بسم الله الرحمان الرحيم

سلسلة تمارين حول تأثيرات التجاذب الكوني

نص التمرين الأول:

نعتبر جسمين نقطيين (1) و (2) كتلتاهما على التوالي m و m' تفصل بينهما مسافة d.

لتكن $\vec{F}$ قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الجسم (2) على الجسم (1) و $\vec{F}'$ قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الجسم (1) على الجسم (2).

1- ما المميزات المشتركة للقوتين $\vec{F}$ و $\vec{F}'$.

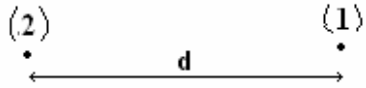
2- ما المميزات الغير مشتركة للقوتين $\vec{F}$ و $\vec{F}'$.

3- أعط تعبير شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الجسمين عل بعضهما.

4- احسب شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف كل منهما على الأخرى.

نعطي شحنة كل منهما $m = m' = 10g$ والمسافة الفاصلة بينهما $d = 5cm$.

5- مثل على الشكل التالي القوتين $\vec{F}$ و $\vec{F}'$.



الإجابة:

1- القوتان $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ لهما نفس خط التأثير ونفس الشدة.

.....

2- القوتان $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ لهما منحيان متعاكسان ونقطتي تأثيرهما مختلفتين.

.....

3 - $F = F' = G.\dfrac{m.m'}{d^2}$

.....

4 - $F = \dfrac{6{,}67.10^{-11}.(10.10^{-3})^2}{(5.10^{-2})^2}$ <=> $F = 2{,}67.10^{-12}N$

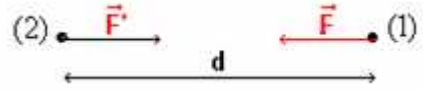
انتبه لتجانس الوحدات : $F = 6{,}67.10^{-11}N\,m^2\,kg^{-2}\dfrac{(10.10^{-3}kg)^2}{(5.10^{-2}m)^2} \approx 2{,}67.10^{-12}N$

.....

5-

$\vec{F}$ قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الجسم (2) على الجسم (1) $\Leftarrow$ $\vec{F}$ مطبقة على الجسم (1) .

$\vec{F}'$ قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الجسم (1) على الجسم (2). $\vec{F}'$ مطبقة على الجسم (2).



نص التمرين الثاني :

1-

1-1- أعط تعبير شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على جسم كتلته m موضوع على سطح الأرض .

1-2- ما قيمة شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على تفاحة كتلتها $100g$ موضوعة فوق سطح الأرض ؟ نعطي كتلة الأرض : $M_T = 5{,}98.10^{24}kg$. شعاع الأرض: $R_T = 6{,}38.10^6 m$ ثم قارن شدة هذه القوة مع وزن التفاحة علما أن $g = 9{,}8N/kg$ ماذا تستنتج؟

1-3- ما شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على تفاحة كتلتها $100g$ موجودة في قمة جبل في الارتفاع $h = 8840m$ ؟

2-

2-1- ما قيمة شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض .

نعطي المسافة شمس -أرض $D = 1{,}5.10^8 km$ ، كتلة الشمس : $M_S = 2.10^{30}kg$ ، كتلة الأرض : $M_T = 5{,}98.10^{24}kg$

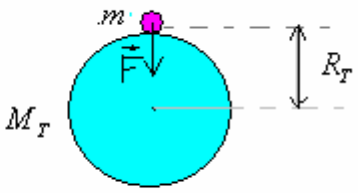
2-2- ما قيمة شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على تفاحة موضوعة على سطح الأرض. نهمل شعاع الأرض أمام المسافة شمس - أرض.

2-3- قارن شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة مع شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على التفاحة.

التصحيح :

-1

-1-1



شعاع التفاحة مهمل أمام شعاع الأرض.

$$F = G.\frac{M_T.m}{{R_T}^2}$$

.....

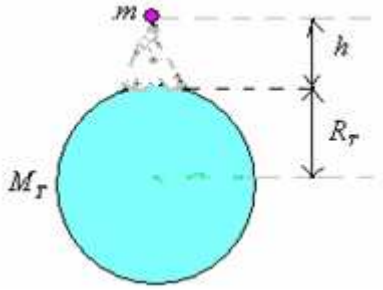
$$F = G.\frac{M_T.m}{{R_T}^2} = 6,67.10^{-11}\frac{5,98.10^{24}kg.0,1kg}{(6,38.10^6 m)^2} \approx 0,98N$$ **-2-1**

وزن التفاحة : $P = mg = 9,8N/kg.0,1kg = 0,98N$.

تستنتج أن شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على جسم = شدة وزن هذا الجسم.

.....

-3-1 شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على تفاحة كتلها $100g$ **موجودة في قمة جبل في الارتفاع** $h = 8840m$.



$$F = G.\frac{M_T.m}{(R_T + h)^2} = 6,67.10^{-11}\frac{5,98.10^{24}kg.0,1kg}{(6,38.10^6 m + 8840m)^2} = 0,977N$$

.....

-2

-1-2 شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض .

$$F = G.\frac{M_T.M_S}{{d_{TS}}^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{2.10^{30}kg.5,98.10^{24}kg}{(1,5.10^{11}m)^2} \approx 3,54.10^{22}N$$

.....

-2-2

شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على تفاحة موضوعة على سطح الأرض هي :

$$F' = G.\frac{m.M_S}{(d_{TS} - R_T)^2}$$

بإهمال شعاع الأرض أمام المسافة شمس- أرض. $d_{TS} - R_T \approx d_{ST}$

ومنه :
$$F' = G.\frac{m.M_S}{{d_{TS}}^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{0,1kg.2.10^{30}kg}{(1,5.10^{11}m)} \approx 5,9.10^{-4}N$$

.....

-3-2 لنقارن شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة مع شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على التفاحة.

شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على التفاحة : $F = 0,98N$

شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة : $F' = 5,9.10^{-4}N$

شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة :

$$\frac{F}{F'} = \frac{9,8}{5,9.10^{-4}} = 1661 \quad \Leftarrow \quad F = 1661.F'$$

شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على التفاحة أكبر من شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة حوالي 1661 مرة.

كرة كتلتها $m = 700g$ يوجد مركزها على مسافة $d = 1m$ من سطح الأرض .
1) أعط تعبير شدة قوة التجاذب الكوني بين الكرة والأرض.
2) احسب قيمتها .
نعطي : كتلة الأرض : $M_T = 6.10^{21} tonnes$
شعاع الأرض : $R_T = 6378km$

الإجابة

(1

$M_T = 6.10^{21} tonnes$ $R_T = 6378km$

$$F = G\frac{m_T.m_L}{(R_T + d)^2}$$

.....

$$F = G\frac{m_T.m_L}{(R_T + d)^2} = 6,67.10^{-11}\frac{6.10^{24}kg.0,7kg}{(6378.10^3 m + 1m)^2} \approx 6,89N$$ **-2**

نص التمرين الرابع:

كرتان حديديتان لهما نفس الكتلة $m = 650g$ موضوعتان على سطح أفقي تفصل بينهما المسافة $d = 20cm$.
1- احسب شدة وزن إحدى الكرتين. نعطي شدة الثقالة : $g = 9,8N/kg$.
2- ما شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى؟
3- لماذا عندما ندرس توازن إحدى الكرتين لا نأخذ بعين الاعتبار قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى؟

تصحيح:

$$P = mg = 0,650.(9,8) \approx 6,4N$$ **-1**

.....

-2

$$F = G.\frac{m.m}{d^2}$$
$$= 6,67.10^{-11}.\frac{0,650kg.(0,650kg)}{(0,20m)^2}$$
$$= 7.10^{-10}N$$

.....

3- لدينا : $\frac{P}{F} = \frac{6,4}{7.10^{-10}} \approx 9.10^9$ $\Leftarrow$ $P = 1\,0^9.F$

وزن الكرة أكبر من شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى : مليار مرة.
وبالتالي قيمة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى مهملة أمام قيمة وزن الكرتان لذلك عندما ندرس توازن إحدى الكرتين لا نأخذ بعين الاعتبار قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى.

نص التمرين الخامس : تمرين رقم3 ص 16الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

اختر الجواب الصحيح :
كتلة كرة الطاولة $m = 2,5g$ ووزنها على سطح القمر يساوي :
1) خمس وزنها على سطح الأرض.
2) عشر وزنها على سطح الأرض.
3) سدس وزنها على سطح الأرض.

نعطي :
كتلة الأرض : $M_T = 6.10^{21} tonnes$.
كتلة القمر : $M_L = 7,36.10^{22} kg$.
شعاع الأرض : $R_T = 6378km$.
شعاع القمر : $R_L = 1737,4km$.

الإجابة

وزن الكرة على سطح الأرض = قوة التجا\ب الكوني المطبقة على الكرة من طرف الأرض :

$$F = P = G\frac{M_T.m}{{R_T}^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{6.10^{24}kg.2,5.10^{-3}kg}{(6378.10^3 m)^2} \approx 0,0246N$$

وزن الكرة على سطح القمر = قوة التجاذب الكوني المطبقة على الكرة من طرف القمر .

$$F' = P' = G\frac{M_L.m}{{R_L}^2}$$

$$= 6,67.10^{-11}.\frac{7,36.10^{22}.2,5.10^{-3}}{(1737,4.10^3)^2}$$

$$\approx 4,07.10^{-3}N$$

$$\frac{P}{P'} = \frac{0,0246}{4,07.10^{-3}} = 6 \quad \Leftarrow \quad \frac{P'}{P} = \frac{4,07.10}{}$$

وزن الكرة على سطح القمر يساوي سدس $P' = \frac{P}{6}$ **وزنها على سطح الأرض .** $\Leftarrow$ **3) هو الجواب الصحيح.**

نص التمرين السادس : تمرين رقم6 ص 16الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

تتغير المسافة المتوسطة الفاصلة بين القمر والأرض من $356375km$ إلى $406720km$.

1- عبر عن الشدة المشتركة F لقوتي التأثير البيني الجاذبي بين كوكب القمر وكوكب الأرض.

2- حدد قيمة F في الحالتين التاليتين :

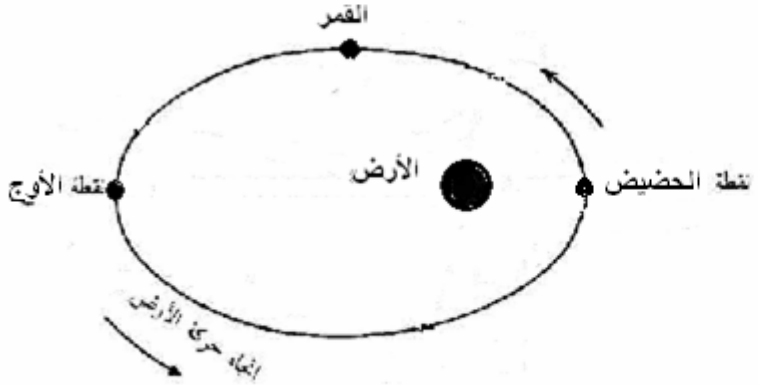
آ- عندما يكون القمر في الحضيض الذي يوافق (أصغر مسافة بين الأرض والقمر).

ب- عندما يكون القمر في الأوج الذي يوافق (أكبر مسافة بين الأرض والقمر).

نعطي :

كتلة الأرض : $M_T = 6.10^{21}tonnes$

كتلة القمر : $M_L = \frac{M_T}{83}$



الإجابة

1- في كلتا الحالتين لدينا : $F = G.\frac{M_T.M_L}{d^2}$

عندما يكون القمر في الحضيض : $d = 356375km$

$$F = G.\frac{6.10^{24}kg.\frac{6.10^{24}kg}{83}}{(356375\times10^3 m)} \approx 3,4.10^{30}N$$

.....

-2

عندما يكون القمر في الأوج : $d = 406720km$

$$F = G.\frac{6.10^{24}kg.\frac{6.10^{24}kg}{83}}{(406720\times10^3 m)} \approx 2,6.10^{30}N$$

نص التمرين السابع: تمرين رقم7 ص 16الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

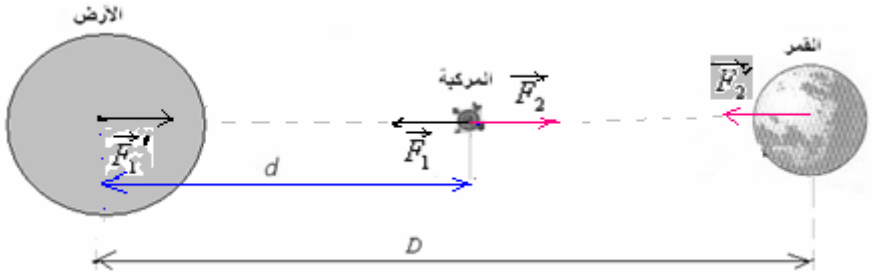
تنتقل مركبة فضائية كتلتها $m = 1800kg$ من الأرض نحو القمر وفق المستقيم الذي يصل مركزيهما . نسمي d المسافة الفاصلة بين مركز الأرض ومركز المركبة و D المسافة المتوسطة بين القمر والأرض . نعطي $D = 3,84.10^5 km$.

1- عبر عن F_1 الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين الأرض والمركبة ثم عن F_2 الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين القمر والمركبة.

2- بالنسبة لأية مسافة d تكون القوتان السابقتان متوازنتان (أي لهما نفس الشدة ومنحيان متعاكسان)؟ نعطى : $M_L = \frac{M_T}{83}$

التصحيح :

-1



تعبير الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين الأرض والمركبة :

$$F_1 = G.\frac{M_T.m}{d^2}$$

تعبير الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين القمر والمركبة :

$$F_2 = G.\frac{M_L.m}{(D-d)^2}$$

.....

2- عندما تكون القوتان متوازنتان : $F_1 = F_2$

أي : $G.\frac{M_T.m}{d^2} = G.\frac{M_L.m}{(D-d)^2} \Leftarrow \frac{M_T}{d^2} = \frac{M_L}{(D-d)^2} \Leftarrow \frac{(D-d)^2}{d^2} = \frac{M_L}{M_T}$

$\Leftarrow \frac{D-d}{d} = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}} \Leftarrow \frac{D}{d} - 1 = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}} \Leftarrow \frac{D}{d} = 1 + \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}$

$$\Leftarrow \boxed{d = \frac{D}{1+\sqrt{\frac{M_L}{M_T}}}}$$

تطبيق عددي :

$$d = \frac{D}{1+\sqrt{\frac{M_L}{M_T}}} = \frac{3,84.10^5 km}{1+\sqrt{\frac{1}{83}}} = 3,46.10^5 km$$

نص التمرين الثامن : تمرين رقم8 ص 16الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

في المعلم المركزي الأرضي ، ينجز ساتل (un satellite) كتلته m_s مدارا دائريا شعاعه r_s ومركزه : مركز الأرض ذات التي الكتلة M_T والشعاع R_T .

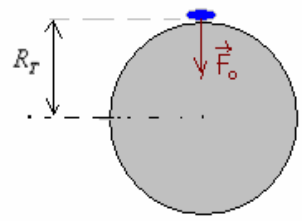
1- عبر بدلالة G ، M_T ، m_s و R_T عن الشدة المشتركة F_o لقوتي التأثير البيني ألجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون هذا الأخير على سطحها.

2- عبر بدلالة G ، M_T ، m_s و r_s عن الشدة F لقوتي التأثير البيني ألجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون هذا الأخير في مداره.

3- حدد الارتفاع h الذي يوجد فيه الساتل عندما تكون $F = \frac{F_o}{16}$.

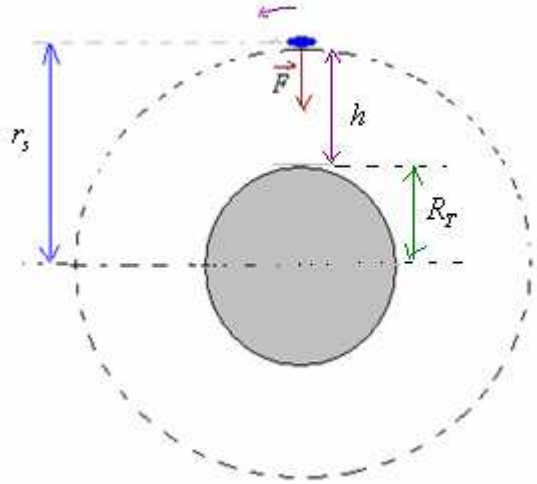
التصحيح:

1- الشدة المشتركة F_o لقوتي التأثير البيني ألجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون هذا الساتل الأخير على سطحها.



$$F_o = G.\frac{M_T.m}{{R_T}^2}$$

2- الشدة F لقوتي التأثير البيني ألجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون الساتل في مداره.



$$F = G.\frac{M_T.m}{{r_s}^2}$$

3- لنحدد الارتفاع h الذي يوجد فيه الساتل عندما تكون $F = \frac{F_o}{16}$. $\Leftarrow$ $\frac{F_o}{F} = 16$

$$\frac{F_o}{F} = \frac{G.\frac{M_T.m}{{R_T}^2}}{G.\frac{M_T.m}{{r_s}^2}} = \frac{\frac{1}{{R_T}^2}}{\frac{1}{{r_s}^2}} = \frac{{r_s}^2}{{R_T}^2} \quad \Leftarrow \quad F = G.\frac{M_T.m}{{r_s}^2} \text{ و : } \quad F_o = G.\frac{M_T.m}{{R_T}^2}$$

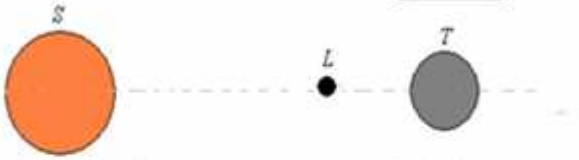
ومنه : $\frac{F_o}{F} = 16 \Leftarrow \frac{{r_s}^2}{{R_T}^2} = 16 \Leftarrow {r_s}^2 = 16{R_T}^2$ **أي :** $r_s = 4R_T$

وبما أن المدار : $r_s = R_T + h$ **فإن :** $h = r_s - R_T$

إذن : $h = 4R_T - R_T = 3R_T = 3.(6378) = 1934km$

توجد في بعض الأحيان مراكز كل من الشمس والقمر والأرض على استقامة واحدة، فنجد وضعين يوافقان هذه الظاهرة.

الحالة الأولى: حيث الأرض تتوسط الشمس والقمر.



الحالة الثانية: حيث القمر يتوسط الشمس والأرض.

1- احسب قيمة الشدة F لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على القمر في كلتا الحالتين.

2- هل يمكننا إهمال قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على القمر أمام قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر ؟

نعطي : المسافة المتوسطة بين الأرض والشمس : $D_{ST} = 1UA$

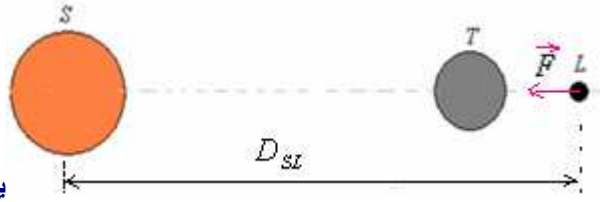
المسافة المتوسطة بين الأرض والقمر : $D_{LT} = 384000km$

كتلة الشمس : $M_S = 2.10^{30}kg$

كتلة الأرض : $M_T = 6.10^{21}tonnes$ كتلة القمر : $M_L = \frac{M_T}{83}$

تصحيح :

1- في الحالة الأولى : قيمة الشدة F لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على القمر.



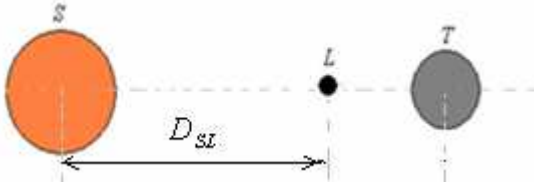
يوجد القمر في أقرب وضع بالنسبة للشمس

في هذه الحالة : $D_{SL} = D_{ST} + D_{TL}$

$D_{TL} = 1UA = 150.10^6 km$

$$F = G.\frac{M_S.M_L}{D_{SL}^2} = G.\frac{M_S.M_L}{(D_{ST}+D_{TL})^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{2.10^{30}.\frac{6.10^{24}}{83}}{(150.10^9 m + 384.10^6 m)^2} = 4,26.10^{20}N$$

في الحالة الثانية : قيمة الشدة F لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على القمر.



يوجد القمر في أقرب وضع بالنسبة للشمس

في هذه الحالة : $D_{SL} = D_{ST} - D_{TL}$

$$F = G.\frac{M_S.M_T}{D_{SL}^2} = G.\frac{M_S.M_T}{(D_{ST}-D_{LT})^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{2.10^{30}.\frac{6.10^{24}}{83}}{(150.10^9 m - 384.10^6 m)^2} = 4,3.10^{20}N$$

3- لنحدد شدة قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر:

$$F = G.\frac{M_T.M_L}{D_{TL}^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{M_T.\frac{M_T}{83}}{(384.10^6 m)^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{.(6.10^{24}kg)^2}{83.(384.10^6 m)^2} \approx 2.10^{20}N$$