

تمارين التجاذب الكوني

تمرين 1:

عبر عن المقادير التالية بالمتري مستعملا قوى عشرة .

أ-طول بكتيريا : $3,1\mu m$

ب-محيط كرة السلة : $7,8dm$

ج-قطر شعرة : $0,1mm$

د-طول خلية : $20\mu m$

هـ-شعاع ذرة هيدروجين : $125pm$

و-نواة ذرة الصوديوم : $3,4 fm$

تمرين 2 :

- 1- أعط عدد الأعداد المعبرة للأعداد التالية :
 $3,25.10^4; 0,00043; 2.10^5; 5,01.10^8; 6,1.10^{-5}; 0,080$
- 2- ماهي الأعداد المكتوبة كتابة علمية . أكتب بالكتابة العلمية الأعداد الأخرى .
- 3- أتمم ملأ الجدول التالي بما يناسب :

رتبة قدر العدد	الكتابة العلمية	الكتابة العشرية
		382
	$8,2.10^{-6}$	
		0,00076
10^{-7}	$8,9.10^{\dots}$	

تمرين 3:

كرة كتلتها $m=700g$ توجد على مسافة $d=1m$ من سطح الأرض .

1- أعط تعبير شدة قوة التجاذب الكوني بين الأرض والكرة .

2- أحسب قيمتها .

3- استنتج شدة الثقالة عند هذه المسافة .

نعطي : كتلة الأرض : $M = 6.10^{24} kg$

شعاع الأرض : $R = 6378km$

تمرين 4 :

كرتان حديدتان لهما نفس الكتلة $m=650g$ موضوعتان على سلك أفقي تفصل بينهما المسافة $d=20cm$.

1- أحسب شدة وزن إحدى الكرتين . نعطي شدة الثقالة : $g=9,8 N/kg$.

2- ما شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى ؟

3- لماذا عندما ندرس توازن إحدى الكرتين لا نأخذ بعين الإعتبار قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى

الكرتين على الأخرى ؟

تمرين 5 :

- تبلغ كتلة قمر اصطناعي 800kg .
- 1- أحسب وزن القمر الإصطناعي على سطح الأرض .
 - 2- ما قيمة وزن هذا القمر على علو 300km من سطح الأرض .
نعطي :
شدة الثقالة على سطح الأرض : $g_0=9,81\text{N/kg}$
شعاع الأرض : $R=6,40.10^3 \text{ km}$

تمرين 6:

- 1- تبلغ المسافة بين نواتي ذرتي الأوكسيجين في جزيئة ثنائي الأوكسيجين 147pm ، ويبلغ شعاع نواة ذرة الأوكسيجين 3,2 fm ($1\text{fm} = 10^{-15}\text{m}$) .
إذا مثلنا نواة الأوكسيجين بكرة شعاعها 4,0 cm ، ماهي إذن بهذا السلم المسافة d بين نواتي ذرتي الأوكسيجين في جزيئة ثنائي الأوكسيجين .
- 2- يعطي الجدول أسفله المسافة بين بعض الكواكب والشمس :

الكوكب	المشتري	الزهرة	الأرض	المريخ	بلوتون
المسافة	778 مليون كيلومتر	108 مليون كيلومتر	150 مليون كيلومتر	228 مليون كيلومتر	950 مليون كيلومتر

- نعطي شعاع الشمس : $r_s = 7.10^7 \text{ km}$
- إذا مثلنا الشمس بكرة شعاعها 4,0 cm أحسب بهذا السلم المسافة بين كل كوكب من الكواكب الواردة في الجدول وبين الشمس .
- 3- إعتماذا على نتائج السؤالين 1 و2 ماذا تستنتج ؟

تمرين 7:

- توجد مراكز كل من الأرض والقمر ومركبة فضائية على استقامة واحدة . لتكن d المسافة بين مركزي الأرض والمركبة الفضائية ذات الكتلة $m = 1800\text{kg}$ و D المسافة بين مركزي الأرض والقمر .
- 1- أكتب تعبير شدة قوة التجاذب الكوني التي يطبقها كل من القمر والأرض على المركبة .
 - 2- حدد d_0 حيث تكون لهاتين القوتين نفس الشدة .

تمرين 8 :

- 1- أعط مميزات متجهة الوزن \vec{P} لجسم كتلته m.
- 2- اذكر كيف تتغير شدة الوزن كلما ابتعدنا عن سطح الأرض .
- 3- ما هو الإرتفاع h عن سطح الأرض الذي يكون فيه وزن الجسم لا يساوي إلا نصف قيمته P_0 على سطح الأرض ؟
نعطي : $R = 6,40.10^3 \text{ km}$ شعاع الأرض .

تمرين 9 :

- في المعلم المركزي الأرضي ، ينجز ساتل كتلته m_s مدارا دائريا شعاعه r_s ومركزه هو مركز الأرض التي كتلتها M_T وشعاعها R_T .
- 1 عبر بدلالة G و m_s و R_T عن الشدة المشتركة F_0 لقوتي التأثير البيئي الجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون هذا الأخير على سطحها .
 - 2 عبر بدلالة G و M_T و m_s و r_s عن الشدة المشتركة F لقوتي التأثير البيئي الجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون في مداره .
 - 3 حدد العلو h الذي يوجد عليه الساتل عندما يكون $F = \frac{F_0}{16}$.

تصحيح تمارين التجاذب الكوني

تمرين 1:

- أ- لدينا : $1\mu m = 10^{-6} m$ اذن : $3,1\mu m = 3,1 \cdot 10^{-6} m$
ب- لدينا : $1dm = 10^{-1} m$ اذن : $7,8 dm = 7,8 \cdot 10^{-1} m$
ج- لدينا : $1mm = 10^{-3} m$ اذن : $0,1 mm = 10^{-1} \cdot 10^{-3} = 10^{-4} m$
د- لدينا : $1\mu m = 10^{-6} m$ اذن : $20\mu m = 2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} m$
هـ- لدينا : $1pm = 10^{-12} m$ اذن : $125 pm = 1,25 \cdot 10^2 \cdot 10^{-12} m = 1,25 \cdot 10^{-10} m$
و- لدينا : $1fm = 10^{-15} m$ اذن : $3,4 fm = 3,4 \cdot 10^{-15} m$

تمرين 2 :

- 1- عدد الأعداد المعبرة :
- العدد $3,25 \cdot 10^4$ يضم 3 أرقام معبرة وهي : 3 و 2 و 5 .
- العدد 0,00043 ، نكتب أولا هذه الكتابة علميا ($a \cdot 10^n$) : $0,00043 = 4,3 \cdot 10^{-4}$ يضم هذا العدد رقمين معبرين وهما 4 و 3 .
- العدد $2 \cdot 10^5$ يحتوي هذا العدد على رقما معبرا واحدا وهو 2
- العدد $5 \cdot 01 \cdot 10^8$ يحتوي هذا العدد على 3 أرقام معبرة .
- العدد $6,1 \cdot 10^{-5}$ يحتوي على رقمين معبرين .
- العدد 0,080 يكتب $8 \cdot 0 \cdot 10^{-2} = 0,080$ فهو يحتوي على رقمين معبرين .

2- الكتابة العلمية :

- الأعداد المكتوبة كتابة علمية هي :
 $3,25 \cdot 10^4; 2 \cdot 10^5; 5,01 \cdot 10^8; 6,1 \cdot 10^{-5}$
الكتابة العلمية للأعداد الأخرى :
 $0,00043 = 4,3 \cdot 10^{-4}$
 $0,080 = 8,0 \cdot 10^{-2}$

3- تذكير

- الكتابة العلمية : $a \cdot 10^n$
مع $1 \leq a < 10$ و n : عدد صحيح موجب أو سالب .
رتبة القدر قوة العشرة الأقرب لهذا العدد .
بالنسبة العدد 382 يكتب $3,82 \cdot 10^2$
لدينا $a=3,82$ و $n=2$
بما أن $a < 5$ فإنها تقترب من 1 ومنه رتبة القدر العدد $3,82 \cdot 10^2$ هو $10^2 = 1 \cdot 10^2$
بالنسبة للعدد 0,00076 يكتب $7,6 \cdot 10^{-4}$
بما أن $5 < 7,6$ فإنه يقترب من 10 ومنه فإن رتبة القدر هي $10^{-3} = 10 \cdot 10^{-4}$

رتبة قدر العدد	الكتابة العلمية	الكتابة العشرية
10^2	$3,82.10^2$	382
10^{-5}	$8,2.10^{-6}$	0,0000082
10^{-3}	$7,6.10^{-4}$	0,00076
10^{-5}	$8,9.10^{-6}$	0,0000089

التمرين 3:

1- تعبير الشدة المشتركة لقوة التجاذب الكوني بين الكرة والارض :

$$F = G \frac{M.m}{(R+d)^2}$$

2- حساب F :

$$M = 6.10^{24}t = 6.10^{24} kg \text{ و } R = 6378km = 6378.10^3m$$

$$F = 6,67.10^{-11} \frac{6.10^{24}kg \times 0,7kg}{(6378.10^3m + 1m)^2}$$

$$F \approx 6,89N$$

3- استنتاج شدة الثقالة :

لدينا :

$$P = mg \Leftrightarrow g = \frac{P}{m} = \frac{689,}{0,7} = 9,84 N/kg$$

تمرين 4:

1- شدة وزن إحدى الكرتين:

$$P = m.g$$

ت.ع :

$$P = 0,65 \times 9,8 = 6,37N$$

2- شدة قوة التجاذب الكوني :

$$F = G \cdot \frac{m.m}{d^2}$$

ت.ع:

$$F = 6,67.10^{-11} \times \frac{0,65 \times 0,65}{(20.10^{-2})^2} = 7.10^{-10} N$$

3- لنقارن F و P

$$P \approx 10^{10} F: \text{أي } \frac{P}{F} = \frac{6,4}{7.10^{-2}} = 9.10^9$$

وبالتالي قيمة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى مهملة أمام قيمة وزن إحدى الكرتين ، لذلك عندما ندرس توازن إحدى الكرتان لا نأخذ بعين الإعتبار قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف إحدى الكرتين على الأخرى .

تمرين 5:

1- وزن القمر الإصطناعي على سطح الأرض :

$$P_0 = mg_0$$

ت.ع:

$$P_0 = 800 \times 9,81 = 7848 \text{ N}$$

2- وزنه على علو $h=600\text{km}$ من سطح الأرض :

$$P_h = mg$$

$$g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} \text{ : نعلم أن}$$

إذن وزنه عند الإرتفاع h :

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

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

ت.ع :

$$P = 7848 \times \left(\frac{6,40 \cdot 10^6}{6,40 \cdot 10^6 + 300 \cdot 10^3} \right)^2$$

$$P = 7144 \text{ N}$$

تمرين 6 :

1- المسافة بين نواتي الذرتين :

حسب السلم المستعمل لدينا :

$$4\text{cm} \rightarrow 3,2\text{fm}$$

ومنه :

$$4 \cdot 10^{-2} \text{m} \rightarrow 3,2 \cdot 10^{-15} \text{m}$$

$$d \rightarrow 147 \cdot 10^{-12} \text{m}$$

نستنتج :

$$d = \frac{4 \cdot 10^{-2} \times 147 \cdot 10^{-12}}{3,2 \cdot 10^{-15}} = 1837,5 \text{ m}$$

$$d = 1,8 \cdot 10^3 \text{m}$$

2- المسافة بين الشمس وكل كوكب :

حسب السلم :

$$4\text{cm} \rightarrow 3,2\text{fm}$$

أي :

$$4.10^{-2}\text{m} \rightarrow 7.10^8 \text{ m}$$

نحول المسافات الى المتر:

❖ المسافة شمس - زهرة :

$$D_V = 108.10^6 \text{ km} = 1,08.10^{11}\text{m}$$

❖ المسافة شمس - أرض :

$$D_T = 150.10^6\text{km} = 1,5.10^{11}\text{m}$$

❖ المسافة سمش - زحل :

$$D_S = 228.10^6\text{km} = 2,28.10^{11}\text{m}$$

❖ المسافة سمش - مشتري :

$$D_J = 778.10^6\text{km} = 7,78.10^{11}\text{m}$$

❖ المسافة شمس - بلوتون :

$$D_P = 5950.10^6\text{km} = 5,95.10^{12}\text{m}$$

باستعمال علاقة التناسب :

$$4.10^{-2}\text{m} \rightarrow 7.10^8 \text{ m}$$

$$d \rightarrow D$$

اذن :

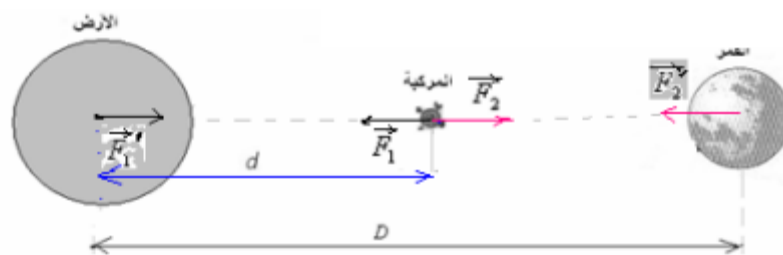
$$d = \frac{4.10^{-2}D}{7.10^8}$$

المسافة d حسب السلم	المسافة D
6,2m	D_V
8,6m	D_T
13m	D_S
44m	D_J
40m	D_P

3- الإستنتاج :

من السؤالين 1 و2 نستنتج أنه على المستوى الذري أو الفلكي ، يتكون الفضاء أساسا من الفراغ .

تمرين 7 :



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

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

تعبير شدة القوة التي تطبقها الأرض على المركبة :

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

-2 عند ما تكون $d=d_0$ تكون للقوتين $F_{L/S}$ و $F_{T/S}$ نفس الشدة :

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

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

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

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

عندما نأخذ القيمة الموجبة نجد:

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

عندما نأخذ القيمة السالبة نجد:

$$d_0 = -D \frac{\sqrt{\frac{M_T}{M_L}}}{1 - \sqrt{\frac{M_T}{M_L}}} (2)$$

تطبيق عددي :

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

$$d_0 = 3,84.10^5 \frac{\sqrt{83}}{1 + \sqrt{83}} = 3,46.10^5 \text{ km} (1)$$

$$d'_0 = -3,84.10^5 \times \frac{\sqrt{83}}{1 - \sqrt{83}} = 4,31.10^5 \text{ km} > D (2)$$

في الحالة الثانية لا يمكن للمركبة ان تكون بين الأرض والقمر لأن $d'_0 > D$ اذن للقوتان نفس الشدة عند ما تكون المسافة $d = 3,46.10^5 \text{ km}$ بين الأرض والمركبة .

تمرين 8:

-1 مميزات الوزن \vec{P} :

- نقطة التأثير : G مركز ثقل الجسم .
- الاتجاه : الخط الرأسي المار من G .
- المنحى : نحو الأسفل .
- الشدة : $P = mg$

- 2- تعبير الوزن حسب الارتفاع :
كلما ابتعدنا عن سطح الأرض كلما تناقصت شدة الثقالة g وبالتالي تناقص شدة الوزن .
- 3- قيمة الارتفاع h :
نعلم أن :

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

وبالتالي وزن الجسم عند الارتفاع h :

$$P_h = m \cdot g_h$$

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

$$P_0 = mg_0 \text{ : مع}$$

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

$$P_h = \frac{P_0}{2} \text{ : نعلم أن}$$

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

$$\frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{R}{R+h} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$R\sqrt{2} = R+h$$

$$h = R\sqrt{2} - R$$

$$h = R(\sqrt{2} - 1)$$

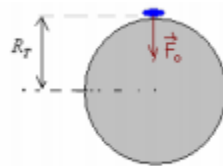
ت.ع:

$$h = 6,4 \cdot 10^3 (\sqrt{2} - 1)$$

$$h = 2,65 \cdot 10^3 \text{ km}$$

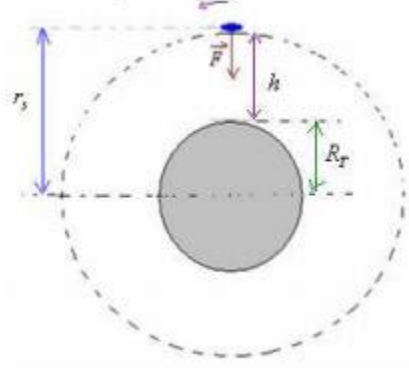
تمرين 9:

- 1- الشدة المشتركة F_0 لقوتي التأثير البيئي الجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون هذا الأخير على سطحها .



$$F_0 = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

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



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

3- لنحدد الإرتفاع h الذي يوجد عليه الساتل عندما تكون $F = \frac{F_0}{16}$: أي $\frac{F_0}{F} = 16$

$$F = G \frac{M_T m}{r_S^2} \quad \text{و} \quad F_0 = G \frac{M_T m}{R_T^2} \quad \text{مع}$$

$$\frac{F_0}{F} = \frac{G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}}{G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r_S^2}} = \frac{\frac{1}{R_T^2}}{\frac{1}{r_S^2}} = \frac{R_S^2}{R_T^2}$$

$$\frac{F_0}{F} = 16 \Leftrightarrow 16 \frac{R_T^2}{r_S^2} \Leftrightarrow r_S^2 = 16 \cdot R_T^2 \quad \text{بما أن}$$

$$\text{أي} : r_S = 4 \cdot R_T$$

وبما ان المدار شعاعه : $r_S = R_T + h$ فإن $h = r_S - R_T$

$$\text{اذن} : h = 4R_T - R_T = 3R_T$$

$$h = 3 \times 6378 = 19134 \text{ km}$$