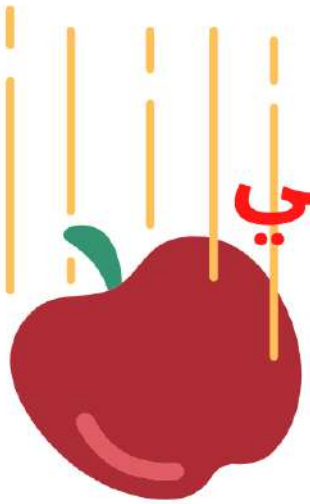
الولاء في الفيزياء

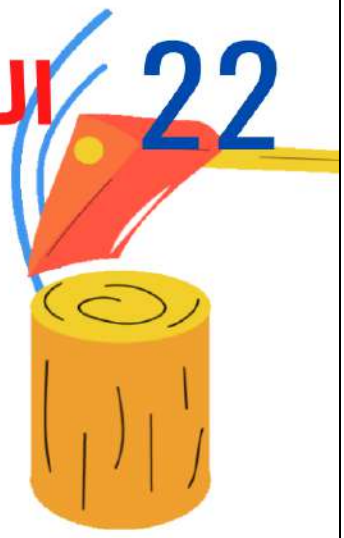
20
22

الصف : العاشر

الفصل الدراسي الثاني

العام الدراسي
(2021/2022)





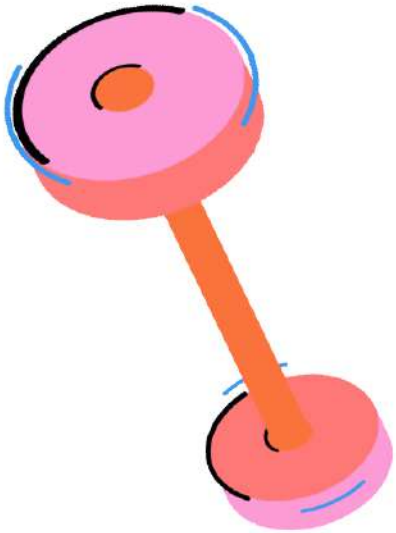
إعداد المعلمة:

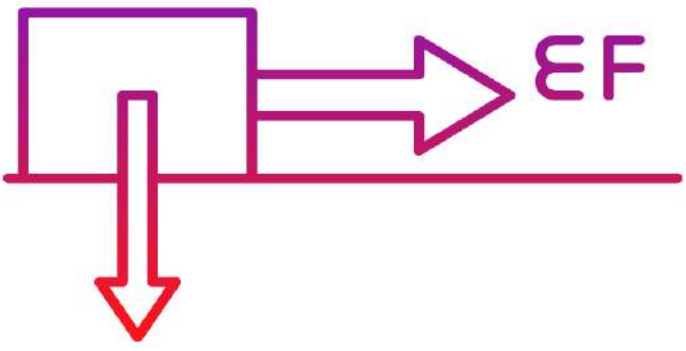
ولاء شعواطة

الوحدة الرابعة

تطبيقات على قوانين نيوتن

$$\Sigma F = ma$$





المعلمة : ولاء شعواطة

الصف : العاشر

الفصل الثاني

أعزائي الطلاب

لا تنجرفوا في **(التيار المستمر)** للعبث واتبعوا **(قوانين)** العلم

وعليكم بـ (استنتاج) المعلومات الوفيرة ، واستذكروا دروسكم أولاً بأول وإلا لسعتكم **(كهرباء)** الفشّل

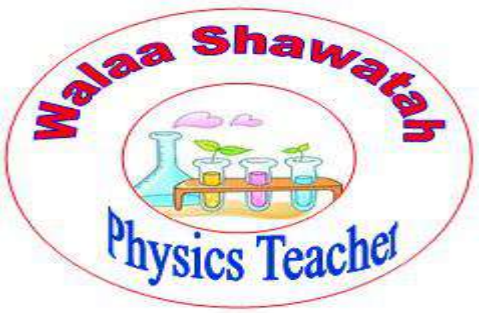
واعلموا أن **(فرق الجهد)** فيما بينكم يعني تميز أحدكما عن الآخر ، وعليكم بـ **(مقاومة)** أصدقاء السّوء

ولتعلموا أن أوراق اجاباتكم **(مرآة)** تعكس اجتهادكم

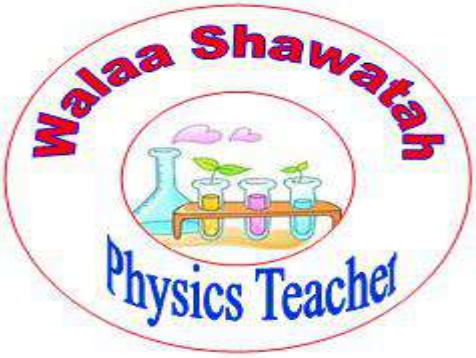
واعلموا أن النّجاح والفشل نتيجة منطقية للمذاكرة والكسّل **(على التوالي)**

وإنّ مراجعة دروسكم واستراحتكم وقت الفراغ يجب أن تسير **(على التوازي)**

وأن **(كثافة)** المعلومات التي تدرسونها يجب أن تزداد **(كتلتها)** كل يوم



منهاجي
متعة التعليم الهادف



الوحدة الرابعة : تطبيقات على قوانين نيوتن

الدرس الأول : الوزن وقانون الجذب العام (الكوني)

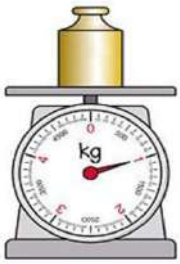
المفاهيم & المصطلحات	
الكتلة	Mass
الوزن	Weight
قانون الجذب العام لنيوتن	Newton Law Of Universal Gravitation

- عرف الكتلة ؟ هي مقدار المادة الموجودة في الجسم ، وهي ثابتة لا تتغير

- ما رمز الكتلة ؟ يرمز لها بالرمز (m)

mass → kg

- ما وحدة قياس الكتلة ؟
تقاس بوحدة كيلو غرام (Kg)
حسب النظام العالمي للوحدات



ـ علل تعد الكتلة كمية قياسية ؟

لأنها تحدد بمقدار فقط

ـ سم الأداة المستخدمة لقياس الكتلة ؟

الموازين المختلفة

ـ عرف القصور الذاتي ؟

هو ممانعة الجسم لتغيير حالته الحركية

ـ ما علاقة القصور الذاتي بالكتلة ؟

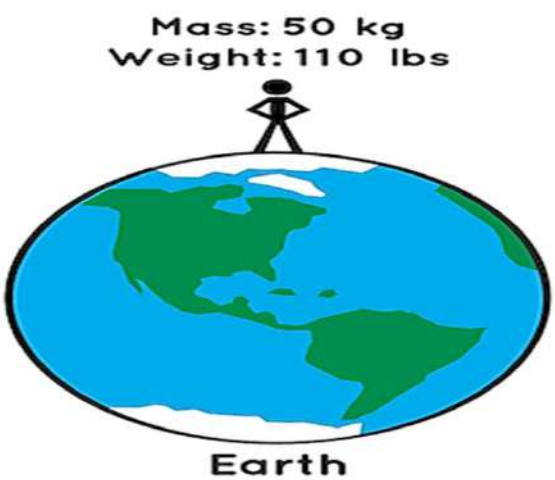
علاقة طردية ، فكلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتي

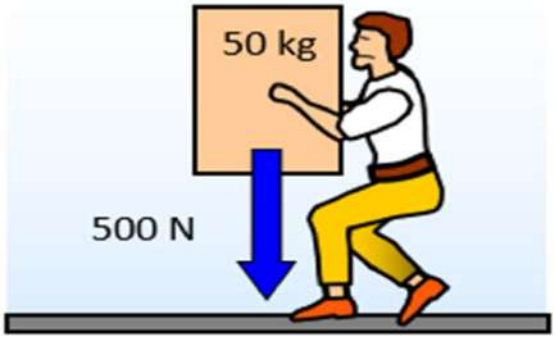
ـ هل تتأثر كتلة الجسم بحالته الحركية ؟

لا ، كتلة الجسم ثابتة سواء أكان الجسم ساكناً أم متحركاً بسرعة أقل بكثير من سرعة الضوء

ـ هل تتأثر كتلة الجسم بتغير موقعه ؟

لا ، كتلة الجسم ثابتة عند قياسها في مواقع مختلفة على سطح الأرض أو على أي كوكب آخر



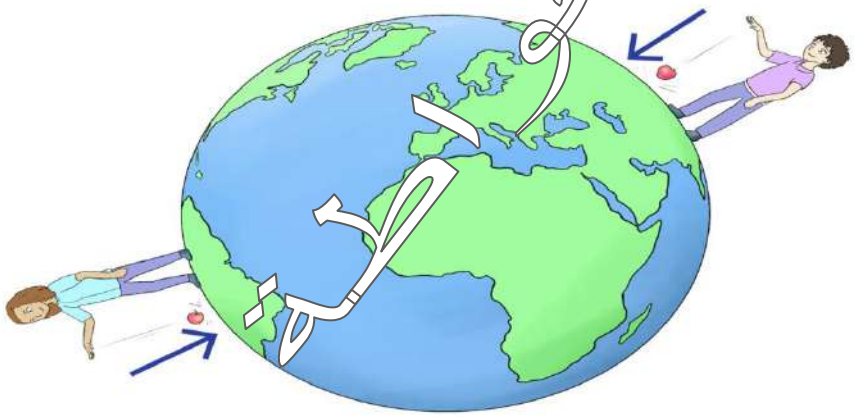


- **عرف الوزن ؟** هو قوة جذب الأرض للجسم

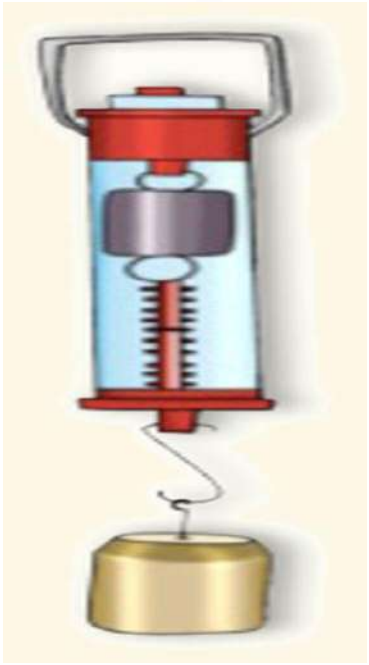
- **ما هو رمز الوزن ؟** يرمز له بالرمز (F_g)

- **ما وحدة قياس الوزن ؟** نيوتن (N) ،
حسب النظام العالمي للوحدات

- **علل يعد الوزن كمية متجهة ؟** لأنه يحدد بمقدار واتجاه



- **سم الأداة المستخدمة لقياس الوزن ؟** الميزان النابضي



- **عدد العوامل المؤثرة على وزن الجسم ؟**

1- كتلة الجسم

2- مقدار الجاذبية الأرضية (بعده عن مركز الأرض)

- **علل يكون وزنك على سطح القمر أقل منه على سطح الأرض ؟**
لأن قوة الجاذبية على القمر
تساوي $\frac{1}{6}$ قوة الجاذبية الأرضية

My WEIGHT on Earth is around 560N

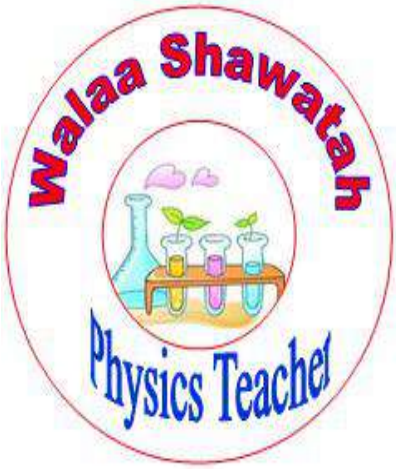
My WEIGHT on the moon is around 90N

My MASS is always 56kg!!

- علل وزن أي جسم على سطح القمر يساوي سدس وزنه على سطح الأرض ؟

بسبب تغير مقدار تسارع الجاذبية الأرضية

مهم : مقدار قوة جذب القمر لجسمي أقل من مقدار قوة جذب الأرض له



** يعطى وزن الجسم بالعلاقة الرياضية الآتية :

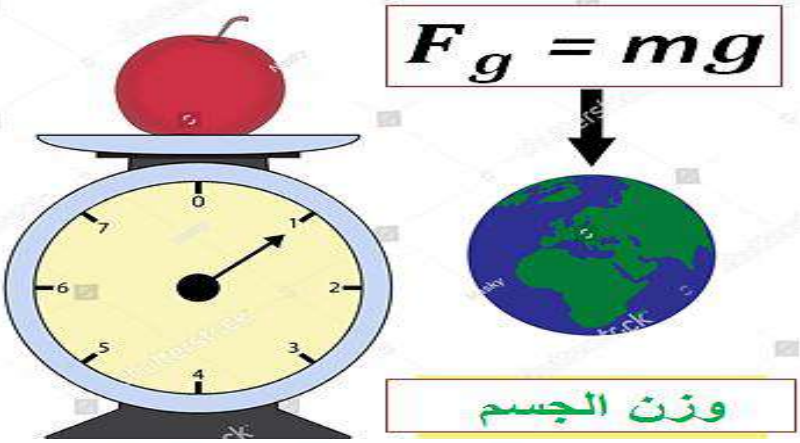
$$F_g = mg$$

حيث أن : g تسارع السقوط الحر (تسارع الجاذبية الأرضية)

$g = 9.80\ m/s^2$

في المسائل :

$g = 10\ m/s^2$



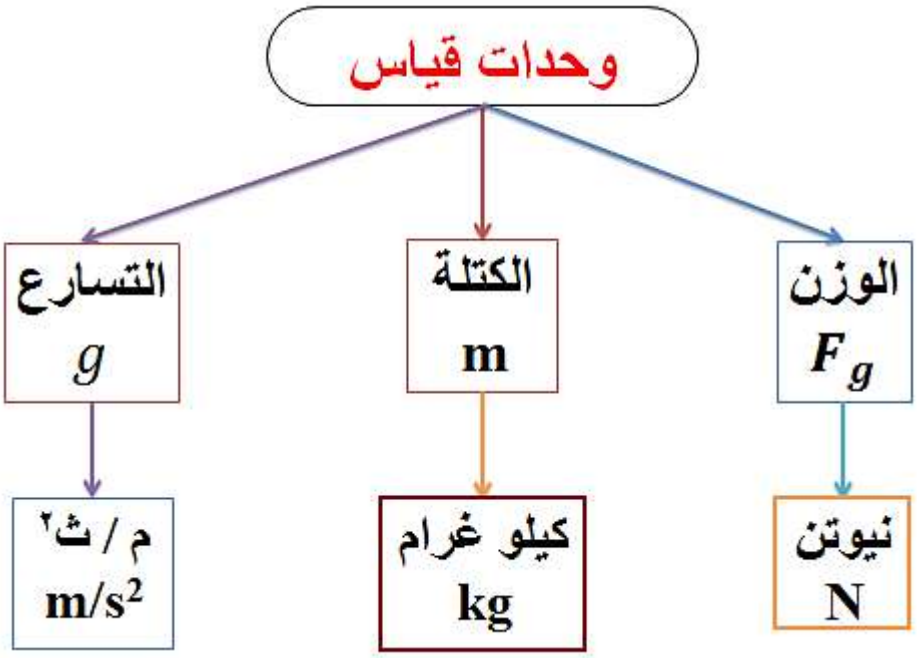
يعطى وزن الجسم بالعلاقة الرياضية الآتية :

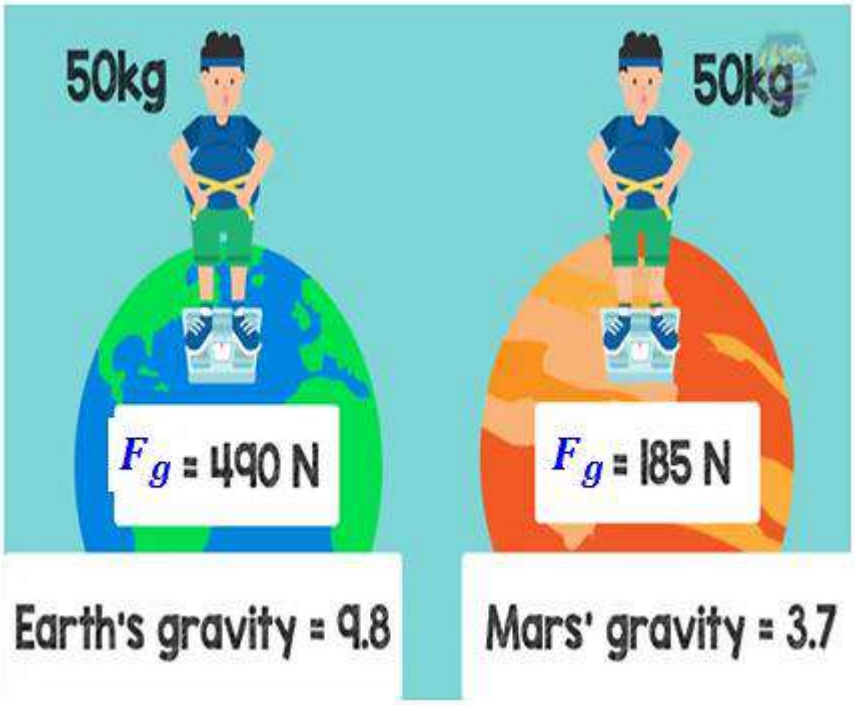
$$F_g = mg$$

F_g ← وزن الجسم

m ← كتلة الجسم

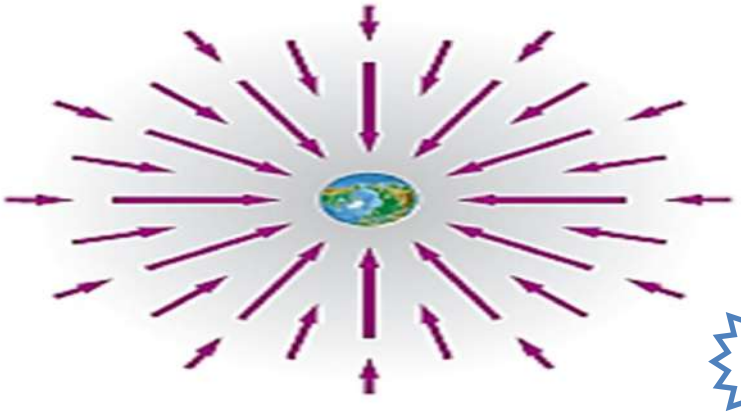
g ← تسارع الجاذبية الأرضية





- عرف مجال الجاذبية الأرضية ؟

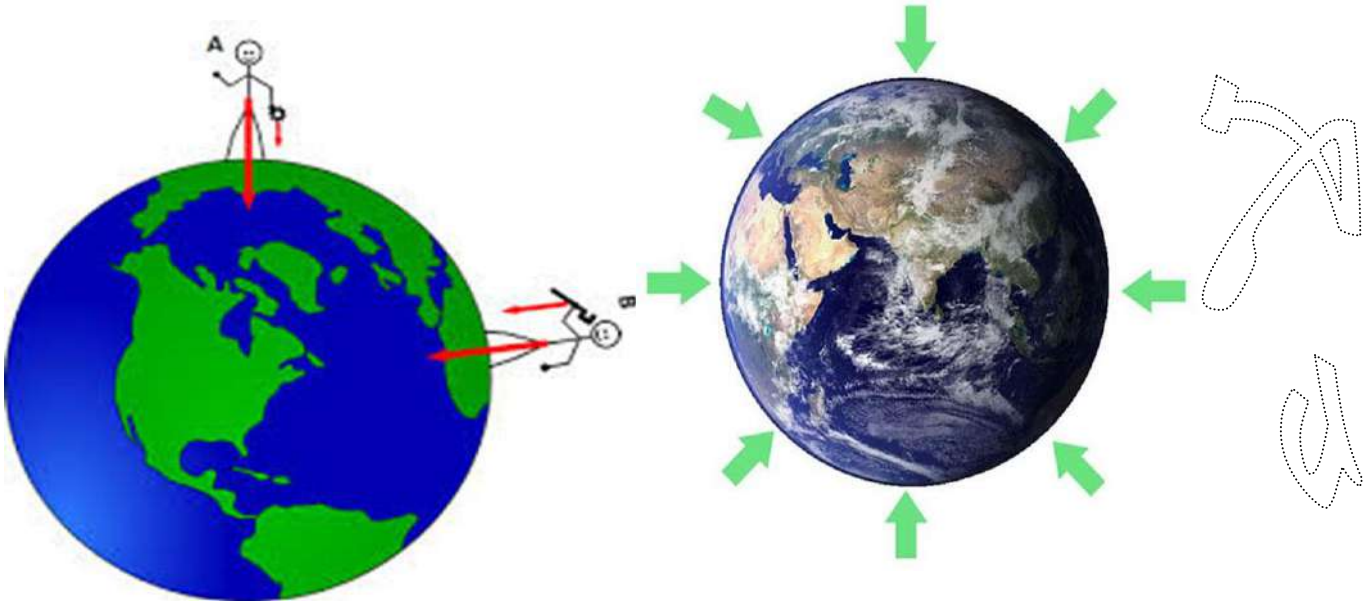
هو المنطقة المحيطة بالأرض التي تظهر فيها آثار قوة جذب الأرض للأجسام ، وتكون في اتجاه مركز الأرض دائماً



تشير كل المتجهات إلى مجال الجاذبية نحو مركز الأرض ، و يضعف المجال كلما ابتعدنا عن الأرض

- علل تعد قوة الجاذبية الأرضية قوة مجال تؤثر في الأجسام عن بعد ؟

لأن الأرض تجذب الأجسام الأخرى في اتجاه مركزها سواء أكانت على سطحها أو على بعد منها



** الشكل الآتي يبين جذب الأرض (E) للقمر الصناعي (S)

حيث تجذبه الأرض بقوة (F_{ES}) في اتجاه مركزها

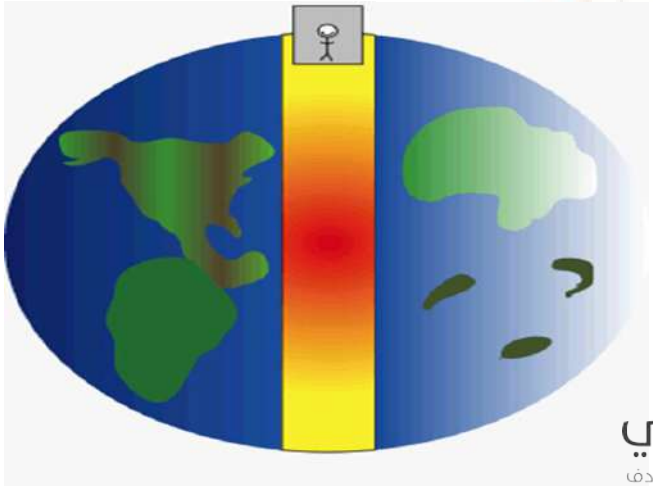
والقمر الصناعي يجذب الأرض في اتجاه مركزه بقوة مساوية لقوة جذب الأرض له في المقدار

ومعاكسة لها في الاتجاه (F_{SE})

- كيف تجذب الأجسام الأرض ؟

حسب قانون نيوتن الثالث ،

تجذب الأجسام الأرض في اتجاه مراكزها بقوة مساوية لقوة جذب الأرض لها ولكن في اتجاه معاكس لها



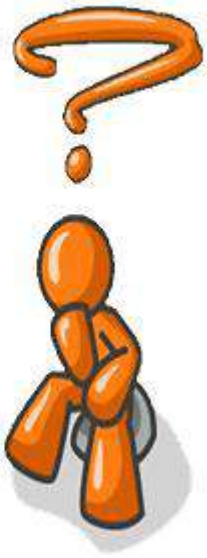
Walaa Shawatah
Physics Teacher

الكتاب

مثال (1)

حبة تفاح كتلتها (150 g)
احسب وزنها على سطح الأرض ؟

$$m = 150\ g$$



$$m = \frac{150}{1000}$$

$$m = 0{,}15\ Kg$$

$$g = 10\ m/s^2$$

$$F_g = mg$$

$$F_g = 0{,}15 \times 10$$

$$F_g = 1{,}5\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الكتاب

مثال (2)

حبة تفاح كتلتها (150 g)
احسب وزنها على سطح القمر ؟

$$m = 150\ g$$

$$m = \frac{150}{1000}$$

$$m = 0{,}15\ Kg$$

$$g_M = 1{,}6\ m/s^2$$

$$F_{gM} = m g_M$$

$$F_{gM} = 0{,}15 \times 1{,}6$$

$$F_{gM} = 0{,}24\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الكتاب

مثال (3)

حبة تفاح كتلتها (150 g)
احسب وزنها على سطح المريخ ؟

$$m = 150\ g$$

$$m = \frac{150}{1000}$$

$$m = 0{,}15\ Kg$$

$$g_{Mars} = 3{,}7\ m/s^2$$

$$F_{gMars} = m g_{Mars}$$

$$F_{gMars} = 0{,}15 \times 3{,}7$$

$$F_{gMars} = 0{,}56\ N$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الكتاب

مثال (4)

حبة تفاح كتلتها (150 g)
احسب وزنها على سطح المشتري ؟

$$m = 150\ g$$

$$m = \frac{150}{1000}$$

$$m = 0{,}15\ Kg$$

$$g_{Jupiter} = 24{,}8\ m/s^2$$

$$F_{gJupiter} = mg_{Jupiter}$$

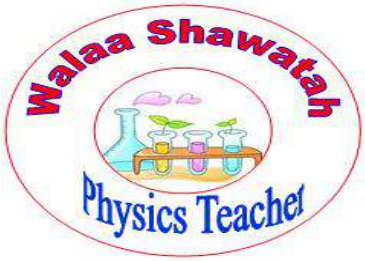
$$F_{gJupiter} = 0{,}15 \times 24{,}8$$

$$F_{gJupiter} = 3{,}72\ N$$

ـ ما الافتراضات التي توصل لها نيوتن بالنسبة إلى قوة التجاذب بين أي جسمين ؟

1ـ تتناسب قوة التجاذب بين أي جسمين طردياً

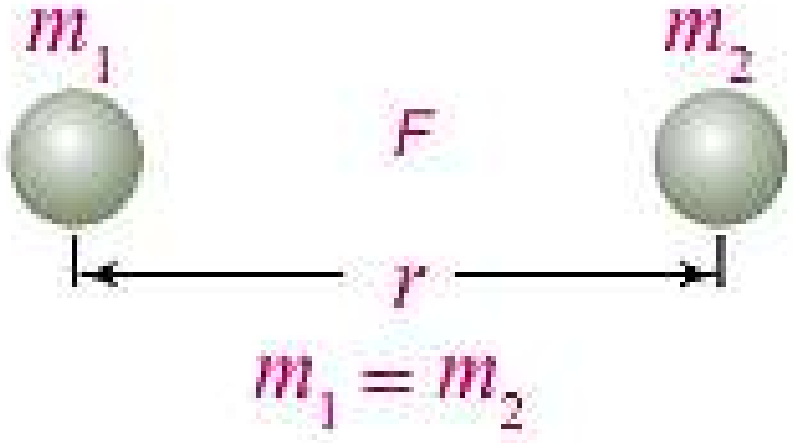
مع حاصل ضرب كتلتي الجسمين عند ثبات المسافة بين مركزيهما



$$F \propto m_1 m_2$$

مثال :

عند مضاعفة كتلتي جسمين مرتين تتضاعف قوة التجاذب بينهما بمقدار أربعة أضعاف قيمتها الابتدائية



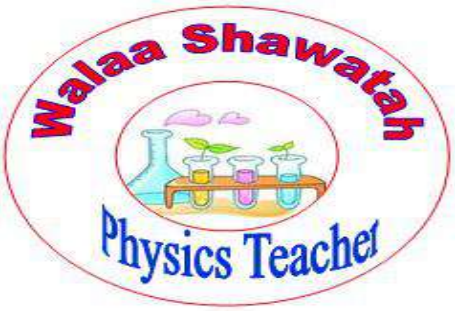
$$m_1 = m_2$$

$$m_3 = m_4 = 2m_1$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

2- تتناسب قوة التجاذب بين أي جسمين عكسياً

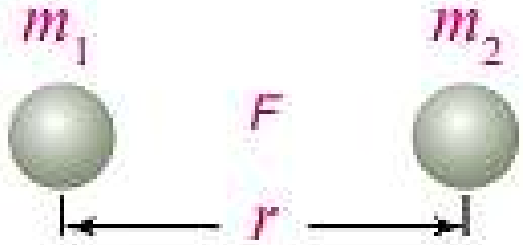
مع مربع المسافة بين مركزي الجسمين عند ثبات كتلتيهما



$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

مثال :

عند مضاعفة المسافة بين مركزي جسمين مرتين تصبح قوة التجاذب بينهما ربع قيمتها الابتدائية



$$m_1 = m_2$$

3- توصل نيوتن إلى أن قوة التجاذب لا تقتصر فقط على الأرض بل توجد في جميع الأجسام في الكون

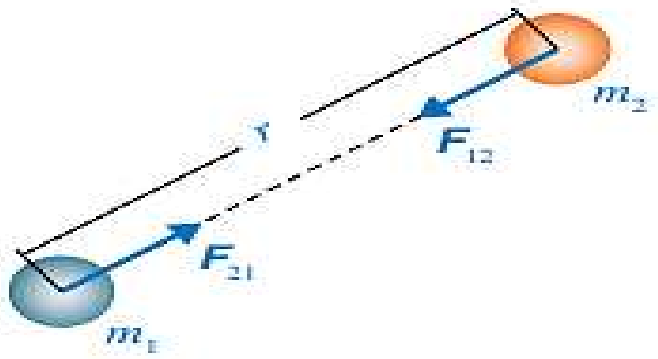
- اذكر نص قانون الجذب العام (الكوني) لنيوتن ؟

كل جسمين في الكون يتجاذبان بقوة يتناسب مقدارها طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما

منهاجي
متعة التعليم الهادف

** تؤثر قوة الجذب في اتجاه الخط الواصل بين مركزي الجسمين المتجاذبين

حسب الشكل الآتي :



- ماذا يحدث لمقدار كل من القوتين F_{12} و F_{21} عند مضاعفة مقدار m_2 فقط ؟

يتضاعف مقدار كل من القوتين F_{12} و F_{21} ،
بحيث تبقى القوتين متساويتين مقداراً , متعاكستين اتجاهاً

** يعبر عن قانون الجذب العام بالعلاقة الرياضية الآتية :

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

حيث أن

F : قوة الجذب

m_1 ، m_2 : كتلتا الجسمين المتجاذبين

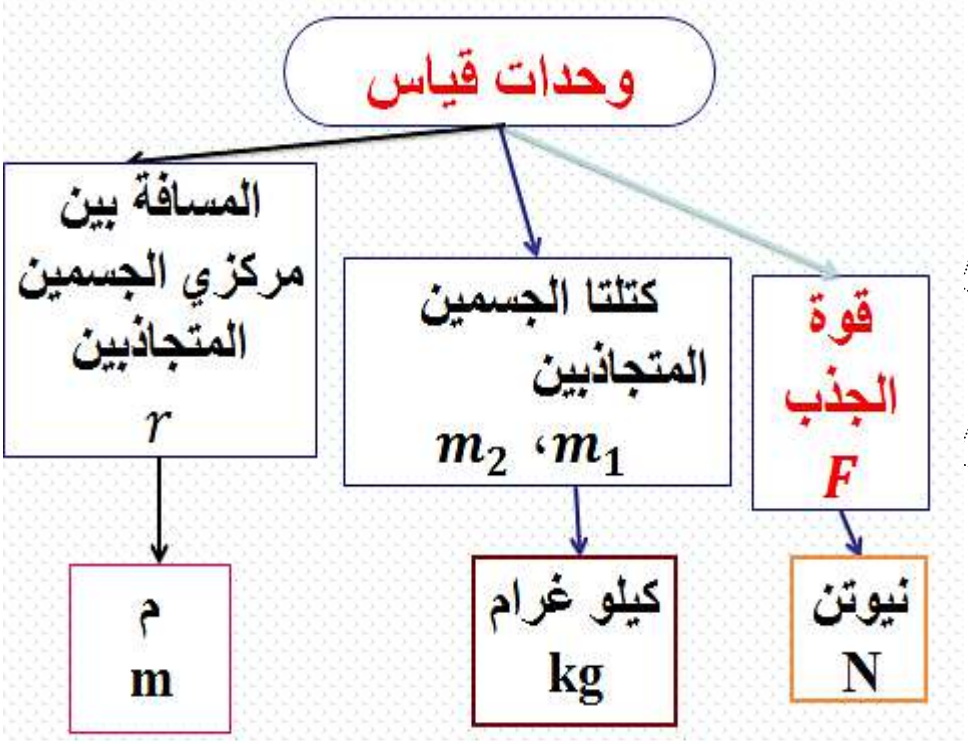
r : المسافة بين مركزي الجسمين المتجاذبين

G : ثابت الجذب العام (الكوني) ((ثابت التناسب))

** حسب النظام العالمي للوحدات :

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/Kg^2$$

مهم : تعد قوة التجاذب الكتلي من أضعف أنواع القوى الأساسية



ـ اذكر أهمية قوة التجاذب الكتلي ؟

1- تسهل انجاز الكثير من النشاطات اليومية

2- بدونها نفقد التلامس مع سطح الأرض ونطفو في الفضاء

3- تعد مسؤولة عن حركة القمر حول الأرض

4- تعد مسؤولة عن حركة كواكب المجموعة الشمسية و أجرامها حول الشمس

5- تفسر قوة التجاذب بين أي جسمين في الكون

6- تفسر حركة الأقمار حول الكواكب

7- تفسر ظاهرتي المد و الجزر

ـ بين كيف يتم حساب تسارع الجاذبية الأرضية (تسارع السقوط الحر) ؟

يتم حسابه باستخدام قانون الجذب العام والقانون الثاني لنيوتن

عندما يسقط جسم كتلته (m) سقوطاً حراً بالقرب من سطح الأرض

تسارع الجسم (a) = تسارع السقوط الحر (g)

يتأثر بقوة محصلة في أثناء سقوطه تساوي وزنه (F_g)

تحسب القوة المحصلة باستخدام القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum F = m\,a = m\,g$$

$$F_g = \mathrm{m}\,g$$

** يكون وزن الجسم على سطح الأرض (أو بالقرب منه) مساوياً لقوة التجاذب الكتلي بين كتلة الجسم و كتلة الأرض

$$\frac{G\,m\,m_E}{r_E^2} = \mathrm{m}\,g \qquad (1)$$

حيث أن :

m_E : كتلة الأرض ، r_E : نصف قطر الأرض

** نقسم طرفي المعادلة (1) على كتلة الجسم (m) :

$$g = \frac{G\,m_E}{r_E^2} \qquad (2)$$

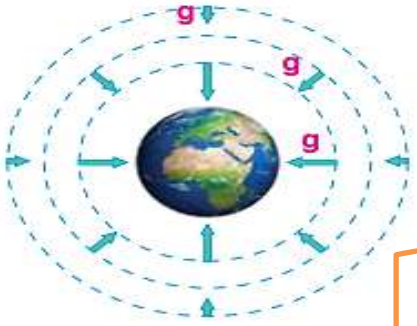
** بتعويض قيم الثوابت في المعادلة (2) :

$$\mathrm{m_E} = 5.98 \times 10^{24}\ \mathrm{Kg}$$

$$\mathrm{r_E} = 6.38 \times 10^{6}\ \mathrm{m}$$

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{(6.38 \times 10^{6})^2}$$

$$g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$$



ـ كيف يتغير تسارع السقوط الحر بتغير البعد عن سطح الأرض ؟

كلما زاد البعد عن مركز الأرض ، قلّ مقدار تسارع السقوط الحر فيتناقص وزن أي جسم في أثناء ابتعاده عن سطح الأرض

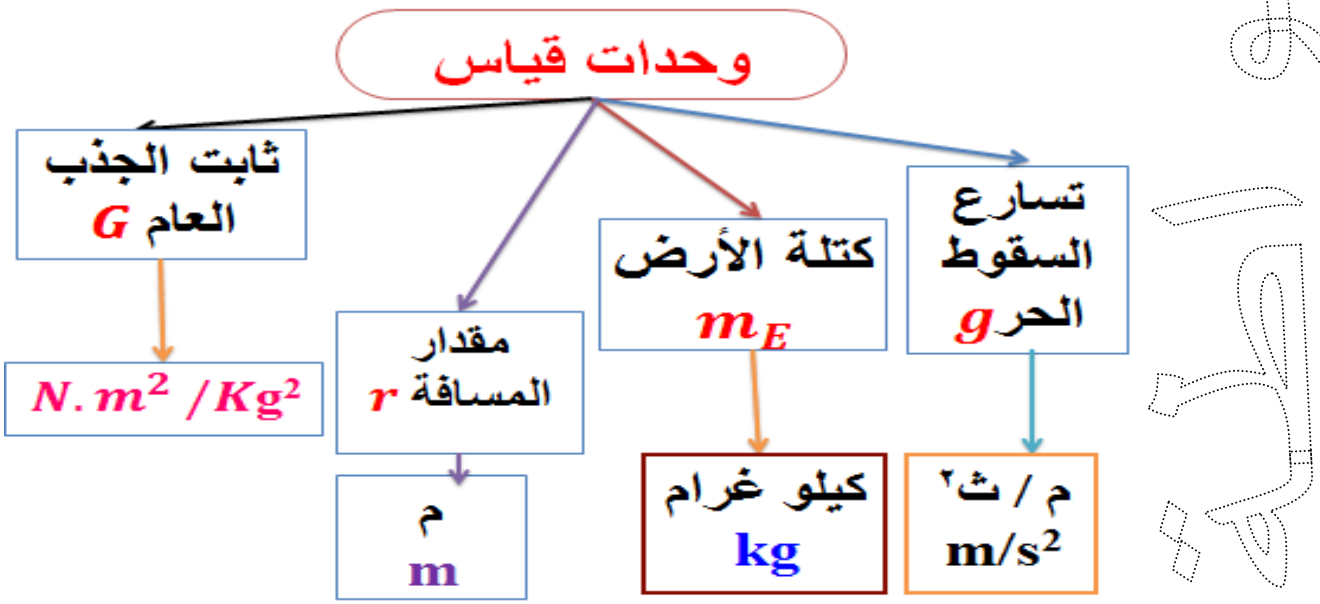
مهم : يكون اتجاه تسارع السقوط الحر في اتجاه مركز الأرض دائماً

**** يحسب تسارع السقوط الحر للأرض عند أي موقع في الكون يبعد عن مركزها مسافة (r) بالمعادلة الآتية :**

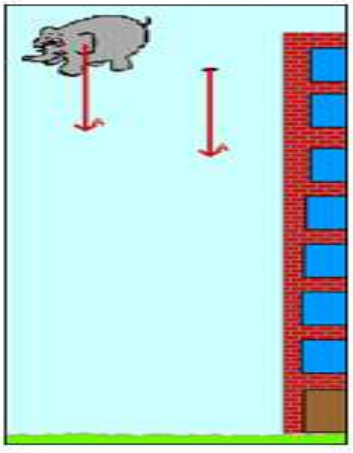
$$g = \frac{G\, m_E}{r^2}$$

ـ عدد العوامل المؤثرة على تسارع السّقوط الحر على سطح أي كوكب ؟

1- كتلة الكوكب 2- نصف قطر الكوكب



أين يكون اتجاه تسارع السقوط الحر ؟



يكون اتجاه تسارع السقوط الحر في اتجاه مركز الأرض دائماً

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الكتاب

مثال (1)

إذا كانت كتلة مريم (50 kg) و كتلة عائشة (60 kg) و البعد بينهما (50 cm)

1- احسب مقدار القوة التي تؤثر بها مريم في عائشة (F_{MA}) و أحدد اتجاهها ؟

2- احسب القوة التي تؤثر بها عائشة في مريم (F_{AM}) و أحدد اتجاهها ؟

3- أجد النسبة بين قوة جذب الأرض لكل من مريم و عائشة وقوة جذبهما لبعضهما ؟

$m_M = 50\ \text{Kg}$

$m_A = 60\ \text{Kg}$

$r = \frac{50\ \text{cm}}{100} \Rightarrow r = 0{,}5\ \text{m}$

1- احسب مقدار القوة التي تؤثر بها مريم في عائشة (F_{MA}) و أحدد اتجاهها ؟

$F_{MA} = ?$

$$F = \frac{G\, m_1 m_2}{r^2}$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

$$F_{MA} = \frac{G\ m_M\ m_A}{r^2}$$

$$F_{MA} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 50 \times 60}{(0,5)^2}$$

$$F_{MA} = 8,004 \times 10^{-7}\ N$$

تكون القوة في اتجاه مريم

هي قوة تجاذب دائماً

2- احسب القوة التي تؤثر بها عائشة في مريم (F_{AM}) و أحدد اتجاهها ؟

$$F_{AM} = ?$$

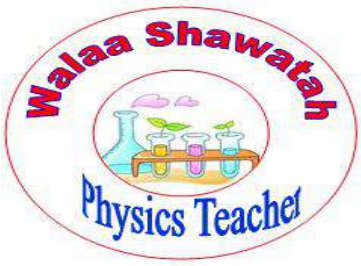
$$F_{AM} = 8,004 \times 10^{-7}\ N$$

حسب قانون نيوتن الثالث

القوتان متساويتان في المقدار

متعاكستان في الاتجاه

منهاجي
متعة التعليم الهادف



3- أجد النسبة بين قوة جذب الأرض لكل من مريم و عائشة وقوة جذبهما لبعضهما ؟

النسبة بين قوة جذب الأرض لمريم وقوة جذب عائشة لها

$$F_{MA} = F_{AM} = 8,004 \times 10^{-7}\ N$$

$$F_g = mg$$

$$F_{gM} = 50 \times 10$$

$$F_{gM} = 500\ \text{N}$$

$$\frac{F_{gM}}{F_{MA}} = \frac{500}{8,004 \times 10^{-7}}$$

$$\frac{F_{gM}}{F_{MA}} = 6,25 \times 10^{8}\ N$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher

النسبة بين قوة جذب الأرض لعائشة وقوة جذب مريم لها

$$F_{MA} = F_{AM} = 8,004 \times 10^{-7}\ N$$

$$F_g = mg$$

$$F_{gA} = 60 \times 10$$

$$F_{gA} = 600\ \text{N}$$

$$\frac{F_{gA}}{F_{MA}} = \frac{600}{8,004 \times 10^{-7}}$$

$$\frac{F_{gA}}{F_{MA}} = 7,50 \times 10^{8}\ N$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher

مثال (2)

الكتاب

إذا علمت أن كتلة القمر $(7.35 \times 10^{22})\text{Kg}$ تقريباً و نصف قطره تقريباً $(1.738 \times 10^{6})\text{ m}$

1- احسب مقدار تسارع السقوط الحر على سطح القمر ؟

2- احسب تسارع السقوط الحر على سطح الجرم كتلته تساوي كتلة القمر ونصف قطره يساوي ضعفي نصف قطر القمر؟

$$m_M = 7,35 \times 10^{22}\ \text{Kg}$$

$$r_M = 1,738 \times 10^{6}\ \text{m}$$

1- احسب مقدار تسارع السقوط الحر على سطح القمر ؟

$$g_M = ?$$

$$g_M = \frac{G\, m_M}{r_M^2}$$

$$g_M = \frac{G\ m_M}{r_M{}^2}$$

$$g_M = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 7,35 \times 10^{22}}{(1,738 \times 10^6)^2}$$

$$g_M = 1,62\ m/s^2$$

2- احسب تسارع السقوط الحر على سطح الجرم كتلته تساوي كتلة القمر ونصف قطره يساوي ضعفي نصف قطر القمر؟

$$g_A = ?$$

$$m_A = m_M = 7,35 \times 10^{22}\ \text{Kg}$$

$$r_A = 2\ r_M \Rightarrow r_A = 3,476 \times 10^6\ \text{m}$$

$$g_A = \frac{G\ m_A}{r_A{}^2}$$

$$g_A = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 7.35 \times 10^{22}}{(3.476 \times 10^6)^2}$$

$$g_A = 0,41\ m/s^2$$

الكتاب صفحة

مثال (3)

كتلة جمان 70Kg و إذا علمت أن

$(g = 10\ m/s^2)$

$(g_M = 1,6\ m/s^2)$

1- احسب وزنها على سطح الأرض ؟

2- احسب كتلتها على سطح القمر؟

3- احسب وزنها على سطح القمر ؟

$m = 70\ Kg$

$g = 10\ m/s^2$

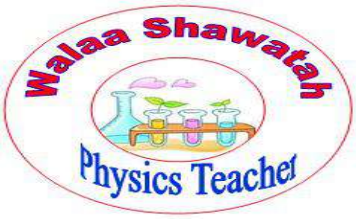
$g_M = 1,6\ m/s^2$

1- احسب وزنها على سطح الأرض ؟

$$F_g = mg$$

$$F_g = 70 \times 10$$

$$F_g = 700\ N$$



2- احسب كتلتها على سطح القمر؟

الكتلة ثابتة لا تتغير

$$m = 70\ Kg$$

3- احسب وزنها على سطح القمر ؟

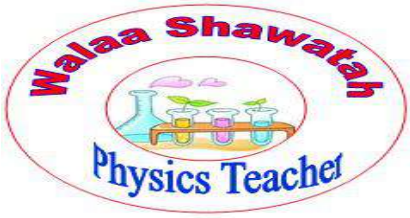
$$F_{gM} = m g_M$$

$$F_{gM} = 70 \times 1{,}6$$

$$F_{gM} = 112\ N$$

- قارن بين الوزن و الكتلة من حيث :

من حيث	الوزن	الكتلة
نوع الكمية الفيزيائية	كمية متجهة (لها مقدار و اتجاه)	كمية قياسية (لها مقدار فقط)
المفهوم	هو قوة جذب الأرض للجسم	هي مقدار المادة الموجودة في الجسم
الأداة المستخدمة للقياس	الميزان النابضي	موازين مختلفة
وحدة القياس المناسبة	نيوتن (N)	كيلو غرام (Kg)
الرمز المستخدم	F_g	m
ثابتة أو متغيرة	متغير	ثابتة
تساوي الصفر	تساوي الصفر ؛ عندما يكون الجسم في الفضاء بعيداً عن أي كوكب أو جرم	لا يمكن أن تساوي الصفر



ـ ماذا يحدث لقوة التجاذب الكتلي عند مضاعفة كتلة كل من الجسمين ؟

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

$r \longrightarrow r$

$m_1 \longrightarrow 2m_1$

$m_2 \longrightarrow 2m_2$

$$F = \frac{G\, 2m_1\, 2m_2}{r^2}$$

$$F = 4\,\frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

$\Longrightarrow$ **4 F**

ـ ماذا يحدث لقوة التجاذب الكتلي عند مضاعفة المسافة بين مركزي الجسمين ؟

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

$r \longrightarrow 2\,r$

$m_1 \longrightarrow m_1$

$m_2 \longrightarrow m_2$

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{(2r)^2}$$

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{4r^2}$$

$\Longrightarrow$ $\frac{1}{4}$ **F**

السؤال الأول:

الفكرة الرئيسة: ما المقصود بالوزن؟ وعلام تعتمد قوة التجاذب الكتلي بين أي جسمين؟ وعلام يعتمد تسارع الجاذبية الأرضية؟

الوزن : هو قوة جذب الأرض للجسم

يرمز له بالرمز (F_g)

وحدة قياس الوزن : نيوتن (N) ، حسب النظام العالمي للوحدات

يعد الوزن كمية متجهة : لأنه يحدد بمقدار واتجاه

الأداة المستخدمة لقياس الوزن : الميزان النابضي

وهو غير ثابت، ويتغير بتغير تسارع السقوط الحر، وهو قوة مجال.

وتعتمد قوة التجاذب الكتلي بين أي جسمين على كتلتيهما حيث تتناسب طردياً مع حاصل ضربهما، كما تعتمد على مربع المسافة بين مركزيهما وتتناسب عكسياً معها.

ويعتمد تسارع الجاذبية الأرضية $(g=\frac{Gm_E}{r_E^2})$ على ثابت الجذب العام (وهو ذو قيمة ثابتة) وكتلة الأرض (ومقدارها ثابت)، وبعد النقطة المراد حساب تسارع الجاذبية عندها عن مركز الأرض (تناسب عكسي مع مربع بعدها).

السؤال الثاني:

أحلل: كيف تتغير قوة التجاذب الكتلي بين جسمين: m_1 وَ m_2 ، المسافة بين مركزيهما r ، عند مضاعفة كل مما يأتي مرتين:

أ- المسافة بين مركزيهما.

تصبح قوة التجاذب الكتلي بينهما ربع قيمتها الابتدائية.

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

r ⟶ 2 r

m_1 ⟶ m_1

m_2 ⟶ m_2

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{(2r)^2}$$

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{4r^2}$$

$$\frac{1}{4}\,F$$

ب- كتلة الجسم الأول.

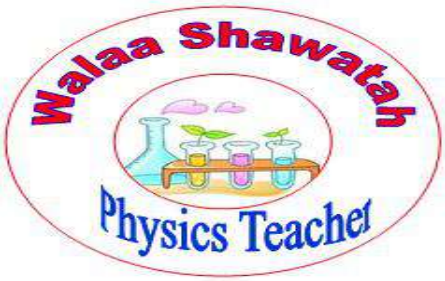
تصبح قوة التجاذب الكتلي بينهما ضعف قيمتها الابتدائية.

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

r ⟶ r

m_1 ⟶ $2m_1$

m_2 ⟶ m_2



$$F = \frac{G\ 2m_1\ m_2}{r^2}$$

$$F = 2\ \frac{G\ m_1\ m_2}{r^2}$$

$\Longrightarrow$ **2 F**

ج- كتلتي الجسمين معاً.

تصبح قوة التجاذب الكتلي بينهما أربعة أضعاف قيمتها الابتدائية.

$$F = \frac{G\ m_1\ m_2}{r^2}$$

r $\rightarrow$ r

$m_1 \rightarrow 2m_1$

$m_2 \rightarrow 2m_2$

$$F = \frac{G\ 2m_1\ 2m_2}{r^2}$$

$$F = 4\ \frac{G\ m_1\ m_2}{r^2}$$

$\Longrightarrow$ **4 F**

كن على الهمة
و لا
ترضى بغير القمة

السؤال الثالث:

أتوقع: لو أصبحت كتلة الأرض ضعفي ما هي عليه، من دون تغير نصف قطرها، فماذا يحدث لمقدار تسارع السقوط الحر (g) قرب سطحها؟

يتناسب تسارع السقوط الحر طردياً مع كتلة الأرض، لذا فإنه عند مضاعفة كتلتها يتضاعف مقدار تسارع السقوط الحر على سطحها، مع عدم تغير نصف قطرها.

$$g = \frac{G\,m_E}{r^2}$$

r ← r

m_E ← $2m_E$

$$g = \frac{G\,2m_E}{r^2}$$

$$g = 2\,\frac{G\,m_E}{r^2}$$

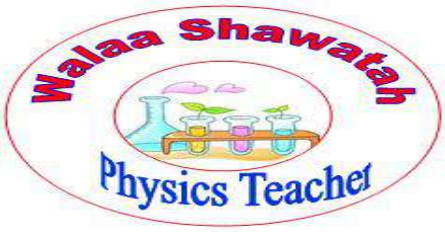
$$2\,g$$

كل ما هو عظيم و ملهم صنعه إنسان عمل بحرية

السؤال الرابع:

أستخدم المتغيرات: على أي ارتفاع من سطح الأرض يكون مقدار تسارع الجاذبية الأرضية مساوياً لنصف مقداره على سطح الأرض؟

عندما يكون بعد الجسم عن مركز الكوكب ($\sqrt{2}$) بعده على السطح) أي: $\sqrt{2}r$



$$g = \frac{G\,m_E}{r^2}$$

$r \longrightarrow \sqrt{2}r$

$m_E \longrightarrow m_E$

$$g = \frac{G\,m_E}{(\sqrt{2}r)^2}$$

$$g = \frac{G\,m_E}{2r^2}$$

$$\frac{1}{2}\,g$$

السؤال الخامس:

أصدر حكماً: في أثناء دراستي وزميلتي هند لهذا الدرس، قالت: "إن مفهومي الكتلة والوزن مترادفان، وهما يعبران عن الكمية الفيزيائية نفسها". أناقش صحة قول هند.

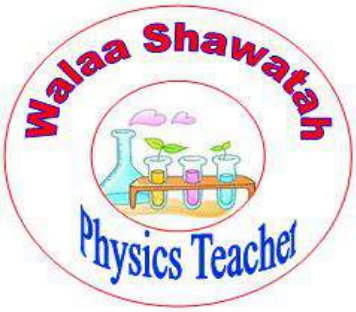
خطأ، ليسا مترادفين، ولكل مفهوم منهما معنى فيزيائي خاص به؛ فالكتلة كمية قياسية تقاس بوحدة (Kg) بحسب النظام الدولي للوحدات، وهي ثابتة عند أي مكان على سطح الأرض أو في الكون. أما الوزن فهو كمية متجهة يقاس بوحدة (N) بحسب النظام الدولي للوحدات، وهو غير ثابت، ويتغير بتغير تسارع السقوط الحر، وهو قوة مجال.

ولاء شعواطة

السؤال السادس:

التفكير الناقد: إن تسارع الجاذبية على سطح القمر يساوي تسارع الجاذبية على سطح الأرض تقريباً. هل يمكنني استنتاج أن كتلة القمر تساوي كتلة الأرض؟ أوضح إجابتي.

لا؛ لأن تسارع الجاذبية ($g = \frac{Gm_E}{r_E^2}$) ، أي يتناسب طردياً مع الكتلة وعكسياً مع مربع نصف القطر. فلو كان للأرض والقمر نصف القطر نفسه لأمكن استنتاج أن كتلة القمر تساوي $\frac{1}{6}$ كتلة الأرض، ولكن نصف قطر القمر أقل منه للأرض.



السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي :

1- أي الكميات الفيزيائية الآتية ثابتة لا تتغير :

أ- الكتلة ب- الوزن ج- (أ + ب)

2- تقاس القوة بوحدة :

أ- نيوتن ب- باسكال ج- جول

3- أي الكميات الفيزيائية الآتية تتغير بتغير بعدها عن مركز الأرض :

أ- الكتلة ب- الوزن ج- (أ + ب)

4- يرمز للكتلة بالرمز :

أ- g ب- F ج- m

5- أي الكميات الفيزيائية الآتية تعد كمية قياسية:

أ- الكتلة ب- الوزن ج- التسارع

ولاء شعواطة

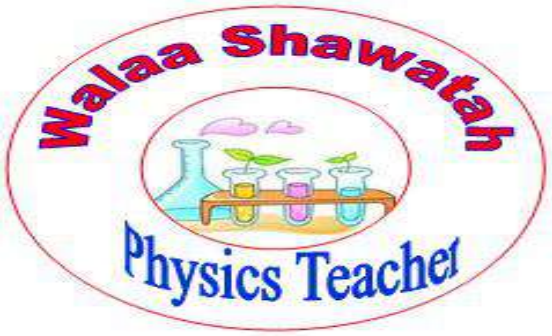
منهاجي
متعة التعليم الهادف

6- تقاس كتلة الجسم بوحدة :

أ- غ　　ب- كغ　　ج- (أ + ب)

7- للتحويل من (g) إلى (Kg) :

أ- × 1000　　ب- ÷ 1000　　ج- ÷ 100



8- أي العبارات الآتية صحيحة :

أ- يرتبط القصور الذاتي بكتلة الجسم

ب- يرتبط القصور الذاتي بوزن الجسم

ج- كلما زادت كتلة الجسم ، زاد قصوره الذاتي

د- (أ + ج)

9- أي الكميات الفيزيائية الآتية تعد كمية متجهة :

أ- الوزن　　ب- التسارع　　ج- (أ + ب)

10- أي العبارات الآتية صحيحة :

أ- مقدار قوة جذب القمر لجسمي أقل من مقدار قوة جذب الأرض له

ب- مقدار قوة جذب القمر لجسمي أكبر من مقدار قوة جذب الأرض له

ج- لا شيء مما ذكر

11- أي العبارات الآتية صحيحة بالنسبة لوزن الجسم :

أ- لا يتأثر بتغير مقدار تسارع الجاذبية الأرضية

ب- يتغير بتغير مقدار تسارع الجاذبية الأرضية

ج- يوجد لها وحدة قياس

12- قوة الجاذبية على القمر تساوي قوة الجاذبية الأرضية:

أ- $\frac{1}{6}$　　ب- $\frac{1}{4}$　　ج- $\frac{1}{2}$

السؤال الثاني : علل كلما ازداد بعد الجسم عن مركز الأرض قلّ وزنه ؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

المفاهيم & المصطلحات	
Tension Force	قوة الشد
Normal Force	القوة العمودية
Friction Force	قوة الاحتكاك
Coefficient Of Static Friction	معامل الاحتكاك السكوني
Coefficient Of Kinetic Friction	معامل الاحتكاك الحركي

- عرف قوة الشد ؟ هي قوة سحب تؤثر في جسم عن طريق سلك أو خيط أو حبل

- ما هو رمز قوة الشد ؟ (F_T)

مهم :

** تؤثر قوة الشد في اتجاه طول الخيط أو الحبل أو السلك

** في المسائل التي تتضمن خيوط وحبال و أسلاك فإننا سنهمل كتلتها و نعدها غير قابلة للاستطالة

في هذا الشكل :

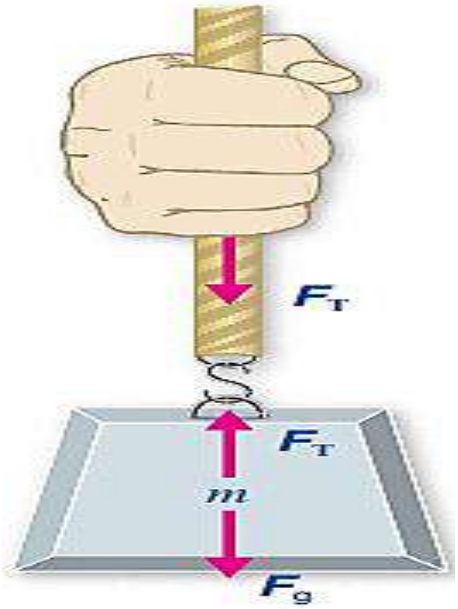
نلاحظ يد شخص يمسك حبلاً معلقاً في نهايته ثقل

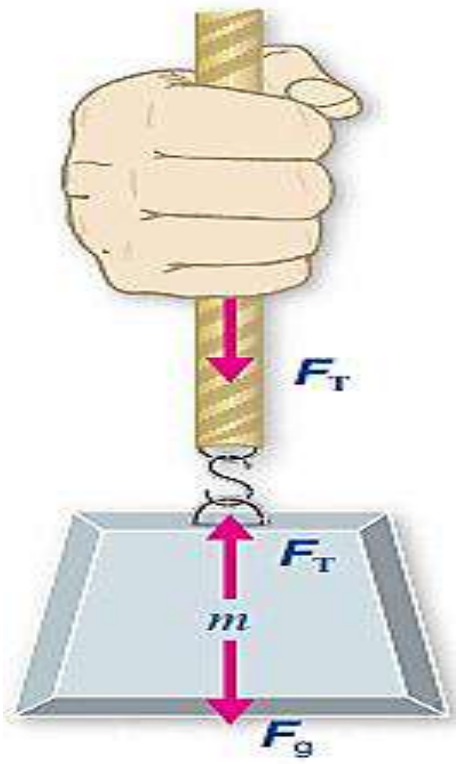
** إذا كان الثقل ساكناً أو متحركاً بسرعة متجهة ثابتة

فإن القوة المحصلة المؤثرة تساوي الصفر

حسب القانون الأول لنيوتن

ويكون تسارعه يساوي الصفر





نلاحظ يد شخص تؤثر بقوة إلى أعلى في جزء الحبل الذي يمسكه

** يؤثر هذا الجزء من الحبل في يده بقوة شد إلى أسفل

هما زوجا تأثير متبادل

يؤثر جزء الحبل المتصل بالثقل بقوة شد إلى أعلى في الثقل

يؤثر الثقل في هذا الجزء من الحبل بقوة شد إلى أسفل

هما زوجا تأثير متبادل

ولاء شواطئة

مهم : تكون قوتا الشد المؤثرتان في طرفي حبل أو سلك متساويتين في المقدار و متعاكستين في الاتجاه

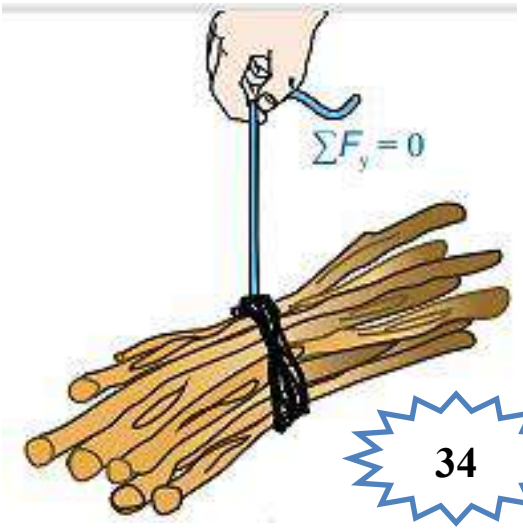
** تكون قوة الشد متساوية في جميع أجزاء الحبل أو الخيط أو السلك (عند إهمال كتلته)

Walaa Shawatah Physics Teacher

- متى يكون الجسم في حالة الاتزان السكوني أو الاتزان الديناميكي؟

عند تكون قوة الشد مساوية لوزن الثقل المعلق به أي القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي الصفر

ولاء شواطئة



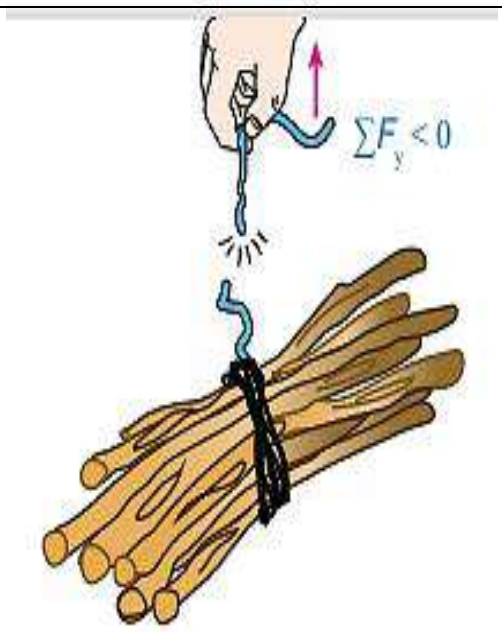
نلاحظ أن

حزمة الحطب مربوطة بخيط

قوة الشد في الخيط مساوية لوزن الحزمة

عندما تكون ساكنة أو متحركة بسرعة متجهة ثابتة

أي أن مقدار القوة المحصلة تساوي الصفر



نلاحظ أن

عند تحريك حزمة الحطب

بتسارع كبير فإن الخيط ينقطع

لأن لكل حبل أو سلك قوة شد عظمى يتحملها قبل أن ينقطع

بزيادة سرعة الرفع يزداد التسارع ، أي أننا نحتاج قوة شد أكبر من قوة تحمل الحبل

ـ كيف يمكن رفع حزمة الحطب دون أن ينقطع الخيط ؟

يتم رفعها بسرعة متجهة ثابتة ، أو بتسارع قليل ؛ بحيث تكون قوة الشد في الخيط أقل من قوة الشد العظمى التي يتحملها

** القوة المحصلة الأفقية تكسب الجسم تسارعاً أفقياً :

$$\sum \mathbf{F_x} = \mathrm{m}\, a_{\mathrm{x}}$$

** القوة المحصلة الرأسية تكسب الجسم تسارعاً رأسياً :

$$\sum \mathbf{F_y} = \mathrm{m}\, a_{\mathrm{y}}$$

**** يجب رسم مخطط الجسم الحر لتحديد جميع القوى المؤثرة في الجسم**

ـ علل يعد القانون الأول لنيوتن حالة خاصة من قانونه الثاني ؟

لأنه إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم تساوي صفراً ، يكون تسارعه يساوي صفراً

وبالتالي يكون الجسم ساكناً أو متحركاً بسرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً **أي يكون متزناً**

$$\sum \mathbf{F} = 0$$

$$a = 0$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

مثال (1)

دلو ماء كتلته و كتلة الماء الذي يحويه (10 Kg) معلق بحبل في الهواء كما في الشكل التالي ، إذا كان مقدار أكبر قوة شد ($F_{T,max}$) يتحملها الحبل قبل أن ينقطع (150 N) و $g = 10\ m/s^2$ و الدلو في حالة سكون ، فاحسب مقدار ما يلي :

1- قوة الشد المؤثرة في الحبل ؟

2- قوة الشد في الحبل إذا تحرك الدلو إلى أعلى بتسارع مقداره $2\ m/s^2$ ؟

3- أكبر تسارع يمكن أن يتحرك به الدلو قبل أن ينقطع الحبل (a_{max}) ؟

المعطيات

$m = 10\ Kg$

$F_{T,max} = 150\ N$

$g = 10\ m/s^2$

الدلو في حالة سكون

$$\sum F = 0$$

- نرسم مخطط الجسم الحر للدلو ؛

الطلب (1)

1- قوة الشد المؤثرة في الحبل ؟

حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

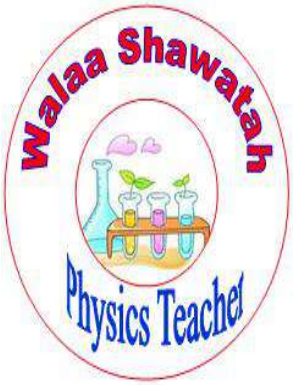
$$\sum F_y = m\ a_y$$

$$F_T - F_g = m\ g$$

$$F_T = F_g = 10 \times 10$$

$$F_T = F_g = 100\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف



الطلب (2)

2- قوة الشد في الحبل إذا تحرك الدلو إلى أعلى بتسارع مقداره $2\ m/s^2$ ؟

$$a = 2\ m/s^2$$

حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

$$\sum F_y = m\ a_y$$

$$F_T - F_g = m\ a_y$$

$$F_T = F_g + 10 \times 2$$

$$F_T = 100 + 20$$

$$F_T = 120\ N$$

الطلب (3)

3- أكبر تسارع يمكن أن يتحرك به الدلو قبل أن ينقطع الحبل (a_{max}) ؟

حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

$$\sum F_y = m\ a_y$$

$$F_{T,max} - F_g = m\ a_{max}$$

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

$$a_{max} = \frac{50}{10}$$

$$a_{max} = 5\ m/s^2$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

مثال (2)

يستخدم عبدالله دلو ماء مربوطاً بحبل لرفع الماء من بئر إذا كانت كتلة الدلو و هو مملوء بالماء (15 Kg) ومقدار أكبر قوة أن ينقطع (180 N) و الحبل مهمل الكتلة ، و غير قابل للاستطالة $g = 10\ m/s^2$ فاحسب مقدار ما يلي :

1- قوة الشد في الحبل إذا سحب عبدالله الدلو إلى أعلى بتسارع مقداره $1{,}5\ m/s^2$ ؟

2- أكبر تسارع يمكن أن يتحرك به الدلو قبل أن ينقطع الحبل (a_{max}) ؟

الطلب (1)

1- قوة الشد في الحبل إذا تحرك الدلو إلى أعلى بتسارع مقداره $1{,}5\ m/s^2$ ؟

$$a = 1{,}5\ m/s^2$$

- نرسم مخطط الجسم الحر للدلو :

حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

$$\sum F_y = m\ a_y$$

$$F_T - F_g = m\ a_y$$

$$F_T = F_g + 15 \times 1{,}5$$

$$F_T = m\ g + 22{,}5$$

$$F_T = 15 \times 10 + 22{,}5$$

$$F_T = 172{,}5\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

2- أكبر تسارع يمكن أن يتحرك به الدلو قبل أن ينقطع الحبل (a_{max}) ؟

حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

$$\sum F_y = m\, a_y$$

$$F_{T,max} - F_g = m\, a_{max}$$

$$180 - 150 = 15 \times a_{max}$$

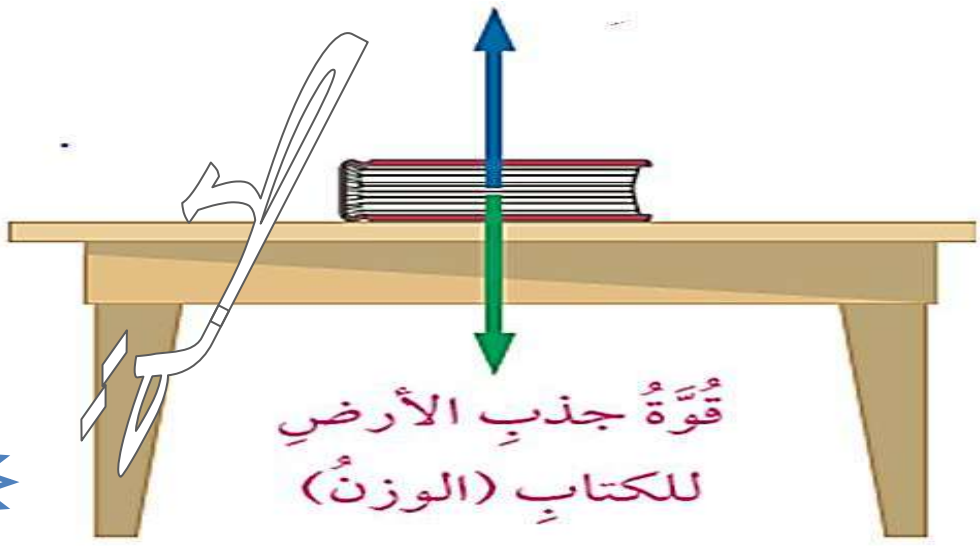
$$a_{max} = \frac{30}{15}$$

$$a_{max} = 2\ m/s^2$$

القوة العمودية

هي قوة تلامس يؤثر بها جسم في جسم آخر يلامسه وتكون دائماً عمودية على مستوى التلامس بين الجسمين

- ما هو رمز القوة العمودية ؟ يرمز لها بـ (F_N)



الكتاب متزن على سطح أفقي

يؤثر به قوتين متعاكستين

هما : 1- قوة وزنه للأسفل F_g

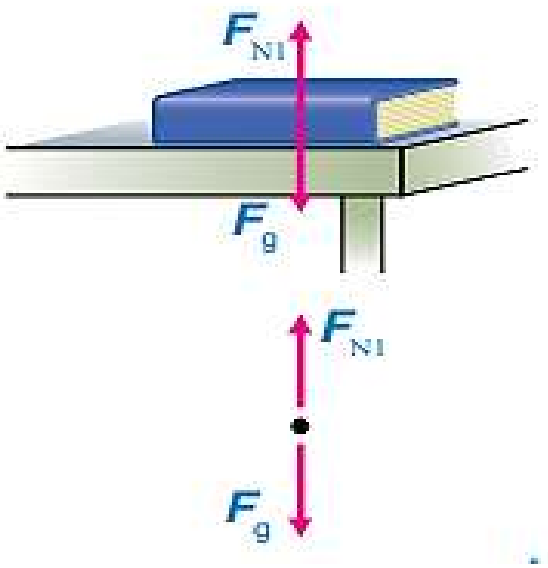
2- القوة العمودية للأعلى F_{N1}

حسب مخطط الجسم الحر

حسب القانون الثاني لنيوتن في اتجاه المحور y

القوتان متساويتان في المقدار

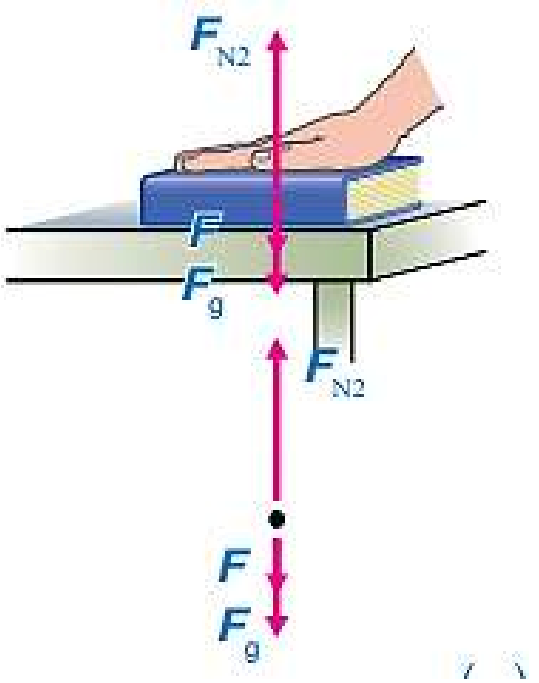
حيث لا توجد حركة في اتجاه هذا المحور



$$\sum F_y = 0$$

$$F_{N1} - F_g = 0$$

$$F_{N1} = F_g$$



الكتاب

يؤثر به ثلاث قوى

هم : 1- قوة وزنه للأسفل F_g

2- قوة دفع يد الشخص للأسفل F

2- القوة العمودية للأعلى F_{N2}

القوة العمودية المؤثرة في الكتاب أكبر من وزنه

حسب مخطط الجسم الحر

حسب القانون الثاني لنيوتن في اتجاه المحور y

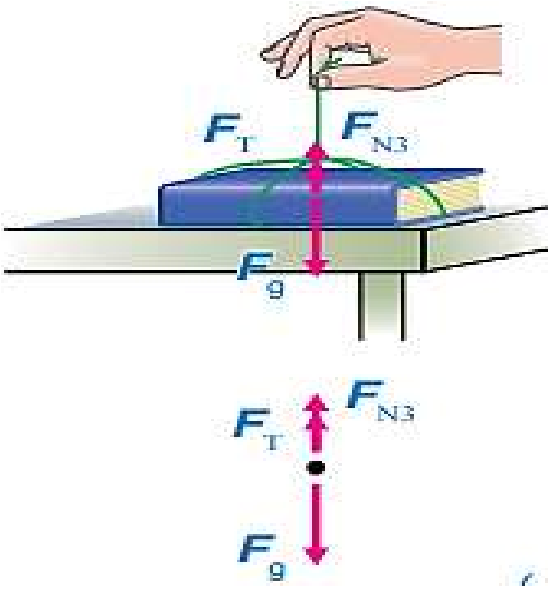
القوة المحصلة في اتجاه المحور y تساوي الصفر

لأن الكتاب في حالة اتزان سكوني

$$F_{N2} = F + F_g$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{N2} - (F + F_g) = ma = 0$$



الكتاب

يؤثر به ثلاث قوى

هم : 1- قوة وزنه للأسفل F_g

2- قوة الشد في الخيط للأعلى F_T

2- القوة العمودية للأعلى F_{N3}

القوة العمودية المؤثرة في الكتاب أقل من وزنه

حسب مخطط الجسم الحر

$$F_g = F_{N3} + F_T$$

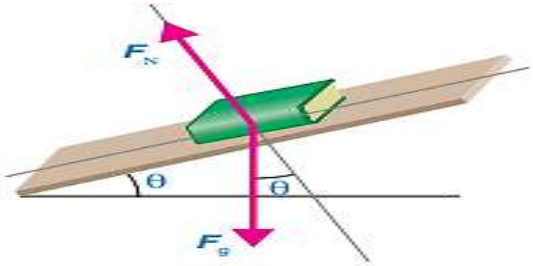
$$\sum F_y = 0$$

$$(F_{N3} + F_T) - F_g = ma = 0$$

ـ ماذا يحدث عند وضع جسم على مستوى مائل ؟

وزن الجسم لا يؤثر عمودياً في سطح المستوى بل يصنع زاوية معه

**** مثال : الكتاب الموضوع على مستوى مائل يميل على الأفق بزاوية (Θ)**



**** عند حل مسائل المستوى المائل نتبع الخطوات الآتية :**

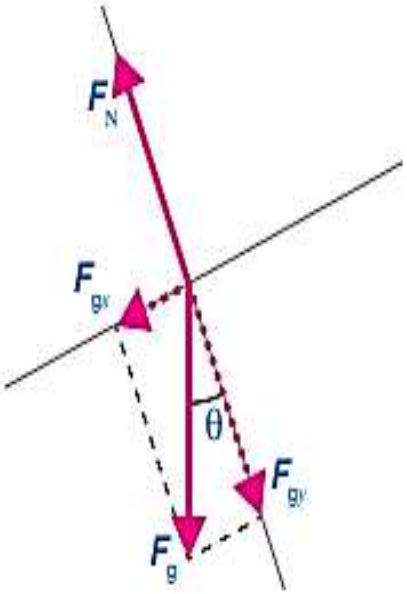
1- نختار محاور الإسناد

بحيث يكون المحور (x) في اتجاه يوازي المستوى المائل

يكون المحور (y) عمودياً عليه

2- يتم تحليل وزن الجسم إلى مركبتين

**** مركبة عمودية على المستوى المائل (على المحور y)**



$$F_{gy} = F_g \cos\theta$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

** مركبة موازية للمستوى المائل (على المحور X)

$$F_{gX} = F_g \sin\theta$$

مهم : في حالة المستوى المائل تكون القوة العمودية أقل من وزن الجسم

- علل القوة العمودية المؤثرة في جسم لا تساوي دائماً وزنه ؟

بسبب اختلاف موضع الجسم ، حيث نجد ما يلي :

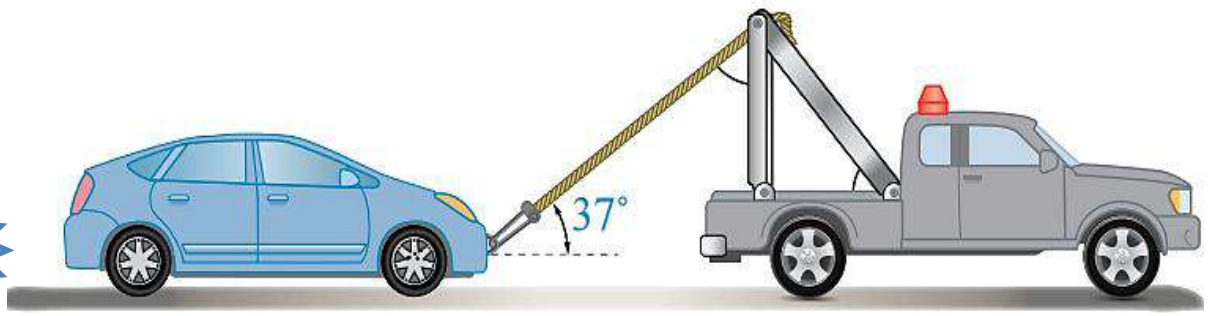
- الجسم يوضع على مستوى أفقي بحيث تؤثر فيه قوة إضافية إلى أعلى تكون القوة العمودية أقل من وزنه
- الجسم يوضع على مستوى أفقي بحيث تؤثر فيه قوة إضافية إلى أسفل تكون القوة العمودية أكبر من وزنه
- الجسم يوضع على سطح مائل تكون القوة العمودية أقل من وزنه

مثال (1)

تسحب رافعة سيارة كتلتها (900 Kg) من السكون على طريق أفقي أملس بقوة شد مقدارها (2000 N) بحبل يميل على الأفقي بزاوية ($37°$) كما هو موضح في الشكل ،
إذا علمت أن الحبل مهمل الكتلة و غير قابل للاستطالة و $\sin 37° = 0,6$ ، $\cos 37° = 0,8$

$g = 10\ m/s^2$، فاحسب مقدار ما يلي :

1- المركبتين الأفقية و العمودية لقوة الشد في الحبل ؟
2- القوة العمودية المؤثرة في السيارة ؟
3- تسارع السيارة ؟



المعطيات

$m = 900\ Kg$

$F_T = 2000\ N$

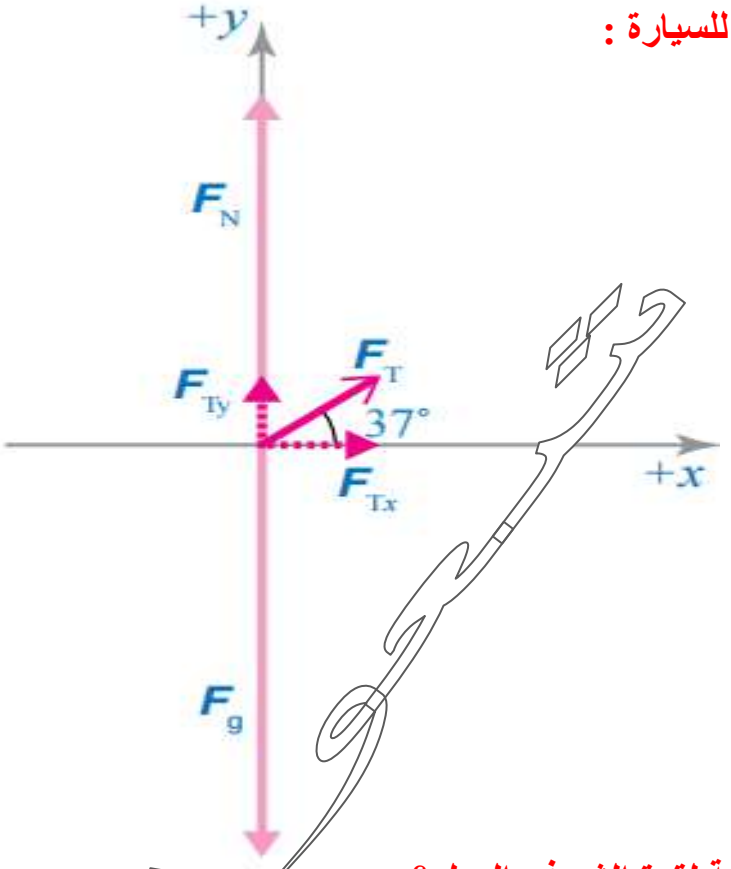
$\cos 37° = 0,8$

$sin\ 37° = 0,6$

$g = 10\ m/s^2$

في حالة سكون $\sum \mathbf{F} = 0$

- نرسم مخطط الجسم الحر للسيارة :



الطلب (1)

1- المركبتين الأفقية و العمودية لقوة الشد في الحبل ؟

المركبة الأفقية

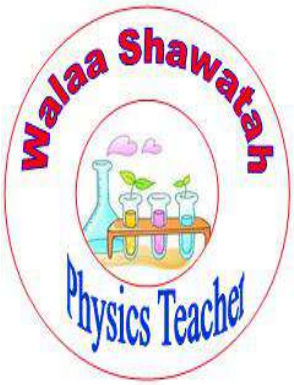
$F_{Tx} = F_T \cos\theta$

$F_{Tx} = F_T \cos 37°$

$F_{Tx} = 2000 \times 0,8$

$F_{Tx} = 1600\ N$

منهاجي
متعة التعليم الهادف



$$F_{Ty} = F_T \sin\theta$$

$$F_{Ty} = F_T \sin 37°$$

$$F_{Ty} = 2000 \times 0,6$$

$$F_{Ty} = 1200\ N$$

المركبة العمودية

الطلب (2)

2- القوة العمودية المؤثرة في السيارة ؟

لا توجد حركة ، في اتجاه المحور الرأسي (محور y) ؛
تكون القوة المحصلة في اتجاهه صفراً

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{Ty} + F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g - F_{Ty}$$

$$F_N = mg - 1200$$

$$F_N = 900 \times 10 - 1200$$

$$F_N = 7800\ N, +y$$

مقدار القوة العمودية أقل من مقدار الوزن

الطلب (3)

3- تسارع السيارة ؟

السطح الأفقي أملس ؛

$$\sum F_x = m\, a_x = F_{Tx}$$

$$m\, a_x = F_{Tx}$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

$$900 \times a_x = 1600$$

$$a_x = \frac{1600}{900}$$

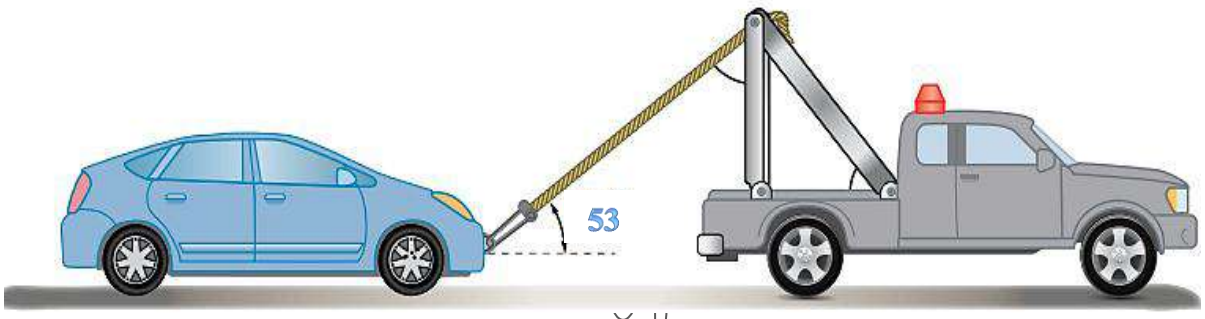
$$a_x = 1,78\ m/s^2\ ,+x$$

مثال (2)

تسحب رافعة سيارة كتلتها $(900\ Kg)$ من السكون على طريق أفقي أملس بقوة شد مقدارها $(2000\ N)$ بحبل يميل على الأفقي بزاوية $(53°)$ كما هو موضح في الشكل ،
إذا علمت أن الحبل مهمل الكتلة و غير قابل للاستطالة و $\cos 53° = 0,6$ ، $sin\ 53° = 0,8$

$g = 10\ m/s^2$، فاحسب مقدار ما يلي :

1- المركبتين الأفقية و العمودية لقوة الشد في الحبل ؟
2- القوة العمودية المؤثرة في السيارة ؟
3- تسارع السيارة ؟



المعطيات

$m = 900\ Kg$

$F_T = 2000\ N$

$\cos 53° = 0,6$

$sin\ 53° = 0,8$

$g = 10\ m/s^2$

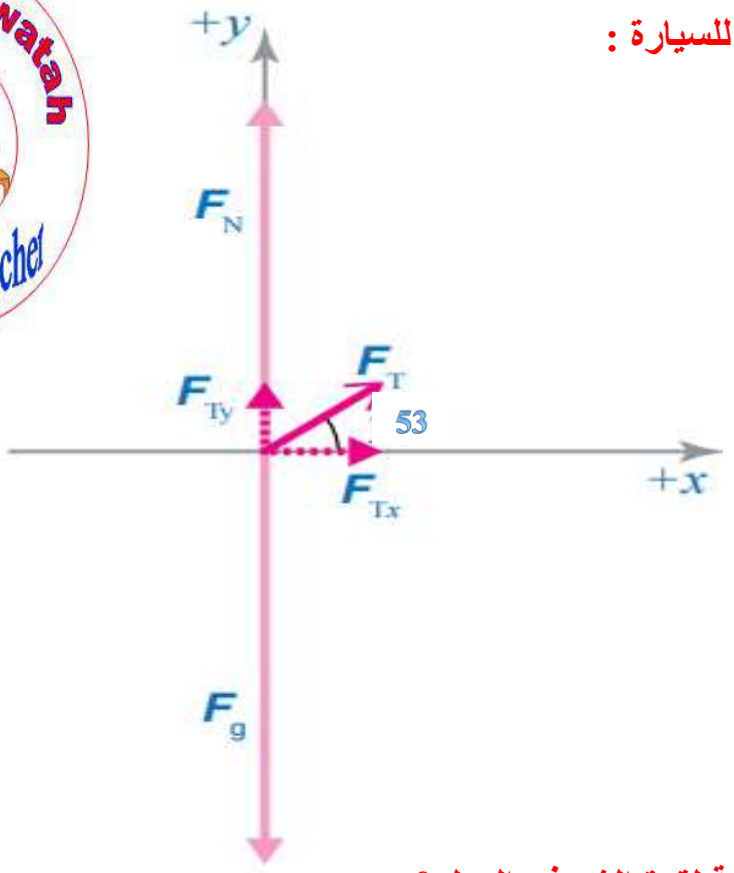
في حالة سكون

$$\sum \mathbf{F} = 0$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

- نرسم مخطط الجسم الحر للسيارة :



الطلب (1)

1- المركبتين الأفقية و العمودية لقوة الشد في الحبل ؟

المركبة الأفقية

$$F_{Tx} = F_T \cos\theta$$

$$F_{Tx} = F_T \cos 53°$$

$$F_{Tx} = 2000 \times 0,6$$

$$F_{Tx} = 1200\ N$$

المركبة العمودية

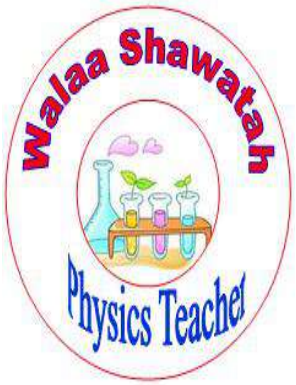
$$F_{Ty} = F_T \sin\theta$$

$$F_{Ty} = F_T \sin 53°$$

$$F_{Ty} = 2000 \times 0,8$$

$$F_{Ty} = 1600\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف



الطلب (2)

2- القوة العمودية المؤثرة في السيارة ؟

لا توجد حركة ، في اتجاه المحور الرأسي (محور y) ؛
تكون القوة المحصلة في اتجاهه صفراً

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{Ty} + F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g - F_{Ty}$$

$$F_N = mg - 1200$$

$$F_N = 900 \times 10 - 1600$$

$$F_N = 7400\ N\ , +y$$

مقدار القوة العمودية أقل من مقدار الوزن

الطلب (3)

3- تسارع السيارة ؟

السطح الأفقي أملس ؛

$$\sum F_x = m\ a_x = F_{Tx}$$

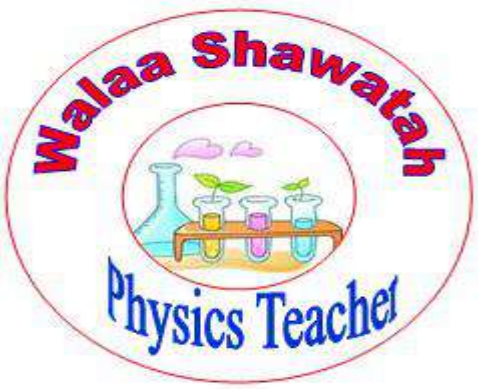
$$m\ a_x = F_{Tx}$$

$$900 \times a_x = 1200$$

$$a_x = \frac{1200}{900}$$

$$a_x = 1,33\ m/s^2\ , +x$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف



مثال (3)

صندوق كتلته (30 Kg) يستقر على سطح أفقي ، إذا علمت أن : $g = 10\ m/s^2$ ، فاحسب مقدار ما يلي :

1- مقدار وزن الصندوق ؟

2- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق ؟

3- هل مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق مساوية لوزنه أو أكبر أو أقل منه ؟ فسر ذلك ؟

الطلب (1)

1- مقدار وزن الصندوق ؟

$$F_g = m\ a_g$$

$$F_g = 30 \times 10$$

$$F_g = 300\ N$$

الطلب (2)

2- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق ؟

حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g$$

$$F_N = 300\ N\ , +y$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

3- هل مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق مساوية لوزنه أو أكبر أو أقل منه ؟ فسر ذلك ؟

مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق يساوي وزنه ، حيث يستقر الصندوق على سطح أفقي

و يؤثر فيه وزنه و القوة العمودية فقط

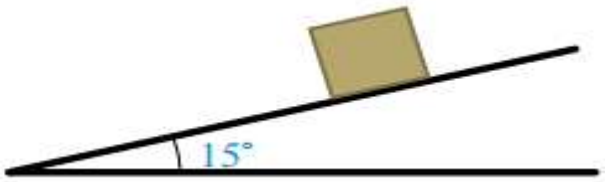
مثال (4)

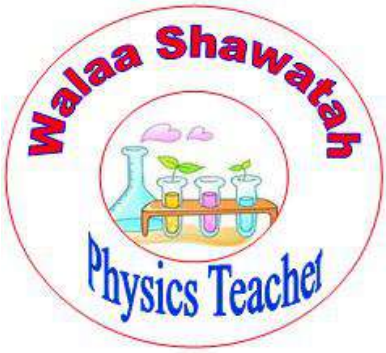
ينزلق صندوق كتلته $(4\ Kg)$ إلى أسفل مستوى مائل أملس يميل على الأفقي بزاوية $(15°)$ كما هو موضح في الشكل ، إذا علمت أن : $\cos 15° = 0,97$ ، $\sin 15° = 0,26$

$g = 10\ m/s^2$، فاحسب مقدار ما يلي :

1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق ؟

2- تسارع الصندوق ؟





المعطيات

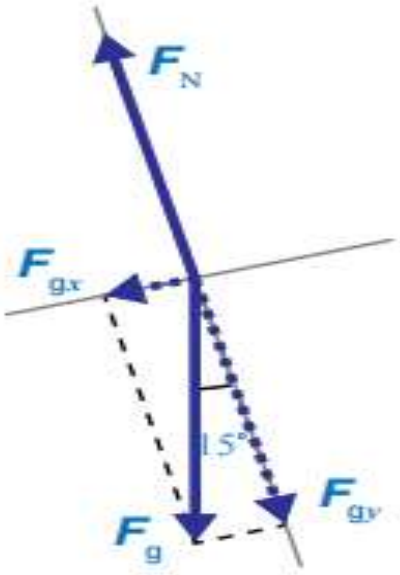
$m = 4\ Kg$

$\cos 15° = 0,97$

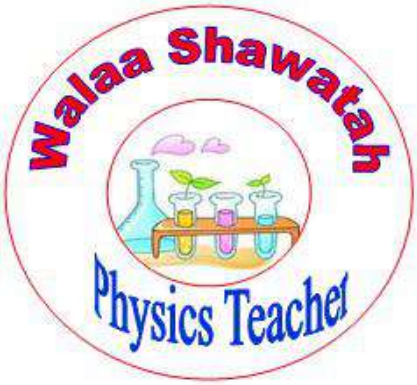
$\sin 15° = 0,26$

$g = 10\ m/s^2$

- نرسم مخطط الجسم الحر للصندوق :



منهاجي
متعة التعليم الهادف



الطلب (1)

1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق ؟

$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$

المركبة الأفقية

$$F_{gx} = m\, g \sin 15°$$

$$F_{gx} = 4 \times 10 \times 0,26$$

$$F_{gx} = 10,4\ N$$

$$F_{gy} = F_g \cos\theta$$

$$F_{gy} = m\, g \cos 15°$$

المركبة العمودية

$$F_{gy} = 4 \times 10 \times 0,97$$

$$F_{gy} = 38,8\ N$$

- القوة العمودية المؤثرة في الصندوق :

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور الرأسي (محور y) ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_{gy} = 0$$

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_N = 38,8\ N\ , +y$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الطلب (2)

2- تسارع الصندوق ؟

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\, a_x = F_{gx}$$

$$m\, a_x = F_{gx}$$

$$4 \times a_x = 10,4$$

$$a_x = \frac{10,4}{4}$$

$$a_x = 2,6\ m/s^2\ , +x$$

مثال (5)

يتزلج يوسف كتلته (60 Kg) على منحدر ثلجي يميل على الأفقي بزاوية (37°) ،مع العلم أن المنحدر الثلجي أملس؛ إذا علمت أن : $\cos 37° = 0,8$ ، $\sin 37° = 0,6$

$g = 10\ m/s^2$، فاحسب مقدار ما يلي :

1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في يوسف ؟

2- تسارع يوسف ؟

المعطيات

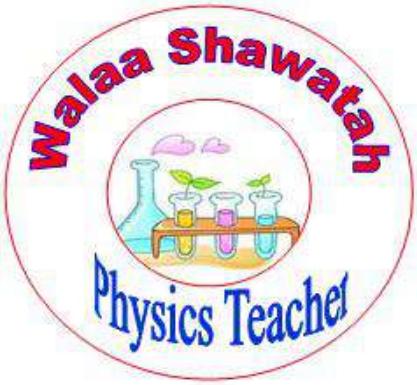
$m = 60\ Kg$

$\cos 37° = 0,8$

$\sin 37° = 0,6$

$g = 10\ m/s^2$

منهاجي
متعة التعليم الهادف



الطلب (1)

1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في يوسف ؟

المركبة الأفقية

$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$

$$F_{gx} = m\,g \sin 37°$$

$$F_{gx} = 60 \times 10 \times 0,6$$

$$F_{gx} = 360\ N$$

المركبة العمودية

$$F_{gy} = F_g \cos\theta$$

$$F_{gy} = m\,g \cos 37°$$

$$F_{gy} = 60 \times 10 \times 0,8$$

$$F_{gy} = 480\ N$$

- القوة العمودية المؤثرة في يوسف :

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور الرأسي (محور y) ؛

لا توجد حركة في اتجاه هذا المحور

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_{gy} = 0$$

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_N = 480\ N\ , +y$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الطلب (2)

2- تسارع يوسف ؟

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\, a_x = F_{gx}$$

$$m\, a_x = F_{gx}$$

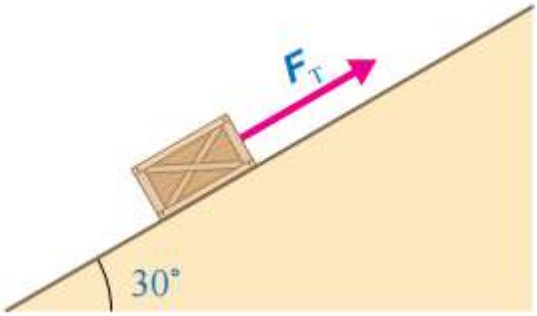
$$60 \times a_x = 360$$

$$a_x = \frac{360}{60}$$

$$a_x = 6\ m/s^2\ , +x$$

مثال (6)

ينزلق صندوق كتلته (20 Kg) يُسحب بحبل غير قابل للاستطالة إلى أعلى مستوى مائل أملس بسرعة ثابتة ؛ إذا كان الحبل موازياً لسطح المستوى و زاوية ميلان المستوى على الأفقي (30°) كما هو موضح في الشكل ، إذا علمت أن : $\sin 30° = 0,5$ ، $\cos 30° = 0,87$ ، $g = 10\ m/s^2$، فاحسب مقدار ما يلي :



1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق ؟

2- قوة الشد المؤثرة في الصندوق ؟

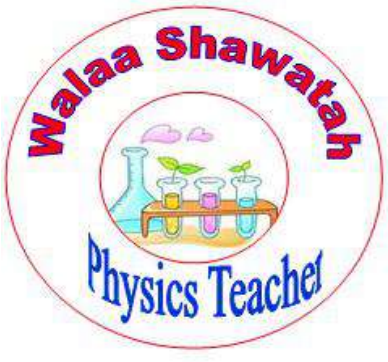
المعطيات

$$m = 20\ Kg$$

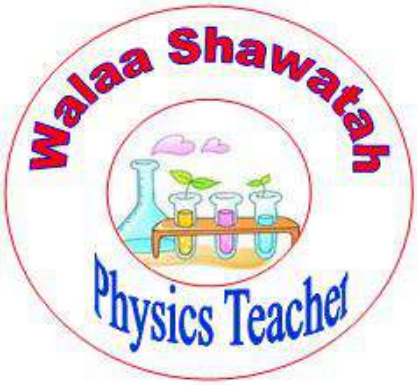
$$\cos 30° = 0,87$$

$$\sin 30° = 0,5$$

$$g = 10\ m/s^2$$



منهاجي
متعة التعليم الهادف



الطلب (1)

1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الصندوق ؟

$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$

المركبة الأفقية

$$F_{gx} = m\, g \sin 30°$$

$$F_{gx} = 20 \times 10 \times 0,5$$

$$F_{gx} = 100\ N$$

$$F_{gy} = F_g \cos\theta$$

$$F_{gy} = m\, g \cos 30°$$

المركبة العمودية

$$F_{gy} = 20 \times 10 \times 0,87$$

$$F_{gy} = 174\ N$$

- القوة العمودية المؤثرة في الصندوق :

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور الرأسي (محور y) ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_{gy} = 0$$

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_N = 174\ N\ , +y$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

2- قوة الشد المؤثرة في الصندوق ؟

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\, a_x = F_{gx}$$

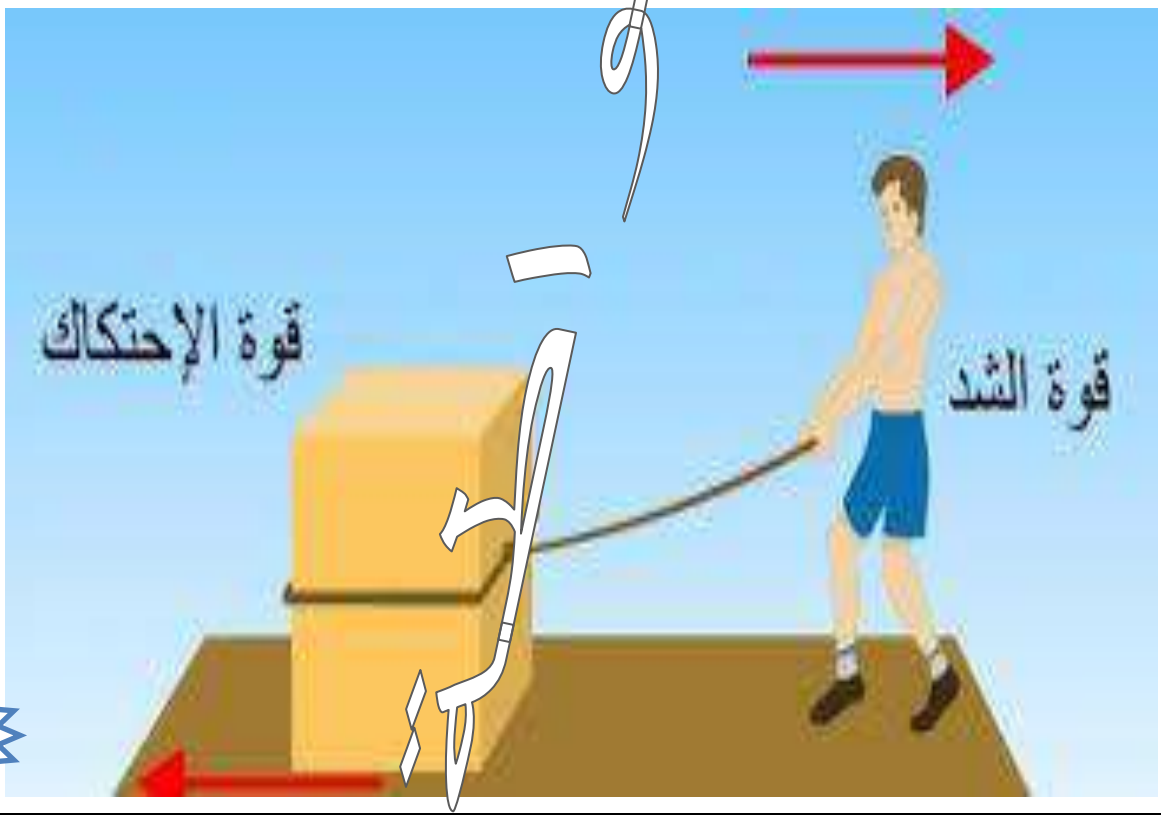
$$F_T - F_{gx} = 0$$

$$F_T = F_{gx}$$

$$F_T = F_{gx} = 100\ N$$

قوة الاحتكاك

هي قوة تلامس تنشأ بين السّطوح التي ينزلق بعضها فوق بعض وتكون معاكسة لاتجاه الحركة.



قوة الاحتكاك : قوة تبطىء الأجسام المتحركة

قوة الاحتكاك : هي قوة معيقة

تؤثر قوة الاحتكاك بشكل موازٍ لسطحي التلامس بين الجسمين

ويحدث الاحتكاك عندما يحتك جسمان ببعضهما.

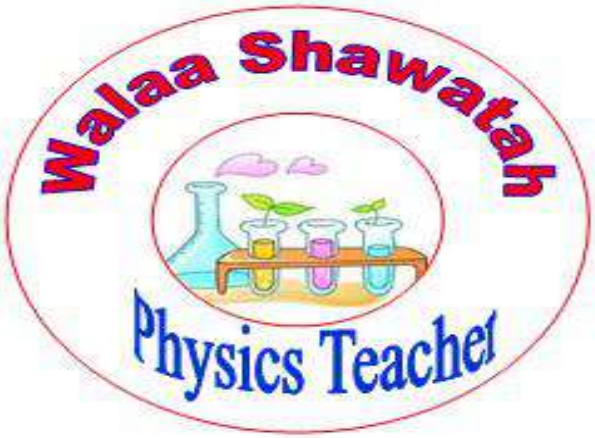
ونجد الاحتكاك أكثر على الأسطح الخشنة من الأسطح الناعمة

- متى تنشأ قوة الاحتكاك ؟

1- تنشأ نتيجة حركة مادة صلبة بالنسبة إلى مادة صلبة

2- تنشأ نتيجة حركة مواد صلبة و موائع (سوائل و غازات) نسبة إلى بعضها

3- تنشأ بين طبقات الموائع المتحركة



- عدد بعض الأمثلة على قوة الاحتكاك ؟

1- انزلاق إطارات سيارة على سطح الطريق

2- حركة غواصة داخل مياه البحر

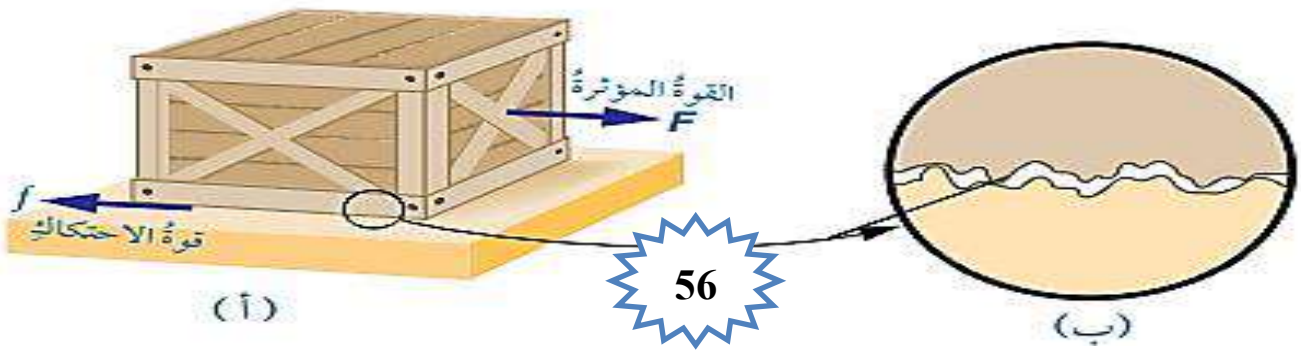
3- تحليق طائرة في الهواء

4- انزلاق لوح تزلج على سطح الماء في رياضة التزلج

**** نشأت قوة احتكاك بين الصندوق وسطح الطاولة (تلامس سطحيهما)**

**** اتجاه قوة الاحتكاك معاكس لاتجاه القوة المؤثرة في الصندوق**

**** السطحين المتلامسين خشنان**



- عدد أنواع قوة الاحتكاك ؟

1- قوة الاحتكاك السكوني 2- قوة الاحتكاك الحركي

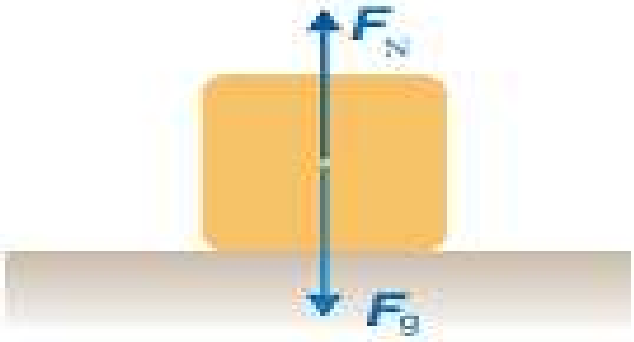
- عرف قوة الاحتكاك السكوني ؟

هي قوة تمانع حركة جسمين ساكنين متلامسين عند محاولة تحريك بعضهما فوق بعض

- متى تظهر قوة الاحتكاك السكوني ؟ تظهر استجابة لقوة أخرى تحاول تحريك الجسم الساكن

- اذكر مثال يبين قوة الاحتكاك السكوني ؟

1- الصندوق ساكن لا توجد قوة تحاول تحريكه ، لذا لا يوجد قوة احتكاك تؤثر فيه



2- تأثر الصندوق بقوة شد أفقية صغيرة (F_{T1}) باتجاه اليمين ، لكن الصندوق ساكن لا يتحرك

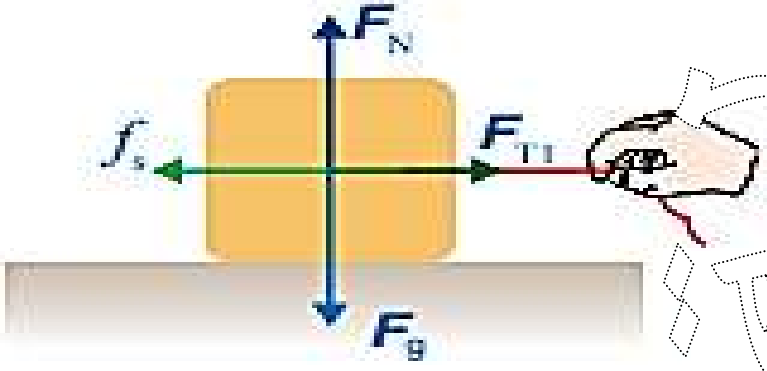
أي القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي الصفر

حسب القانون الأول لنيوتن :

لابد من وجود قوة أفقية تؤثر في الصندوق تكون معاكسة لاتجاه قوة الشد وتساويها مقداراً

تسمى قوة الاحتكاك السكوني (f_S)

حيث تؤثر في سطحي جسمين متلامسين عندما لا يتحرك أحدهما بالنسبة إلى الآخر



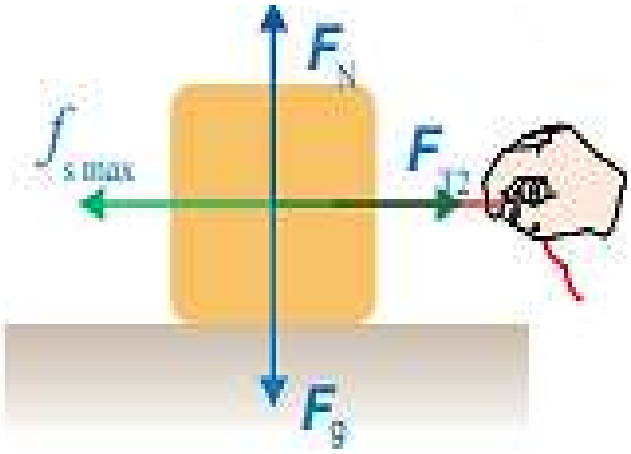
3- عند زيادة مقدار **قوة الشد** يزداد مقدار **قوة الاحتكاك السكوني** ما دام الصندوق ساكناً

حيث القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفراً

** بزيادة مقدار قوة الشد ، يزداد مقدار قوة الاحتكاك السكوني حتى يصل إلى قيمة عظمى

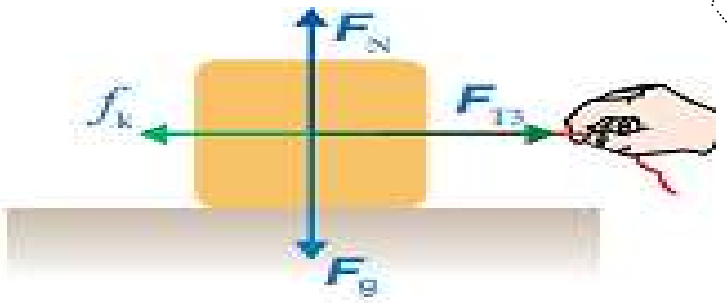
عندها يكون الجسم على وشك الحركة

تسمى قوة الاحتكاك السكوني العظمى ($f_{s\,max}$)



4- عند تحرك الصندوق ، تؤثر فيه **قوة احتكاك حركي** (f_K)

يكون مقدار قوة الاحتكاك الحركي (f_K) **أقل** من قوة الاحتكاك السكوني العظمى ($f_{s\,max}$)

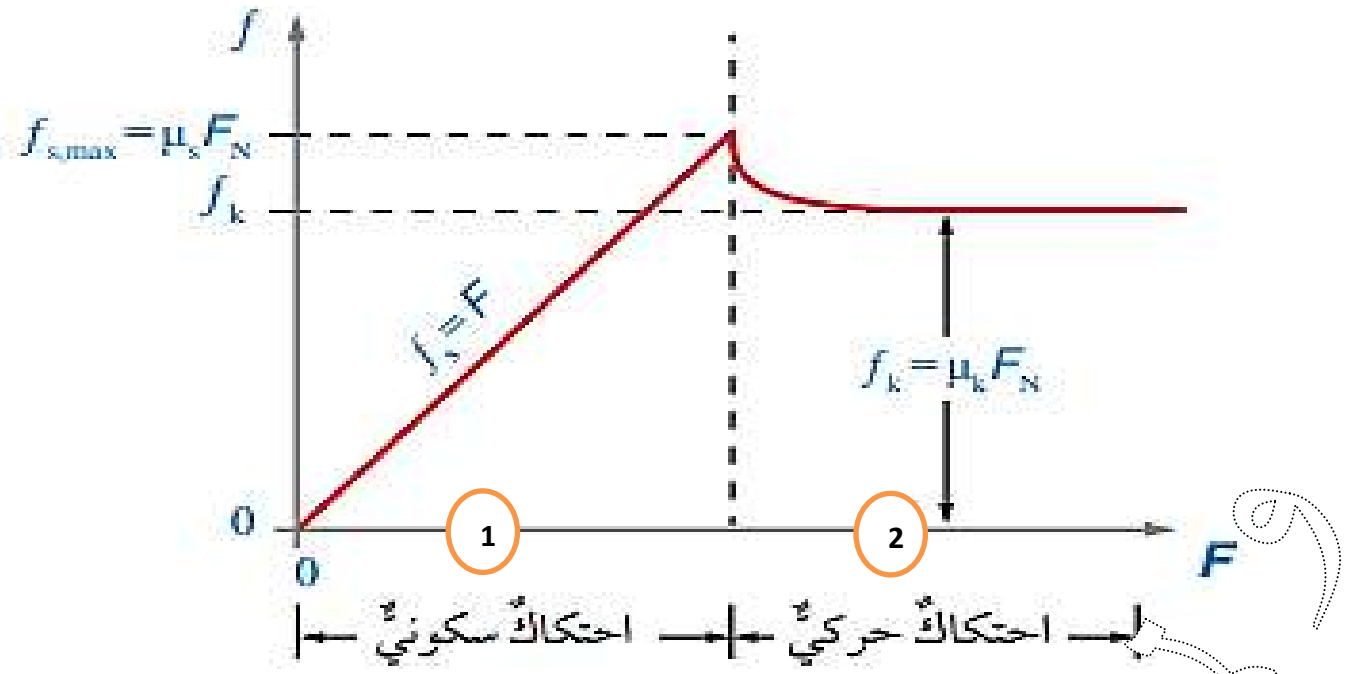


Walaa Shawatah
Physics Teacher

مهم :

- **قوة الاحتكاك السُكوني ؛ تكون موجودة فقط عندما يكون الجسم ساكناً لا يتحرك**
- **عندما يبدأ الجسم بالحركة تصل قوة الاحتكاك السُكوني إلى قيمتها العظمى**
- **عندما يتحرك الجسم تصبح القوة المؤثرة هي قوة الاحتكاك الحركي و ليس السُكوني**
- **قوة الاحتكاك الحركي أقل من قوة الاحتكاك السُكوني العظمى**

** الشكل الآتي يوضح منحنى (قوة الاحتكاك – القوة الأفقية المؤثرة) لجسم موضوع على سطح أفقي خشن



**** يبين الجزء (1) من المنحنى تأثير قوة الاحتكاك السكوني**

حيث يزداد مقدار **قوة الاحتكاك السكوني** (f_S) طردياً بزيادة مقدار **القوة الأفقية** (F) المؤثرة في الجسم يصل إلى **قوة الاحتكاك السكوني العظمى** ($f_{s\,max}$)

قوة الاحتكاك السكوني (f_S) **تساوي** القوة الأفقية (F) المؤثرة في الجسم التي تحاول تحريكه **في المقدار وتعاكسها في الاتجاه**

**** يبين الجزء (2) من المنحنى أن الجسم بدأ بالحركة**

حيث أن مقدار **القوة الأفقية** (F) المؤثرة **أكبر** من **قوة الاحتكاك السكوني العظمى** ($f_{s\,max}$)

بذلك يتأثر الجسم **بقوة الاحتكاك الحركي** (f_K) بدلاً من **قوة الاحتكاك السكوني** (f_S)

- عدد العوامل التي تعتمد عليها قوة الاحتكاك السكوني (f_S) ؟

1- طبيعة السطحين المتلامسين (نوع مادتيهما)

2- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الجسم

Walaa Shawatah
Physics Teacher

- اذكر مثال يبين أثر طبيعة السطحين المتلامسين على قوة الاحتكاك السكوني (f_S) ؟

مقدار قوة الاحتكاك السكوني بين المكعب الخشبي و سطح الطاولة الخشبي أكبر منه بين المكعب الخشبي و رقائق الألمنيوم

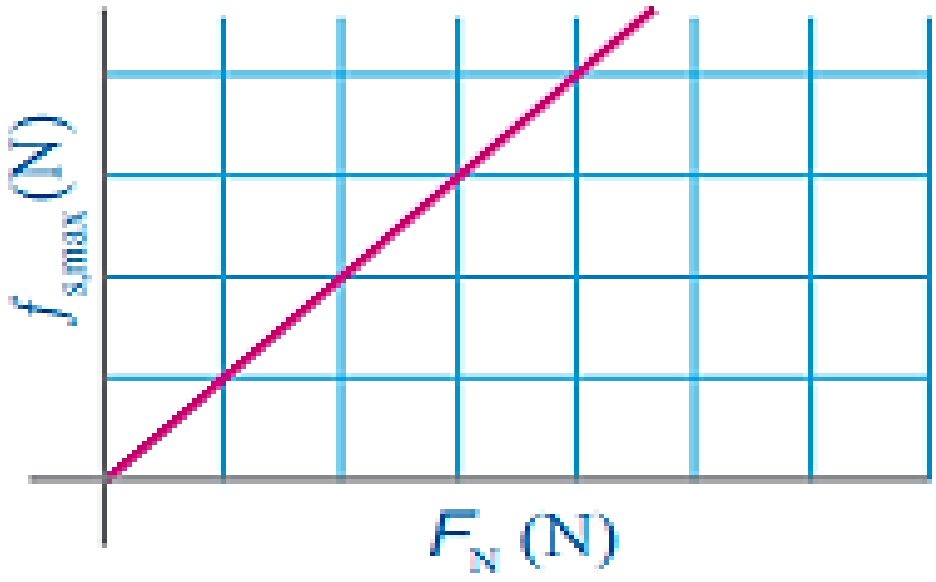
- علل استخدام العاملين في المصانع والأماكن التي تكون أرضياتها مغطاة بالزيوت و السوائل أحذية نعالها مصنوعة من المطاط ؟

لأن انزلاق الأحذية ذات النعل المطاطي يكون أقل منه للأحذية ذات النعل الجلدي

- ما نوع العلاقة بين مقدار القوة العمودية المؤثرة في الجسم وقوة الاحتكاك السكوني (f_S) ؟

طردية ، كلما زادت القوة العمودية (F_N) زادت قوة الاحتكاك السكوني (f_S)

** المنحنى الآتي يبين التناسب الطردي بين مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى $(f_{s\,max})$ و مقدار القوة العمودية (F_N)

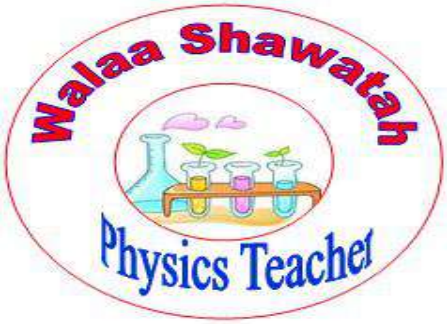


مهم :

لا تعتمد قوة الاحتكاك السكوني على مساحة سطحي التلامس بين الجسمين

لا تعتمد قوة الاحتكاك السكوني على حجمي الجسمين

منهاجي
متعة التعليم الهادف



** قوة الاحتكاك السكوني تحقق المتباينة الآتية :

$$f_S \leq \mu_S F_N$$

** تعطى قوة الاحتكاك السكوني بالعلاقة الرياضية الآتية :

$$f_{S,max} = \mu_S F_N$$

حيث أن

$f_{S\,max}$: قوة الاحتكاك السكوني العظمى

μ_S : معامل الاحتكاك السكوني

F_N : القوة العمودية

- عرف معامل الاحتكاك السكوني (μ_S) ؟

هو نسبة مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى إلى مقدار القوة العمودية

- عدد العوامل المؤثرة في معامل الاحتكاك السكوني (μ_S) ؟

طبيعة السطحين المتلامسين

- علل لا يوجد وحدة قياس لمعامل الاحتكاك السكوني (μ_S) ؟

لأنه نسبة كميتين من النوع نفسه (نسبة قوة إلى قوة)

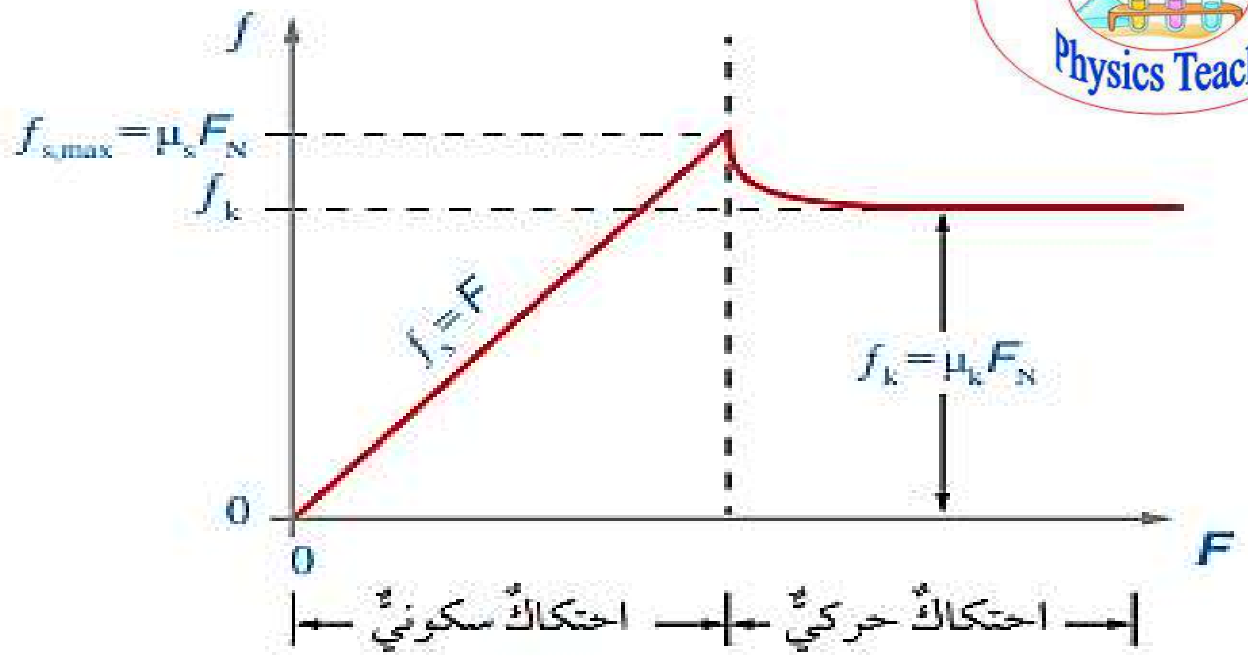
- عرف قوة الاحتكاك الحركي (f_K) ؟

هي قوة الاحتكاك المؤثرة في الجسم أثناء حركته ، تؤثر في سطحي جسمين متلامسين عندما يتحرك أحدهما بالنسبة إلى الآخر

- ما هو رمز قوة الاحتكاك الحركي ؟ يرمز لها بـ (f_K)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

** الشكل الآتي يوضح منحنى (قوة الاحتكاك – القوة الأفقية المؤثرة) لجسم موضوع على سطح أفقي خشن



**** نلاحظ أن :**

مقدار قوة الاحتكاك الحركي (f_K) **أقل** من مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى ($f_{S\,max}$)

أي أن :

مقدار القوة اللازمة لتحريك الجسم بسرعة متجهة ثابتة ، والمحافظة على حركته **أقل** من القوة اللازمة لبدء حركته

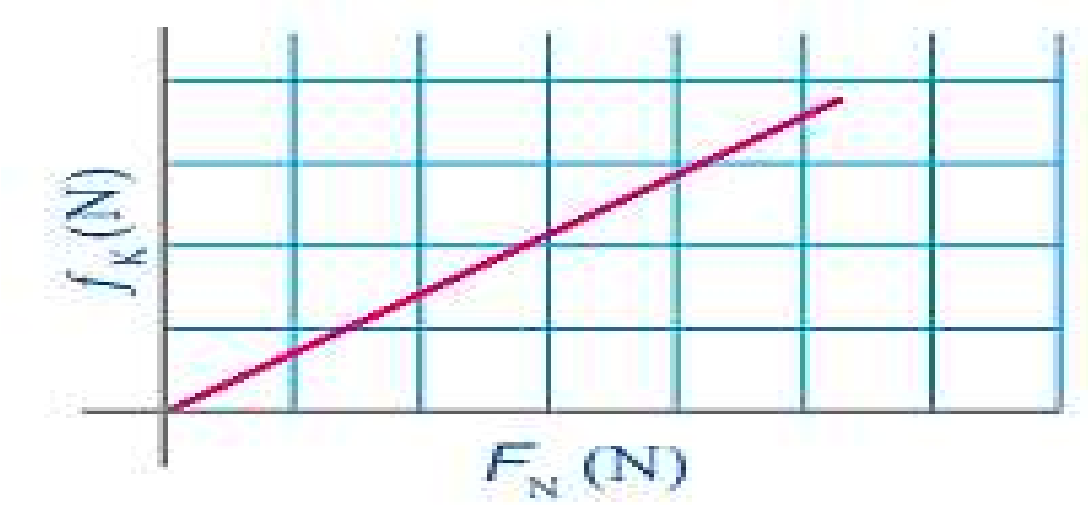
- عدد العوامل المؤثرة على قوة الاحتكاك الحركي (f_K) ؟

1- طبيعة السطحين المتلامسين 2- مقدار القوة العمودية المؤثرة في الجسم

- ما نوع العلاقة بين مقدار القوة العمودية المؤثرة في الجسم وقوة الاحتكاك الحركي (f_K) ؟

طردية ، كلما زادت القوة العمودية (F_N) زادت قوة الاحتكاك الحركي (f_K)

** المنحنى الآتي يبين التناسب الطردي بين مقدار قوة الاحتكاك الحركي (f_K)
و مقدار القوة العمودية (F_N)



مهم : لا تعتمد قوة الاحتكاك الحركي على مساحة سطحي التلامس بين الجسمين

لا تعتمد قوة الاحتكاك الحركي على حجمي الجسمين

** تعطى قوة الاحتكاك الحركي بالعلاقة الرياضية الآتية :

$$f_K = \mu_K F_N$$

حيث أن

f_K : قوة الاحتكاك الحركي

μ_K : معامل الاحتكاك الحركي

F_N : القوة العمودية

- عرف معامل الاحتكاك الحركي (μ_K) ؟

هو نسبة مقدار قوة الاحتكاك الحركي إلى مقدار القوة العمودية

منهاجي
متعة التعليم الهادف

- عدد العوامل المؤثرة في معامل الاحتكاك الحركي (μ_K) ؟

طبيعة السطحين المتلامسين

- علل لا يوجد وحدة قياس لمعامل الاحتكاك الحركي (μ_K) ؟

لأنه نسبة كميتين من النوع نفسه (نسبة قوة إلى قوة)

- أيهما أكبر (μ_S) أم (μ_K) ؟

معامل الاحتكاك السكوني (μ_S) **أكبر** من معامل الاحتكاك الحركي (μ_K)

أي أن :

$$\mu_S > \mu_K$$

- علل انزلاق المركبات على الطرقات عند سقوط الأمطار أو الثلوج ؟

بسبب تكون طبقة فاصلة بين إطار السيارة (المصنوع من المطاط) وسطح الطريق

مما يؤدي إلى **التقليل** من مقدار معامل الاحتكاك الحركي ومعامل الاحتكاك السكوني بينهما

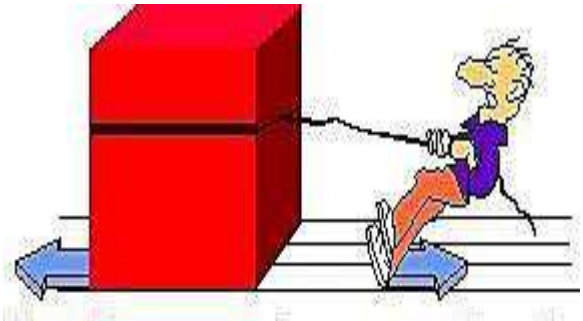
فتنزلق إطارات السيارة على الطريق بسهولة ، **وبزيد المسافة** اللازمة لإيقاف السيارة

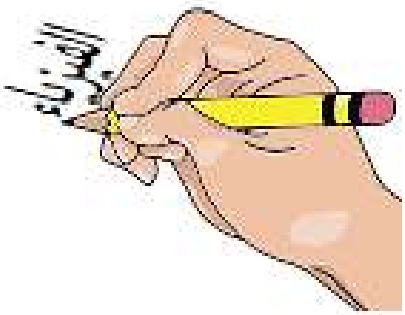
مما يصعب قيادة السيارة و السيطرة عليها

- أعط أمثلة تميز فيها الاحتكاك السكوني و الاحتكاك الحركي ؟

** الاحتكاك السكوني : الاحتكاك بين عجلات السيارة و الأرض

** الاحتكاك الحركي : سحب جسم على سطح خشن و يتحرك الجسم





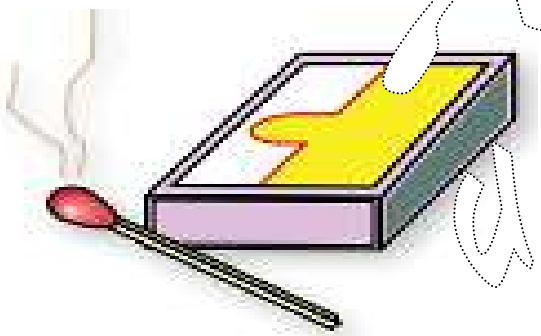
- عدد إيجابيات قوى الاحتكاك ؟

1- حركة المركبات

2- المشي (خاصةً المشي على سطوح ملساء أو زلقة)

3- الكتابة على الورق و السبورة

4- إشعال أعواد الثقاب



- علل تعد قوة الاحتكاك مهمة في حركة المركبات ؟

لأنه عند انعدام قوى الاحتكاك بين إطارات المركبة و سطح الطريق فإن الإطارات تدور في مكانها فتبقى المركبة ساكنة

- علل تساعدنا قوة الاحتكاك في المشي و تغيير اتجاه حركتنا ؟

لأنه عندما أدفع بقدمي سطح الأرض إلى الخلف ، فإن قوة الاحتكاك السكوني بينهما تؤثر بقوة في قدمي إلى الأمام في اتجاه حركتي وتمنع انزلاقها نحو الخلف

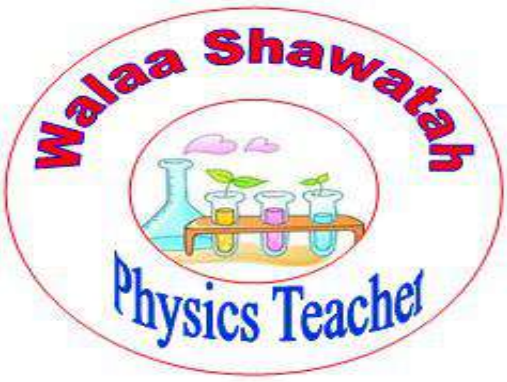
- عدد سلبيات قوة الاحتكاك ؟

1- تسبب تآكل بعض المنتجات التي نستخدمها **مثل** (الأحذية ، الملابس)

2- تسبب تآكل بطانة مكابح المركبات

3- تعيق انزلاق الأجسام بعضها فوق بعض

4- تسبب بطئ حركة الأجسام



- عدد بعض الأساليب المستخدمة للتقليل من آثار قوة الاحتكاك ؟

1- التزييت 2- التشحيم 3- استخدام العجلات 4- كرات البيليا

Walaa Shawatah
Physics Teacher

علل لماذا يكون تحريك مكعب خشبي على طاولة خشبي أسهل من تحريكه على سطح من الخرسانة ؟

لأن معامل الاحتكاك الحركي بين المكعب الخشبي و سطح الطاولة الخشبية يكون أقل ،
و بالتالي قوة الاحتكاك تكون أقل (أي أن الجسم يتحرك بكل سهولة)

- علل انزلاق إطارات السيارة على الطريق المغطى بالثلج أسهل بكثير منه على طريق جاف ؟

لأن معامل الاحتكاك الحركي بين الطريق المغطى بالثلج و إطار السُيارة يكون أقل ،
و بالتالي قوة الاحتكاك تكون أقل (أي أن الجسم يتحرك بكل سهولة)

- وضح أهمية وضع الجنازير حول إطارات السُيارات و خاصة سيارات الدفاع المدني في العواصف الثلجية ؟

للتقليل من انزلاق إطارات السُيارات في الشتاء ،

حيث معامل الاحتكاك بين الجنازير و الطريق أكبر من معامل الاحتكاك بين إطارات السيارات المصنوع من المطاط و الطريق ، مما يزيد قوة الاحتكاك

- إذا علمت أن مقدار قوة الاحتكاك بين الخرسانة و نعل الحذاء المصنوع من المطاط أكبر منه بين الخرسانة و النعل المصنوع من الجلد ، أي الحذاءين تختار للمشي في يوم ماطر ؟

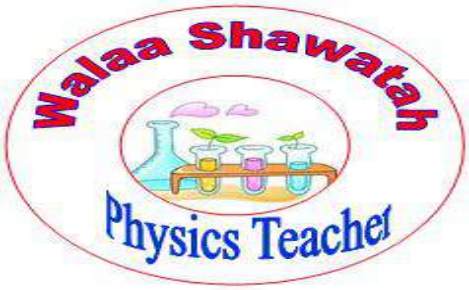
أختار نعل الحذاء المصنوع من المطاط لأن ؛ معامل الاحتكاك بينه و بين الخرسانة أكبر
بالتالي يملك قوة احتكاك أكبر فيخفف فرصة الانزلاق في الشتاء

- **مهم :**
- أقل قوة يلزم التأثير بها على الجسم حتى يكون على وشك الحركة : $f_{s,max}$
- حركة الجسم بسرعة ثابتة : $\sum F_x = 0$
- إذا كانت (f_s) أقل من $(f_{s,max})$ فإن الجسم يكون في حالة سكون

- عرف المفصل ؟ هو مكان التقاء نهايتي عظمتين متجاورتين أو أكثر

- علل تكون قوى الاحتكاك بين العظام في منطقة المفصل قليلة جداً ؟

لأن سطوح العظام في منطقة المفصل مغطاة بغضاريف ، إضافة إلى وجود غشاء زلالي يفرز مائعاً لزجاً يسمى **السائل الزلالي**



- عدد فوائد السائل الزلالي الذي يفرز داخل المفصل ؟

1- يعد مادة تشحيم يقلل الاحتكاك

2- يحمي العظام من التآكل

- ما فائدة اللعاب الذي تفرزه الغدد اللعابية في جسم الإنسان ؟

1- يساعد في عملية البلع

2- يقلل من احتكاك المواد الغذائية التي يجري تناولها مع جدران البلعوم والمريء مما يسهل انزلاقها

- ما فائدة المخاط اللزج بين أعضاء جسم الإنسان ؟

تسهل حركة الأعضاء نسبةً إلى بعضها في أثناء الحركة وعملية التنفس و خفقان القلب

منهاجي
متعة التعليم الهادف

مثال (1)

وضع صندوق كتلته (40 Kg) على زلاجة لسحبه على أرضية أفقية مغطاة بالثلج ،
إذا علمت أن قوة الشد المؤثرة في الزلاجة أفقية تماماً و معامل الاحتكاك السُكوني بين الزلاجة
و الثلج (0,15) ، و معامل الاحتكاك الحركي بينهما (0,10) ، و تسارع السقوط الحر
$g = 10\ m/s^2$ ، بإهمال الكتلة ، فاحسب مقدار ما يلي :

1- القوة التي يلزم التأثير بها في الزلاجة بحيث تكون على وشك الحركة ؟

2- القوة التي يلزم التأثير بها في الزلاجة لتتحرك بسرعة متجهة ثابتة ؟

3- تسارع الزلاجة إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة فيها (20 N) ؟

الطلب (1)

1 - القوة التي يلزم التأثير بها في الزلاجة بحيث تكون على وشك الحركة ؟

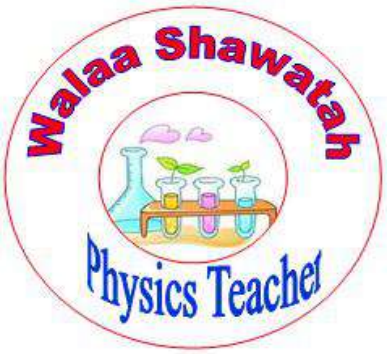
المعطيات

$$m = 40\ Kg$$

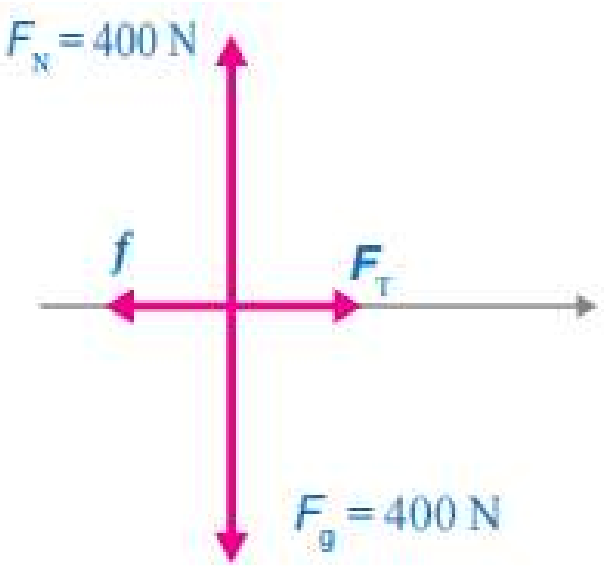
$$\mu_s = 0,15$$

$$\mu_K = 0,10$$

$$g = 10\ m/s^2$$



- نرسم مخطط الجسم الحر للصندوق :



حسب قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه محور y ؛

$$\sum F_y = m\, a_y = 0$$

$$F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g$$

$$F_N = m\, g$$

$$F_N = 40 \times 10$$

$$F_T = 400\ N$$

$$f_{S,max} = \mu_S\, F_N$$

$$f_{S,max} = 0,15 \times 400$$

$$f_{S,max} = 60\ N$$

الطلب (2)

2- القوة التي يلزم التأثير بها في الزلاجة لتتحرك بسرعة متجهة ثابتة ؟

حتى تتحرك الزلاجة بسرعة متجهة ثابتة ؛ يجب أن يكون مقدار قوة الشُد مساوياً لمقدار قوة الاحتكاك الحركي :

$$\sum F_x = F_T - f_K$$

$$F_T = f_K = \mu_K\, F_N$$

$$F_T = 0,10 \times 400$$

$$F_T = 40\ N$$

مقدار القوة اللازمة لجعل الزلاجة على وشك الحركة أكبر من مقدار القوة اللازمة للمحافظة على حركتها بسرعة متجهة ثابتة

3- تسارع الزلاجة إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة فيها (20 N) ؟

$$\sum F = 20\ N$$

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\ a_x$$

$$20 = m\ a_x$$

$$40 \times a_x = 20$$

$$a_x = \frac{20}{40}$$

$$a_x = 0,5\ m/s^2\ , +x$$

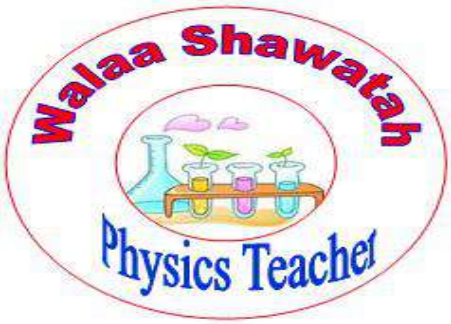
مثال (2)

خزانة كتلتها (40 Kg) تستقر على أرضية أفقية خشنة ، إذا سحبت الخزانة بقوة أفقية مقدارها (200 N) ، و معامل الاحتكاك الحركي بين الخزانة و الأرضية (0,40) ، و تسارع السقوط الحر $g = 10\ m/s^2$ ، بإهمال الكتلة ، فاحسب مقدار ما يلي :

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الخزانة؟

2- تسارع الخزانة ؟

3- القوة الأفقية اللازم تأثيرها في الخزانة لتتحرك بسرعة متجهة ثابتة ؟



الطلب (1)

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الخزانة؟

المعطيات

$$m = 40\ Kg$$

$$F_{Applied} = 200\ N$$

$$\mu_K = 0,40$$

$$g = 10\ m/s^2$$

$$f_K = \mu_K\ F_N$$

$$f_K = \mu_K\ m\ g$$

$$f_K = 0,40\ \times\ 40\ \times 10$$

$$f_K = 160\ N$$

الطلب (2)

2- تسارع الخزانة ؟

نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x :

$$\sum F_x = m\ a_x$$

$$F_{Applied} - f_K = m\ a_x$$

$$40 \times a_x = 200 - 160$$

$$a_x = \frac{40}{40}$$

$$a_x = 1\ m/s^2\ , +x$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الطلب (3)

3- القوة الأفقية اللازم تأثيرها في الخزانة لتتحرك بسرعة متجهة ثابتة ؟

حتى تتحرك الخزانة بسرعة متجهة ثابتة ؛ يجب أن يكون مقدار قوة الشُد مساوياً لمقدار قوة الاحتكاك الحركي :

$$\sum F_x = F_{Applied} - f_K = 0$$

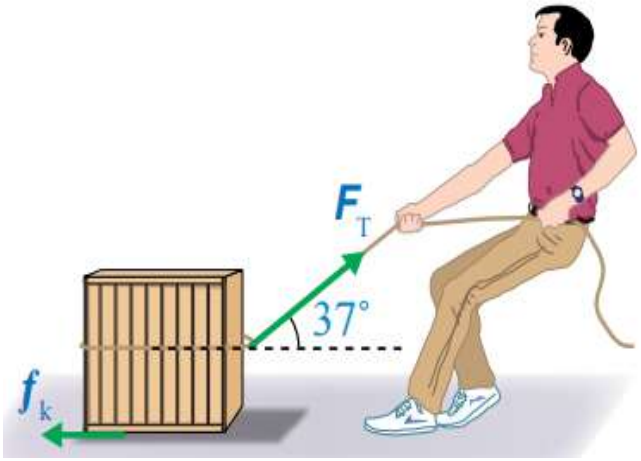
$$F_{Applied} = f_K = 160\ N$$

مثال (3)

يسحب صندوق كتلته (50 Kg) على أرض أفقية خشنة بحبل يصنع زاوية (37°) ، على الأفقي إذا كان مقدار قوة الشد في الحبل (200 N) ، و تسارع الصندوق بمقدار ($1,3\ m/s^2$) ، و الحبل مهمل الكتلة و غير قابل للاستطالة و تسارع السقوط الحر ($g = 10\ m/s^2$) ، $\cos 37° = 0,8$ ، $sin\ 37° = 0,6$، فاحسب مقدار ما يلي :

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الصندوق ؟

2- معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق و الارضية ؟



الطلب (1)

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الصندوق ؟

المعطيات

$m = 50\ Kg$

$\theta = 37°$

$F_T = 200\ N$

$a = 1,3\ m/s^2$

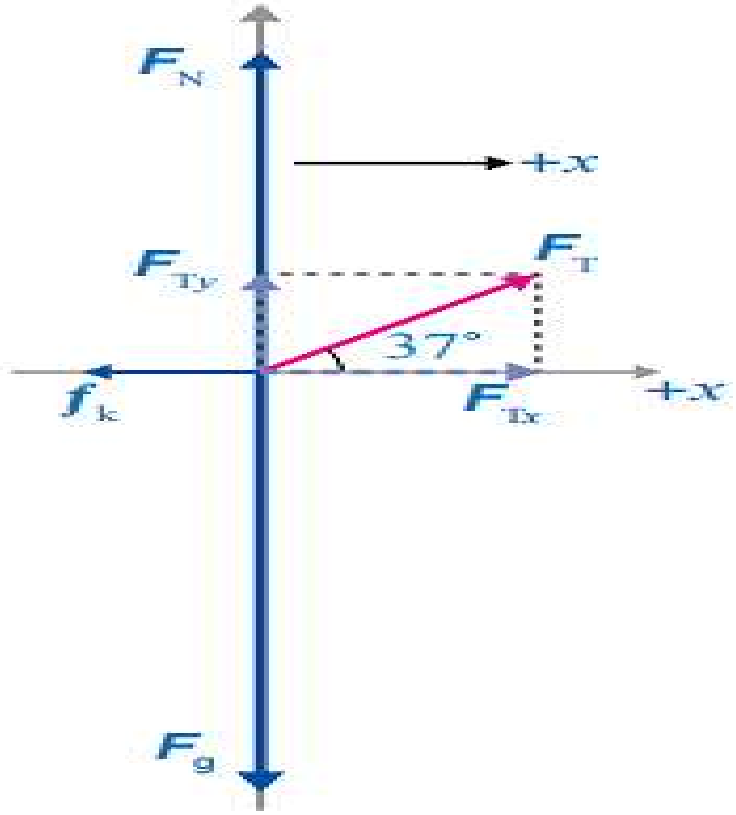
$g = 10\ m/s^2$

$\cos 37° = 0,8$

$sin\ 37° = 0,6$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

- نرسم مخطط الجسم الحر للصندوق :



نحسب وزن الصندوق ؛

$$F_g = m\,g$$

$$F_g = 50 \times 10$$

$$F_g = 500\ N$$

$$F_{Tx} = F_T \cos\theta$$

$$F_{Tx} = 200 \times \cos 37°$$

$$F_{Tx} = 200 \times 0,8$$

$$F_{Tx} = 160\ N$$

المركبة الأفقية

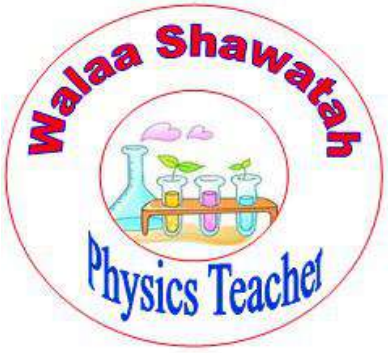
$$F_{Ty} = F_T \sin\theta$$

$$F_{Ty} = 200 \times \sin 37°$$

$$F_{Ty} = 200 \times 0,6$$

$$F_{Ty} = 120\ N$$

المركبة العمودية



- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\, a_x$$

$$F_{Tx} - f_K = m\, a_x$$

$$f_K = F_{Tx} - m\, a_x$$

$$f_K = 160 - (50 \times 1,3)$$

$$f_K = 160 - 65$$

$$f_K = 95\ N$$

مقدار قوة الاحتكاك الحركي $(95\ N)$ و تؤثر في عكس اتجاه حركة الصندوق

الطلب (2)

2- معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق و الارضية ؟

- نحسب مقدار القوة العمودية ، نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N + F_{Ty} - F_g = 0$$

$$F_N = F_g - F_{Ty}$$

$$F_N = 500 - 120$$

$$F_N = 380\ N$$

- نحسب معامل الاحتكاك الحركي :

$$f_K = \mu_K\, F_N$$

$$95 = \mu_K \times 380$$

$$\mu_K = \frac{95}{380}$$

$$\mu_K = 0,25$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

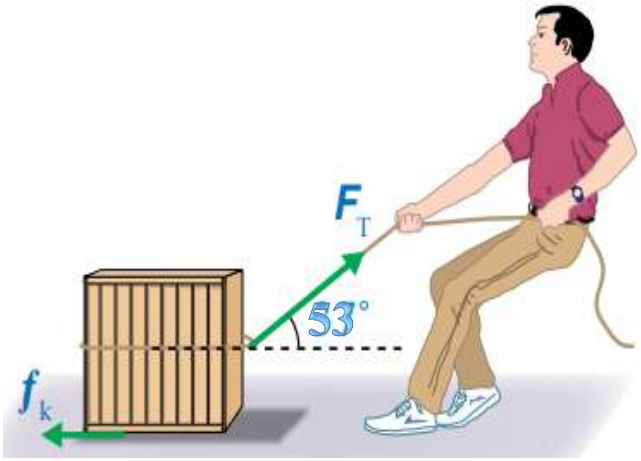
مثال (4)

يسحب صندوق كتلته (50 Kg) على أرض أفقية خشنة بحبل يصنع زاوية ($53°$) ، على الأفقي

إذا كان مقدار قوة الشد في الحبل (200 N) ، و تسارع الصندوق بمقدار ($1,3\ m/s^2$) ،

و الحبل مهمل الكتلة و غير قابل للاستطالة و تسارع السقوط الحر $g = 10\ m/s^2$ ،

$\cos 53° = 0,6$ ، $sin\ 53° = 0,8$، فاحسب مقدار ما يلي :



1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الصندوق ؟

2- معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق و الارضية ؟

الطلب (1)

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الصندوق ؟

المعطيات

$m = 50\ Kg$

$\theta = 53°$

$F_T = 200\ N$

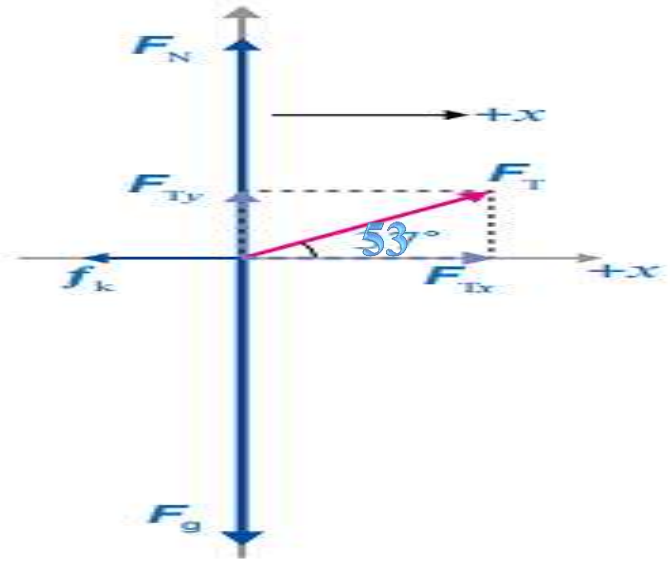
$a = 1,3\ m/s^2$

$g = 10\ m/s^2$

$\cos 53° = 0,6$

$sin\ 53° = 0,8$

- نرسم مخطط الجسم الحر للصندوق :



نحسب وزن الصندوق ؛

$$F_g = m\,g$$

$$F_g = 50 \times 10$$

$$F_g = 500\ N$$

$$F_{Tx} = F_T \cos\theta$$

$$F_{Tx} = 200 \times \cos 53°$$

$$F_{Tx} = 200 \times 0,6$$

$$F_{Tx} = 120\ N$$

المركبة الأفقية

$$F_{Ty} = F_T \sin\theta$$

$$F_{Ty} = 200 \times \sin 53°$$

$$F_{Ty} = 200 \times 0,8$$

$$F_{Ty} = 160\ N$$

المركبة العمودية

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\,a_x$$

$$F_{Tx} - f_K = m\,a_x$$

$$f_K = F_{Tx} - m\,a_x$$

$$f_K = 120 - (50 \times 1,3)$$

$$f_K = 120 - 65$$

$$f_K = 55\ N$$

مقدار قوة الاحتكاك الحركي ($55\ N$) و تؤثر في عكس اتجاه حركة الصندوق

منهاجي
متعة التعليم الهادف

Walaa Shawatah
Physics Teacher

2- معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق و الارضية ؟

- نحسب مقدار القوة العمودية ، نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N + F_{Ty} - F_g = 0$$

$$F_N = F_g - F_{Ty}$$

$$F_N = 500 - 160$$

$$F_N = 340\ N$$

- نحسب معامل الاحتكاك الحركي :

$$f_K = \mu_K F_N$$

$$55 = \mu_K \times 340$$

$$\mu_K = \frac{55}{340}$$

$$\mu_K = 0,16$$

مثال (5)

يتزلج رياضي كتلته (50 Kg) على منحدر ثلجي يميل على الأفقي بزاوية $(25°)$ ، كما هو موضح في الشكل ؛ مع العلم أن :تسارع السقوط الحر $g = 10\ m/s^2$ ، $\cos 25° = 0,91$ ، $\sin 25° = 0,42$، فاحسب مقدار تسارع الرياضي في الحالتين الآتيتين :

1- إذا كان المنحدر الثلجي أملس ؟

2- إذا معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاجة و الثلج (0,10) ؟

الطلب (1)

1- تسارع المتزلج إذا كان المنحدر الثلجي أملس ؟

المعطيات

$m = 50\ Kg$

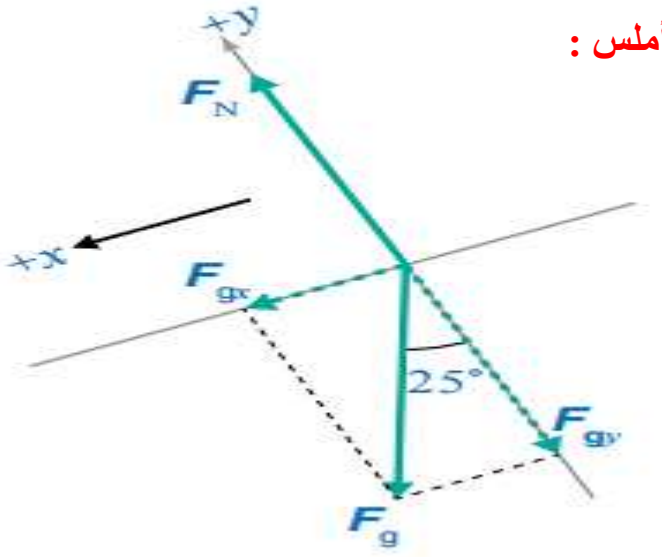
$\theta = 25°$

$g = 10\ m/s^2$

$\cos 25° = 0,42$

$sin\ 53° = 0,91$

- نرسم مخطط الجسم الحر للمتزلج ، المنحدر أملس :



- نحسب وزن المتزلج ؛

$$F_g = m\ g$$

$$F_g = 50 \times 10$$

$$F_g = 500\ N$$

المركبة الأفقية

$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$

$$F_{gx} = 500 \times sin\ 25°$$

$$F_{gx} = 200 \times 0,42$$

$$F_{gx} = 210\ N$$

$$F_{gy} = F_g \cos\theta$$

$$F_{gy} = 500 \times \cos 25°$$

$$F_{gy} = 500 \times 0,91$$

$$F_{gy} = 455\ N$$

المركبة العمودية

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\, a_x$$

$$F_{gx} = m\, a_x$$

$$a_x = \frac{F_{gx}}{m}$$

$$a_x = \frac{210}{50}$$

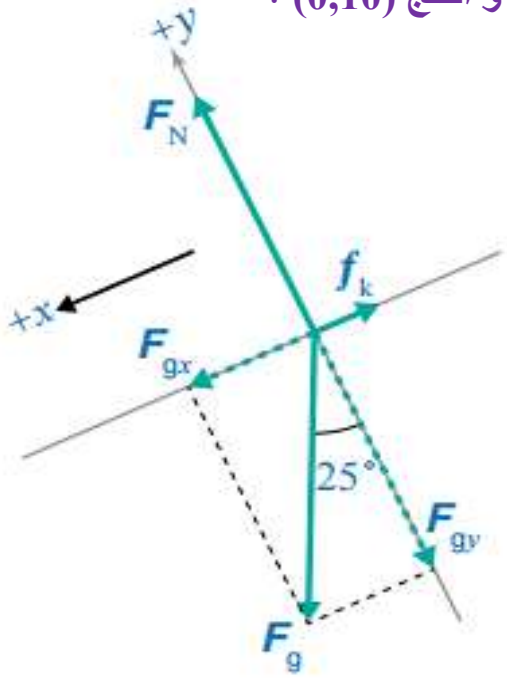
$$a_x = 4,2\ m/s^2$$

الطلب (2)

2- تسارع المتزلج ،إذا معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاجة و الثلج (0,10) ؟

$$\mu_K = 0,16$$

- نرسم مخطط الجسم الحر للمتزلج ، المنحدر خشن :



- توجد قوة احتكاك حركي ، تؤثر في عكس اتجاه انزلاق المتزلج ، يتم حساب :
- 1- مقدار القوة العمودية المؤثرة في المتزلج بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y
- 2- مقدار قوة الاحتكاك الحركي

- نحسب مقدار القوة العمودية ، نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_{gy} = 0$$

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_N = 455\ N$$

- نحسب مقدار قوة الاحتكاك من معامل الاحتكاك الحركي :

$$f_K = \mu_K F_N$$

$$f_K = 0,10 \times 455$$

$$f_K = 45,5\ N$$

- ينزلق المتزلج إلى أسفل المنحدر الثلجي ؛ نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\ a_x$$

$$F_{gx} - f_K = m\ a_x$$

$$a_x = \frac{F_{gx} - f_K}{m}$$

$$a_x = \frac{210 - 45,5}{50}$$

$$a_x = 3,3\ m/s^2$$

مقدار تسارع المتزلج الرياضي في حالة المنحدر الأملس

أكبر

من مقدار تسارعه في حالة المنحدر الخشن

مثال (6)

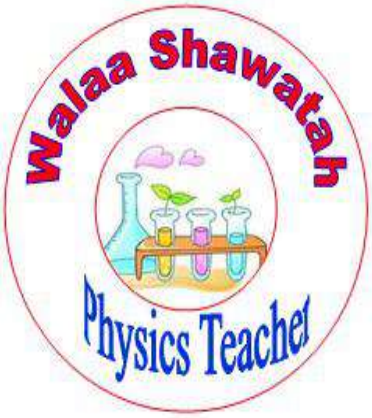
تقود سلمى كتلتها $(1{,}8 \times 10^3\ Kg)$ بسرعة $(90\ Km/h)$ شمالاً على طريق أفقي مستقيم في طقس ماطر، و عندما أقبلت على إشارة ضوئية ، أضاءت باللون الأحمر ، فضغطت سلمى على المكابح بقوة مما أدى إلى انزلاق إطارات السيارة على سطح الطريق ، إذا كان بعد مقدمة السيارة عن الاشارة لحظة الضغط على المكابح $(60\ m)$ و معامل الاحتكاك الحركي بين إطارات السُيارة و سطح الطريق $(0{,}40)$ مع العلم أن : تسارع السقوط الحر $g = 10\ m/s^2$ ،

فاحسب ما يلي :

1- مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة في السيارة ؟

2- مقدار تسارع السيارة ؟

3- هل تتوقف السيارة عند الاشارة تماماً ، أم قبلها ، أم بعدها وضح ذلك ؟



الطلب (1)

1- مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة في السيارة ؟

المعطيات

$$m = 1{,}8 \times 10^3\ Kg$$

$$v_1 = 90\ Km/h$$

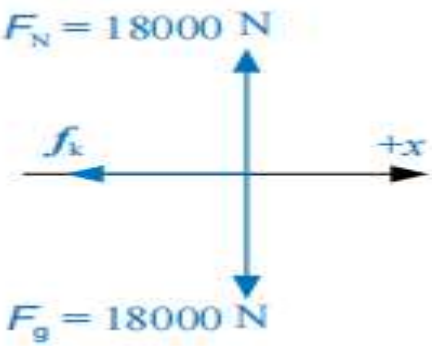
$$v_1 = \frac{90 \times 1000}{3600}$$

$$v_1 = 25\ m/s$$

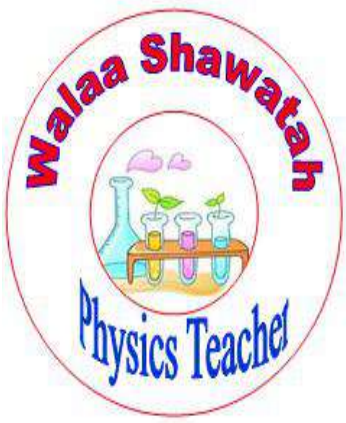
$$d = 60\ m$$

$$\mu_K = 0{,}40$$

$$g = 10\ m/s^2$$



- نرسم مخطط الجسم الحر للمتزلج ، المنحدر أملس :



- نحسب مقدار القوة العمودية ، نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

لا توجد حركة في اتجاهه

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_{gy} = 0$$

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_N = m\,g$$

$$F_N = 1,8 \times 10^3 \times 10$$

$$F_N = 1,8 \times 10^4\ N$$

- نحسب مقدار قوة الاحتكاك من معامل الاحتكاك الحركي :

$$f_K = \mu_K F_N$$

$$f_K = 0,40 \times 1,8 \times 10^4$$

$$f_K = 7,2 \times 10^3\ N\ , -x$$

تؤثر **قوة الاحتكاك** في عكس اتجاه حركة السّيارة ، أي جنوباً

الطلب (2)

2- مقدار تسارع السيارة ؟

- تؤثر قوة الاحتكاك في السيارة في اتجاه عكس حركتها ؛ نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور x ؛

$$\sum F_x = m\,a_x$$

$$F - f_K = m\,a_x$$

$$a_x = \frac{F - f_K}{m}$$

$$a_x = \frac{0 - 7,2}{1,8 \times 10^3}$$

$$a_x = -4\ m/s^2$$

$$a_x = 4\ m/s^2\ , -x$$

سرعة السّيارة **موجبة** ، أي حركتها شمالاً

و تسارعها سالب ، أي **عكس** اتجاه الحركة في اتجاه القوة المحصلة

فالحركة في تباطؤ

3- هل تتوقف السيارة عند الاشارة تماماً ، أم قبلها ، أم بعدها وضح ذلك ؟

- يجب حساب المسافة التي تقطعها السُيارة حتى تتوقف $d_{stopping}$
- السرعة النهائية $v_2 = 0$
- نستخدم معادلة الحركة الثالثة

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a\,d$$

$$0 = (25)^2 + 2(-4)\,d_{stopping}$$

$$d_{stopping} = \frac{625}{8}$$

$$d_{stopping} = \frac{625}{8}$$

$$d_{stopping} = 78,13\ \text{m}$$

إن مسافة التوقف **(78,13)** **أكبر** من بعد الإشارة الضوئية **(60 m)** بالتالي ؛ السُيارة تتجاوز الإشارة

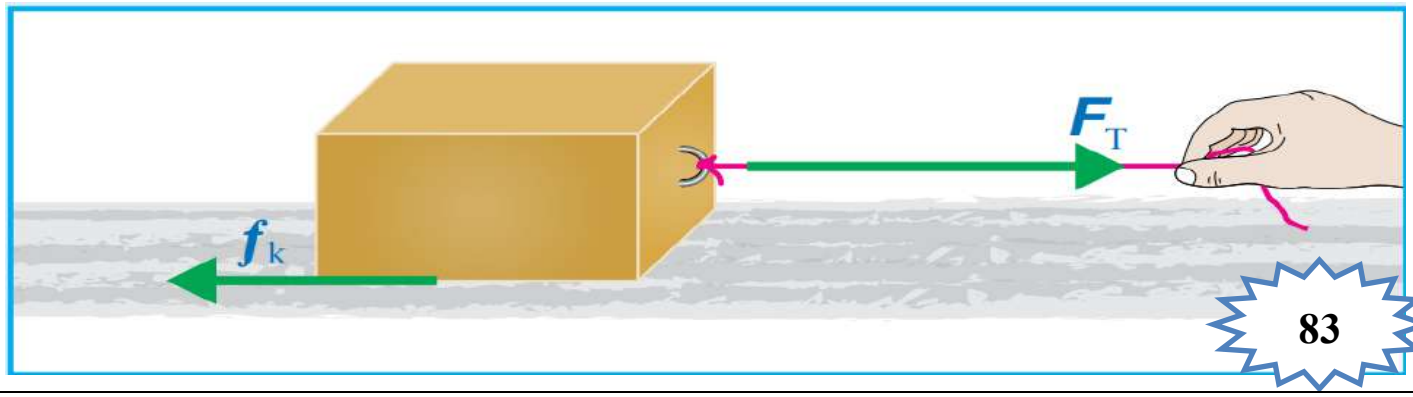
مثال (7)

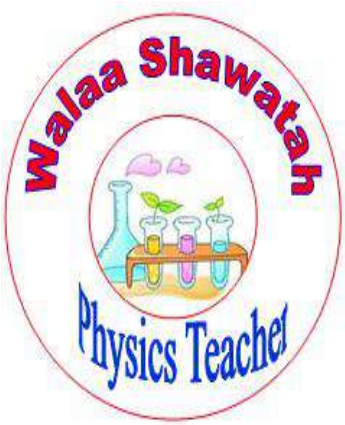
أثرت قوة شد أفقية مقدارها (200 N) في اتجاه اليمين في صندوق كتلته $(50\ Kg)$ ، يستقر على سطح أفقي خشن كما هو موضح في الشكل ؛ مع العلم أن :تسارع السقوط الحر $g = 10\ m/s^2$ ، و معامل الاحتكاك الحركي (0,3)، فاحسب مقدار:

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الصندوق ؟

2- القوة المحصلة المؤثرة في الصندوق ؟

3- تسارع الصندوق ؟





الطلب (1)

1- قوة الاحتكاك الحركي المؤثرة في الصندوق ؟

المعطيات

$F_T = 200\ N$

$m = 50\ Kg$

$g = 10\ m/s^2$

$\mu_K = 0,3$

- نحسب مقدار قوة الاحتكاك من معامل الاحتكاك الحركي :

$$f_K = \mu_K F_N$$

$$f_K = 0,3 \times m\ g$$

$$f_K = 0,3 \times 50 \times 10$$

$$f_K = 150\ N, -x$$

الطلب (2)

2- القوة المحصلة المؤثرة في الصندوق ؟

$$\sum F_x = F_T - f_K$$

$$\sum F_x = 200 - 150$$

$$\sum F_x = 50\ N, +x$$

الطلب (3)

3- تسارع الصندوق ؟

$$\sum F_x = m\ a_x$$

$$50 = 50 \times a_x$$

$$a_x = \frac{50}{50}$$

$$a_x = 1\ m/s^2$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

السؤال الأول:

الفكرة الرئيسة: ما المقصود بكل من: قوة الشدّ، القوة العمودية، قوة الاحتكاك؟ وهل وجود الاحتكاك إيجابي أم سلبي؟ أفسّر إجابتي.

- **قوة الشد :** هي قوة سحب تؤثر في جسم عن طريق سلك أو خيط أو حبل

و يرمز لها بـ (F_T)

- **القوة العمودية :** هي قوة تلامس يؤثر بها جسم في جسم آخر يلامسه وتكون دائماً عمودية على مستوى التلامس بين الجسمين

و يرمز لها بـ (F_N)

- **قوة الاحتكاك :** هي قوة تلامس تنشأ بين السّطوح التي ينزلق بعضها فوق بعض وتكون معاكسة لاتجاه الحركة.

**** إيجابيات قوى الاحتكاك:**

1- حركة المركبات
2- المشي (خاصةً المشي على سطوح ملساء أو زلقة)
3- الكتابة على الورق و السبورة
4- إشعال أعواد الثقاب

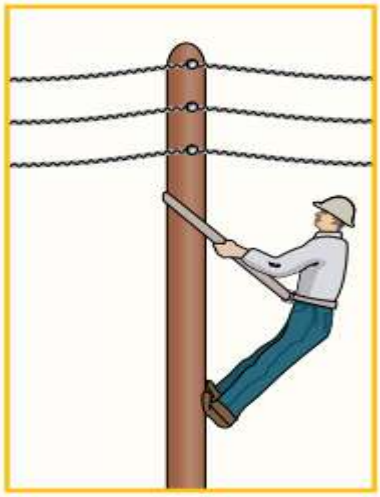
**** سلبيات قوة الاحتكاك :**

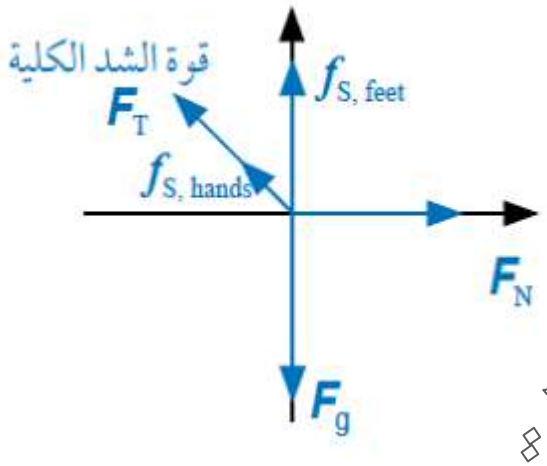
1- تسبب تآكل بعض المنتجات التي نستخدمها **مثل** (الأحذية ، الملابس)
2- تسبب تآكل بطانة مكابح المركبات
3- تعيق انزلاق الأجسام بعضها فوق بعض
4- تسبب بطئ حركة الأجسام

السؤال الثاني:

أحلل وأستنتج: يوضح الشكل المجاور تسلق عامل صيانة في شركة الكهرباء لعمود كهرباء؛ إذ ينتعل حذاءً بمواصفات خاصة، وأيضاً يستخدم حزاماً أحد طرفيه ملتف حول خصره، وطرفه الآخر ملتف حول العمود.

أ- أرسم مخطط الجسم الحرّ لعامل الصيانة، مسمياً القوى المؤثرة فيه.





وحدة شواطئ

ب- أفسر: هل يعتمد هذا العامل في صعوده العمود على قوة الاحتكاك السكوني أم الحركي؟ أفسّر إجابتي.

يعتمد العامل في صعوده على قوة الاحتكاك السكوني؛ حيث تساعد هذه القوة العامل في الصعود وعدم الانزلاق.

ج- أحدد موقعين في الشكل تؤثر فيهما قوة الاحتكاك في العامل، وأوضح أهميتهما.

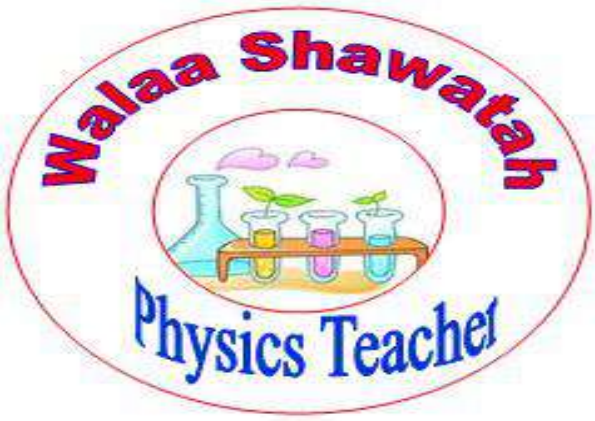
تؤثر قوة الاحتكاك السكوني عند موقع تلامس قدمي عامل الصيانة مع العمود، وتمنع انزلاق قدميه.

وتؤثر أيضاً قوة احتكاك سكوني عند نقطة تلامس يدي العامل مع الحبل، وتساعده في سحب الحبل وتغيير موقع الحبل على العمود ليتمكن من الصعود.

تؤثر قوة احتكاك سكوني عند نقطة التفاف الحبل حول العمود، وتمنع الحبل من الانزلاق إلى الأسفل

السؤال الثالث:

أطبق: يبين الشكل المجاور ميزاناً نابضياً معلقاً في نهايته ثقل (m)، كتلته ($10\ kg$). إذا علمت أن $g = 10\ m/s^2$ ، فأجد قراءة الميزان في الحالات الآتية:



أ- إذا كان الثقل ساكناً.

- قراءة الميزان تساوي قوة الشد في الخيط المتصل بالثقل
- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_T - F_g = m\,a$$

$$F_T = F_g$$

$$F_T = m\,g$$

$$F_T = 10 \times 10$$

$$F_T = 100\ N$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

ب- إذا تحرك الثقل والميزان إلى أعلى بسرعة متجهة ثابتة.

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_T - F_g = m\,a$$

$$F_T = F_g$$

$$F_T = m\,g$$

$$F_T = 10 \times 10$$

$$F_T = 100\ N$$

ج- إذا تحرك الثقل والميزان إلى أعلى بتسارع مقداره $1\ m/s^2$

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_T - F_g = m\,a$$

$$F_T = m\,a + F_g$$

$$F_T = 10 \times 1 + (100)$$

$$F_T = 10 + 100$$

$$F_T = 110\ N$$

د- إذا تحرك الثقل والميزان إلى أسفل بتسارع مقداره $1\ m/s^2$

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور $-y$ ؛
- القوى المؤثرة في اتجاه الحركة موجبة ؛ و المؤثرة في عكس اتجاه الحركة سالبة

$$\sum F_y = 0$$

$$F_g - F_T = m\,a$$

$$F_T = F_g - m\,a$$

$$F_T = 100 - 10 \times 1$$

$$F_T = 100 - 10$$

$$F_T = 90\ N$$

السؤال الرابع:

أحسب: صندوق كتلته (30 kg). أحسب مقدار القوة العمودية المؤثرة فيه عندما يكون مستقراً على:

أ- سطح أفقي.

- نطبق القانون الثاني لنيوتن ، في اتجاه المحور y ؛

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_g = m\,a$$

$$F_N = F_g$$

$$F_N = m\,g$$

$$F_N = 30 \times 10$$

$$F_N = 300\ N$$

ب- مستوى مائل يميل عن الأفق بزاوية (20^0).

$$\sum F_y = 0$$

$$F_N - F_{gy} = m\,a$$

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_N = F_g \cos\theta$$

$$F_N = 300 \times \cos 20°$$

$$F_N = 300 \times 0,94$$

$$F_N = 282\ N$$

السؤال الخامس:

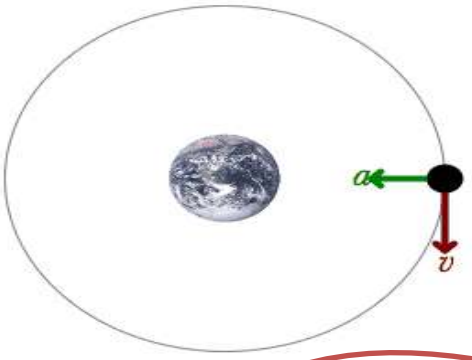
التفكير الناقد: في أثناء دراستي وزميلتي شيماء لموضوع قوى الاحتكاك، قالت: "إنّ زيادة عرض إطار السيارة يزيد من قوة الاحتكاك المؤثرة فيها؛ لذا ينبغي على السائقين استخدام إطارات أقل عرضاً؛ لتقليل احتكاكها بالطريق". أناقش صحة قول شيماء بناءً على ما تعلمته في هذا الدرس.

تعتمد قوة الاحتكاك بين سطحين متلامسين على معامل الاحتكاك بينهما، وعلى القوة العمودية التي يؤثر بها كل منهما في الآخر. لذا، فإن زيادة عرض إطار السيارة أو تقليله لا يؤثر في مقدار قوة الاحتكاك التي تؤثر بها الطريق في الإطار، فقوة الاحتكاك لا تعتمد على مساحة السطحين المتلامسين.

المفاهيم & المصطلحات	
القوة المركزية	Centripetal Force

ـ عرف الحركة الدائرية المنتظمة ؟

هي حركة الجسم الدائرية بسرعة ثابتة المقدار في مسار دائري نصف قطره (r) حول محور



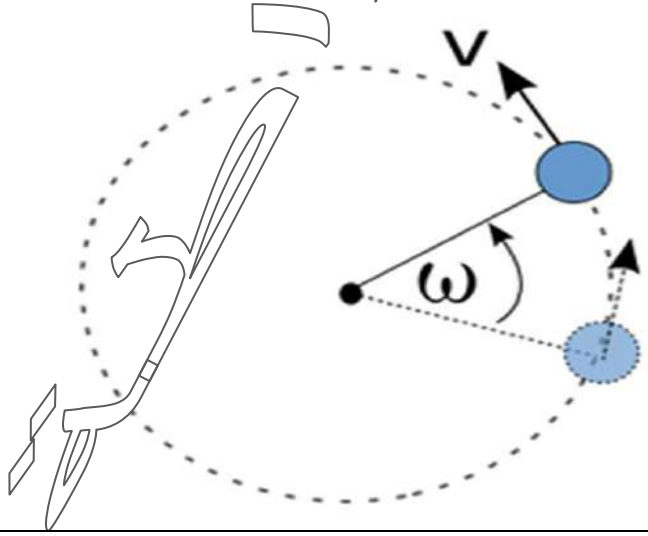
** مهم :

الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة مقداراً في خط مستقيم لا يمتلك تسارعاً

متجه السرعة المماسية عند أي نقطة على المسار يكون مماسياً للمسار عند تلك النقطة ، ومتعامداً مع متجه الموقع الخاص بها

ـ عرف السرعة المماسية ؟

هي مقدار السرعة اللحظية التي يتحرك بها الجسم في مسار دائري ، وهي متغيرة الاتجاه



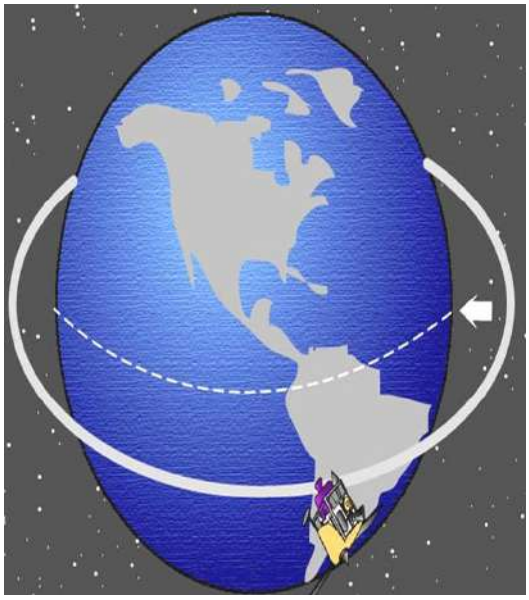
Walaa Shawatah
Physics Teacher

- عدد بعض الأمثلة على الحركة الدائرية المنتظمة ؟

1- حركة نقطة مرسومة على طرف مروحة تدور

2- حركة سيارة بسرعة ثابتة مقداراً حول الدوار

3- حركة بعض الأقمار الصناعية حول الأرض



- علل يلزم التأثير بقوة محصلة في سيارات السباق الموضحة في الشكل التالي ؟

لأن مسارات السيارات غير مستقيمة ، لذلك هي تتأثر بقوة محصلة

- ادرس حركة سيارات السباق الموضحة في الشكل الآتي ؟

1- تتحرك كل سيارة في مسار منحنٍ عند المنعطف (يمثل جزءاً من دائرة)

2- حسب القانون الأول لنيوتن :

" تتحرك السيارات في مسار مستقيم بسرعة ثابتة ما لم تؤثر فيه قوة محصلة "

3- تتأثر السيارات بقوة محصلة لأن مساراتها غير مستقيمة

4- تتحرك السيارات بسرعة مماسية ثابتة مقداراً ، متغيرة اتجاهاً (أي لها تسارع)

5- حسب القانون الثاني لنيوتن :

" وجود التسارع يدل على وجود قوة محصلة تؤثر فيه "

6- **حتى تتحرك السيارات في المنعطف يلزم تأثير قوة محصلة فيها نحو مركز المسار الدائري الذي يشكله المنعطف**

- عرف القوة المركزية ؟

هي القوة المحصلة التي تؤثر في جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة نحو مركز مساره الدائري ، و تعمل على تسارعه مركزياً لكي يبقى الجسم في مساره

- ما هو رمز القوة المركزية ؟ يرمز لها بـ (F_C)

Walaa Shawatah
Physics Teacher

ـ هل القوة المركزية نوع جديد من أنواع القوى ؟

القوة المركزية ليست نوع جديد من أنواع القوى

ـ ما منشأ القوة المركزية ؟

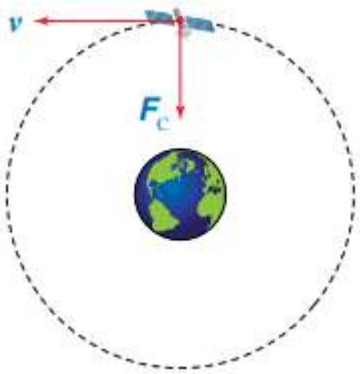
يعتمد منشأ القوة المركزية على الحالة الفيزيائية الواقعة قيد الدراسة

**** مثل :**

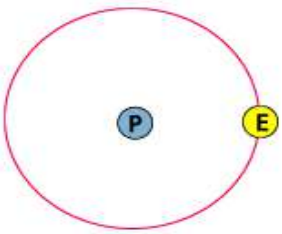
**** القوة المركزية المسببة لدوران القمر الصناعي في مدار حول الأرض :**

تنتج عن قوة تجاذب كتلي بين القمر و الأرض

يكون اتجاه سرعة القمر الصناعي عند أي موقع في مساره في اتجاه المماس لذلك الموقع



**** القوة المركزية المسببة لدوران الإلكترونات حول النواة :**



تنتج عن قوة جذب كهروسكونية بين النواة و الإلكترونات

**** القوة المركزية المؤثرة في الملابس الموضوعة في مجففة الملابس :**

تنتج عن القوة العمودية التي تؤثر بها جدران المجففة فيها

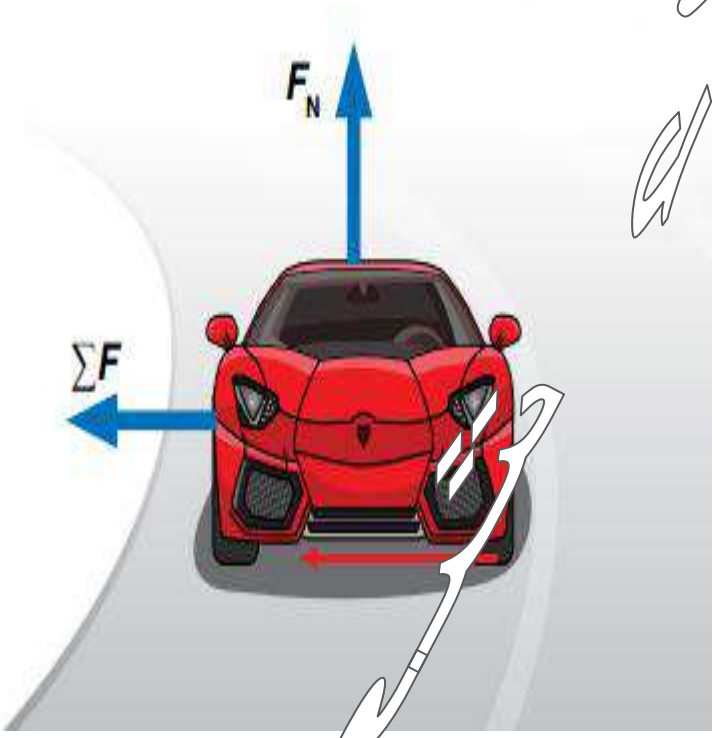
**** مهم :**

تعد قوى الشد في الحبال والأسلاك المتصلة بأجسام تتحرك حركة دائرية قوة مركزية

- ما تأثير القوة المركزية في سرعة الجسم المتجهة ؟

تسبب تغيراً في سرعة الجسم المتجهة ، أي يكتسب الجسم تسارعاً مركزياً

- عدد مميزات القوة المركزية التي تمنع سيارة السباق الموضحة في الشكل الآتي من الانزلاق خارج المنعطف خلال مسار السباق ؟



1- هي قوة جاذبية

2- تنشأ عن قوة الاحتكاك السكوني بين إطارات السيارة و سطح الطريق

3- تؤثر نحو مركز الدائرة التي يعد المنعطف جزءاً منها

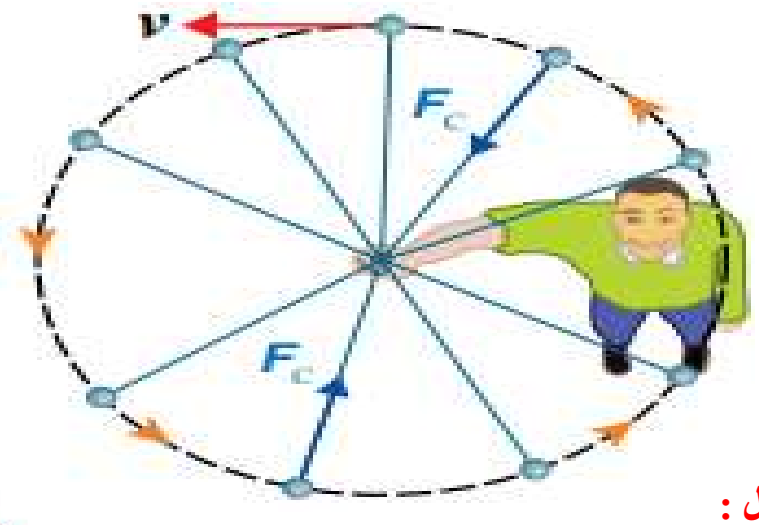
4- تؤثر نحو مركز المسار الدائري عمودياً على اتجاه سرعة السيارة

5- يستقصي سائقوها ومصمموها القيم القصوى لهذه القوة للحصول على أكبر سرعات ممكنة عند المنعطفات للمنافسة على صدارة السباقات

**** عند انعدام قوة الاحتكاك السكوني كأن يكون الطريق مغطى بالجليد أو الزيت فإنه :**

**** حسب قانون نيوتن الأول :** سوف تتحرك السيارة بسرعة ثابتة مقداراً في مسار مستقيم مماسي للمسار الدائري عند موقع انعدام القوة المركزية

** الِشكل الآتي منظر علوي لكرة مربوطة بنهاية خيط تتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري أفقي :



حسب قانون نيوتن الأول :

تميل الكرة إلى الحركة في مسار مستقيم مماسي للمسار الدائري

بسبب قصورها الذاتي

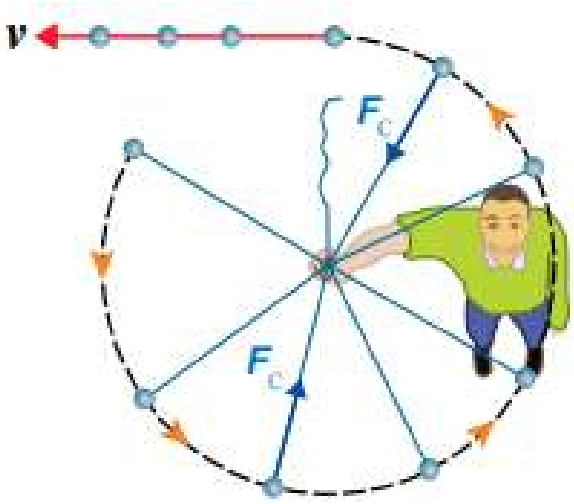
للمحافظة على استمرار حركة الكرة حركة دائرية منتظمة :

يجب التأثير عليها بقوة مركزية (F_C)

يكون اتجاه القوة المركزية **عمودياً** على اتجاه سرعتها المماسية

تسبب القوة المركزية تغيراً في **سرعتها المتجهة** ، أي تكسبها **تسارعاً مركزياً**

**** عند انقطاع الخيط عند نقطة معينة على المسار الدائري :**



حسب قانون نيوتن الأول :

تتحرك الكرة في مسار مستقيم ، مماسي للمسار الدائري

تنعدم القوة المركزية (F_C)

Walaa Shawatah Physics Teacher

- اذكر العلاقة الرياضية التي تعبر عن القانون الثاني لنيوتن ؟

$$\sum F = ma$$

حيث أن :

m : كتلة الجسم ← تقاس بوحدة ← kg

a : تسارع الجسم ← يقاس بوحدة ← m/s^2

** في حال الحركة الدائرية المنتظمة ، فالقوة المحصلة نحو مركز الدوران تساوي القوة المركزية :

$$\sum F = F_C$$

** تعطى القوة المركزية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري بالعلاقة الرياضية الآتية

$$F_C = m\, a_C = m \frac{v^2}{r}$$

حيث أن

F_C : القوة المركزية ← N

m : كتلة الجسم ← Kg

a_C : التسارع المركزي ← m/s^2

V : السرعة المماسية ← m/s

r : نصف قطر المسار الدائري ← m

Walaa Shawatah Physics Teacher

** تعطى السرعة المماسية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري بالعلاقة الرياضية

$$v = \frac{2\pi T}{r}$$

حيث أن

v : السرعة المماسية ← m/s

T : الزمن الدوري ← s

r : نصف قطر المسار الدائري ← m

** يعطى التسارع المركزي لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري بالعلاقة الرياضية

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

حيث أن

a_C : التسارع المركزي ← m/s^2

v : السرعة المماسية ← m/s

r : نصف قطر المسار الدائري ← m

ـ ما مميزات الحركة الدائرية المنتظمة ؟

1- مقدار القوة المركزية ثابتاً في الحركة الدائرية المنتظمة

2- اتجاه القوة المركزية عمودياً على متجه السرعة المماسية

Walaa Shawatah
Physics Teacher

- عدد العوامل المؤثرة في القوة المركزية ؟

1- نصف قطر المسار الدائري عند ثبات مقدار السرعة المماسية :

حيث يلزم التأثير بقوة مركزية أكبر لجعل الجسم يتحرك في مسار دائري نصف قطره أصغر

2- مربع مقدار السرعة المماسية عند ثبات نصف قطر المسار الدائري :

حيث يلزم التأثير بقوة مركزية أكبر لجعل الجسم يتحرك في مسار دائري بسرعة أكبر

- بين متى تزداد القوة المركزية اللازمة لحركة الكرة في مسار دائري أفقي ؟

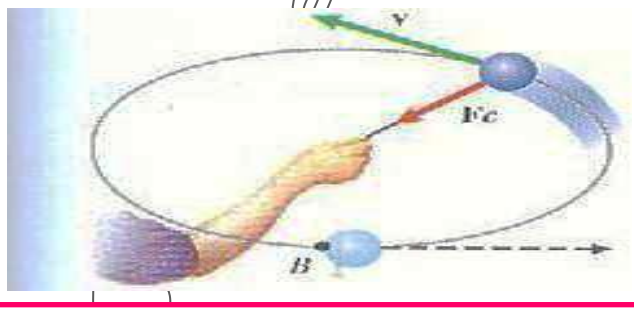
1- نقصان نصف قطر المسار الدائري عند ثبات مقدار السرعة المماسية **(علاقة عكسية)**

2- زيادة سرعة الكرة المماسية عند ثبات نصف قطرها الدائري **(علاقة طردية)**

يوجد حدود لمقدار السرعة المماسية

- علل يكون هناك حدود لنصف قطر المسار الدائري في حركة الكرة ؟

لأن قوة الشد في الخيط هي القوة المركزية ، وتوجد قيمة قصوى لمقدار قوة الشد التي يتحملها الخيط قبل أن ينقطع

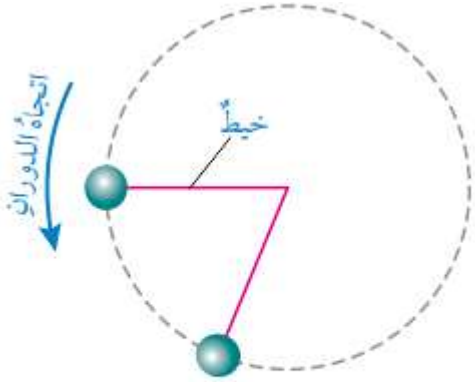


مهم :

- **مقدار القوة المركزية ثابت في الحركة الدائرية المنتظمة و اتجاهها عمودي على متجه السّرعة المماسية**
- **إذا كانت القوة المركزية هي نفسها قوة شد ، بالتالي سيكون قيمة عظمى لقوة الشد التي يتحملها الخيط قبل أن ينقطع ، بالتالي يكون هناك حدود لنصف قطر المسار**
- **يكون هناك حدود للسرعة المماسية (حد أقصى) لا يمكن تجاوزه ، و إلا فإن الجسم سيخرج عن المسار الدائري**

مثال (1)

كرة كتلتها (50 g) مربوطة في نهاية خيط طوله (100 cm) تتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري أفقي ، كما هو موضح في الشكل ؛ إذا علمت أن الزمن الدوري للكرة (0,5 s)



الشكلُ (32): منظرٌ علويٌّ لكرةٍ مربوطةٍ في نهايةِ خيطٍ.

1- احسب مقدار السرعة المماسية للكرة ؟

2- احسب التسارع المركزي للكرة ؟

3- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة فيها ؟

4- احسب قوة الشد في الخيط ؟

$$m = 50\ \text{g}$$

$$m = \frac{50}{1000}$$

$$m = 0,05\ \text{Kg}$$

المعطيات

$$r = 100\ cm$$

$$r = \frac{100}{100}$$

$$r = 1\ m$$

$$T = 0,5\ s$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الطلب الأول

1- احسب مقدار السرعة المماسية للكرة ؟

$$v = \frac{2\pi T}{r}$$

$$v = \frac{2 \times 3,14 \times 0,5}{1}$$

$$v = 12,6\ m/s$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher

الطلب الثاني

2- احسب التسارع المركزي للكرة ؟

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

$$a_C = \frac{(12,6)^2}{1}$$

$$a_C = 158,8\ m/s^2$$

الطلب الثالث

3- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة فيها ؟

$$F_C = m\ a_C$$

$$F_C = 0,05 \times 158,8$$

$$F_C = 7,9\ N$$

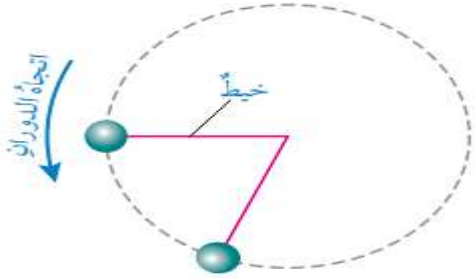
الطلب الرابع

4- احسب قوة الشد في الخيط ؟

$$F_T = F_C = 7,9\ N$$

مثال (2)

كرة كتلتها (50 g) مربوطة في نهاية خيط طوله (50 cm) تتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري أفقي ، كما هو موضح في الشكل ؛ إذا علمت أن الزمن الدوري للكرة (0,5 s)



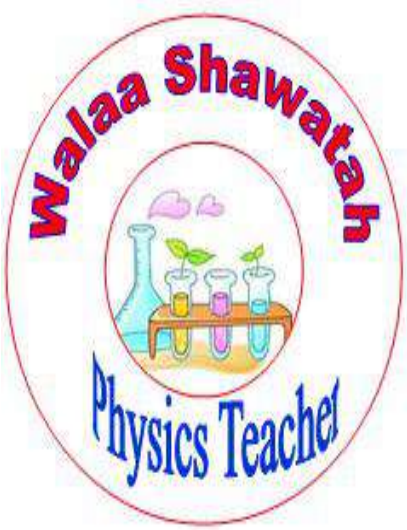
الشكل (32): منظرٌ علويٌّ لكرةٍ مربوطةٍ في نهايةِ خيطٍ.

1- احسب مقدار السرعة المماسية للكرة ؟

2- احسب التسارع المركزي للكرة ؟

3- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة فيها ؟

4- احسب مقدار أكبر سرعة مماسية يمكن أن تتحرك بها الكرة إذا علمت أن مقدار أكبر قوة شد يتحملها الخيط قبل أن ينقطع تساوي (10 N) ؟



المعطيات

$$m = 50\,g$$

$$m = \frac{50}{1000}$$

$$m = 0,05\,Kg$$

$$r = 50\,cm$$

$$r = \frac{50}{100}$$

$$r = 0,5\,m$$

$$T = 0,5\,s$$

الطلب الأول

1- احسب مقدار السرعة المماسية للكرة ؟

$$v = \frac{2\pi T}{r}$$

$$v = \frac{2 \times 3,14 \times 0,5}{0,5}$$

$$v = 6,3\,m/s$$

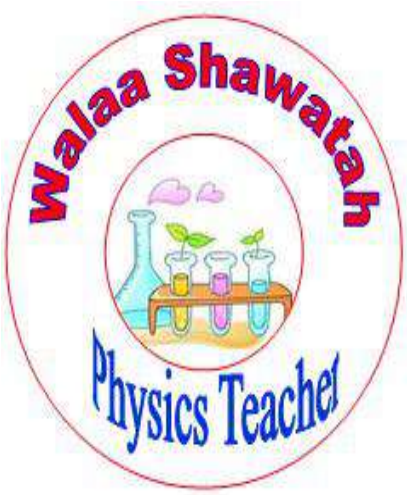
الطلب الثاني

2- احسب التسارع المركزي للكرة ؟

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

$$a_C = \frac{(6,3)^2}{0,5}$$

$$a_C = 79,4\,m/s^2$$



الطلب الثالث

3- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة فيها ؟

$$F_C = m\, a_C$$

$$F_C = 0,05 \times 79,4$$

$$F_C = 4\ N$$

الطلب الرابع

4- احسب مقدار أكبر سرعة مماسية يمكن أن تتحرك بها الكرة إذا علمت أن مقدار أكبر قوة شد يتحملها الخيط قبل أن ينقطع تساوي (10 N) ؟

- نساوي القوة المركزية بأكبر قوة شد يتحملها الخيط قبل أن ينقطع

$$F_T = F_C$$

$$F_C = 7,9\ N$$

$$m\ \frac{v_{max}^2}{r} = 7,9$$

$$v_{max}^2 = \frac{r \times 7,9}{m}$$

$$v_{max}^2 = \frac{1 \times 7,9}{0,005}$$

$$v_{max} = 12,6\ m/s$$

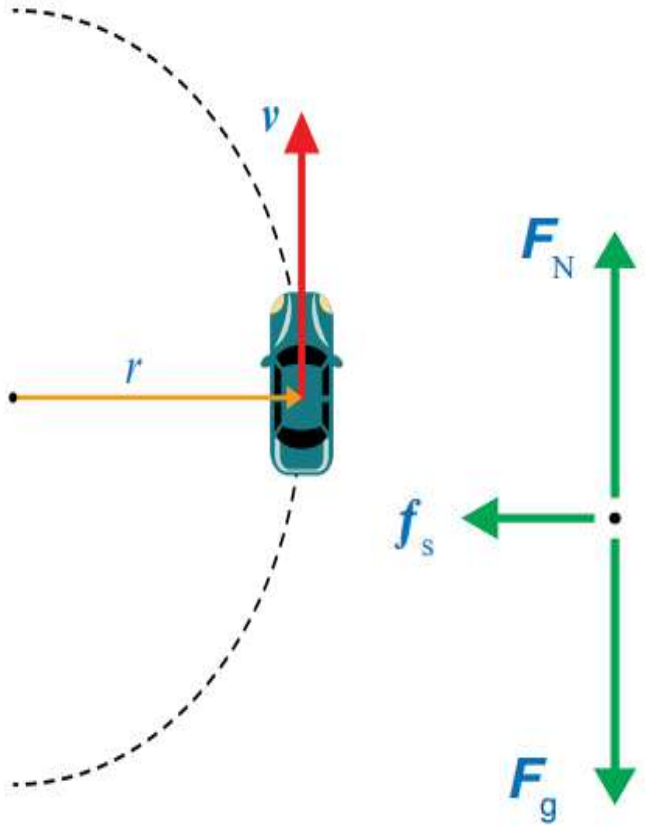
مثال (3)

تتحرك سيارة كتلتها ($1,5 \times 10^3 Kg$) في مسار دائري نصف قطره (50 m) بسرعة ثابتة مقدارها (15 m/s) ، كما هو موضح في الشكل ، إذا كان معامل الاحتكاك السكوني بين إطارات السيارة و سطح الطريق (0,8) و سطح الطريق أفقي :

1- احسب مقدار التسارع المركزي للسيارة ؟

2- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة ؟

3- احسب مقدار أكبر سرعة يمكن أن تتحرك بها السيارة دون أن تنزلق ؟



الشكلُ (33): منظرٌ علويٌّ لسيارةٍ تتحركُ في مسارٍ دائريٍّ.

$m = 1{,}5 \times 10^3\ Kg$

$r = 50\ m$

$v = 15\ m/s$

$\mu_s = 0{,}8$

- نرسم مخطط الجسم الحر للسيارة :

قوة الوزن (F_g) رأسياً إلى الأسفل

القوة العمودية (F_N) رأسياً إلى الأعلى

قوة الاحتكاك السكوني (f_s)
بين إطارات السيارة و سطح الطريق
و تكون نحو مركز المسار الدائري

قوة دفع محرك السيارة إلى الأمام في اتجاه الحركة

قوة احتكاك حركي بين السيارة و الهواء في عكس اتجاه الحركة

الطلب الأول

1- احسب مقدار التسارع المركزي للسيارة ؟

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

$$a_C = \frac{(15)^2}{50}$$

$$a_C = 4{,}5\ m/s^2$$

الطلب الثاني

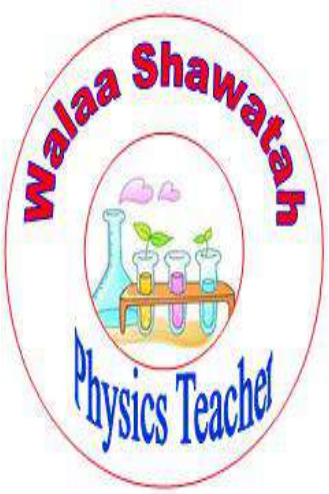
2- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة ؟

$$F_C = m\ a_C$$

$$F_C = 1{,}5 \times 10^3 \times 4{,}5$$

$$F_C = 6{,}75 \times 10^3 N$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher



3- احسب مقدار أكبر سرعة يمكن أن تتحرك بها السيارة دون أن تنزلق ؟

- **لإيجاد أكبر سرعة يجب :**
- حساب قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة في السيارة
- **لحسابها يجب :**
- إيجاد القوة العمودية المؤثرة في السيارة ، مع العلم أن الطريق أفقي
- نطبق قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه المحور y ؛ لا توجد حركة في اتجاهه

$$\sum F_y = \mathrm{m}\, a_y$$

$$F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g$$

$$F_N = m\, g$$

$$F_N = 1,5 \times 10^3 \times 10$$

$$F_N = 1,5 \times 10^4\ N$$

- **حساب مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة في السيارة ، هي منشأ القوة المركزية**

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

$$f_{s,max} = 0,8 \times 1,5 \times 10^3$$

$$f_{s,max} = 1,2 \times 10^4\ N$$

$$F_C = 1,2 \times 10^4\ N$$

** تتحرك السيارة في المسار الدائري بأكبر سرعة ممكنة إذا كانت قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة فيها مساوية للقوة المركزية ؛ أي أنّ :

$$F_C = F_N$$

$$F_C = 1,2 \times 10^4$$

$$m \frac{v_{max}^2}{r} = 1,2 \times 10^4$$

$$v_{max}^2 = \frac{r \times 1,2 \times 10^4}{m}$$

$$v_{max}^2 = \frac{50 \times 1,2 \times 10^4}{1,5 \times 10^3}$$

$$v_{max} = 20\ m/s$$

مثال (4)

تتحرك سيارة كتلتها ($1,5 \times 10^3 Kg$) في مسار دائري نصف قطره ($90\ m$) بسرعة ثابتة مقدارها ($50\ Km/h$) ، كما هو موضح في الشكل ، إذا كان معامل الاحتكاك السكوني بين إطارات السيارة و سطح الطريق ($0,6$) و سطح الطريق أفقي :

2- احسب مقدار التسارع المركزي للسيارة ؟

3- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة ؟

4- احسب مقدار أكبر سرعة يمكن أن تتحرك بها السيارة دون أن تنزلق ؟

$$m = 1,5 \times 10^3\ Kg$$

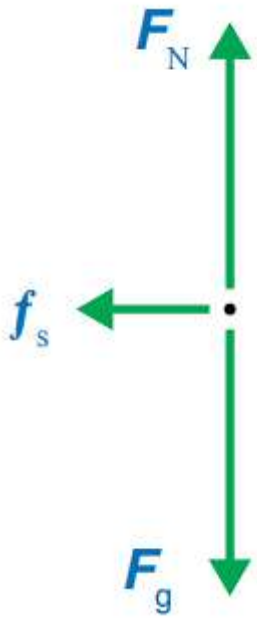
$$r = 90\ m$$

$$v = 50\ Km/h$$

$$v = \frac{50 \times 1000}{3600}$$

$$v = 13,9\ m/s$$

$$\mu_s = 0,6$$



- نرسم مخطط الجسم الحر للسيارة :

قوة الوزن (F_g) رأسياً إلى الأسفل

القوة العمودية (F_N) رأسياً إلى الأعلى

قوة الاحتكاك السكوني (f_s) بين إطارات السيارة و سطح الطريق و تكون نحو مركز المسار الدائري

قوة دفع محرك السيارة إلى الأمام في اتجاه الحركة

قوة احتكاك حركي بين السيارة و الهواء في عكس اتجاه الحركة

الطلب الأول

1-احسب مقدار التسارع المركزي للسيارة ؟

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

$$a_C = \frac{(13,9)^2}{90}$$

$$a_C = 2,15\ m/s^2$$

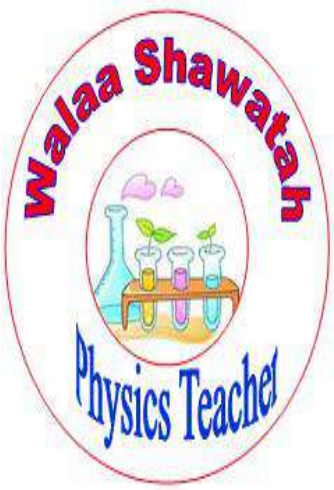
الطلب الثاني

2- احسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة ؟

$$F_C = m\ a_C$$

$$F_C = 1,5 \times 10^3 \times 2,15$$

$$F_C = 3,22 \times 10^3\ N$$



3- احسب مقدار أكبر سرعة يمكن أن تتحرك بها السيارة دون أن تنزلق ؟

- **لإيجاد أكبر سرعة يجب :**
- حساب قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة في السيارة
- **لحسابها يجب :**
- إيجاد القوة العمودية المؤثرة في السيارة ، مع العلم أن الطريق أفقي
- نطبق قانون نيوتن الثاني ، في اتجاه المحور y ؛ لا توجد حركة في اتجاهه

$$\sum F_y = m\, a_y$$

$$F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g$$

$$F_N = m\, g$$

$$F_N = 1,5 \times 10^3 \times 10$$

$$F_N = 1,5 \times 10^4\ N$$

- **حساب مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة في السيارة ، هي منشأ القوة المركزية**

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

$$f_{s,max} = 0,6 \times 1,5 \times 10^3$$

$$f_{s,max} = 0,9 \times 10^4\ N$$

$$F_C = 0,9 \times 10^4\ N$$

** تتحرك السيارة في المسار الدائري بأكبر سرعة ممكنة إذا كانت قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة فيها مساوية للقوة المركزية ؛ أي أنّ :

$$F_C = F_N$$

$$F_C = 0,9 \times 10^4$$

$$m \frac{v_{max}^2}{r} = 0,9 \times 10^4$$

$$v_{max}^2 = \frac{r \times 0,9 \times 10^4}{m}$$

$$v_{max}^2 = \frac{90 \times 0,9 \times 10^4}{1,5 \times 10^3}$$

$$v_{max} = 23,3\ m/s$$

المعلمة : ولاء شعواطة

مراجعة الدرس الثالث

السؤال الأول:

الفكرة الرئيسة: ما المقصود بالقوة المركزية؟ وهل هي نوع جديد من القوى؟ أفسر إجابتي.

- **القوة المركزية :**

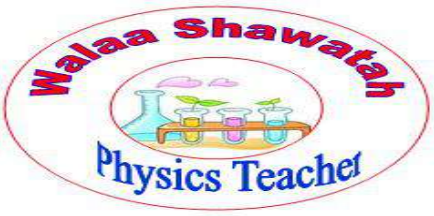
هي القوة المحصلة التي تؤثر في جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة نحو مركز مساره الدائري ، و تعمل على تسارعه مركزياً لكي يبقى الجسم في مساره

يرمز لها بـ (F_C)

وهي ليست نوعاً جديداً من القوى؛ وإنما هي اسم يطلق على القوة المحصلة المؤثرة عمودياً على متجه السرعة المماسية لجسم متحرك في مسار دائري.

السؤال الثاني:

أستخدمُ المتغيراتِ: متوسطُ نصفِ قطرِ مدارِ القمرِ حولَ الأرضِ (3.8×10^8 m) تقريبًا، وسرعتهُ المماسيةُ المتوسطةُ (1.0×10^3 m/s)، وكتلتهُ (7.3×10^{22} kg) تقريبًا.



أ- أحسب زمنه الدوري في مداره.

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$= \frac{2(3.14)(3.8 \times 10^8)}{(1.0 \times 10^3)}$$

$$= 2.39 \times 10^6 \text{ s}$$

ب- أحسب مقدار تسارعه المركزي.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$= \frac{(1.0 \times 10^3)^2}{3.8 \times 10^8}$$

$$= 2.64 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

جـ. ما منشأُ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ فيهِ، واللازمةِ لدورانِهِ في مدارِهِ؟

قوة التجاذب الكتلي بين الأرض والقمر.

د- أحسب مقدار القوة المركزية المؤثرة فيه.

$$F_c = m\, a_c$$

$$= (7.3 \times 10^{22})(2.64 \times 10^{-3})$$

$$= 1.927 \times 10^{20} \text{ N}$$

السؤال الثالث:

أستخدم المتغيرات: سيارة كتلتها (1.1×10^3 kg)، تتحرك بسرعة (12 m/s)، في منعطف نصف قطره (25 m).

أ- أحسب مقدار التسارع المركزي للسيارة.

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(12)^2}{25} = \frac{144}{25}$$

$$= 5.8 \text{ m/s}^2$$

ب- أحسب مقدار القوة المركزية المؤثرة في السيارة.

$$F_c = ma_c = (1.1 \times 10^3)(5.8)$$

$$= 6.38 \times 10^3 \text{ N}$$

ج- ما منشأ القوة المركزية المؤثرة في السيارة؟

قوة الاحتكاك السكوني الجانبية بين إطارات السيارة وسطح الطريق.

د- أحسب مقدار أكبر سرعة مماسية يمكن أن تتحرك بها السيارة في هذا المنعطف؛ إذا كان مقدار قوة الاحتكاك السكوني العظمى المؤثرة نحو مركز المنعطف (8 kN).

$$F_c = f_{s,max}$$

$$\frac{m v_{max}^2}{r} = 8 \times 10^3$$

$$v_{max}^2 = \frac{r \times 8 \times 10^3}{m}$$

$$= \frac{(25)(8 \times 10^3)}{(1.1 \times 10^3)} = 181.81$$

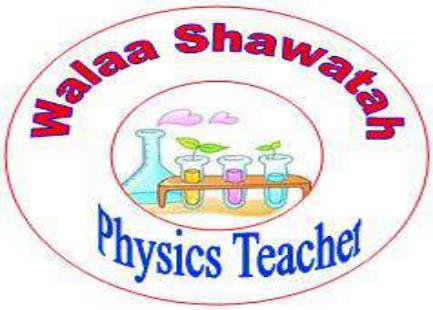
$$v_{max} = 13.5 \text{ m/s}$$

ولاء شعواطة

Walaa Shawatah Physics Teacher

السؤال الرابع:

أحسبُ: قمرٌ صناعيٌّ كتلتهُ (5.5×10^2 kg)، يدورُ حولَ الأرضِ على ارتفاعِ (2.1×10^3 km) منْ سطحِ الأرضِ. إذا كانَ الزمنُ الدوريُّ للقمرِ ساعتينِ وتسعَ دقائقَ، ونصفُ قطرِ الأرضِ (6.38×10^3 km)، فأحسبُ مقدارَ:



أ- السرعة المماسية للقمر.

$$T = 129 \times 60 = 7740 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$= \frac{2(3.14)(2.1 \times 10^6 + 6.38 \times 10^6)}{7740}$$

$$= 6.88 \times 10^3 \text{ m/s}$$

ب- القوة المركزية المؤثرة في القمر.

$$F_c = m\, a_c = m \frac{v^2}{r}$$

$$= \frac{(5.5 \times 10^2)(6.88 \times 10^3)^2}{2.1 \times 10^6 + 6.38 \times 10^6}$$

$$= 3.07 \times 10^3 \text{ N}$$

السؤال الخامس:

أصدر حكماً: في أثناء دراستي وزميلتي فاتن لموضوع القوة المركزية، قالت: "يجب على سائق سيارة السباق التي تتحرك على طريق أفقي لمنعطف زيادة مقدار سرعة السيارة؛ لزيادة مقدار القوة المركزية المؤثرة فيها، وبالتالي المحافظة على استقرارها وعدم انزلاقها". أناقش صحة قول فاتن.

وداد شحوا صالحة

قول زميلتي فاتن غير دقيق علمياً؛ لأن زيادة سرعة السيارة يتطلب زيادة مقدار قوة الاحتكاك السكوني الجانبية اللازم تأثيرها في السيارة لتوفير القوة المركزية المناسبة لضمان عدم انزلاقها، غير أنه يوجد قيمة عظمى لقوة الاحتكاك السكوني، وهذا يعني أنه عند سرعة معينة تصبح هذه القوة غير قادرة على توفير القوة اللازمة لضمان استقرار السيارة في المنعطف، فتنزلق خارجه.

ملاحظة: علاقة القوة المركزية تعطي مقدار القوة اللازم تأثيرها في سيارة السباق لضمان عدم انزلاقها إلى خارج المنعطف، وهذه القوة المركزية توفرها قوة الاحتكاك السكوني الجانبية بين إطارات السيارة وسطح الطريق.

المعلمة : ولاء شعواطة

مراجعة الوحدة الرابعة تطبيقات على قوانين نيوتن

ملاحظةٌ: أينَما يلزمُ أعتبرُ: $g = 10\ m/s^2$، $g_M = 1.6\ m/s^2$، $m_E = 5.98 \times 10^{24}\ kg$، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$، $r_E = 6.38 \times 10^6\ m$ ما لمْ يُذكَرْ غيرُ ذلكَ.

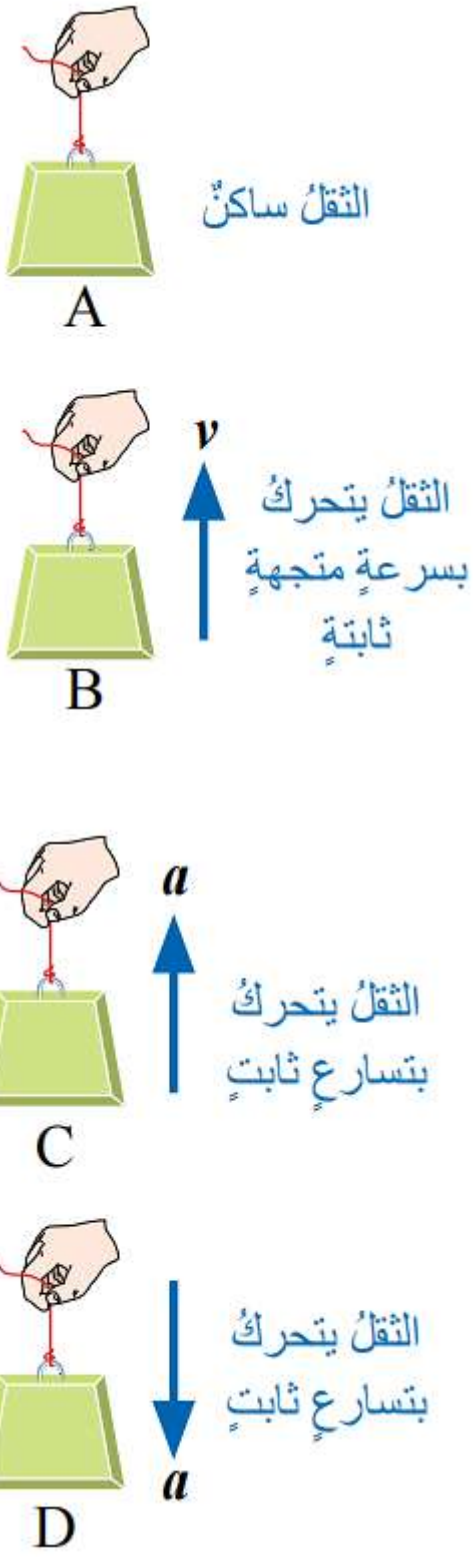
1. أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

1. قوةٌ ناتجةٌ عنْ تلامسِ جسميْنِ، وتكونُ دائمًا عموديةً على مستوى التلامسِ بينهُما، إنَّها:

أ. القوةُ العموديةُ ب. قوةُ الشدِّ جـ. الوزنُ د. قوةُ التجاذبِ الكتليِّ

توضِّحُ الأشكالُ المجاورةُ ثقلًا مقدارهُ (10 kg) معلّقًا في الهواءِ في إحدى نهايتيْ خيطٍ خفيفٍ غيرِ قابلٍ للاستطالةِ، ويُمسكُ شخصٌ طرفَهُ الآخرَ. أستعينُ بهذهِ الأشكالِ للإجابةِ عنِ الأسئلةِ 2 - 4:

وحدة التحريك



2. شكلانِ قوتا الشدِّ فيهِما متساويةٌ، وتساوي وزنَ الثقلِ، هما:

أ. A و B　　ب. B و C　　جـ. A و C　　د. A و D

3. في أيِّ الأشكالِ قوةُ الشدِّ في الحبلِ هيَ الأكبرُ؟

أ. A ب. B جـ. C د. D

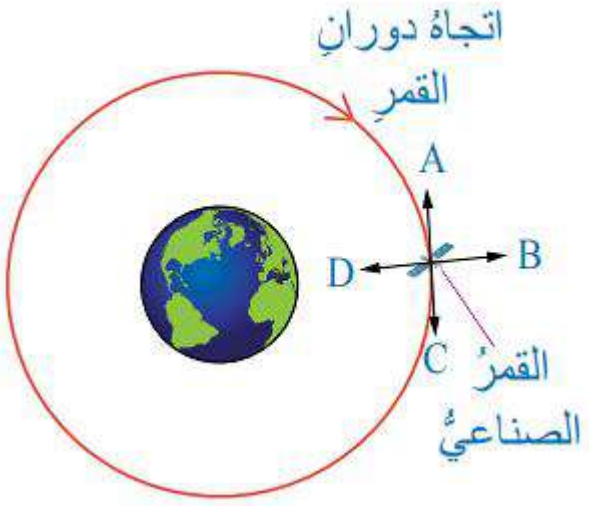
4. في أيِّ الأشكالِ قوةُ الشدِّ في الحبلِ هيَ الأصغرُ؟

أ. A ب. B جـ. C د. D

5. القوةُ الّتي تجذبُ الأرضُ بها الجسمَ تسمّى:

أ. قوةَ الشدِّ ب. قوةَ الاحتكاكِ جـ. الوزنَ د. القوةَ العموديةَ

يتحركُ قمرٌ صناعيٌّ حولَ الأرضِ حركةً دائريةً منتظمةً في مدارٍ دائريٍّ، ويوضحُ الشكلُ المجاورُ القمرَ الصناعيَّ عندَ أحدِ مواقعهِ في المدارِ. أستعينُ بالشكلِ للإجابةِ عنِ الأسئلةِ 6 - 9:



6. القوةُ المحصلةُ المؤثرةُ في القمرِ الصناعيِّ هيَ:

أ. قوةٌ عموديةٌ، في اتجاهِ A ب. قوةٌ مماسيةٌ، في اتجاهِ B

جـ. قوةُ طردٍ مركزيٍّ، في اتجاهِ C د. قوةٌ مركزيةٌ،في اتجاهِ D

7. إذا انعدمتِ القوةُ المؤثرةُ في القمرِ الصناعيِّ، فإنَّهُ سيتحركُ في اتجاهِ السهمِ:

أ. A　　ب. B　　جـ. C　　د. D

8. منشأُ القوةِ المحصلةِ المؤثرةِ في القمرِ الصناعيِّ هوَ:

أ. قوةُ احتكاكٍ　　ب. قوةٌ عموديةٌ

جـ. قوةُ تجاذبٍ كتليٍّ　　د. قوةُ شدٍّ

9. إذا تضاعفتِ المسافةُ بينَ مركزيْ الأرضِ والقمرِ الصناعيِّ مرتيْنِ، فإنَّ قوةَ التجاذبِ الكتليِّ بينهُما:

أ. تصبحُ ربعَ قيمتِها الابتدائيةِ.　　ب. تتضاعفُ أربعَ مراتٍ.

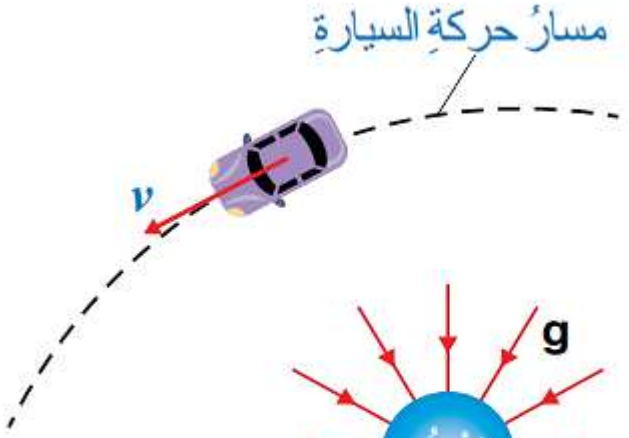
جـ. تصبحُ نصفَ قيمتِها الابتدائيةِ.　　د. تتضاعفُ مرّتينِ.

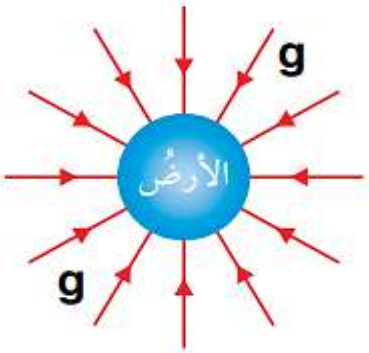
10. مسبارٌ (مجسٌّ) فضائيٌّ (space probe) على بُعدٍ معيَّنٍ منَ الأرضِ. إذا كانَ وزنُ جسمٍ موجودٍ في المسبارِ (3.5 N)، وتسارعُ السقوطِ الحرِّ في موقعِ المسبارِ ($7\ m/s^2$)، فإنَّ كتلةَ هذا الجسمِ ووزنَهُ على سطحِ الأرضِ على الترتيبِ:

أ. 0.5 kg، 3.5 N　　ب. 0.5 kg، 5 N　　جـ. 2 kg، 3.5 N　　د. 2 kg، 20 N

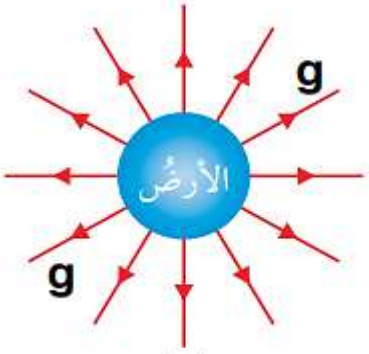
11. يوضحُ الشكلُ المجاورُ منظرًا علويًّا لسيارةٍ تتحركُ في مسارٍ دائريٍّ أُفقيٍّ بسرعةٍ ثابتةٍ مقدارًا. بناءً على ما سبقَ؛ فأيُّ الجملِ الآتيةِ صحيحةٌ؟

Walaa Shawatah Physics Teacher

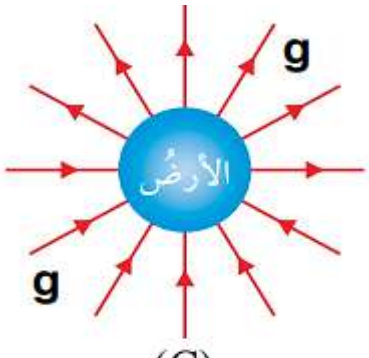




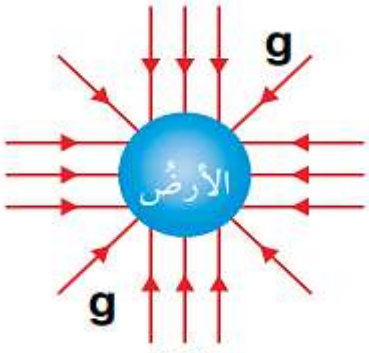
(A)



(B)



(C)



(D)

أ. القوةُ المحصلةُ المؤثرةُ في السيارةِ تساوي صفرًا؛ لأنَّها تتحركُ بسرعةٍ ثابتةٍ.

ب. القوةُ المحصلةُ المؤثرةُ في السيارةِ لا تساوي صفرًا، وتؤثرُ فيها نحوَ خارجِ المسارِ.

جـ. القوةُ المحصلةُ المؤثرةُ في السيارةِ لا تساوي صفرًا، وتؤثرُ فيها نحوَ مركزِ المسارِ.

د. القوةُ المحصلةُ المؤثرةُ في السيارةِ لا تساوي صفرًا، وتؤثرُ فيها في اتجاهِ حركتِها.

12. أيُّ الأشكالِ الموضحةِ في الشكلِ المجاورِ يُمثِّلُ اتجاهَ تسارعِ الجاذبيةِ الأرضيةِ؟

أ. A ب. B جـ. C د. D

13. تستقرُّ سيارةٌ كتلتُها (1.5×10^3 kg) على طريقٍ أُفقيٍّ خشنٍ. عندَ محاولةِ سائقِها تشغيلَها لمْ يعملِ المحركُ، فساعدهُ شخصٌ ودفعَ السيارةَ بقوةٍ أُفقيةٍ مقدارُها (400 N)، ولمْ يستطعْ تحريكَها. أيُّ القوى الآتيةِ تساوي مقدارَ قوةِ دفعِ هذا الشخصِ:

أ. قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ التي يؤثرُ بها سطحُ الطريقِ في قدمَي الشخصِ.

ب. قوةُ الجاذبيةِ المؤثرةُ في السيارةِ.

جـ. القوةُ العموديةُ المؤثرةُ في السيارةِ.

د. قوة الاحتكاكِ الحركيِّ التي يؤثرُ بِها سطحُ الطريقِ في قدمَي الشخصِ.

ورقة شعواطية

2. **أُفسِّرُ: في أيِّ اتجاهٍ يؤثرُ التسارعُ المركزيُّ؟ وهلْ يؤدي إلى تغيرِ مقدارِ السرعةِ المماسيةِ؟ أُفسِّرُ إجابتي.**

يؤثر التسارع المركزي في اتجاه القوة المركزية، ويكون نحو مركز المسار الدائري. التسارع المركزي ناتج عن تغير اتجاه السرعة المماسية، وليس تغير مقدارها، لذا يبقى مقدار السرعة المماسية ثابتا في الحركة الدائرية المنتظمة.

3. **أُحدِّدُ منشأَ القوةِ التي تسبِّبُ الحركةَ الدائريةَ للأجسامِ الآتيةِ:**

أ . حركةُ الأرضِ في مدارٍ حولَ الشمسِ.

قوة التجاذب الكتلي بين كتلة الأرض وكتلة الشمس.

ب . حركةُ الملابسِ في حوضِ التجفيفِ الأسطوانيِّ في غسّالةٍ (أيْ مُجفِّفةِ الملابسِ).

القوة العمودية التي يؤثر بها الجدار الداخلي لحوض التجفيف نحو محور الحوض الأسطواني.

جـ . حركةُ كرةٍ مربوطةٍ في نهايةِ خيطٍ في مسارٍ دائريٍّ أفقيٍّ.

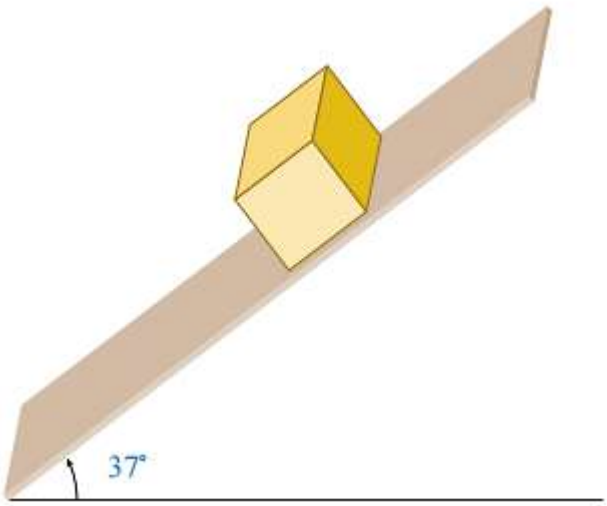
قوة الشد في الخيط.

د . حركةُ الإلكترونِ حولَ النواةِ.

قوة جذب كهروسكونية بين الإلكترون السالب الشحنة، والنواة الموجبة الشحنة.

4. **أحسبُ: صندوقٌ كتلتهُ (2 kg)، ينزلقُ على مستوًى مائلٍ أملسَ، يميلُ على الأفقيِّ بزاويةِ (37°)، كما هوَ موضحٌ في الشكلِ المجاورِ. إذا علمتُ أنَّ $\cos 37^\circ = 0.8$ ،$\sin 37^\circ = 0.6$ فأحسبُ:**

أ . القوةَ العموديةَ المؤثرةَ في الصندوقِ. ب . تسارعَ الصندوقِ.

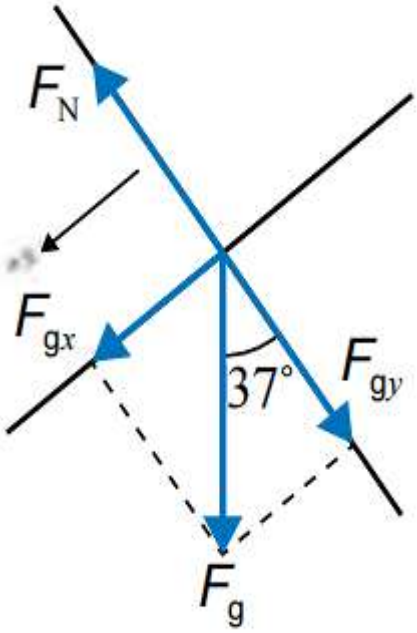


Walaa Shawatah
Physics Teacher

نرسم مخطط الجسم الحر للصندوق،

اختيار المحور x في اتجاه يوازي المستوى المائل،

والمحور y عمودي عليه



وهيبة شحود

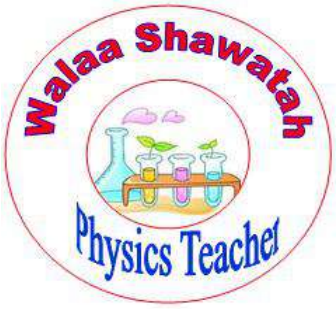
نحلل وزنه إلى مركبتين متعامدتين:

$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg \sin 37^\circ = 2 \times 10 \times 0.6 = 12 \text{ N}$$

$$F_{gy} = F_g \cos\theta$$
$$= mg \cos 37^\circ = 2 \times 10 \times 0.8 = 16 \text{ N}$$

(أ) نطبق القانون الثاني لنيوتن على الصندوق في اتجاه المحور y، مع مراعاة أنه لا توجد حركة عليه.

$$\sum F_y = 0$$
$$F_N - F_{gy} = 0$$
$$F_N = F_{gy} = 16 \text{ N}$$



(ب) نطبق القانون الثاني لنيوتن في اتجاه المحور x.

$$\sum F_x = ma$$
$$F_{gx} = ma$$
$$a = \frac{F_{gx}}{m} = \frac{12}{2} = 6 \text{ m/s}^2$$

5. **أحسبُ: يدورُ قمرٌ صناعيٌّ لتحديدِ المواقعِ (GPS) حولَ الأرضِ في مدارٍ ارتفاعهُ $(2.02 \times 10^7\ \text{m})$ فوقَ سطحِها. إذا علمتُ أنَّ كتلتَهُ $(1.6 \times 10^3\ \text{kg})$، فأحسبُ:**

أ . قوةَ التجاذبِ الكتليِّ بينَ القمرِ الصناعيِّ والأرضِ.

ب . تسارعَ الجاذبيةِ الأرضيةِ في موقعِ القمرِ الصناعيِّ.

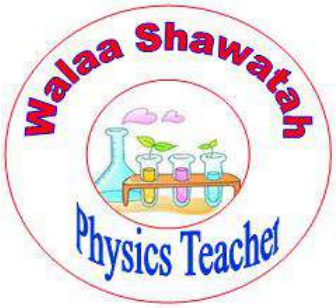
(أ)

$$F_g = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

$$= \frac{Gm_1 m_2}{(r_E + R)^2}$$

$$= \frac{(6.67 \times 10^{-11})(5.98 \times 10^{24})(1.6 \times 10^3)}{(6.38 \times 10^6 + 2.02 \times 10^7)^2}$$

$$F_g = 9.03 \times 10^2\ \text{N}$$



(ب)

$$F_C = F_g$$

$$m_{Moon} a_C = 9.03 \times 10^2\ \text{N}$$

$$a_C = \frac{9.03 \times 10^2}{m_{Moon}} = \frac{9.03 \times 10^2}{1.6 \times 10^3}$$

$$a_C = 0.56\ \text{m/s}^2$$

6. **تفكيرٌ ناقدٌ:** تُزوَّدُ سياراتُ السباقِ بإطاراتٍ مسطحةٍ (slick)؛ للسباقِ على طرقٍ جافةٍ، بينَما تُزوَّدُ بإطاراتٍ بِها أخاديدُ للسباقِ على طرقٍ مبتلةٍ. أنظرُ الشكلَ المجاورَ.

Walaa Shawatah
Physics Teacher
ولاء شواطحة

أ . **أُفسِّرُ** سببَ استخدامِ كلٍّ نوعٍ.

معامل الاحتكاك السكوني بين إطار السيارة وسطح الطريق الجاف أكبر من معامل الاحتكاك السكوني بين الإطار وسطح الطريق المبلل، بسبب وجود طبقة فاصلة من الماء بينهما، لذا تستخدم الإطارات المسطحة للسباق على الطرق الجافة؛ حيث يكون هنالك تلامس مباشر بين سطحي الإطار والطريق.

أما الإطارات ذات الأخاديد فتستخدم للسباق على طرق مبللة؛ حيث تنساب المياه خلال الأخاديد، مما يؤدي إلى عدم فقدان التلامس بين الإطار وسطح الطريق، مما يحمي السيارة من الانزلاق خاصة عند المنعطفات.

ب . بما أنَّ الاحتكاكَ يعتمدُ على طبيعةِ السطحيْنِ المتلامسيْنِ، فما أهميةُ الأخاديدِ في إطاراتِ السيارةِ؟

. في حالة وجود ماء على الطريق تتشكل طبقة فاصلة من الماء بين الإطار وسطح الطريق، مما يقلل التلامس بينهما، وتطفو السيارة على هذه الطبقة، حيث تتحرك إطارات السيارة على طبقة من الماء، فتنزلق ويصعب السيطرة على السيارة، ويساعد وجود الأخاديد على انسياب المياه من أسفل الإطار وتصريفها، بحيث يبقى ملامسًا لسطح الطريق.

7. أحسبُ: إذا علمتُ أنَّ كتلةَ المشتري (1.9×10^{27} kg) تقريبًا، ونصفَ قطرهِ (7.15×10^{7} m) تقريبًا، فأحسبُ مقدارَ:

أ . تسارعِ السقوطِ الحرِّ على سطحِ المشتري.

ب . وزنِ هدى على سطحِ المشتري، إذا علمتُ أنَّ كتلتَها (60 kg).

(أ)

$$g_{\text{Jupiter}} = \frac{Gm_{\text{Jupiter}}}{r_{\text{Jupiter}}^{2}}$$

$$= \frac{(6.67 \times 10^{-11})(1.9 \times 10^{27})}{(7.15 \times 10^{7})^{2}}$$

$$g_{\text{Jupiter}} = 24.8 \text{ m/s}^2$$

وزارة التربية والتعليم العالي

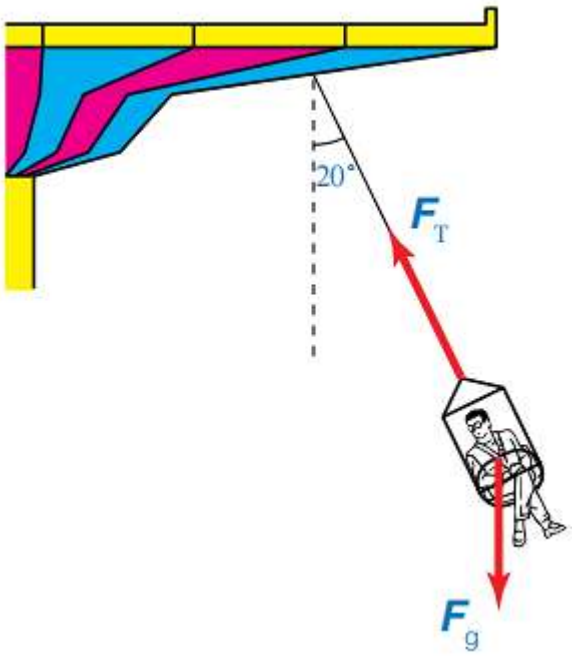
(ب)

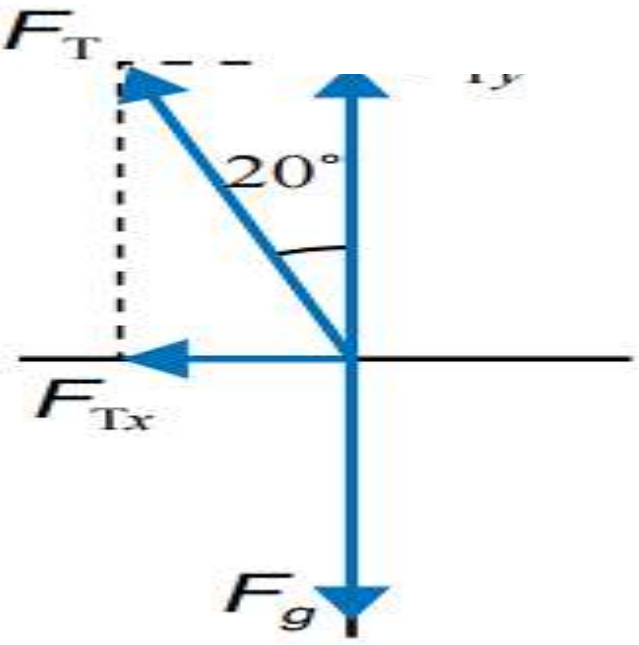
$$F_{g,H} = m_H g = (60)(24.8) = 1.488 \times 10^3 \text{ N}$$

8. **أُحلّلُ: يجلسُ راكبٌ على كرسيٍّ أُفعوانيةٍ معلقٍ بسلسلةٍ مهملةِ الكتلةِ متصلةٍ بقرصٍ دوّارٍ، كما هوَ موضحٌ في الشكلِ المجاورِ. إذا علمتُ أنَّ الأُفعوانيةَ تتحركُ حركةً دائريةً منتظمةً، وكتلةَ الراكبِ والكرسيِّ (95 kg)، ونصفَ قطرِ المسارِ الدائريِّ الذي يتحركُ بهِ الراكبُ والكرسيُّ (4.5 m)، وتَصنعُ السلسلةُ زاويةَ (20°) بالنسبةِ إلى الرأسيِّ، فأحسبُ مقدارَ:**

أ . قوةِ الشدِّ في السلسلةِ.

ب . السرعةِ المماسيةِ للراكبِ في الكرسيّ.





(أ)

Walaa Shawatah Physics Teacher
ولاء شوّاطنة

$$F_{Ty} = F_g$$

$$F_T \cos\theta = mg$$

$$F_T = \frac{(95)(10)}{\cos 20^\circ} = 1.01 \times 10^3 \text{ N}$$

(ب)

$$F_C = F_{Tx}$$

$$m\frac{v^2}{r} = 1.01 \times 10^3 \sin 20^\circ = 345.44 \text{ N}$$

$$v^2 = \frac{(345.44)(4.5)}{95} = 16.36$$

$$v = 4.04 \text{ m/s}$$

$$\approx 4 \text{ m/s}$$

9. قمرٌ صناعيٌّ كتلتهُ (135 kg) يدورُ في مدارٍ منخفضٍ حولَ الأرضِ على ارتفاعِ (250 km) منْ سطحِها. إذا كانَ الزمنُ الدوريُّ لهُ (90 min)، وبافتراضِ أنَّ مسارَهُ دائريٌّ؛ فأجيبُ عمّا يأتي:

أ . **أحسبُ** مقدارَ السرعةِ المماسيةِ للقمرِ الصناعيِّ في مدارِهِ.

ب . **أحسبُ** مقدارَ التسارعِ المركزيِّ للقمرِ الصناعيِّ.

جـ . **أحسبُ** مقدارَ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ فيهِ.

د . أصفُ منشأَ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في القمرِ الصناعيِّ.

(أ)

$$r = r_E + R$$

$$= 6.38 \times 10^6 + 2.50 \times 10^5$$

$$r = 6.63 \times 10^6 \text{ m}$$

$$T = 90 \times 60 = 5400 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$= \frac{2\pi (6.63 \times 10^6)}{5400}$$

$$v = 7.71 \times 10^3 \text{ m/s}$$

Walaa Shawatah
Physics Teacher

(ب)

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

$$= \frac{(7.71 \times 10^3)^2}{(6.63 \times 10^6)}$$

$$a_C = 9 \text{ m/s}^2$$

(جـ)

$$F_C = ma_C$$

$$= (135)(9)$$

$$F_C = 1.22 \times 10^3 \text{ N}$$

(د)

منشأ القوة المركزية المؤثرة في القمر الصناعي هو قوة التجاذب الكتلي بين كتلة القمر وكتلة الأرض.

10. أُحلّلُ: في إحدى الألعابِ الرياضيةِ يدوِّرُ لاعبٌ مطرقةً كتلتُها (7.26 kg) متصلةً بإحدى نهايتيْ سلسلةٍ طولُها (1.21 m) في مسارٍ دائريٍّ أُفقيٍّ، كما هوَ موضحٌ في الشكلِ المجاورِ. واللاعبُ الفائزُ هوَ الذي يرميها إلى أبعدِ مسافةٍ ممكنةٍ. فإذا دارَ لاعبٌ حولَ نفسهِ وهوَ ممسكٌ بالطرفِ الحرِّ للسلسلةِ على بُعدِ (0.64 m) منْ محورِ دورانهِ، وأكملَ دورةً كاملةً خلالَ (0.55 s)، وبافتراضِ أنَّ اللاعبَ حركَ السلسلةَ والمطرقةَ في مسارٍ دائريٍّ أُفقيٍّ في أثناءِ دورانهِ، فأحسبُ مقدارَ:

أ . السرعةِ المماسيةِ للمطرقةِ.

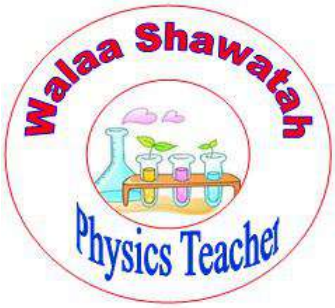
ب . القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في المطرقةِ قبيلَ إفلاتِها.

Walaa Shawatah Physics Teacher

وهج شبح واضحة

(أ)

$$r = 1.21 + 0.6\,4 = 1.85\ \text{m}$$



$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$= \frac{2\pi\,(1.85)}{0.55}$$

$$v = 21.1\ \text{m/s}$$

(ب)

$$F_C = m\,\frac{v^2}{r}$$

$$= \frac{(7.26)(21.1)^2}{1.85}$$

$$F_C = 1.75 \times 10^3\ \text{N}$$

11. **أحسبُ:** تتحركُ سيارةٌ كتلتُها $(9 \times 10^2\ \text{kg})$ في مسارٍ دائريٍّ نصفُ قطرهِ $(70\ \text{m})$ بسرعةٍ ثابتةٍ مقدارًا. إذا كانَ معاملُ الاحتكاكِ السكونيِّ بينَ إطاراتِ السيارةِ وسطحِ الطريقِ (0.70)، والقوةُ المركزيةُ المؤثرةُ فيها $(2.5 \times 10^3\ \text{N})$، وسطحُ الطريقِ أفقيٌّ، فأحسبُ مقدارَ:

أ . التسارعِ المركزيِّ للسيارةِ.

ب . السرعةِ المماسيةِ للسيارةِ.

جـ . أكبرِ سرعةٍ يمكنُ أنْ تتحركَ بها السيارةُ على هذا الطريقِ دونَ أنْ تنزلقَ.

(أ)

$$a_C = \frac{F_C}{m}$$

$$= \frac{(2.5 \times 10^3)}{(9 \times 10^2)}$$

$$a_C = 2.78 \text{ m/s}^2$$

(ب)

$$v^2 = a_C r$$

$$= (2.78)(70) = 194.6$$

$$v = 13.95 \text{ m/s}$$

(جـ)

$$F_C = f_{s,max}$$

$$m \frac{v_{max}^2}{r} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$v_{max}^2 = \mu_s r g$$

$$= (0.70)(70)(10) = 490$$

$$v_{max} = 22.14 \text{ m/s}$$

12. أحسبُ: يُبينُ الشكلُ المجاورُ لعبةَ الحصانِ الدوّارِ (دوّامةِ الخيلِ) (carousel)، في إحدى مدنِ الألعابِ؛ حيثُ تتحركُ حركةً دائريةً منتظمةً حولَ محورِ دورانٍ. فإذا ركبَ طفلٌ كتلتهُ (30 kg) أحدَ الأحصنةِ الموجودةِ على اللعبةِ، وكانَ بُعدهُ عنْ محورِ الدورانِ (3 m)، والحصانُ يُتمُّ دورةً كاملةً كلَّ (20 s)، فأحسبُ مقدارَ كلٍّ منْ:

أ . السرعةِ المماسيةِ للطفلِ.

ب . القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في الطفلِ.

جـ . السرعةِ المماسيةِ للطفلِ عندَما يجلسُ على حصانٍ آخرَ يبعدُ عنْ محورِ الدورانِ (4 m).

(أ)

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2(3.14)(3)}{20}$$

$$= 0.94 \text{ m/s}$$

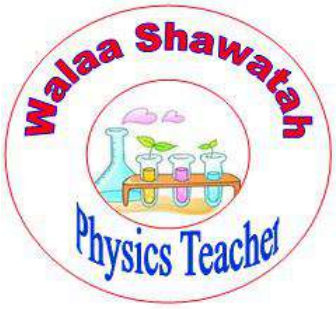
وهج شعواء

(ب)

$$F_C = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{(30)(0.94)^2}{3}$$

$$F_C = 8.84 \text{ N}$$



(جـ)

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$= \frac{2(3.14)(4)}{20}$$

$$v = 1.26 \text{ m/s}$$

13. حلّقتْ في أحدِ العروضِ الجويةِ إحدى طائراتِ سلاحِ الجوِّ الملكيِّ الأُردنيِّ كتلتُها (1.2×10^4 kg)، في مسارٍ دائريٍّ أُفقيٍّ نصفُ قطرهِ (1 km)، بحيثُ أتمَّتِ الطائرةُ دورتيْنِ خلالَ (1 min). أجيبُ عمّا يأتي:

أ . **أحسبُ** مقدارَ سرعتِها المماسيةِ.

ب . **أحسبُ** مقدارَ تسارعِها المركزيِّ.

جـ . **أحسبُ** مقدارَ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في الطيارِ؛ إذا علمتُ أنَّ كتلتَهُ (70 kg).

د . **أُقارنُ** مقدارَ التسارعِ المركزيِّ المؤثرِ في الطيارِ بتسارعِ السقوطِ الحرِّ على سطحِ الأرضِ، ماذا أستنتجُ؟

(أ)

بداية نحسب الزمن الدوري،

حيث عدد الدورات $(n = 2)$،

والزمن الكلي $(t = 1\ \text{min} = 60\ \text{s})$:

$$T = \frac{t}{n}$$

$$= \frac{60}{2}$$

$$T = 30\ \text{s}$$

ثم نحسب السرعة المماسية،

مع تحويل وحدة قياس نصف القطر إلى (m):

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

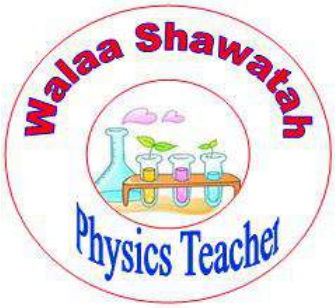
$$= \frac{2(3.14)(1000)}{30}$$

$$v = 209.4\ \text{m/s}$$

(ب)

$$a_C = \frac{v^2}{r}$$

$$= \frac{(209.4)^2}{1000}$$



$$a_C = 43.9 \text{ m/s}^2$$

(جـ)

$$F_C = ma_C$$

$$= (70)(43.9)$$

$$F_C = 3.073 \times 10^3 \text{ N}$$

(د)

$$\frac{a_C}{g} = \frac{43.9}{10} = 4.4$$

أي أن التسارع المؤثر في الطيار نتيجة حركته الدائرية يساوي (4.4) أضعاف تسارع السقوط الحر على سطح الأرض.