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: $\sin(\alpha)=\alpha$ وفقًا لتعريف الزاوية المركزية، فإن تعبير القوة المحصلة هو: $\Sigma F = -\frac{mg}{L}\cdot X$.

من هذا التعبير للقوة المحصلة يمكن أن نرى أن ثابت الحركة التوافقية هو: $C = \frac{mg}{L}$, 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	$x = A\cos(\omega t + \phi)$

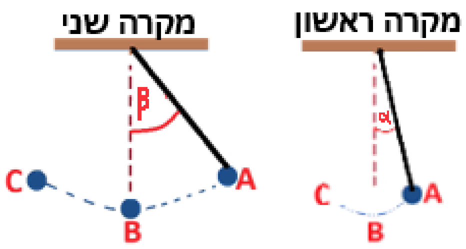
مواضيع التمرين:

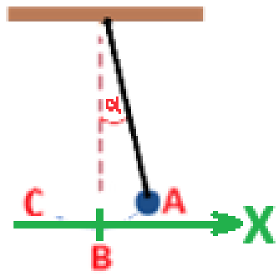
تعريف الحركة والتدريب على الحركة التوافقية البسيطة في حالة تكون فيها زاوية الطور الابتدائية تساوي صفرًا.

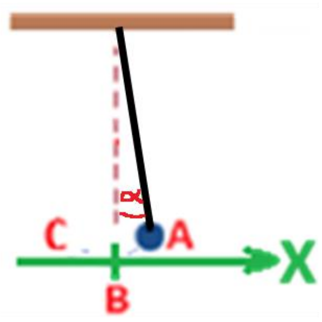
التدريب على الحركة التوافقية البسيطة في حالات تكون فيها زاوية الطور الابتدائية مختلفة عن الصفر.

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.	**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
 كل قوى الاحتكاك مهملة.	**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

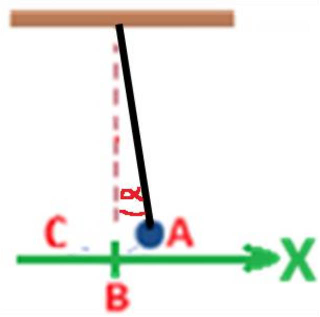
<table dir="rtl">
<tr>
<td rowspan="4">7. جسم نقطي كتلته 2 كغم معلّق بخيط طوله 3 أمتار ومثبت في السقف. الجسم في وضع السكون في النقطة B.
يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A بزاوية انحراف α تساوي 30 درجة. يُترك الجسم من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط.
نظرًا لأن زاوية انحراف الخيط خلال حركة الجسم تبقى 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.
</td>
<td>7.1- احسب زمن الدورة لحركة الجسم.</td>
<td rowspan="4">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>$T = 3.44s$
تعبير زمن الدورة لحركة بندول بسيط يظهر في صفحات القوانين.
يجب التذكّر أن هذه المعادلة صالحة فقط لحركة بندول بسيط يتحرك في زوايا صغيرة.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10185</td>
</tr>
<tr>
<td>7.2- احسب سعة الحركة التوافقية البسيطة.</td>
<td>$A = 1.5m$
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.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10186</td>
</tr>
<tr>
<td>7.3- احسب سرعة الجسم في النقطة B (في المرة الأولى التي يمرّ فيها بالنقطة).
استخدم مبدأ حفظ الطاقة.</td>
<td>$V_B = -2.83\frac{m}{s}$
1. يمكن استخدام مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية حتى في البندول الذي لا يتحرك في زوايا صغيرة.
2. القيمة المحسوبة في هذا البند دقيقة.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10187</td>
</tr>
<tr>
<td>7.4- احسب سرعة الجسم عند النقطة B في المرة الأولى.
استخدم دوالّ الحركة التوافقية البسيطة:
- V(x).وV(t)</td>
<td>$V_B = -2.73\frac{m}{s}$
القيمة الناتجة من الدالتين متطابقة لكنها تختلف قليلًا عن القيمة الناتجة باستخدام حفظ الطاقة، لأن في حركة بندول بسيط بزاويا صغيرة نُقرب الحركة إلى حركة توافقية بسيطة، ودوال الحركة التوافقية تكون صحيحة في هذا النوع من الحركة فقط على سبيل التقريب.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10188</td>
</tr>
</table>

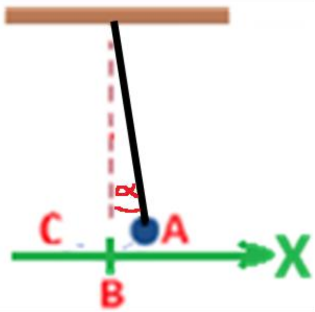
8. نعيد الخطوات في السؤال السابق، لكن هذه المرة نُزيح الجسم من النقطة B بزاوية مقدارها 5 درجات فقط. يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A، ثم يُترك من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط.	**8.1-** اكتب تعبيرًا لسرعة الجسم في النقطة B بدلالة طول الخيط L، واحسب سرعة الجسم. استخدم مبدأ حفظ الطاقة.	زمن الدورة 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
نتطرّق لحركة الجسم على أنها حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين، كما هو موضّح في الرسم التالي.  	**8.2-** اكتب تعبيرًا لسرعة الجسم في النقطة B بدلالة طول الخيط L، واحسب سرعة الجسم. استخدم دوال الحركة التوافقية البسيطة : **V(x) و- V(t).**	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

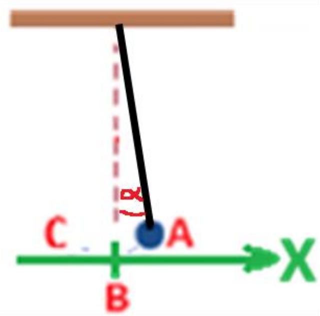
<table dir="rtl">
<tr>
<td rowspan="2">8. نعيد الخطوات في السؤال السابق، لكن هذه المرة نُزيح الجسم من النقطة B بزاوية مقدارها 5 درجات فقط.

يُزاح الجسم من النقطة B إلى النقطة A، ثم يُترك من السكون ويتحرّك في حركة بندول بسيط.

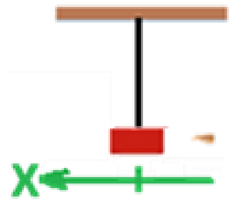
نتطرّق لحركة الجسم على أنها حركة توافقية بسيطة بالنسبة لمحور نقطة أصله في النقطة B واتجاهه نحو اليمين، كما هو موضّح في الرسم التالي.


</td>
<td>8.4- احسب موقع الجسم في اللحظة t=2.8s.</td>
<td rowspan="2"><u>زمن الدورة للحركة التوافقية البسيطة في بندول بسيط يتحرك بزوايا صغيرة:</u>
$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$<u>دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:</u>
$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$<u>دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:</u>
$$V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$$<u>دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:</u>
$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$<u>دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:</u>
$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$<u>دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة:</u>
$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$</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: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$	$\alpha = 1.91^\circ$ 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:	$a_T = 0.333 \frac{m}{s^2}$ 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	$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$ دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة: $a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$ دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة: $a(X) = -\omega^2 \cdot X$	$a_R = 0.061 \frac{m}{s^2}$ 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.

$A[m]$	$V_1\,[\frac{m}{s}]$
0.26	700
0.3	800
0.33	900
0.37	1000
0.4	1100

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

<table>
<tr>
<td rowspan="3">

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

</td>
<td>

10.1- ارسم رسمًا بيانيًا يوضح مربع زمن الدورة المتوسط بدلالة طول الخيط.

</td>
<td rowspan="3">

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:

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

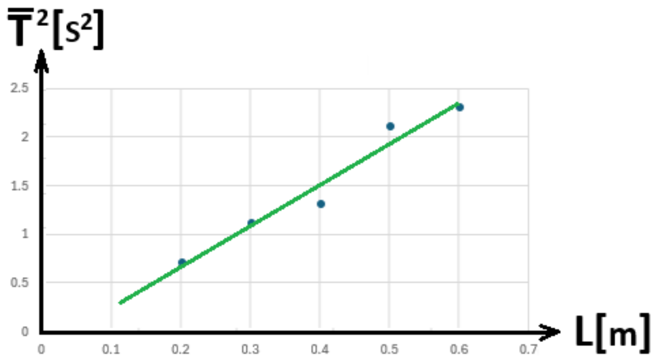
دالة $a(t)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \Theta_0)$$

دالة $a(X)$ للحركة التوافقية البسيطة:

$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

</td>
<td>



</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10209

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

10.2- اكتب تعبيرًا لمربع زمن الدورة المتوسط بدلالة طول الخيط.

</td>
<td>

$$T^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$$

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.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10210

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

10.3- احسب، بالاعتماد على الرسم البياني، تسارع الجاذبية g.

</td>
<td>

$$g = 9.48\,\frac{m}{s^2}$$

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.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10211

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

<table dir="rtl">
<tr>
<td rowspan="3">

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.

<table>
<tr><th>$\bar{T}^2[s^2]$</th><th>L[m]</th></tr>
<tr><td>0.2</td><td>0.78</td></tr>
<tr><td>0.3</td><td>1.17</td></tr>
<tr><td>0.4</td><td>1.56</td></tr>
<tr><td>0.5</td><td>1.95</td></tr>
<tr><td>0.6</td><td>2.34</td></tr>
</table>

</td>
<td>

10.4- لماذا قام الطالب بقياس خمس دورات وحساب المتوسط، بدلاً من قياس دورة واحدة فقط؟

</td>
<td rowspan="3">

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>

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.

</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10212</td>
</tr>
<tr>
<td>

10.5- احسب نسبة الانحراف المئوية بين القيمة الناتجة في التجربة والقيمة المعروفة لتسارع الجاذبية (9.8 متر/ثانية²).

</td>
<td>

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%.

</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10213</td>
</tr>
<tr>
<td>

10.6- اقترح طرقًا لتحسين نتيجة التجربة.

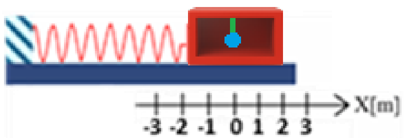
</td>
<td>

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.

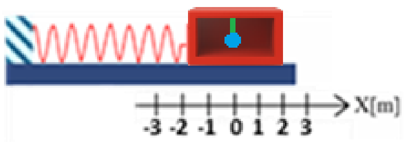
</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10214</td>
</tr>
</table>

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

<table>
<tr>
<td rowspan="2">

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..

</td>
<td>

11.3- اكتب تعبيرًا لثابت الحركة التوافقية للجسم المعلّق.

</td>
<td rowspan="2">

<u>زمن الدورة للبندول البسيط:</u>

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

<u>زمن الدورة لجسم متصل بنابض:</u>

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{-\omega^2 \cdot x}{g}$$

<u>دالة X(t) للحركة التوافقية البسيطة:</u>

$$X(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

<u>دالة V(t) للحركة التوافقية البسيطة:</u>

$$V(t) = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \theta_0)$$

<u>دالة V(X) للحركة التوافقية البسيطة:</u>

$$V(X) = \pm\omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

<u>دالة a(t) للحركة التوافقية البسيطة:</u>

$$a(t) = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \theta_0)$$

<u>دالة a(X) للحركة التوافقية البسيطة:</u>

$$a(X) = -\omega^2 \cdot X$$

</td>
<td>

$$C = K \cdot \frac{m}{M}$$

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.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10217

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

11.4- أثبت أن زمن الدورة لحركة البندول يساوي زمن الدورة لحركة الصندوق.

</td>
<td>

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 محرِّك". 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.

</td>
<td>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10218

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

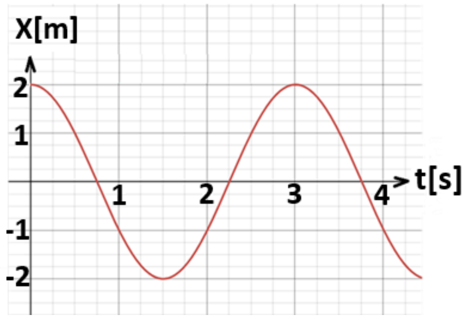
<table>
<tr>
<td rowspan="2">12. كرة صغيرة تتحرك داخل أنبوب أجوف على شكل نصف دائرة.

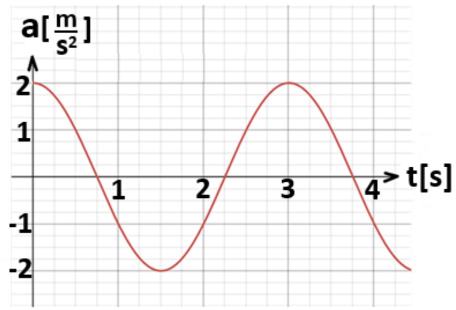
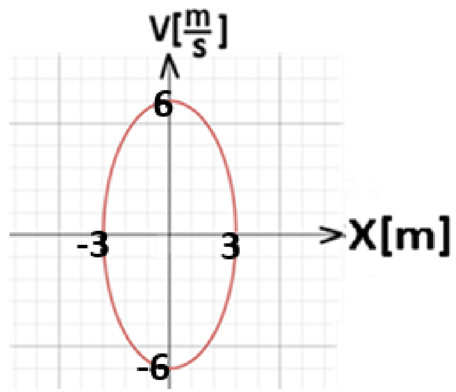
تتحرك الكرة في حركة دائرية، ذهابًا وإيابًا حول النقطة السفلى للأنبوب، على بُعد صغيرة من هذه النقطة.

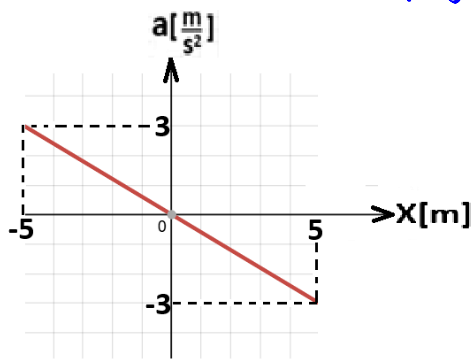
في الرسم التالي، يُعرض الأنبوب مع الكرة بداخله ونصف قطر الحركة الدائرية R.

نصف قطر الحركة الدائرية يساوي 30 سم.

جميع قوى الاحتكاك مهملة.</td>
<td>12.1 – فسّر لماذا يمكن اعتبار حركة الكرة كحركة توافقية بسيطة.</td>
<td rowspan="2">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:
$a(X) = -\omega^2 \cdot X$</td>
<td>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.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10219</td>
</tr>
<tr>
<td>12.2 – احسب زمن دورة الحركة.</td>
<td>$T = 1.08s$
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.</td>
<td>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=4372&chapterid=10220</td>
</tr>
</table>

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

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