تقويم الدّرس 1-1 — الإجابات

يقوم الطّالب الآن بِسحب الصّندوق إلى أعلى بوساطة قوّة مقدارها 80 N دون أن يستطيع تحريكه.

e. ما مُحصّلة القوى المؤثّرة في الصّندوق؟

محصلة القوى= صفرًا

f. ما مقدار القوّة العموديّة على الصّندوق؟

القوة العمودية $F_N = 147 - 80 = 67$ N

4. تدفع امرأة قفصًا خشبيًّا كتلته 40 kg على أرض خشبيّة.
فتطبّق قوّة أفقيّة مقدارها 120 N دون أن يتحرّك القفص.
ثمّ تطبّق قوّة أفقيّة مقدارها 160 N دون تحريك القفص أيضًا.
وأخيرًا تطبّق قوّة أفقيّة مقدارها 200 N فيبدأ القفص بالانزلاق.

a. ما أقصى قيمة لِقوّة الاحتكاك السّكونيّ (بوحدة النّيوتن)؟

الجواب: نحصل على أقصى قيمة لقوة الاحتكاك السكوني عندما تبدأ الأسطح بالحركة. في هذه الحالة تكون قيمتها= 200 N.

b. ما مقدار مُعامل الاحتكاك السّكونيّ؟

الجواب: نستخدم المعادلة الآتية:

$$F_s = \mu_s F_N \rightarrow \mu_s = \frac{F_s}{F_N}$$

$$\mu_s = \frac{200N}{(40kg)(9.8N/kg)} = 0.51$$

5. يتزلّق طابوق كتلته 1.5 kg بسرعة ثابتة على سطح طاولة. كم يكون مقدار قوّة الاحتكاك الحركيّ إذا كان $\mu_k = 0.35$؟

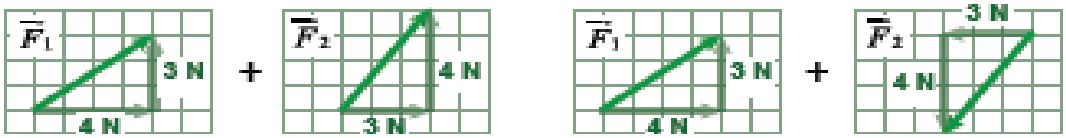
الجواب: نستخدم المعادلة الآتية:

$$F_k = \mu_k F_N \rightarrow F_k = \mu_k mg$$
$$F_k = (0.35)(1.5kg)(9.8N/kg) = 5.1N$$

الوحدة الأولى (القوى)
درس (المتجهات و القوى)

تقويم الدّرس 1-2 — الإجابات

1. في الشكلين الموضحَين في الجزءين (a) و (b)، استخدم المُرَكَّبَتَين x و y لكلّ متّجه قوّة، لإيجاد كل من $\vec{F_1}$ و $\vec{F_2}$. استخدم حساب المُرَكَّبات وطريقة «الرّأس والذّيل» البيانيّة. عبّر عن النّتيجة بيانيًّا وبالأرقام.



الجزء(a) — الجزء(b)

طريقة حساب المُرَكَّبات

الجزء(a)

$F_x = F_{1x} + F_{2x} = 4 + 3 = 7N$

$F_y = F_{1y} + F_{2y} = 3 + 4 = 7N$

$\vec{F} = (F_x, F_y)$. $\vec{F} = (7,7)N$

الجزء(b)

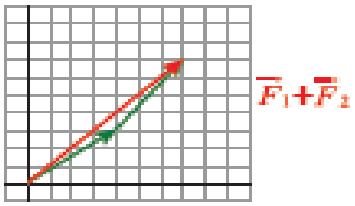
$F_x = F_{1x} + F_{2x} = 4 - 3 = 1N$

$F_y = F_{1y} + F_{2y} = 3 - 4 = -1N$

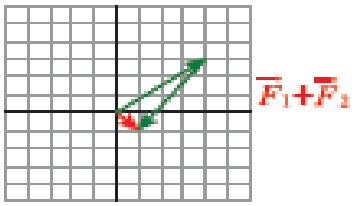
$\vec{F} = (F_x, F_y)$. $\vec{F} = (1,-1)N$

طريقة الرأس والذيل

الجزء(a)



الجزء(b)



تقويم الدَرس 1-2 — الإجابات

2. احسب مقادير المُتَّجِهات $\vec{F_1} + \vec{F_2}$ ومُحصِّلة المُتَّجِهات الناتجة من المسألة السابقة.

a. المقادير والمحصِّلة هما:

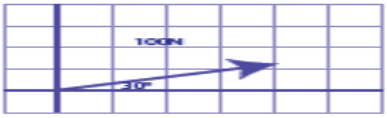
$$\vec{F_1} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5N$$
$$\vec{F_2} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5N$$
$$\vec{F_1} + \vec{F_2} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{7^2 + 7^2} = 9.9N$$

b. المقادير والمحصِّلة هما:

$$\vec{F_1} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5N$$
$$\vec{F_2} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(-3)^2 + (-4^2)} = 5N$$
$$\vec{F_1} + \vec{F_2} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{1^2 + (-1)^2} = 1.4N$$

3. جد مُرَكَّبَتَي قوّة مقدارها 100N بزاوية 30° مع المحور x ولها مُرَكَّبة y موجبة.

من الأفضل رسم المتجه لكي يراه الطالب قبل حساب المركّبات.

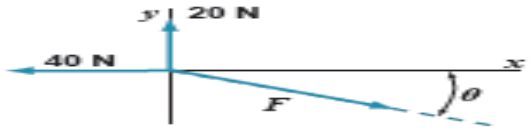


$$F_x = F\cos\theta = 100\cos 30 = 86.6N$$
$$F_y = F\sin\theta = 100\sin 30 = 50N$$

4. ما زاوية اتجاه قوّة ما إذا كانت مُرَكَّبتها الأفقية 10N ومُرَكَّبتها الرأسية 15N؟

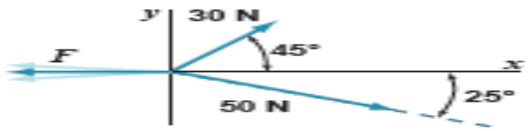
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{15}{10}\right) = 56°$$

5. في الرَسم البياني أدناه، احسب القوّة المطلوبة لِجعل القوى متَّزنة، عبّر عن إجابتك $\vec{F} = (F_x, F_y)$.



لجعل القوى متّزنة لابد أن تكون محصّلة القوى المؤثرة تساوي صفرًا. هذا يعني أن مجموع مركّبات القوى على المحور x تساوي الصفر، وكذلك على المحور y. ولهذا فإن مركّبة القوّة F على المحور x تساوي 40N، وعلى المحور y تساوي 20N-. ولذلك فإن F = (40N ، -20N)

6. احسب القوّة المطلوبة لِجعل مُحصِّلة القوى، المبيّنة في الرَسم البياني أدناه، صفرًا. عبّر عن إجابتك $F = (F_x, F_y)$.



لجعل محصّلة القوى تساوي صفرًا لا بد أن تكون مركّبتها على كلٍّ من المحورين x و y تساوي صفرًا. لذلك سنحسب أوّلًا مركّبات القوّتين المبينتين في الرسم البياني أعلاه، ثم نجمع المركّبات الموجودة على المحور ذاته.

$$F_{1x} = 30\cos 45 = 21N \text{ ، } F_{2x} = 50\cos 25 = 45N \text{ ، } F_x = 21 + 45 = 66N$$

ولهذا نحتاج إلى قوّة مركّبتها على المحور x تساوي 66N- لكي يحدث الاتزان على المحور x.

وعلى المحور y:

$$F_{1y} = 30\sin 45 = 21N \text{ ؛ } F_{2y} = -(50\sin 25) = -21N \text{ ، } F_y = 21 - 21 = 0N$$

ولهذا نحتاج إلى قوّة مركّبتها على المحور Y تساوي 0N، لكي يحدث الاتزان على المحور Y. لذلك يمكن كتابة القوّة المطلوبة للاتزان على الشكل الآتي: F = (-66N ، 0N)

الوحدة الأولى (القوى)

تقويم الوحدة (ص 43- ص 46)

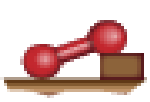
1. أيّ زوج من خصائص الحركة يمكن تغييره تحت تأثير قُوّة؟

   c. اتّجاه الحركة والسّرعة.

2. إذا كانت المُركّبة **x** لقوّة مقدارها 10 N تبلغ 6 N، فكم تبلغ المُرَكّبة y لهذه القوّة؟

   b. 8 N

3. أيّ من مخططات الجسم الحُر تمثل الجسم الأحمر بشكل صحيح؟



   b.

4. يؤثر محرّك سيارة بقوّة مقدارها 100,000 N، في حين أن قوّة الاحتكاك مع الأرض مقدارها 20,000 N. ما محصلة القوى المؤثرة في السّيّارة؟

   c. 80,000 N

5. كم يكون وزن جسم على سطح الشمس، إذا كانت كتلته 100 kg، وعجلة الجاذبيّة على سطحها، 274 m/s²؟

   c. 27,400 N

6. ما كتلة جسم يزن 300 N على سطح الأرض؟

   b. 31 kg

7. كم تبلغ عجلة الجاذبيّة على كوكب المشتري، إذا كان وزن أحدهم على سطح الأرض 600 N، وعلى كوكب المشتري 1,400 N؟

   c. 23 m/s²

8. يُحرّك صندوق تحت تأثير قوتين متعامدتين. كيف يكون اتجاه سيره؟

   c. باتّجاه محصّلة القوتين

9. يسحب رجل صندوقًا على أرض أفقيّة بوساطة قوّة تميل بزاوية θ مع الأفقي. كم تكون الزاوية θ، إذا كانت المُرَكّبتان الأفقيّة والرّأسيّة للقوّة لهما المقدار نفسه؟

   c. 45°

10. كيف تكون اتجاهات ثلاث قوًى متتالية، إذا كانت محصلتها صفرًا؟

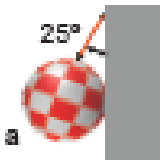
d. يتطابق ذيل القوّة الأولى مع رأس القوّة الثّالثة.

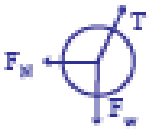
11. يوضع صندوق كتلته 5 kg في إحدى كفّتي ميزان طوله 1 m، ونقطة ارتكازه في وسطه. عند أيّ مسافة من نقطة الارتكاز يجب أن نضع صندوقًا آخر كتلته 10 kg، بحيث يبقى الميزان متّزنًا؟

a. 0.25 m

الدّرس 1-1 القوى والاتّزان

12. ارسم مخطّط الجسم الحر للكرة (a) ذات الكتلة m وهي في حالة اتزان كما في الشكل المجاور.

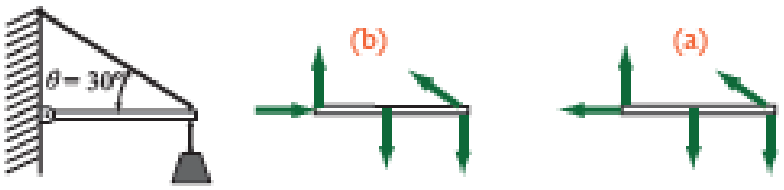




13. ما الكمّيات الفيزيائيّة الّتي يكون مجموعها مُساويًا صفرًا، عندما يكون النّظام مُتّزنًا؟

تكون محصلة القوى صفرًا للاتزان الانتقالي، ومحّصلة العزوم صفرًا للاتزان الدوراني، والمحصلتان صفرًا للاتزان التام.

14. أيّ من الرّسمَين الآتيين يعبّر بشكل صحيح عن مخطّط الجسم الحرّ لذراع أفقيّ يحمل وزنًا؟ فسّر إجابتك.



b. يعبّر بشكل صحيح؛ لأن قوّة رد الفعل من الجدار المرسومة في a هي القوّة التي يؤثر بها الذراع الأفقي في الحائط بدلًا من قوّة رد الفعل التي يؤثر بها الجدار في الذراع.

15. تسقطُ كرة تحت تأثير وزنها 10 N، وتتعرّض لمقاومة هواء 4 N إلى أعلى. ما مُحصّلة القوى المؤثّرة في الكرة؟

d. 6 N إلى أسفل.

16** هل يمكنك التّفكير في موقف لا يكون فيه لِجسم معيّن أيّ قوّة تؤثّر فيه؟ اشرح سبب ذلك.

هناك قوّة تؤثر دائمًا في أيّ جسم على الأرض بسبب الجاذبية، ولكن ما من جاذبية في الفضاء البعيد، وبالتالي قد يوجد جسم لا تؤثر فيه أي قوّة، إذا كان بعيدًا عن كل الكواكب والأجسام.

** 20. يتم سحب لوحة كتلتها m، بحبل على سطح مُستوٍ. ما القوّة الّتي يجب تطبيقها لِلحفاظ على انزلاق اللّوحة بسرعة ثابتة إذا كان معامل الاحتكاك الحركيّ μ_k؟

للسير بسرعة ثابتة، يجب أن يكون مقدار القوّة المطبقة مساويًا لقوّة الاحتكاك الحركي، أي:

$$F_f = \mu_k F_N = \mu_k mg$$

** 21. إذا انزلق جسمان على سطحين مسطّحين وناعمين للغاية، يصبح الاحتكاك بينهما كبيرًا جدًا. اقترح تفسيرًا لذلك.

تكون القوى الكهربية والمغناطسية بين ذرات الأسطح الناعمة وجُزيئات الأسطح المتلامسة كبيرة جدًّا، ما يؤدي إلى التحامها بشكل كبير فيعيق الحركة. لذا يكون الاحتكاك كبيرًا جدًّا.

** 22. لنفرض أنّ مركبة فضائية تدور في مدار حول الأرض. ربّما شاهدْتَ فيديو لأجسام تعوم «انعدام الوزن» في المحطّة الفضائيّة الدّوليّة. يبلغ نصف قطر الأرض حوالي 6,400 Km، وتدور المحطّة الفضائية على ارتفاع حوالي 400 Km عن سطح الأرض، بحيث تكون المسافة من مركز الأرض 6,800 Km. لا تنعدم قوّة جاذبية الأرض من 6,400 Km إلى 6,800 Km. اشرح كيف يمكن أن يكون جسم معيّن في المدار «انعدام الوزن»، ومع ذلك لا يزال يشعر بالجاذبية نفسها، كما هي الحال على سطح الأرض.

رواد الفضاء ومحطة الفضاء الدولية ليسا عائمين، ولكنهما في الواقع يسقطان، ولكنهما لا يسقطان على الأرض، بل يسقطان حولها. فالمركبات في حالة سقوط حر تساوي عجلة الجاذبية في ذلك المكان، ويتعين على الأجسام الموجودة في مدار حول الأرض أن تتحرّك بسرعة كبيرة جدًّا من أجل البقاء في مدارها. وبما أنها تتسارع نحو الأرض، فإن الأرض تجعل مسار هذه الأجسام حولها منحنيًا وهي لن تقترب من الأرض أبدًا. وبما أنّ رواد الفضاء لهم عجلة المحطة الفضائية نفسها، فإنهم يشعرون بانعدام الوزن.

** 23. تكون قوّة الاحتكاك عادة في الاتّجاه المعاكس لحركة جسم ما. هل يمكنك التفكير في مثال لا تكون فيه قوّة الاحتكاك في الاتّجاه المعاكس للحركة؟ اشرح إجابتك.

لا تؤثر قوّة الاحتكاك بعكس اتجاه الحركة، عندما تتحرّك الأجسام في مسار دائري، حيث تؤثر قوّة الاحتكاك في مركز المسار الدائري الذي يسبّب بدوره دوران الجسم بدلًا من تحرُّكه في خط مستقيم.

الدّرس 1-2 المُتّجهات والقوى

24. اكتب مُرَكَّبَتَي المُتّجهين لِقوّتَين لهما المقدار نفسه، لكن في اتّجاهَين متعاكسَين. يمكن استخدام أرقام اختيارية.

$\vec{F_1} = (5,6)$ ، $\vec{F_2} = (-5,-6)$

ومن اتزان الكتلة المعلقة، نستنتج أن:

$U = \frac{mg}{\sin\theta}$ وبتعويض قيمة U في Ux نتوصل إلى أن: $Ux = \frac{mg}{\sin\theta}\cos\theta$ ،

وبما أن القوّة T هي باتجاه محور x، فهي بالتأكيد تساوي Ux،

وبالتالي فإن: $T = \frac{mg}{\sin\theta}\cos\theta = mg\frac{\cos\theta}{\sin\theta}$

$\Rightarrow T = mg\cot\theta$

29. ما مُحصّلة القوّة النّاتجة من جمع القوّتين المُتّجهتين $F_1 = (a, b)$ and $F_2 = (c, d)$؟

بجمع كل من المركّبتين x والمركّبتين y ينتج: $F_x = (a + c, b + d)$

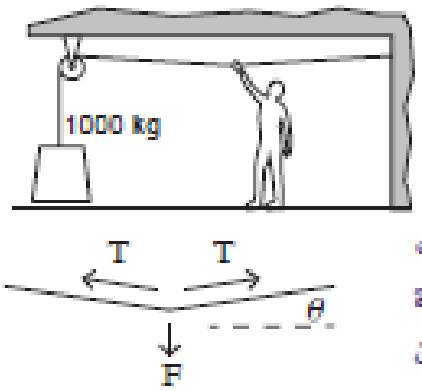
30. ما قيمة المُرَكّبة الأفقيّة لِقوّة مقدارها 100 N مُتّجهة بِزاوية 215° مع المستوى الأفقيّ؟

$F_x = F\cos\theta = 100\cos 215° = -81.9$، أي إن مقدار المركّبة x هو 81.9 N ولكن في الاتجاه السالب للمحور x.

31. احسب مقدار القوّة ذات المُرَكّبات $F = (5,12)$ N

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{5^2 + 12^2} = 13N$$

32. يوضح الرّسم طريقة يستخدمها شخص واحد لرفع 1,000 kg بسهولة لِمسافة صغيرة.



كيف يتحقّق ذلك؟ لماذا لا يتحقّق ذلك لمسافة أكبر؟ اكتب معادلة تثبت إجابتك.

الرسم البياني المجاور يمثل مخطط متجهات القوى، حيث F هي القوّة التي يطبّقها الشخص، و T هي قوّة الشد في الحبل، وهي نفسها في طرفي الحبل، لأن الشخص يشده من نقطة الوسط. كما أن T تساوي وزن الكتلة المعلّقة لكون البكرة خفيفة.

ونتيجة لاتزان النقطة التي يشد عندها الشخص، يكون جمع القوى في الاتجاه الرأسي صفرًا. أي: $F = 2T\sin\theta$

وكلما شد الرجل نزولًا، تزداد قيمة كل من θ و $\sin\theta$ من العلاقة $F = 2T\sin\theta$ بالتالي تزداد قيمة F التي يطبّقها، ويصبح رفع الكتلة أصعب.