

شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية



تجميع صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري

[موقع المناهج](#) ← [المناهج الإماراتية](#) ← [الصف العاشر العام](#) ← [فيزياء](#) ← [الفصل الثاني](#) ← [الملف](#)

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 04:59:43 2024-03-01

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر العام



روابط مواد الصف العاشر العام على تلغرام

[الرياضيات](#)

[اللغة الانجليزية](#)

[اللغة العربية](#)

[التربية الاسلامية](#)

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر العام والمادة فيزياء في الفصل الثاني

[نموذج الهيكل الوزاري بريدج المسار العام](#)

1

[نموذج الهيكل الوزاري انسابير المسار العام](#)

2

[بوربوننت شرح درس قوانين نيوتن من وحدة القوى والحركة](#)

3

[أسئلة الامتحان النهائي - بريدج](#)

4

[أسئلة الامتحان النهائي - بريدج](#)

5



الشكل 3 تثل رسومات الكرة في اليد والكرة المعلقة في الخيط نماذج تصويرية. يظهر مخطط الجسم الحر بجانب كل نموذج.

مخططات الجسم الحر كما أن النماذج التصويرية ومخططات الحركة مفيدة في حل مسائل الحركة. ستساعدك التمثيلات المشابهة في تحليل كيفية تأثير القوى في الحركة. الخطوة الأولى هي رسم الحالة كما هو موضح في الشكل 3. ارسو دائرة حول النظام. وحدد كل أماكن ملائمة النظام للمحيط الخارجي. ففي هذه الأماكن يؤثر البسبب بقوة تلامس. ثم حدد القوى التي تؤثر في النظام. وسوف يوفر هذا رسماً تخطيطياً.

مخطط الجسم الحر هو تمثيل فيزيائي يوضح القوى التي تؤثر في نظام ما. اتبع

هذه الإرشادات عند رسم مخطط الجسم الحر:

- يتم رسم مخطط الجسم الحر منفصلاً عن رسو حالة المسألة.
- استخدم نموذج الجسم. ومثل الجسم بنقطة.
- مثل كل قوة يسهم يشير إلى الاتجاه الذي تؤثر فيه القوة. ارسو دائرتاً متجهات القوة بحيث تشير بعيداً عن الجسم. حتى لو كانت القوة دفقا.
- ارسو كل سهم بحيث يتناسب طوله مع مقدار القوة. في الغالب. ترسو هذه المخططات قبل معرفة متادير كل القوى. في هذه الحالة. يمكنك استخدام أفضل تقدير.
- ضع اسماً لكل قوة. استخدم الرمز F مع كتابة الاسم أسفل الرمز لتحديد كل من المسبب والجسم التي تؤثر فيه القوة.
- اختر اتجاهها موجباً ووضح هذا في المخطط.

استخدام مخططات الجسم الحر ومخططات الحركة تذكر أن التسارع يحدث

نتيجة للقوى غير المتوازنة. إذا كان مخطط الحركة يشير إلى أن الجسم يتسارع. ينبغي أن يتضمن مخطط الجسم الحر لذلك الجسم قوة غير متوازنة في اتجاه التسارع نفسه.

تأكد من فهمك قارن بين اتجاه تسارع جسم ما واتجاه القوة غير المتوازنة التي تؤثر في ذلك الجسم.

جمع القوى

ماذا يحدث إذا دفعت مع صديقتك طاولة وأثر فيها كل منكبا بقوة قدرها 100 N ؟

عندما تدفعان الطاولة مفا في الاتجاه نفسه. فإنكبا تكسيانها ضعف التسارع الذي تكتسبه إذا أثر أحديكبا فيها بقوة قدرها 100 N . عندما يدفع كلاكبا الطاولة في اتجاهين متعاكسين بمقدار القوة نفسه كبا في الشكل 4. لا توجد قوة غير متوازنة. لذلك لا تسارع الطاولة بل تظل مستقرة.

في كل من الحالات التالية، حدّد النظام وارسم مخطط الحركة وارسم مخطط الجسم الحر. سمّ كل القوى بمسبّاتها، ووضّح اتجاه التسارع والقوة المحصلة. ارسم المتجهات بالأطوال المناسبة. تجاهل مقاومة الهواء ما لم يتم الإشارة إلى غير ذلك.

1. يسقط لاعب القفز الحر إلى أسفل في الهواء بسرعة متجهة ثابتة. (يؤثر الهواء في الشخص بقوة اتجاهها إلى أعلى).
2. إذا كنت تمسك بكرة بيسبول في راحة يدك وتذفها إلى أعلى. فارسم رسومات للكرة عندما لا تزال تلمس يدك.
3. بعد أن تفادر الكرة يدك، ترتفع للأعلى ثم تقل سرعتها.
4. بعد أن تصل الكرة إلى أقصى ارتفاع، تسقط للأسفل ثم تزيد سرعتها.
5. مسألة تحفيزية: تلتقط الكرة بيدك وتجعلها تسكن.

القسم 1 • القوة والحركة 93

مسائل تدريبية

كتاب الطالب، ص 93

1. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
2. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
3. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
4. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
5. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.

94	الشكل 5	ربط اتجاه العجلة باتجاه القوة المحصلة	8
----	---------	---------------------------------------	---

التسارع والقوة

لاستكشاف كيفية تأثير القوى في حركة أحد الأجسام، فُكّر في إجراء مجموعة من التحقيقات. تأمل الحالة البسيطة المعروضة في الشكل العلوي من الشكل 5 وفيها تؤثر بقوة في أحد الأجسام أفقياً. سيكون البدء بالاتجاه الأفقي مفيداً لأن الجاذبية لا تؤثر أفقياً. لتقليل التعقيدات الناتجة عن احتكاك الجسم بالسطح، ينبغي أن تجري التحقيقات على سطح أملس مثل طاولة مصقولة جيداً. وستستخدم، أيضاً، عربة بعجلات تدور بسلاسة.

التأثير بقوة ثابتة

يمكنك استخدام جهاز تسمى الميزان الزنبركي. يوجد زنبرك داخل المقياس يمتد بشكل متناسب مع مقدار القوة المؤثرة. يتم تدريج الجزء الأمامي من المقياس لقراءة القوة بوحدة النيوتن. إذا سحبت المقياس بحيث تظل القراءة على الجزء الأمامي ثابتة، فستكون القوة المؤثرة ثابتة. يعرض الشكل الفوتوغرافية العلوية من الشكل 5 ميزاناً زنبركياً يسحب عربة ذات مقاومة منخفضة بقوة ثابتة غير متوازنة.

إذا كنت تجري هذا التحقق وتقيس السرعة المتجهة للعربة لفترة من الزمن، فإنه من الممكن أن ترسم رسماً بيانياً مثل الخط الأخضر الموضح في الرسوم البيانية للسرعة المتجهة - الزمن التي تمثل القوى الثابتة في الشكل الأوسط من الشكل 5. يشير الميل الثابت للخط المستقيم في الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن إلى زيادة السرعة المتجهة بعدل ثابت. المعدل الثابت لتغير السرعة المتجهة يعني أن التسارع ثابت. ويكون هذا التسارع الثابت نتيجة القوة الثابتة غير المتوازنة التي يؤثر بها الميزان الزنبركي في العربة.

كيف يعتمد التسارع على القوة؟ كثر التحقق باستخدام قوة ثابتة أكبر. ثم كثره مرة أخرى باستخدام قوة أكبر كثيراً. ارمِ الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن لكل قوة مثل الخطوط المستقيمة الأحمر والأزرق في الشكل الأوسط من الشكل 5. نذكر أن ميل الخط المستقيم يمثل تسارع العربة. احسب ميل كل خط مستقيم ومثل النتائج لكل قوة لترسم الرسم البياني للتسارع - القوة كما هو موضح في الشكل السفلي من الشكل 5. يوضح الرسم البياني أن العلاقة بين القوة والتسارع علاقة خطية. ونظراً لأن العلاقة خطية، يمكنك تطبيق معادلة الخط المستقيم:

$$y = kx + b$$

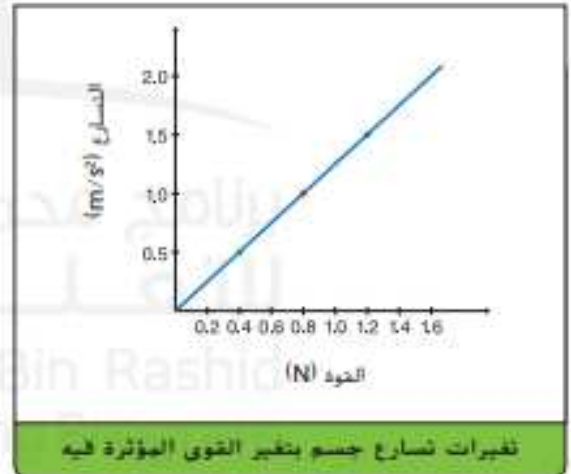
مقطع y يساوي 0. لذلك يتم تبسيط المعادلة الخطية إلى $y = kx$. ويمثل المتغير y التسارع في حين يمثل المتغير x القوة. ومن ثم يساوي التسارع ناتج ضرب ميل الخط المستقيم في القوة المحصلة المؤثرة.



التأثير بقوة ثابتة



الرسومات البيانية للسرعة المتجهة - الزمن للقوى الثابتة



تغيرات تسارع جسم بتغير القوى المؤثرة فيه

الشكل 5 يؤثر الميزان الزنبركي بقوة ثابتة غير متوازنة في العربة. ينتج عن تكرار التحقق باستخدام قوى مختلفة رسومات بيانية للسرعة المتجهة - الزمن ذات ميل مختلف.

99	الشكل 9	تحديد شروط أن يكون الجسم في حالة اتزان	1
99	12	تصنيف القوات على أنها إما قوى التماس أو قوى ميدانية وإدراك أنها ناتجة عن التفاعلات التي تسببها العوامل	16

الشكل 9 يكون الجسم في حالة اتزان إذا لم تتغير سرعته المتجهة. في كلتا الحالتين المصورتين هنا، لا تتغير السرعة المتجهة. لذا من المؤكد أن القوة المحصلة تساوي صفراً.



الاتزان وفقاً لثانوي نيوتن الأول، تسبب القوة المحصلة تغيراً في السرعة المتجهة للجسم. إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما تساوي صفراً، فإن الجسم في حالة **اتزان**. يكون الجسم متزاناً إذا كان يتحرك بسرعة متجهة ثابتة، لاحظ أن البقاء في حالة السكون يمثل حالة خاصة للسرعة المتجهة الثابتة حيث $\mathbf{v} = \mathbf{0}$. يعرّف قانون نيوتن الأول القوة المحصلة بأنها شيء ما يغير حالة الاتزان. إذا لم توجد قوة محصلة مؤثرة في الجسم، فإن الجسم لا يكتسب تغيراً في السرعة أو الاتجاه ويكون في حالة اتزان. كما يوضح الشكل 9، على الأقل من حيث القوى المحصلة المؤثرة، لا يوجد فرق بين الجلوس على كرسي والسقوط بسرعة متجهة ثابتة أثناء الغزير الحر بالهبطات - السرعة المتجهة لا تتغير، لذلك تكون القوة المحصلة صفراً.

عند تحليل القوى والحركة، من المهم أن نضع في الحسبان أن العالم الواقعي مليء بالقوى التي تقاوم الحركة والتي تُسمى قوى الاحتكاك، وليس من السهل الحصول على عالم نيوتن المثالي الخالي من الاحتكاك. إذا حُلّت حالة، واكتشفت أن النتيجة مختلفة عن تجربة مشابهة أجريتها سابقاً، فاسأل نفسك هل هذا بسبب وجود قوى الاحتكاك، على سبيل المثال، إذا دُفعت كتاباً على طاولة، فستتوقف سريعاً للوهلة الأولى. يبدو أن قانون نيوتن الأول خاطئاً في هذه الحالة بسبب تغير السرعة المتجهة للكتاب بالرغم من عدم وجود قوة واضحة تؤثر في الكتاب. ومع ذلك، فإن القوة المحصلة المؤثرة في الكتاب هي قوة الاحتكاك بين الطاولة والكتاب في الاتجاه المعاكس للحركة.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الاتزان (Equilibrium)

• الاستخدام العلمي
الحالة التي تكون فيها القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما تساوي صفراً
عندما يكون أحد الأجسام متوازناً، تكون سرعته المتجهة ثابتة.

الاستخدام العام

حالة الاتزان
أحد الطوت توارن النظام البيني.

القسم 1 مراجعة

12. الفكرة الرئيسية: حدّد كلاً ما يلي بحرف **A** أو **B** أو **C**: الكتلة والتصوير الذاتي ودفع اليد والاحتكاك ومقاومة الهواء وقوة ارجاع الزنبرك والمجاذبية والتسارع
A. قوة تلامس
B. قوة مجال
C. ليست قوة
13. مخطّط الجسم الحر ارسم مخطّط الجسم الحر لكيس من السكر يتم رفعه بيديك بسرعة متزايدة. حدّد النظام بصفاً خاصّة. استخدم الحوسس المتعدية لوضع تسببات لكل القوى ومثبتاتها. تذكر أن ترسم الأسمم بالأطوال الصحيحة.
14. مخطّط الجسم الحر ارسم مخطّط الجسم الحر لدلو ماء يتم رفعه بحبل بسرعة متناقصة. حدّد النظام بصفاً خاصّة. ضع تسببات لكل القوى ومثبتاتها وارسم الأسمم بالأطوال الصحيحة.
15. التفكير الناقد لا يؤثر في قالب ما إلا قوة أفقية قدرها 1 N . ويتم قياس التسارع الأفقي لذلك. عندما تؤثر القوة الأفقية نفسها في قالب ثانٍ، يكون التسارع الأفقي ثلاثة أمثال الأول. ماذا يمكنك استنتاجه عن كتلتي القالبين؟

القسم 1 • القوة والحركة 99

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص 99

12. a. الدفع باليد، الاحتكاك، مقاومة الهواء، قوة النابض
- b. المجاذبية
- c. الكتلة، التصوير الذاتي، التسارع

102, 103	الشكل 11 المثال 3 ،	وصف الوزن الظاهري لجسم يتسارع رأسياً لأعلى أو لأسفل (يبدأ من السكون ، ويصل إلى سرعة ثابتة ، ثم يتوقف)	12
----------	------------------------	---	----

الوزن الظاهري ما الوزن؟ نظراً لأن قوة الوزن يتم تعريفها كالتالي $F_g, F_g = mg$ تتغير عندما تتغير g . تكون g ثابتة تقريباً على سطح الأرض أو بالقرب منه. لذلك لا يختلف وزن الجسم بشكل ملحوظ عندما يتحرك بالقرب من سطح الأرض. إذا كان الميزان المنزلي لا يوفّر إلا القوة المؤثرة فيك إلى أعلى. فإنه يقرأ وزنك. ماذا يقرأ الميزان إذا وقعت بقدم واحدة عليه والأخرى على الأرض؟ ماذا لو ضغطت صدق على كتفك إلى أسفل أو دفع رفعتك إلى أعلى؟ إذا توجد قوى تلامس أخرى تؤثر فيك. ولن يقرأ الميزان وزنك.

ماذا يحدث إذا وقعت على الميزان داخل مصعد؟ مطالباً أنك لا تتسارع. فسيقرأ الميزان وزنك. ماذا يقرأ الميزان إذا تسارع المصعد إلى أعلى؟ يوضح الشكل 11 النموذجين التصوريين والجزئيين لهذه الحالة. فأنت تمثل النظام. والاتجاه إلى أعلى هو الاتجاه الموجب. لأن اتجاه تسارع النظام يكون إلى أعلى. من المؤكد أن القوة المحصلة ستكون إلى أعلى. يجب أن تكون القوة التي يؤثر بها الميزان إلى أعلى أكبر من قوة وزنك إلى أسفل. ومن ثم تكون قراءة الميزان أكبر من وزنك.

إذا استطلعت مصعداً يتسارع إلى أعلى. فسوف تشعر كما لو كنت أثقل لأن أرضية المصعد تضغط بدرجة أقوى على قدميك. ومن ناحية أخرى. إذا كان المصعد يتسارع إلى أسفل. حينها ستشعر أنك أخف وزناً وسيقرأ الميزان أقل من وزنك. تُعد القوة التي يؤثر بها الميزان مثلاً على **الوزن الظاهري**. الذي يمثل قوة الدعم المؤثرة في الجسم.

✓ **تأكد من فهمك** صنف قراءة الميزان عندما يتسارع المصعد إلى أعلى من السكون وعندما يصل إلى سرعة ثابتة وعندما يبدأ بالتباطؤ حتى يتوقف.



الشكل 11 إذا كنت تتسارع إلى أعلى. فمن المؤكد أن القوة المحصلة المؤثرة فيك ستكون إلى أعلى. يجب أن يؤثر الميزان بقوة إلى أعلى أكبر من قوة وزنك إلى أسفل.

تخيل أن الحبل الذي يمسك المصعد انقطع. ماذا يقرأ الميزان عندئذٍ؟ تتسارع أنت والميزان بمقدار $a = g$. ووفقاً لهذه الصيغة. يقرأ الميزان صفراً ويكون وزنك الظاهري صفراً. بمعنى أنك تكون عديم الوزن. ومع ذلك. لا يعني **انعدام الوزن** أن وزن الجسم يساوي صفراً بالفعل. بل يعني عدم وجود قوى تلامس تؤثر في دعم الجسم وأن الوزن الظاهري يساوي صفراً. بطريقة مشابهة للمصعد الذي يستط. يخضع رواد الفضاء لانعدام الوزن في المدار نظراً لأنهم ومركبتهم الفضائية في حالة سقوط حر. ستدرس الجاذبية وانعدام الوزن بتفاصيل أكثر في وحدة لاحقة.

حل المسائل

استراتيجيات

القوة والحركة

عند حل مسائل القوة والحركة. استخدم الإستراتيجيات التالية.

1. اقرأ المسألة بتمعن وارسم نموذجاً مصوراً.
2. ضع دائرة حول النظام واشر نظام إحداثيات.
3. حدّد الكميات المعروفة والمجهولة.
4. أنشئ نموذجاً فيزيائياً من خلال رسم مخطط الحركة مع توضيح اتجاه التسارع.
5. صمم مخطط الجسم الحر موضحاً كل القوى المؤثرة في الجسم.
6. استخدم قوانين نيوتن للربط بين التسارع والقوة المحصلة.
7. أعد ترتيب المعادلة لإيجاد الكمية المجهولة.
8. عوّض عن الكميات المعروفة بوحداتها في المعادلة وحل المعادلة.
9. تحقق من نتائجك لتبين ما إذا كانت منطقية.

مختبر الفيزياء

القوى في المصعد

كيف يتغير الوزن الظاهري عند استغلال المصعد؟

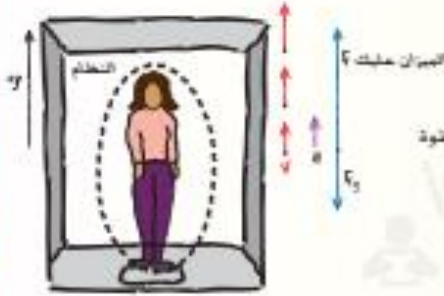
تجربة مصفرة

الكتلة والوزن

ما العلاقة بين الكتلة والوزن؟

الوزن الحقيقي والظاهري إذا كانت كتلتك 75.0 kg، وتقف على ميزان منزلي داخل مصعد. بدايةً من السكون، يتسارع المصعد إلى أعلى بتسارع 2.00 m/s² لمدة 2.00 s ثم يستقر بسرعة ثابتة. هل تكون قراءة الميزان أثناء التسارع أكبر من قراءة الميزان عندما يكون المصعد في حالة السكون أو مساوية لها أو أقل منها؟

1 تحليل المسألة



- ارسم مخططًا للموقف.
- اختر نظامًا إحداثيًا بحيث يكون الاتجاه الموجب إلى أعلى.
- ارسم مخطط الحركة لكل من v و a .
- ارسم مخطط الجسم الحر. يكون اتجاه القوة المحصلة هو اتجاه التسارع. وبالتالي تكون القوة للأعلى أكبر من القوة للأسفل.

المجهول

$$F_{\text{الوزن}} = ?$$

$$m = 75.0 \text{ kg}$$

$$a = 2.00 \text{ m/s}^2$$

$$t = 2.00 \text{ s}$$

$$g = 9.8 \text{ N/kg}$$

2 إيجاد المجهول

$$F_{\text{المسند}} = ma$$

$$F_{\text{المسند}} = F_{\text{الوزن}} + (-F_g)$$

$$F_{\text{الوزن}} \text{ أوجد قيمة}$$

$$F_{\text{الوزن}} = F_{\text{المسند}} + F_g$$

المصعد في حالة السكون

$$F_{\text{الوزن}} = F_{\text{المسند}} + F_g$$

$$= F_g$$

$$= mg$$

$$= (75.0 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg})$$

$$= 735 \text{ N}$$

المصعد يتسارع إلى أعلى

$$F_{\text{الوزن}} = F_{\text{المسند}} + F_g$$

$$= ma + mg$$

$$= (75.0 \text{ kg})(2.00 \text{ m/s}^2) + (75.0 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg})$$

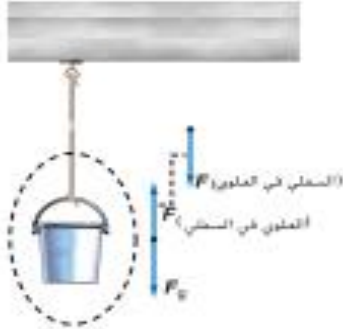
$$= 885 \text{ N}$$

تكون قراءة الميزان أكبر عندما يتسارع المصعد (885 N) من قراءته عندما يكون المصعد في حالة السكون (735 N).

3 تقييم الإجابة

- هل الوحدات صحيحة؟ $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ هي وحدة القوة، وتعادل N.
- هل الإشارة منطقية؟ تتوافق الإشارة الموجبة مع النظام الإحداثي.
- هل المقدار واقعي؟ تكون $F_{\text{الوزن}} = 885 \text{ N}$ أكبر مما هي عليه في حالة السكون عندما تكون $F_{\text{الوزن}} = 735 \text{ N}$ ويكون مقدار الزيادة 150 N، الذي يمثل 20% في المئة تقريبًا من الوزن في حالة السكون. والتسارع إلى أعلى يساوي 20% تقريبًا من التسارع الناتج عن الجاذبية. لذلك يكون المقدار منطقيًا.

الشد



الشد اسم محدد للقوة التي يؤثر بها عيظ أو حبل. وللتبسيط في هذا الكتاب المدرسي سنعتبر أن كل الخيوط والحبال عديدة الكتلة. في الشكل 17، يوشك الحبل أن ينقطع في المنتصف. إذا انقطع الحبل، فسيستطع الدلو، ولكن قبل أن ينقطع، من المؤكد أنه توجد قوى تمسك جزأي الحبل معاً. تمثل القوة التي يؤثر بها الجزء العلوي من الحبل في الجزء السفلي السطحي السطحي في السطح F . ينص قانون نيوتن الثالث على أنه من المؤكد أن هذه القوة جزء من زوجي التأثير المتبادل. والعضو الآخر من الزوجين هو القوة التي يؤثر بها الجزء السفلي من الحبل في الجزء العلوي، وهي السطح في السطح F . وتتضح هذه القوى المتساوية في المقدار والمتضادة في الاتجاه في الشكل 17.

فكر في هذه الحالة بطريقة أخرى. قبل انقطاع الحبل، يكون الدلو في حالة توازن. وهذا يعني أنه يجب أن تساوي قوة وزنه إلى أسفل قوة الشد في الحبل إلى أعلى في المقدار وتعاكسها في الاتجاه وبالمثل. إذا نظرت إلى المنطقة في الحبل فوق الدلو مباشرة، فستجد أنها في حالة توازن أيضاً. ومن ثم يجب أن تكون قوة الشد في الحبل أدناها التي تسحب إلى أسفل مساوية في المقدار لقوة الشد في الحبل أعلاها التي تسحب إلى أعلى. يمكنك التحرك على طول الحبل إلى أعلى والتفكير في أي نقطة لتري أن قوى الشد في أي نقطة في الحبل تسحب بالتساوي في كلا الاتجاهين. لذلك، يساوي الشد في الحبل وزن كل الأجسام أدناه.

الشكل 17 يساوي الشد في الحبل وزن كل الأجسام المعلقة به.

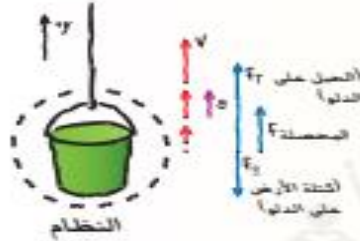
نفحص قوى الشد الموضحة في الشكل 18. إذا كان الفريق A يؤثر بقوة قدرها 500 N، ولا يتسارع الحبل، فمن المؤكد حينها أن الفريق B يسحب بقوة قدرها 500 N، ما مقدار الشد في الحبل؟ إذا كان كل فريق يسحب بقوة قدرها 500 N، فهل يكون مقدار الشد 1000 N؟ لتحديد ذلك، فكر في الحبل باعتباره مقسوماً إلى نصفين. لا يتسارع الجانب الأيسر. لذلك تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه صفراً. لذلك، $500 \text{ N} = \text{الشد في الجانب الأيسر}$ $F_{\text{اليسار}}$ = في الجانب الأيسر $F_{\text{اليسار}}$. وبطريقة مشابهة، $500 \text{ N} = \text{الشد في الجانب الأيمن}$ $F_{\text{اليمين}}$ = في الجانب الأيمن $F_{\text{اليمين}}$. ولكن تمثل قوتا الشد المتساويين في الجانب الأيسر في الجانب الأيمن $F_{\text{اليسار}}$ = في الجانب الأيسر في الجانب الأيمن $F_{\text{اليمين}}$. زوجي التأثير المتبادل، ومن ثم تكونان متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه. لذلك، يساوي الشد في الحبل القوة التي يسحب بها كل فريق أو 500 N. وللتحقق من هذا، يمكنك قطع الحبل من المنتصف وربط النهايتين في ميزان زسركي. يقرأ الميزان 500 N

الشكل 18 لا يتسارع الحبل. لأن قوتي الشد متساوية للفريقين على جانبي الحبل.



مسألة 5

رفع الدلو يتم رفع دلو كتلته 50.0 kg بحبل. لن يتقطع الحبل إذا كان الشد 525 N أو أقل. بدأ الدلو من حالة السكون وبعد رفعه مسافة 3.0 m بلغت سرعته 3.0 m/s إذا كان التسارع ثابتًا. فهل يكون الحبل معرضًا للانقطاع؟



1 تحليل المسألة

- ارسم مخططًا للموقف.
- ارسم نظامًا إحداثيًا يشير المحور الموجب فيه إلى أعلى.
- ارسم مخطط الحركة مع تحديد v و a .
- ارسم مخطط الجسم الحر وضع تسميات القوى.

المجهول	المعلوم
$F_T = ?$	$m = 50.0 \text{ kg}$
	$v_f = 3.0 \text{ m/s}$
	$v_i = 0.0 \text{ m/s}$
	$d = 3.0 \text{ m}$

2 إيجاد المجهول

مثل F متجه مجموع القوة الموجبة للحبل التي تسحب إلى أعلى (F_T) وقوة الوزن السالبة ($-F_g$) التي تسحب إلى أسفل كما هو محدد بالنظام الإحداثي.

$$F_{\text{نتيجة}} = F_T + (-F_g)$$

$$F_T = F_{\text{نتيجة}} + F_g$$

$$= ma + mg$$

v_i و v_f و d معلومة.

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$a = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2d}$$

$$= \frac{v_f^2}{2d}$$

$$F_T = ma + mg$$

$$= m \left(\frac{v_f^2}{2d} \right) + mg$$

▶ بالتعويض عن $F_g = mg$ ، $F_{\text{نتيجة}} = ma$

$$m = 50.0 \text{ kg}, v_f = 3.0 \text{ m/s}, d = 3.0 \text{ m}, g = 9.8 \text{ N/kg} \Rightarrow (50.0 \text{ kg}) \left(\frac{(3.0 \text{ m/s})^2}{2(3.0 \text{ m})} \right) + (50.0 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg}) = 560 \text{ N}$$

الحبل معرض للانقطاع نظرًا لأن الشد يتجاوز 525 N

3 تقييم الإجابة

- هل الوحدات صحيحة؟ بيث التحليل البعدي وحدة $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ وهي N.
 - هل الإشارة منطقية؟ ينبغي أن تكون القوة إلى أعلى موجبة.
 - هل المقدار واقعي؟ بُعد البندول أكبر بقليل من 490 N، وهو وزن الدلو.
- $$F_g = mg = (50.0 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg}) = 490 \text{ N}$$

تطبيقات

33. مسألة تحفيزية وضعت معدات في دلو بحيث أصبحت كتلته 45kg فأذا رفع الدلو فوق سطح منزل بواسطة حبل ينحبل شما لا يتجاوز 450 N. فما أقصى تسارع يمكن أن يكتسبه الدلو أثناء سحبه إلى أعلى السطح؟؟

32. يحاول علي ومالك إصلاح إطار في سيارة علي. لكنهما يواجهان صعوبة في فك الإطار. عندما يسحبان معًا في الاتجاه نفسه. مالك بقوة قدرها 23 N وعلي بقوة قدرها 31 N. أمكنهما بالكاد نزع الإطار من العجلة. ما مقدار القوة بين الإطار والدولاب؟

مسائل تدريبية

كتاب الطالب. ص 110

32. 54 N

33. 0.91 m/s^2

111	36,37,34	الجمع بين القوى لإيجاد القوة المحصلة المؤثرة على جسم ماربط اتجاه العجلة (التسارع) باتجاه القوة المحصلة	7
-----	----------	--	---

الشكل 19a



$$F_N = mg \cdot F_{net} = 0$$

الشكل 19b



$$F_N < mg \cdot F_{net} = 0$$

الشكل 19c



$$F_N > mg \cdot F_{net} = 0$$

الشكل 19 لا تساوي القوة العمودية وزن الجسم دائمًا.

القوة العمودية

عندما يتلامس جسمان في أي وقت، يؤثر كل منهما في الآخر بقوة. فكّر في صندوق مستقر على طاولة. توجد قوة إلى أسفل تؤثر في الصندوق بسبب الجاذبية الأرضية. وأيضًا، توجد قوة إلى أعلى تؤثر بها الطاولة في الصندوق. يجب أن توجد هذه القوة نظرًا لأن الصندوق في حالة توازن. تمثل **القوة العمودية** قوة التلامس المتعامدة التي يؤثر بها سطح ما في سطح آخر.

تكون القوة العمودية متعامدة على مستوى التلامس بين الجسمين دائمًا. لكن هل تساوي وزن الجسم دائمًا؟ يوضح الشكل 19 ثلاث حالات تتضمن صندوقًا بالوزن نفسه. ماذا لو ربطت خيطًا بالصندوق وسحبته إلى أعلى قليلًا، ولكن ليس بدرجة كافية ليمسح الصندوق كما هو موضح في الشكل b من الشكل 19؟ عندما تطبق قانون نيوتن الثاني على الصندوق والقوى المؤثرة في الصندوق، نجد أن $F_N + F_{\text{خيط}} - F_g = ma = 0 \text{ N}$ ، ويمكن إعادة ترتيبها لتصبح $F_N = F_g - F_{\text{خيط}}$.

يمكنك أن تلاحظ أنه في هذه الحالة تكون القوة العمودية التي تؤثر بها الطاولة في الصندوق أقل من وزن الصندوق (F_g). وبالمثل، إذا ضغط على الصندوق الموجود على الطاولة إلى أسفل كما هو موضح في الشكل c من الشكل 19، فسوف تكون القوة العمودية أكبر من وزن الصندوق. سيكون إيجاد القوة العمودية مهمًا عند دراسة الاحتكاك بالتفصيل.

مختبر الفيزياء

قانون نيوتن الثالث ما أزواج التأثير المتبادل بين عربات القطار؟

القسم 3 مراجعة

36. الشد يتدلى من السقف ثقل مربوط بحبل عديم الكتلة. ويتم ربط ثقل ثانٍ بالثقل الأول ويتدلى أسفله بقطعة حبل أخرى عديمة الكتلة. إذا كانت كتلة كل ثقل تساوي 5.0 kg، فما الشد في كل حبل؟

37. الشد يتدلى من السقف ثقل مربوط بحبل عديم الكتلة. ويتم ربط ثقل كتلته 3.0 kg بالثقل الأول ويتدلى أسفله بقطعة حبل أخرى مهيبة الكتلة. مقدار الشد في الحبل العلوي يساوي 63.0 N، أوجد الشد في الحبل السفلي وكتلة الثقل العلوي.

38. التفكير الناقد توضع سارية بين قريتي شد الحبل بحيث لا يرى كل فريق الآخر. ربط أحد الفريقين طرف الحبل من جهته بشجرة. إذا سحب الفريق الآخر بقوة قدرها 500 N، فما مقدار الشد في الحبل؟ اشرح.

34. الكرة الرشيمة أمسك كرة ساكنة في يدك في الهواء كما في الشكل 20. حدّد كل قوة تؤثر في الكرة وزوجي التأثير المتبادل.



الشكل 20

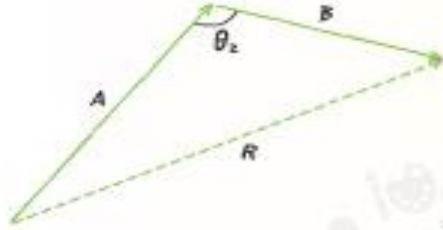
35. القوة تخيل أنك تخفض الكرة لأسفل في الشكل 20 بسرعة متزايدة. هل تتغير أي من القوى أو القوة الأخرى المتعاقبة لها في زوجي التأثير المتبادل؟ وضح ذلك.

القسم 3 مراجعة

34. القوى المؤثرة في الكتاب هي قوة الجاذبية المتجهة إلى أسفل بسبب كتلة الأرض وقوة اليد المتجهة إلى أعلى. ويمثل النصف الآخر من أزواج التأثير المتبادل في قوة الكتاب في الأرض وقوة الكتاب في اليد.
35. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسومات الجسم الحر.
36. بالنسبة إلى الحبل السفلي مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 49 N . بالنسبة إلى الحبل العلوي مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 98 N .
37. بالنسبة إلى الحبل السفلي مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 29 N . بالنسبة إلى الكتلة العلوية مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 3.5 kg .
38. ستكون قوة الشد 500 N والحبل في حالة توازن. أي أن القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفراً. يبذل القريق والشجرة قوتين متساويتين في اتجاهين متضادين.

مثال 1

أوجد مقدار مجموع متجهين أوجد مقدار مجموع إزاحة تبلغ 15 km وإزاحة تبلغ 25 km عندما تكون زاوية θ بينهما تساوي 90° وعندما تكون زاوية θ بينهما تساوي 135° .



1 تحليل المسألة

* ارسم منتهي الإزاحة A و B والزاوية التي بينهما.

المجهول	المعلوم
$R = ?$	$\theta = 90^\circ$ أو $\theta_2 = 135^\circ$
	$A = 25 \text{ km}$
	$B = 15 \text{ km}$

2 إيجاد المجهول

عندما تكون زاوية θ تساوي 90° استخدم نظرية فيثاغورس لإيجاد مقدار متجه المحصلة.

$$R^2 = A^2 + B^2$$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

▶ بالتعويض عن $A = 25 \text{ km}$ ، $B = 15 \text{ km}$

$$= \sqrt{(25 \text{ km})^2 + (15 \text{ km})^2}$$

$$= 29 \text{ km}$$

عندما تكون زاوية θ لا تساوي 90° استخدم قانون جيب التمام لإيجاد مقدار متجه المحصلة.

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB(\cos \theta_2)$$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB(\cos \theta_2)}$$

$$\text{▶ بالتعويض عن } A = 25 \text{ km} ، B = 15 \text{ km} ، \theta_2 = 135^\circ$$

$$= \sqrt{(25 \text{ km})^2 + (15 \text{ km})^2 - 2(25 \text{ km})(15 \text{ km})(\cos 135^\circ)}$$

$$= 37 \text{ km}$$

3 تقييم الإجابة

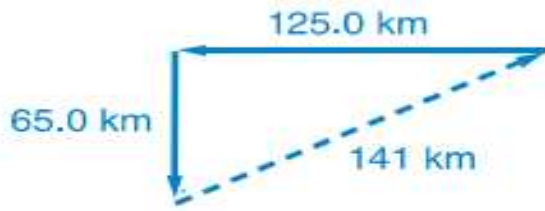
- * هل الوحدات صحيحة؟ كل إجابة عبارة عن طول مقاس بالكيلو متر.
- * هل الإشارات لها مدلول؟ الكيات موجبة.
- * هل المقادير واقعية؟ من الرسم يمكنك أن تعرف أن المحصلة ينبغي أن تكون أكبر من أي متجه؟

برنامج محمد بن راشد

تطبيقات

1. تسير سيارة 125.0 km غرباً ثم 65.0 km جنوباً. ما مقدار إزاحتها؟ أوجد حل هذه المسألة بيانياً وجبرياً وقلرن إجاباتك ببعضها.
2. يمشي مستوطنان من باب المركز التجاري إلى سيارتهما. قطعوا مسافة 250.0 m على طول ممر السيارات ثم اتجها بيئاً بزاوية 90° وقطعوا مسافة أخرى 60.0 m. كم تبعد سيارة المستوطنين عن باب المركز التجاري؟ أوجد حل هذه المسألة بيانياً وجبرياً وقلرن إجاباتك ببعضها.
3. يمشي مسافر 4.5 km في اتجاه واحد ثم يتجه بيئاً بزاوية 45° ويمشي 6.4 km أخرى. ما مقدار إزاحة المسافر؟
4. التحدي تيشي تلة على الرصيف أولاً مسافة 5.0 cm جنوباً. ثم توجه إلى الجنوب الغربي وتشي 4.0 cm. ما مقدار إزاحة التلة؟

مسائل تدريبية
كتاب الطالب ص 124
1. $R = 141 \text{ km}$



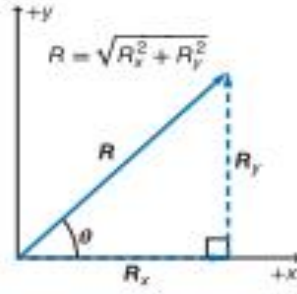
2. $R = 257 \text{ m}$



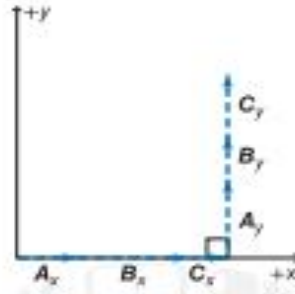
3. $1.0 \times 10^1 \text{ km}$

4. 8.3 cm

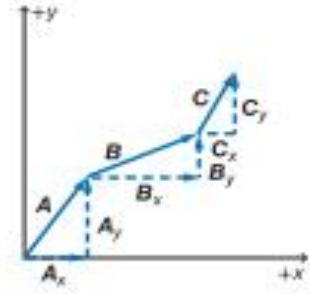
127 كتابي	الشكل 6	أوجد محصلة متجهين أو أكثر جبريا عن طريق جمع مركبتي المتجهات وإيجاد مقدارها) ($R_2=2R_x + R_y$)	15
--------------	---------	--	----



يمكن حساب مقدار متجه المحصلة R باستخدام نظرية فيثاغورس.



اجمع مركبات المحور x مع بعضها ومركبات المحور y مع بعضها.



اجمع المتجهات بياناً بوصفها بطريقة متتالية.

الشكل 6 مجموع المتجهات A و B و C هو مجموع المتجهين R_x و R_y .

جمع المتجهات جبرياً

ربما تتساءل عن السبب الذي يجعلك تحلل المتجهات إلى مركباتها. يوضح الشكل 6 كيف يجعل تحليل المتجهات إلى مركبات جمع المركبات مع بعضها أكثر سهولة. يمكن جمع متجهين أو أكثر (A و B و C وما إلى ذلك) بتحليل كل متجه أولاً إلى مركبات x و y الخاصة به. تجمع مركبات x لتكوين مركبة x الخاصة بمتجه المحصلة.

$$R_x = A_x + B_x + C_x.$$

وبالمثل. تجمع مركبات y لتكوين مركبة y الخاصة بمتجه المحصلة.

$$R_y = A_y + B_y + C_y.$$

نظراً لأن R_x و R_y يكونان زاوية قائمة (90°). يمكنك حساب مقدار متجه المحصلة باستخدام نظرية فيثاغورس.

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2$$

لمعرفة اتجاه متجه المحصلة. تذكر أن الزاوية التي يكونها المتجه مع المحور x نمثليها بالمعادلة التالية.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$$

يمكنك معرفة الزاوية باستخدام مفتاح \tan^{-1} على الآلة الحاسبة. لاحظ أنه عندما تكون $\theta > 0$. تغطي معظم الآلات الحاسبة الزاوية بين 0° و 90° . عندما تكون $\theta < 0$. ستكون الزاوية المذكورة بين 0° و -90° .

حل المسائل

استراتيجيات

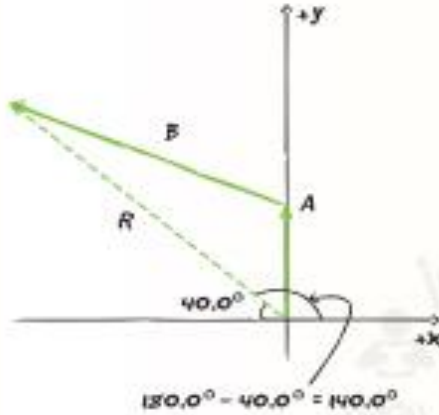
جمع المتجهات

استخدم الأسلوب التالي لحل المسائل التي يجب فيها جمع المتجهات أو طرحها.

1. اختر نظاماً إحداثياً.
2. حلل المتجهات إلى مركبات x الخاصة بها باستخدام $A_x = A \cos \theta$ ومركبات y الخاصة بها باستخدام $A_y = A \sin \theta$. حيث إن θ هي الزاوية المقاسة عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور x الموجب.
3. اجمع متجهات المركبات أو اطرحها في اتجاه x .
4. اجمع متجهات المركبات أو اطرحها في اتجاه y .
5. استخدم نظرية فيثاغورس. $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$. لإيجاد مقدار متجه المحصلة.
6. استخدم $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$ لإيجاد زاوية متجه المحصلة.

128	المثال 2	تحديد مكونات متجه في نظام الإحداثيات الديكارتي باستخدام حساب المثلثات	5
-----	----------	---	---

البحث عن طريق الرجوع أنت في سفر. يبعد معسكرك 15.0 km باتجاه شمال الغرب بزاوية 40.0° . يؤدي الطريق الوحيد عبر الغابات إلى الشمال مباشرة. إذا مشيت في هذا الطريق مسافة 5.0 km قبل أن تجد نفسك داخل حقل. فما مقدار المسافة التي يجب أن تمشيها للوصول إلى المعسكر وفي أي اتجاه ستشي؟



1 تحليل المسألة

- ارسم متجه المحصلة R . من موقعك الأصلي إلى معسكرك.
- ارسم A . المتجه المعلوم وارسم B . المتجه غير المعلوم.

المجهول
 $B = ?$

المعلوم
شمالاً $A = 5.0 \text{ km}$
 $R = 15.0 \text{ km}$ في الشمال الغربي
 $\theta = 140.0^\circ$

2 إيجاد المجهول

أوجد مركبات متجه المحصلة R .

$$R_x = R \cos \theta$$

$$= (15.0 \text{ km}) \cos 40^\circ$$

$$= 11.5 \text{ km}$$

$$R_y = R \sin \theta$$

$$= (15.0 \text{ km}) \sin 140.0^\circ$$

$$= 9.64 \text{ km}$$

▶ بالتعويض عن $R = 15.0 \text{ km}$ ، $\theta = 40^\circ$.

▶ بالتعويض عن $R = 15.0 \text{ km}$ ، $\theta = 40^\circ$.

نظراً لأن A باتجاه الشمال، $A_x = 0.0 \text{ km}$ ، $A_y = 5.0 \text{ km}$. استخدم مركبات R و A لإيجاد مركبات B .

$$B_x = R_x - A_x$$

$$= 11.5 \text{ km} - 0.0 \text{ km}$$

$$= 11.5 \text{ km}$$

$$B_y = R_y - A_y$$

$$= 9.64 \text{ km} - 5.0 \text{ km}$$

$$= 4.6 \text{ km}$$

▶ بالتعويض عن $R_x = 11.5 \text{ km}$ ، $A_x = 0.0 \text{ km}$.

▶ بالتعويض عن $R_y = 9.64 \text{ km}$ ، $A_y = 5.0 \text{ km}$.
▶ هذا المركب باتجاه الشمال.

استخدم مركبات المتجه B لإيجاد مقدار المتجه B .

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

▶ بالتعويض عن $B_x = 11.5 \text{ km}$ ، $B_y = 4.6 \text{ km}$.

$$= \sqrt{(11.5 \text{ km})^2 + (4.6 \text{ km})^2}$$

$$= 12.4 \text{ km}$$

حدد موقع نهاية المتجه B في نقطة الأصل من النظام الإحداثي وارسم مركبات B_x و B_y . المتجه B في الربع الثاني. استخدم دالة الظل لإيجاد اتجاه المتجه B .

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{B_y}{B_x}\right)$$

▶ بالتعويض عن $B_x = 11.5 \text{ km}$ ، $B_y = 4.6 \text{ km}$.

$$= \tan^{-1}\left(\frac{4.6 \text{ km}}{11.5 \text{ km}}\right)$$

$$= 22^\circ$$

▶ ظل الزاوية سالب في الربع الثاني والربع الرابع. لذا توجد إجابتان محتملتان.

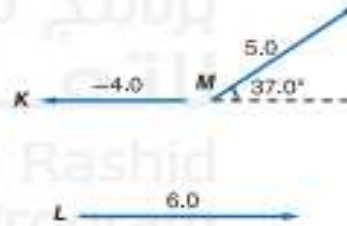
بما أن B في الربع الثاني، يجب أن تكون θ المقاسة من المحور x الموجب 22° باتجاه شمال الغرب. لذا $B = 12.4 \text{ km}$ عند 22° باتجاه شمال الغرب.

3 تقييم الإجابة

- هل الوحدات صحيحة؟ الكيلو مترات والدرجات صحيحة.
- هل الإشارات لها مدلول؟ تتوافق مع الرسم.
- هل المقدار واقعي؟ ينبغي أن يكون طول B أطول من R_x لأن الزاوية بين A و B أكبر من 90° .

القسم 1 مراجعة

11. الفكرة الرئيسية أوجد مركبات المتجه M الموضح في الشكل 9.
12. مركبات المتجهات أوجد مركبات المتجهين K و L في الشكل 9.
13. مجموع المتجهات أوجد مجموع المتجهات الثلاثة الموضحة في الشكل 9.
14. طرح المتجهات اطرح المتجه K من المتجه L الموضح في الشكل 9.
15. العمليات الإبدالية بحلول علماء الرياضيات إن جمع المتجهات عملية إبدالية لأن ترتيب المتجهات المتطابقة غير مهم.
- a. استخدم متجهات من الشكل 9 لتثبت بياناً أن $M + L = L + M$
- b. ما العملية الحسابية العادية (الجمع والطرح والضرب والقسمة) التي تُعد إبدالية؟ ما العملية غير الإبدالية؟ أعط مثالاً لكل عملية لدعم استنتاجك.
16. المسافة والإزاحة هل المسافة التي تشيها تساوي مقدار إزاحتك؟ أعط مثالاً يدعم استنتاجك.
17. التفكير الناقد تظل صندوقاً من خلال إزاحة واحدة ثم من خلال إزاحة ثانية. مقدار الإزاحتين غير متساوي. هل يمكن أن يكون للإزاحتين اتجاهات تجعل الإزاحة المحصلة تساوي صفراً؟ لتفرض أنك تملك الصندوق من خلال ثلاث إزاحات غير متساوية المقدار. هل يمكن أن تساوي الإزاحة المحصلة صفراً؟ ادعم استنتاجك برسم.



الشكل 9

القسم 1 • المتجهات 129

11	<p>10. طرح متجه في الشكل 5-7 اطرح المتجه K من المتجه L.</p> <p>النتيجة = 10.0</p>
12	
13	<p>جمع المتجهات أوجد محصلة المتجهات الثلاثة المبينة في الشكل 5-7.</p> $R_x = K_x + L_x + M_x$ $= -4.0 + 6.0 + 4.0$ $= 6.0$ $R_y = K_y + L_y + M_y$ $= 0.0 + 0.0 + 3.0$ $= 3.0$ $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$ $= \sqrt{6.0^2 + 3.0^2}$ $= 6.7$ $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{R_y}{R_x} \right)$ $= \tan^{-1} \left(\frac{3}{6} \right)$ $= 27^\circ$ <p>$R = 6.7$ هي اتجاه يصنع زاوية 27° على الأفقي.</p>

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص 129

11. $M_x = 4.0$ إلى اليمين $M_y = 3.0$ لأعلى

12. كلا المتجهين أفقي. لذا لا تحتوي أي منهما على المركبة الـ.

 $K_x = -4.0, K_y = 0$ $L_x = 6.0, L_y = 0$ 13. $R = 6.7$ عند 27° 14. $10.0 = (-4.0) - 6.0$ إلى اليمين15. a. تؤدي طريقنا الجمع M و L إلى المتجه R نفسه.

b. يُعد الجمع والضرب عمليتين تراكميتين.

الأمثلة: $3 + 4 = 4 + 3$ $2 + 5 = 5 + 2$

يُعد الطرح والقسمة عمليتين غير تراكميتين.

الأمثلة: $10 - 3 \neq 3 - 10$ $8 \div 2 \neq 2 \div 8$

130	الشكل 10	تعريف قوة الاحتكاك كنوع من القوة بين سطحين ملامسين، وتحديد اتجاهها.	2
130	كما هو مذكور في الكتاب	تحديد معاملات الاحتكاك الحركي والساكن.	13



الفيزياء في حياتك

تخيل أنك تحاول ممارسة رياضة كرة السلة وأنت ترتدي جوارب بدلاً من أحذية رياضية. ستزلق وتسقط في أنحاء ملعب كرة السلة. تساعد الأحذية على توفير القوى اللازمة لتغيير الاتجاهات تغييراً سريعاً أثناء الركض والتوقف في الملعب.

الاحتكاك الحركي والسكوني

ادفع كتابك على سطح المكتب. عندما تتوقف عن الدفع، سرعان ما يصبح الكتاب في حالة من السكون. أثرت قوة الاحتكاك الناشئة عن سطح المكتب على الكتاب فأكسبته تسارعاً يعكس اتجاه حركته. في دراستك السابقة، لم تكن تراعي الاحتكاك أثناء حل المسائل. على الرغم من وجود الاحتكاك من حولك.

أنواع الاحتكاك يوجد نوعان من الاحتكاك. عندما دفعت كتابك على سطح المكتب، تأثر الكتاب بنوع من الاحتكاك يؤثر في الأجسام المتحركة. تُعرف قوة الاحتكاك هذه باسم **الاحتكاك الحركي**، و يؤثر بها سطح على سطح آخر عندما يحدث احتكاك بين السطحين ناتج عن حركة أحد السطحين أو كليهما.

لفهم النوع الآخر من الاحتكاك، تخيل أنك تحاول دفع أريكة على سطح الأرضية كما هو موضح في يسار الشكل 10. تدفعها بقوة صغيرة، لكنها لا تتحرك. نظراً لعدم تسارعها، وبالرجوع لقوانين نيوتن فإن محصلة القوى المؤثرة في الأريكة يجب أن تساوي صفراً. لذا لا بد من أن هناك قوة أخرى ثانية تؤثر في الأريكة، قوة تعاكس للقوة التي تؤثر بها في الاتجاه ومساوية لها في المقدار. تُعرف هذه القوة باسم **الاحتكاك السكوني**، الذي يمثل القوة المؤثرة على أحد الأسطح من سطح آخر في حالة عدم وجود حركة بين السطحين. يجب أن تدفع بقوة كبيرة.

إذا كانت الأريكة لا تزال ساكنة، فذلك يعني أن قوة الاحتكاك السكوني تزداد بزيادة القوة التي تؤثر بها على الأريكة. وأخيراً عندما تدفع بقوة أكبر بحيث تبدأ الأريكة في التحرك، الأريكة في التحرك كما هو موضح في يمين الشكل 10. يوجد حد أقصى لمقدار قوة الاحتكاك السكوني يمكنها أن تصل إليه. بمجرد أن تصبح القوة التي تطبقها أكبر من الحد الأقصى لهذا الاحتكاك السكوني، تبدأ الأريكة في التحرك ويبدأ الاحتكاك الحركي في التأثير فيها.

الفكرة الرئيسية

الاحتكاك عبارة عن قوة بين سطحين متلامسين.

الأسئلة الرئيسية

- ماذا يقصد بقوة الاحتكاك؟
- ما أوجه الاختلاف بين الاحتكاك السكوني والحركي؟

مراجعة المفردات

القوة force الدفع أو السحب الذي يمارس على جسم ما

المفردات الجديدة

الاحتكاك الحركي

kinetic friction

الاحتكاك السكوني static friction

معامل الاحتكاك الحركي

coefficient of kinetic friction

معامل الاحتكاك السكوني

coefficient of static friction

الشكل 10 تتوازن القوة المطبقة مع الاحتكاك السكوني حتى تصل إلى الحد الأقصى. عند تجاوز هذا الحد، يبدأ الجسم في التحرك.

حدد نوع قوة الاحتكاك المؤثرة في الأريكة عندما تبدأ في التحرك.



يزداد الاحتكاك السكوني ليمثل إلى أقصى حد. ليتحقق التوازن مع القوة المطبقة.

تتسارع حركة الأريكة عندما تتجاوز القوة المطبقة الحد الأقصى لقوة الاحتكاك السكوني.



استخدام تجربة الفيزياء

هي معامل الاحتكاك. سيحدد الطلاب معامل الاحتكاك السكوني والحركي.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 3.

المسألة بحر طفل خذاء ثقيلًا تعله مطاطي من أربطته على رصيف بسرعة ثابتة تصل إلى 0.35 m/s . إذا كانت كتلة الخذاء تساوي 1.56 kg ومعامل الاحتكاك الحركي يساوي 0.65 . فما المركبة الأفقية للقوة التي يبذلها الطفل؟ (افترض أن التعل يلامس الرصيف ولا يتحرك حوله).

$$F_{\text{net}} = ma = 0$$

$$ma = 0 \quad F_{\text{net}} = F_x - F_f$$

$$F_x = F_f \quad \text{بتمويض التوازي}$$

$$F_x = \mu F_n = \mu mg = (0.65)(1.56 \text{ kg})(9.8 \text{ N/kg}) = 9.9 \text{ N}$$

المناقشة

المسألة ما الحالات التي يفضل فيها استخدام معامل احتكاك عالٍ بين الأسطح؟

الحل الأمثلة المحتملة هي أحذية الركض على المضمار وورق الصنفرة على الخشب وقرامل السيارات على العجلات وإطارات السيارات على الطرق.

عرض عملي سريع

الاحتكاك

الوقت المقدر 10 دقائق

المواد ورقة كعك غير لاصقة، قالب خشبي مغطى بالليباد مقاس $(6 \text{ in} \times 3 \text{ in} \times 1 \text{ in})$ الإجراء اطلب من الطلاب أن يتوقعوا جانب القالب الذي سيتطلب قوة أكبر لدفعه على ورقة الكعك بسرعة ثابتة. ثم اطلب من بعض الطلاب أن يحركوا أكبر جانب من القالب المغطى بالليباد بسلاسة على طول ورق الكعك غير اللاصق. كرر ذلك مع الجانب الأصغر من القالب. اطلب من الطلاب تلخيص نتائجهم أمام طلاب الفصل. توضح قوة الاحتكاك هي نفسها في كلتا الحالتين. يفسر النظر عن مساحة الأسطح للتلامس.

استعن بالشكل 10

الاحتكاك والقوة

أرسم الصور الواردة في الشكل 10 على السبورة. أرسم متجهات القوى التي توضح القوة المبذولة ومقاومة الاحتكاك في كل حالة. أشرح أن الاحتكاك الثابت سيتناسب مع القوة المبذولة لمقاومة الحركة كما هو مبين في الشكل اليسرى. سيتحرك الجسم فقط عندما تتجاوز القوة المبذولة قوة المقاومة كما هو مبين في الشكل اليميني.

التفكير الناقد

الاحتكاك العالي أو المنخفض أسأل الطلاب هل من الأفضل أن يكون لديك احتكاك عالٍ أم منخفض بين الأسطح. يعتمد ذلك على الحالة. اطلب من الطلاب أن يقدموا أمثلة لكل حالة. من أمثلة الحالات ذات الاحتكاك المنخفض المكابيس في المحركات والزلاجات على الثلج. ومن أمثلة الحالات التي يفضل الاحتكاك العالي فيها المحاة على الورق أو قفاز ماسك القلم الذي يحكم القبض على السارية.

سنطفي-رياضي

ص م



الشكل 11 يمارس الميزان الربيعي قوة ثابتة على الخاب

نماذج رياضية تتناول قوى الاحتكاك ما الذي تعتمد عليه قوة الاحتكاك؟ تؤدي المواد التي تصنع منها الأسطح دورا في ذلك. على سبيل المثال، يوجد احتكاك بين الأحذية التي ترتديها والأرضية الإسبنتية أكثر من الاحتكاك الموجود بين الجوارب التي ترتديها والأرضية الخشبية المصقولة. قد يبدو منطقيًا أن قوة الاحتكاك تعتمد على مساحة السطح أو السرعة التي تتحرك بها الأسطح بعيدا عن بعضها. لكن أظهرت التجارب أن هذا غير صحيح. ومع ذلك، فالقوة المتعامدة الموجودة بين جسيمن لها أهمية. كلما كان من الصعب دفع أحد الأجسام بعكس اتجاه الآخر، كانت قوة الاحتكاك الناتجة أكبر.

✓ تأكد من فهمك حدّد اثنين من العوامل المؤثرة في قوة الاحتكاك.

مختبر الفيزياء

حادث صدم وهروب

المخرجات كيف تتغير من تحديد سرعة السيارة بواسطة فحص علامات الإطارات المتروكة في موقع الحادث؟

الاحتكاك الحركي تجعل أنك تسحب فالنا ما على أحد الأسطح بسرعة ثابتة نظرا لعدم تسارع الخاب. وفقا لقوانين نيوتن، يجب أن تكون قوة الاحتكاك متساوية مع قوة السحب ومعاكسة لها في الاتجاه. يوضح الشكل 11 طريقة واحدة يمكنك من خلالها قياس القوة المبدولة أثناء سحب قالب معروف الكتلة على طاولة وبسرعة ثابتة. سيشير الميزان الربيعي إلى القوة التي تطبقها على الخاب. يمكنك بعد ذلك وضع قوالب إضافية أعلى الخاب الأول لزيادة القوة المتعامدة وتكرار القياس. يوضح الجدول 1 نتائج هذه التجربة.

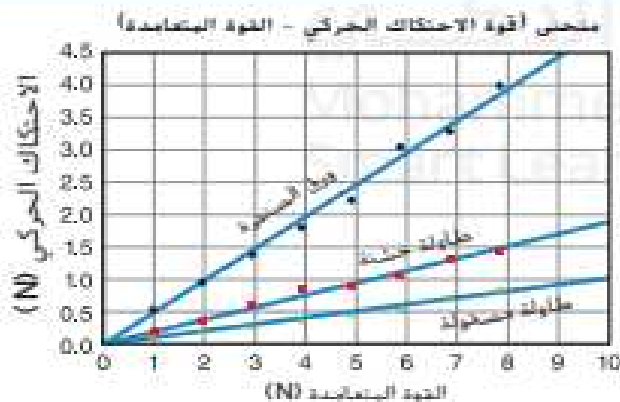
عند تبثيل البيانات تحصل على رسم بياني مماثل للرسم الموجود في الشكل 12. توجد علاقة طردية بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة المتعامدة الخطوط المختلفة ناتجة عن سحب الجسم على أسطح مختلفة. لاحظ أن الخط البياني الخاص بسطح ورق الصنفرة ميله أكبر من الخط الخاص بالطاولة المصقولة تماما. تتوقع أن سحب قالب على ورق الصنفرة سيكون أصعب بكثير من سحبه على طاولة مصقولة. لذا يجب الربط بين زاوية الانحدار ومقدار قوة الاحتكاك الناتجة. يُطلق على ميل الخط البياني للعلاقة بين قوة الاحتكاك الحركي والقوة المتعامدة، μ_k اسم **معامل الاحتكاك الحركي** يربط بين قوة الاحتكاك والقوة المتعامدة.

قوة الاحتكاك الحركي

قوة الاحتكاك الحركي تساوي ناتج ضرب معامل الاحتكاك الحركي في القوة المتعامدة.

$$F_k = \mu_k F_N$$

الشكل 12 يوضح الخطوط البياني للعلاقة بين الاحتكاك الحركي والقوة المتعامدة التي تؤثر على قالب يسحب على أسطح مختلفة. ويشير لوجود علاقة طردية بين القوتين في كل سطح. زاوية الانحدار للخط هي μ_k قارن بين معامل الاحتكاك الحركي للأسطح الثلاثة الموضحة على الرسم البياني.

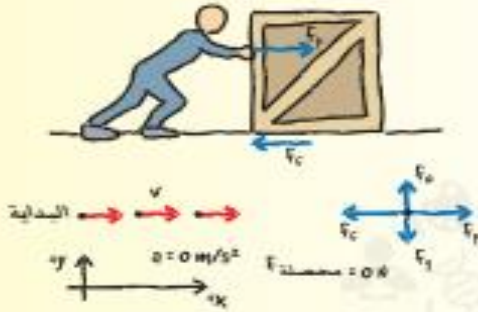


الجدول 1 الاحتكاك الحركي مقابل القوة المتعامدة (ورق الصنفرة)

عدد القوالب	القوة المتعامدة (N)	الاحتكاك الحركي (N)
1	0.98	0.53
2	1.96	0.95
3	2.94	1.4
4	3.92	1.8
5	4.90	2.3
6	5.88	3.1
7	6.86	3.3
8	7.84	4.0

مثال 3

قوى الاحتكاك المتزنة تدفع صندوقًا خشبيًا كتلته 25.0 kg على أرضية خشبية بسرعة ثابتة تبلغ 1.0 m/s. معامل الاحتكاك الحركي يساوي 0.20. ما مقدار قوة دفعك للصندوق؟



1 تحليل المسألة

- حدد القوى وأنشئ نظامًا إحداثيًا.
- ارسم مخططًا للحركة يوضح أن السرعة (v) الثابتة و $a = 0$.
- ارسم مخطط الجسم الحر.

المجهول
قوة دفعك للصندوق $F_A = ?$

المعلوم
 $m = 25.0 \text{ kg}$
 $v = 1.0 \text{ m/s}$
 $a = 0.0 \text{ m/s}^2$
 $\mu_k = 0.20$

2 إيجاد المجهول

تكون القوة المتعادلة في اتجاه المحور y، ولا يتسارع الصندوق في ذلك الاتجاه.

$$\begin{aligned} F_N &= -F_g \\ &= -mg \\ &= -(25.0 \text{ kg})(-9.8 \text{ N/kg}) \\ &= +245 \text{ N} \end{aligned}$$

بتعويض $F_g = mg$ \rightarrow
بتعويض $m = 25.0 \text{ kg}$ ، $g = 9.8 \text{ N/kg}$ \rightarrow

تكون قوة الدفع في اتجاه المحور x، وتكون v ثابتة، لذلك لا يتسارع الصندوق.

$$\begin{aligned} F_{\text{دفعك}} &= \mu_k F_N \\ &= (245 \text{ N})(0.20) \\ &= 49 \text{ N} \end{aligned}$$

إلى اليمين، $F_{\text{دفعك}} = 49 \text{ N}$

3 تقييم الإجابة

- هل الوحدات صحيحة؟ تناسب القوة بالنيوتن.
- هل الإشارة ذات مدلول؟ تتوافق الإشارة الموجبة مع الرسم التخطيطي.
- هل المقدار واقعي؟ تساوي قوة الدفع $\frac{1}{5}$ وزن الصندوق. يتوافق هذا مع $\mu_k = 0.20 = \frac{1}{5}$.

تطبيقات

- تؤثر مروة بقوة أفقية تبلغ 36 N وهي تسحب مزلجة وزنها 52 N على رصيف من الأسمنت بسرعة ثابتة. ما معامل الاحتكاك الحركي بين الرصيف الجانبي والمزلجة المعدنية؟ تجاهل مقاومة الهواء.
- يسحب حسن صندوقًا مبدئيًا بالكتب من مكتبه إلى سيارته. يبلغ إجمالي وزن كل من الصندوق والكتب معًا 134 N. إذا كان معامل الاحتكاك السكوني بين الرصيف والصندوق يبلغ 0.55، فما مقدار القوة التي يجب أن يدفع حسن بها الصندوق في اتجاه أفقي لكي يبدأ في التحرك؟
- يجلس مروان على سجادة صغيرة موضوعة على أرضية خشبية مصقولة. يبلغ معامل الاحتكاك الحركي بين السجادة والأرضية الخشبية الزلقة 0.12 فقط. إذا كان مروان يزن 650 N، فما مقدار القوة الأفقية اللازمة لسحب السجادة ومروان على الأرضية بسرعة ثابتة؟
- التحدي تحتاج إلى أن تحرك أريكة كتلتها 105 kg إلى مكان مختلف في الغرفة. تحتاج إلى قوة تبلغ 403 N لكي تبدأ الأريكة في التحرك. ما معامل الاحتكاك السكوني بين الأريكة والسجادة؟

18	<p>وعلية فإن ،</p> $\mu_k = \frac{f_k}{F_N}$ $= \frac{36 \text{ N}}{52 \text{ N}}$ $= 0.69$ <p>يؤثر فتى بقوة أفقية مقدارها 36 N في زلاجة وزنها 52 N عندما يسحبها على رصيف أسمتي بسرعة منتظمة. ما معامل الاحتكاك الحركي بين الرصيف والزلاجة الفلزية؟ أهمل مقاومة الهواء.</p> $F_N = mg = 52 \text{ N}$ <p>لما كانت السرعة ثابتة، فإن قوة الاحتكاك تساوي القوة التي يؤثر بها الفتى في الزلاجة، وتساوي 36 N.</p> $f_k = \mu_k F_N$
19	<p>يدفع عامر صندوقًا ممثلًا بالكتب من مكتبه إلى سيارته. فإذا كان وزن الصندوق والكتب معًا 134 N ومعامل الاحتكاك السكوني بين البلاط والصندوق 0.55، فما مقدار القوة التي يجب أن يدفع بها عامر حتى يبدأ الصندوق في الحركة؟</p> $F_{\text{عامر في الصندوق}} = f_s$ $= \mu_s F_N$ $= \mu_s mg$ $= (0.55)(134 \text{ N})$ $= 74 \text{ N}$

مسائل تدريبية

18. 0.69

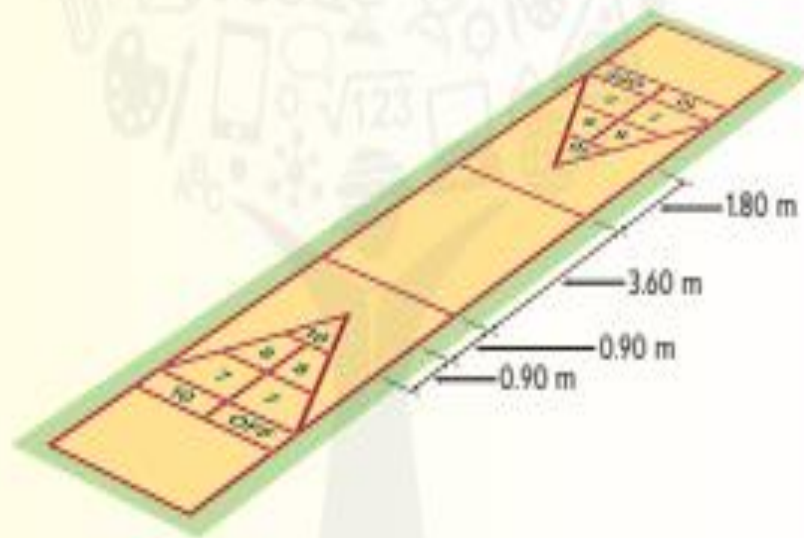
19. 74 N

20. 78 N

21. 0.39

تطبيقات

22. ينزلق قالب كتلته 1.4 kg على سطح خشبي بحيث تقل سرعة القالب بمعدل 1.25 m/s^2 . كم يبلغ معامل الاحتكاك الحركي بين القالب والسطح؟
23. تريد أن تحرك خزانة كتب كتلتها 41 kg إلى مكان مختلف في غرفة المعيشة. إذا كنت تدفع بقوة تبلغ 65 N وتتسارع الخزانة الكتب بمعدل 0.12 m/s^2 . فكم يبلغ معامل الاحتكاك الحركي بين خزانة الكتب والسجادة؟
24. افترض أن القوة التي تدفع بها الصندوق هي الواردة في مثال المسألة 4. ما البعد المستغرق لكي تنضاعف سرعة الصندوق لتصبح 2.0 m/s ؟
25. يقود عابر بسرعة 23 m/s برى فرع شجرة مرمياً على الطريق. يبدأ بالضغط على الفرامل عندما كان فرع الشجرة على بعد 60.0 m أمامه. إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الإطارات المثبتة في السيارة والطريق 0.41 . فهل ستتوقف السيارة قبل الاصطدام بالفرع؟ عللنا بأن كتلة السيارة 1200 kg .
26. التحدي: يدفع فهد قرص في لعبة الأقراس. بسرعة 6.5 m/s كما هو موضح في الشكل 13. إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين القرص والبلعب الصلب يبلغ 0.31 . فما المسافة التي يقطعها القرص قبل أن يتوقف؟ هل ستتوقف رمية فهد في الجزء المقسم إلى 10 نقاط في البلعب؟



الشكل 13

22	<p>. تنزلق قطعة خشبية كتلتها 1.4 kg على سطح خشن، فتتباطأ بتسارع مقداره 1.25 m/s^2. ما معامل الاحتكاك الحركي بين القطعة الخشبية والسطح؟</p> $F_{\text{المحسلة}} = \mu_k F_N$ $ma = \mu_k mg$ $\mu_k = \frac{a}{g}$ $= \frac{1.25 \text{ m/s}^2}{9.80 \text{ m/s}^2}$ $= 0.128$
----	--

23	<p>ساعدت والدك لتحركًا خزانة كتب كتلتها 41 kg في غرفة المعيشة. فإذا دُفعت الخزانة بقوة 65 N وتسارعت بمقدار 0.12 m/s^2، فما معامل الاحتكاك الحركي بين الخزانة والسجادة؟</p> $F_{\text{المحسلة}} = F - \mu_k F_N = F - \mu_k mg = ma$ $\mu_k = \frac{F - ma}{mg}$ $= \frac{65 \text{ N} - (41 \text{ kg})(0.12 \text{ m/s}^2)}{(41 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}$ $= 0.15$
----	--

25	<p>حدد الاتجاه الموجب على أنه اتجاه حركة السيارة.</p> $F_{\text{المحسلة}} = -\mu_k F_N = -\mu_k mg = ma$ $a = -\mu_k g$ <p>ثم أوجد المسافة باستخدام المعادلة الآتية:</p> $v_f^2 = v_i^2 + 2a(d_f - d_i)$ <p>وعوض $d_i = 0$. ومن ثم حل المعادلة بالنسبة لـ d_f.</p> $d_f = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$ $= \frac{(0.0 \text{ m/s})^2 - (23 \text{ m/s})^2}{2(-0.41)(9.80 \text{ m/s}^2)}$ $= 66 \text{ m}$ <p>. عندما كان عبد الله يقود سيارته في ليلة ممطرة بسرعة 23 m/s، شاهد فرع شجرة ملقى على الطريق فضغط على المكابح. إذا كانت المسافة بين السيارة والفرع لحظة الضغط على المكابح 60.0 m وكان معامل الاحتكاك الحركي بين إطارات السيارة والطريق 0.41، فهل تتوقف السيارة قبل أن تصطدم بالفرع، علمًا بأن كتلة السيارة 2400 kg؟</p>
----	---

مسائل تدريبية

0.13 .22

0.15 .23

0.50 s .24

0.66 m .25. إذا برنظم بالفرع قبل أن يتوقف.

0.67 m .26. سيتوقف الفرع في الجزء المكون من 10 نقاط.

136	كما هو مذكور في الكتاب	تذكر أنه لكي يكون الجسم في حالة اتزان، يجب أن تكون القوة المحصلة المؤثرة عليه صفراً.	3
-----	------------------------	--	---

القوى في بُعدين

القسم 3

ينزلق الشخص الذي يظهر على يمين الصفحة على حبل معلق. يُوفر الشد الناشئ في الحبل قوة الدفع لأعلى اللازمة لتحقيق الاتزان مع وزن الشخص. إذا زاد الشد في الحبل، فكيف يمكن أن تتغير الزاوية التي يصنعها الحبل مع المحور الأفقي؟

الفيزياء
في
حياتك



إعادة النظر في الاتزان

لقد درست بالفعل حالات عديدة تتضمن قوى في بُعدين. منها على سبيل المثال، عندما يحدث احتكاك بين سطحين. لا بد أن تضع في حسابك كلاً من قوة الاحتكاك الموازية للسطح والقوة العمودية على هذا السطح. وفي ما سبق درست الحركة في مستوى أفقي فقط. ستُحلّل الآن حالات تتضمن قوى غير متعامدة (الزوايا بينها ليست 90°).

تذكّر أن الجسم يترن عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه صفراً. وطبقاً لقوانين نيوتن، لا يتسارع الجسم عندما لا توجد قوة محصلة تؤثر فيه؛ أي أن الجسم المتزن يتحرك بسرعة متجهة ثابتة. (تذكّر أن بقاء الجسم الساكن هي حالة من الحركة بسرعة متجهة ثابتة). ولقد حلّلت سابقاً أوضاع اتزان عديدة تتضمن قوتين تؤثران في جسم ما. لكن من المهم أن تُدرك أن الاتزان قد يحدث أيضًا إذا تعددت القوى المؤثرة في الجسم. فإذا كانت القوى المحصلة تساوي صفراً، كان الجسم متزنًا.

ما مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الحلقة في الشكل 14؟ يوضح مخطط الجسم الحر في الشكل 14 القوى الثلاث المؤثرة في الحلقة. لأن الحلقة لا تتسارع، نستنتج أن القوى المحصلة لا بد أن تكون صفراً. لكن مخطط الجسم الحر وحده لا يوضح أن محصلة القوى تساوي صفراً. لإيجاد محصلة القوى هذه، لا بد أن تجمع كل المتجهات معًا. تذكّر أنه يمكن نقل المتجهات مع المحافظة على اتجاهاتها (زواياها) وأطوالها. يوضح الشكل 15 الموجودة في الصفحة التالية عملية جمع متجهات القوى لمعرفة محصلة القوى.

الفكرة الرئيسية

يترن الجسم عندما تكون محصلة القوى في الاتجاه x والاتجاه y صفراً.

الأسئلة الرئيسية

- كيف يمكن إيجاد القوة اللازمة لتحقيق الاتزان؟
- كيف تُحلّل مركبتَي متجهات القوى للحركة على سطح مائل؟

مراجعة المفردات

الاتزان $equilibrium$ الحالة التي تساوي فيها محصلة القوى المؤثرة في جسم ما صفراً.

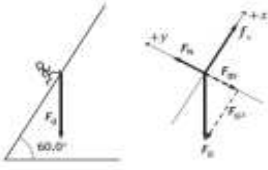
المفردات الجديدة

قوة التوازن $equilibrant$



الشكل 14 الحلقة لا تتسارع. ومن ثم لا بد أن محصلة القوى المؤثرة فيها تساوي صفراً. قارن بين البركة الرأسية لقوة السحب لأعلى في اتجاه اليمين ووزن الكتلة البتديّة من الحلقة.

139 كتابي	المثال 31 ، Q 29 ، 5	تطبيق قوانين نيوتن على المحورين x و y لجسم يتحرك على مستوى مائل مع وبدون احتكاك	20
--------------	-------------------------	---	----

33	<p>29. يصعد شخص بسرعة ثابتة تلاً يميل على الرأسى بزاوية 60°. ارسم مخطط الجسم الحر لهذا الشخص.</p> 
34	<p>حرك أحمد وسهير طاولة عليها كأس كتلتها 0.44 kg بعيداً عن أشعة الشمس. فرغ أحمد طرف الطاولة من جهته قبل أن يرفع سهير الطرف المقابل، فمالت الطاولة على الأفقى بزاوية 15°. أوجد مركبتي وزن الكأس الموازية لسطح الطاولة والعمودية عليه.</p> $F_{\text{موازٍ}} = F_g \sin \theta$ $= (0.44 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\sin 15.0^\circ)$ $= 1.1 \text{ N}$ $F_{\text{عمودية}} = F_g \cos \theta$ $= (0.44 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\cos 15.0^\circ)$ $= 4.2 \text{ N}$
35	<p>ل. ينزل سامي في حديقة الألعاب على سطح مائل يصنع زاوية 35° مع الأفقى. إذا كانت كتلته 43 kg، فما مقدار القوة العمودية بينه وبين السطح المائل؟</p> $F_N = mg \cos \theta$ $= (43.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\cos 35.0^\circ)$ $= 345 \text{ N}$
36	<p>إذا وضعت حقيبة سفر على سطح مائل، فما مقدار الزاوية التي يجب أن يميل بها هذا السطح بالنسبة إلى المحور الرأسى حتى تكون مركبة وزن الحقيبة الموازية لسطح مساوية لنصف مقدار مركبتها العمودية عليه؟</p> <p>عندما تكون الزاوية بالنسبة للمحور الأفقى. $F_{\text{موازٍ}} = F_g \sin \theta$</p> <p>عندما تكون الزاوية بالنسبة للمحور الأفقى. $F_{\text{عمودية}} = F_g \cos \theta$</p> $F_{\text{عمودية}} = 2F_{\text{موازٍ}}$ $2 = \frac{F_{\text{عمودية}}}{F_{\text{موازٍ}}}$ $= \frac{F_g \cos \theta}{F_g \sin \theta}$ $= \frac{1}{\tan \theta}$ $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{1}{2} \right)$ <p>= بالنسبة للمحور الأفقى 26.6°</p> <p>أو</p> <p>= بالنسبة للمحور الرأسى 63.4°</p>

استخدام تجربة الفيزياء

في القوى العمودية. يحدد الطلاب بالتجربة كيف تسرع قوتان مختلفتان، عندما تعملان بشكل متفصلة، جنباً معياً.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 5.

المسألة يجلس جيف، الذي بوزن 640.0 N ، على منحدر تلي ينحدر بزواوية مقدارها 35.0° من الاتجاه الأفقي. فما مركبات وزنه الموازية لسطح التل والعمودية عليه؟

الحل إن اختيار محاور مثل $y+$ الذي يوجد أسفل المنحدر ويكون عمودياً عليه و $x+$ الذي يوجد أسفل المنحدر، يؤدي إلى:

$$F_{gx} = (640.0 \text{ N})(\sin 35.0^\circ) = 367 \text{ N}$$

$$F_{gy} = (640.0 \text{ N})(\cos 35.0^\circ) = 524 \text{ N}$$

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 6.

المسألة ينزلق طفل من قطعة سكون أعلى زلافة في ملعب. إذا كانت الزلافة تصلي بزواوية 30.0° وكان معامل الاحتكاك الحركي بين الزلافة وسروال الطفل يساوي 0.18 . فكم يبلغ تسارع الطفل؟

$$\text{الحل } F_{gx} - F_{fx} = ma_x$$

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_x$$

$$a_x = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$$

$$= (9.80 \text{ N/kg})(\sin 30.0^\circ)$$

$$- 0.18(9.80 \text{ N/kg})(\cos 30.0^\circ)$$

$$= 3.4 \text{ m/s}^2$$

الفيزياء في واقع الحياة

الاتزان والتوازن السكوني أحد أهم تطبيقات منتجات القوة التي يستخدمها المهندسون المعماريون والمصممون في تحقيق الاتزان في الهياكل التي يصممونها وتُعرف باسم التوازن السكوني. يُعد الاتزان عنصرًا حيويًا سواء أكان الهيكل جسماً أو مبنى أو طريقاً سريعاً، ينبغي تشييد مبانٍ بأسطح ذات قمم بحيث تكون القوة الخارجية في المكان الذي يلتحم فيه السطح بالحائط متوازنة. يمكن القيام بذلك عن طريق دعامة خارجية أو كتيفة داخلية. وفي كل حالة، تُبذل قوة داخلية أفقية لتوازن المركبة الخارجية لمتجه السطح.

الأسطح المائلة

المناقشة

المسألة إذا انزلق جسم لأسفل سطح مائل، فهل يعتمد تسارعه على كتلته؟ أم على معامل الاحتكاك الحركي بين السطحين؟ أم على زاوية الميل؟

الحل يعتمد على الزاوية ومعامل الاحتكاك. لكنه لا يعتمد على كتلة الجسم.

$A = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$. لأن θ كبير لدرجة أنه يسمح بحدوث انزلاق.

استخدام التجربة المصغرة

في القوى على السطح، سيفيس الطلاب مقدار القوة اللازمة لسحب جسم ما بسرعة ثابتة أعلى سطح مائل.

استخدام تجربة الفيزياء

في الاحتكاك على السطح، سيحقق الطلاب في تسارع جسم ما ينزلق أسفل منحدر، وسيقارنون هذا بقيمتهم المحددة من واقع التجربة لمقدار التسارع.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسية

الحركة على لوح منحدر أسأل الطلاب كيف سيصتقون محاور لحركة انزلاق صندوق أدوات أسفل لوح منحدر. ضع أسئلة عمودية على اللوح والحدود x موازية لسطحه. اطلب من الطلاب أن يصفوا كيف ترتبط القوة العمودية بزوايا اللوح. كلما زادت الزاوية، قلت القوة العمودية ($F_N = mg \cos \theta$).

التأكد من القيم

عوامل التوازن أسأل كيف يمكن بذل قوتين بمقدار 6.0 N و 8.0 N على جسم لتحصل على قوة ناتجة مقدارها 10.0 N. يمكن بذل القوتين بزوايا مقدارها 90° مع بعضهما البعض. ارسم القوتين. ثم أسأل كيف يمكن إضافة قوة ثالثة لتحقيق الاتزان. ينبغي أن يصل مقدار القوة الثالثة إلى 10.0 N وتوجه في الاتجاه المقابل لهذه القوة الناتجة التي مقدارها 10.0-N. ذكر الطلاب أن هذه القوة الثالثة تعد عامل توازن.

من م من مملكتي رياضي

إعادة التدريس

تحليل المتجهات أحد تحليلات المتجهات الأكثر شيوعاً هو تحليل وزن جسم على سطح مائل. كثر هذا التحليل خطوة بخطوة. مع التأكيد على السبب الذي يجعل كل مركبة تقع في المكان الذي توجد فيه. ولا يمكن أن تكون المركبة أكبر من الوزن الإجمالي للجسم. لاحظ أن رسم مثلث كبير سيساعد الطلاب.

مسائل تدريبية

33. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الجسم الحر.

34. $F_{\text{موازي}} = 11 \text{ N}; F_{\text{عمودي}} = 4.2 \text{ N}$

35. 345 N

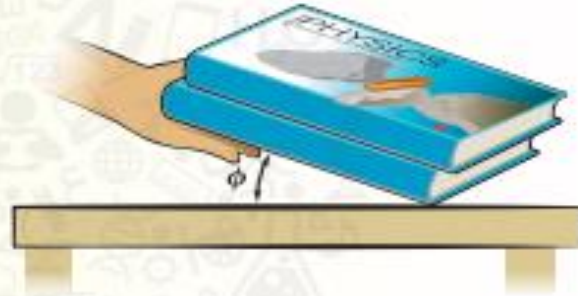
36. 26.6° بالنسبة إلى الاتجاه الأفقي

141	38,37	تطبيق قانون نيوتن الثاني لحل المسائل العددية	17
-----	-------	--	----

37. ارجع إلى الصندوق الموجود على السطح البائل في مثال 5. احسب مقدار التسارع. ما مقدار سرعة الصندوق بعد مرور $s = 4.00$ ؟
38. قرر جمال أن يجرب الانزلاق إلى أسفل المنحدر المستخدم في مثال المسألة 6. لكن اعتطف الانزلاق جمال عن انزلاق عبر. فبعد أن دفع ثراد نفسه لبدأ الانزلاق. انزلق بسرعة ثابتة. ما معامل الاحتكاك الحركي بين جمال وسطح المنحدر؟
39. انزلقت داليا. التي كتلتها 45 kg . إلى أسفل منزلق مائل على المستوى الأفقي بزاوية 45° . إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين داليا وسطح المنزلق 0.25 . فما مقدار تسارعها؟
40. التحدي وضعت كتابي فيزياء أحدهما فوق الآخر كما هو موضح في الشكل 19. وقمت بإمالة الكتاب السفلي بالمقدّر الذي يبدأ معه الكتاب العلوي في الانزلاق. أجريت عتض محاولات وقمت الزوايا البوضحة في الجدول 3.

الجدول 3 المحاولات وزاوية الميل

المحاولة	ϕ
1	21°
2	17°
3	21°
4	18°
5	19°



الشكل 19

- a. ما متوسط الزاوية ϕ القيمة خلال المحاولات الخمس؟
- b. ما مقدار معامل الاحتكاك السكوني بين غلافي الكتابين؟ استخدم متوسط الزاوية ϕ الذي أوجدته في السؤال (a).
- c. إذا فترضنا أنك قمت تسارع الكتاب العلوي إلى أسفل فوجدته 13 m/s^2 . فما مقدار معامل الاحتكاك الحركي؟ افترض أن الزاوية ϕ تساوي قيمة المتوسط الذي أوجدته في السؤال (a).

القسم 3 مراجعة

45. الاتزان تعلق لوحة قبية يسلكين طويلين. سيتقطع السلكان إذا كانت القوة المؤثرة فيهما كبيرة جداً. هل يجب أن تعلق اللوحة كما في الشكل العلوي أم كما في الشكل السفلي في الشكل 20؟ اشرح.



الشكل 20

46. التفكير الناقد هل يمكن أن يكون لمعامل الاحتكاك قبية. بحيث يتمكن طفل من الوصول إلى قمة منحدر بسرعة متجهة ثابتة؟ اشرح لم أو لم لا. افترض عدم وجود قوة دفع أو سحب أخرى تؤثر في الطفل.

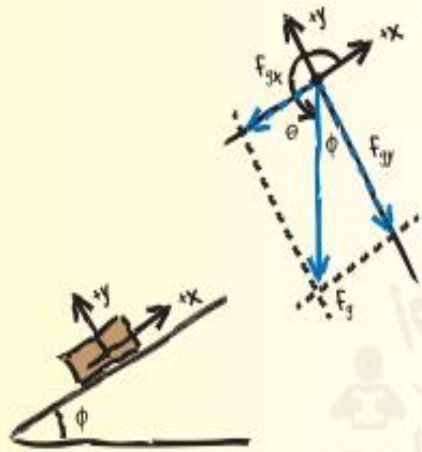
41. العكسة الرئيسية يسحب منزلق على الماء كتلته 63 kg بحبل على سطح مائل يصنع زاوية 14.0° مع المستوى الأفقي بقوة شد في الحبل تعادل 512 N . إذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الشخص المنزلق والسطح البائل 0.27 . فما مقدار تسارع الشخص المنزلق؟ وما اتجاهه؟

42. القوى من طرائق تخلص سيارتك من القرز أن تربط طرف حبل متين بالسيارة وطرفه الآخر بشجرة. ثم تسحب الحبل من نقطة المنتصف بزاوية قائمة على الحبل. ارس مخطط الجسم الحر ثم وضح كيف يمكن أن تكون القوة المؤثرة في السيارة كبيرة حتى لو بذلك قوة صغيرة عند سحب الحبل.

43. الكتلة تعلق لوحة النتائج الإلكترونية في سقف صالة ألعاب رياضية باستخدام عشرة أسلاك متينة. تصنع ستة من هذه الأسلاك زاوية 8.0° مع المستوى الرأسي. بينما تصنع الأسلاك الأربعة الأخرى زاوية 10.0° مع المستوى الرأسي. إذا كان الشد في كل سلك 1300 N . فما مقدار كتلة لوحة النتائج الإلكترونية؟

44. جميع المتجهات ما مجموع المتجهات الثلاثة التي تشكل مثلثاً عند وضع رأس منتج على ذيل آخر؟ إذا كانت هذه المتجهات تمثل القوى المؤثرة في جسم ما. فما الذي يعنيه ذلك بالنسبة إلى حالة الجسم؟ صف الحركة الناتجة عن هذه القوى الثلاث المؤثرة في الجسم.

مركبتا الوزن لجسم على سطح مائل يستقر صندوق وزنه 562 N على سطح مائل يصنع زاوية 30.0° فوق المستوى الأفقي. أوجد مركبتي قوة وزن الصندوق الموازية للسطح والعمودية عليه.



1 تحليل المسألة

- ارسم نظامًا إحداثيًا يشير فيه المحور x الموجب إلى أعلى السطح المائل.
- ارسم مخطط الجسم الحر مبيّنًا F_g ومركبتها F_{gx} و F_{gy} والزوايتين θ و ϕ .

المجهول

المعلوم

$$F_{gx} = ? \quad F_g = 562 \text{ N في الاتجاه السطحي}$$

$$F_{gy} = ? \quad \phi = 30.0^\circ$$

$$\theta = ?$$

2 إيجاد المجهول

$$\theta + \phi = 270^\circ$$

$$\theta = 270^\circ - 30^\circ$$

$$= 240^\circ$$

$$F_{gx} = F_g(\cos \theta)$$

$$= (562 \text{ N})(\cos 240.0^\circ)$$

$$= -281 \text{ N}$$

$$F_{gy} = F_g(\sin \theta)$$

$$= (562 \text{ N})(\sin 240.0^\circ)$$

$$= -487 \text{ N}$$

▶ الزاوية بين المحور x الموجب والمحور y السالب هي 270° .

▶ بالتعويض $\phi = 30^\circ$ ثم إعادة الترتيب.

▶ بالتعويض $F_g = 562 \text{ N}$ و $\theta = 240.0^\circ$.

▶ بالتعويض $F_g = 562 \text{ N}$ و $\theta = 240.0^\circ$.

3 تقييم الإجابة

- هل الوحدات صحيحة؟ نفاَس القوة بالنيوتن.
- هل الإشارات لها مدلول؟ تشير المركبتان إلى اتجاهين يعاكسان المحورين الموجبين.
- هل المتادير واقعية؟ فية كل من المركبتين أقل من F_g . كما كان متوقفا.

مسائل تدريبية

37. 4.90 m/s^2 ; 19.6 m/s

38. 0.75

39. 5.2 m/s^2

40. a.

$$\phi_{\text{average}} = \frac{21^\circ + 17^\circ + 21^\circ + 18^\circ + 19^\circ}{5}$$

$$= 19^\circ$$

b. 0.34

c. 0.20

ينزل شخص كتلته 45 kg إلى أسفل سطح مائل على الأفقي بزاوية 45° . فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين الشخص والسطح 0.25، فما مقدار تسارعه؟

$$\begin{aligned}
 F_{\text{وزن الشخص الموزن للسطح المائل}} - f_k &= ma \\
 a &= \frac{F_{\text{وزن الشخص الموزن للسطح المائل}} - f_k}{m} \\
 &= \frac{mg \sin \theta - \mu_k F_N}{m} \\
 &= \frac{mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta}{m} \\
 &= g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta) \\
 &= (9.80 \text{ m/s}^2) [\sin 45^\circ - (0.25)(\cos 45^\circ)] \\
 &= 5.2 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

39

الكتلة تُعلّق لوحة النتائج الإلكترونية في سقف صالة ألعاب رياضية بـ 10 أسلاك غليظة؛ ستة منها تصنع زاوية 8.0° مع الرأس، في حين تصنع الأسلاك الأربعة الأخرى زاوية 10.0° مع الرأس. إذا كان الشد في كل سلك 1300 N، فما مقدار كتلة لوحة النتائج؟

$$\begin{aligned}
 F_{\text{الصمغية}} &= ma_y = 0 \\
 F_{\text{الصمغية}} &= F_{\text{الأسلاك في لوحة النتائج}} - F_g \\
 &= 6F_{\text{الصمغية}} \cos \theta_6 + 4F_{\text{الصمغية}} \cos \theta_4 - mg = 0 \\
 m &= \frac{6F_{\text{الصمغية}} \cos \theta_6 + 4F_{\text{الصمغية}} \cos \theta_4}{g} \\
 &= \frac{6(1300.0 \text{ N})(\cos 8.0^\circ) + 4(1300.0 \text{ N})(\cos 10.0^\circ)}{(9.80 \text{ m/s}^2)} \\
 &= 1.31 \times 10^3 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

40

التسارع يُسحب صندوق كتلته 63 kg بحبل على سطح مائل يصنع زاوية 14.0° مع الأفقي. إذا كان الحبل يوازئ السطح، والشد فيه 512 N، ومعامل الاحتكاك الحركي 0.27، فما مقدار تسارع الصندوق؟ وما اتجاهه؟

$$\begin{aligned}
 F_N &= mg \cos \theta \\
 F_{\text{الحبل في الصندوق}} - F_g - f_k &= ma \\
 F_{\text{الحبل في الصندوق}} - mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta &= ma \\
 a &= \frac{F_{\text{الحبل في الصندوق}} - mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta}{m} \\
 &= \frac{512 \text{ N} - (63 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\sin 14.0^\circ) - (0.27)(63 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\cos 14.0^\circ)}{63 \text{ kg}} \\
 &= 3.2 \text{ m/s}^2 \text{ الاتجاه إلى أعلى السطح المائل}
 \end{aligned}$$

41