

الوحدة الرابعة

تأثيرات القوى Effects of Forces

وصف القوة بدلالة تسارع السقوط الحر (g)

- السقوط الحر يحدث عندما تكون القوة الوحيدة المؤثرة على الجسم هي قوة الجاذبية، أي وزنه.
- عندما تسقط سقطاً حرّاً فإن جسمك يتتسارع بمقدار (10 m/s^2)، وهذا المقدار يسمى تسارع السقوط الحر.
- وفي هذه الحالة يمكننا وصف القوة المؤثرة عليك، والتي هي وزنك، فنقول: إن جسمك يتتسارع بمقدار (1 g).
- عندما يبطئ قطار الملاهي فجأة فإن جسمك يتتسارع بمقدار بمقدار 40 m/s^2 أي (4 g)، مما يعني أن القوة المؤثرة عليك تساوي أربعة أمثال وزنك.

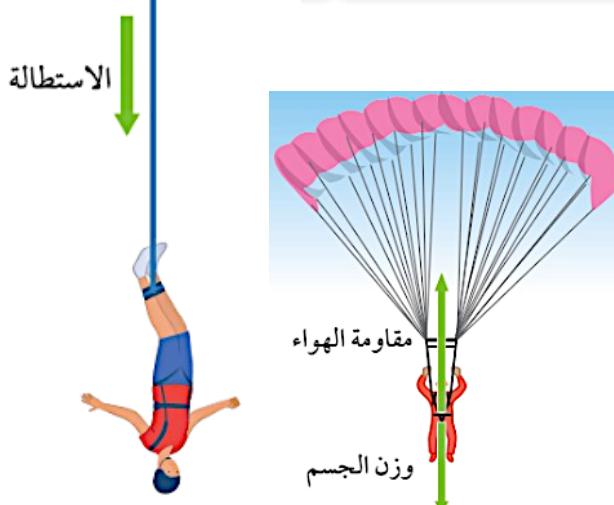
بعض القوى المهمة



1. **قوة التلامس العومدية:** تنشأ عندما يتلامس جسمان. ومصدرها هو التناحر بين الإلكترونات.
قوة التلامس العومدية هي التي توقف سقوطك عبر الأرضية اتجاهها: عمودية على السطح.



2. **وزن الجسم:** هو قوة جذب الأرض له.
اتجاهها: نحو مركز الأرض، أي رأسياً إلى الأسفل.
قوة الاحتكاك: تنشأ بين أسطح الأجسام لتقاوم حركتها. وهي فكرة عمل المكافحة.
اتجاهها: عكس اتجاه الحركة.



3. **دفع صندوق:** يجب أن تبذل قوة أكبر من قوة الاحتكاك.
يُستخدم الزيت لتقليل قوة الاحتكاك فيمنع تآكل أجزاء المحركات.
الاحتكاك: أيضاً يولد الحرارة ولذلك فهو يسبب فقداً في الطاقة.
مقاومة الهواء: هي قوة الاحتكاك عندما يتحرك الجسم عبر الهواء.
اتجاهها: عكس اتجاه الحركة.
4. **قوة الاستطالة:** هي القوة التي تزيد من طول المادة المرنة، مثل حبل بنجي.

تأثير القوة على شكل الجسم الصلب وحجمه	تأثير القوة على حركة الجسم
<p>تسbib تشوّه الجسم، كشده، أو سحقه، أو ثنيه، أو ليته.</p> <p>الشكل الأصلي (غير مشوه) مشدود (قوى شد) مضغوط (قوى ضغط) مثني (قوى ثني) ملوي (قوى لبي)</p>	<p>يتسارع في نفس اتجاه القوة بأن:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. يتسارع (يرداد مقدار سرعته)، كما في الشكل (أ)، 2. أو يتباطأ (يقل مقدار سرعته)، كما في الشكل (ب)، 3. أو يغير اتجاهه.
<p>التشوّه المرن: يحدث للأجسام المرنة حيث تعود لشكلها الأصلي بعد زوال القوة، مثل حبل بنجي وكرة القدم.</p> <p>التشوّه غير المرن (ال دائم): يحدث للأجسام غير المرنة فلا يمكن أن تعود لشكلها وحجمها الأصليين بعد زوال القوة. مثل ما يحدث لهياكل السيارات عند الاصطدام، وما يحدث عند تشكيل الحلي.</p>	<p>٤-٤ تُظهر الرسوم التخطيطية ثلاثة أجسام تتحرّك. تؤثّر محصلة قوى على كل جسم منها على حدة. صِف كيف ستتغيّر حركة كل جسم من هذه الأجسام.</p> <p>أ. تسارع الكرة نحو اليمين بزاوية فوق سطح الأرض. ب. تستمر السيارة في نفس اتجاهها، ولكن بسرعة أقل. (أو تباطأ). ج. تغيّر الطائرة اتجاه حركتها فتنعطّف إلى اليمين.</p>

حساب محصلة القوى

- القوة كمية متوجهة، أي تحدد بالمقدار والاتجاه.
- يمكن تمثيل القوة بسهم، حيث يمثل طوله مقدار القوة ويمثل رأسه اتجاهها.
- **محصلة القوى:** هي القوة التي لها نفس تأثير قوتين أو أكثر.
- تحسب محصلة القوى بجمع القوى إذا كانت في نفس الاتجاه: أو طرحها إذا كانت متعاكسة.

أمثلة محلولة:

1. احسب محصلة القوى المؤثرة على السيارة في الشكل المقابـل وحدـد تأثيرـها.



$$\text{المقدار: } 600 - 400 = 200 \text{ N}$$

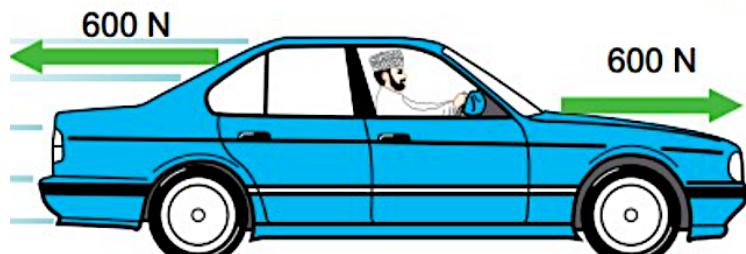
الاتجـاه: يـمينا

التـأثير: تسـمـر السـيـارـةـ فـيـ نـفـسـ الـاتـجـاهـ بـسـرـعـةـ أـكـبـرـ.

تـبـيـهـاتـ عـلـىـ الـخـلـ:

- طـرحـناـ القـوتـينـ لـأنـهـماـ مـتـعـاكـسـتـانـ.
- اـتـجـاهـ مـحـصـلـةـ القـوىـ مـتـعـاكـسـةـ هـوـ اـتـجـاهـ القـوىـ الأـكـبـرـ.

2. احسب محصلة القوى المؤثرة على السيارة في الشكل المقابـل وحدـد تأثيرـها.



$$\text{المقدار: } 600 - 600 = 0 \text{ N}$$

التـأـثـيرـ: تسـمـر السـيـارـةـ فـيـ نـفـسـ الـاتـجـاهـ بـنـفـسـ السـرـعـةـ.

تـبـيـهـاتـ عـلـىـ الـخـلـ:

- طـرحـناـ القـوتـينـ لـأنـهـماـ مـتـعـاكـسـتـانـ.
- مـحـصـلـةـ القـوىـ تـساـويـ الصـفـرـ وـبـالـتـالـيـ لـيـسـ لـهـاـ اـتـجـاهـ. وـفـيـ هـذـهـ الـحـالـةـ نـقـولـ إـنـ القـوىـ مـتـرـنـةـ.
- عـنـدـمـاـ تـكـوـنـ مـحـصـلـةـ صـفـرـاـ فـإـنـ الجـسـمـ لـنـ يـتـسـارـعـ،ـ أـيـ آـنـهـ:
 - إـنـ كـانـ سـاـكـنـاـ فـسـيـظـلـ سـاـكـنـاـ،
 - وـإـنـ كـانـ مـتـحـرـكاـ فـسـيـظـلـ مـتـحـرـكاـ بـسـرـعـةـ ثـابـتـةـ وـفـيـ خـطـ مـسـتـقـيمـ.

٤-٣ القوّة والكتلة والتسارع

القوّة: هي مؤثر يؤثّر على جسم معين فيغير من حالة سكونه أو حركته أو شكله.
هي النيوتون (N).

النيوتون: هو وحدة قياس القوّة في النظام الدولي، وهو القوّة اللازمة لإنكاب جسماً كتلته (1 kg) تسارعاً مقداره (1 m/s^2).

العلاقة بين القوّة والتسارع:

$$\mathbf{F} = ma$$

$$\text{القوّة} = \text{الكتلة} \times \text{التسارع}$$

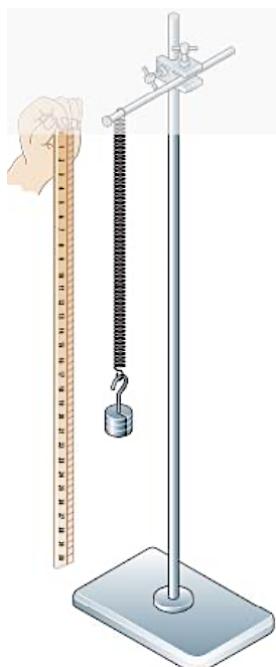
نستنتج من هذا القانون ما يلي:

1. القوّة تتناسب طردياً مع كل من كتلة الجسم وتسارعه.
2. التسارع يتتناسب عكسيّاً مع الكتلة.

أمثلة محلولة:

<p>2. لطائرة الإيرباص النفاثة (A380) أربعة محركات، كل منها قادر على توفير قوّة دفع مقدارها (N 320000) بلغ كتلة الطائرة مع حمولتها (560000 kg). ما أقصى تسارع يمكن أن تصل إليه الطائرة؟</p> <p>الحل:</p> <p>القوّة الكلية المؤثرة على الطائرة تساوي:</p> $F = 4 \times 320000 = 1280000 \text{ N}$ $a = \frac{F}{m} = \frac{1280000}{560000} = 2.29 \text{ m/s}^2$	<p>1. عندما تضرب كرة مضرب متوجّهة إليك، فأنت تؤثّر بقوّة كبيرة لعكس اتجاه حركتها، مكسّباً إياها تسارعاً كبيراً.</p> <p>ما القوّة اللازمة لإنكاب كرة مضرب كتلتها (500 kg) تسارعاً مقداره (0.10 m/s^2)؟</p> <p>الحل:</p> $F = ma = 0.1 \times 500 = 50 \text{ N}$
---	--

٤-٤ استطالة الزنبرك



- الزنبرك (النابض) يستطيل عندما تؤثر عليه قوة صغيرة (الحمل).

- الحمل: قوة تؤدي إلى استطالة الزنبرك.

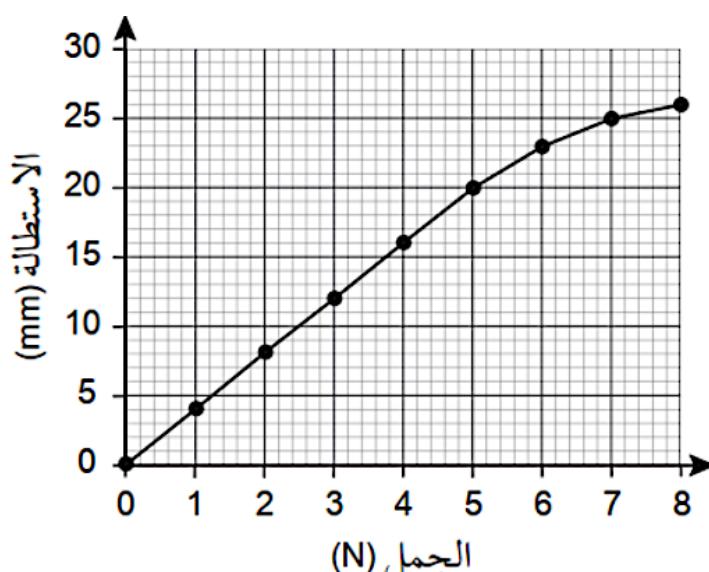
- الاستطالة: هي الزيادة في طول الزنبرك عند تأثير حمولة عليه.

- طول الزنبرك المحدد = طوله الأصلي + الاستطالة.

٨-٤ حبل مرن طوله (80 cm)، يزيد طوله عندما يتمدد إلى (102 cm). ما مقدار استطالته؟

$$\text{الحل: } 102 - 80 = 22 \text{ cm}$$

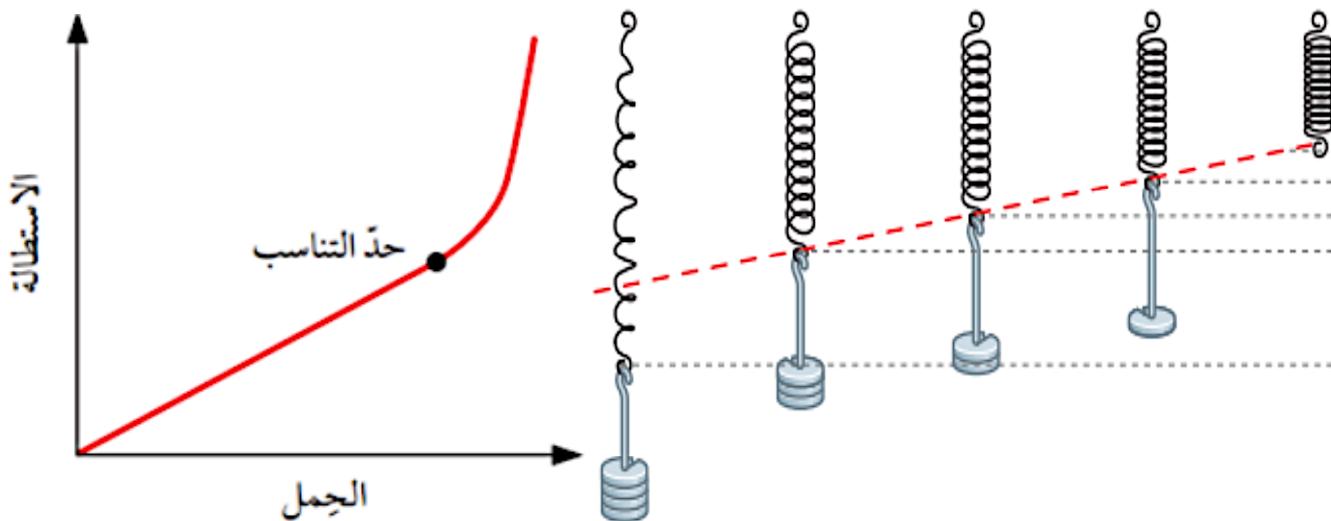
٩-٤ يبيّن الجدول نتائج تجربة تمدد حبل مرن. انسخ الجدول وأكمله، وارسم تمثيلاً بيانيًّا لهذه البيانات.



الحمل (N)	الطول (mm)	الاستطالة (mm)
0	50	0.0
	54	1.0
	58	2.0
	62	3.0
	66	4.0
	70	5.0
	73	6.0
	75	7.0
	76	8.0

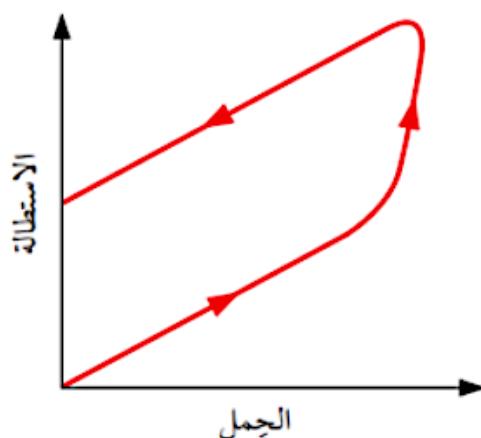
٤-٥ قانون هوك

- تتناسب استطالة الزبرك طردياً مع الحمل شرط عدم تجاوز حد التنساب.
- الشكل التالي يوضح العلاقة بين مقدار الاستطالة والحمل قبل وبعد حد التنساب.



- الاستطالة تزداد بمقادير متساوية مع زيادة الحمل بمقادير متساوية ما لم تتجاوز الاستطالة حد التنساب.
- مثال: إذا تضاعف الحمل، تتضاعف الاستطالة. وهكذا يكون منحنى التمثيل البياني في البداية خطأً مستقيماً.
- عندما تتجاوز الاستطالة حد المرونة تصبح غير متناسبة مع الحمل.
- يمكن صياغة العلاقة بين الاستطالة والحمل قبل حد التنساب كالتالي:

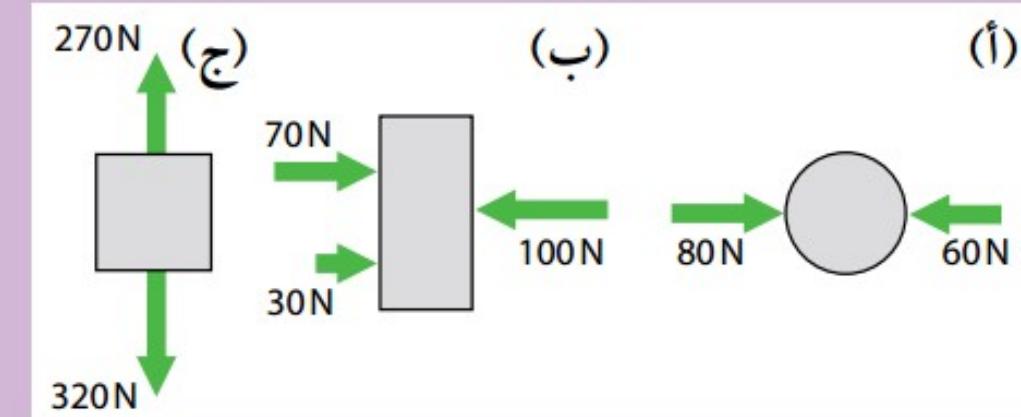
$$F = kx \quad \text{القوة (F) = ثابت التنساب (k) \times الاستطالة (x)}$$



- هذا القانون ليس خاصاً بالزبرك وإنما يمكن تطبيقه على جميع الأجسام.
- حد التنساب: هو حد الاستطالة الذي لا يعود الجسم بعده خاضعاً لقانون هوك.
- عند حد التنساب يتقوس المنحنى ويصبح ميل الخط أكثر حدة (أي يتقوس باتجاه محور الاستطالة).
- حد المرونة: هو حد الاستطالة الذي لا يستطيع الزبرك بعده أن يعود إلى طوله الأصلي بعد إزالة الحمل.
- أي أنه بعد إزالة الحمل سيصبح الزبرك أطول مما كان عليه.
- هذه النقطة غالباً ما تكون قريبة من حد التنساب.

٢-٤

تُظِهِر الرسوم التخطيطية ثلاثة أجسام تتحرّك.
تؤثِر عدَّة قوى على كل جسم منها على حدة.



لكل من (أ) و (ب) و (ج):

١. اذْكُر ما إذا كانت القوى مُتَّزنة أو غير مُتَّزنة.
٢. إِذَا كَانَتِ الْقُوَى غَيْر مُتَّزنة، احْسِبْ مُحَصَّلةَ الْقُوَى المُؤثِّرةَ عَلَى الْجَسَم وَادْكُرْ اِتِّجَاهَهَا.
٣. اذْكُرْ كِيفَ سَتَتَغَيِّرُ حَرْكَةُ الْجَسَم.

٢-٤

أ. ١. القوى المؤثرة على الجسم غير متّزنة.

٢. إلى اليمين $N = 20$ = (إلى اليسار) 60 - (إلى اليمين) 80.

٣. يتسارع الجسم إلى اليمين.

ب. ١. القوى المؤثرة على الجسم متّزنة.

٢. $0 = 70 + 30 - 100$ (إلى اليمين) = (إلى اليسار).

٣. لا يتسارع الجسم.

ج. ١. القوى المؤثرة على الجسم غير متّزنة.

٢. (إلى الأسفل) $N = 50$ = (إلى أعلى) 270 - (إلى الأسفل) 320.

٣. يتسارع الجسم إلى الأسفل.

٣-٤ اشرح ما سيحدث للحركة في كل من الآتي:

١. يُدفع قطار بقوة محركه البالغة ($20\ 000\ N$) وتعاكسها قوة احتكاك مقدارها ($10\ 000\ N$).
٢. يهبط مظلي وزنه وزن معداته ($120\ N$)، وتؤثر عليه مقاومة الهواء بقوة مقدارها ($120\ N$).
٣. يتحرك مسبار فضائي غير مأهول بسرعة ($40\ 000\ km/h$) ولا تؤثر عليه محصلة قوى.
٤. تُدفع دراجة نارية بقوة محركة مقدارها ($1500\ N$) وتؤثر عليها قوتها احتكاك ومقاومة هواء محصلتهما ($2000\ N$).

٣-٤

١. يتسارع القطار أو تزداد سرعته لأن محصلة القوى:

$$20\ 000 - 10\ 000 = 10\ 000 \text{ N}$$

٢. يهبط المظلّي بسرعة ثابتة؛ لأن محصلة القوى تساوي صفرًا:

$$1200 - 1200 = 0 \text{ N}$$

٣. يستمر المسبار في حركته بسرعة ثابتة على خط مستقيم؛ لأن محصلة القوى تساوي صفرًا.

٤. محصلة القوى:

$$2000 - 1500 = 500 \text{ N}$$

تساوي محصلة القوى 500 N ويكون اتجاهها إلى الوراء، مما يجعل الدراجة تتبع تحركها إلى الأمام، ولكنها تباطأ حتى توقف.

١

يمكن استخدام القوى لتغيير شكل الإسفنج. إحدى الطرق التي يحدث بها ذلك هي ضغط الإسفنج. اذكر
ثلاث طرق أخرى يمكن للقوى فيها أن تغير شكل الإسفنج.

٤

تتكون مكابح السيارة من قرص أسطواني يدور مع كل إطار. يمسك كل قرص دوار بوسائل (فحمات pads)
تعمل على إبطاء دوران الإطارات عند استخدام المكابح.

- أ. سُمّ القوة التي تسبّبها الوسائل وتؤدي إلى إبطاء دوران الإطارات.
- ب. قد تصل درجة حرارة أقراص المكابح في سيارات السباق إلى أكثر من (800°C). لماذا يحدث ذلك؟

الشدّ.

الثّي.

اللَّيْ.

أ. قوّة الاحتكاك.

ب. قوّة الاحتكاك اللازمّة لإنقاف السيّارة كبيرة بسبب السرعة العالية، وينتّج عن الاحتكاك ارتفاع درجة حرارة أقراص المكابح.

عاد روّاد الفضاء الذين سافروا إلى القمر بين عامي 1969 م و 1972 م إلى الأرض في كبسولة العودة. لم يكن لهذه الكبسولة محرّكات، وقد هبطت على الأرض باستخدام الجاذبية فقط. يُظهر الرسم أدناه مخطط كبسولة العودة.



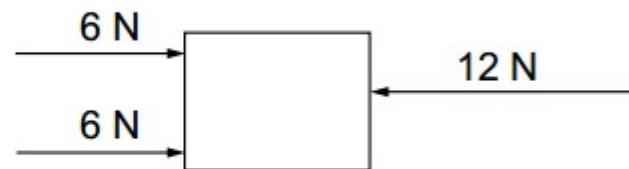
كانت كبسولة العودة بحاجة إلى مظلّات من أجل الهبوط بأمان. اشرح كيف مكّنتها المظلّات من الهبوط بأمان.

مساحة المظللات كبيرة، مما يزيد من مقاومة الهواء. تسبب هذه المقاومة بقوة كبيرة في الاتجاه المعاكس لحركة الكبسولة، مما يقلل من سرعتها، ويؤدي التباطؤ عند الهبوط إلى التخفيض من قوة اصطدامها بالأرض.

تؤثُّر ثلَاث قوى على جسم كما هو مبيَّن في الرسم التخطيطي.



- أ. احسب مقدار واتجاه محصلة القوى المؤثرة على هذا الجسم.
- ب. تتغيَّر إحدى القوى المؤثرة على الجسم كما هو مبيَّن في الرسم التخطيطي الآتي:



وضُّح ما يمكن استنتاجه الآن حول أي حركة للجسم.

أ. مُحَصّلة القوى:

$$= (6 + 10) - 12$$

$$F = 4 \text{ N}$$

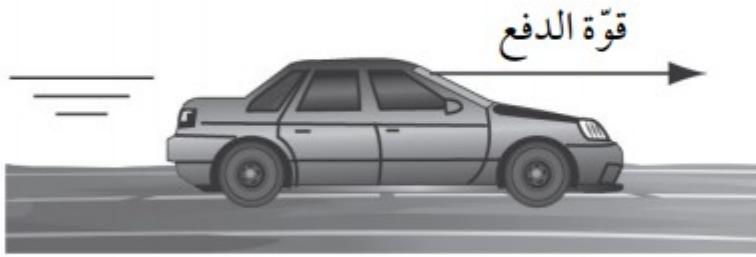
4 N يميناً.

ب. القوى المؤثرة على الجسم متّزنة / مُحَصّلة القوى تساوي صفرًا / الجسم في حالة اتّزان.
قد يتحرّك الجسم بسرعة ثابتة في خط مستقيم، أو قد يكون في حالة سكون.

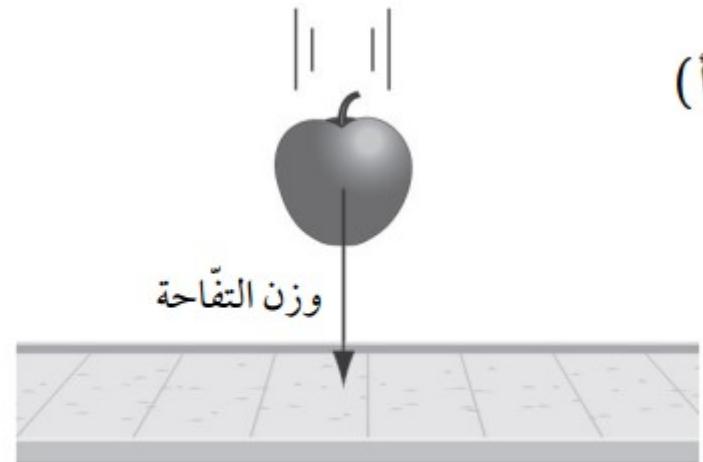
ارسم السهم الذي يمثل كل قوّة واكتب عليه اسمها.

- (الللامس العمودية، مقاومة الهواء، الوزن (الجاذبية)، قوّة الدفع، السحب، الاحتكاك، المغناطيسية، الطفو).

(ب)

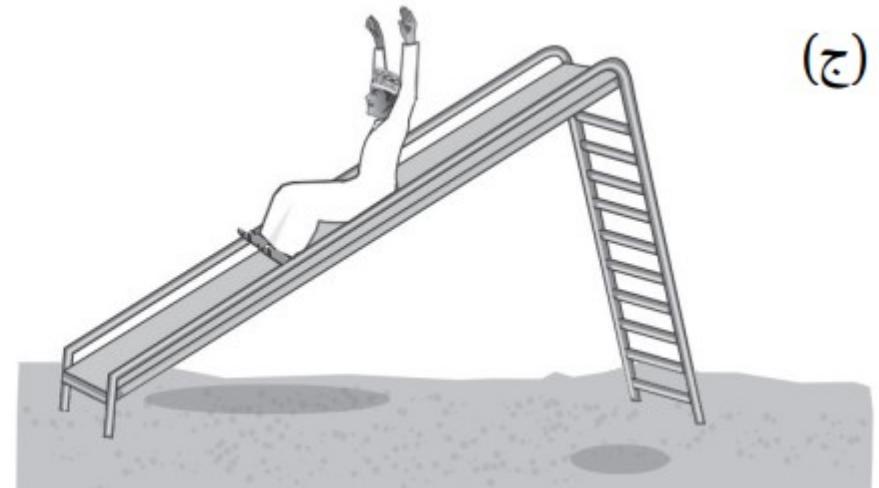


(أ)

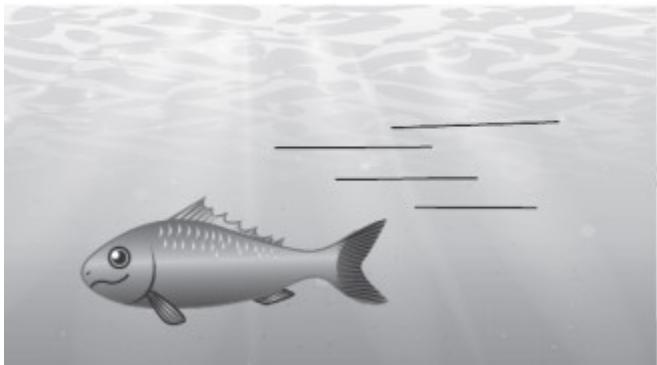


على سبيل المثال: قوّة جاذبية الأرض على التفاحة وقوّة الدفع على السيارة.

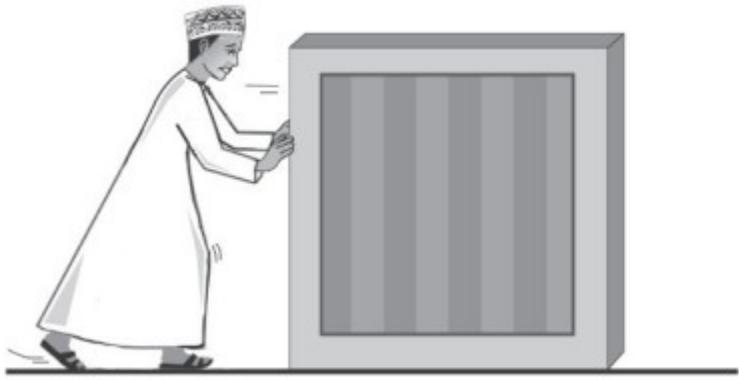
(ج)



(د)

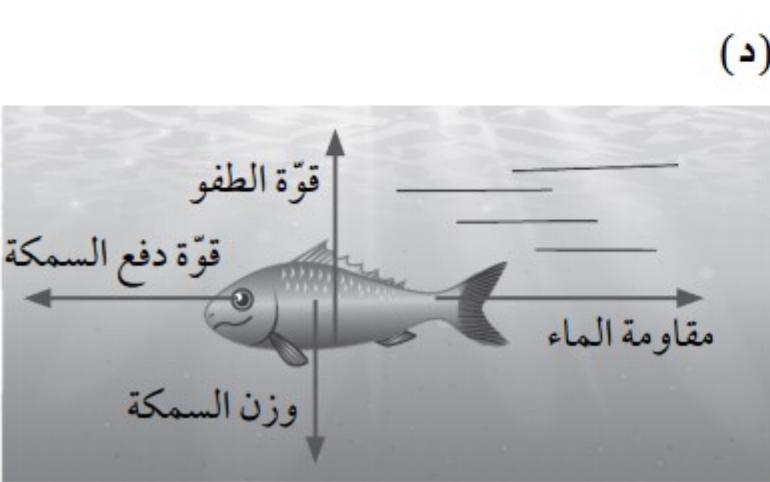
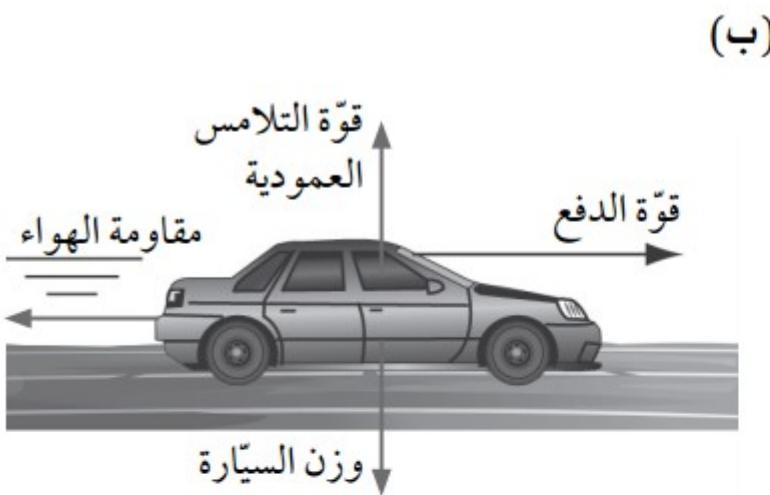
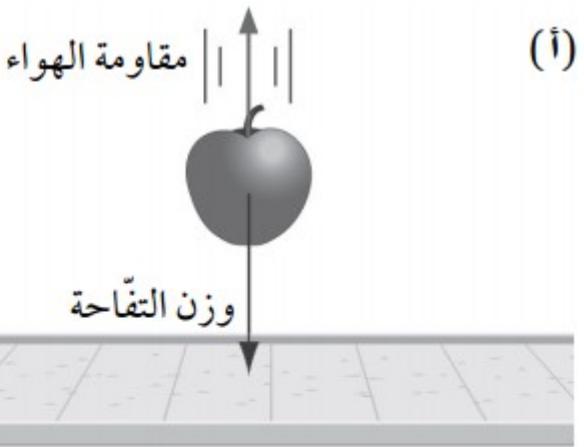


(هـ)



(وـ)

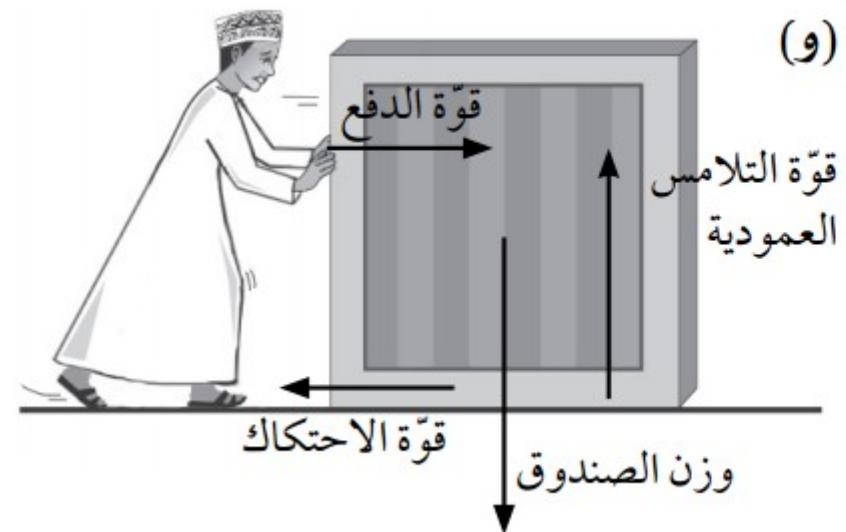




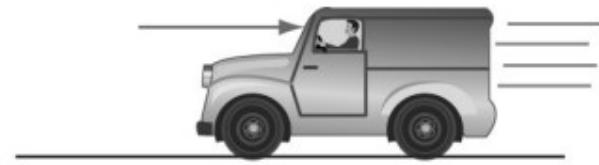
(هـ)



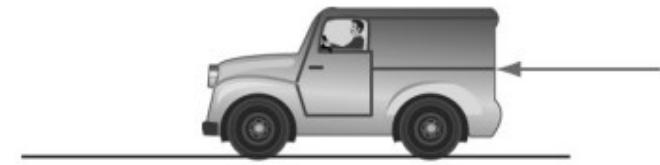
(وـ)



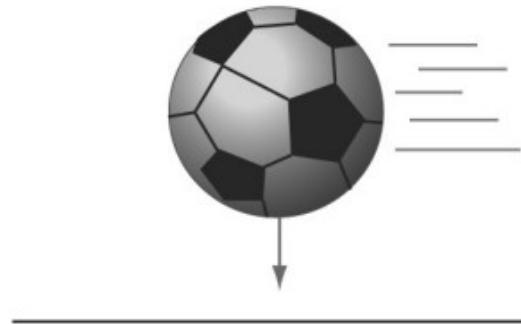
أ يُظهر كل مُخطّط جسمًا مع قوّة واحدة غير متوازنة تؤثّر عليه. اذكر التأثير الذي سُتحدّثه هذه القوّة على كلّ من الأُجسام الآتية:



(ب)



(أ)



(د)



(ج)

- (أ) سوف تتسارع السيّارة / تسرع
- (ب) سوف تباطأ السيّارة / تبطئ
- (ج) سوف تتحنّى الشجرة إلى اليسار
- (د) سوف تتسارع الكرة إلى الأسفل (لأنها سوف تتّبع مساراً مقوسًا)

ب

١. ينزلق سعيد على منحدر. ارسم في المساحة أدناه مُخططاً لسعيد على المنحدر، وأضف سهماً يُمثل قوة الاحتكاك التي تؤثر عليه.
٢. ما تأثير قوة الاحتكاك على حركة سعيد؟

.١

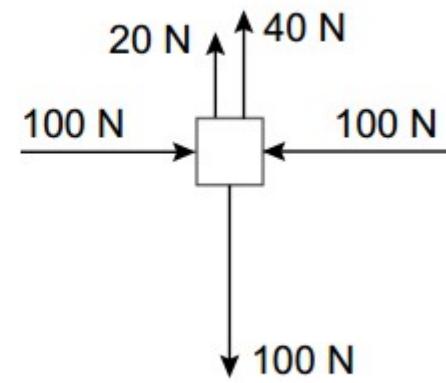
ب



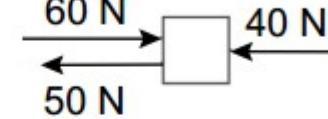
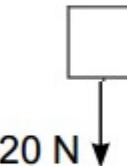
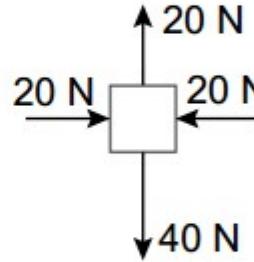
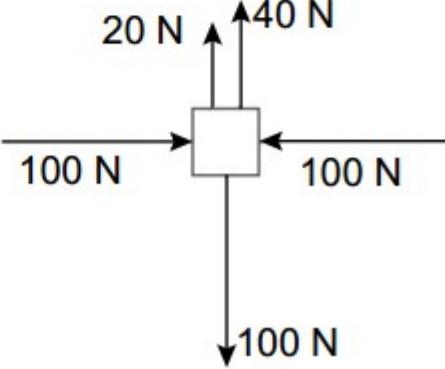
٢. قوّة الاحتكاك تجعله يقلّ من تسارعه.

أ يُظهر العمود الأيمن من الجدول ٤-٤ أربعة أجسام تم التأثير عليها بواسطة قوى مختلفة. أضف إلى كل من الأجسام نفسها المُدرجة في العمود الأيسر، سهماً يُمثل مقدار مُحصلة القوى المؤثرة عليه في كل حالة.
 (احرص على وضع السهم في الاتّجاه الصحيح)

مُحصلة القوى	القوى المؤثرة على الجسم
<input type="text"/>	80 N  45 N
<input type="text"/>	60 N  40 N 50 N 
<input type="text"/>	20 N  20 N  40 N 



الجدول ٤-١

محصلة القوى	القوى المؤثرة على الجسم
	
	
	
	

ب ارسم في الفراغ أدناه، مُخْطَلْطاً يُوضّح جسماً تؤثّر عليه أربع قوى. يجب أن تكون محصلةها 4 N وتعمل رأسياً إلى الأسفل.

ج يُوضّح الرسم التخطيطي قوّتين تؤثّران على جسم ما.



ما مقدار محصلة القوّتين على هذا الجسم؟
.....

د

طرح ثلاثة طلاب تعليقاتهم على الرسم التخطيطي أعلاه.

قال زياد: «يجب أن يكون هذا الجسم في حالة سكون».

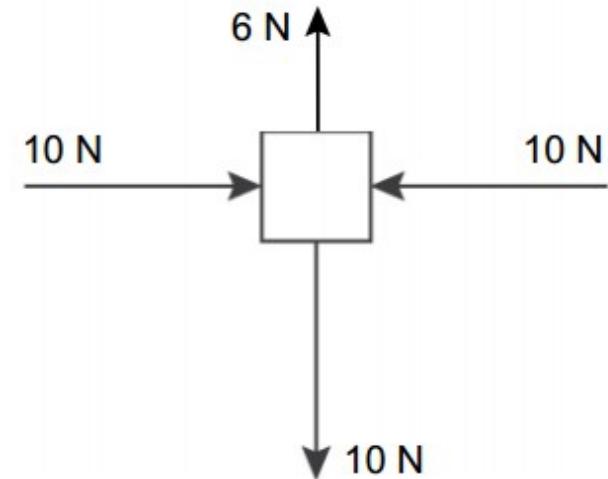
قال حسام: «يجب أن يتحرك هذا الجسم بسرعة ثابتة في خط مستقيم».

قال عمر: «لا يمكن معرفة ما إذا كان هذا الجسم في حالة سكون أو أنه يتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم».

اشرح، مع الإشارة إلى كل عبارة، من الطالب الذي كان طرحته صحيحةً.

ب

سوف تتنوع المُخطّطات؛ ولكن يجب أن يُظهر المُخطّط جسمًا خاضعًا لأربع قوى مع مُحصّلة قوى 4 N رأسية إلى الأسفل.



ج

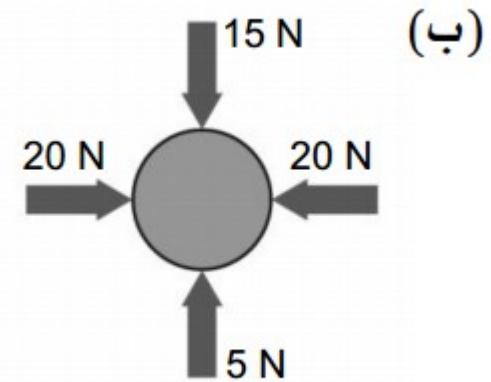
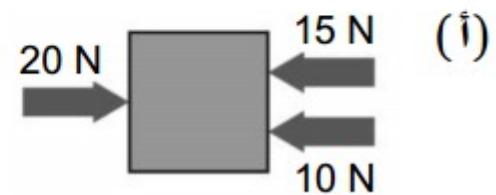
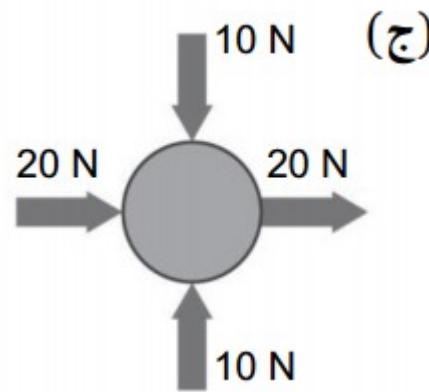
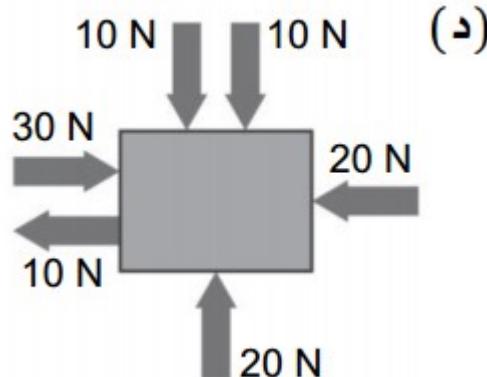
محصلة القوَتين = الصفر أو 0 N .

د

الطالب (عمر) كان طرحة صحيحاً؛ القوى مُتّزنة / لا توجد مُحصّلة قوى؛ يمكن أن يكون طرح الطالب (زياد) صحيحاً؛ لأن الجسم قد يكون في حالة سكون عندما تكون القوى المؤثرة عليه مُتّزنة. يمكن أن يكون طرح الطالب (حسام) صحيحاً؛ لأن الجسم قد يتحرّك بسرعة ثابتة في خط مستقيم عندما تتواءن القوى المؤثرة عليه.

لكلّ من الأُجسام الموضحة أدناه:

- احسب مُحَصّلة القوى المؤثرة وحدّد اتجاهها.
- اذكر ما إذا كانت القوى المؤثرة مُتّزنة أو غير مُتّزنة.
- وضّح كيف سيتحرّك الجسم.



$$F = 20 + 20 \quad (\text{ج})$$

$$F = 40 \text{ N}$$

- إلى اليمين.
- غير متّزنة.
- تسارُع إلى اليمين.

$$F = 0 \text{ N} \quad (\text{د})$$

- متّزنة.

• سيبقى ثابتاً (أو يتحرّك بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم)

$$F = (15 + 10) - 20 \quad (\text{إ})$$

$$F = 5 \text{ N}$$

- إلى اليسار.
- غير متّزنة.
- تسارُع إلى اليسار.

$$F = 15 - 5 \quad (\text{ب})$$

$$F = 10 \text{ N}$$

- إلى الأسفل.
- غير متّزنة.

٤-٤ ما القوّة اللازمه لإكساب سيّارة كتلتها (600 kg) تسارعًا مقداره (2.5 m/s²)

٥-٤ يسقط حجر كتلته (0.20 kg) بتسارع مقداره (10.0 m/s²). ما مقدار القوّة التي تسبّب هذا التسارع؟

٦-٤ ما التسارع الناتج عن قوّة مقدارها (2000 N) تؤثّر على شخص كتلته (80 kg)

٧-٤ هناك طريقة لإيجاد كتلة جسم ما، هي قياس تسارعه عندما تؤثّر عليه قوّة. إذا تسبّبت قوّة مقدارها (80 N) في تسارع صندوق بمقدار (0.10 m/s²), فما كتلة الصندوق؟

٤-٤

القوّة اللازمه لإنكاب السيّارة التسارُع: a

$$F = ma \quad ٦-٤$$

التسارُع الناتج عن القوّة:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{2000}{80}$$

$$a = 25 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma \quad ٧-٤$$

$$F = ma$$

$$F = 600 \times 2.5 = 1500 \text{ N}$$

القوّة التي تتسبّب بوقوع الحجر:

$$F = ma$$

$$= 0.20 \times 10$$

$$F = 2 \text{ N}$$

كتلة الصندوق:

$$m = \frac{F}{a}$$

$$= \frac{80}{0.10}$$

$$m = 800 \text{ kg}$$

أ. اكتب معادلة تربط القوّة F ، والكتلة m ، والتسارع a .

ب. تحتوي طائرة إيرباص (A380) على أربعة محركات، ينتج كل منها قوّة قصوى تبلغ ($3.5 \times 10^5 \text{ N}$).

١. احسب أقصى قوّة للمحركات الأربعة معاً.

٢. تبلغ أقصى كتلة إقلاع للطائرة ($5.7 \times 10^5 \text{ kg}$). احسب الحد الأقصى لتسارع الطائرة عند هذه الكتلة مع ذكر الوحدة في إجابتك (عند إهمال مقاومة الهواء).

أ. القوّة = الكتلة × التسارُع أو $F = ma$

ب. ١. أقصى قوّة للمحركات الأربع معاً:

$$F = 4 \times 3.5 \times 10^5$$

$$F = 14 \times 10^5 \text{ N} = 1.4 \times 10^6 \text{ N}$$

٢. الحد الأقصى لتسارُع الطائرة:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{1.4 \times 10^6}{5.7 \times 10^5}$$

$$a = 2.46 \text{ m/s}^2 \text{ أو } 2.5 \text{ m/s}^2$$

أ المعادلة $F = ma$ تتعلق بثلاث كميات. أكمل الجدول ٢-٤ لإظهار أسماء هذه الكميات ووحدات القياس في النظام الدولي للوحدات SI الخاصة بها.

وحدة القياس في النظام الدولي للوحدات (SI)	الرمز	الكمية
	F	
	m	
	a	

الجدول ٢-٤

ب أعد ترتيب المعادلة $F = ma$ لحساب كل من:

$$a =$$

$$m =$$

أ

وحدة القياس في النظام الدولي للوحدات (SI)	الرمز	الكمية
N	F	القوة
kg	m	الكتلة
m/s^2	a	التسارع

الجدول ٤-٤

ب

إعادة ترتيب المعادلة لحساب:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$m = \frac{F}{a}$$

ج

احسب القوّة اللازمه لِإكساب كتلة مقدارها 20 kg تسارُعاً مقداره 0.72 m/s^2

د

احسب تسارع سيّارة كتلتها 450 kg يتم التأثير عليها بمُحصلة قوى مقدارها 1575 N

٥ تمثل إحدى الطرق لإيجاد كتلة جسم ما في التأثير عليه بقوّة وحساب تسارُعه. تدفع مركبة فضائية بقوّة 200 N ، وتتسارع بمقدار 0.12 m/s^2 . ما كتلة المركبة الفضائية؟

٦ ١. ارسم في المساحة أدناه، حجراً يسقط مع توضيح القوّتين المؤثرتين عليه:

• وزنه 8.0 N

• مقاومة الهواء 2.4 N

٢. احسب تسارع الحجر إذا علمت أن كتلته تساوي 0.80 kg

ج

القوة اللازمة:

$$F = ma$$

هـ

كتلة المركبة الفضائية:

$$F = ma$$

$$m = \frac{F}{a}$$

$$= 20 \times 0.72$$

$$= \frac{200}{0.12}$$

$$F = 14.4 \text{ N}$$

$$m = 1667 \text{ kg}$$

$$F = ma$$

دـ

التسارع:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{1575}{450}$$

$$a = 3.5 \text{ m/s}^2$$

١. القوى المؤثرة على الحجر الساقط:



٢. محصلة القوى:

$$= 8.0 - 2.4$$

$$F = 5.6 \text{ N}$$

$$F = ma$$

تسارُع الحجر:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{5.6}{0.8}$$

$$a = 7.0 \text{ m/s}^2$$



تذكّر

إذا ضاعفتِ الحِمل الذي يجعل الزنبرك يتَمَدَّد، فلن يصبح طول الزنبرك ضعف طوله، لأن الاستطالة هي التي تتضاعف.

الطول (m)	الحمل (N)
0.800	0.0
0.815	2.0
0.830	4.0
0.845	6.0
0.860	8.0
0.880	10.0
0.905	12.0

١٠-٤ يؤثِّر حِمل مقداره (2.5 N) على زنبرك فيؤدِّي إلى زيادة طوله بمقدار (4.0 cm). إذا كان الزنبرك يخضع لقانون هوك، فما هو الحِمل الذي سيعطي استطالة مقدارها (12 cm)؟

١١-٤ طول زنبرك غير متَمَدد (12.0 cm). وثبت الزنبرك (k) هو (8.0 N/cm). ما الحِمل المطلوب ليتمَدَّد الزنبرك إلى طول (15.0 cm)؟

١٢-٤ يبيّن الجدول المقابل نتائج تجربة تمَدد زنبرك. استخدم النتائج لرسم تمثيل بياني (الاستطالة - الحِمل). ضع على منحنى التمثيل البياني حدَّ التاسب وحدَّ قيمة الحِمل عند تلك النقطة.

$$F = kx \quad ١٠-٤$$

الاستطالة:

$$x = 15.0 - 12.0 = 3 \text{ cm}$$

ثابت الزنبرك:

$$k = \frac{F}{x}$$

$$F = kx$$

$$= \frac{2.5}{4.0}$$

$$= 8.0 \times 3$$

$$k = 0.625 \text{ N/cm}$$

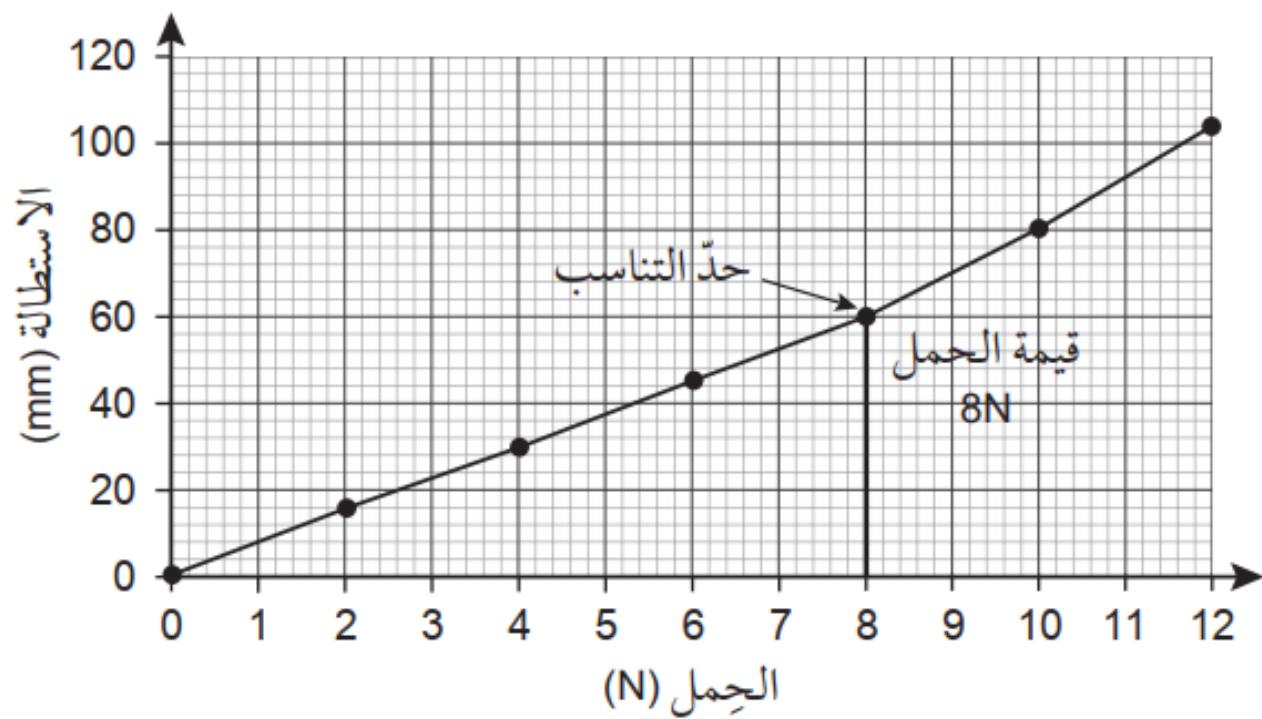
$$F = 24 \text{ N}$$

الحمل:

$$F = kx$$

$$= 0.625 \times 12$$

$$F = 7.5 \text{ N}$$



عند نقطة حد التناوب نرسم خط موازيًّا لمحور الاستطالة ونقطة تقاطعه مع محور الحمل هي قيمة الحمل عند تلك النقطة، ويساوي الحمل $8N$.

1

يستطيع زنبر
في إجابتك.

۳

$$F = kx$$

٢

ثابت الزنبرك:

$$k = \frac{F}{x}$$

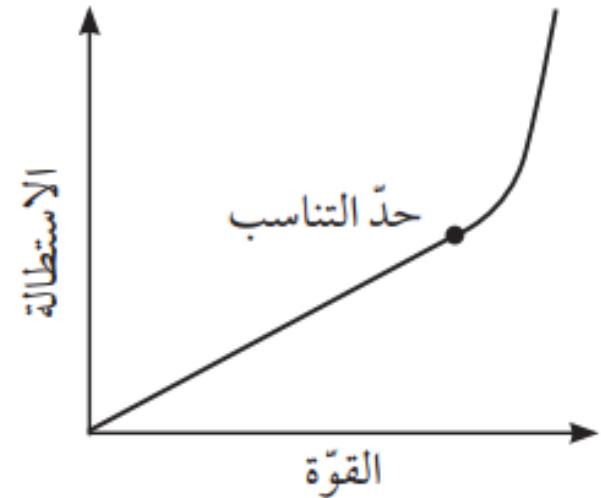
$$= \frac{200}{0.04}$$

$$k = 5000 \text{ N/m}$$

هو النقطة التي لا يعود الجسم عندها خاضعاً لقانون هوك حين يؤثر عليه حِمل لاستطالته.
تمثيل بياني (الاستطالة - القوّة).

التمثيل البياني عبارة عن خط مستقيم عند قيم للقوّة (F) أدنى من حد التناسُب، ويصبح مقوسًا عند قيم للقوّة (F) أعلى من حد التناسُب.

حد التناسُب المحدد على التمثيل البياني.



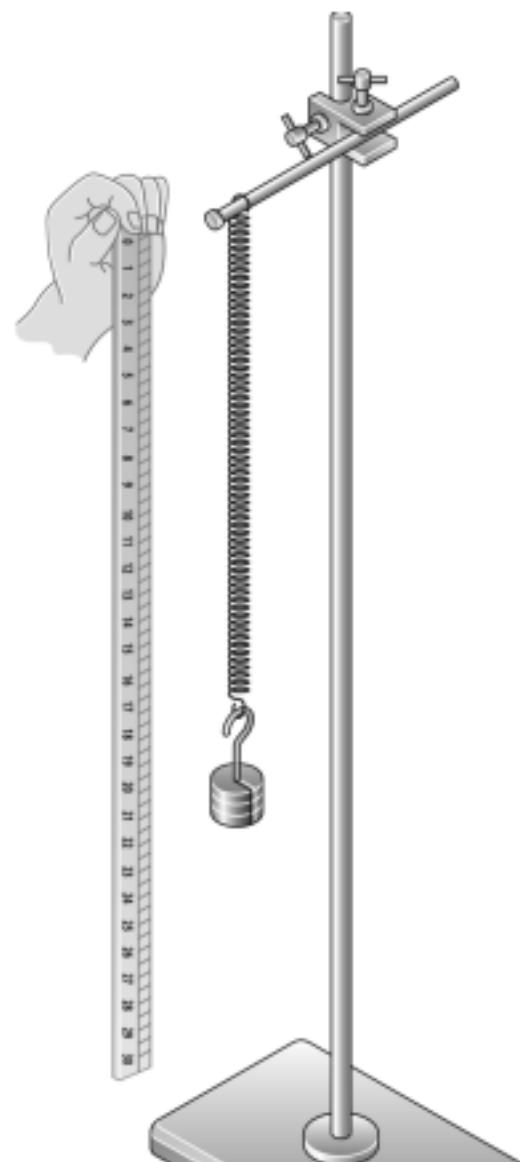
أ أضف رموزاً رياضية (+ أو - أو × أو ÷ أو =) في الفراغات بين الكلمات الآتية لتحويلها إلى مُعادلة. هناك طريقتان مُختلفتان للقيام بذلك. هل يمكنك العثور عليهما؟

طول الزنبرك **المُمدد** طوله الأصلي الاستطالة

طول الزنبرك **المُمدد** طوله الأصلي الاستطالة

ب أجرت شيخة تجربة (باستخدام الأدوات الموضحة في الرسم التخطيطي) لإيجاد العلاقة بين مقدار العمل واستطالة زُنبرك. يُظهر الجدول ٣-٤ النتائج.

١. أكمل العمود الأخير.



الاستطالة (mm)	الطول (cm)	الحمل (الثقل) (N)
	25.0	0
	25.4	1.0
	25.8	2.0
	26.2	3.0
	26.6	4.0
	27.0	5.0
	27.4	6.0
	27.8	7.0
	28.5	8.0
	29.2	9.0
	29.9	10.0

الجدول ٣-٤

٢. استخدم البيانات الواردة في الجدول، لتقدير مقدار القوة اللازمة للحصول على استطالة مقدارها 1.0 cm
٣. ارسم على ورقة الرسم البياني أدناه، تمثيلاً بيانيًّا للنتائج، ضع الحمل على المحور الرأسي (الصادي) والاستطالة على المحور الأفقي (السيني).
٤. استخدم تمثيلك البياني، لتقدير الحمل عند حد التناسب.
٥. استخدم التمثيل البياني لحساب ثابت الزنبرك k لهذا الزنبرك. بين خطوات عملك ووحدة القياس التي استخدمتها في الإجابة.

أ

طول الزنبرك المُمدد = طوله الأصلي + الاستطالة

ب

طول الزنبرك المُمدد - طوله الأصلي = الاستطالة

الاستطالة (mm)	الطول (cm)	الحمل (الثقل) (N)
0	25.0	0
4	25.4	1.0
8	25.8	2.0
12	26.2	3.0
16	26.6	4.0
20	27.0	5.0
24	27.4	6.0
28	27.8	7.0
35	28.5	8.0
42	29.2	9.0
49	29.9	10.0

$$F = kx \quad . \quad ٢$$

ثابت الزنبرك:

$$k = \frac{F}{x}$$

$$= \frac{5}{0.02}$$

$$k = 250 \text{ N/m}$$

الاستطالة:

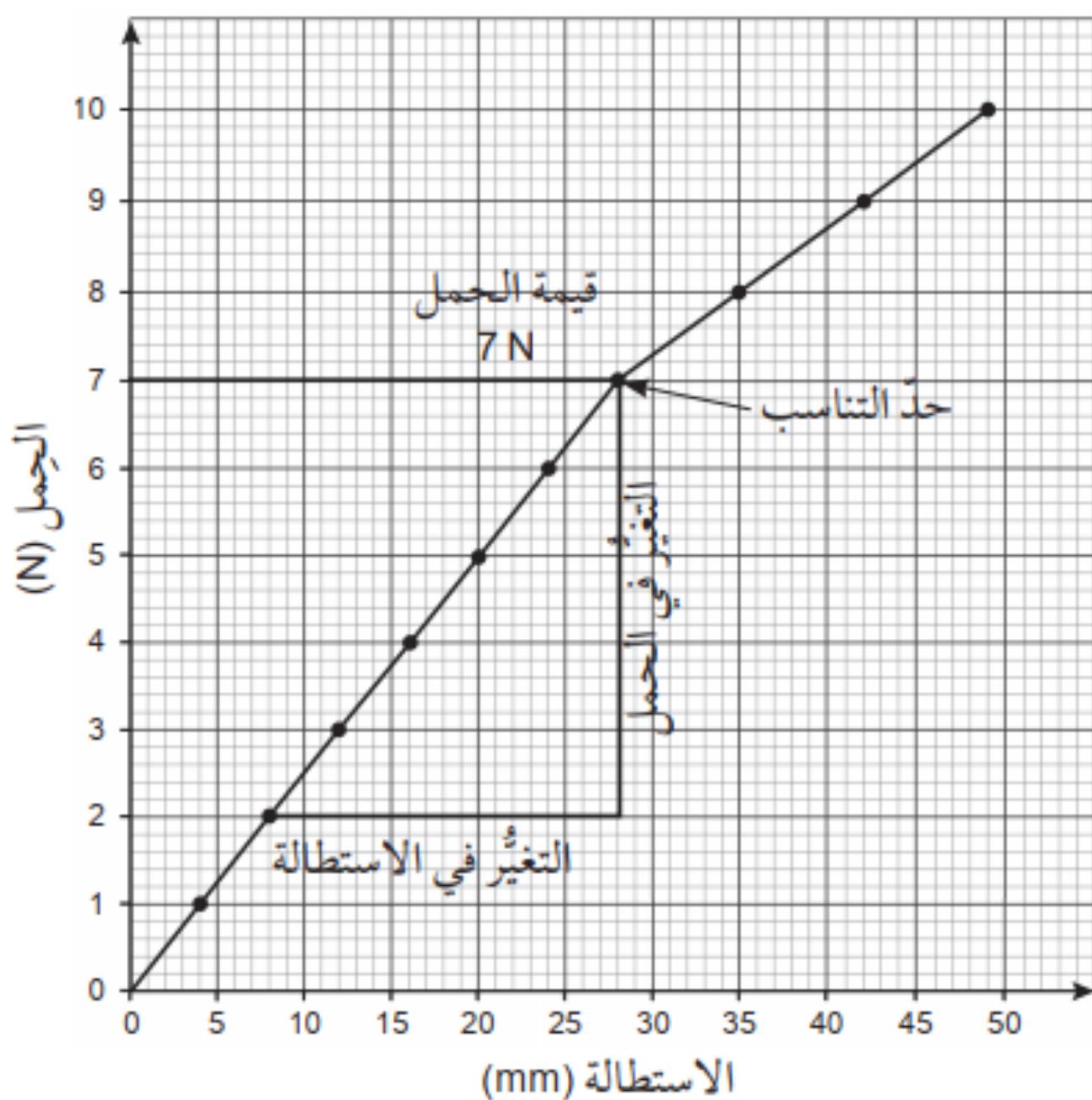
$$x = 1.0 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$$

القوة اللازمة للحصول على استطالة 1.0 cm :

$$F = kx$$

$$= 250 \times 0.01$$

$$F = 2.5 \text{ N}$$



٤. انطلاقاً من نقطة حد التناسب، نرسم خطأً أفقياً موازيًّا لمحور الاستطالة، ونقطة تقاطعه مع محور الحِمل هي قيمة الحِمل عند تلك النقطة. لذلك يُساوي الحِمل عند حد التناسب تقريرياً 7 N .

٥. ثابت الزنبرك k يساوي ميل الجزء المستقيم من منحنى التمثيل البياني (الاستطالة - الحِمل). وللحصول على ميل الجزء المستقيم من منحنى التمثيل البياني، ارسم مثلثاً له ضلع رأسياً يعادل طوله التغيير في الحِمل وضلع أفقي يعادل طوله التغيير في الاستطالة.

وبذلك تم حساب الميل بشكل صحيح، حيث يجب أن يكون:

$$\text{ثابت الزنبرك } k = \frac{\text{التغيير في الحِمل}}{\text{التغيير في الاستطالة}} \\ \text{التغيير في الاستطالة:} \\ = 2.8 - 0.8$$

التغيير في الحِمل:

$$= 7 - 2$$

ثابت الزنبرك k :

$$= \frac{7 - 2}{2.8 - 0.8} = \frac{5}{2}$$

$$k = 2.5 \text{ N/cm}$$