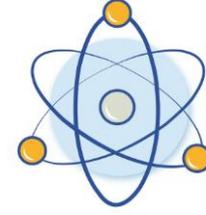


4



# تأثيرات القوى



أعداد: أيمنى الحجرية



4



1- القوى المؤثرة على قطار الملاهي

2- القوى المؤثرة على المركبة الفضائية

3- القوى والكتلة والتسارع

4- استتالة الزنبرك

5- قانون هوك



## أهداف الدرس

- يصف كيف يمكن أن تُغيّر القوى حجم الجسم وشكله وحركته.
- يفهم أنّ الاحتكاك قوّة بين سطحين تعيق الحركة وتنتج حرارة.
- يتعرّف أنّ مقاومة الهواء شكل من أشكال الاحتكاك.
- يجد محصّلة قوتين أو أكثر من القوى التي تعمل على الخطّ نفسه.
- يتعرّف أنّه في حالة عدم وجود قوّة محصّلة مؤثرة على الجسم، فإنّه يظلّ ساكنًا أو يستمرّ في الحركة بسرعة ثابتة في خطّ مستقيم.

# ما هي القوة؟

التأثير بين جسمين

تغيير شكل

سحب

دفع

# القوة

ما هي وحدة قياسها؟

وحدة قياس القوة النيوتن (N)

# بعض القوى المهمة

## قوى الإحتكاك

قوة تعمل بين سطحي جسمين متلامسين صلبين لمقاومة الحركة.



تعيق الحركة

وتنتج حرارة

غير مفيدة

يسبب تآكل المحركات

يمكن استخدام الزيت كمادة  
تشحيم لتقليل قوة الإحتكاك

مفيدة

في مكابح السيارة والإطارات

## قوى التلامس

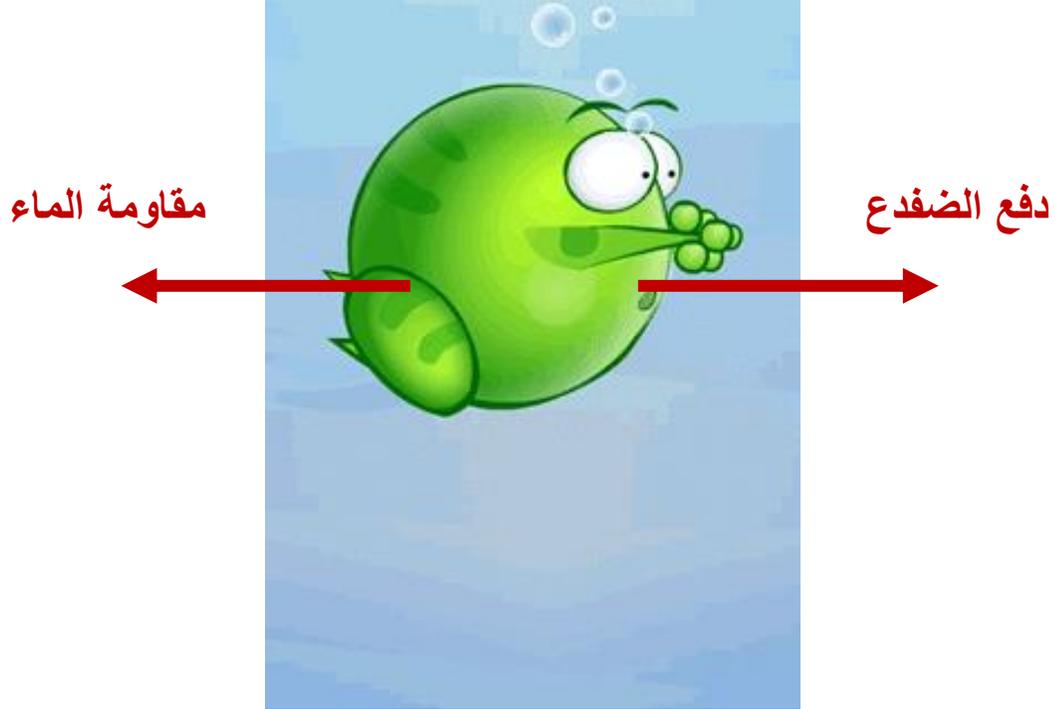
هي قوة تعمل صعودًا من سطح معين لدعم شيء ما.

تنتج هذه القوة من الإلكترونات السالبة المتحلقة حول الذرة والتي تدفع إلكترونات الذرة المجاورة لئلا تقترب من بعضها البعض



## من قوى الإحتكاك

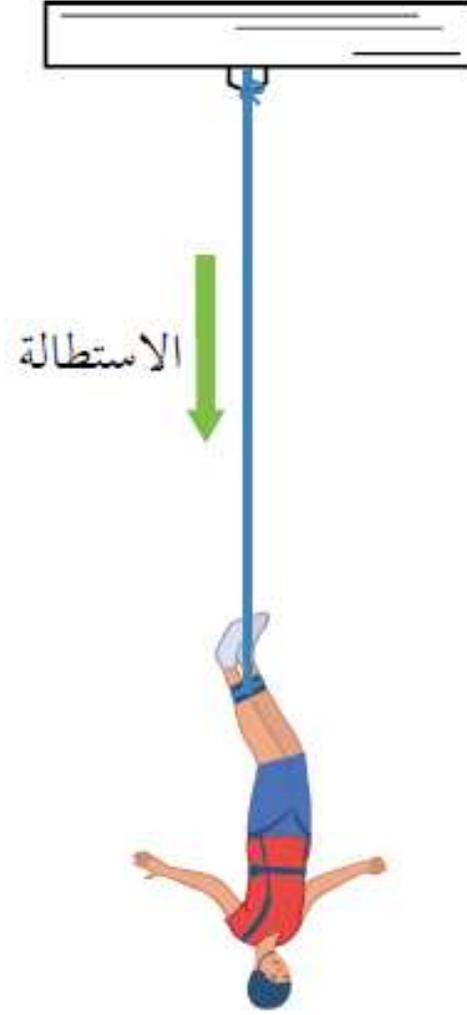
### مقاومة الماء



### مقاومة الهواء

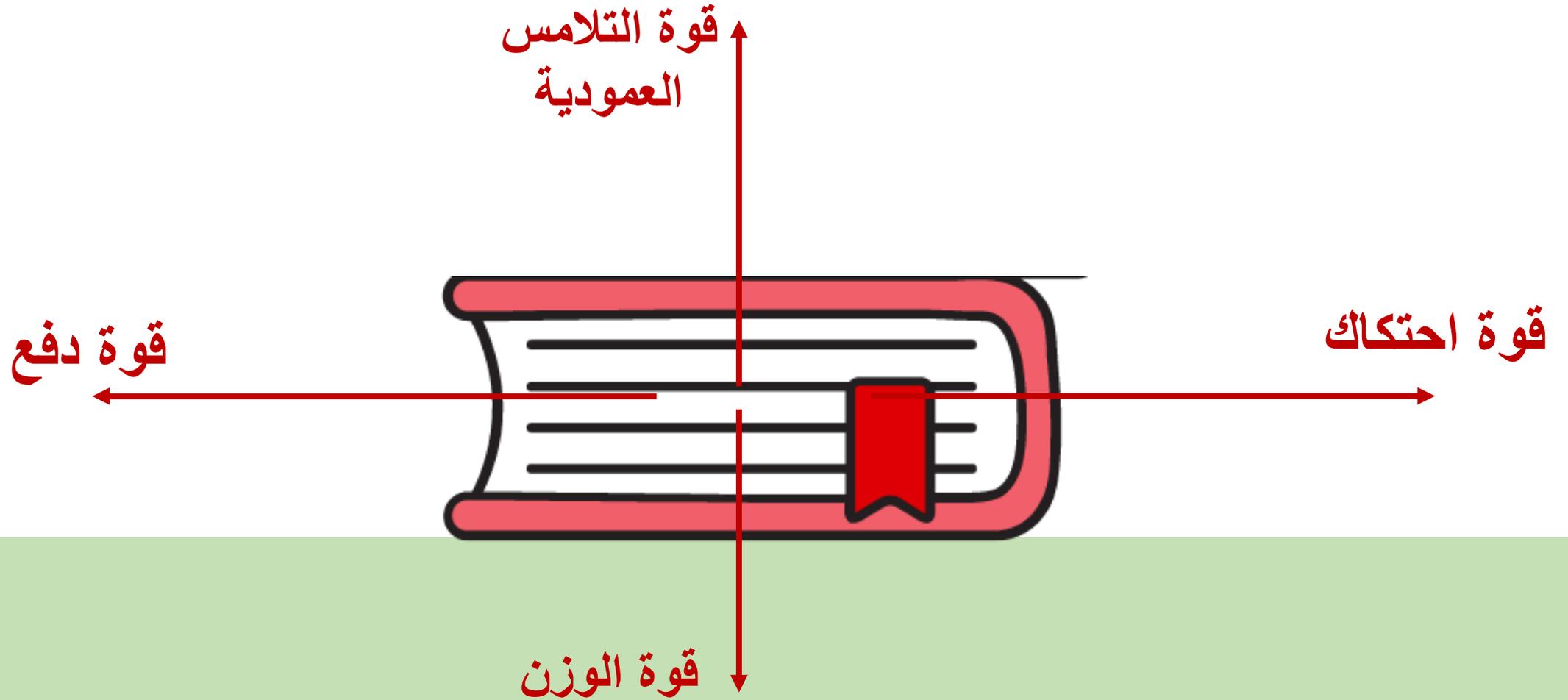


(د)

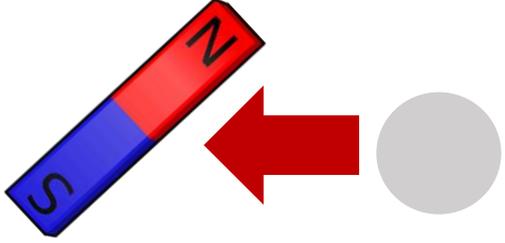


قوة الاستطالة تزيد من طول المادة المرنة، كأن يسبب وزنك استطالة حبل القفز (حبل بنجي).

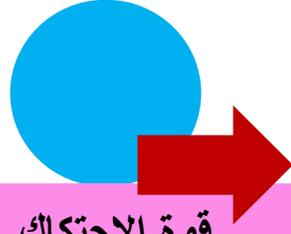
ما هي القوى المؤثرة على الكتاب عند تحريكه؟ (ارسم الأسهم)



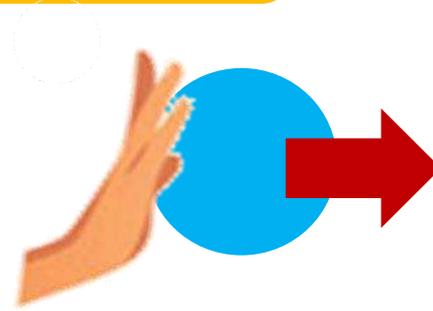
# من أنواع القوى



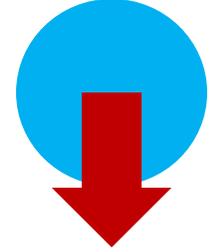
القوة المغناطيسية



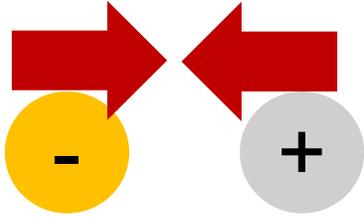
قوة الإحتكاك



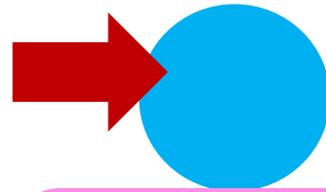
قوة الدفع



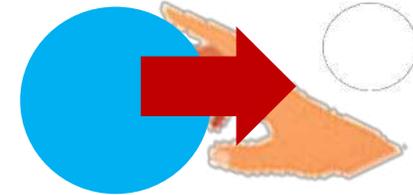
قوة الجاذبية الأرضية



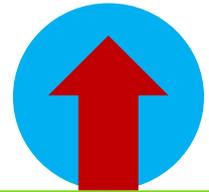
القوة الكهربائية



مقاومة الهواء أو الماء

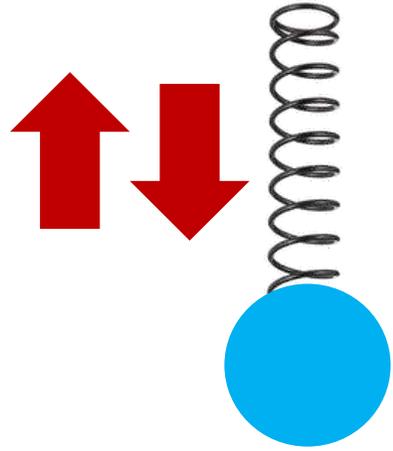


قوة الشد

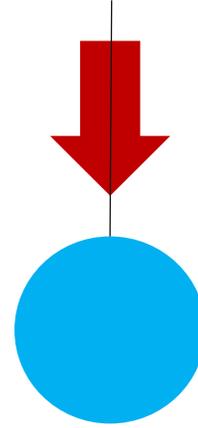


قوة التلامس العمودية

# من أنواع القوى



قوة المرورية



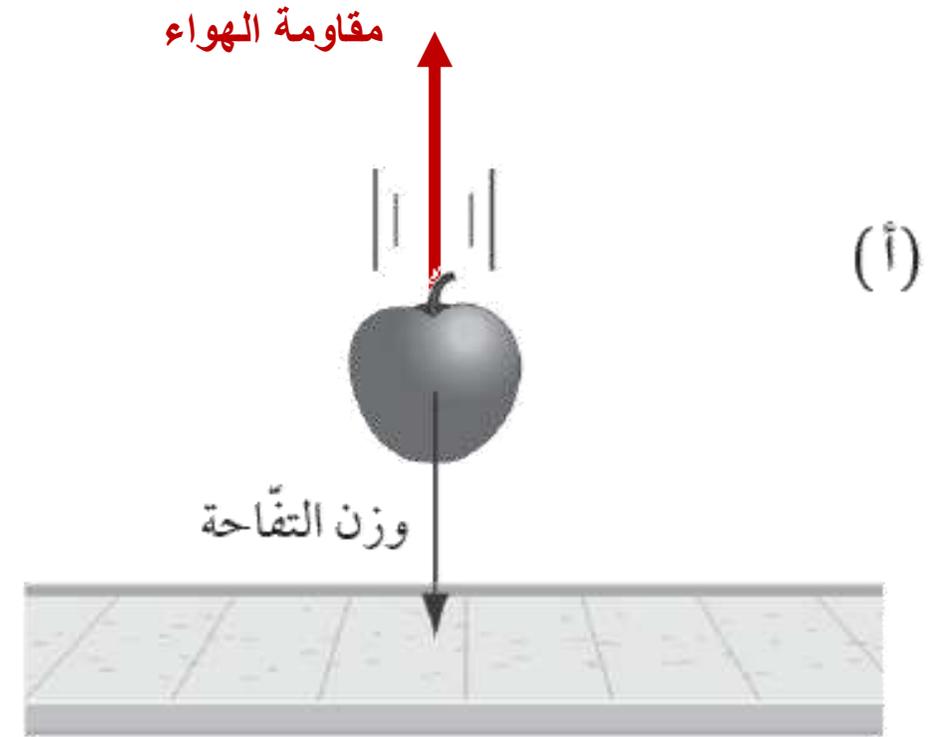
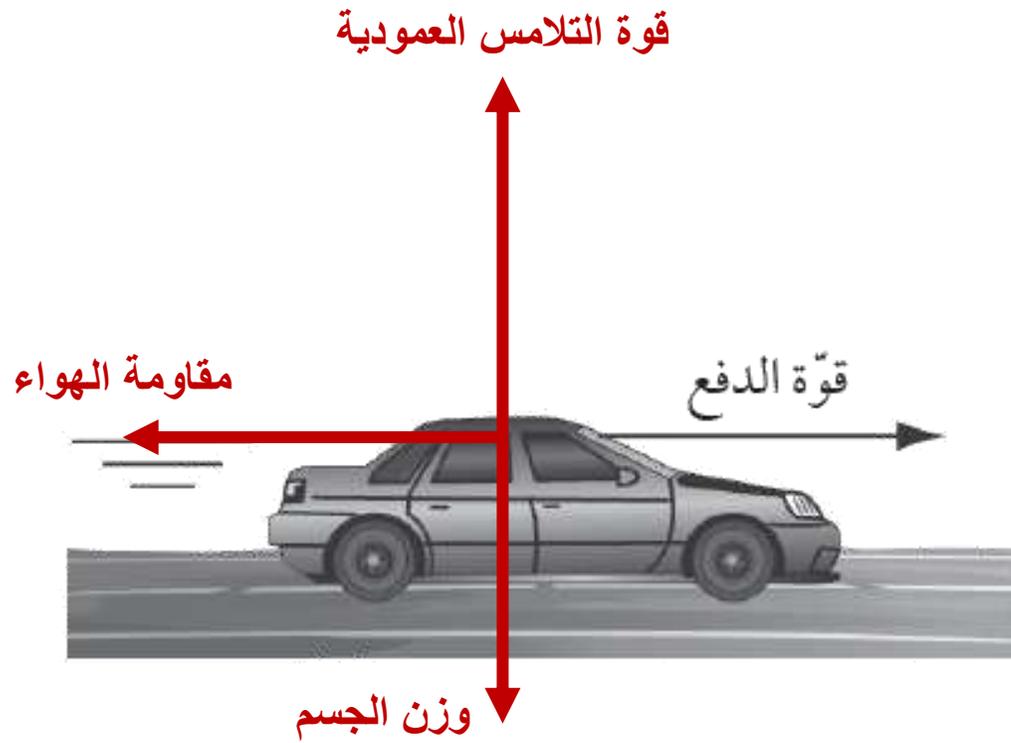
قوة الإستهطالة

## تمرين ٤-١ تحديد القوى

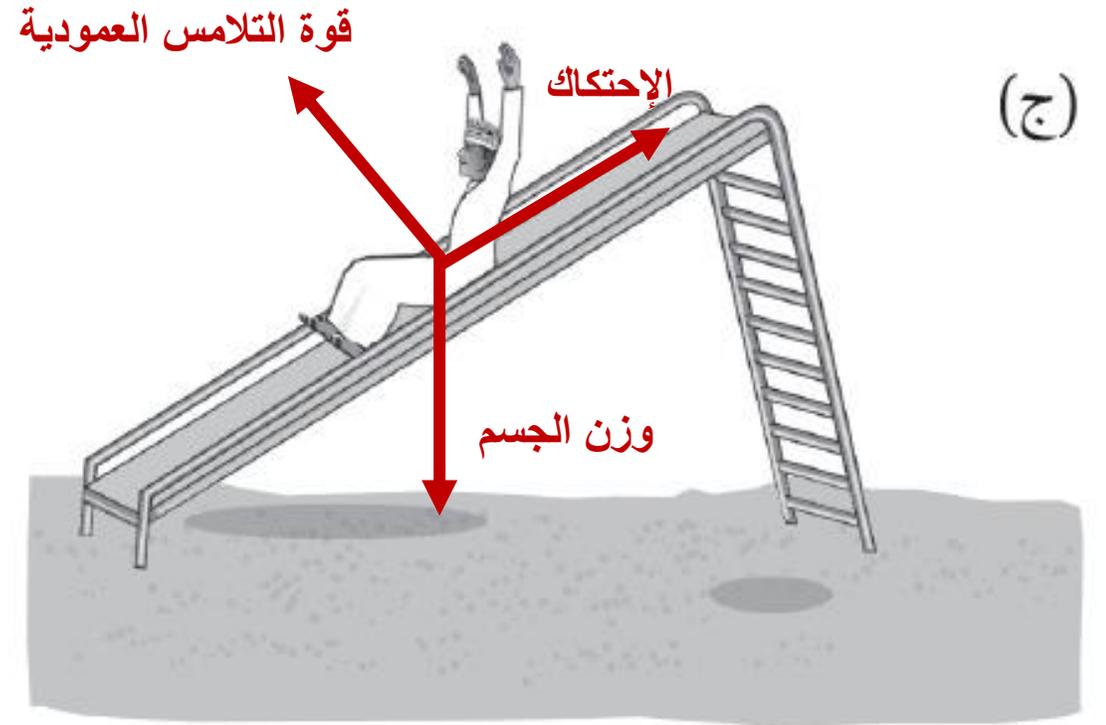
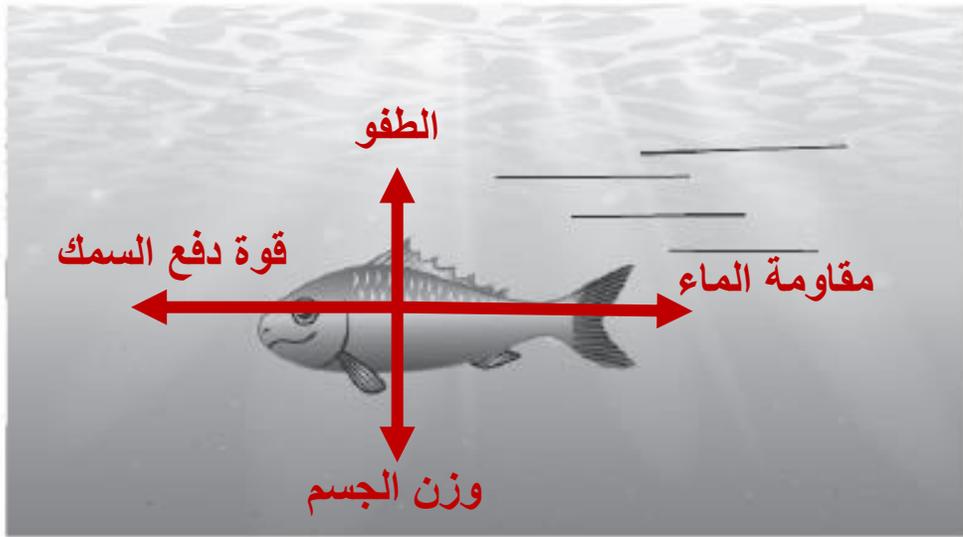
القوى ليست مرئية (رغم أننا نرى في الغالب تأثيراتها). وتُعدّ المقدرة على تحديد القوى، مهارة مهمّة لعلماء الفيزياء.

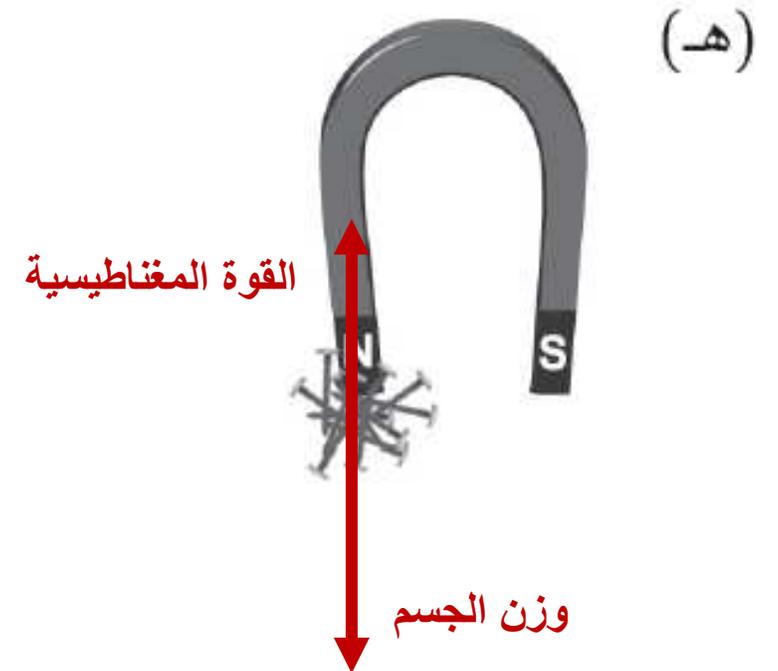
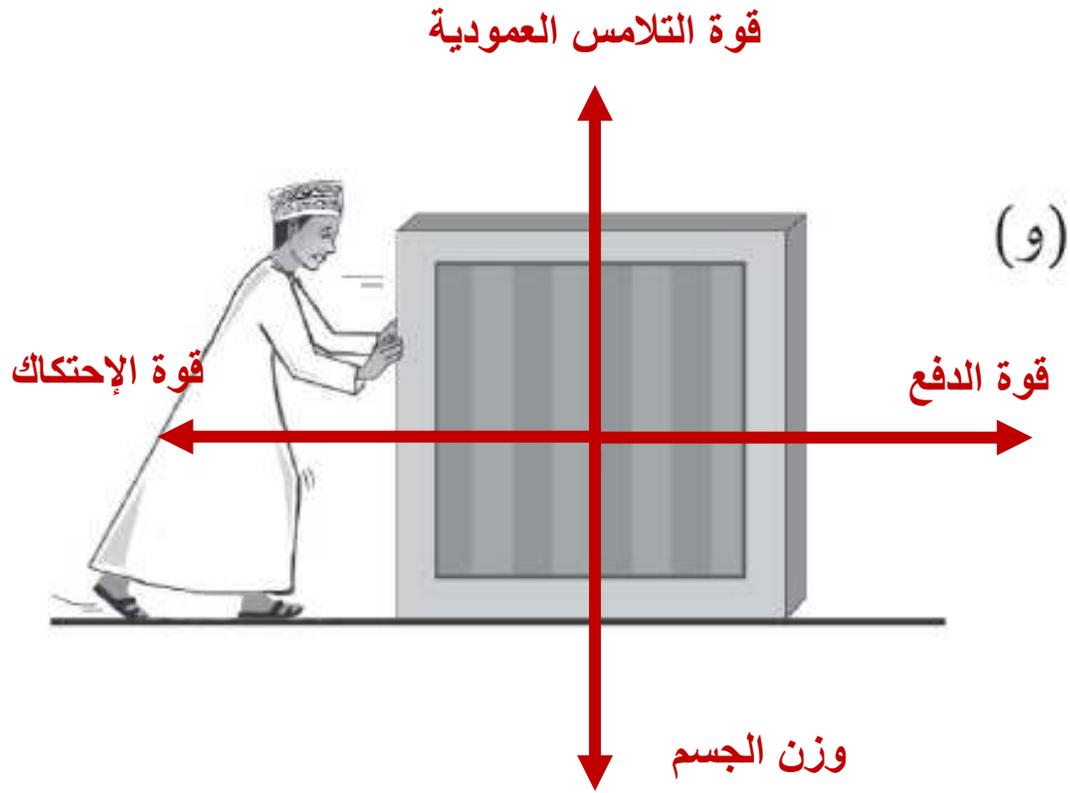
تُظهر الصور في الصفحة التالية بعض الأجسام. وتتمثّل مهمّتك في إضافة سهم واحد على الأقلّ يمثّل القوّة المؤثّرة على كل جسم. (تمّ رسم سهم يمثّل قوّة مؤثّرة على كلّ من الجسمين في الشكلين أ و ب).  
ارسم السهم الذي يمثّل كل قوّة واكتب عليه اسمها.

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



على سبيل المثال: قوة جاذبية الأرض على التفاحة وقوة الدفع على السيارة.





# محصلة القوى

الجسم الساكن يبقى ساكنا حتى  
تؤثر عليه قوة خارجية

القوى متوازنة ومتساوية

التلامس العمودية

$$F = 0$$



الجاذبية الأرضية

الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة يبقى بنفس السرعة حتى تؤثر عليه قوة خارجية

القوى متوازنة ومتساوية



# محصلة القوى



كيف تؤثر محصلة القوى عندما تكون القوى غير متوازنة؟

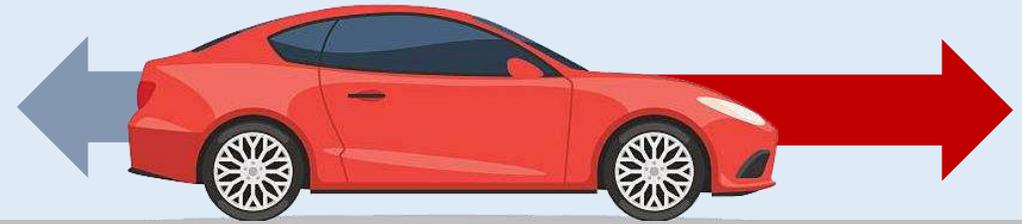
# كيف تؤثر محصلة القوى

## 1) تغيير السرعة

تباطؤ



تسارع

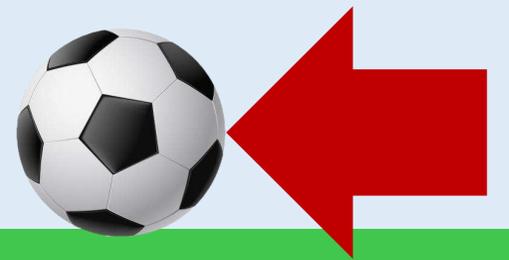
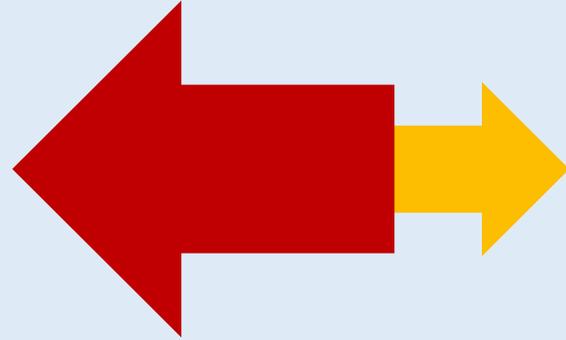


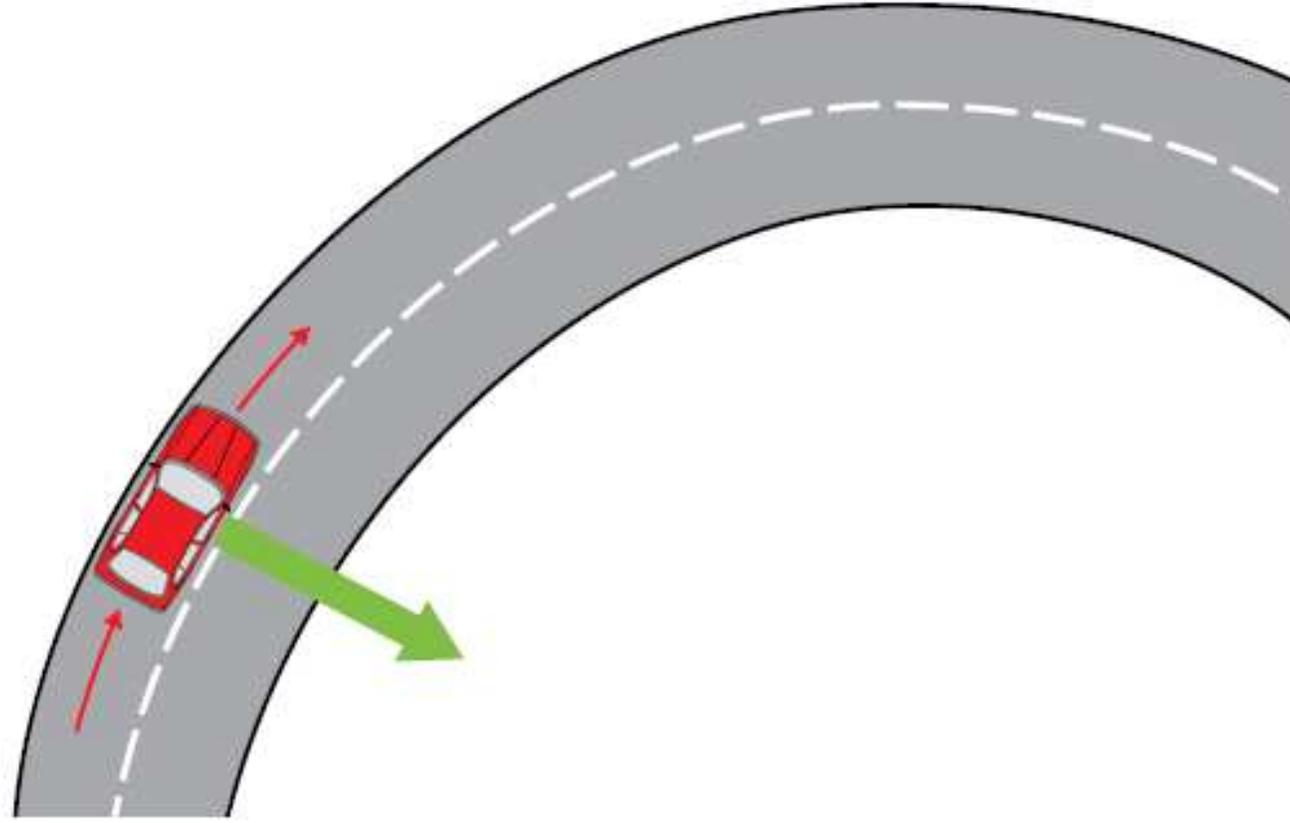


الشكل ٤-٢ يمكن تمثيل القوة بسهم. (أ) تتسبب القوة التي يوفرها المحرك بتسارع السيارة إلى الأمام. (ب) وتتسبب القوة التي توفرها المكابح في تباطؤ السيارة

كيف تؤثر محصلة القوى

تؤدي لتغيير اتجاه الجسم





الشكل ٣-٤ تتسبب القوة الجانبية في تغيير اتجاه السيارة

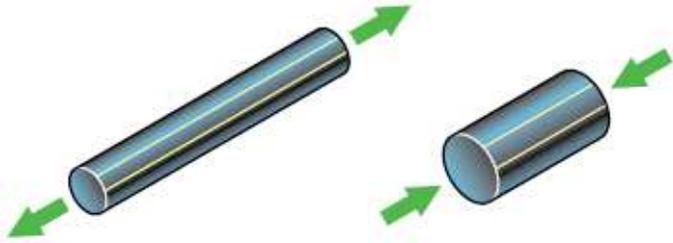
# كيف تؤثر محصلة القوى

تؤدي لتغيير شكل الجسم

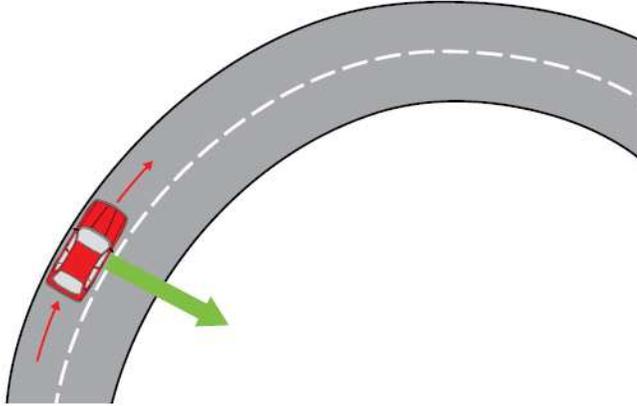


# تأثيرات القوى

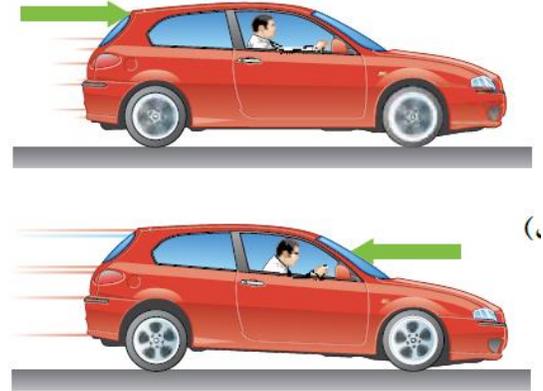
يؤدي لتغيير شكل  
وحجم الجسم



يؤدي لتغيير اتجاه  
الجسم



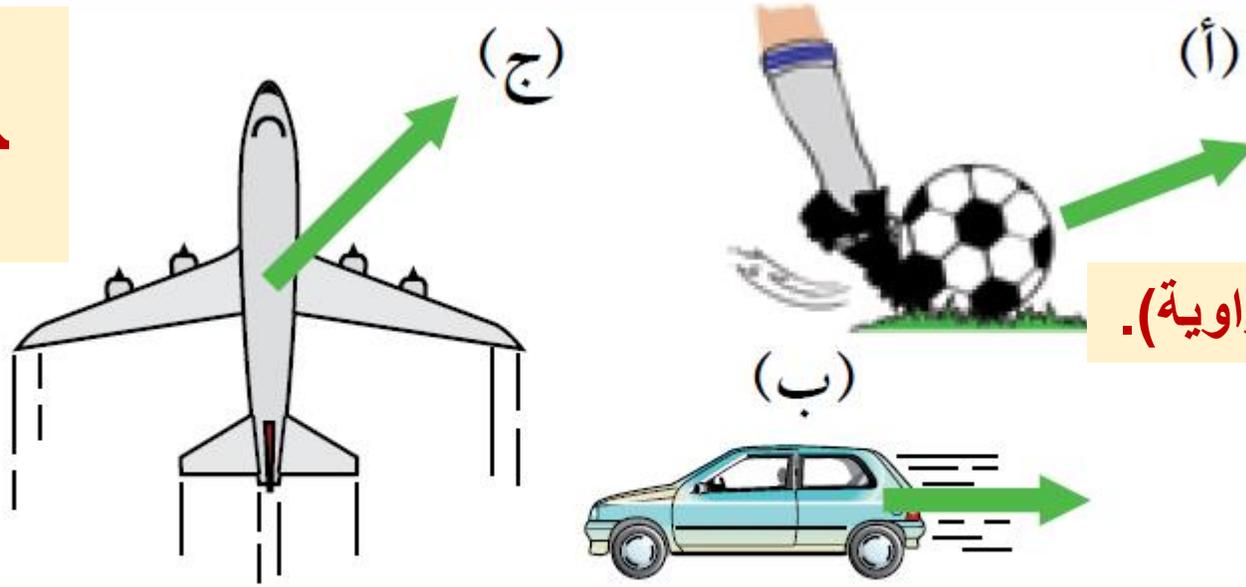
يؤدي لتسارع أو  
تباطؤ الجسم



## سؤال

٤-١ تُظهر الرسوم التخطيطية ثلاثة أجسام تتحرك. تؤثر محصلة قوى على كل جسم منها على حدة. صف كيف ستتغير حركة كل جسم من هذه الأجسام.

تُغيّر الطائرة اتجاه حركتها فتعطف إلى اليمين.



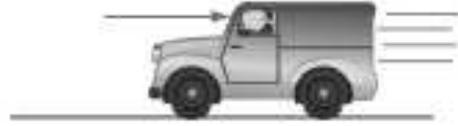
تتسارع الكرة نحو اليمين (بزاوية).

تستمر السيارة في اتجاه حركتها إلى اليسار ولكنها تتباطأ.

## تمرين ٢-٤ تأثيرات القوى

تُغيّر القوّة سرعة واتّجاه حركة الجسم، أو تُغيّر شكله.

١ يُظهر كل مخطّط جسمًا مع قوّة واحدة غير متوازنة تؤثر عليه، اذكر التأثير الذي ستحدثه هذه القوّة على كلّ من الأجسام الآتية:



(ب)

سوف تتباطئ السيّارة



(ا)

سوف تتسارع السيّارة



(د)

سوف تتسارع الكرة إلى الأسفل  
(لكنها سوف تتّبع مسارًا مقوسًا)



سوف تنحني الشجرة

ب ١. ينزلق سعيد على مُنحدر. ارسم في المساحة أدناه مُخطَّطًا لسعيد على المُنحدر، وأضف سهمًا يُمثِّل قوَّة الاحتكاك التي تُؤثِّر عليه.



٢. ما تأثير قوَّة الاحتكاك على حركة سعيد؟

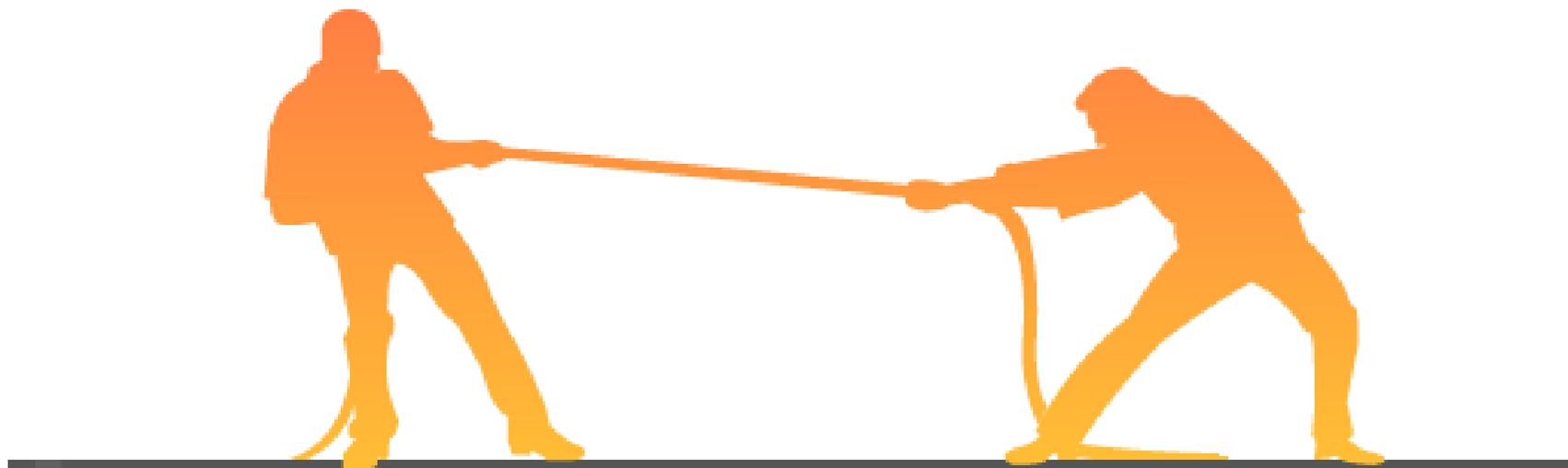
**قوَّة الاحتكاك تجعله يقلل من تسارعه**

# حساب محصلة القوى

200 N

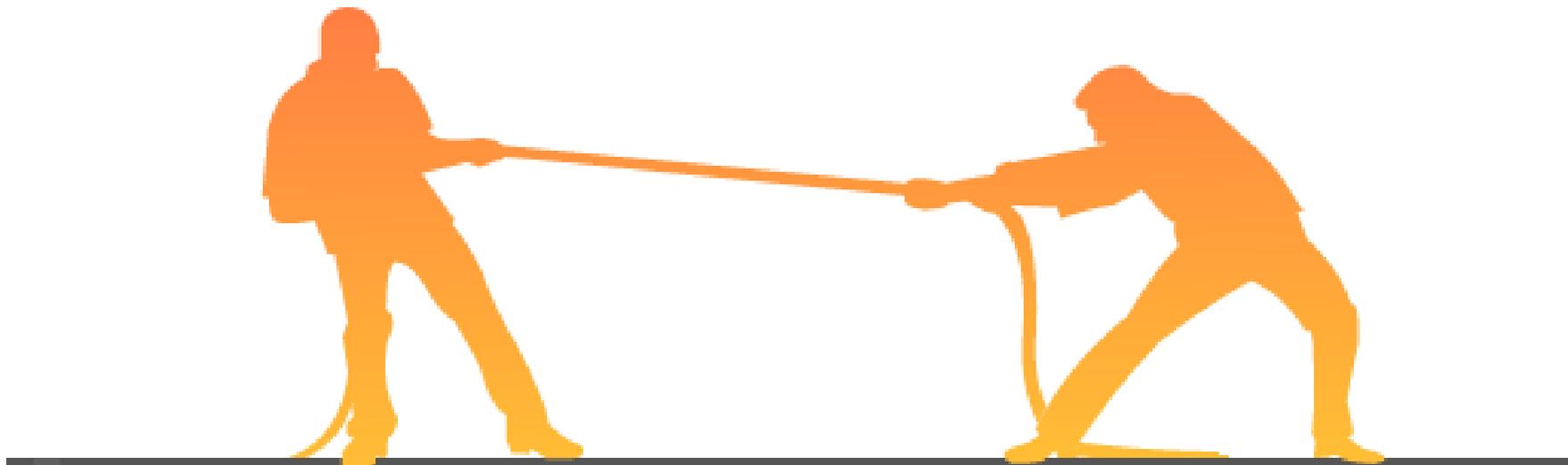


200 N

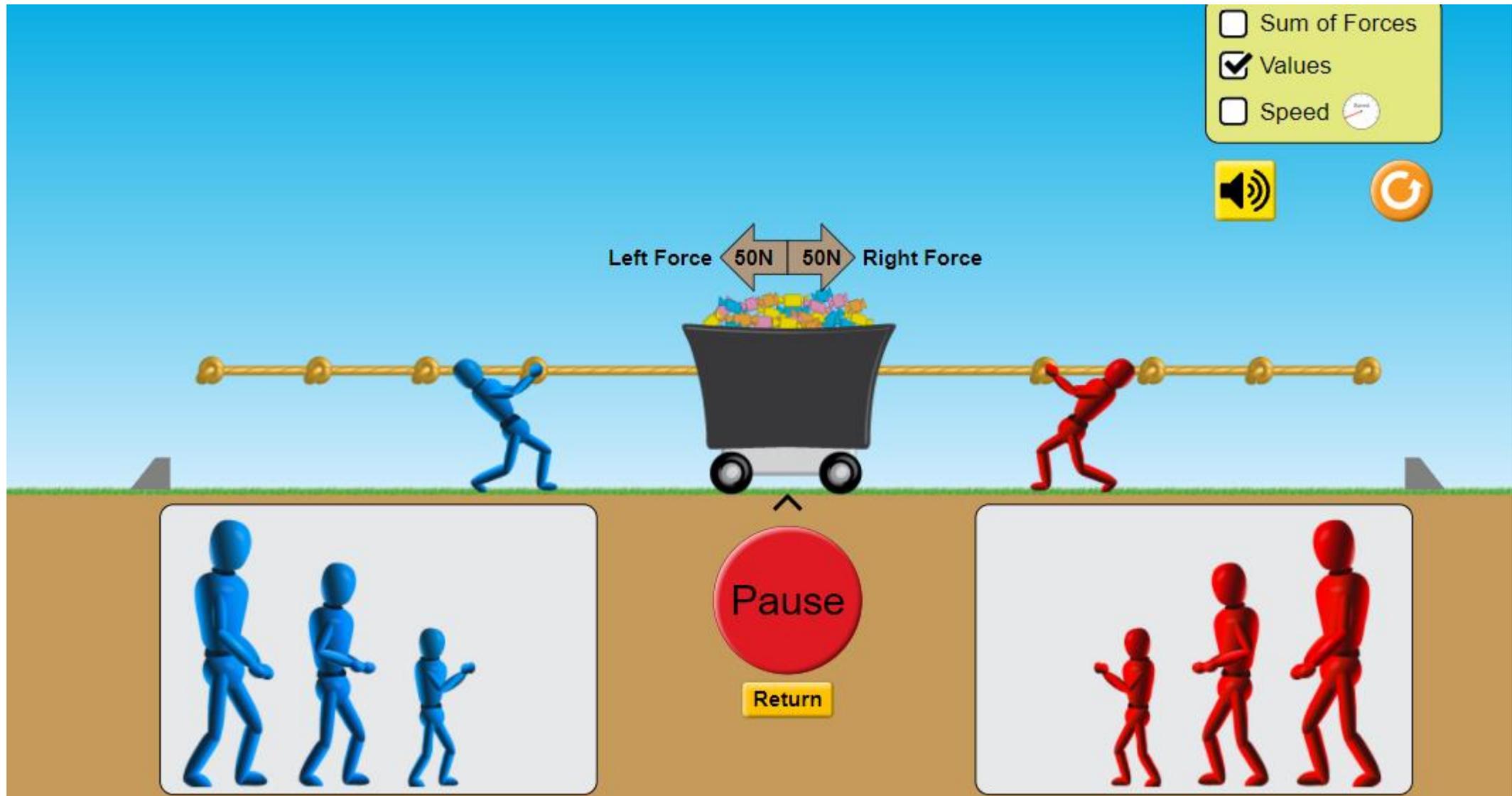


$F = 0$

# حساب محصلة القوى



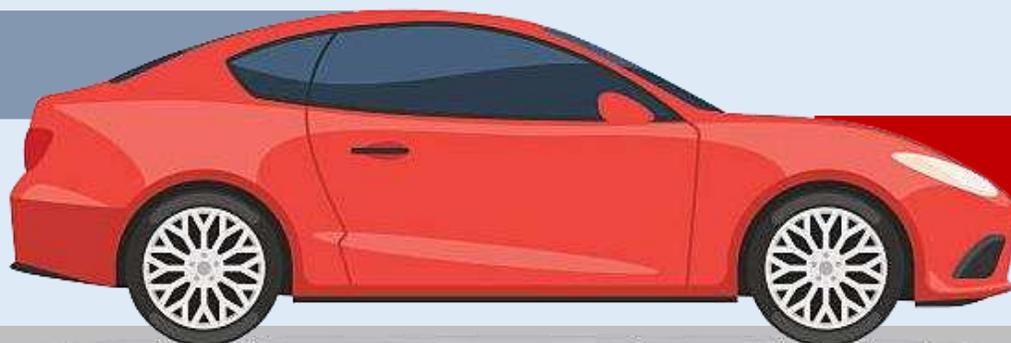
$F = 200 \text{ N}$  نحو اليسار



[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html)

مقاومة الهواء

100 N



دفع السيارة

800 N

$F = 700 \text{ N}$  نحو اليمين

ملاحظة: نحسب المحصلة للقوى التي في نفس المحور

إذا لم تؤثر أي محصلة قوى على جسم ما فإنه لن يتسارع.  
وسيبقى في حالة **سكون** أو يستمر في حركته  
بسرعة ثابتة على خط مستقيم.

القوى غير متزنة

محصلة القوى  $\neq 0$

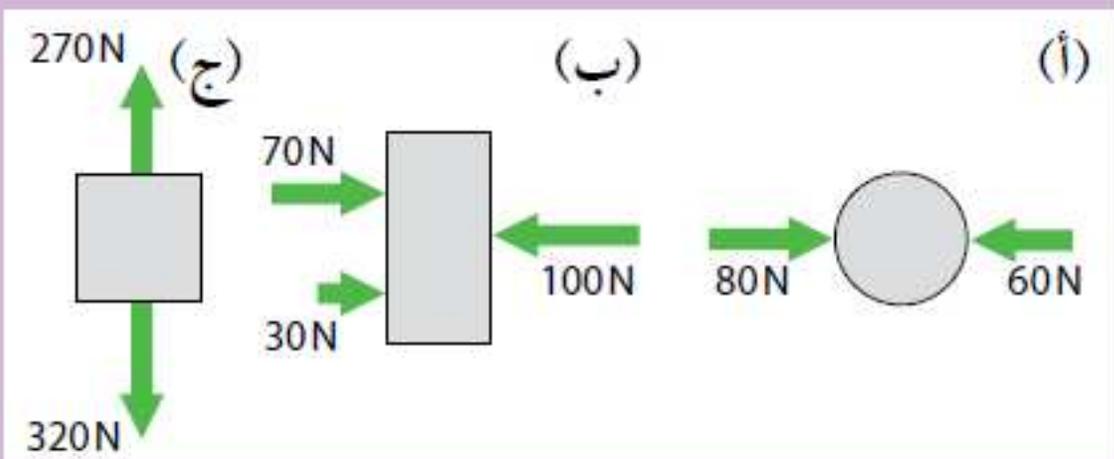
الجسم يتسارع أو يتغير  
اتجاهه أو يتغير شكله

القوى متزنة

محصلة القوى  $= 0$

يكون الجسم ساكن  
أو يتحرك بسرعة ثابتة

٢-٤ تَظْهَرُ الرِّسُومُ التَّخْطِيطِيَّةُ ثَلَاثَةَ أَجْسَامٍ تَتَحَرَّكُ. تَوَثِّرُ عِدَّةٌ قُوى عَلَى كُلِّ جِسْمٍ مِنْهَا عَلَى حِدَةٍ.



لكلٍّ من (أ) و (ب) و (ج):

١. اذكر ما إذا كانت القوى متزنة أو غير متزنة.
٢. إذا كانت القوى غير متزنة، احسب محصلة القوى المؤثرة على الجسم واذكر اتجاهها.
٣. اذكر كيف ستتغير حركة الجسم.

أ. ١. القوى المؤثرة على الجسم غير متزنة.

٢. إلى اليمين  $20\text{ N} = (\text{إلى اليسار}) 60 - (\text{إلى اليمين}) 80$ .

٣. يتسارع الجسم إلى اليمين.

ب. ١. القوى المؤثرة على الجسم متزنة.

٢.  $0\text{ N} = (70 + 30) (\text{إلى اليمين}) - 100 (\text{إلى اليسار})$ .

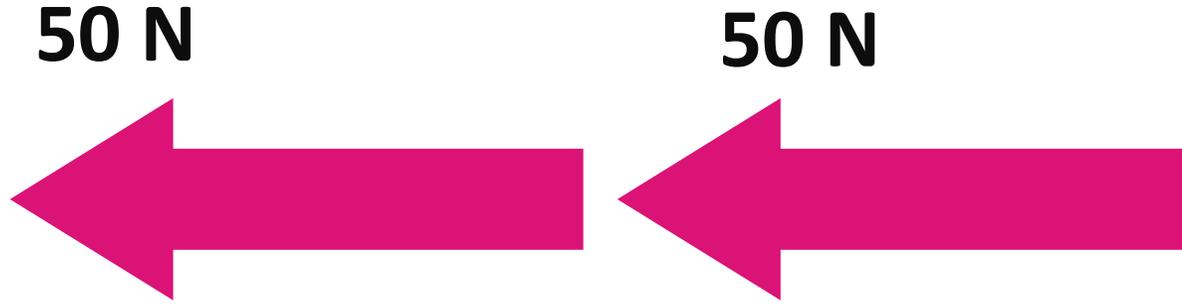
٣. لا يتسارع الجسم.

ج. ١. القوى المؤثرة على الجسم غير متزنة.

٢.  $50\text{ N} (\text{إلى الأسفل}) = 270 (\text{إلى أعلى}) - 320 (\text{إلى الأسفل})$ .

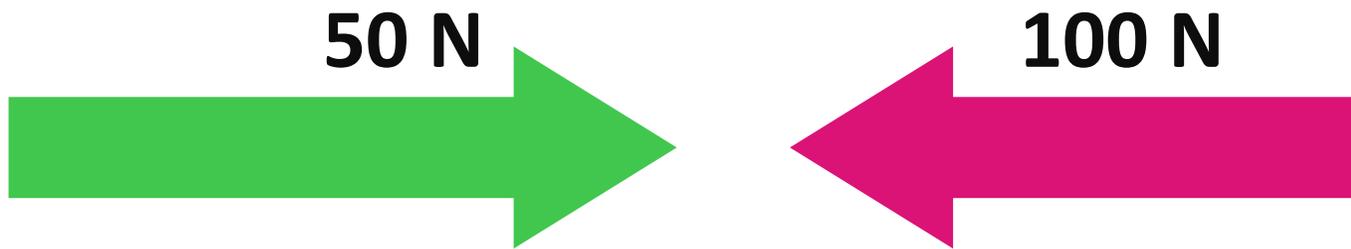
٣. يتسارع الجسم إلى الأسفل.

# قواعد في الحساب



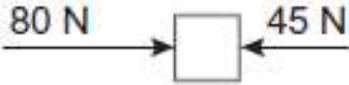
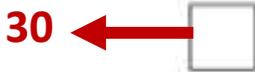
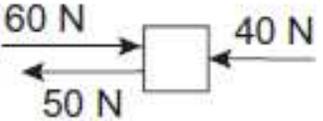
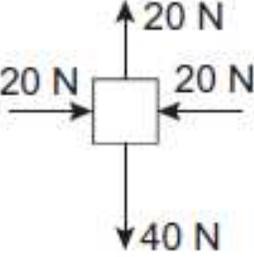
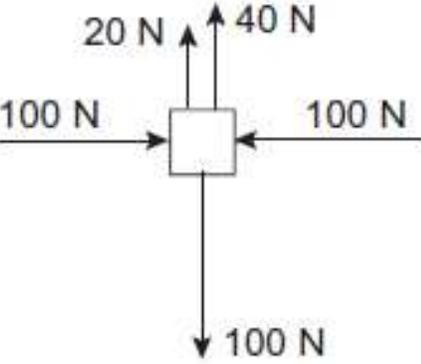
**100N = 50 + 50** ليسار

القوى في نفس الإتجاه  
(نجمعهن)



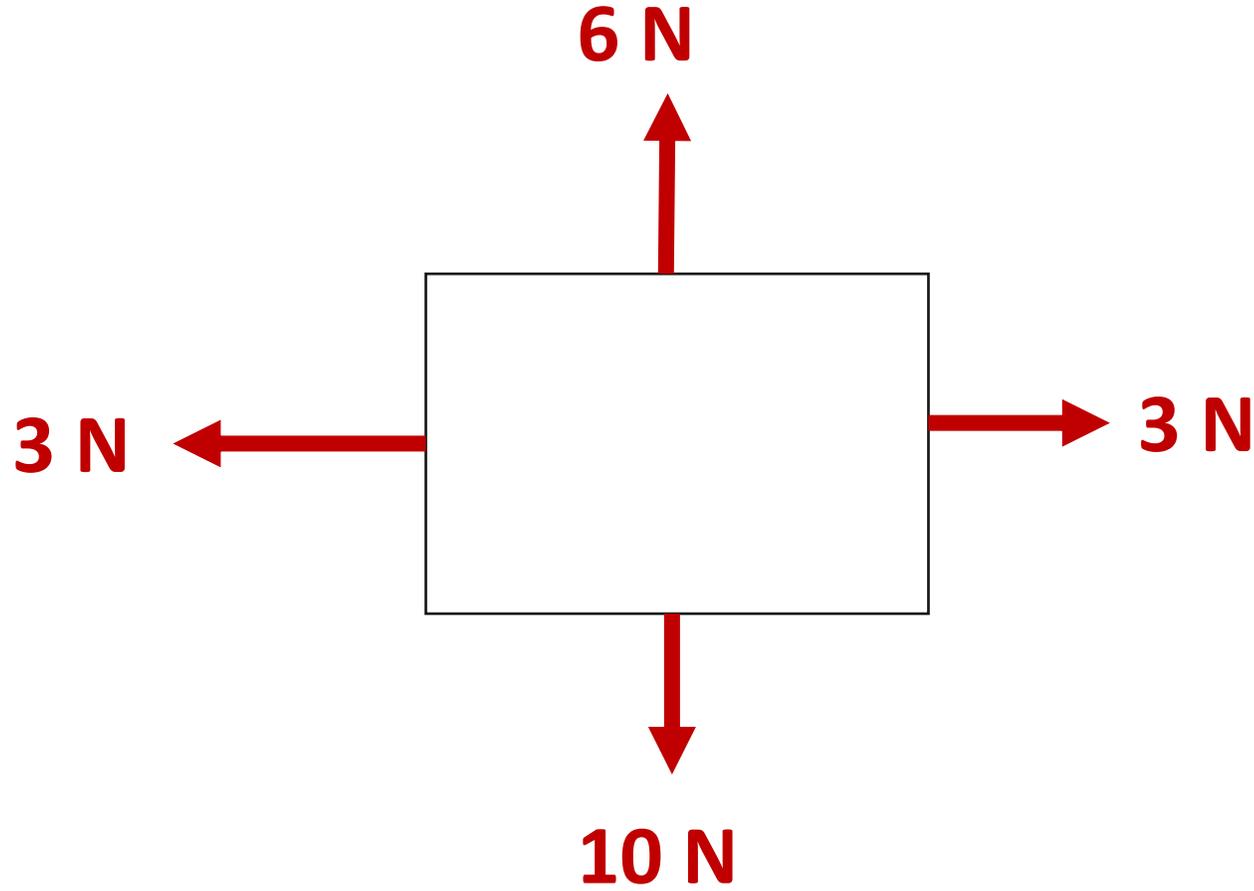
**50N = 50 - 100** ليسار

القوى عكس بعضها  
(نطرحهن والإتجاه في  
اتجاه الأكبر)

مُحصلة القوى	القوى المؤثرة على الجسم
	
	
	
	

الجدول ١-٤

ب ارسم في الفراغ أدناه، مخططًا يوضح جسمًا تُؤثر عليه أربع قوى. يجب أن تكون محصلتها  $4\text{ N}$  وتعمل رأسيًا إلى الأسفل.



ج يُوضِّح الرسم التخطيطي قوتَين تُؤثَّران على جسم ما .



ما مقدار محصِّلة القوتَين على هذا الجسم؟

**محصِّلة القوتَين = الصفر**

د طرح ثلاثة طلاب تعليقاتهم على الرسم التخطيطي أعلاه .

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

قال حسام: «يجب أن يتحرَّك هذا الجسم بسرعة ثابتة في خطٍّ مستقيم» .

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

اشرح، مع الإشارة إلى كلِّ عبارة، من الطالب الذي كان طرحه صحيحًا .

**الطالب (عمر) كان طرحه صحيحًا؛ القوى مُتَّزنة / لا توجد مُحصِّلة قوى؛ يمكن أن يكون طرح الطالب (زياد) صحيحًا؛ لأنَّ الجسم قد يكون في حالة سكون عندما تكون القوى المؤثرة عليه مُتَّزنة. يمكن أن يكون طرح الطالب (حسام) صحيحًا؛ لأنَّ الجسم قد يتحرَّك بسرعة ثابتة في خطٍّ مستقيم عندما تتوازن القوى المؤثرة عليه.**

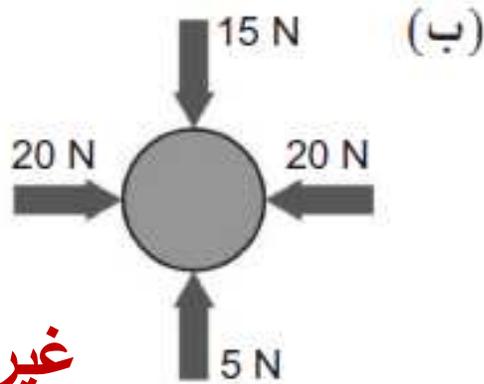
# ورقة العمل ٤-١

## القوى المتزنة

حل بعض المسائل التي تتضمن قوتين أو عدّة قوى تؤثر على جسم ما .

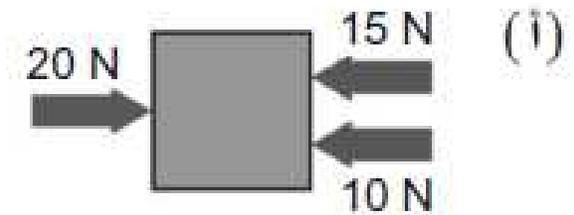
لكلّ من الأجسام الموضّحة أدناه:

- احسب مُحصّلة القوى المؤثرة وحدّد اتّجاهها .
- اذكر ما إذا كانت القوى المؤثرة متزنة أو غير متزنة .
- وضح كيف سيتحرّك الجسم .



غير متزنة

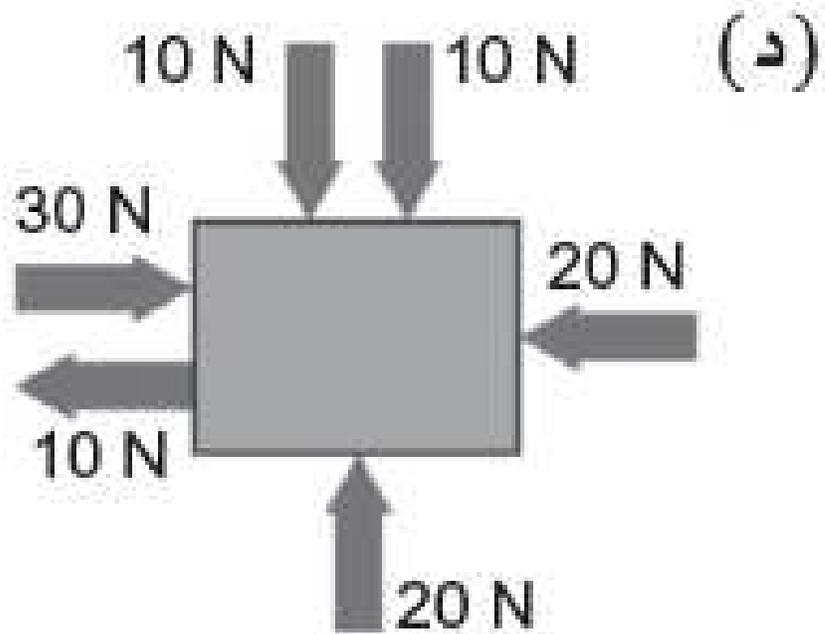
10 N



غير متزنة

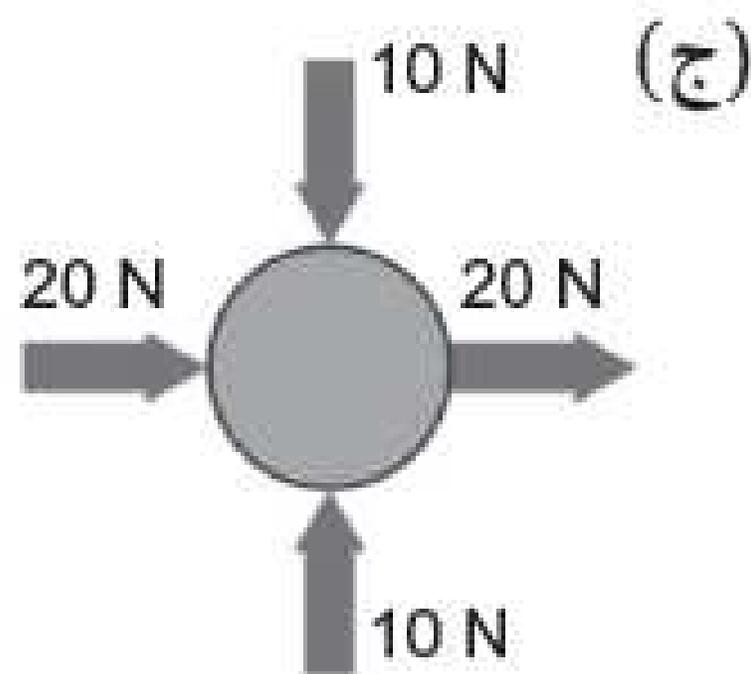
5 N





متزنة

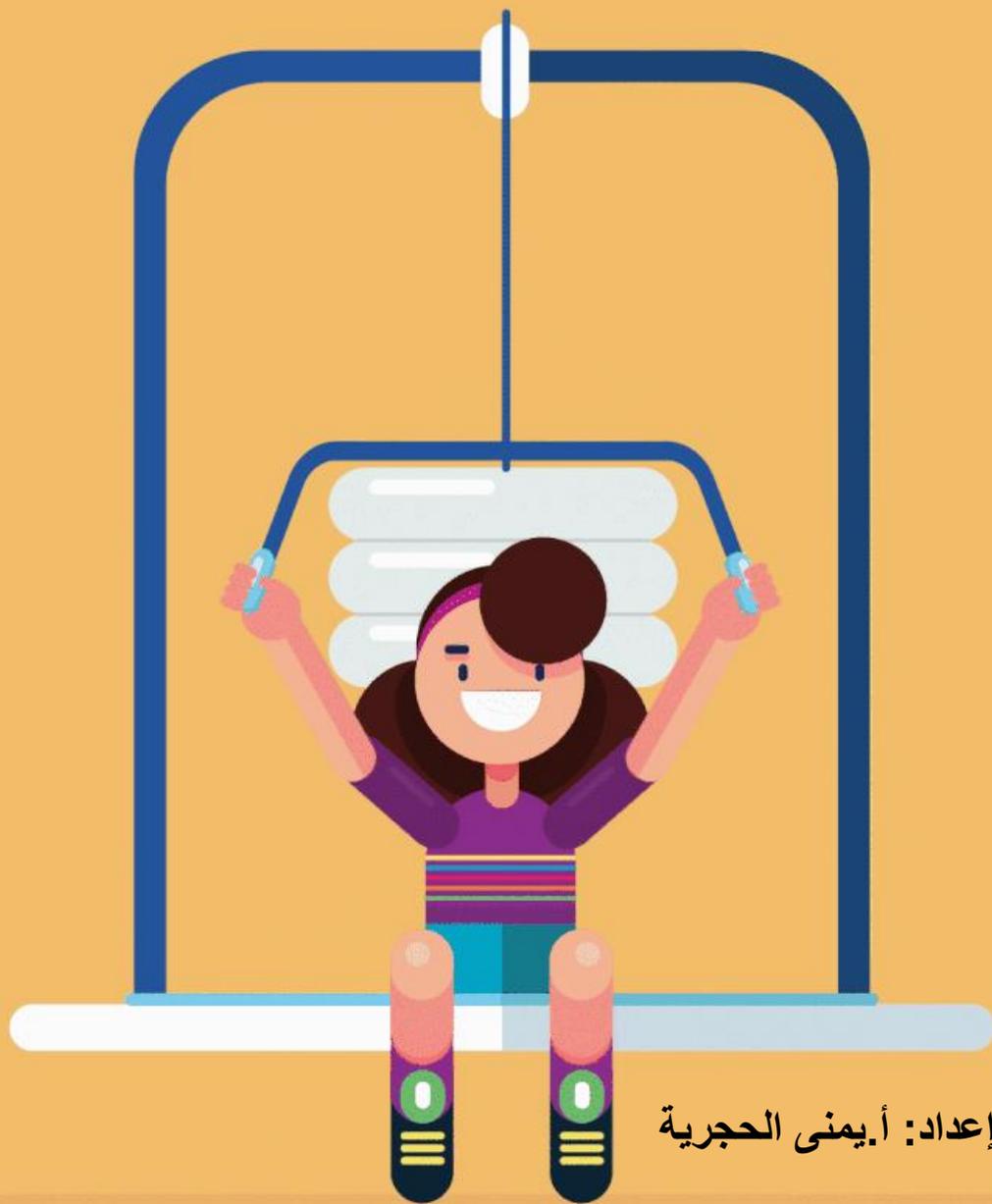
0 N



غير متزنة

40 N





إعداد: أيمنى الحجرية

القوة  
العضلة  
التفسيح

التسارع

$a$

$m/s^2$

متر/الثانية تربيع

الكتلة

$m$

$kg$

كجم

القوة

$F$

$N$

نيوتن

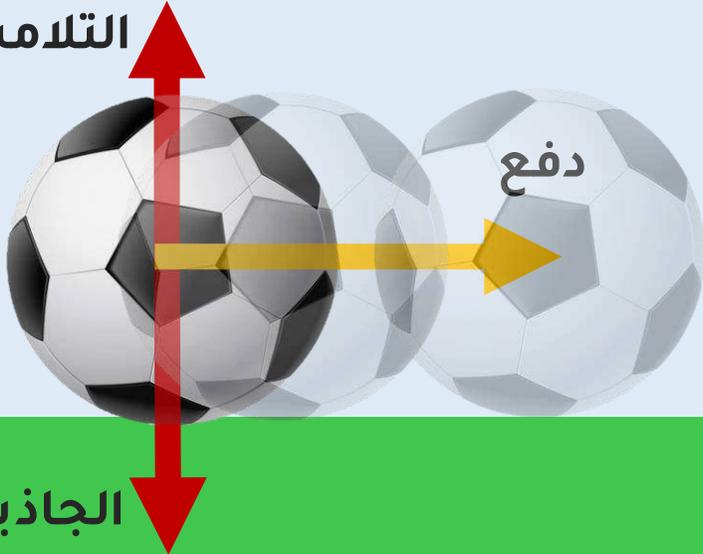
رمزه

وحده  
قياسه

# عندما تؤثر قوة على جسم فإنه يتسارع

التلامس العمودية

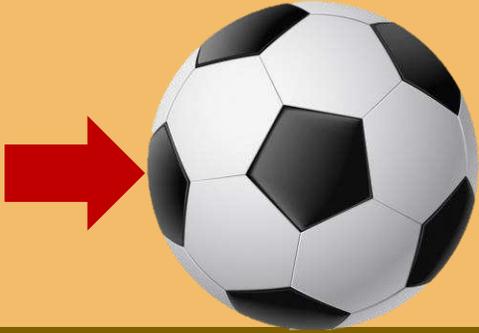
$F = 0$



الجاذبية الأرضية

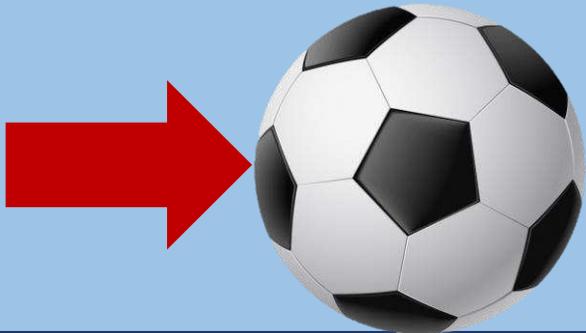
# ما علاقة القوة بتسارع الجسم؟

قوة أقل



تسارع قليل

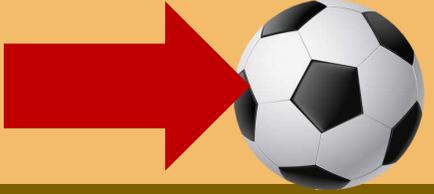
قوة أكبر



تسارع كبير

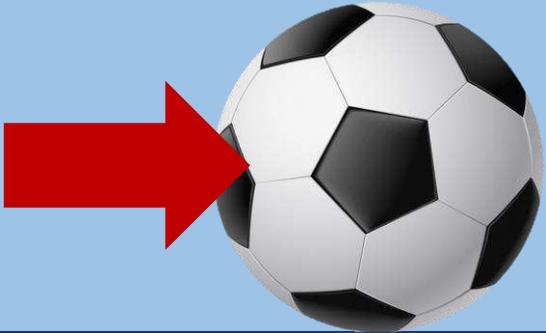
# ما علاقة الكتلة بتسارع الجسم؟

كتلة قليلة



تسارع كبير

كتلة كبيرة



تسارع قليل

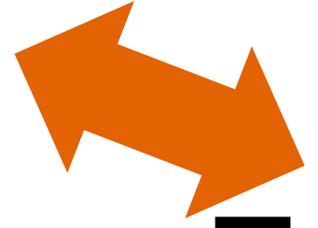
The image shows the PhET Forces and Motion Basics simulation interface. The main scene features an orange robot on a wooden platform next to a wooden crate, with mountains and clouds in the background. The interface includes several control panels:

- Top Right Panel (Yellow):** Contains checkboxes for "Forces" (checked), "Sum of Forces", "Values", "Masses", and "Speed". Below these is a "Friction" slider ranging from "None" to "Lots", currently set to a medium level.
- Bottom Center Panel:** Labeled "Applied Force", it features a slider ranging from -500 to 500 Newtons, currently set to 0. Navigation buttons (left, right, stop, play) are present above the slider.
- Bottom Left Panel:** A selection box containing a blue refrigerator and a wooden crate.
- Bottom Right Panel:** A selection box containing a girl, a man, a trash can, and a gift box.
- Bottom Right Controls:** Includes a pause button, a play button, and a refresh button.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html)

القوة

علاقة طردية



=

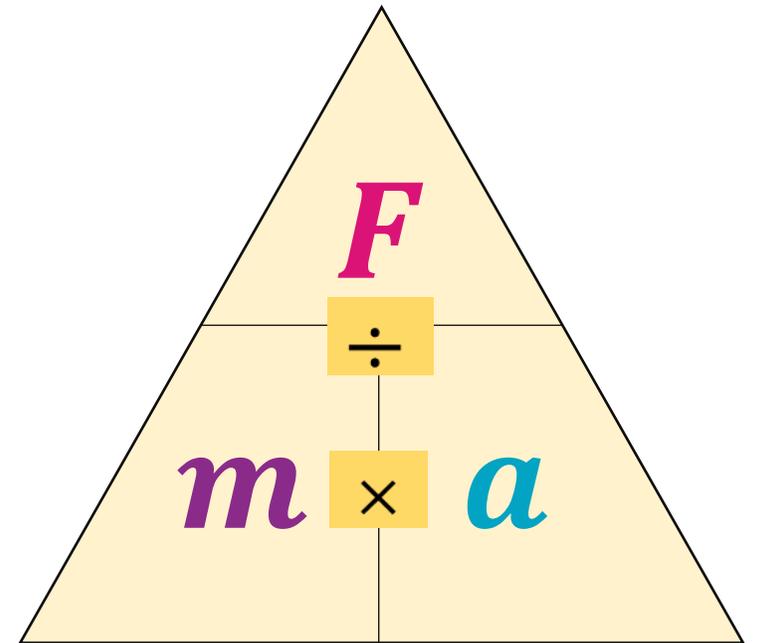
التسارع

الكتلة

علاقة عكسية

القوة = الكتلة × التسارع

$$F = m \times a$$



# مثال

صندوق كتلته 5kg كم القوة اللازمة لتحريكه بتسارع  $3 \text{ m/s}^2$  ؟

**المعطيات:**

التسارع = 3 متر/ مربع الثانية  
الكتلة = 5 كجم

**المطلوب:**

القوة اللازمة = ؟

**القانون:**

القوة = التسارع  $\times$  الكتلة

القوة =  $5 \times 3$

القوة = 15 نيوتن

# مثال

سيارة لعبة كتلتها 500 g كم القوة اللازمة لتحريكها لتسير بتسارع  $10 m/s^2$  ؟

**القانون:**  
القوة = التسارع  $\times$  الكتلة

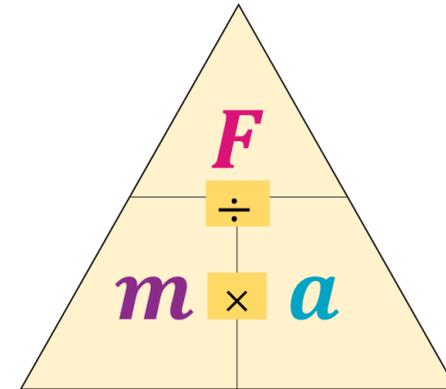
**المطلوب:**  
القوة = ؟

**المعطيات:**  
التسارع =  $10 m/s^2$   
الكتلة = 500 g  $\div 1000$   $\leftarrow$  0.5 kg

$$F = a \times m$$

$$F = 10 \times 0.5$$

$$F = 5 N$$



# مثال

يضرب ولد كرة كتلتها 0.5kg بقوة 300 N، كم التسارع الذي تصل إليه؟

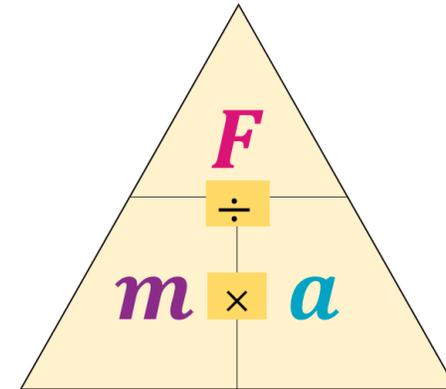
القانون:  
القوة = التسارع × الكتلة

المطلوب:  
التسارع = ؟

المعطيات:  
القوة = 300N  
الكتلة = 0.5kg

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

$$a = \frac{300 \text{ N}}{0.5 \text{ kg}} = 600 \text{ m/s}^2$$



## أسئلة

٤-٤

ما القوة اللازمة لإكساب سيّارة كتلتها (600 kg) تسارعاً مقداره  $(2.5 \text{ m/s}^2)$ ؟

٥-٤

يسقط حجر كتلته (0.20 kg) بتسارع مقداره  $(10.0 \text{ m/s}^2)$ ، ما مقدار القوة التي تسبّب هذا التسارع؟

٦-٤

ما التسارع الناتج عن قوة مقدارها (2000 N) تؤثر على شخص كتلته (80 kg)؟

٧-٤

هناك طريقة لإيجاد كتلة جسم ما، هي قياس تسارعه عندما تؤثر عليه قوة. إذا تسببت قوة مقدارها (80 N) في تسارع صندوق بمقدار  $(0.10 \text{ m/s}^2)$  فما كتلة الصندوق؟

٤-٤

القوة اللازمة لإكساب السيّارة التسارع  $a$ :

$$F = ma$$

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

٥-٤

القوة التي تسبّب بوقوع الحجر:

$$F = ma$$

$$= 0.20 \times 10$$

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

٦-٤

$$F = ma$$

التسارع الناتج عن القوة:

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

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

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

٧-٤

$$F = ma$$

كتلة الصندوق:

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

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

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

## تمرين ٤-٤ القوة والكتلة والتسارع

استخدام العلاقة  $F = ma$ .

أ) المُعادلة  $F = ma$  تتعلق بثلاث كمّيات. أكمل الجدول ٢-٤ لإظهار أسماء هذه الكمّيات ووحدات القياس في النظام الدولي للوحدات SI الخاصّة بها.

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

الجدول ٢-٤

ب) أعد ترتيب المُعادلة  $F = ma$  لحساب كلّ من:

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

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

ج احسب القوة اللازمة لإكساب كتلة مقدارها 20 kg تسارعاً مقداره  $0.72 \text{ m/s}^2$

$$F = m \times a$$

$$F = 20 \times 0.72$$

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

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

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

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

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

هـ تتمثل إحدى الطرق لإيجاد كتلة جسم ما في التأثير عليه بقوة وحساب تسارعه. تندفع مركبة فضائية بقوة 200 N، وتتسارع بمقدار  $0.12 \text{ m/s}^2$ . ما كتلة المركبة الفضائية؟

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

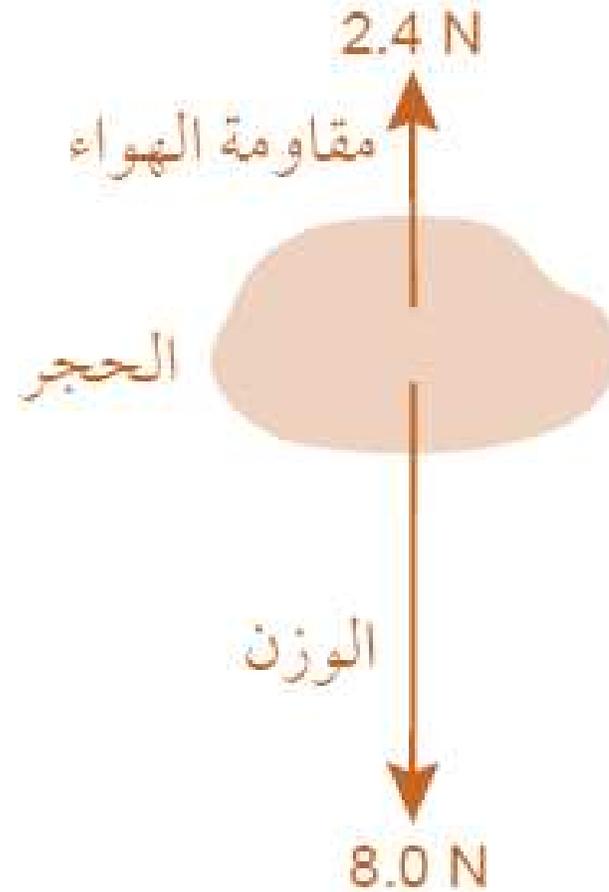
$$m = \frac{200}{0.12}$$

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

9 1. ارسم في المساحة أدناه، حجراً يسقط مع توضيح القوتين الآتيتين المؤثرتين عليه:

• وزنه 8.0 N

• مقاومة الهواء 2.4 N



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

محصلة القوى:

$$F = 8.0 - 2.4$$

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

$$F = ma$$

تسارع الحجر:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5.6}{0.80}$$

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

سؤال  
تحدي

أثرت قوة على صندوق كتلته 3 kg فتحرك من السكون ليصل لسرعة 10m/s خلال ثانيتين، ما مقدار القوة التي أثرت على الصندوق؟

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

$$\text{القوة} = 3 \times 5$$

$$\text{القوة} = 15 \text{ N}$$

$$\text{التسارع} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

$$\text{التسارع} = \frac{0 - 10}{2}$$

$$\text{التسارع} = 5 \text{ m/s}^2$$

## العلاقة بين القوة والكتلة والتسارع

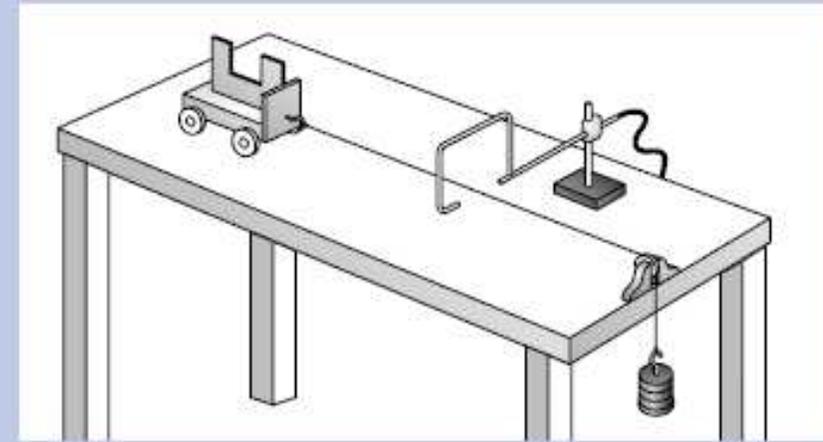
المهارات:

- يقيّم الأخطار ويشرح التدابير الوقائية المتخذة لضمان السلامة.

- يفسّر الملاحظات وبيانات التجارب وقيّمها، ويحدّد النتائج غير المتوقعة ويتعامل معها بالشكل الملائم.

- يحدّد المتغيرات، ويصف كيف يمكن قياسها، ويشرح لماذا ينبغي التحكم في بعض المتغيرات.

إذا غيّرت القوة المؤثرة على جسم ما أو غيّرت كتلته، فإن تسارعه سيتغيّر. يوضّح الرسم التخطيطي إحدى الطرق لاستقصاء هذه التغيرات باستخدام عربة المختبر وبوابة ضوئية ومؤقت. تُوضَع العربة على مسار أفقي، وتُربط بطرف خيط يمرّ فوق بكرّة، ويُربط بالنهاية الأخرى للخيط حامل أثقال من أجل توفير القوة اللازمة لجعل العربة تتسارع.



<http://amrita.olabs.edu.in/?sub=1&brch=1&sim=44&cnt=4>

<https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/NewtonsLawPhotogateLab/index.html>

$$F = a \times m$$

$$m_2 \times g = a \times (m_1 + m_2)$$

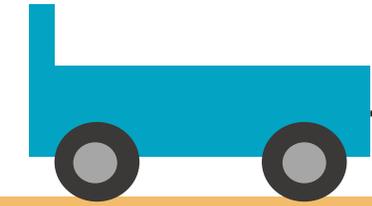
كتلة العربة  
 $m_1$

قوة الشد  
 $F$

القوة المؤثرة = وزن الثقل المعلق

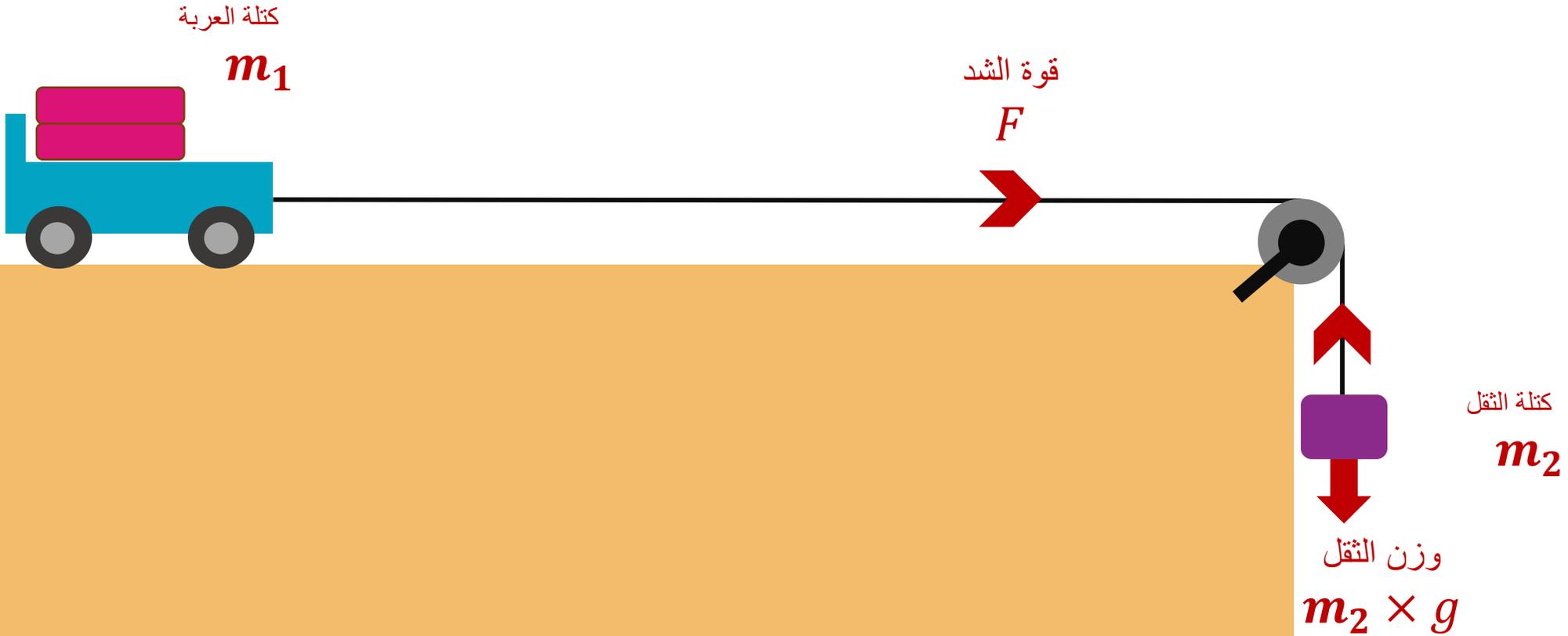
كتلة الثقل  
 $m_2$

وزن الثقل  
 $m_2 \times g$



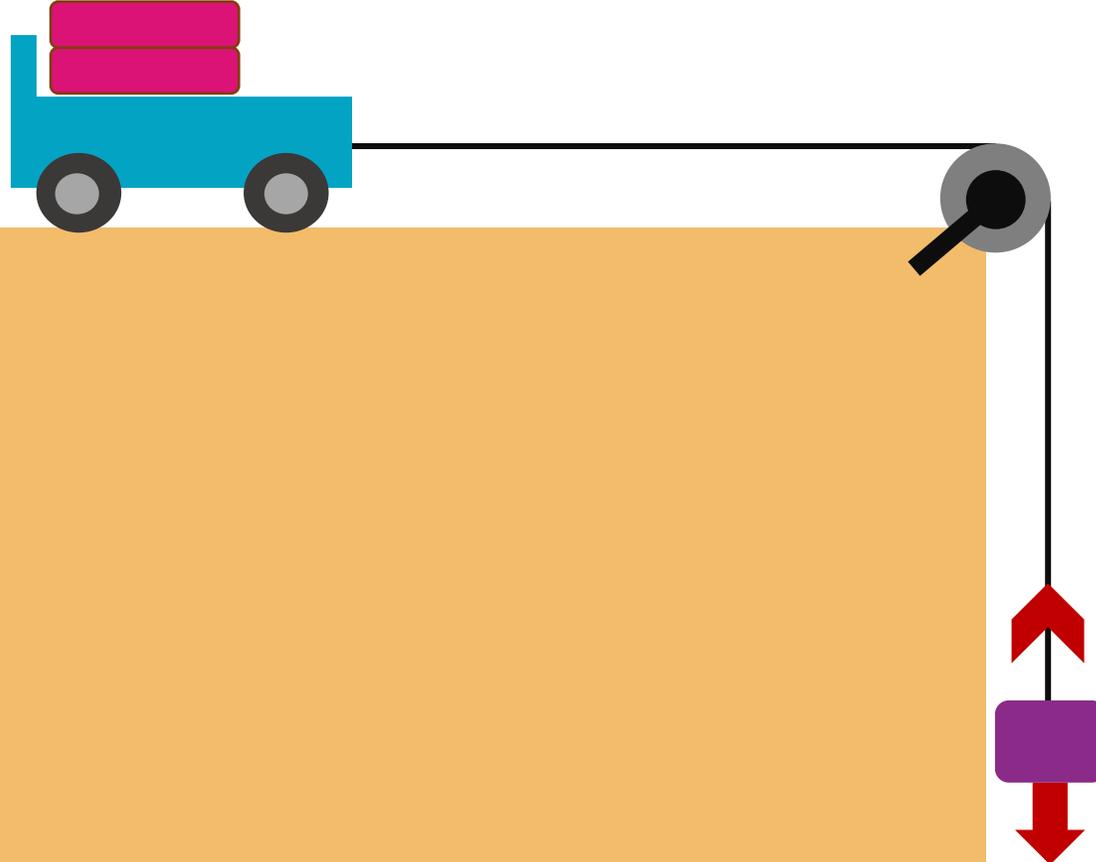
# لاستقصاء العلاقة بين التسارع وكتلة الجسم

نغير كتلة العربة بإضافة أثقال لها



لاستقصاء العلاقة بين التسارع وكتلة الجسم

نغير كتلة العربة بإضافة أثقال لها



# لاستقصاء العلاقة بين التسارع والقوة

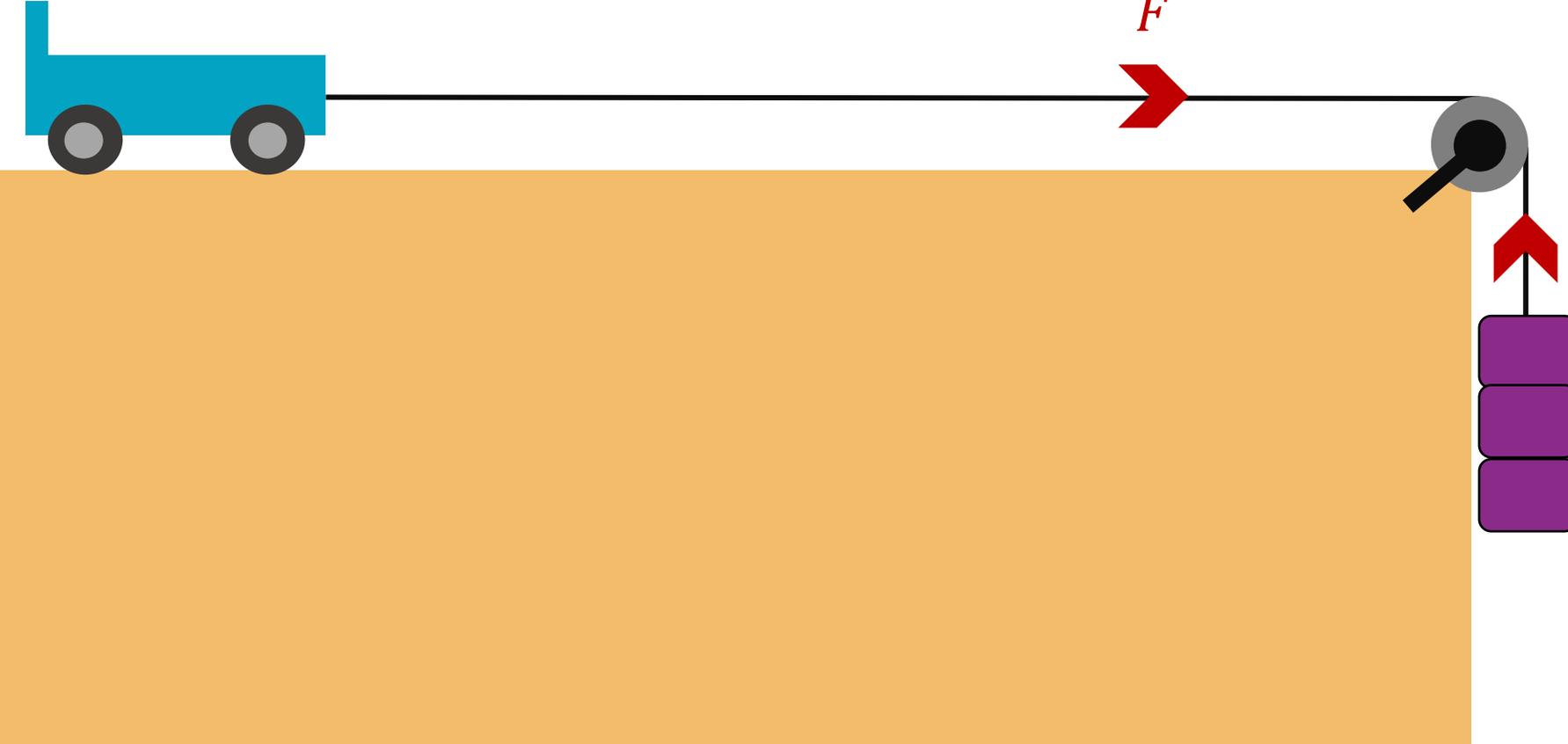
## تغير الكتلة المعلقة

كتلة العربة  
 $m_1$

قوة الشد  
 $F$

كتلة الثقل  
 $m_2$

وزن الثقل  
 $m_2 \times g$



## أحسب تسارع السيارة

$$F = a \times m$$

$$m_2 \times g = a \times (m_1 + m_2)$$

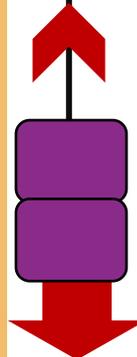
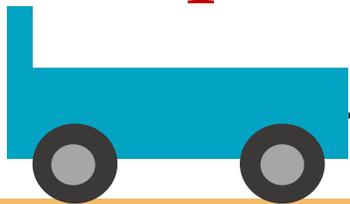
$$0.1 \times 10 = a \times (0.1 + 0.01)$$

$$1 = a \times (0.11)$$

$$a = \frac{1}{0.11} = 9.09 \text{ m/s}^2$$

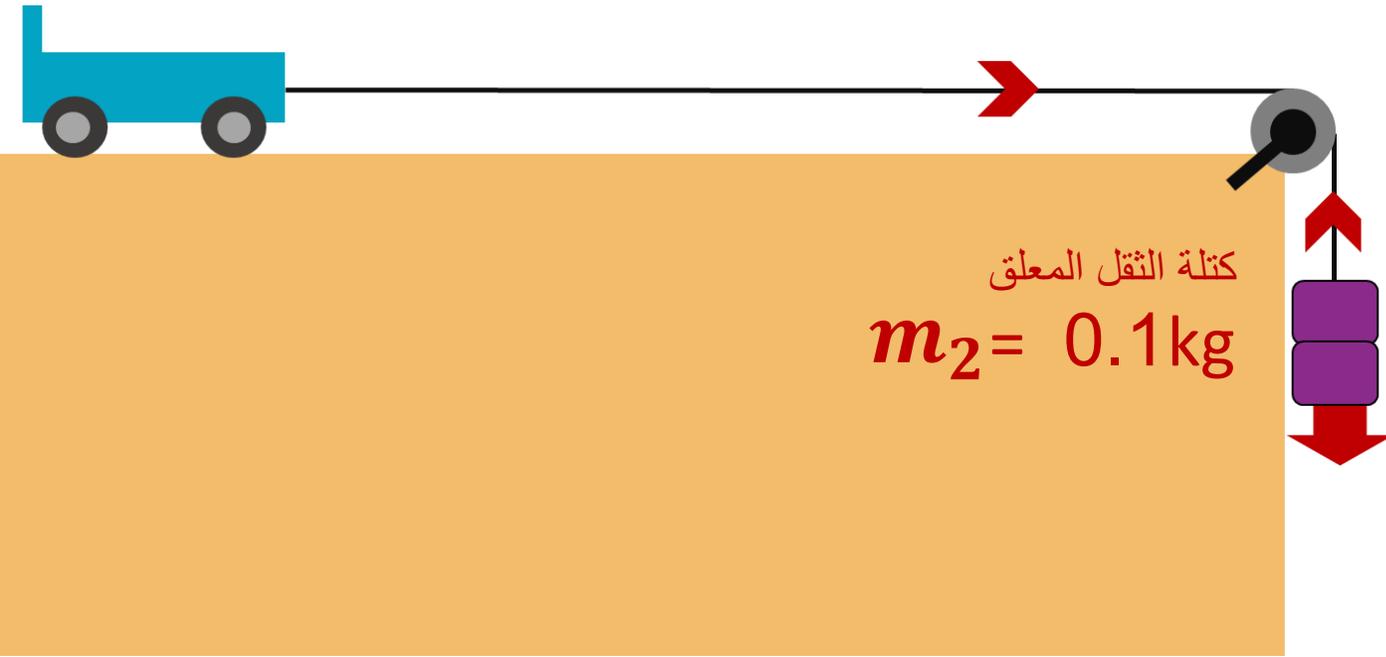
كتلة العربة

$$m_1 = 0.01 \text{ kg}$$



$$m_2 = 0.1 \text{ kg}$$

الجدول التالي يوضح مجموعة من البيانات التي تم تسجيلها لدراسة العلاقة بين القوة وتسارع العربة.



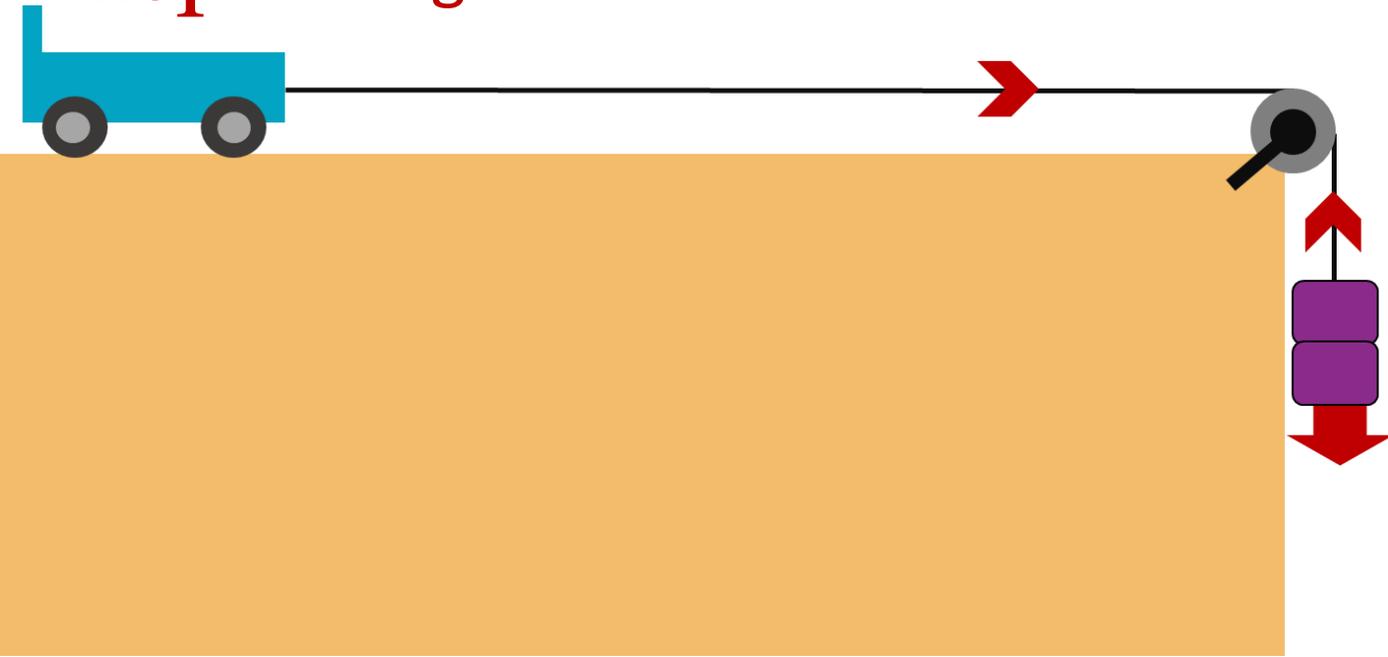
تسارع العربة ( $m/s^2$ )	كتلة الثقل المعلق (Kg)
5	0.1
10	0.2
15	0.3
20	0.4

نلاحظ أنه كلما ازدادت كتلة الثقل المعلق زادت القوة المؤثرة وبالتالي زاد تسارع العربة.

الجدول التالي يوضح مجموعة من البيانات التي تم تسجيلها لدراسة العلاقة بين القوة وتسارع العربة.

كتلة العربة

$$m_1 = 0.1 \text{ kg}$$



تسارع العربة ( $m/s^2$ )	كتلة العربة (Kg)
15	0.1
13	0.2
10	0.3
8	0.4

نلاحظ أنه كلما ازدادت كتلة العربة قل تسارعها.

# القوة

## التأثير بين جسمين

### قانون حساب القوة

العلاقة بين القوة والكتلة والتسارع

القوة = الكتلة × التسارع

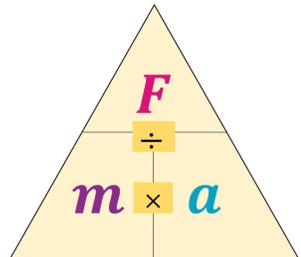
$$F = m \times a$$

N kg  $m/s^2$

$$1N = 1 kg \times 1m/s^2$$

كلما ازدادت كتلة الجسم، يقل التسارع الذي ينتج عن القوة.

كلما زادت القوة زاد تسارع الجسم



### محصلة القوى

$F \neq 0$

غير متزنة

ينتج تسارع/تباطؤ

يغير الإتجاه

يغير شكل أو حجم الجسم

$F = 0$

متزنة

جسم ساكن

جسم يسير بسرعة ثابتة في خط مستقيم

### حساب محصلة القوى



### من أنواعها

قوة الجاذبية الأرضية

القوة المغناطيسية

قوة الإستنطالة

قوى الإحتكاك

قوة تعمل بين سطحي جسمين متلامسين صلبين لمقاومة الحركة.



تعيق الحركة وتنتج حرارة

قوى التلامس

هي قوة تعمل صعودًا من سطح معين لدعم شيء ما.

تنتج هذه القوة من الإلكترونات السالبة المتحركة حول الذرة والتي تدفع الإلكترونات الذرة المجاورة لنألا تقترب من بعضها البعض



غير مفيدة

يسبب تآكل المحركات

مفيدة

في مكابح السيارة والإطارات

من أشكال قوى الإحتكاك

مقاومة الهواء

قوة الإحتكاك عندما يتحرك الجسم في الهواء

مقاومة الماء

قوة الإحتكاك عندما يتحرك الجسم في الماء

### وحدة قياسها

النيوتن (N)

القوة اللازمة لإكساب كتلة 1kg تسارعًا مقداره  $1 m/s^2$