}\cdot m\cdot V_A^2 - \frac{G\cdot M_E\cdot m}{r_A} = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V_B^2 - \frac{G\cdot M_E\cdot m}{r_B}$$

في تعبير الطاقة الوضعية (طاقة الارتفاع) U=mgh، تكون قيمة الارتفاع h متعلقة بالمستوى المرجعي المحدد.
وفي تعبير طاقة وضع الجاذبية تكون قيمة البعد r تساوي بعد الجسم عن مركز الكرة الأرضية.

مثال: انطلقت كرة وزنها 100 كغم من السكون من النقطة A على ارتفاع 30,000km ، وتحركت الكرة تحت تأثير الجاذبية فقط واصطدمت بالأرض في النقطة B، كما هو موضح في الشكل التالي:

احسب سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض.
نظرًا لأن الجسم يتحرك طوال الوقت، فإن الجاذبية العامة فقط هي التي تؤثر على الجسم، ويتم حفظ الطاقة الميكانيكية.
يتحرك الجسم من ارتفاع كبير، ويتحرك بتسارع جاذبية متغير. سنكتب معادلة حفظ الطاقة باستخدام تعبير طاقة وضع الجاذبية.

$$EK_A + U_A = EK_B + U_B$$

$$\frac{1}{2}\cdot m\cdot V_A^2 - \frac{G\cdot M_E\cdot m}{r_A} = \frac{1}{2}\cdot m\cdot V_B^2 - \frac{G\cdot M_E\cdot m}{r_B}$$

$$\frac{1}{2}\cdot \cancel{m}\cdot V_B^2 = \frac{G\cdot M_E\cdot \cancel{m}}{R_E} - \frac{G\cdot M_E\cdot \cancel{m}}{R_E+h}$$

$$V_B = \sqrt{2\cdot G\cdot M_E\left(\frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_E+h}\right)}$$

$$V_B = \sqrt{2\cdot G\cdot M_E\left(\frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_E+h}\right)} = \sqrt{2\cdot 6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.974\cdot 10^{24}\cdot\left(\frac{1}{6.38\cdot 10^6} - \frac{1}{6.38\cdot 10^6 + 30\cdot 10^6}\right)} = 10.11\cdot 10^3\,\frac{m}{s}$$

يمكن استخدام معادلة حفظ الطاقة الميكانيكية في أي حالة يتحرك فيها الجسم تحت تأثير الجاذبية العامة فقط.

سرعة الهروب (Cube-34)	

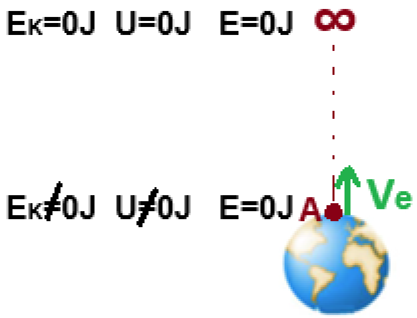
سرعة الهروب (Cube-34)

سرعة الهروب هي أصغر سرعة يمكن أن يقذف بها جسم من سطح كوكب دون أن يعود الجسم إلى الكوكب.
تتعلق سرعة الهروب على كتلة الكوكب ونصف قطره وفقا لما يلي:

$$\boxed{V_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}}$$

1. عندما يتم رمي جسم في سرعة الهروب بالضبط فإنه يتوقف في ما لا نهاية، حيث لا يكون له طاقة حركية ولا طاقة وضعية، والطاقة الميكانيكية تساوي صفرًا.
لأنه يتم حفظ الطاقة الميكانيكية حتى عند رمي الجسم من سطح الأرض بسرعة الهروب، فإن الطاقة الميكانيكية الكلية له تساوي صفرًا.
2. من التعبير يمكن ملاحظة أن الكوكب ذو الكتلة الكبيرة ونصف القطر الصغير (الكوكب ذو الكثافة الكتلية الكبيرة) يحتاج إلى سرعة هروب كبيرة.
3. لا تتعلق سرعة الهروب على كتلة الجسم المقذوف من سطح الكوكب.
4. سرعة الهروب لجسم مقذوف من ارتفاع كبير (وليس من سطح الكوكب) هي السرعة التي تكون فيها الطاقة الميكانيكية في نقطة القذف صفراً.

يمكن تطوير تعبير لسرعة الهروب باستخدام معادلة حفظ الطاقة في حالة قذف الجسم في سرعة الهروب بالضبط وتوقفه في ما لا نهاية.
نتطرق إلى الحركة التي يتم بها رمي الجسم من سطح الكوكب في النقطة A:



$$EK_A + U_A = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_A^2 + \left(-\frac{G \cdot M \cdot m}{R}\right) = 0$$

$$\frac{1}{2} V_A^2 = \frac{G \cdot M}{R}$$

$$V_A = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$$

مثال: نحسب سرعة الهروب من سطح الكرة الأرضية.

$$V_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_E}{R_E}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.974 \cdot 10^{24}}{6.38 \cdot 10^{6}}} = \sqrt{124,910,909} = 11,176 \frac{m}{s}$$

تعبير سرعة الهروب لا يصلح إلا لجسم مقذوف من سطح الكوكب ويتحرك تحت تأثير جاذبية الكوكب فقط.

الثقوب السوداء (Cube-34)	أكبر سرعة في الطبيعة هي سرعة الضوء. لا يمكن للأجسام أن تتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء. فإذا كانت كثافة النجم عالية جداً بحيث تكون سرعة الهروب من سطحه أكبر من سرعة الضوء، فلا يمكن رمي الأجسام من سطح النجم بحيث تهرب من النجم. وفي مثل هذه الحالة يسمى النجم ثقبًا أسود لأنه حتى الضوء لا يمكنه الهروب من النجم.
نصف قطر شفارتزشيلد (Cube-34)	لكل نجم حسب كتلته أقصى نصف قطر حيث يعرف النجم بأنه ثقب أسود، ويسمى نصف القطر هذا نصف قطر شفارتزشيلد. $\boxed{R = \frac{2 \cdot G \cdot M}{c^2}}$ يمكن تطوير نصف قطر شفارتزشيلد من تعبير سرعة الهروب عندما تكون سرعة الهروب مساوية لسرعة الضوء c. على سبيل المثال: نحسب نظريًا نصف القطر الملائم لكتلة الأرض بحيث تكون الأرض ثقبًا أسود: $R = \frac{2 \cdot G \cdot M_E}{c^2} = \frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 5.974 \cdot 10^{24}}{(3 \cdot 10^8)^2} = \frac{7.96 \cdot 10^{14}}{9 \cdot 10^{16}} = 8.84 \cdot 10^{-3} m$ إذا تم ضغط كتلة الكرة الأرضية بأكملها في كرة نصف قطرها أقل من 9 ملم، فستصبح الكرة الأرضية ثقبًا أسود. في الماضي، قدر العلماء أنه لا يوجد شيء اسمه جسم له كثافة ثقب أسود. نعلم اليوم أن الثقوب السوداء موجودة في الكون، ويوجد أحدها في مركز مجرتنا. يمكن استخدام تعبير نصف قطر شفارتزشيلد لأي جسم كروي.

الأقمار الاصطناعية واعتبارات الطاقة (Cube-34)	القمر الاصطناعي هو جسم اصطناعي يتحرك حول كوكب يشبه حركة القمر حول الكرة الأرضية. يمكن وصف حركة القمر الاصطناعي بالاستعانة بمعادلة الحركة الدائرية، وبالاستعانة بمبادئ الطاقة. يتحرك القمر الاصطناعي تحت تأثير الجاذبية فقط، وبالتالي يتم حفظ الطاقة الميكانيكية.

1. معادلة الحركة الدائرية لقمر اصطناعي كتلته m يتحرك في نصف قطر مداري r حول نجم كتلته M:

$$\boxed{\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r}$$

2. تعبير الطاقة الوضعية لقمر اصطناعي UG:

$$\boxed{U_G = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r}}$$

3. تعبير الطاقة الحركية للقمر الاصطناعي كدالة لنصف قطر المدار EK:

$$\boxed{E_K = \frac{G \cdot M \cdot m}{2 \cdot r} = -U_G}$$

يمكن تطوير تعبير الطاقة الحركية من معادلة الحركة:

$$\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{r}$$

$$\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot V^2}{r} \Rightarrow \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = m \cdot V^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{G \cdot M \cdot m}{r}$$

4. تعبير الطاقة الميكانيكية الكلية لقمر اصطناعي ET:

$$\boxed{E_T = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2 \cdot r}}$$

يتم الحصول على تعبير الطاقة الميكانيكية الكلية من جمع الطاقة الحركية والطاقة الوضعية:

$$E_T = E_K + U = \frac{G \cdot M \cdot m}{2 \cdot r} + \left(-\frac{G \cdot M \cdot m}{r}\right) = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2 \cdot r}$$

جميع التعبيرات الأربعة مناسبة لقمر اصطناعي (اصطناعي أو حقيقي) يتحرك تحت تأثير قوة الجاذبية التي يؤثرها عليه الكوكب الذي يتحرك حوله القمر الاصطناعي.

مثال: تم إطلاق القمر الصناعي أوفيك 10 من إسرائيل ويتحرك على ارتفاع 600 كم فوق سطح الأرض، وكتلته 330 كغم.

الأقمار الاصطناعية واعتبارات الطاقة

(Cube-34)

نصف قطر الكرة الأرضية 6,380 كم، وحسب ارتفاع القمر الاصطناعي يمكن القول أنه يتحرك في نصف قطر مداري مقداره 6,980 كم.

1. نحسب الطاقة الوضعية للقمر الاصطناعي UG:

$$U_G = -\frac{G\cdot M_e\cdot m}{r} = -\frac{G\cdot M_E\cdot m}{R_E+h} = -\frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.974\cdot 10^{24}\cdot 330}{6.38\cdot 10^{6}+600\cdot 10^{3}} = -\frac{1.314\cdot 10^{17}}{6.98\cdot 10^{6}} = -18.82\cdot 10^{9}J$$

2. نحسب الطاقة الحركية للقمر الاصطناعي EK:

$$E_K = \frac{G\cdot M_E\cdot m}{2\cdot r} = \frac{G\cdot M_E\cdot m}{2(R_E+h)} = \frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.974\cdot 10^{24}\cdot 330}{2(6.38\cdot 10^{6}+600\cdot 10^{3})} = \frac{1.314\cdot 10^{17}}{13.96\cdot 10^{6}} = 9.41\cdot 10^{9}J$$

1. نحسب الطاقة الميكانيكية الكلية للقمر الاصطناعي ET :

$$E_T = -\frac{G\cdot M_E\cdot m}{2\cdot r} = -\frac{G\cdot M_E\cdot m}{2(R_E+h)} = -\frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.974\cdot 10^{24}\cdot 330}{2(6.38\cdot 10^{6}+600\cdot 10^{3})} = -\frac{1.314\cdot 10^{17}}{13.96\cdot 10^{6}} = -9.41\cdot 10^{9}J$$

1. في أي حركة للقمر الاصطناعي هناك سرعة واحدة فقط ممكنة لحركة القمر الاصطناعي حيث يتحرك القمر الاصطناعي حول الكوكب في مدار ثابت دون الاقتراب أو الابتعاد عن الكوكب. ومن معادلة الحركة تتعلق هذه السرعة بنصف قطر مدار القمر الاصطناعي، وبالاعتماد على نصف قطر المدار يتم تحديد سرعة القمر الاصطناعي والطاقة الحركية للقمر الاصطناعي.

2. في كل حركة للقمر الاصطناعي تكون قيمة الطاقة الحركية تساوي القيمة المطلقة للطاقة الميكانيكية الكلية.

3. في كل حركة للقمر الاصطناعي تكون قيمة الطاقة الحركية تساوي نصف مقدار الطاقة الوضعية للجاذبية.

حقل الجاذبية
(Cube-34)

حقل الجاذبية هو خاصية متجهة لنقطة في الفضاء.
يصف حقل الجاذبية في نقطة ما قوة الجاذبية المؤثرة على كل وحدة كتلة والتي تقع في تلك النقطة.
تعريف حقل الجاذبية:

$$\boxed{\vec{g}^{\,*} = \frac{\vec{F}}{m}}$$

على سبيل المثال: مُعطى نقطة A القريبة من كوكب سيار ما.

إذا وضعنا جسمًا وزنه 2 كغم في النقطة A، فإن مقدار قوة الجاذبية المؤثرة على الكرة سيكون 10 نيوتن، نحسب مقدار حقل الجاذبية في النقطة A:

$$g^*_A = \frac{F}{m} = \frac{10}{2} = 5\frac{N}{kg}$$

بكلمات بسيطة، حقل الجاذبية في النقطة A يعني أنه لكل جسم كتلته 1 كغم موضوع في النقطة A، ستؤثر قوة مقدارها 5 نيوتن.
إذا وضعنا جسمًا كتلته 2 كغم في النقطة A، ستؤثر عليه قوة جاذبية مقدارها 10 نيوتن، وإذا وضعنا جسمًا كتلته 10 كغم في النقطة A، ستؤثر عليه قوة مقدارها 50 نيوتن.

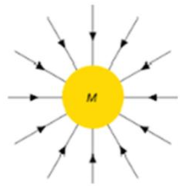
1. يصف حقل الجاذبية العلاقة بين القوة المؤثرة على الجسم وكتلته، وبالتالي فإن حقل الجاذبية يصف تسارع الجسم.
حقل الجاذبية هو في الواقع تسارع الجاذبية. ولذلك يشار إليه بالحرف g.

2. من تعريف حقل الجاذبية، فإن اتجاه متجه الحقل في أي نقطة هو اتجاه قوة الجاذبية المؤثرة على كتلة موضوعة في هذه النقطة.
(في المثال الموصوف أعلاه، اتجاه حقل الجاذبية هو إلى اليسار).

3. تتناسب شدة حقل الجاذبية تناسبًا طرديًا مع كتلة الجسم الذي يكون حقل الجاذبية ويتناسب عكسيا مع مربع بعد النقطة من مركز الجسم الذي يشكل الحقل:

$$\boxed{g^* = \frac{G \cdot M}{r^2}}$$

يمكن التوصل إلى هذا التعبير من خلال تعويض قوة الجاذبية العالمية في تعريف الحقل.

حقل متجهات الجاذبية	**يُطلق على مجموعة متجهات حقل الجاذبية حول الجسم والتي تكون حقل الجاذبية اسم "حقل متجهات الجاذبية". يتم توضيح مثال لحقل المتجهات في الشكل التالي:** 
خطوط الحقل **(Cube-34)**	**خطوط الحقل هي خطوط متواصلة اتجاهها في كل نقطة هو باتجاه متجهات الحقل.** **ويوضح الشكل التالي خطوط الحقل في محيط جسم كروي، خطوط الحقل هي خطوط متواصلة تصل من اللانهاية إلى الجسم.**  **1. يتم تحديد شدة الحقل في كل نقطة وفقًا لكثافة خطوط الحقل في تلك النقطة، فكلما زادت كثافة خطوط الحقل، زادت شدة الحقل.** **2. على مقربة من عدة أجسام تنحني خطوط الحقل بحيث تكون كثافتها مساوية لشدة الحقل في كل نقطة.** **3. سنتناول موضوع الحقل بالتفصيل عند دراسة موضوع الكهرباء.**
خصائص حقل الجاذبية **(Cube-34)**	**إن حقل الجاذبية ليس مجرد وصف رياضي لحقل الكتلة الفضاء، فحقل الجاذبية موجود بالفعل في الفضاء.** **1. الحقل الذي تنتجه الكتلة لا يصل إلى كل مكان في زمن صفر، وينتشر حقل الجاذبية في الفضاء بسرعة الضوء.** **مثال عملي على أهمية الحقل: تتحرك أشعة الضوء التي تصل إلينا من الشمس لمدة ثماني دقائق تقريبًا. فإذا توقفت الشمس عن الوجود في لحظة معينة، فإن الأرض ستستقبل الضوء لمدة ثماني دقائق بعد تلك اللحظة. وبالمثل، سيستمر حقل الجاذبية أيضًا في التأثير على الأرض لمدة ثماني دقائق أخرى، خلال هذه الدقائق ستستمر الأرض في التحرك بحركة دائرية في مدارها المعتاد حول المكان الذي كانت فيه الشمس، على الرغم من عدم وجودها هناك.** **2. ينتشر الحقل من الكتلة إلى اللانهاية (خارج)، ولكن اتجاهه من اللانهاية إلى الكتلة (داخل). (مثل الشخص الذي يركض إلى اليمين ويؤثر القوة على اليسار).**

القوى الأساسية في الطبيعة (Cube-34)	**تعمل أربع قوى أساسية في الطبيعة:** **1. قوة الجاذبية.** **2. القوة الكهرومغناطيسية.** **3. القوة النووية القوية.** **4. القوة النووية الضعيفة.** **تشرح هذه القوى كل ظاهرة تحدث في عالمنا، سواء كانت الجسيمات التي تتكون منها الذرة أو المجرات.** **كل قوة أخرى عرفناها ليست أكثر من شكل بسيط لوصف إحدى القوى الأربع. على سبيل المثال، قوة الاحتكاك والقوة العمودية هي قوى كهربائية.** **يزعم العديد من العلماء أن القوى الأربع جميعها هي شكل مختلف من تجسيد قوة أساسية واحدة، يمكنها وصف القوى الأربع جميعها. عندما يحدث هذا ربما ستكون هناك فكرة واحدة سنستخدمها لفهم جميع مجالات الفيزياء.**

ممارسات في الجاذبية 1- اعتبارات ديناميكية في الجاذبية

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

1. لم نتناول في فصل الجاذبية إلا نوعين من الحركة: الحركة في خط مستقيم (مثل السقوط من ارتفاع كبير)، والحركة الدائرية (مثل حركة القمر الاصطناعي).
2. يتحرك الجسم في أغلب الأحيان تحت تأثير قوة جاذبية واحدة فقط. هناك حالات قليلة يتحرك فيها الجسم تحت تأثير قوتي الجاذبية.
3. وفقا لقوة الجاذبية المؤثرة على الجسم يجب كتابة معادلة الحركة المناسبة واستخلاص الاستنتاجات والعبارات اللازمة منها.
4. في فصل الجاذبية نتعامل مع الأجسام الكبيرة جدًا (مثل الكواكب). المسافة r التي تظهر في معادلة الجاذبية العالمية هي البعد بين مركزي الجسمين.
5. تظهر بيانات حركة الكرة الأرضية والشمس والكواكب السيّارة في ملحق قوانين البجروت. كن على دراية بهذا الملحق.

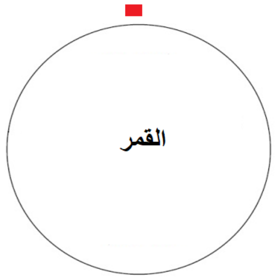
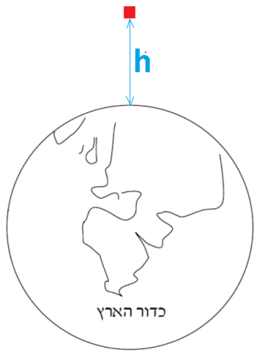
مواضيع التدرب:

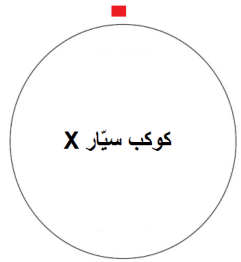
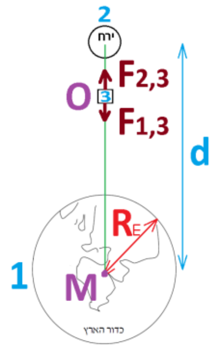
أ. الحركة في خط مستقيم.

ب. حركة القمر الاصطناعي.

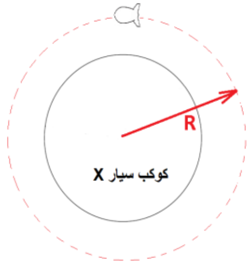
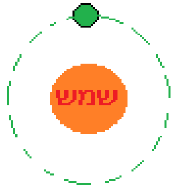
الحركة على خط مستقيم

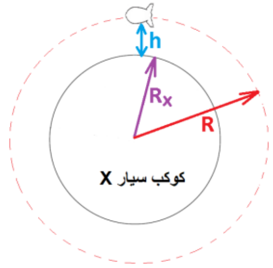
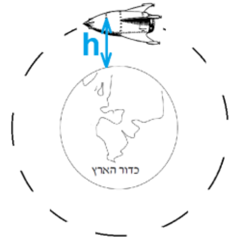
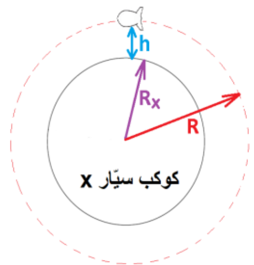
	الإجراء المطلوب	القوة المؤثرة على الجسم والمعادلات الهامة	التعبير / القيمة المطلوبة	ملاحظات هامة	رابط لتطير التعبير
1.1 - يتحرك جسم بسقوط حر على سطح كوكب سيّار "X" أيٍ كان.  	$g^*(M_x,R_x)$ طوِّر تعبيرًا لتسارع الجاذبية على سطح الكوكب X. كدالة لكتلة الكوكب وكتلته. **توجيه:** M_x- كتلة الكوكب السيّار. R_x- نصف قطر الكوكب السيّار.	معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم. $\Sigma\vec{F}=m\cdot\vec{a}$	$g^*=\dfrac{G\cdot M_x}{R_x^2}$	1. السقوط الحر هو أي حركة يتحرك فيها الجسم تحت تأثير قوة الجاذبية فقط. مثل: السقوط الحر من حالة السكون، أو الرمي بزاوية، أو حركة القمر الاصطناعي. 2. يستخدم الرمز g للإشارة إلى تسارع الجاذبية على سطح الأرض. يتم الإشارة إلى أي تسارع جاذبية آخر بواسطة *g. 3. تسارع الجاذبية هو تسارع الجسم المتحرك في سقوط حر. 4. نصف القطر الذي يظهر في التعبير هو نصف قطر الكوكب وليس نصف قطر مداره.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558
1.2- يتحرك جسم بسقوط حر على سطح الكرة الأرضية.  	احسب قيمة تسارع الجاذبية على سطح الأرض. استخدم التعبير لتسارع الجاذبية كدالة لنصف قطر الكوكب وكتلته	معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم. $\Sigma\vec{F}=m\cdot\vec{a}$	$g=9.8\ \dfrac{m}{s^2}$	1. تسارع الجاذبية في نقطة قريبة من نجم لا يتعلق بكتلة الجسم المتحرك ولا بحركته. 2. تسارع الجاذبية يتعلق فقط بالكوكب الذي يسبب تسارع الجاذبية والبعد بين مركز الكوكب والنقطة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7473

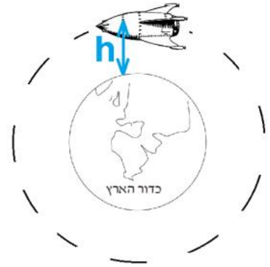
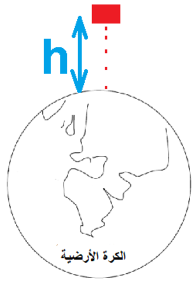
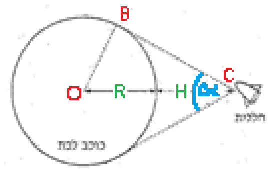
1.3 - يتحرك جسم بسقوط حر على سطح القمر. 	احسب قيمة تسارع الجاذبية على سطح القمر. **توجيه:** نصف قطر الأرض وكتلتها معطاة في ملحق القوانين.	معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم. $\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$g^* = 1.6\ \frac{m}{s^2}$	1. يصف تعبير الجاذبية العامة القوة المؤثرة بين أي جسمين في الكون. سواء كان الأمر يتعلق بالقوة المؤثرة بين الذبابة والأرض، أو ما إذا كان الأمر يتعلق بالقوة المؤثرة بين رائد فضاء يقفز على القمر والقمر. 3. التعبير عن تسارع الجاذبية على سطح الكوكب غير موجود في ملحق القوانين، يجب استخدامه لتطوير التعبير من معادلة الحركة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7482
1.4- يتحرك جسم بسقوط حر من ارتفاع h فوق سطح الكرة الأرضية. 	$g^*(h, M_E, R_E)$ طوّر تعبيرًا لتسارع الجاذبية كدالة للارتفاع h فوق سطح الأرض.	معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم. $\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$g^* = \frac{G \cdot M_E}{(R_E + h)^2}$	1. كلما ابتعدت النقطة عن الأرض، سيكون تسارع الجاذبية الناتج عن الأرض في هذه النقطة أصغر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7474

1.5 - يتحرك جسم بسقوط حر على سطح كوكب سيّار " X" أيًا كان. 	**$M_X(R_X,g^*)$** **طوّر تعبيرًا يصف كتلة الكوكب كدالة لنصف قطره وتسارع الجاذبية على سطحه.** **توجيه:** **M_X- كتلة الكوكب السيّار.** **R_X- نصف قطر الكوكب السيّار.**	· **معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم.** $\Sigma\vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$M_X = \frac{g^* \cdot R_X^{\,2}}{G}$	**1. الكوكب جسم غير نقطي. عند حساب الجاذبية العامة، يجب أن نأخذ البعد بين مركز الكوكب والجسم. هذا البعد يساوي مجموع ارتفاع الجسم من السطح ونصف قطر الكوكب.** **في هذه الحالة: الارتفاع مهمل، والبعد بين الجسمين يساوي تقريبًا نصف قطر الكوكب.** **2. نصف القطر الذي يظهر في التعبير هو نصف قطر الكوكب وليس نصف قطر مداره.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7476
1.6 - يتحرك جسم بسقوط حر على سطح الكرة الأرضية. 	**احسب قيمة كتلة الكرة الأرضية باستخدام التعبير لكتلة الكوكب كدالة لتسارع الجاذبية على سطحه.** **توجيه:** **M_X- كتلة الكوكب السيّار.** **R_X- نصف قطر الكوكب السيّار.**	· **معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم..** $\Sigma\vec{F} = m\cdot\vec{a}$	$M_E = 5.974\cdot10^{24}\,kg$	**نشير أيضًا في الفصل الخاص بالجاذبية إلى قيمة تسارع الجاذبية على سطح الأرض والتي كانت 10 أمتار لكل ثانية مربعة.** **للحصول على قيمة دقيقة لكتلة الكرة الأرضية، يتم حساب كتلة الكرة الأرضية وفقًا لتسارع الجاذبية التي تبلغ 9.789 مترًا لكل ثانية مربعة.** **وفقًا للبند 1.2-**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7483
1.7 النقطة "O" موجودة بين القمر والأرض. في النقطة "O" تكون محصلة القوى صفرًا. 	**$OM\,(R_E)$** **يجب التعبير عن بعد النقطة O" من مركز الكرة الأرضية كدالة لنصف قطر الكرة الأرضية.** **توجيه:** **1.مُعطى d=60RE.** **2. في النقطة "O" فإن محصلة قوى الجاذبية التي يعملها القمر والكرة الأرضية على جسم في تلك النقطة سيكون صفرًا.** **3. كتلة الكرة الأرضية أكبر بـ 81 مرة من كتلة القمر.**	**معادلة الاتزان لجسم يقع في النقطة "O"** $\Sigma\vec{F} = 0$	$OM = 54\cdot R_E$	**1. جسم يقع بين النقطة "O" والأرض يسقط إلى الأرض.** **جسم بين النقطة "O" والقمر يسقط إلى القمر.** **الجسم الذي يتحرر من السكون في النقطة "O" لا يسقط.** **ظهر هذا السؤال عدة مرات في البجروت في السنوات الماضية.** **2. تكرر هذا السؤال مرات عديدة في امتحانات البجروت في السنوات الماضية.**	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7475

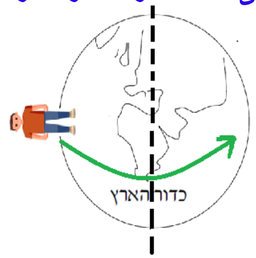
حركة الأقمار الاصطناعية

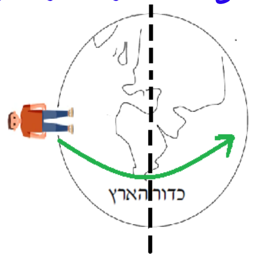
2.1 - يتحرك قمر اصطناعي في حركة دائرية حول كوكب سيّار X أيٍ كان.  	**T(R)** يجب التعبير عن زمن الدورة T كدالة لنصف قطر المدار. **توجيه:** T- زمن دورة حركة القمر الاصطناعي حول الكوكب.	فقط قوة الجاذبية العامة هي التي تؤثر على الجسم. هذه القوة هي القوة المركزية. معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R$	$T = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^3}{G \cdot M_X}}$	1. حركة القمر الاصطناعي هي حركة دائرية تحت تأثير الجاذبية وحدها. مثال على حركات الأقمار الاصطناعية: قمر اصطناعي عاموس يتحرك حول الكرة الأرضية. القمر يتحرك حول الكرة الأرضية. الكرة الأرضية تتحرك حول الشمس. 2. من تعبير زمن الدورة، يمكن ملاحظة أنه لكل نصف قطر مدار معين، يوجد زمن دورة واحد فقط ممكن.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7478
2.2 - تتحرك الكرة الأرضية حول الشمس في حركة قمر اصطناعي.  	احسب زمن دورة حركة الأرض حول الشمس (الزمن سنة واحدة)	فقط قوة الجاذبية العامة هي التي تؤثر على الجسم. هذه القوة هي القوة المركزية. معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R$	$T = 31.55 \cdot 10^6 s$ $T = 365.16$ day	1. معطيات الكواكب والشمس معطاة في ملحق القوانين. 2. يجب التمييز بين نصف قطر الأرض ونصف قطر مدارها. 3. وفقًا لمعادلة الحركة، في التعبير عن زمن دورة حركة الكرة الأرضية، تظهر كتلة الشمس وليس كتلة الكرة الأرضية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7484
2.3- يتحرك القمر حول الأرض في حركة قمر اصطناعي. 	احسب زمن دورة حركة القمر حول الأرض (زمن شهر)	فقط قوة الجاذبية العامة هي التي تؤثر على الجسم. هذه القوة هي القوة المركزية. معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R$	$T = 2.36 \cdot 10^6 s$ $T = 27.38$ day	1. تتحرك الأرض حول الشمس في نصف قطر مداري متغير، ونحن نتعامل مع حركة الأرض حول الشمس كحركة دائرية منتظمة. 2. في التعبير عن زمن الدورة لحركة الأرض تظهر كتلة الشمس وليس كتلة الأرض.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7485

2.4 - قمر اصطناعي يتحرك حول كوكب سيار X أيٍ كان.  	$V(R)$ يجب التعبير عن سرعة القمر الاصطناعي V كدالة لنصف قطر المدار R. **توجيه:** M_X- كتلة الكوكب السيّار. R_X- نصف قطر الكوكب السيّار. R- نصف قطر المدار للقمر الاصطناعي.	فقط قوة الجاذبية العامة هي التي تؤثر على الجسم. . معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{R}$	$V = \sqrt{\frac{G \cdot M_X}{R}}$	1. نصف قطر المدار يساوي مجموع ارتفاع القمر الاصطناعي من سطح الكوكب ونصف قطر الكوكب: $R=R_X+h$ 2. تتعلق سرعة القمر الاصطناعي بكتلة الكوكب وليس بكتلة القمر الاصطناعي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7477
2.5 - يتحرك قمر اصطناعي على ارتفاع 6000 كم فوق سطح الكرة لأرضية  	احسب سرعة القمر الاصطناعي.	فقط قوة الجاذبية العامة هي التي تؤثر على الجسم. معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{R}$	$V = 5.67 \cdot 10^3 \frac{m}{s}$	من تعبير سرعة القمر الاصطناعي (الذي تم الحصول عليه من معادلة الحركة)، اعتمادًا على ارتفاع القمر الاصطناعي فوق الأرض، توجد سرعة واحدة فقط ممكنة لحركة القمر الاصطناعي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7486
2.6- قمر اصطناعي يتحرك حول كوكب سيار X أيٍ كان.  	$a_R(V,R)$ أكتب تعبيرًا للتسارع المركزي كدالة لسرعة القمر الاصطناعي V ونصف قطر المدار R.	التعبير عن التسارع المركزي (الراديالي) لجسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة، كدالة للسرعة الخطية. $a_R = \frac{V^2}{R}$	$a_R = \frac{V^2}{R}$	يصف التسارع المركزي وتيرة التغير في اتجاه حركة الجسم. كلما كان نصف قطر المسار أصغر، وكلما زادت سرعته الخطية، زادت وتيرة التغيير في اتجاه حركة الجسم، زادت التسارع.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7479

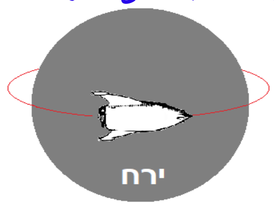
2.7- يتحرك قمر اصطناعي على ارتفاع 6000 كم فوق سطح الكرة لأرضية.  	احسب التسارع المركزي للقمر الاصطناعي كدالة لسرعته الخطية. **توجيه**: السرعة الخطية للقمر الاصطناعي على هذا الارتفاع محسوبة في البند 2.5.	تعبير التسارع المركزي لجسم يتحرك في حركة دائرية منتظمة. يظهر في البند السابق. $a_R = \frac{v^2}{R}$	$a_R = 2.59 \frac{m}{s^2}$	قيمة التسارع الرديالي في نقطة معينة هي نفس قيمة تسارع جسم يتحرك في خط مستقيم في تلك النقطة. إذا تحرك جسم في حركة دائرية على سطح الأرض، فإن تسارعه الرديالي سيكون 9.8 متر لكل ثانية مربعة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7487
2.8 – حرر جسم من حالة السكون من ارتفاع 6000 كم فوق سطح الأرض  	$g^*(M_x,R)$ يجب حساب تسارع الجاذبية في نقطة تحرير الجسم.	معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم.. . $\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$g^* = 2.59 \frac{m}{s^2}$	تسارع أي جسم يساوي النسبة بين القوة المحصلة المؤثرة عليه وكتلة الجسم. هذه النسبة لا تتعلق بحركة الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7480
2.9 - استخدام زاوية الرؤية لوصف ارتفاع القمر الاصطناعي.  	$H(R,\alpha)$ يجب التعبير عن ارتفاع القمر الاصطناعي H، بدلالة زاوية الرؤية α (مقدارها 60 درجة). نصف قطر الكوكب R. **توجيه**: يمكن اعتبار المثلث OBC مثلثًا قائم الزاوية.	استخدام دالة الجيب sin.	$H = R$	1.هذا البند يتعامل فقط مع الهندسة. ظهر عدة مرات في أسئلة الجاذبية. 2. ارتفاع القمر الاصطناعي يساوي نصف قطر الكوكب فقط عندما تكون زاوية الرؤية 60 درجة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7488

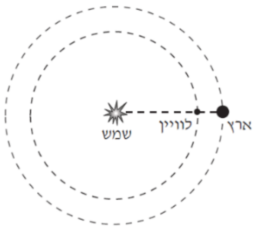
2.10- يجلس شخص داخل قمر اصطناعي يتحرك في حركة قمر اصطناعي حول نجم. 	يجب التعبير عن مقدار القوة العمودية الذي يعمله الكرسي على الشخص.	معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$	$N=0$	1. أي جسم داخل قمر اصطناعي يتحرك في حركة قمر اصطناعي يتطاير داخل القمر الاصطناعي (انعدام الجاذبية). 2. يتحرك القمر الاصطناعي في حركة القمر الاصطناعي، ويتحرك الشخص بنفس حركة القمر الاصطناعي. حتى إذا اختفى القمر الاصطناعي فجأة، فسيستمر الشخص في التحرك بنفس حركة القمر الاصطناعي كالمعتاد. لذلك، فإن الشخص "يتطاير" داخل القمر الاصطناعي. (على غرار شخص في مصعد متحرك في حالة سقوط حر).	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7489
2.11- سيارة ساكنة على سطح كوكب ساكن. 	$N(R,m,M_X)$ يجب التعبير عن القوة العمودية، في هذه الحالة. **توجيه:** نُشير إلى كتلة السيارة بـ m. وكتلة الكوكب بـ M_X.	معادلة الاتزان.	$N=\dfrac{G\cdot M_X\cdot m}{R_X^2}$	1. قوة الجاذبية العامة التي تؤثر على الجسم هي وزن الجسم. في هذه الحالة السيارة موجودة في حالة سكون، القوة العمودية تساوي قوة الجاذبية العامة المؤثرة على السيارة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7490
2.12- تسير سيارة بسرعة كبيرة على سطح كوكب. 	$N(R_X,m,M_X,V)$ يجب التعبير عن القوة العمودية، في هذه الحالة. **توجيه:** يجب اعتبار الكوكب كجسم كروي. وافترض أنّ الكوكب لا يدور حول محوره.	معادلة الحركة الدائرية (السرعة الخطية). $\Sigma F_R=\dfrac{m\cdot V^2}{R}$	$N=\dfrac{G\cdot M_X\cdot m}{R_X^2}-\dfrac{m\cdot V^2}{R_X}$	1. تتحرك السيارة في حركة دائرية، القوة العمودية أقل من قوة الجاذبية العامة. 2. قوة الجاذبية العامة (وزن الجسم) لا تتغير. تتغير القوة العمودية وفقًا لمعادلة الحركة الدائرية، فكلما زادت سرعة السيارة، قلت القوة العمودية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7491

2.13 - تسيير سيارة بسرعة كبيرة على سطح كوكب.  	$V'(R_X, M)$ يجب التعبير عن مقدار السرعة 'V التي تصبح فيها القوة العمودية صفرًا. توجيه: السرعة 'V هي السرعة الملائمة بحيث تكون قيمة القوة العمودية تساوي صفرًا.	معادلة الحركة الدائرية (السرعة الخطية). $\Sigma F_R = \frac{m\cdot V^2}{R}$	$V'=\sqrt{\frac{G\cdot M_X}{R_X}}$	1. تعبير السرعة الذي تم الحصول عليه في هذه الحالة هو نفس تعبير السرعة لحركة القمر الاصطناعي. 2. عندما تكون سرعة السيارة عالية بحيث تكون القوة العمودية مساوية للصفر. يمكن القول أن السيارة تتحرك تحت تأثير قوة الجاذبية فقط، فهي تتحرك في حالة السقوط الحر، في حركة قمر اصطناعي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7492
2.14 - تتحرك السيارة بسرعة عالية على سطح الأرض (نهمل حركة الأرض حول محورها).  	احسب سرعة السيارة على سطح الأرض بحيث تكون قيمة القوة العمودية تساوي الصفر. (السيارة تتحرك في حركة قمر اصطناعي)	يجب استخدام تعبير السرعة من البند السابق	$V = 7,898.25\ \frac{m}{s}$	نتطرق إلى جسم يتحرك في مسار دائري كامل. ونتجاوز حركة الأرض حول محورها.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7493
2.15- يقف شخص في نقطة تقع على خط الاستواء للكرة الأرضية.  	إذا لم تدور الأرض حول محورها، فستكون قيمة القوة العمودية المؤثرة على الشخص مساوية تمامًا لـ mg. نظرًا لأن الأرض تتحرك حول محورها، فإن قيمة القوة العمودية تكون أصغر قليلاً. قم بتطوير تعبير عن القوة العمودية الملائم لحركة الكرة الأرضية.	قوة المركزية هي محصلة القوتين، قوة الجاذبية والقوة العمودية. معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot \omega^2\cdot R$	$N = mg - 0.03m$	1. في تحليل حركة الأجسام على سطح الكرة الأرضية، لا نأخذ بالحسبان حركة دوران الكرة الأرضية حول نفسها (مثلما لا نأخذ قوة الاحتكاك مع الهواء). هناك تأثير ضئيل لحركة الكرة الأرضية حول محورها على القوة العمودية التي تُشغّلها الكرة الأرضية. 2. الشخص الذي يزيد وزنه على خط الاستواء، كتلته الحقيقية أكبر بـ 30 غرامًا من الكتلة المقاسة. 3. وزن الجسم mg هو قوة الجاذبية العاملة Fg.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7496

2.16 - يقف شخص في نقطة تقع على خط الاستواء للكرة الأرضية.  	احسب زمن الدورة *T للكرة الأرضية بحيث أنّ الشخص "يتطاير" على سطح الكرة الأرضية في خط الاستواء (أي يكون انعدام جاذبية). توجيه: في هذه الحالة، إذا قفز الشخص لا ينزل.	يجب استخدام التعبير من البند السابق.	$T^*=5{,}071.55\ S$	1. إذا كانت الكرة الأرضية تدور في زمن دورة حوالي ساعة ونصف. بدلاً من 24 ساعة، سوف "يتطاير" الشخص. 2. فقط عندما يكون الشخص على خط الاستواء، تعمل قوة الجاذبية العامة تجاه نقطة مركز الدوران. ويمكن أن يشار إليها على أنها قوة جاذبة نحو المركز.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7495
2.17- يجلس شخص على مبنى عالي جدًا. ومتعامد لسطح كوكب لا يدور حول محوره.  	$N(R_X,h,m,M_X)$ يجب كتابة تعبير للقوة العمودية المؤثرة على الشخص. توجيه: m -كتلة الشخص. M_X - كتلة الكوكب. R_X- نصف قطر الكوكب. h- ارتفاع العمود.	تؤثر على الشخص قوة الجاذبية والقوة العمودية. معادلة الاتزان.	$N=\frac{G\cdot M_X\cdot m}{(R_X+h)^2}$	نظرًا لأن الشخص في حالة إتزان، فإن القوة العمودية تساوي مقدار قوة الجاذبية العامة المؤثرة على الشخص. من التعبير الذي تم تطويره عندما يكون ارتفاع المبنى لا نهائي، سيكون مقدار قوة الجاذبية العامة صفرًا، وبالتالي ستكون القوة العمودية أيضًا صفراً.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7497
2.18- يجلس شخص على برج مرتفع جدًا. البرج متعامد لسطح كوكب يدور حول محوره.  	$N(R_X,h,m,M_X,V)$ يجب كتابة تعبير للقوة العمودية المؤثرة على الشخص.	معادلة الحركة الدائرية (السرعة الخطية). $\Sigma F_R=\frac{m\cdot V^2}{R}$	$N=\frac{G\cdot M_X\cdot m}{(R_X+h)^2}-\frac{m\cdot V^2}{R_X+h}$	1. يتحرك الشخص في حركة دائرية. من التعبير يمكن ملاحظة أنه كلما زادت السرعة، قلت القوة العمودية المؤثرة على الشخص.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7498

2.19-. يجلس شخص على برج مرتفع جدًا. العمود متعامد لسطح كوكب يدور حول محوره. 	$T(R_X,h,M_X)$ يجب كتابة تعبير لزمن الدورة عندما يكون مقدار القوة العمودية على الشخص مساويًا للصفر. توجيه: اكتب معادلة الحركة الدائرية وعبر منها عن زمن الدورة عندما تكون قيمة القوة العمودية صفراً.	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ ونعبر عن زمن الدورة في الحالة التي يكون فيها القوة العمودية تساوي صفرًا.	$T=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{(R_X+h)^3}{G\cdot M_X}}$	وفي هذه الحالة عندما يتحرك الشخص في حركة دائرية تحت تأثير الجاذبية فقط (القوة العمودية لا تعمل) يمكن القول أن الشخص يتحرك في حركة قمر اصطناعي. حتى لو سقط البرج، سيستمر الشخص في التحرك بنفس الحركة الدائرية تمامًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7494
2.20- يتحرك قمر اتصالات في حركة قمر اصطناعي فوق نقطة ثابتة. 	$R(M_S,T)$ يجب كتابة تعبير لنصف قطر مسار القمر الاصطناعي بدلالة زمن الدورة وكتلة الكوكب.	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ ونعبر عن نصف قطر المسار.	$R=\left(\frac{G\cdot M_S\cdot T^2}{4\cdot\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$	1. جميع أقمار الاتصالات هي أقمار اصطناعية تتحرك فوق نقطة ثابتة. 2. زمن دورة حركة القمر الاصطناعي يساوي زمن دورة حركة الكوكب حول محوره.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7500
2.21- يتحرك قمر اتصالات في حركة قمر اصطناعي فوق نقطة ثابتة موجودة على سطح الكرة الأرضية. 	يجب معرفة زمن دورة حركة القمر الاصطناعي.	معلومة عامة، الأرض تتحرك حول محورها، تحتاج إلى معرفة زمن دورة حركة الأرض حول محورها.	$T=24h$	تتحرك جميع أقمار الاتصالات التي تتحرك حول الكرة الأرضية في زمن دورة مدته 24 ساعة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7499

2.22- يتحرك قمر اتصالات في حركة قمر اصطناعي فوق نقطة ثابتة موجودة على سطح الكرة الأرضية. 	احسب ارتفاع أقمار الاتصالات التي تتحرك حول الأرض **توجيه:** يساوي نصف قطر المسار مجموع ارتفاع القمر الاصطناعي فوق سطح الكوكب h ونصف قطر R_x.	نستخدم تعبير نصف القطر المدار من البند السابق للكرة لأرضية. نعبر منه عن ارتفاع أقمار الاتصالات. تعبير الارتفاع الناتج: $h=\left(\frac{G\cdot M_E\cdot T^2}{4\cdot\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}-R_E$	$h=35.8\cdot10^6 m$	من معادلة الحركة الدائرية، لا يوجد سوى نصف قطر مدار محتمل واحد يلائم زمن الدورة لحركة قمر الاتصالات حول الأرض. ولهذا السبب فإن جميع أقمار الاتصالات التي تتحرك حول الأرض تتحرك على نفس الارتفاع.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7501
2.23- يتحرك قمر اتصالات في حركة قمر اصطناعي فوق نقطة ثابتة موجودة على سطح الكرة الأرضية 	اشرح لماذا يجب أن تكون النقطة التي يتحرك فوقها القمر الاصطناعي يجب أن تكون على خط الاستواء	تعمل قوة الجاذبية العامة المؤثرة على القمر الاصطناعي في اتجاه نقطة مركز الأرض. في أي حركة دائرية، يجب أن تعمل القوة المركزية باتجاه النقطة المركزية للدوران.	هندسيًا، فقط إذا كانت النقطة A على خط الاستواء، فإن نقطة مركز دوران الحركة الدائرية هي نقطة مركز الكرة الأرضية. وعندها فقط يمكن أن تعمل الجاذبية كقوة جذب مركزي.	**.1** إذا وضعنا قمرًا اصطناعيًا فوق نقطة ليست على خط الاستواء، فإن قوة الجاذبية ستؤثر في اتجاه نقطة مركز الكرة الأرضية، لكنها لن تؤثر في اتجاه نقطة مركز الدوران. **.2** يمكن لجسم أن يتحرك بحركة قمر اصطناعي فوق أي نقطة، لكنه لا يستطيع أن يبقى باستمرار فوق تلك النقطة إلا إذا كانت النقطة على خط الاستواء. يجد شرح مفصل في رابط الحل الكامل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7502
2.24- يتحرك قمر اصطناعي للاتصالات في حركة قمر اصطناعي فوق نقطة ثابتة على القمر 	احسب نصف قطر المدار لقمر الاتصالات.	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R=m\cdot\omega^2\cdot R$ ونعبر عن نصف قطر المسار.	$R=\left(\frac{G\cdot M_m\cdot T_m^2}{4\cdot\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$ $R=88.39\times10^6 m$	يتعامل البند مع القمر وليس الكرة الأرضية. **.2** زمن دوران القمر حول الكرة الأرضية يساوي زمن دوران القمر حول محوره. هذا التعبير موجود في ملحق قوانين البجروت.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7503

2.25- القانون الثالث لكبلر.	طوّر التعبير للقانون الثالث لكبلر للكواكب التي تدور حول الشمس توجيه: يجب أن تبيّن أنّ النسبة بين مربع زمن الدورة ومكعب نصف قطر هي ثابتة تعتمد فقط على كتلة الشمس. لذلك، هذه النسبة هي نفسها لكل كوكب يدور حول الشمس.	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ ونعبر من المعادلة عن النسبة بين مربع زمن الدورة ومكعب نصف القطر المدار..	$\frac{T^2}{R^3}=\frac{4\cdot\pi^2}{G\cdot M_S}=$ קבוע	1. صورة أخرى من صور القانون الثالث لكبلر: $\frac{T_1^2}{R_1^3}=\frac{T_2^2}{R_2^3}$ اكتشف كبلر القانون الثالث لحركة الكواكب حول الشمس، ويمكن أيضًا استخدام قانون كبلر الثالث للأجسام التي تتحرك حول أي جرم سماوي آخر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7504
2.26- يتحرك قمر اصطناعي حول الشمس بسرعة زاوية مماثلة للسرعة الزاوية للأرض. (القمر الاصطناعي والأرض يقعان على نفس الخط الشعاعي طوال مدة حركتهما).  	في هذه الحالة، لا يتحقق القانون الثالث لكبلر للقمر الاصطناعي والأرض. على الرغم من أنهما يتحركان حول الشمس. اشرح لماذا لا يتحقق القانون الثالث في هذه الحالة.	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ ونعبر من المعادلة عن النسبة بين مربع زمن الدورة ومكعب نصف القطر المدار..	إذا كتبنا معادلة الحركة في هذه الحالة فأن النسبة T^2/R^3 ليست ثابتًا يتعلق فقط بكتلة الشمس. لذلك لا يتحقق القانون الثالث لكبلر في هذه الحالة.	يتعامل القانون الثالث لكبلر مع الأجسام التي تتحرك كحركة القمر الاصطناعي، اذا تم استيفاء الشرطين التاليين بالنسبة لهم: أ- يتحرك الجسمان حول نفس الكوكب. ب- يتحرك كل من الجسمين تحت تأثير قوة جاذبية الكوكب عليهما فقط! وفي هذه الحالة يتحرك القمر الاصطناعي تحت تأثير الشمس وتأثير الأرض.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7505

2.27- يتحرك قمر اصطناعي في حركة قمر اصطناعي حول كوكب سيّار أيٍ كان. 	$M_X(R\ ,T)$ يجب التعبير عن كتلة الكوكب بدلالة زمن الدورة ونصف قطر المدار	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة) الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ والتعبير عن كتلة الكوكب من المعادلة	$M_X = \frac{4\cdot\pi^2\cdot R^3}{T^2\cdot G}$	**1.** بمساعدة معادلة الحركة الدائرية، يمكن معرفة كتلة الكوكب من الحركة الدائرية للقمر الاصطناعي الذي يتحرك حول هذا الكوكب. **2.** صحيح أنه يمكن التعبير عن كتلة الكوكب رياضيًا بدلالة نصف قطر المدار وزمن الثورة، لكن كتلة الكوكب لا تتلق بنصف قطر المدار ولا بزمن الثورة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7506
2.28- يتحرك قمر اصطناعي في حركة قمر اصطناعي حول الكرة الأرضية. 	يجب حساب كتلة الأرض وفقًا لحركة القمر.	يجب كتابة معادلة الحركة الدائرية (السرعة) الزاوية). $\Sigma F_R = m\cdot\omega^2\cdot R$ والتعبير عن كتلة الكوكب من المعادلة	$M_E = 6\cdot10^{24}\,kg$	تظهر معطيات القمر في صفحات القوانين بدقة منزلتين فقط بعد الفاصلة العشرية. لذلك، فإن قيمة كتلة الأرض التي تم الحصول عليها من الحساب ليست دقيقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3558&chapterid=7507

ممارسات في الجاذبية 2- اعتبارات الطاقة في الجاذبية

تمارين الممارسة هي تمارين شاملة مصممة لتطوير المهارة وتكرار المبادئ الفيزيائية.

يوجد في كل سطر من صفحة الممارسات ستة أعمدة:

وصف الحدث، الحساب المطلوب، المبادئ الفيزيائية، الإجابة النهائية، ملاحظات مهمة، رابط للإجابة الكاملة.

لتنفيذ الممارسات، يجب عليك كتابة حل كامل ومنظم لكل سطر، وقراءة الملاحظات المهمة بعناية، وإذا لزم الأمر، يمكنك رؤية الحل الكامل في الرابط الموجود في العمود الأيسر.

نقاط هامة قبل التدريب:

1. الطاقة الميكانيكية الكلية تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية.

$$E_{כוללת} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{R}$$

2. في الحالات التي تبذل فيها قوة الجاذبية فقط شغل عندها يتم حفظ الطاقة الميكانيكية، يجب كتابة معادلة حفظ الطاقة مع طاقة وضع الجاذبية (ليس طاقة الارتفاع).
3. إذا تم بذل شغل بواسطة قوة غير حافظة فإن الطاقة الميكانيكية لم تُحفظ، وشمل القوة غير الحافظة يساوي التغير في الطاقة الميكانيكية الكلية.
4. هناك نوعان من الحركات التي نتعامل فيها مع اعتبارات الطاقة:

أ- الحركة في خط مستقيم بتسارع جاذبية متغير.

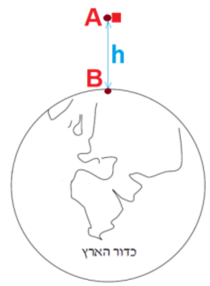
ب- حركة الأقمار الاصطناعية.

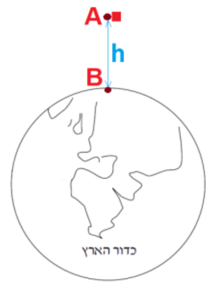
مواضيع التدرب:

أ. اعتبارات الطاقة في الجاذبية – الحركة في خط مستقيم.

ب. اعتبارات الطاقة في الجاذبية – حركة الأقمار الاصطناعي.

اعتبارات الطاقة في الجاذبية - الحركة في خط مستقيم

	المطلوب	المعادلات الهامة	التعبير / المقدار المطلوب	ملاحظات هامة	رابط الحل
1. حُرّر جسم كتلته 70 كغم من حالة السكون من النقطة A التي ترتفع 6000 كم فوق سطح الأرض. يتحرك الجسم تحت تأثير قوة الجاذبية فقط. في نهاية حركته، يصطدم الجسم بالنقطة B على سطح الأرض. 	**1.1** قيمة تسارع الجاذبية على سطح الكرة الأرضية هي: $g = 10 \frac{m}{s^2}$ احسب قيمة تسارع الجاذبية في نقطة تحرير الجسم. **توجيه:** ME- كتلة الكرة الأرضية RE- نصف قطر الكرة الأرضية	معادلة الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم. $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$g^* = 2.6 \frac{m}{s^2}$	التطوير الكامل يظهر في رابط الحل الكامل. ويتبين من التعبير أنه كلما بَعُد الجسم عن الأرض، قل تسارع الجسم.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560
	1.2 - احسب القيمة المتوسطة لتسارع الجسم في النقطة A وفي النقطة B. هذه القيمة تقريبية لمتوسط التسارع. **توجيه:** استخدم متوسط حسابي بسيط. (مجموع التسارع مقسومًا على 2).		$\bar{g}^* = 6.3 \frac{m}{s^2}$	1. أثناء حركة الجسم، يقل البُعد بين الجسم ومركز الأرض، وبالتالي تزداد قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم. يتحرك الجسم بتسارع متغير ومتزايد بوتيرة غير ثابتة. 2. بما أن التسارع لا يتغير بوتيرة ثابتة، فإن حساب متوسط التسارع باستخدام متوسط حسابي بسيط هو تقدير تقريبي غير دقيق.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7530

تابع سؤال 1. حرّر جسم كتلته 70 كغم من حالة السكون من النقطة A التي ترتفع 6000 كم فوق سطح الأرض. يتحرك الجسم تحت تأثير قوة الجاذبية فقط. في نهاية حركته، يصطدم الجسم بالنقطة B على سطح الأرض.  	**1.3.** احسب سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض (في النقطة B). استخدم متوسط قيمة التسارع المحسوبة في البند 1.2. توجيه: استخدم مبادئ الكينماتيكا.	يتحرك الجسم بتسارع ثابت يمكن وصف الحركة بواسطة الدالتين X(t) و- V(t) $X(t) = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$ $V(t) = V_0 + a \cdot t$ وبواسطة دالة مربع السرعة $V^2 = V_0^2 + 2a \cdot \Delta X$	$V_B = 8,694.82 \frac{m}{s}$	في هذا القسم يتم حساب سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض باستخدام التسارع التقريبي من البند السابق، وبالتالي فإن قيمة السرعة المحسوبة في هذا القسم غير دقيقة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7531

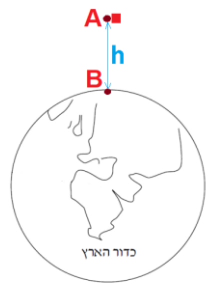
341

تابع سؤال 1.

حرّر جسم كتلته 70 كغم من حالة السكون من النقطة A التي ترتفع 6000 كم فوق سطح الأرض.

يتحرك الجسم تحت تأثير قوة الجاذبية فقط.

في نهاية حركته، يصطدم الجسم بالنقطة B على سطح الأرض.



1.4. احسب سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض (في النقطة B).

استخدم طاقة الوضع للجاذبية:

توجيه: يجب استخدام معادلة حفظ الطاقة.

حفظ الطاقة

في الحالات التي تعمل فيها قوة الجاذبية شغل فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية:

تعبير الطاقة الوضعية للجاذبية:

$$U = -\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r}$$

تعبير الطاقة الحركية:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

تعبير الطاقة الميكانيكية:

$$E = E_K + U$$

$$V_B = 7{,}778.93 \ \frac{m}{s}$$

1. من استخدام طاقة الوضع للجاذبية

$$U = -\frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{R}$$

في معادلة حفظ الطاقة، يمكن حساب سرعة الجسم في أي نقطة في مسار حركة الجسم بدقة.

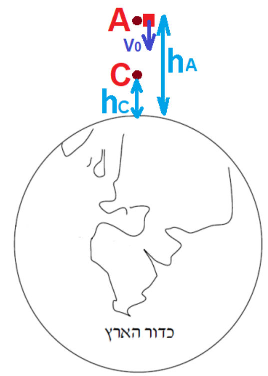
2. في التعبير عن طاقة الجاذبية الوضعية، البعد r هو البعد بين مراكز الأجسام.

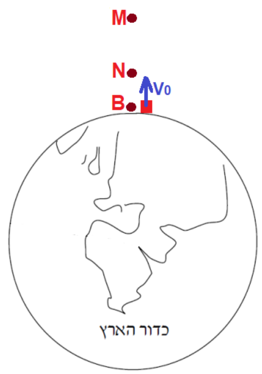
بعد النقطة A من سطح الأرض هو: RE + h.

بعد النقطة B من سطح الأرض هو: RE

3. طاقة وضع الجاذبية على سطح الأرض لا تساوي الصفر.

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7532

2- يُلقى جسم كتله 70 كغم بسرعة 50 مترًا في الثانية لأسفل من النقطة A التي تقع على ارتفاع 6000 كم فوق سطح الأرض. يتحرك الجسم تحت تأثير قوة الجاذبية فقط. يمر الجسم أثناء حركته بالنقطة C التي تقع على ارتفاع 2000 كيلومتر فوق سطح الأرض. 	2.1. احسب الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم في نقطة قذفه في النقطة A.	**حفظ الطاقة** في الحالات التي تعمل فيها قوة الجاذبية شغل فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية: تعبير الطاقة الوضعية للجاذبية: $U = -\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r}$ تعبير الطاقة الحركية: $E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ تعبير الطاقة الميكانيكية: $E = E_K + U$	$E_A = -2.25 \cdot 10^{-9} J$	يتحرك الجسم بتسارع جاذبية متغير، ولكن الطاقة الميكانيكية الكلية لا تتغير.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7533
2.2. احسب الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم عند مروره بالنقطة B.			$E_B = -2.25 \cdot 10^{-9} J$	طوال حركة الجسم، تزداد الطاقة الحركية وتنخفض طاقة وضع الجاذبية (سلبية أكثر فأكثر). مجموع الطاقة الحركية وطاقة الجاذبية ثابت.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7534
2.3. احسب الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم عندما يمر بالنقطة C.			$E_C = -2.25 \cdot 10^{-9} J$	الطاقة الحركية موجبة دائمًا. الطاقة الوضعية للجاذبية سالبة دائمًا. يمكن أن تكون الطاقة الميكانيكية الكلية سالبة ويمكن أن تكون موجبة.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7535
2.4. احسب سرعة الجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض. توجيه: استخدم معادلة حفظ الطاقة.			$V_B = 7,779.04 \frac{m}{s}$	1. قبل استخدام معادلة حفظ الطاقة، تجدر الإشارة إلى أن قوة الجاذبية فقط هي التي تبذل شغل، وبالتالي يتم حفظ الطاقة الميكانيكية. 2. بعد نقطة الارتطام عن مركز الأرض تساوي نصف قطر الأرض.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7536
2.5. احسب سرعة الجسم لحظة مروره بالنقطة C.			$V_C = 5,541.35 \frac{m}{s}$	وبما أن الجسم يتحرك بتسارع جاذبية متغير، فلا يمكن استخدام معادلة حفظ الطاقة في طاقة الارتفاع، فيجب استخدام طاقة وضع الجاذبية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7537

-3 جسم كتلته 70 كيلوغراماً يُلقى إلى الأعلى من النقطة B الموجودة على سطح الأرض. سرعة رمي الجسم 8000 متر في الثانية. يتوقف الجسم توقفًا لحظيًا في النقطة M ثم يتحرك لأسفل، ويعود إلى الأرض. يمر الجسم في حركته في النقطة N، التي تقع على ارتفاع 1000 كيلومتر فوق سطح الأرض.	**3.1** احسب الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم عندما يصل إلى النقطة M وعندما يمر بالنقطة N.	**حفظ الطاقة** في الحالات التي تعمل فيها شغل قوة الجاذبية فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية: في الحركة التي يكون بها تسارع الجاذبية متغير، في تعبير حفظ الطاقة جب استخدام طاقة الوضع للجاذبية: $U=-\frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r}$ تعبير الطاقة الحركية: $E_K=\frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2$ تعبير الطاقة الميكانيكية الكلية: $E=E_K+U$	$E_M=-2.1\cdot10^{-9}J$ $E_N=-2.1\cdot10^{-9}J$	لا يؤثر اتجاه رمي الجسم على حقيقة أن الجاذبية فقط هي التي تبذل شغل على الجسم طوال حركته، لذلك حتى في هذه الحالة يتم حفظ الطاقة الميكانيكية. وفي كل نقطة يمر فيها الجسم فإن الطاقة الميكانيكية لا تتغير.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7538
	3.2 احسب أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم بعد رميه. (ارتفاع النقطة M) **توجيه:** يجب استخدام معادلة حفظ الطاقة.		$h_M=6.72\cdot10^6m$	عند كتابة معادلة حفظ الطاقة، يمكن مقارنة الطاقة الميكانيكية في النقطة M بالطاقة الميكانيكية في النقطة B. أو بين الطاقة الميكانيكية في النقطة M والطاقة الميكانيكية في النقطة N.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7539
	**3.3** احسب سرعة الجسم عند مروره بالنقطة N.		$V_N=6{,}831.83\ \frac{m}{s}$	**1.** الطاقة هي كمية عددية، ومن خلال استخدام معادلة حفظ الطاقة يمكن إيجاد مقدار السرعة فقط. لا يمكن تحديد إشارة السرعة من معادلة حفظ الطاقة. **2.** في حركة الجسم من النقطة B إلى النقطة M يمر الجسم بكل نقطة مرتين، مرة عند الذهاب ومرة أخرى عند الإياب. مقدار سرعة الجسم في أي نقطة في الذهاب هو نفس مقدار سرعة الجسم في تلك النقطة أثناء الإياب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7540

4- تم رمي جسم عموديًا نحو الأعلى من سطح الكرة الأرضية بسرعة مساوية لسرعة الهروب. سرعة الهروب هي أصغر سرعة رمي بها الجسم من سطح الكرة الأرضية بحيث لن يعود الجسم الذي تم رميه إلى سطح الكرة الأرضية.	**4.1** ما هي سرعة الجسم عندما يصل إلى نقطة بعيدة جدًا عن سطح الكرة الأرضية. (نقطة ما لا نهاية). توجيه: نقطة لا نهاية هي النقطة التي تكون فيها قوة الجاذبية التي تشغّلها الكرة الأرضية على الجسم مهملة).	**حفظ الطاقة** في الحالات التي تعمل فيها شغل قوة الجاذبية فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية: في الحركة التي يكون بها تسارع الجاذبية متغير، في تعبير حفظ الطاقة جب استخدام طاقة الوضع للجاذبية: $U=-\frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r}$ تعبير الطاقة الحركية: $E_K=\frac{1}{2}\cdot m\cdot V^2$ تعبير الطاقة الميكانيكية الكلية: $E=E_K+U$	$V_\infty=0\frac{m}{s}$	لأن الجسم رُمي بسرعة الهروب (أصغر سرعة يصل بها الجسم في نقطة اللانهاية) عندما يصل الجسم إلى ما لا نهاية، فإن سرعته تساوي صفرًا.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7541
	**4.2** ما هي طاقة الوضع للجاذبية للجسم عندما يصل إلى اللانهاية.		$U=0J$	عندما يصل الجسم الملقى إلى اللانهاية، يكون البعد بين الجسم والأرض لانهائي. من تعريف طاقة الوضع للجاذبية: $U=-\frac{G\cdot M_1\cdot M_2}{R}$ الطاقة الوضعية هي صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7542
	4.3 ما هي الطاقة الحركية للجسم عندما يكون في اللانهاية.		$EK_\infty=0J$	لأن سرعة الجسم في اللانهاية في هذه الحالة تساوي صفرًا. من تعريف الطاقة الحركية، الطاقة الحركية هي أيضًا صفر.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7543
	4.4 ما هي الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم عند وصوله إلى اللانهاية.		$E_\infty=0J$	الطاقة الميكانيكية الكلية في اللانهاية يساوي مجموع الطاقة الحركية في اللانهاية والطاقة الوضعية في اللانهاية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7544
	4.5 ما هي الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم في لحظة رميه من الأرض		$E_0=0J$	من اللحظة التي يتم فيها رمي الجسم حتى وصوله إلى اللانهاية، فقط الجاذبية وحدها تبذل شغل، وبالتالي يتم حفظ الطاقة الميكانيكية. الطاقة الميكانيكية الكلية في اللانهاية تساوي الطاقة الميكانيكية الكلية في لحظة الرمي.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=15521

تابع سؤال 4 تم رمي جسم عموديًا نحو الأعلى من سطح الكرة الأرضية بسرعة مساوية لسرعة الهروب. سرعة الهروب هي أصغر سرعة رمي بها الجسم من سطح الكرة الأرضية بحيث لن يعود الجسم الذي تم رميه إلى سطح الكرة الأرضية.	4.6. طوّر تعبيرا لسرعة الهروب من سطح الكرة الأرضية. __توجيه:__ يجب تطوير تعبير عن سرعة الهروب من مقارنة الطاقة الميكانيكية في نقطة الرمي إلى قيمة الصفر.	**حفظ الطاقة** في الحالات التي تعمل فيها شغل قوة الجاذبية فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية: في الحركة التي يكون بها تسارع الجاذبية متغير، في تعبير حفظ الطاقة جب استخدام طاقة الوضع للجاذبية: $U = -\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r}$ تعبير الطاقة الحركية: $E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ تعبير الطاقة الميكانيكية الكلية: $E = E_K + U$	$V_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_E}{R_E}}$	تعبير سرعة الهروب غير وارد في ملحق القوانين، يجب تطويره لاستخدامه. التطوير الكامل موجود في رابط الحل الكامل.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7545
	4.7. احسب سرعة الهروب من سطح الكرة الأرضية.		$Ve = 11,176.35 \frac{m}{s}$	تتطرّق سرعة الهروب فقط إلى الحالة التي يتم فيها إلقاء الجسم عموديًا لأعلى. إذا لم يتم رمي الجسم عموديًا لأعلى. لكي يهرب الجسم من حقل جاذبية الأرض، يجب أن يكون مركب السرعة العمودية مساويًا لسرعة الهروب.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7546
	4.8. احسب سرعة الهروب من سطح القمر.		$Ve = 2,373.81 \frac{m}{s}$	يتم تحديد سرعة الهروب وفقًا لكثافة الكوكب، بالنسبة للكوكب ذو الكثافة العالية تكون سرعة الهروب عالية. وعلى الرغم من أن نصف قطر القمر أصغر بحوالي 3 مرات من نصف قطر الكرة الأرضية، لكن كتلة القمر أصغر بحوالي 80 مرة، لذلك فإن سرعة الهروب من القمر أصغر من سرعة الهروب من الكرة الأرضية.	https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7547

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3560&chapterid=7548	إذا كان نصف قطر الأرض أصغر من 8.85 ملم، فإن سرعة الهروب من سطح الأرض يجب أن تكون أكبر من سرعة الضوء. لأن سرعة الضوء هي أكبر سرعة ممكنة في الطبيعة. فإذا كان نصف قطر الأرض أصغر من 8.85 ملليمتر، فلن يكون من الممكن رمي جسم من الأرض بحيث يفلت من الأرض. تعتبر الأرض في هذه الحالة ثقبًا أسود.. ولحسن الحظ أن كثافة الأرض أصغر بكثير.	$R_E{}^* = 8.85\,mm$	**حفظ الطاقة** في الحالات التي تعمل فيها شغل قوة الجاذبية فقط، يتم حفظ الطاقة الميكانيكية: في الحركة التي يكون بها تسارع الجاذبية متغير، في تعبير حفظ الطاقة جب استخدام طاقة الوضع للجاذبية: $U = -\dfrac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r}$ تعبير الطاقة الحركية: $E_K = \dfrac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ تعبير الطاقة الميكانيكية الكلية: $E = E_K + U$	4.9. كم يجب أن يكون نصف قطر الكرة الأرضية (دون تغيير كتلتها) بحيث تكون سرعة الهروب من الأرض مساوية لسرعة الضوء. **توجيه:** سرعة الضوء مساوية: $Vc = 3 \cdot 10^8 \dfrac{m}{s}$	**تابع سؤال 4** تم رمي جسم عموديًا نحو الأعلى من سطح الكرة الأرضية بسرعة مساوية لسرعة الهروب. سرعة الهروب هي أصغر سرعة رمي بها الجسم من سطح الكرة الأرضية بحيث لن يعود الجسم الذي تم رميه إلى سطح الكرة الأرضية. 

مسح أسئلة البجروت في موضوع الجاذبية

قانون الجاذبية العام ومعادلات الحركة

2023,6 - حركة كواكب سيّارة حول نجم.

2022,6- مركبة فضائية بها مسباران يتحركان من الأرض إلى القمر.

2021,6- رجل يتسلق "برج فضائي" ويرمي كرة تنس تتحرك بحركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض

2016,5 – اثنان من رواد الفضاء يتحركان بالقرب من كوكب، أحدهما يتحرك على سطح الكوكب في مركبة، والآخر في قمر اصطناعي.

2015,5 – يتحرك قمر اصطناعي فوق نقطة ثابتة.

2014,5 – معطى البيانات لحركة قمرين يدوران حول كوكب المريخ. من حركة أحد الأقمار يمكن أن نتعلم عن حركة القمر الآخر.

2013,5 – يُطلق قمر اصطناعي من سطح الأرض بواسطة صاروخ يتحرك في حركة بيضاوية (إهليلجيه) حول الأرض.

2012,1 – معطى جدول الموقع كدالة للزمن، للحركة العمودية على سطح الكوكب يجب أن نجد تسارع الجاذبية على سطح الكوكب.

2009,5 - مركبة فضائية قادرة على تشغيل المحركات وإيقاف تشغيلها والتحرك في حركة قمر اصطناعي.

2006,5 – قمر اصطناعي يتحرك حول القمر فوق نقطة ثابتة (قمر اصطناعي للاتصالات).

2004,5 – تتناول الأقسام الأولى قوانين كبلر، ثم يتحرك القمر الاصطناعي حول الشمس تحت تأثير الأرض والشمس.

2003,5 – قمر اصطناعي يتحرك فوق نقطة ثابتة على سطح الأرض (قمر اصطناعي للاتصالات).

2001,5 – لقياس كتلة رائد الفضاء، يجلس رائد الفضاء على كرسي موصول بنابض عمودي.

1999,5 – معطى جدول لأربعة أقمار المشتري، يعرض الجدول نصف قطر المسار وزمن الدورة في الوحدات غير القياسية.

1997,5 – يتحرك قمر اصطناعي حول كوكب. على ارتفاع معين.

اعتبارات الطاقة، سرعة الهروب وحقل الجاذبية

2020,6- هبوط سفينة فضائية وهمية على سطح القمر.

2019,6- سفينة فضائية تدور حول الكرة الأرضية وتهبط إلى سطح الأرض.

2018,6 – يتحرك قمر اصطناعي حول الكرة الأرضية.

2015,5 - تتحرك محطة فضائية في حركة قمر اصطناعي.

2010,5 – تتحرك مركبة فضائية حول الشمس، في مسار دائري نصف قطره مساوٍ لنصف قطر مسار الكرة الأرضية حول الشمس.

1996,5 – يُطلق صاروخ من سطح الكرة الأرضية إلى أعلى بسرعة ثابتة حتى نفاد الوقود منه، ثم يتحرك في حركة باليستية.

1995,5 – أسئلة عامة تتناول السقوط الحر وحركة أقمار اصطناعية.

1994,5 – يتحرك جسم في حالة سقوط حر فوق كوكب وهمي، الارتفاع الذي تبدأ منه الحركة يساوي نصف قطر الكوكب.

1992,5 – يتحرك قمر اصطناعي من مسار عالٍ إلى مسار منخفض.

1991,5 – يتحرك قمران اصطناعيين حول نفس الكوكب بسرعات مختلفة وفي مسارات مختلفة.

1990,5 – يتحرك الجسم في سقوط حر من ارتفاعات كبيرة. الحركة في تسارع الجاذبية متغير.

1989,5 – على الخط الوهمي المار عبر مركز الأرض ومركز القمر، توجد نقطة يكون فيها القوة المحصّلة مساوية لصفر.

1988,5 – يتم إطلاق مركبة فضائية من الكرة الأرضية، وتتحرك في حركة قمر اصطناعي حول الكرة الأرضية.

1987,5 – يُطلق صاروخ من سطح الأرض حتى تصبح سرعته ربع سرعة الإطلاق.

1984,3 – معطى كوكبان لكل منهما نصف قطر معين وكثافة متجانسة معينة.

1982,3 – يدور قمر اصطناعي حول الكرة الأرضية في مسار دائري بنصف قطر معين .

1981,2 – يصطدم نيزك بقمر اصطناعي يتحرك حول الكرة الأرضية، ونتيجة لذلك يتحركا كلاهما عموديًا لأسفل.

ملحق القوانين

الميكانيكا

الكينماتيكا – الحركة على امتداد خطّ مستقيم

السرعة اللحظيّة	$v = \frac{dx}{dt}$
التسارع اللحظيّ	$a = \frac{dv}{dt}$
السرعة المتوسّطة	$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
الحركة بتسارع ثابت	$v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2}t$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$
سرعة B بالنسبة لـ A	$v_{B,A} = v_B - v_A$

الديناميكا

قوّة الجاذبيّة	$F = mg$
قانون هوك (مقدار القوّة المرنة)	$F = k\Delta\ell$
مقدار قوّة الاحتكاك الساكن الحركيّ	 $f_s \le \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$
القانون الثاني لنيوتن	$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$
كثافة المادّة	$\rho = \frac{m}{V}$

الشغل والطاقة والقدرة

الشغل المنفّذ على جسم يتحرّك على امتداد المحور x بواسطة قوّة F ثابتة باتّجاهها

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x(x)dx$$

شغل القوّة الثابتة بمقدارها وباتّجاهها عندما	$W = F_x\Delta x = F\cos\theta\,\Delta s$ ، $\Delta s = \lvert\Delta x\rvert$
الطاقة الحركيّة	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
طاقة الثقل الوضعيّة (حقل متجانس) $(U_{G(h=0)} = 0)$	$U_G = mgh$
طاقة المرونة الوضعيّة (في وضع الارتخاء $U_{sp} = 0$)	$U_{sp} = \frac{1}{2}k(\Delta\ell)^2$
نظريّة الشغل – الطاقة	$W_{\text{كلّي}} = \Delta E_k$
شغل محصّلة القوى غير الحافظة (E — الطاقة الميكانيكيّة الكلّيّة)	$W_{\text{غير الحافظة}} = \Delta E$
القدرة المتوسّطة	$\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

الدفع وكمّيّة الحركة

دفع القوّة المتغيّرة	$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2}\vec{F}(t)\,dt$
دفع القوّة الثابتة	$\vec{J} = \vec{F}\,\Delta t$
كمّيّة الحركة	$\vec{p} = m\vec{v}$
قانون الدفع – كمّيّة الحركة	$\vec{J}_{\text{كلّي}} = \Delta\vec{p}$
حفظ كمّيّة الحركة	$m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B = m_A\vec{u}_A + m_B\vec{u}_B$
في اصطدام مرن أحاديّ الأبعاد	$\vec{v}_A - \vec{v}_B = -(\vec{u}_A - \vec{u}_B)$

الحركات الدوريّة

التردّد الزاويّ $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

الحركة الدائريّة

السرعة الزاويّة المتوسّطة $\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

العلاقة بين السرعة الخطّيّة والسرعة الزاويّة

$v = \omega r$

التسارع الراديالّي (المركزيّ)

$a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

الحركة التوافقيّة البسيطة

محصّلة القوى في حركة توافقيّة $\Sigma\vec{F} = -c\vec{x}$

$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$

معادلة المكان – الزمن $x = A\cos(\omega t + \phi)$

السرعة $v = -\omega A\sin(\omega t + \phi)$

$v = \pm\,\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

التسارع $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \phi)$

$a = -\omega^2 x$

زمن الدورة $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}$

البندول البسيط (الرياضيّ) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

الجاذبيّة

القانون الثالث لكبلر $\left(\frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$

مقدار قوّة الجاذبيّة $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$

طاقة الثقل الوضعيّة

$U_G = -\frac{GMm}{r}$ $\left(U_{G(r\to\infty)} = 0\right)$

طاقة القمر الاصطناعيّ في مسار دائريّ

الحركيّة $E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$

الكلّيّة $E = -\frac{GMm}{2r}$

تحويل حقل الجاذبيّة

$\vec{g}_B = \vec{g}_A - \vec{a}_{B,A}$

ثوابت أساسيّة

(قيَم الثوابت مسجّلة بدقّة تقلّ عن الدقّة التجريبيّة المعروفة، وهي معدّة لامتحانات البجروت .)

اسم الثابت	الرمز	الوحدات	القيمة
ثابت الجاذبيّة	G	$N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$	$6.67 \cdot 10^{-11}$
المعامل في قانون كولون	k	$N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$	$9 \cdot 10^9$
سرعة الضوء في الفراغ	c	$m \cdot s^{-1}$	$3 \cdot 10^8$
النفاذيّة في الفراغ	μ_0	$T \cdot m \cdot A^{-1}$	$1.257 \cdot 10^{-6}$ $4\pi \cdot 10^{-7}$
العازليّة في الفراغ	ε_0	$C^2 \cdot N^{-1} \cdot m^{-2}$	$8.85 \cdot 10^{-12}$
الشحنة الكهربائيّة الأساسيّة	e	C	$1.60 \cdot 10^{-19}$
ثابت پلانك	h	$J \cdot s$ $eV \cdot s$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ $4.14 \cdot 10^{-15}$
كتلة الإلكترون	m_e	kg	$9.11 \cdot 10^{-31}$
كتلة البروتون	m_p	kg	$1.67 \cdot 10^{-27}$
كتلة النيوترون	m_n	kg	$1.67 \cdot 10^{-27}$
ثابت أڤوچادرو	N_A	mol^{-1}	$6.02 \cdot 10^{23}$

دلالة اختصارات الوحدات

الرمز	الوحدة
m	متر
Å	أنجستروم
kg	كيلوغرام
g	غرام
u	وحدة الكتلة الذرّيّة
s	ثانية
h	ساعة
N	نيوتن

الرمز	الوحدة
J	جول
eV	إلكترون ڤولط
MeV	مليون إلكترون ڤولط
W	واط
mol	مول
°C	درجة مئويّة
K	كلڤن
C	كولون

الرمز	الوحدة
F	فرادي
A	أمپير
Ω	أوم
V	ڤولط
T	تسله
H	هنري
Hz	هيرتس
Pa	پاسكال

العلاقات بين الوحدات

الطول

$$1Å = 10^{-10}m$$

$$1nm = 10^{-9}m$$

الطاقة

$$1eV = 1.6 \cdot 10^{-19}J$$

الكتلة

$$1u = 931.494\frac{MeV}{c^2} = 1.66 \cdot 10^{-27}kg$$

الضغط

أتموسفيرا $1 = 1.01 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$

كمّيّة الحركة

$$1\frac{kg \cdot m}{s} = 1.87 \cdot 10^{21}\frac{MeV}{c}$$

التحويل من كلڤن إلى درجات مئويّة

$$t_C = T_K - 273$$

قوانين رياضيّة

محيط الدائرة	$2\pi R$	حجم الكرة	$\frac{4}{3}\pi R^3$
مساحة الدائرة	πR^2	للزوايا الصغيرة	$\sin\theta \approx tg\theta$
مساحة السطح الخارجيّ للكرة	$4\pi R^2$	للزوايا الصغيرة بالراديانات	$\sin\theta \approx \theta$

معطيات عن الشمس والقمر

	الكتلة (kg)	نصف القطر (m)	معدّل أنصاف أقطار المسارات حول الكرة الأرضيّة (m)	زمن الدورة (أيّام)
الشمس	$1.99 \cdot 10^{30}$	$6.96 \cdot 10^{8}$	------	------
القمر	$7.35 \cdot 10^{22}$	$1.74 \cdot 10^{6}$	$3.84 \cdot 10^{8}$	27.3

معطيات تتعلّق بالكواكب السيّارة

الكوكب السيّار	الكتلة $(10^{24}kg)$	نصف القطر $(10^{6}m)$	معدّل أنصاف أقطار المسارات $(10^{9}m)$	زمن الدورة (سنوات)
عطارد (Mercury)	0.330	2.44	57.9	0.2408
الزهرة (Venus)	4.869	6.05	108.2	0.6152
الأرض (Earth)	5.974	6.38	149.6	1.00
المرّيخ (Mars)	0.642	3.40	227.9	1.881
المشتري (Jupiter)	1899.1	71.4	778.3	11.86
زُحَل (Saturn)	568.6	60.0	1427.0	29.46
أورانوس (Uranus)	86.98	26.1	2871.0	84.01
نبتون (Neptun)	103	24.3	4497.1	164.8

كُتَل بعض الجسيمات والذرّات

الجسيم	الكتلة بوحدات u	الكتلة بوحدات $\frac{MeV}{c^2}$
الإلكترون	0.000549	0.511
البروتون	1.007276	938.272
النيوترون	1.008665	939.566

الذرّة	الكتلة بوحدات u
الهيدروجين ^{1}H	1.007825
الديوترون ^{2}H	2.014101
الهيليوم ^{4}He	4.00260
الليثيوم ^{7}Li	7.01601
الكربون ^{12}C	12.00000