تدريبات في الديناميكا على خط مستقيم – 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.

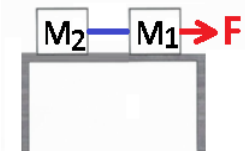
ج. في الأسئلة التي نتناولها، ترتبط الأجسام ببعضها بواسطة خيط كتلتها مهملة. قوى الشد التي يؤثر بها الخيط في طرفيه متساوية في المقدار.

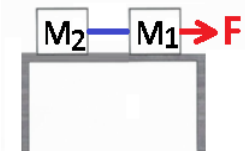
ومن المهم أن نأخذ ذلك في الاعتبار في معادلات الحركة.

مواضيع التمارين:

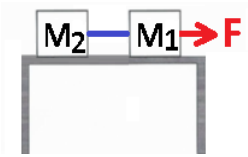
1. القوة الأفقية المؤثرة على جسمين يتحركان على سطح أفقي أملس.
2. القوة الأفقية المؤثرة على جسمين يتحركان على سطح أفقي غير أملس.
3. القوة المؤثرة بزاوية على جسمين يتحركان على سطح أفقي غير أملس.
4. جسمان معلقان (أتوود).
5. جسم معلق يُحرك جسم آخر موجود على سطح أفقي أملس.
6. جسم معلق يُحرك جسم موجود على 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.
2. 11. جسمان مصولان بواسطة خيط يتحركان في سقوط حر.

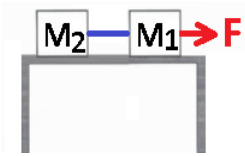
1- يتحرك جسمان على سطح أفقي

	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. N1- القوة العمودية. M_1g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد بالخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان. $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}}=0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{1X}}=M_1\cdot\vec{a}$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}}=0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}}=M_2\cdot\vec{a}$ توجيه: تسارع الجسمين متساوٍ.	$a=\frac{F}{M_1+M_2}$	يمكن التعبير عن التسارع بدلالة قوة التوتر. (من معادلة الحركة الأفقية للجسم 2) $a=\frac{T}{M_2}$ العبارة صحيحة بالطبع، لكنها تروي فقط "جزء من القصة". في المقابل، فإن التعبير: $a=\frac{F}{M_1+M_2}$ 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

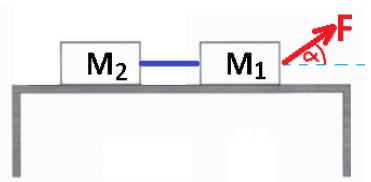
1.2 - تؤثر القوة الخارجية F في الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي أملس. **اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين.**  	**$T(F,M_1,M_2)$** **يجب تطوير تعبير لقوة شد الخيط الذي يربط الجسمين.** **توجيه: تسارع كل من الجسمين متساوٍ.** **إثبات 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

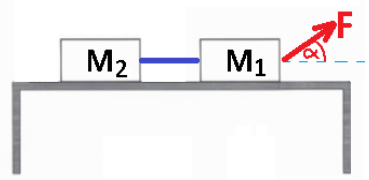
2- قوة أفقية تؤثر على جسمين متحركين على سطح أفقي غير أملس

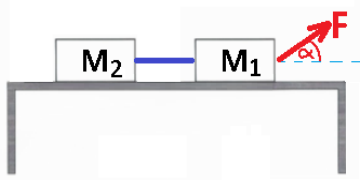
2.1 - تؤثر القوة الخارجية F في الاتجاه الأفقي إلى اليمين على الجسم M_1، الجسم M_1 موصول بواسطة خيط بالجسم M_2. يتحرك الجسمان على سطح أفقي غير أملس. اتجاه محور الحركة المحدّد نحو اليمين.  	$a(\mu_K, F, M_1, M_2)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما، القوة F التي تؤثر عليهما ومعامل الاحتكاك 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{1X}} = M_1 \cdot \vec{a}$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}} = M_2 \cdot \vec{a}$	$a = \frac{F - \mu_k \cdot g \cdot (M_1 + M_2)}{M_1 + M_2}$	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.** $\vec{\Sigma F}_{1Y} = 0$ **في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.** $\vec{\Sigma F}_{1X} = M_1 \cdot \vec{a}$ **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.** $\vec{\Sigma F}_{2Y} = 0$ **في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.** $\vec{\Sigma F}_{2X} = M_2 \cdot \vec{a}$	$$T = \frac{M_2 \cdot F}{M_1 + M_2}$$	**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. 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. $\Sigma\vec{F}_{2X}=M_2\cdot\vec{a}$	$a=\frac{F\cdot\cos(\alpha)-\mu_k\cdot g\cdot(M_1+M_2)+\mu_k\cdot F\cdot\sin(\alpha)}{M_1+M_2}$	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.** **$-f_k$ قوة الاحتكاك الحركي.** **في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}} = 0$ **في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1X}} = M_1 \cdot \vec{a}$ **تعمل على الجسم M_2 أربع قوى:** **$-N_2$ القوة الطبيعية.** **M_2g - قوة الجاذبية.** **T - قوة الشد بالخيط.** **$-f_k$ قوة الاحتكاك الحركي.** **في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}} = 0$ **في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}} = M_2 \cdot \vec{a}$	$T = \frac{M_2 \cdot F(\cos(\alpha) + \mu_k \cdot \sin(\alpha))}{M_1 + M_2}$	**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 $\alpha = 0$ 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.** 	**$F'(\mu_K, M_1, M_2, \alpha)$** **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 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 اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}} = 0$ **في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1X}} = 0$ **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.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}} = 0$ **في الاتجاه العمودي: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}} = 0$	$$F' = \frac{\mu_k \cdot g \cdot (M_2 + M_1)}{\cos(\alpha) + \mu_k \cdot \sin(\alpha)}$$	**1. من التعبير يمكن ملاحظة أنه عندما تعمل القوة في اتجاه أفقي ($\alpha = 0$)، 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)

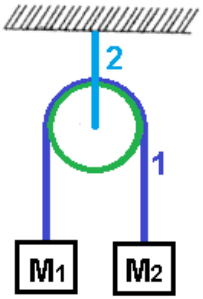
4.1 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة.

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 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.

$$a = \frac{(M1 - M2) \cdot g}{M1 + M2}$$

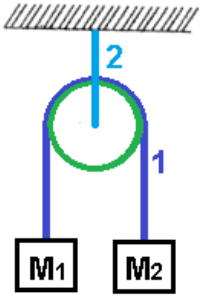
1. يتحرك الجسمان بتسارع متساوٍ في المقدار ومختلف في الاتجاه.

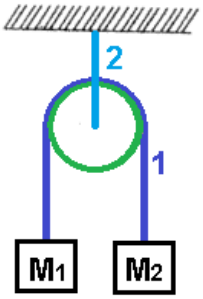
2. حالات خاصة (يمكن استنتاجها من التعبير الناتج وفهمها من المجموعة).

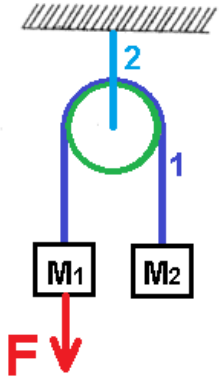
أ- عندما تكون الكتل متساوية أو عندما يكون تسارع الجاذبية مساويًا لصفر، فإن تسارع كل من الجسمين يساوي صفرًا.

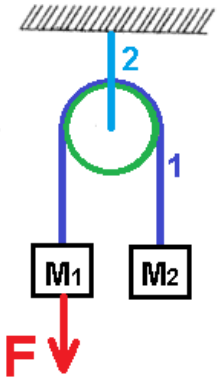
ب - لا يتعلق التسارع بمقدار الفرق بين الكتلتين فحسب، بل يتعلق أيضًا بمقدار مجموع الكتلتين.

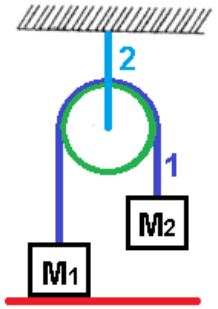
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=3239&chapterid=6498

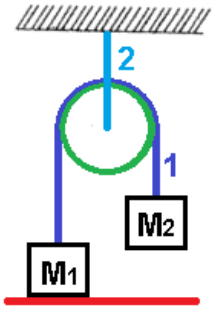
4.2 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2. 	$T_1(M_1,M_2,g)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط 1 بدلالة كتلتي الجسمين 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.	$$T_1=\frac{2\cdot M1\cdot M2\cdot g}{M1+M2}$$	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). $\overrightarrow{\Sigma F_y} = 0$	$T_2 = 2 \cdot T_1$	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

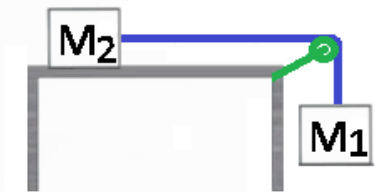
4.4 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. على الجسم 1 تعمل قوة خارجية F باتجاه الأسفل. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2. 	$a(M_1,M_2,g,F)$ يجب تطوير تعبير لتسارع الجسمين بدلالة كتلتهما، والقوة الخارجية F. وتسارع الجاذبية g.	<u>تعمل ثلاث قوى على M1</u> $-M_1g$ 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. <u>تعمل قوتان على M_2</u> $-M_2g$ 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

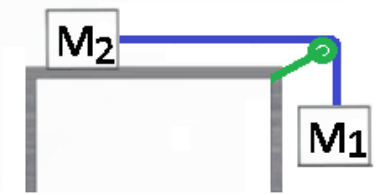
4.5 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. على الجسم 1 تعمل قوة خارجية F باتجاه الأسفل. نصف حركة الجسم 1 بالنسبة للمحور الموجّه نحو الأسفل. ونصف حركة الجسم 2 بالنسبة للمحور الموجّه لأعلى. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2. 	$T_1(M_1,M_2,g,F)$ يجب 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.** $\vec{\Sigma F} = 0$ **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

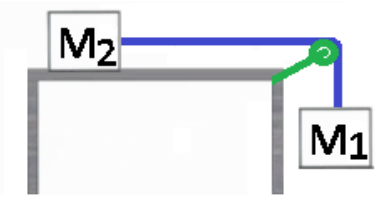
4.7 - جسمان M1 و M2 موصلان بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة ثابتة. البكرة معلّقة بالسقف بواسطة خيط 2. الجسم 1 ملقى على سطح الأرض. مُعطى أنّ كتلة M1 أكبر من كتلة M2. 	$T_1(M_2, g)$ يجب التعبير عن قوة شد الخيط الذي يربط الجسمين.	<u>تعمل قوتان على M_2</u> $-M_2g$ - قوة الجاذبية. $-T_1$ - قوة شد الخيط. الجسم M_2 موجود في وضع اتّزان. $\vec{\Sigma F} = 0$ <u>تعمل ثلاث قوى على M1</u> $-M_1g$ - 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

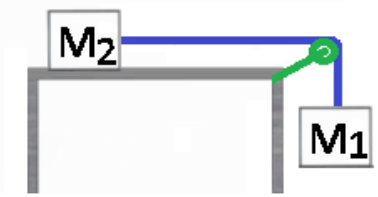
5- جسم معلق يُحرك جسم موجود على سطح أفقي أملس.

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. $\Sigma\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$$a=\frac{M_1\cdot g}{M_1+M_2}$$	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

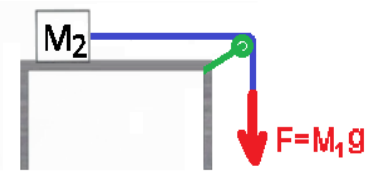
5.2- جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . **السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وأملس.** **يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.** **يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين.** 	**$T(M_1,M_2,g)$** **يجب تطوير 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.** $\Sigma\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$$T=\frac{M_2\cdot M_1\cdot g}{M_1+M_2}$$	**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.

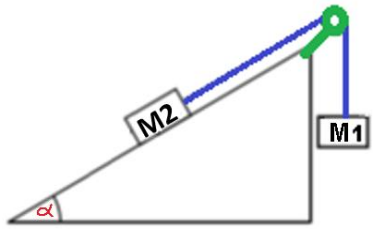
6.1 - جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وغير أملس. يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	$a(\mu_K, M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{1y}} = M_1 \cdot \vec{a}$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2y}} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{2x}} = M_2 \cdot \vec{a}$	$a = \frac{M_1 \cdot g - \mu_k \cdot M_2 \cdot g}{M_1 + M_2}$	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

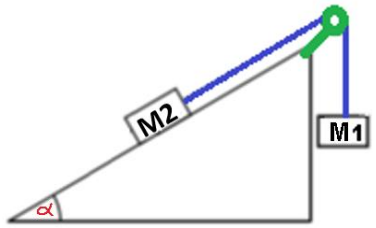
6.2- جسم M_2 موصول لجسم معلّق M_1 بواسطة خيط 1 ملفوف حول بكرة . السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 أفقي وأملس. يتم وصف حركة الجسمين M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب إلى اليمين. 	$T(\mu_K, M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لقوة الشد بالخيط بدلالة كتلتيهما وتسارع الجاذبية g. ومعامل الاحتكاك الحركي μ_K.	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. $-f_k$ قوة الاحتكاك الحركي. في الاتجاه العمودي: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\Sigma\vec{F}_{2y}=0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\Sigma\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$T=\frac{M_2\cdot M_1\cdot g+\mu_K\cdot M_2\cdot M_1\cdot g}{M_1+M_2}$	**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

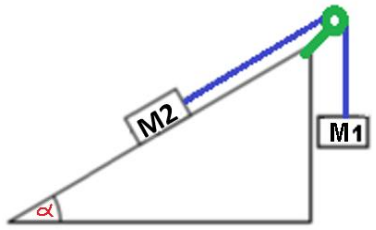
7. قوة خارجية تُحرك جسم على سطح أفقي غير أملس.

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 μ_K. **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. $\overrightarrow{\Sigma F}_{2y} = 0$ في الاتجاه الأفقي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F}_{2x} = M_2 \cdot \vec{a}$	$$a = \frac{M_1 \cdot g - \mu_K \cdot M_2 \cdot g}{M_2}$$	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

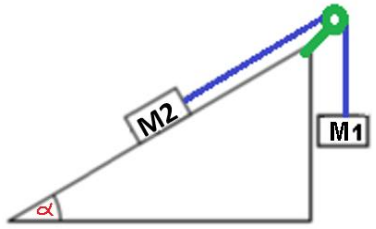
8- جسم معلق يُحرك جسم على سطح أملس مائل.

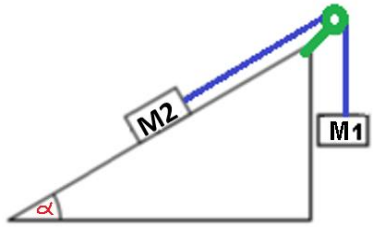
8.1- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وأملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. كتلة الجسم M_1 أكبر من كتلة الجسم M_2. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل. 	$a(\alpha,M_1,M_2,g)$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{1y}}=M_1\cdot\vec{a}$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2y}}=0$ في اتجاه السطح: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{2x}}=M_2\cdot\vec{a}$	$$a=\frac{M_1\cdot g-M_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)}{M_1+M_2}$$	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 $\alpha=0$ 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

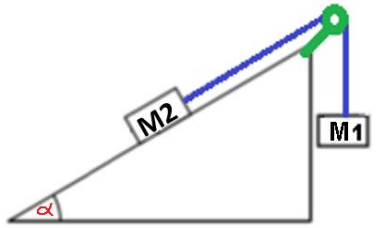
8.2- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وأملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. كتلة الجسم M_1 أكبر من كتلة الجسم M_2. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل. 	**$T(\alpha, M_1, M_2, g)$** 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. $\Sigma\vec{F}_{2x}=M_2\cdot\vec{a}$	$$T=\frac{M_2\cdot M_1\cdot g+M_2\cdot M_1\cdot g\cdot\sin(\alpha)}{M_1+M_2}$$	من التعبير يمكن ملاحظة أنه عندما تكون الزاوية $\alpha = 0$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{1y}}=0$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2y}}=0$ في اتجاه السطح: الجسم موجود في وضع اتّزان. $\overrightarrow{\Sigma F_{2x}}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\sin(\alpha)$	**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

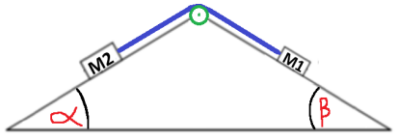
9- جسم معلق يُحرك جسماً على سطح مائل غير أملس.

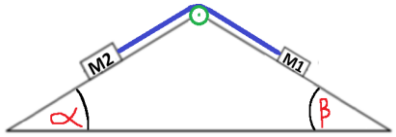
9.1- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وغير أملس. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل. يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل. 	$a(\mu_k, \alpha, M_1, M_2, g)$ يجب تطوير تعبير لمقدار تسارع الجسمين بدلالة كتلتيهما، تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومعامل الاحتكاك الحركي μ_k. .	تعمل قوتان على M1 $-M_1g$ - قوة الجاذبية. T- قوة شد الخيط. في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{1y}}=M_1\cdot\vec{a}$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2y}}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{2x}}=M_2\cdot\vec{a}$	$$a=\frac{M_1\cdot g-M_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)-\mu_k\cdot M_2\cdot g\cdot\cos(\alpha)}{M_1+M_2}$$ 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

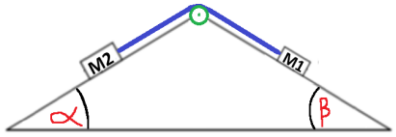
9.2- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. **السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وغير أملس.** **يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.** **يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل.** 	$T(\mu_k, \alpha, M_1, M_2, g)$ **يجب تطوير تعبير لمقدار قوة الشد بالخيط الذي يربط بين الجسمين بدلالة كتلتيهما، تسارع الجاذبية g، وزاوية ميل السطح α، ومعامل الاحتكاك الحركي μ_k.** .	**تعمل قوتان على M_1** **$-M_1g$ قوة الجاذبية.** **-T قوة شد الخيط.** **في الاتجاه العمودي: الجسم متسارع.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1y}} = M_1 \cdot \vec{a}$ **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.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2y}} = 0$ **في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2x}} = M_2 \cdot \vec{a}$	$$T = \frac{M_2 \cdot M_1 \cdot g + \mu_k \cdot M_2 \cdot M_1 \cdot g \cdot \cos(\alpha) + M_2 \cdot M_1 \cdot g \cdot \sin(\alpha)}{M_1 + M_2}$$ **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

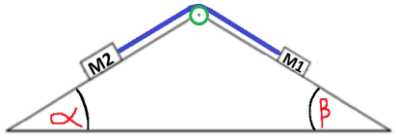
9.3- الجسم M_2 مربوط بالجسم المعلق M_1 بواسطة خيط ملفوف حول بكرة. **السطح الذي يتحرك عليه الجسم M_2 مائل وغير أملس.** **يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو الأسفل.** **يتم وصف حركة الجسم M_2 بالنسبة للمحور الذي يكون اتجاهه الموجب نحو أعلى السطح المائل.** 	$\frac{M_1}{M_2}(\mu_K, \alpha, g)$ **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.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}}=0$ **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.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}}=0$ **في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\mu_k\cdot\cos(\alpha)+\sin(\alpha)$	**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. $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{1X}}=M_1\cdot\vec{a}$ <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. $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}}=M_2\cdot\vec{a}$	$a=\frac{M_1\cdot g\cdot\sin(\beta)-M_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)}{M_1+M_2}$	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.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}}=0$ **في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{1X}}=0$ **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.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}}=0$ **في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم في وضع اتّزان.** $\overrightarrow{\Sigma F_{2X}}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)}$	**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 <u>غير أملسين</u> 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. <u>توجيه</u>: يجب تحديد اتجاه قوى الاحتكاك في الاتجاه المعاكس للحركة.	<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. $\overrightarrow{\Sigma F}_{1Y}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F}_{1X}=M_1\cdot\vec{a}$ <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. $\overrightarrow{\Sigma F}_{2Y}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم متسارع. $\overrightarrow{\Sigma F}_{2X}=M_2\cdot\vec{a}$	$a=\frac{M_1\cdot g\cdot\sin(\beta)-M_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)-\mu_K\cdot M_2\cdot g\cdot\cos(\alpha)-\mu_K\cdot M_1\cdot g\cdot\cos(\beta)}{M_1+M_2}$ 1. يصف تعبير التسارع الناتج بشكل عام حالة جسمين يتحركان على مستويين مائلين في زوايا أيً 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

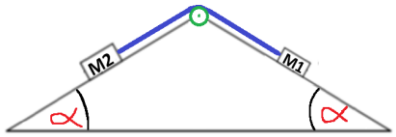
10.4- جسمان M_1 و M_2 موضوعان على سطحين أملسين يميلان بزوايا مختلفة. الجسمان مربوطان ببعضهم البعض بواسطة خيط يمر حول بكرة. يتم وصف حركة الجسم M_1 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أسفل السطح الأيمن. يتم وصف حركة الجسم M2 بالنسبة للمحور الموجّه في اتجاه أعلى السطح الأيسر. 	$\frac{M_1}{M_2}(\beta, \alpha, g)$ يجب تطوير تعبير للنسبة بين الكتلتين: M_1/M_2 بحيث يتحرك الجسمان بسرعة ثابتة. يتحرك الجسم M1 في منحدر السطح الأيمن ويتحرك الجسم M2 في مرتقى السطح الأيسر. **توجيه:** لإيجاد النسبة بين الكتلتين بحيث يتحرك فيها الجسمان بسرعة ثابتة، يجب كتابة معادلات الاتّزان للجسمين، والتعبير عن النسبة منها.	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. $\overrightarrow{\Sigma F}_{1Y}=0$ في اتجاه نحو أسفل السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\overrightarrow{\Sigma F}_{1X}=0$ 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. $\overrightarrow{\Sigma F}_{2Y}=0$ في اتجاه نحو أعلى السطح: الجسم في وضع اتّزان. $\overrightarrow{\Sigma F}_{2X}=0$	$\frac{M_1}{M_2}=\frac{\sin(\alpha)+\mu_K\cdot\cos(\alpha)}{\sin(\beta)-\mu_K\cdot\cos(\beta)}$	**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 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 μ_s.

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 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.

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

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

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.)

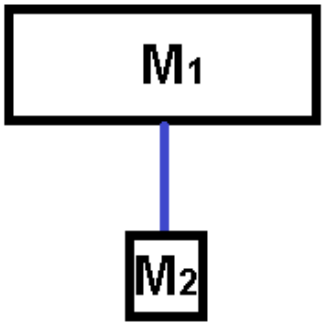
د- عندما تكون زاوية ميل السطحين أصغر، يكون فرق الكتلة المطلوب أكبر، وعندما يكون السطحان أفقيان لا يوجد حل (القسمة على صفر).

هـ- عندما تكون $\alpha = 90^\circ$، 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: $\overrightarrow{\Sigma F_{1Y}}=M_1\cdot\vec{a}$ تعمل قوتان على M_2 M_2g - قوة الجاذبية. T - قوة الشد. الجسم يتسارع: $\overrightarrow{\Sigma F_{2Y}}=M_2\cdot\vec{a}$	$T=0$ 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