R

تمارين الفيزياء ج.م.ع (2006-2007)
السلسلة 1التجاذب الكوني

تمرين1

إذا كان قطر ذرة هو 10nm وقطر نواتها هو 1000pm ما هي قيمة الاختلاف بين هذين البعدين ؟

تمرين2

إذا مثلنا الشمس ببرتقالة قطرها 10cm ، ما رتبة قدر قطر الشيء الذي يمكنه أن يمثل الأرض ؟ نعطي قطر الأرض $D_T=1,3.10^7m$ وقطر الشمس $D_S=1.4.10^9m$

تمرين3

يبعد مركز الشمس عن مركز الأرض بمسافة $D_{S\to T}=1,50.10^8\,Km$ **وأن هذان الكوكبين لهما تماثل كروي . نعطي**

$$G=6,67.10^{-11}\,N.m^2.kg^{-2}\ \text{و}\ M_T=5,95.10^{24}\,kg\ \text{و}\ M_S=1,99.10^{30}\,kg$$

1 ـ فسر ما معنى تماثل كروي .

2 ـ أعط التعبير الحرفي لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض $F_{S/T}$ **. واحسب قيمتها .**

3 ـ أعط التعبيرالحرفي لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على الشمس $F_{T/S}$ **. واستنتج قيمتها بدون اللجوء إلى عملية حسابية .**

4 ـ مثل على تبيانة تتضمن الكوكبين الشمس والأرض متجهات القوى $\vec{F}_{S/T}$ **و** $\vec{F}_{T/S}$ **باستعمال السلم**

$$1,00.10^{22}\,N\leftrightarrow 1cm$$

تمرين 4

تبلغ كتلة قمر اصطناعي 800kg .

1 ـ أحسب وزن القمر الاصطناعي على سطح الأرض

2ـ ما قيمة وزن هذا القمر عندما يكون على علو 300km من سطح الأرض .

تمرين 5

كتلة جسم هي m=50kg .

1 ـ احسب شدة وزن الجسم P_0 في مكان مستواه صفر (مستوى البحر) حيث $g_0=9.80N/kg$

2 ـ احسب شدة وزن الجسم عندما يكون على ارتفاع h=4165m

3 ـ احسب شدة وزن الجسم عندما يكون على سطح القمر حيث $g_L=\frac{1}{6}g_0$.

تم على سطح المشتري حيث $g_J=2.54g_0$

تمرين6

توجد مراكز كل من الأرض والقمر ومركبة فضائية على استقامة واحدة . لتكن d المسافة بين مركزي الأرض والمركبة ذات الكتلة m=1800kg و D المسافة بين مركزي الأرض والقمر .

1 ـ اكتب تعبير شدة قوة التجاذب الكوني التي يطبقها كل من القمر ولأرض على المركبة

2 ـ حدد المسافة d_0 حيث تكون لهاتين القوتين نفس الشدة

تمرين7

نريد أن نبين من خلال هذا التمرين الكيفية التي يتم بها إغناء المعلومات حول المنظومة الشمسية . في مارس 1979 المركبة الفضائية Voyages 1 اقتربت من المشتري بارتفاع $h_1=278000km$ حيث تم قياس شدة الثقالة $g_1=1.04N/kg$ المحدث من طرف هذا الكوكب . بعد مرور بضعة أشهر تم قياس بواسطة Voyage 2 شدة التقالة $g_2=0.243N/kg$ عند ارتفاع $h_2=650000km$ من سطح المشتري .

استنتج من هذه القياسات :

1 ـ قيمة كتلة المشتري

2 شعاع هذا الكوكب إذا افترضنا أن شكله كروي .

3 ـ شدة الثقالة على سطح المشتري

4 ـ قيمة الكتلة الحجمية ρ **للمشتري .**

المعطيات :

كتلة الأرض هي : $M_T=6.10^{24}kg$ شعاع الأرض هو : $R_T=6400km$ شدة الثقالة على سطح الأرض : $g=9.81N/kg$

ثابتة التجاذب الكوني هي : $G=6.67.10^{-11}(SI)$ المسافة بين مركز الأرض والقمر : $D=3.8.10^8m$

تصحيح تمارين الفيزياء حول التجاذب الكوني

تمرين 2

لحل التمرين نستعمل مفهوم رياضي : التناسب .

نضع D_S قطر الشمس و D_T قطر الأرض و d_S قطر التفاحة التي تماثل الشمس و d_T قطر السيء الذي يماثل الأرض .

علاقة التناسب بين المقادير الأربع : $\frac{D_S}{D_T} = \frac{d_S}{d_T}$

أي أن $d_T = \frac{D_T}{D_S} \times d_S$

تطبيق عددي : في المعطيات استعمل رقمين معبرين . إذن نعبر عن النتيجة كذلك برقمين معبرين .

$$d_T = \frac{1,3.10^7}{1,4.10^9} \times 10^{-2}\, m$$
$$= 0,1.10^{-3}\, m$$

يمكن أن نمثل الأرض بحبة رمل صغيرة جدا .

تمرين 3

1 ـ تماثل كروي : أن توزيع المادة الكتلية للجرم تكون بشكل منتظم حول مركزه .

2 ـ تعبير قوة التجادب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض :

$$F_{S/T} = G\frac{M_S M_T}{D^2}$$

تطبيق عددي :

$$F_{S/T} = 3,51.10^{22}\, N$$

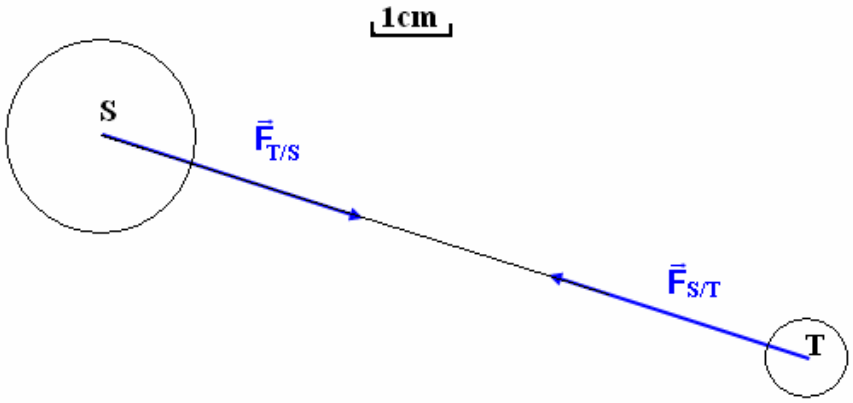
3 ـ قوة التجادب الكوني المطبقة من طرف الأرض على الشمس :

$$F_{T/S} = G.\frac{M_S.M_T}{D^2} = F_{S/T}$$

قيمة شدتها هي :

$$F_{T/S} = 3,51.10^{22}\, N$$

4 ـ تمثيل متجهة القوتين باستعمال السلم $1,00.10^{22} \leftrightarrow 1cm$



تمرين 4

1 ـ وزن القمر الاصطناعي على سطح الأرض :

$$P_0 = mg_0$$

تطبيق عددي : $P_0 = 7848N$

2 ـ وزنه على علو h=300km من سطح الأرض :

$$P_h = mg$$

$$g = g_0(\frac{R}{R+h})^2$$

$$P_h = mg_0(\frac{R}{R+h})^2$$

$$P_h = P_0(\frac{R}{R+h})^2$$

تطبيق عددي : $P_h = 7144N$

تمرين 5

نفس الطريقة التي تم بها حل التمرين 4

الأجوبة :

$$P_0 = 490N$$
$$P_h = 498N$$
$$P_L = 81,7N$$
$$P_j = 125 \times 10N$$

تمرين 6

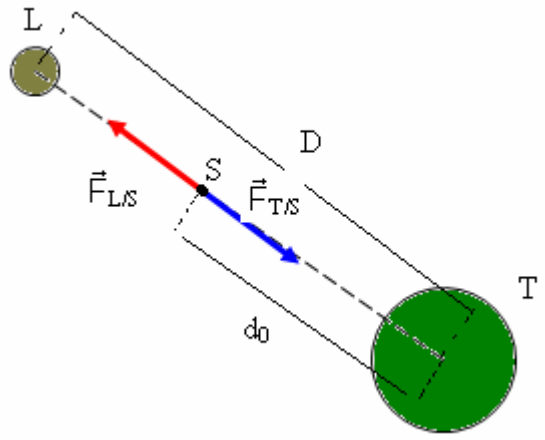
1 ـ تعبير شدة قوة التجاذب الكوني التي يطبقها القمر على المركبة :

$$F_{L/S} = G\frac{M_L m}{(D-d)^2}$$

شدة القوة التي تطبقها الأرض على المركبة :

$$F_{T/S} = G\frac{M_T m}{d^2}$$

2 ـ تكون لهاتين القوتين نفس الشدة . أي أن $d=d_0$



$$F_{T/S} = F_{L/S}$$

$$\frac{M_L}{(D-d_0)^2} = \frac{M_T}{d_0^2}$$

$$M_L d_0^2 = M_T(D-d_0)^2$$

$$d_0 = \pm\sqrt{\frac{M_T}{M_L}}(D-d_0)$$

نأخذ القيمة الموجبة

$$d_0 = \frac{\sqrt{\frac{M_T}{M_L}}D}{(1+\sqrt{\frac{M_T}{M_L}})}$$

نأخذ القيمة السالبة نحصل على النتيجة التالية :

في هذه الحالة تكون بما أن $d_0 = \dfrac{-\sqrt{\dfrac{M_T}{M_L}}D}{(1-\sqrt{\dfrac{M_T}{M_L}})}$

$$\frac{M_T}{M_L} = \frac{M_T}{\frac{M_T}{83}} = 83$$

$$\sqrt{83} = 9,11$$

يعني أن $d_0 = 1.12D > D$ أي لايمكن أن المركبة لا توجد بين الأرض والقمر إذن نبعد هذا الحل ونحتفظ بالحل الأول.

تطبيق عددي :

$$M_L = \frac{1}{83} M_T$$

$$d_0 = 3,42.10^8\, m$$

تمرين 7

نعتبر أن المشتري له تماثل كروي للكتلة

1 ـ عندما تكون المركبة الفضائية voyager 1 على ارتفاع h_1 من سطح المشتري فشدة المجال التجاذبي (نعتبره يساوي شدة التقالة)في هذه النقطة هو : $g_1 = G\dfrac{M}{(R+h_1)^2}$ Mكتلة كوكب المشتري وR شعاع كوكب المشتري

نفس الشيء بالنسبة للمركبة الفضائية Voyager 2 $g_2 = G\dfrac{M}{(R+h_2)^2}$

$$(R+h_1)^2 = \frac{G.M}{g_1} \Leftrightarrow (R+h_1) = \sqrt{\frac{G.M}{g_1}}\,(1)$$

$$(R+h_2)^2 = \frac{G.M}{g_2} \Leftrightarrow (R+h_2) = \sqrt{\frac{G.M}{g_2}}\,(1)$$

$$(2)-(1) \Leftrightarrow h_2 - h_1 = \left(\sqrt{\frac{G.M}{g_2}} - \sqrt{\frac{G.M}{g_1}}\right)$$

$$h_2 - h_1 = \sqrt{G.M}\left(\sqrt{\frac{1}{g_2}} - \sqrt{\frac{1}{g_1}}\right)$$

$$M = \frac{1}{G}\left(\frac{h_2 - h_1}{\frac{1}{\sqrt{g_2}} - \frac{1}{\sqrt{g_1}}}\right)^2 .$$

تطبيق عددي $M = 1,90.10^{27}\, kg$

2 ـ شعاع كوكب المشتري

أي أن $R + h_1 = \sqrt{\dfrac{G.M}{g_1}}$ $R = \sqrt{\dfrac{G.M}{g_1}} - h_1$

تطبيق عددي

$R = 71{,}0.10^3\ km$

3 ـ شدة الثقالة على سطح المشتري :

$g_0 = G\frac{M}{R^2}$ تطبيق عددي $g_0 = 25{,}1N/kg$

4 ـ الكتلة الحجمية ρ للمشتري

إذا اعتبرنا أن كوكب المشتري كروي الشكل فإن حجمه $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ونعلم أن الكتلة الحجمية

$\rho = \frac{M}{V} \Leftrightarrow \rho = \frac{3M}{4\pi R^3}$

تطبيق عددي : $\rho = 1{,}3.10^3\ kg.m^{-3}$

المشتري هو أضخم كوكب في النظام الشمسي وكتلته أكبر من كتلة الأرض ب 318 مرة ومتوسط شعاعه يساوي 11 مرة شعاع الأرض وشدة ثقالته على سطحه أكبر من شدة ثقالة الأرض ب 2.5 مرة . لكن يلاحظ أن له كثافة ضعيفة بالنسبة للأرض فهو يتكون من 99% من الهيدروجين والهليوم .

مصدر التمرين physique collection MESPLEDE