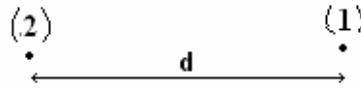


نص التمرين الأول:

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 على 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.

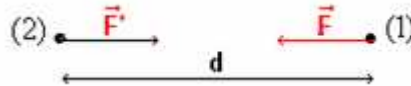
2- القوتان \vec{F} و \vec{F}' لهما منحيان متعاكسان ونقطتي تأثيرهما مختلفتين.

$$F = F' = G \cdot \frac{m \cdot m'}{d^2} \quad - 3$$

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2}{(5 \cdot 10^{-2})^2} \Leftrightarrow F = 2,67 \cdot 10^{-12} N \quad - 4$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} N m^2 kg^{-2} \frac{(10 \cdot 10^{-3} kg)^2}{(5 \cdot 10^{-2} m)^2} \approx 2,67 \cdot 10^{-12} N \quad \text{انتبه لتجانس الوحدات}$$

- 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).

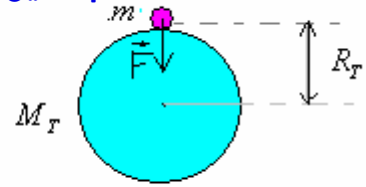


نص التمرين الثاني:

- 1-1- أعط تعبير شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على جسم كتلته m موضوع على سطح الأرض.
- 2-1- ما قيمة شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على تفاحة كتلتها $100g$ موضوعة فوق سطح الأرض؟ نعطي كتلة الأرض: $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} kg$ شعاع الأرض: $R_T = 6,38 \cdot 10^6 m$ ثم قارن شدة هذه القوة مع وزن التفاحة علماً أن $g = 9,8 N/kg$ ماذا تستنتج؟
- 3-1- ما شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على تفاحة كتلتها $100g$ موجودة في قمة جبل في الارتفاع $h = 8840m$ ؟
- 2-1- ما قيمة شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض.
نعطي المسافة شمس-أرض $D = 1,5 \cdot 10^8 km$ ، كتلة الشمس: $M_S = 2 \cdot 10^{30} kg$ ، كتلة الأرض: $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} kg$
- 2-2- ما قيمة شدة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على تفاحة موضوعة على سطح الأرض. نهمل شعاع الأرض أمام المسافة شمس-أرض.
- 3-2- قارن شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة مع شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على التفاحة.

التصحيح:

شعاع التفاحة مهمل أمام شعاع الأرض.

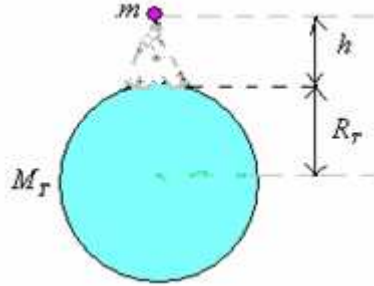


$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ kg}}{(6,38 \cdot 10^6 \text{ m})^2} \approx 0,98 \text{ N} \quad -2-1$$

وزن التفاحة : $P = mg = 9,8 \text{ N} / \text{kg} \cdot 0,1 \text{ kg} = 0,98 \text{ N}$
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 كتلتها 100g موجودة في قمة جبل في الارتفاع $h = 8840 \text{ m}$.



$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ kg}}{(6,38 \cdot 10^6 \text{ m} + 8840 \text{ m})^2} = 0,977 \text{ N}$$

-2

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

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_S}{d_{TS}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2} \approx 3,54 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

-2-2

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

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

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

$$F' = G \cdot \frac{m \cdot M_S}{d_{TS}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{(1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2} \approx 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ N} \quad \text{ومنه :}$$

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 : $F = 0,98 \text{ N}$

شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة : $F' = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

شدة القوة المطبقة من طرف الشمس على التفاحة :

$$F = 1661 \cdot F' \quad \Leftrightarrow \quad \frac{F}{F'} = \frac{9,8}{5,9 \cdot 10^{-4}} = 1661$$

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

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

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

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

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 النقالة : $g = 9,8N / kg$.
- 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:

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

-2

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

$$P = 10^9 \cdot F \quad \Leftrightarrow \quad \frac{P}{F} = \frac{6,4}{7.10^{-10}} \approx 9.10^9 \quad -3 \text{ لدينا :}$$

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 مهمة 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 رقم 3 ص 16 الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

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

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.

وزن الكرة على سطح الأرض = قوة التجاذب الكوني المطبقة على الكرة من طرف الأرض :

$$F = P = G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{(6378 \cdot 10^3 \text{ m})^2} \approx 0,0246 \text{ N}$$

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

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

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,36 \cdot 10^{22} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{(1737,4 \cdot 10^3)^2}$$

$$\approx 4,07 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

وزنها على سطح الأرض . $\Leftrightarrow \frac{P}{P'} = \frac{0,0246}{4,07 \cdot 10^{-3}} = 6 \quad \Leftrightarrow \frac{P'}{P} = \frac{4,07 \cdot 10^{-3}}{0,0246}$
 وزنها على سطح القمر يساوي سدس $P' = \frac{P}{6}$ هو الجواب الصحيح. (3)

نص التمرين السادس : تمرين رقم 6 ص 16 الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

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

- عبر عن الشدة المشتركة F لقوتي التأثير البيئي الجاذبي بين كوكب القمر وكوكب الأرض.
- حدد قيمة F في الحالتين التاليتين :
 - أ- 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 :

$$M_T = 6 \cdot 10^{21} \text{ tonnes}$$
 كتلة الأرض :

$$M_L = \frac{M_T}{83}$$
 كتلة القمر :

الإجابة

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

عندما يكون القمر في الحضيض : $d = 356375 \text{ km}$

$$F = G \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{83}}{(356375 \times 10^3 \text{ m})^2} \approx 3,4 \cdot 10^{30} \text{ N}$$

-2

عندما يكون القمر في الأوج : $d = 406720 \text{ km}$

$$F = G \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{83}}{(406720 \times 10^3 \text{ m})^2} \approx 2,6 \cdot 10^{30} \text{ N}$$

تنتقل مركبة فضائية كتلتها $m = 1800\text{kg}$ 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 $D = 3,84.10^5\text{km}$.

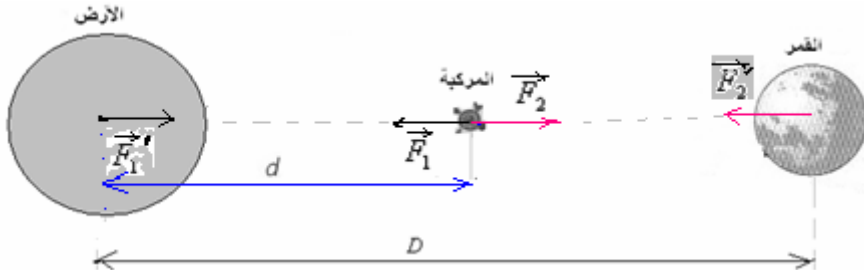
1- عبر عن F_1 الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين الأرض والمركبة ثم عن F_2 الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين القمر والمركبة.

$$M_L = \frac{M_T}{83} \quad \text{نعطي:}$$

2- بالنسبة لأية مسافة d تكون القوتان السابقتان متوازنتان (أي لهما نفس الشدة ومنحيان متعاكسان)؟

التصحيح:

-1



تعبير الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين الأرض والمركبة:

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

تعبير الشدة المشتركة لقوتي التجاذب الكوني بين القمر والمركبة:

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

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

$$\frac{(D-d)^2}{d^2} = \frac{M_L}{M_T} \Leftrightarrow \frac{M_T}{d^2} = \frac{M_L}{(D-d)^2} \Leftrightarrow G \cdot \frac{M_T \cdot m}{d^2} = G \cdot \frac{M_L \cdot m}{(D-d)^2} \quad \text{أي:}$$

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

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

تطبيق عددي:

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

نص التمرين الثامن: تمرين رقم 8 ص 16 الكتاب المدرسي مرشدي في الفيزياء والكيمياء

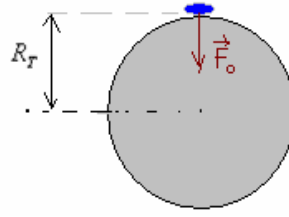
في المعلم المركزي الأرضي، ينجز ساتل (un satellite) كتلته m_s مدارا دائريا شعاعه r_s ومركزه: مركز الأرض ذات التي الكتلة M_T والشعاع R_T .

1- عبر بدلالة G ، M_T ، m_s و R_T عن الشدة المشتركة F_0 لقوتي التأثير البيئي أجتاذبي 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 البيئي أجتاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون هذا الأخير في مداره.

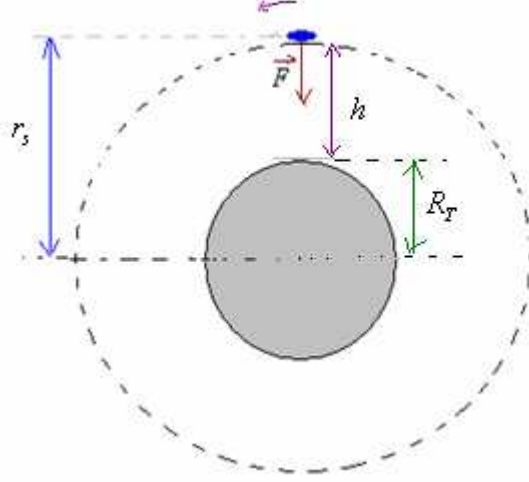
3- حدد الارتفاع h الذي يوجد فيه الساتل عندما تكون $F = \frac{F_0}{16}$.

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



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

2- الشدة F لقوتي التأثير البيئي الجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون الساتل في مداره.



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

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

$$\frac{F_o}{F} = \frac{G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}}{G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r_s^2}} = \frac{1}{R_T^2} = \frac{r_s^2}{R_T^2} \quad \Leftrightarrow \quad F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r_s^2} \quad \text{و} \quad F_o = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$r_s = 4R_T \quad \text{أي} \quad r_s^2 = 16R_T^2 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{r_s^2}{R_T^2} = 16 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{F_o}{F} = 16 \quad \text{ومنه} :$$

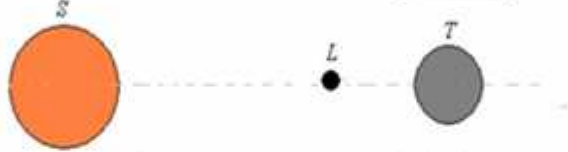
$$h = r_s - R_T \quad \text{فإن} \quad r_s = R_T + h \quad \text{وبما أن المدار} :$$

$$h = 4R_T - R_T = 3R_T = 3 \cdot (6378) = 1934 \text{ km} \quad \text{إذن} :$$

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.

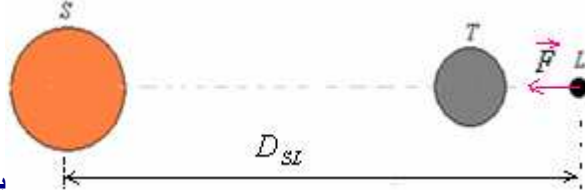
- 1- احسب قيمة الشدة F لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على القمر في كلتا الحالتين.
- 2- هل يمكننا إهمال قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على القمر أمام قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر؟

نعطى:
 المسافة المتوسطة بين الشمس والأرض: $D_{ST} = 1U.A$
 المسافة المتوسطة بين القمر والأرض: $D_{LT} = 384000km$
 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.



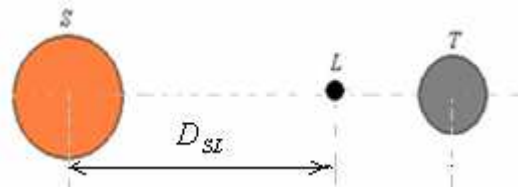
يوجد القمر في أقرب وضع بالنسبة للشمس

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

$$D_{TL} = 1U.A = 150.10^6 km$$

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

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



يوجد القمر في أقرب وضع بالنسبة للشمس

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

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

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

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