القوى

المفهومُ	النتاجُ المرتبطُ بالمفهومِ	السؤالُ الرئيسُ
قوةُ الشدِّ	• يصفُ أثرَ قوةِ الشدِّ في الأجسامِ، ويحلُّ مسائلَ حسابيةً عليها.	- ما قوة الشدّ؟
القوةُ العموديةُ	• يصفُ القوةَ العموديةَ ويحلُّ مسائلَ حسابيةً عليها.	- ما القوةُ العموديةُ؟

أنقذوا قطتي

في قريتِنا بئرٌ مهجورةٌ سقطَتْ فيها قطتي، ماذا عساني أنْ أفعلَ؟ لا يمكنُني النزولُ إلى البئرِ؛ فقدْ تكونُ عميقةً. مرَّ بي صديقي قيسٌ مُقترِحًا فكرةً، فأنقذنا القطةَ.

الحمدُ للهِ، كانَتْ فكرةً رائعةً، في البيتِ، فكّرْتُ كثيرًا في ما حدثَ، كيفَ استطاعَ قيسٌ الوصولَ إلى القطةِ أسفلَ البئرِ وإنقاذَها دونَ أنْ ينزلَ؟

أتهيَّأُ

يسحبُ عامرٌ عربةً يحملُ فيها أختَهُ الصغيرةَ بقوةٍ مقدارُها (100 N) في اتجاهٍ يصنعُ زاويةَ (60°) معَ محورِ ($-x$).

هلِ القوةُ التي أثرَّتْ في العربةِ أيضًا (100 N)؟

أكتشفُ

- تحاورَ طالبٌ ومعلمُهُ كما يأتي:

المعلـمُ: ماذا يحصلُ لهذا الثقلِ لوْ أفلتَهُ الرجلُ؟

الطالبُ: سوفَ يسقطُ إلى الأسفلِ بسببِ قوةِ الجاذبيةِ.

المعلـمُ: ماذا تقترحُ أنْ نرمزَ إلى هذهِ القوةِ، علمًا أنَّ القوةَ Force والجاذبيةَ gravity؟ هلْ يصلحُ أنْ نرمزَ إليها بالرمزِ (F_g)؟

الطالبُ: أجلْ يا معلمي، لكنَّ القوةَ بأنواعِها كميةٌ مُتَّجِهةٌ، واعتمدْنا كتابةَ الرمزِ بخطٍّ غامقٍ.

المعلـمُ: إذًا، نرمزُ إلى قوةِ الجاذبيةِ ($\boldsymbol{F_g}$)، وهيَ باتجاهِ الأسفلِ، ولكنْ، لماذا وصفناها قوةً؟

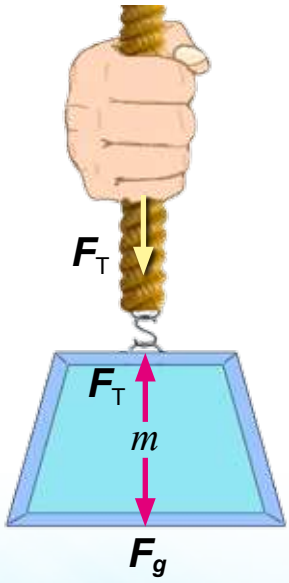
الطالبُ: الجسمُ ساكنٌ وقدْ تحرّكَ، أيْ أنَّ سرعتَهُ تغيرَتْ، والقوّةُ المحصلةُ قد تغيّرُ مقدارَ سرعةِ الأجسامِ، وقد تغيّرُ اتجاهَ حركتِها، وقد تغيّرُ المقدارَ والاتجاهَ معًا.

المعلـمُ: لوْ أمسكْنا بالحبلِ المربوطِ بالجسم وأوقفْنا حركتَهُ إلى الأسفلِ، هلْ تتغيرُ سرعتُهُ؟ ما المسؤولُ عنْ تغييرِ سرعتِهِ؟

الطالبُ: نعمْ، تغيرَتْ سرعتُهُ وأصبحَ ساكنًا والمسؤولُ عنْ ذلكَ هيَ قوةٌ.

المعلـمُ: ما هذهِ القوةُ؟

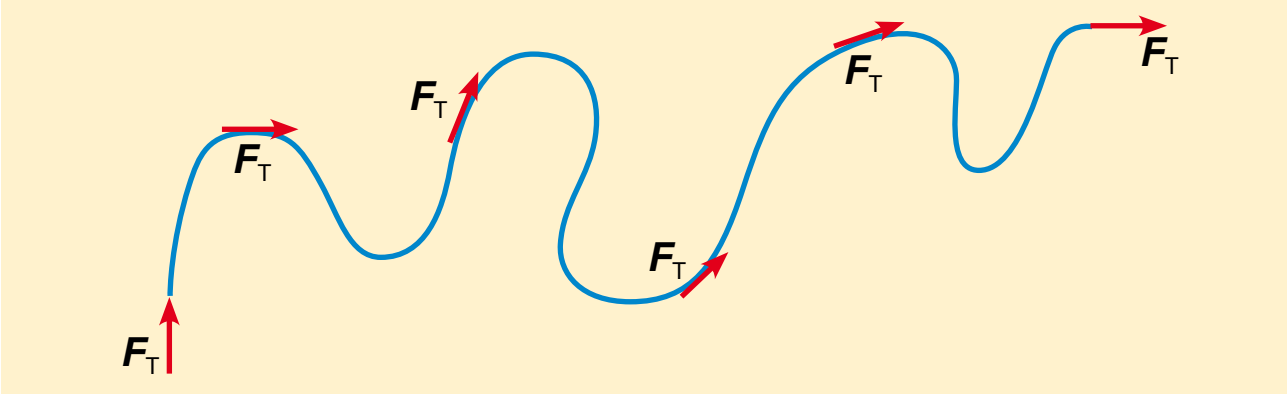
أُفسِّرُ



قوةُ الشدِّ هي قوّةُ سحبٍ تؤثرُ في جسمٍ عنْ طريقِ سلكٍ أو خيطٍ أو حبلٍ، رمزُها ($\boldsymbol{F_T}$)، وتؤثرُ في اتجاهِ طولِ الخيطِ أوْ الحبلِ أوْ السلكِ. وللتبسيطِ عندَ التعاملِ معَ المسائلِ التي تتضمنُ خيوطًا وحبالًا وأسلاكًا، فإننا سنهملُ كتلَها، ونعدُّها غيرَ قابلةٍ للاستطالةِ.

تنتقلُ قوةُ الشدِّ منْ يدِ الشخصِ إلى الثقلِ عنْ طريقِ الحبلِ، وتكونُ قوى الشدِّ متساويةً في جميعِ أجزاءِ الحبلِ.

ففي الشكلِ الآتي، تنتقلُ قوةُ الشدِّ في أجزاءِ الحبلِ جميعِها بالتساوي، إذا كانَ مُهمَلَ الكتلةِ وغيرَ قابلٍ للاستطالةِ.



ولكيْ نحلَّ المسائلَ، يجبُ أنْ ننفذَ ما يأتي:

1 - نحددَ الجسمَ المطلوبَ تحديدُ القوى المؤثرةِ فيهِ، ثمَّ نرسمُ لَهُ مخططَ الجسمِ الحرِّ.

2 - نستخدمُ القانونَ الثاني لنيوتن، متنبهينَ إلى أنَّ القوةَ والتسارعَ كميتانِ مُتَّجِهتانِ، فنستخدم محاور إسناد مناسبة لتحديد اتجاه القوى في القانون بإشارةِ سالب أو موجب، مراعين أن الكتلة كمية قياسية ليس لها اتجاه. والقانونُ كما يأتي:

$$\sum \boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$$

نجدُ مجموع المركّباتِ الأفقية للقوى، ثمَّ نعوضُها في القانونِ الثاني لنيوتن في اتجاهِ المحورِ x:

$$\sum \boldsymbol{F}_x = m\boldsymbol{a}_x$$

ثمّ نجدُ مجموع المركّباتِ العموديةِ للقوى، ثمّ نعوضُها في القانونِ الثاني لنيوتن في اتجاهِ المحورِ y:

$$\sum \boldsymbol{F}_y = m\boldsymbol{a}_y$$

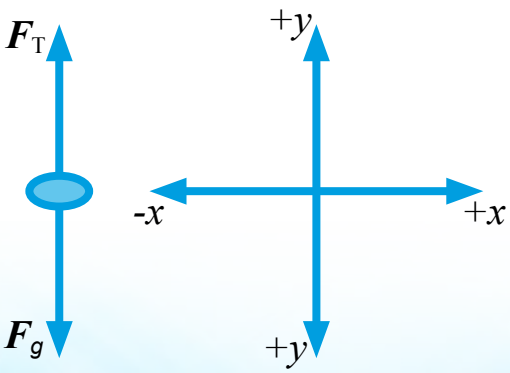
مـثـالُ

دلوُ ماءٍ كتلتها وكتلةُ الماءِ فيها $(10\,\mathrm{kg})$، معلقة بحبلٍ، إذا كانَ مقدارُ أكبرِ قوةِ شدٍّ $(F_{T,max})$ يتحملُها الحبلُ قبلَ أنْ ينقطعَ $(150\,\mathrm{N})$، و$(g = 10\ \mathrm{m/s^2})$، والدلوُ في حالةِ سكونٍ، فأحسبُ مقدارَ ما يأتي:

1 - قوةِ الشدِّ المؤثرةِ في الحبلِ.

2 - قوةِ الشدِّ في الحبلِ إذا تحركت الدلوُ إلى أعلى بتسارعٍ مقدارُهُ $(2\,\mathrm{m/s^2})$.

3 - أكبرِ تسارعٍ يمكنُ أنْ تتحرك بهِ الدلوُ إلى أعلى قبلَ أنْ ينقطعَ الحبلُ $(a_{max.})$.



الـحـلُّ

1 - الدلوُ ساكنة؛ أيْ أنَّ سرعتها صفرٌ وكذلكَ تسارعها.

القوى المؤثرةُ في الدلوِ هيَ قوةُ الشدِّ إلى أعلى والوزنِ إلى أسفلَ.

مُستخدمينَ القانونَ الثاني لنيوتن بالاتجاهِ العموديِّ

$$\sum \boldsymbol{F}_y = m\boldsymbol{a}_y$$

$$\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}} + \boldsymbol{F}_g = m\boldsymbol{a}_y$$

سنكتبُ رمزَ القوّةِ (F) بخط عادي غير غامق،، ثمَّ نضعُ الإشارةَ وفقًا لاتجاهات القوى المؤثرةِ.

ولما كانَ التسارعُ يساوي صفرًا، فستصبحُ المعادلةُ كما يأتي:

$$F_{\mathrm{T}} - F_g = 0$$

$$F_{\mathrm{T}} = F_g$$

و F_g هيَ وزنُ الدلوِ، ويساوي الكتلةَ مضروبةً في تسارعِ الجاذبيةِ. ($F_g = \mathrm{mg}$)

وهكذا تكونُ قوةُ الشدِّ: $F_{\mathrm{T}} = F_g = 10 \times 10 = 100\ \mathrm{N}$

والاتجاهُ إلى أعلى.

2 - إذا تحركت الدلوُ إلى أعلى بتسارعِ: $\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}} + \boldsymbol{F}_g = m\boldsymbol{a}_y$

إذا أردْتُ إزالةَ الخطِّ الغامقِ عن رمزِ الكميةِ المتّجهةِ، فيجبُ تعويضُ الإشارةِ التي تدلُّ على الاتجاهِ، وقدْ ذُكِرَ سابقًا أنَّ التسارعَ إلى أعلى، أيْ أنهُ (+).

$$F_{\mathrm{T}} - 100 = 10 \times 2$$

$$F_{\mathrm{T}} = 100 + 20 = 120\ \mathrm{N}, +y$$

3 - لحسابِ أقصى تسارعٍ قبلَ أنْ ينقطعَ الحبلُ، نعوضُ أقصى قوةِ شدٍّ:

$$\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}} + \boldsymbol{F}_g = m\boldsymbol{a}_y$$

$$\boldsymbol{F}_{T,max} + \boldsymbol{F}_g = m\boldsymbol{a}_{y,max}$$

$$150 - 100 = 10 \times a_{y,max}$$

$$a_{y,max} = 5\,\mathrm{m/s^2}, +y$$

أُطبِّقُ

1 - يستخدمُ عبدُ اللهِ دلوَ ماءٍ مربوطةً بحبلٍ لرفعِ الماءِ منْ بئرٍ. إذا كانَتْ كتلةُ الدلوِ وهي مملوءة بالماءِ (15 kg)، ومقدارُ أكبرِ قوةِ شدٍّ يتحملُها الحبلُ قبلَ أنْ ينقطعَ (180 N)، والحبلُ مهمل الكتلةِ وغيرُ قابلٍ للاستطالةِ، فأحسبُ مقدارَ:

أ - قوةِ الشدِّ في الحبلِ إذا سَحَبَ عبدُ اللهِ الدلوَ إلى أعلى بتسارعٍ مقدارُهُ ($1.5\ \mathrm{m/s^2}$).

ب- أكبرِ تسارعٍ يمكنُ أن تُسحَب بهِ الدلوُ قبلَ أن ينقطعَ الحبلُ.

2 - أَستفيدُ ممّا تعلمتُه اليومَ عن قوةِ الشدِّ في استنتاجِ الطريقةِ التي تمَّ فيها إنقاذُ القطةِ من البئرِ.

أُقيِّمُ تعلُّمي

أصحّحُ العباراتِ الآتيةَ:

1 - أرمزُ إلى قوةِ الشدِّ بالرمزِ (F_S):

.....

2 - قوةُ الشدِّ التي تنتقلُ في الحبلِ أوِ السلكِ، تكونُ غيرَ متساويةٍ في أجزائِهِ جميعِها، إذا كانَ مُهمَلَ الكتلةِ وغيرَ قابلٍ للاستطالةِ.

.....

3 - القوةُ المحصلةُ المؤثرةُ في الحبلِ مُهمَلِ الكتلةِ وغيرِ القابلِ للاستطالةِ لا تكونُ صفرًا.

.....

4 - قوةُ الشدِّ تكونُ سحبًا أوْ دفعًا.

.....

سأخترقُ بجسدي الحائطَ

- ماذا تفعلينَ يا سلمى؟ منظرُكِ مضحكٌ.
- أرجوكِ يا سالي، لا تستخفي بما أفعلُ.
- كيفَ لا أستخفُّ بما تقومينَ بهِ، وأنتِ تلتصقينَ بالحائطِ محاولةً الدخولَ فيهِ؟
- نعمْ، نعمْ سأخترقُ الحائطَ. لِمَ لا أستطيعُ؟
- سأذهبُ لتناولِ العشاءِ، واستمري أنتِ في أفكارِكِ المضحكةِ.

أتهيَّأُ

إذا أسقطْنا حقيبةً سقوطًا حرًّا، ستتسارعُ بمقدارِ $(9.8\,m/s^2)$ وتزيدُ سُرعتُها في أثناءِ سقوطِها، فإذا وضعْنا طاولةً في مسارِها، فأجيبُ ما يأتي:

- ماذا سيحصلُ للحقيبةِ؟
- هلْ تغيرَتْ سرعتُها؟
- ماذا نسمي المؤثرَ الذي يغيرُ سرعةَ الأجسامِ أوْ اتجاهَ حركتِها؟
- ما سببُ توقفِ الحقيبةِ عنِ الحركةِ؟

أكتشفُ

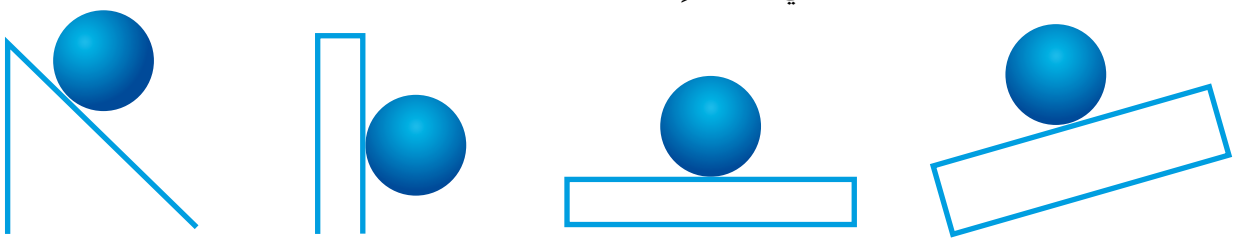
استنتجْتُ من النشاطِ السابقِ أنَّ هناكَ قوةً مساويةً لوزنِ الحقيبةِ ومعاكسةً لها، أثرَتْ فيها عندَما استقرَّتْ على سطحِ الطاولةِ.

- ما سببُ هذهِ القوةِ وما اتجاهُها؟

لو دفعْنا كرةً تجاهَ حائطٍ بقوةٍ كما في الشكلِ، ماذا سيحدثُ للكرةِ عندَ اصطدامِها بالحائطِ؟

- ما القوةُ التي غيرَتِ اتجاهَ حركةِ الكرةِ؟ وما اتجاهُها؟

أحاولُ أنْ أحددَ اتجاهَ هذهِ القوةِ في الأشكالِ الآتيةِ:



أُفسِّرُ

- القوة العمودية (F_N) هي القوة التي تمنعُ الأجسامَ الصلبةَ منِ اختراقِ بعضِها، وتكونُ دائمًا عموديةً على مستوى التلامسِ بين الجسمينِ المتلامسينِ.
- عندَما يوضعُ جسمٌ على سطحٍ أفقيٍّ، فإنَّ مقدار القوة العمودية يكونُ مساويًا لمقدارِ وزنِ الجسمِ.
- إذا كانَ الجسمُ موضوعًا على سطحٍ مائلٍ، فإنَّ مقدارَ القوة العمودية لا يساوي مقدارَ وزنِ الجسمِ. وكذلك إذا تأثرَ الجسمُ بقوى دفعٍ أوْ سحبٍ رأسيةٍ.

القوةُ العموديةُ تمنعُ الأجسامَ الصلبةَ منِ اختراقِ بعضِها، وتكونُ دائمًا عموديةً على مستوى تلامسِ الجسمينِ المتلامسينِ

مـثـالُ

تسـحبُ رافعةٌ سـيارةً كتلتُها (900 kg) منَ السكونِ على طريقٍ أفقيٍّ أملسَ بقوةِ شدٍّ مقدارُها (2000 N) بحبـلٍ يميـلُ علـى الأفقيِّ بزاويـةِ (37°)، إذا علمْـتُ أنَّ الحبلَ مُهمَـل الكتلة وغير قابل للاسـتطالة، وأنَّ

$g = 10\ \text{m/s}^2,\ \sin 37^\circ = 0.6,\ \cos 37^\circ = 0.8$

فأحسبُ مقدارَ:

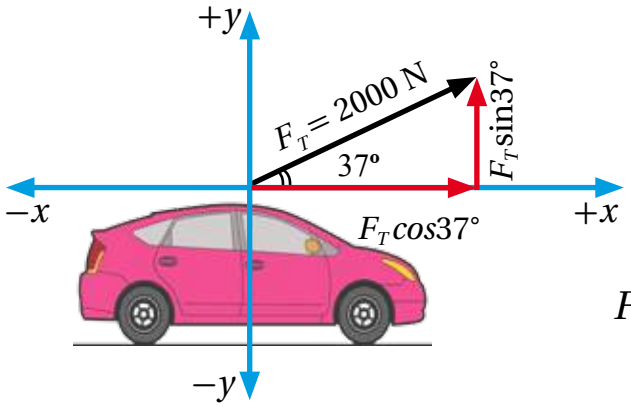
1 - المركبتينِ: الأفقيةِ والعموديةِ لقوةِ الشدِّ في الحبلِ.

2 - القوةِ العموديةِ المؤثرةِ في السيارةِ.

3 - تسارعِ السيارةِ.

الـحـلُّ

سنتبنى الاتجاهاتِ كما يأتي:

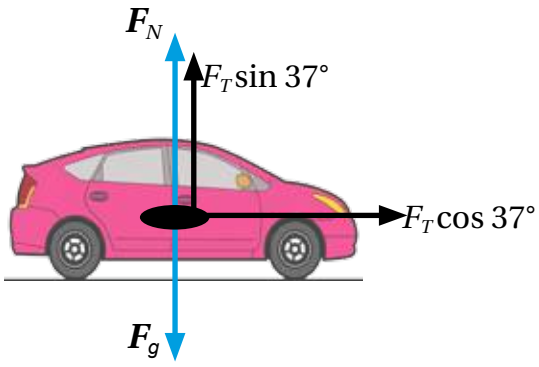


1 - المركبةُ العموديةُ لقوةِ الشدِّ:

$$F_T \sin 37^\circ = 2000 \times 0.6 = 1200\ \text{N}, +y$$

- المركبةُ الأفقيةُ لقوةِ الشدِّ:

$$F_T \cos 37^\circ = 2000 \times 0.8 = 1600\ \text{N}, +x$$



2 -

أستخدمُ القانونَ الثانيَ لنيوتن في الحركةِ:

$$\sum F = ma$$

محصلةُ القوى في الاتجاهِ الأفقيِّ:

$$\sum F_x = ma_x$$

محصلةُ القوى في الاتجاهِ الرأسيِّ:

$$\sum F_y = ma_y$$

حسبَ الاتجاهاتِ المتفق عليها، فإنَ اتجاهَ الحركةِ إلى أعلى (+) وإلى أسفلَ (–)

$$\sum F_y = F_N + F_T \sin 37° - F_g = m \times (0) = 0$$

التسارعُ الرأسيُّ يساوي صفرًا، لماذا؟

نعوضُ القيمَ

$$\sum F_y = F_N + 1200 - 900 \times 10 = F_N - 7800 = 0$$

ومنها:

$$\boldsymbol{F_N} = 7800\,\mathrm{N}, +y$$

ألاحظُ أنَّ القوةَ العموديةَ أقلُّ منَ الوزنِ (قوةِ الجاذبيةِ)؛ لأنَّ مركبةَ الشدِّ العموديةَ أسهمَتْ في مساعدةِ سطحِ الأرضِ على مقاومةِ اختراقِ السيارةِ لها.

3 - لحسابِ التسارعِ، نستخدمُ محصلةَ القوى في الاتجاهِ الأفقيِّ:

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_x = F_T \cos 37° = 1600\,\mathrm{N} = 900 \times a_x$$

ومنها:

$$\boldsymbol{a_x} = \frac{1600}{900} = 1.78\,\mathrm{m/s^2}, +x$$

مثالُ

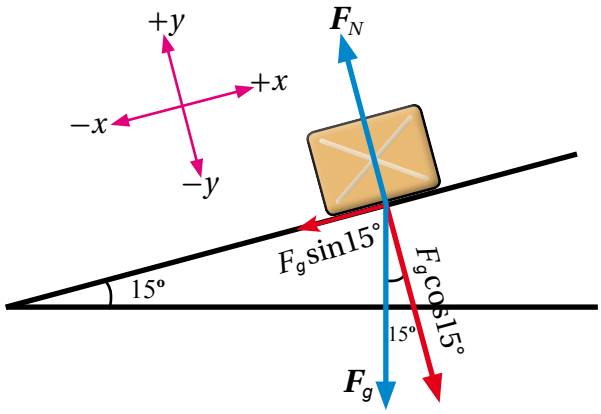
ينزلقُ صندوقٌ كتلتُهُ (4 kg) إلى أسفلِ مستوًى مائلٍ أملسَ يميلُ على الأفقيِّ بزاويةِ (15°)، إذا علمْتُ أنَّ:

$$g = 10\ \mathrm{m/s^2},\ \sin 15° = 0.26,\ \cos 15° = 0.97$$

فأحسبُ:

1 - القوةَ العموديةَ المؤثرةَ في الصندوقِ.

2 - تسارعَ الصندوقِ.



الحلُّ

1 - أتبنى محاورَ إسنادٍ مناسبةً، ويفضلُ محاورُ إسنادٍ بميلانِ السطحِ نفسِهِ لتسهيلِ الحلِّ.

مُتذكِّرًا أنَّ اتجاهَ الوزنِ دائمًا باتجاهِ مركزِ الأرضِ،

وأنَّ القوةَ العموديةَ دائمًا عموديةٌ على مستوى التلامسِ بين أي جسمين متلامسين.

سأحللُ قوةَ الوزنِ إلى مركّبتين، لماذا؟

لكي تساعدَني على الإجابةِ، وأتذكرُ الزاويةَ التي تصنعُها محاورُ الإسنادِ معَ الأفقيِّ.

- مركبة في اتجاه المحور $(-x)$ (معَ المستوى المائلِ إلى أسفلَ).

$$F_g \sin 15° = 4 \times 10 \times 0.26 = 10.4 \text{ N}, -x$$

- مركبة في اتجاه المحور $(-y)$ (العموديةُ على المستوى المائلِ).

$$F_g \cos 15° = 4 \times 10 \times 0.97 = 38.8 \text{ N}, -y$$

سأنشئُ جدولًا منْ عمودينِ: عمودٍ يحوي القوى على محورِ y وعمودٍ للقوى على محورِ x:

x	y
$-\boldsymbol{F}_g \sin 15°$ $= -10.4 \text{ N}$	$+\boldsymbol{F}_N$
	$-F_g \cos 15°$ $= -38.8 \text{ N}$

$$\sum F_y = ma_y$$

أتذكرُ أنه لا توجدُ حركةٌ في اتجاه المحور (y) $(a_y = 0)$

$$\sum F_y = F_N - F_g \cos 15° = F_N - 38.8 = 0$$

ومنها:

$$\boldsymbol{F}_N = 38.8 \text{ N}, +\text{y}$$

- 2

لإيجادِ تسارعِ الصندوقِ، نطبق القانون الثاني لنيوتن في اتجاه المحور x:

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_x = -10.4 = 4 \times a_x$$

ومنها:

$$\boldsymbol{a}_x = 2.6 \text{ m/s}^2, -x$$

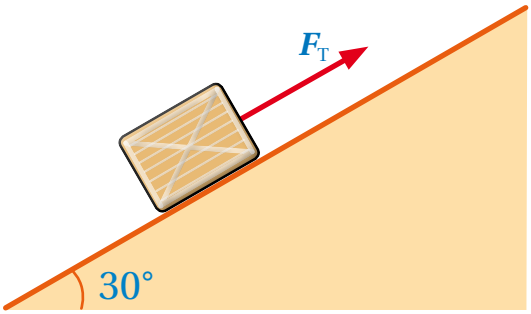
أُطبّقُ

1- صندوقٌ كتلتُهُ 20 kg، يُسحَبُ بحبلٍ غيرِ قابلٍ للاستطالةِ إلى أعلى مستوًى مائلٍ أملسَ بسرعةٍ ثابتةٍ، إذا كانَ الحبلُ موازيًا لسطحِ المستوى، وزاويةُ ميلانِ المستوى على الأفقيِّ (30°)، و $g = 10\ \text{m/s}$, $\sin 30° = 0.5$, $\cos 30° = 0.87$

فأحسبُ مقدارَ:

أ - القوةِ العموديةِ المؤثرةِ في الصندوقِ.

ب - قوةِ الشدِّ المؤثرةِ في الصندوقِ.



2- لوْ كنْتُ مكانَ سالي، ماذا سأردُّ على سلمى؟

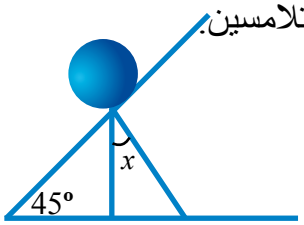
أُقيِّمُ تعلُّمي

أصحّحُ العباراتِ الآتيةَ:

1 - يُرمَزُ إلى القوةِ العموديةِ بالرمزِ (F_T):

.....

2 - القوةُ العموديةُ ليسَتْ دائمًا عموديةً على مستوى التلامس بين الجسمين المتلامسين.



.....

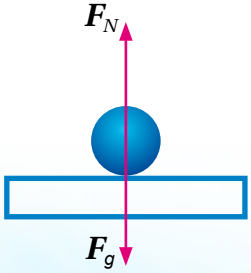
3 - مقدارُ الزاويةِ (x) في الشكلِ المجاورِ هيَ 60°.

.....

4 - إذا كانَتِ القوةُ العموديةُ التي يؤثرُ فيها الحائطُ في الكرةِ (40 N)، فإنَّ القوةَ العموديةَ التي تؤثرُ فيها الكرةُ في الحائطِ هيَ (20 N).

.....

5 - القوةُ العموديةُ المؤثرةُ في الكرةِ منَ السطحِ وقوةُ الجاذبيةِ المؤثرة في الكرةِ هما قوتا فعلٍ وردِّ فعلٍ.



.....

المفهومُ	النتاجُ المرتبطُ بالمفهومِ	السؤالُ الرئيسُ
قوةُ الاحتكاكِ	• يفسِّرُ سببَ قوةِ الاحتكاكِ.	- ما سببُ قوةِ الاحتكاكِ؟
قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ	• يصفُ قوةَ الاحتكاكِ السكونيِّ.	- متى تنشأُ قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ؟
قوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ	• يصفُ قوةَ الاحتكاكِ الحركيِّ.	- متى تنشأُ قوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ؟

قوةُ أختي الصغيرةِ خارقةٌ

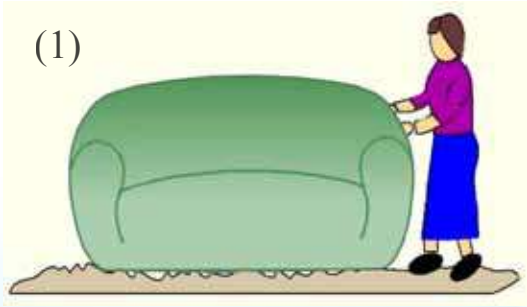
- لِمَ تبكي يا أدهمُ؟
- أرجوكَ يا فارسُ، اتركْني وحدي، فأنا لسْتُ قويًّا.
- وكيفَ استنتجْتَ ذلكَ؟
- لقدْ طلبَتْ أمي إليَّ أنْ أدفعَ الخزانةَ قليلًا تجاهَ الحائطِ، وبذلْتُ أقصى طاقتي، لكنني لمْ أفلحْ.
- هذا طبيعيٌّ يا أدهمُ، فالخزانةُ قدْ تكونُ ثقيلةً.
- نعمْ نعمْ، أعلمُ ذلكَ، إلا أنّ ما ضايقَني أنني عندَما استعنْتُ بأختي الصغيرةِ أريجَ تحرَّكَتِ الخزانةُ.
- فارسٌ (ضاحكًا): أنتَ قويٌّ يا أدهمُ، لكنكَ لمْ تنتبهْ لأمرٍ مهمٍّ .....

أتهيَّأُ

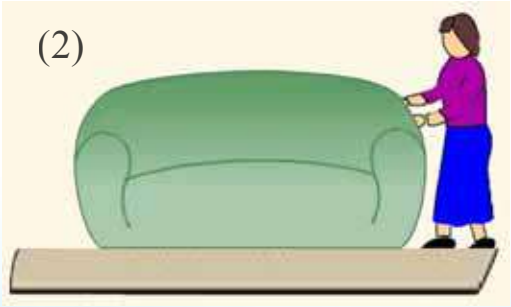
◄ أيهما أسهلُ حركةً، الأريكةُ في الحالةِ (1) أمِ الأريكةُ في الحالةِ (2)؟

◄ لماذا؟

(1)



(2)



أكتشفُ

عندَ ركلِ كرةٍ بقوةٍ ما على أرضيةِ ملعبٍ عشبيٍّ، فإنها ستتوقفُ بعدَ مدةٍ، أيْ أنَّ سرعتَها تغيرَتْ، وتغيُّرُ السرعةِ - حسبَ القانونِ الثاني لنيوتن - لا بدَّ أنهُ ناتجٌ منْ قوةٍ.

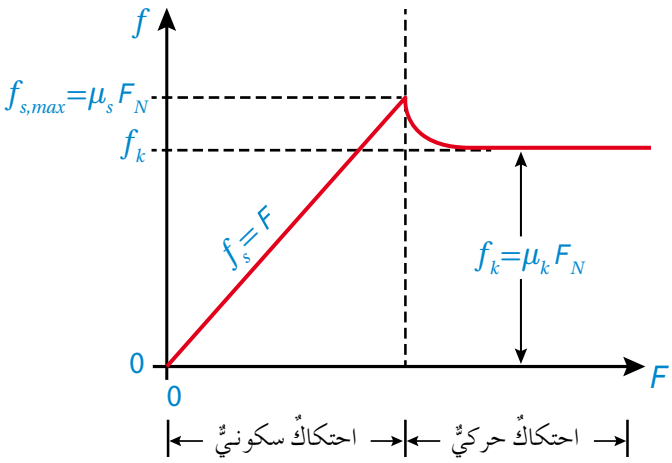
- ما القوةُ التي أثرَتْ في الكرةِ؟

لوْ ركلْتُ الكرةَ بالقوةِ نفسِها داخلَ ملعبٍ صابونيٍّ، هلْ ستتوقفُ بعدَ المدةِ التي توقفَتْ عندَها الكرةُ التي ركلْتُها داخلَ الملعبِ العشبيِّ؟ لماذا؟

أُفسِّرُ

تؤثرُ في الأجسامِ المتلامسةِ قوةُ احتكاكٍ (f)، تعيقُ حركتَها وتؤثرُ فيها موازيةً سطحَي التلامسِ بينَ الجسمينِ. وهذهِ القوةُ تنشأُ منْ تداخلِ نتوءاتِ سطوحِ الأجسامِ.

أنظرُ إلى الشكلِ المجاورِ، عندَ التأثيرِ في جسمٍ بقوةٍ ضعيفةٍ، فإنهُ يبقى ساكنًا بسببِ قوةِ احتكاكٍ تسمى قوةَ الاحتكاكِ السكونيِّ Static Frictional Force ويُرمَزُ إليها بالرمزِ (f_s)، وبزيادةِ القوةِ المؤثرةِ تزدادُ قوةُ الاحتكاكِ السكوني، فيبقى الجسمُ ساكنًا حتى تصلَ قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ إلى أقصى قيمةٍ، عندئذٍ يكونُ الجسمُ على وشكِ أنْ يتحركَ، وتسمى عندئذٍ قوةَ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى ويُرمَزُ إليها بالرمزِ ($f_{s,max}$).



تعتمدُ قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى على طبيعةِ الأسطحِ المتلامسةِ، وعلى القوةِ العموديةِ المؤثرةِ في الجسمِ. وتُعطى قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى بالعلاقةِ:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N$$

حيثُ (μ_s): معاملُ الاحتكاكِ السكونيِّ.

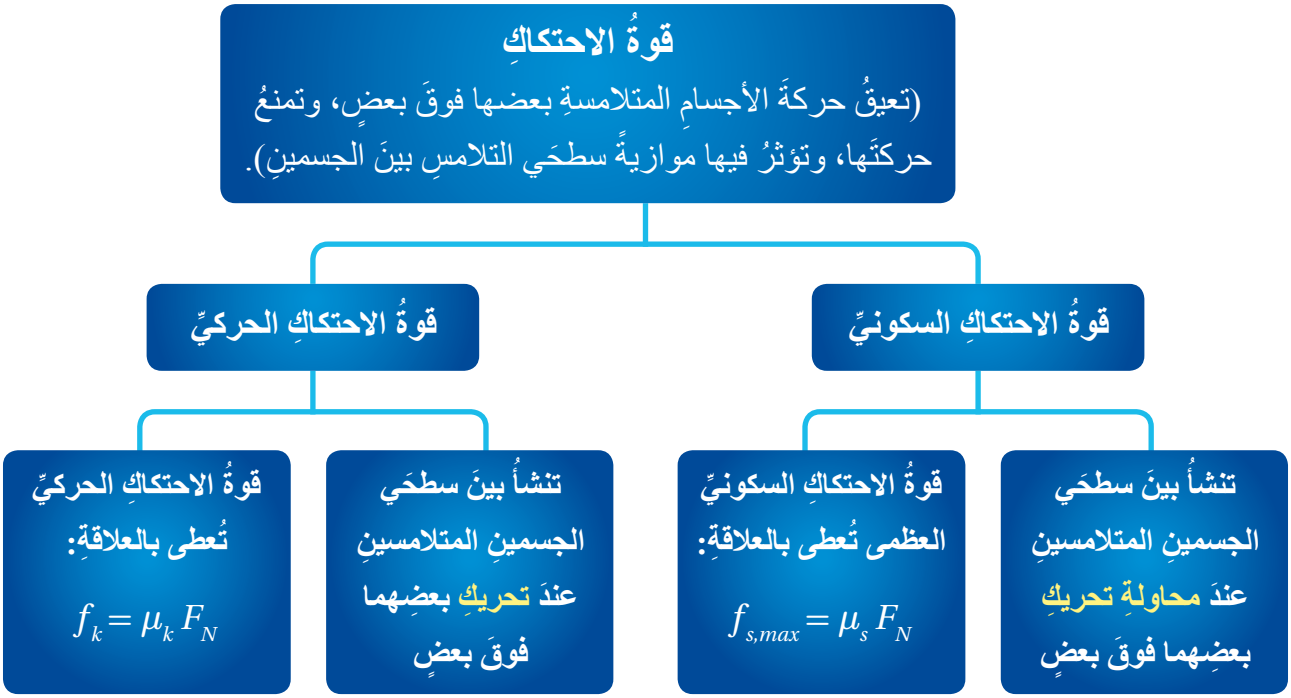
وبزيادةِ القوةِ المؤثرةِ، فإنَّ الجسمَ يبدأُ بالحركةِ، فتؤثرُ في الجسمِ قوةُ احتكاكٍ حركيٍّ Kinetic Frictional Force عوضًا عنْ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ ويُرمَزُ إليها بالرمزِ (f_k).

تعتمدُ قوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ على طبيعةِ الأسطحِ المتلامسةِ، وعلى القوةِ العموديةِ المؤثرةِ في الجسمِ.

ويُعبَّر عن قوة الاحتكاكِ الحركيِّ بالعلاقةِ: $f_k = \mu_k F_N$

حيثُ (μ_k) : معاملُ الاحتكاكِ الحركيِّ.

ألاحظُ منَ الشكلِ السابقِ أنَّ قوةَ الاحتكاكِ الحركيِّ أقلُّ منْ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى، ومنها فإنَّ $(\mu_s > \mu_k)$.



أُطبِّقُ

بالعودةِ إلى مقدمةِ الدرسِ، أفسّرُ ما حدثَ معَ أدهمَ وأريجَ؟

أُقيِّمُ تعلُّمي

أصحّحُ العباراتِ الآتيةَ:

1 - كلما زادَ تداخلُ نتوءاتِ الأسطحِ المتلامسةِ، قلَّتْ قوةُ الاحتكاكِ.

2 - قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى أقلُّ منْ قوةِ الاحتكاكِ الحركيِّ.

3 - قوةُ الاحتكاكِ تزيدُ سرعةَ الأجسامِ المتحركةِ.

4 - معاملُ الاحتكاكِ السكونيِّ أصغرُ منْ معاملِ الاحتكاكِ الحركيِّ.

5 - وحدةُ قياسِ معاملِ الاحتكاكِ السكونيِّ أوْ معاملِ الاحتكاكِ الحركيِّ هيَ نيوتن.