

## 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

$$D_S = 1.4 \cdot 10^9 \text{m} \text{ و } D_T = 1,3 \cdot 10^7 \text{m}$$

### تمرين 3

يبعد مركز الشمس عن مركز الأرض بمسافة  $D_{S \rightarrow T} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ Km}$  وأن هذان الكوكبين لهما تماثل كروي . نعطي

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \text{ و } M_T = 5,95 \cdot 10^{24} \text{ kg} \text{ و } M_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

- 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 تبيانه تتضمن الكوكبين الشمس والأرض متجهات القوى  $\vec{F}_{S/T}$  و  $\vec{F}_{T/S}$  باستعمال السلم

$$1,00 \cdot 10^{22} \text{ N} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$$

### 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  $m=50\text{kg}$  .

- 1 - احسب شدة وزن الجسم  $P_0$  في مكان مستواه صفر (مستوى البحر) حيث  $g_0=9.80\text{N/kg}$
- 2 - احسب شدة وزن الجسم عندما يكون على ارتفاع  $h=4165\text{m}$
- 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  $m=1800\text{kg}$  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  $h_1=278000\text{km}$  حيث تم قياس شدة الثقالة  $g_1=1.04\text{N/kg}$  المحدث من طرف هذا الكوكب . بعد مرور بضعة أشهر تم قياس بواسطة Voyage 2 شدة الثقالة  $g_2=0.243\text{N/kg}$  عند ارتفاع  $h_2=650000\text{km}$  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 :  $M_T=6 \cdot 10^{24}\text{kg}$  شعاع الأرض هو :  $R_T=6400\text{km}$  شدة الثقالة على سطح الأرض :  $g=9.81\text{N/kg}$   
ثابتة التجاذب الكوني هي :  $G=6.67 \cdot 10^{-11}(\text{SI})$  المسافة بين مركز الأرض والقمر :  $D=3.8 \cdot 10^8\text{m}$

## تصحيح بعض التمارين

### تمرين 2

لحل التمرين نستعمل مفهوم رياضي : التناسب .  
نضع قطر الشمس  $D_S$  وقطر الأرض  $D_T$  وقطر التفاحة التي تماثل الشمس  $d_S$  وقطر السبيء الذي يماثل الأرض  $d_T$ .

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

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

تطبيق عددي : في المعطيات استعمل رقمين معبرين . إذن نغير 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 :

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

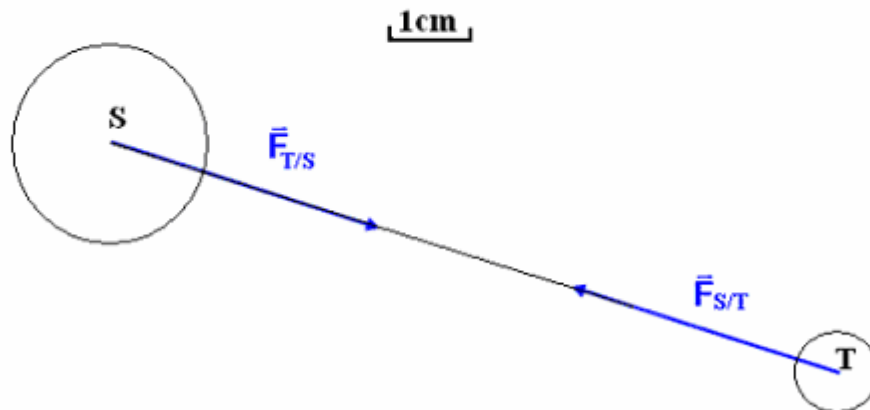
- 3 - قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على الشمس :

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

قيمة شدتها هي :

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

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



#### تمرين 4

1 - وزن القمر الاصطناعي على سطح الأرض :

$$P_0 = mg_0$$

$$P_0 = 7848N \text{ : تطبيق عددي}$$

2 - وزنه على علو  $h=300\text{km}$  من سطح الأرض :

$$P_h = mg$$

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

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

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

$$P_h = 7144N \text{ : تطبيق عددي}$$

#### 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 يطبها 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

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

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

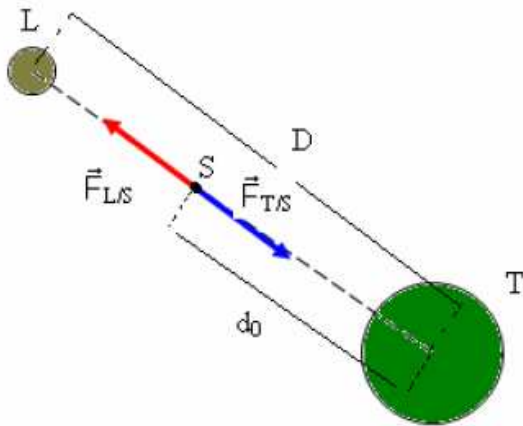
$$M_L d_0^2 = M_T (D-d_0)^2$$

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

نأخذ القيمة الموجبة

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

نأخذ القيمة السالبة نحصل على النتيجة التالية :



$$d_0 = \frac{-\sqrt{\frac{M_T}{M_L}} D}{\left(1 - \sqrt{\frac{M_T}{M_L}}\right)}$$

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

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

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

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

$$d_0 = 3,42.10^8 \text{ m}$$

## تمرين 7

نعتبر أن المشتري له تماثل كروي للكتلة  
1 - عندما تكون المركبة الفضائية voyager 1 على ارتفاع  $h_1$  من سطح المشتري فشدّة المجال التجاذبي (نعتبره يساوي

شدّة النفاثة) 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  $M = 1,90.10^{27} \text{ kg}$

2 - شعاع كوكب المشتري

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

تطبيق عددي

$$R = 71,0 \cdot 10^3 \text{ km}$$

3 - شدة الثقالة على سطح المشتري :

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

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 :  $\rho = 1,3 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

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 .