

## تمارين في التجاذب الكوني

### تمرين 1

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

### تمرين 2

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

### تمرين 3

يبعد مركز الشمس عن مركز الأرض بمسافة  $D_{S \rightarrow T} = 1,50.10^8 Km$  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 - فسر ما معنى تماثل كروي .
- 2 - أعط التعبير الحرفي لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض  $F_{S/T}$  . واحسب قيمتها .
- 3 - أعط التعبير الحرفي لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على الشمس  $F_{T/S}$  . واستنتج قيمتها بدون اللجوء إلى عملية حسابية .

4 - مثل على تبيانته 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 - أحسب وزن القمر الاصطناعي على سطح الأرض
- 2- ما قيمة وزن هذا القمر عندما يكون على علو 300km من سطح الأرض .

### تمرين 5

كتلة جسم هي  $m=50kg$  .

- 1 - احسب شدة وزن الجسم  $P_0$  في مكان مستواه صفر (مستوى البحر) حيث  $g_0=9.80N/kg$
- 2 - احسب شدة وزن الجسم عندما يكون على ارتفاع  $h=4165m$

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

تم على سطح المشتري حيث  $g_T=2.54g_0$

### تمرين 6

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 - اكتب تعبير شدة قوة التجاذب الكوني التي يطبقها كل من القمر ولأرض على المركبة
- 2 - حدد المسافة  $d_0$  حيث تكون لهاتين القوتين نفس الشدة

### تمرين 7

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 الثقالة  $g_2=0.243N/kg$  عند ارتفاع  $h_2=650000km$  من سطح المشتري .

استنتج من هذه القياسات :

- 1 - قيمة كتلة المشتري
- 2 شعاع هذا الكوكب إذا افترضنا أن شكله كروي .
- 3 - شدة الثقالة على سطح المشتري
- 4 - قيمة الكتلة الحجمية  $\rho$  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 قطر الشمس  $D_S$  قطر الأرض  $D_T$  و قطر التفاحة التي تماثل الشمس  $d_S$  قطر السبيء الذي يماثل الأرض .

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

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

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

$$d_T = \frac{1,3 \cdot 10^7}{1,4 \cdot 10^9} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$= 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

يمكن أن نمثل الأرض بحبة رمل صغيرة جدا .

### تمرين 3

- 1 - تماثل كروي : أن توزيع المادة الكتلية للجرم تكون بشكل منتظم حول مركزه .
- 2 - تعبير قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس على الأرض :

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

تطبيق عددي :

$$F_{S/T} = 3,51 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

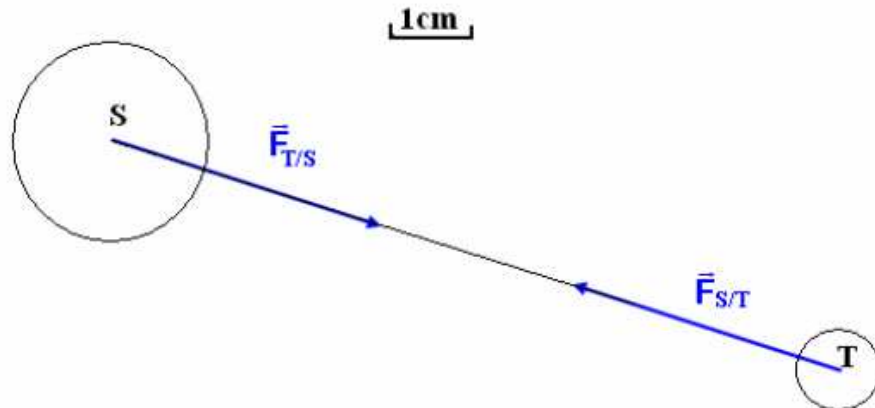
- 3 - قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على الشمس :

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

قيمة شدتها هي :

$$F_{T/S} = 3,51 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

- 4 - تمثيل متجهة الفوتين باستعمال السلم  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1,00 \cdot 10^{22}$



#### تمرين 4

1 - وزن القمر الاصطناعي على سطح الأرض :

$$P_0 = mg_0$$

تطبيق عددي :  $P_0 = 7848N$

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

$$P_h = mg$$

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

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

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

تطبيق عددي :  $P_h = 7144N$

#### تمرين 5

نفس الطريقة التي تم بها حل التمرين 4

$$P_0 = 490N$$

$$P_h = 498N$$

$$P_L = 81,7N$$

$$P_j = 125 \times 10N$$

الأجوبة :

#### تمرين 6

1 - تعبير شدة قوة التجاذب الكوني التي يبطفها 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 - تكون لهاتين القوتين نفس الشدة . أي أن

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

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

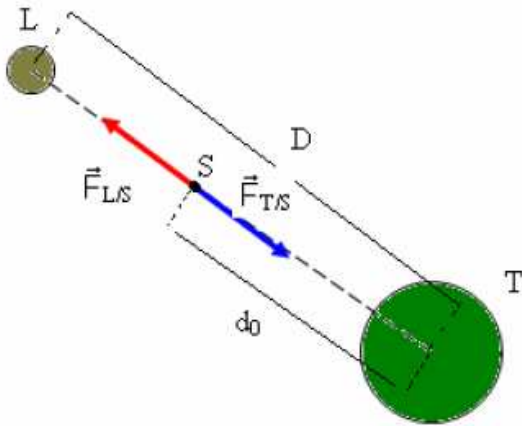
$$M_L d_0^2 = M_T (D-d_0)^2$$

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

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 :



$$d_0 = \frac{-\sqrt{\frac{M_T}{M_L}} D}{1 - \sqrt{\frac{M_T}{M_L}}}$$

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

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

يعني أن  $d_0 = 1.12D > D$  أي لا يمكن أن المركبة لا توجد بين الأرض والقمر إذن تبعد هذا الحل ونحتفظ بالحل الأول.  
تطبيق عددي :

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

$$d_0 = 3,42 \cdot 10^8 m$$

### تمرين 7

نعتبر أن المشتري له تماثل كروي للكتلة  
1 - عندما تكون المركبة الفضائية voyager 1 على ارتفاع  $h_1$  من سطح المشتري فشدة المجال التجاذبي (نعتبره يساوي شدة الثقالة) في هذه النقطة هو :  $g_1 = G \frac{M}{(R+h_1)^2}$   $M$  كتلة كوكب المشتري و  $R$  شعاع كوكب المشتري

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

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

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

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

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

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

تطبيق عددي  $M = 1,90 \cdot 10^{27} kg$

2 - شعاع كوكب المشتري

$$R = \sqrt{\frac{G.M}{g_1}} - h_1 \quad \text{أى أن} \quad R + h_1 = \sqrt{\frac{G.M}{g_1}}$$

تطبيق عددي

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

3 - شدة الثقالة على سطح المشتري :

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

4 - الكتلة الحجمية  $\rho$  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 :  $\rho = 1,3.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

المشتري هو أضخم كوكب في النظام الشمسي وكتلته أكبر من كتلة الأرض ب 318 مرة ومتوسط شعاعه يساوي 11 مرة شعاع الأرض وشدة ثقافته 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 .