تمارين التجاذب الكوني

تمرين 1:

عبر عن المقادير التالية بالمتر مستعملا قوى عشرة .
أ-طول بكتيريا :$3,1\mu m$
ب-محيط كرة السلة : 7,8dm
ج-قطر شعرة : 0,1mm
د-طول خلية : $20\mu m$
ه-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 :

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

تمرين 3:

كرة كتلتها m=700g توجد على مسافة d=1m من سطح الأرض .
1- أعط تعبير شدة قوة التجاب 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 حديديتان لهما نفس الكتلة m=650g موضوعتان على سكح 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 : $g_0=9,81N/kg$
شعاع الأرض : $R=6,40.10^3\ km$

تمرين 6:

1- تبلغ المسافة بين نواتي ذرتي الأوكسيجين في جزيئة ثنائي الأوكسيجين 147pm ، ويبلغ شعاع نواة ذرة الأوكسيجين 3,2 fm ($1fm = 10^{-15}m$) .
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 : $r_S = 7.10^7\ km$
إذا مثلنا الشمس بكرة شعاعها 4,0 cm أحسب بهذا السلم المسافة بين كل كوكب من الكواكب الواردة في الجدول وبين الشمس .
3- إعتمادا على نتائج السؤالين 1و2 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 = 1800kg وD المسافة بين مركزي الأرض والقمر .
1- أكتب تعبيري 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 الارض الذي يكون فيه وزن الجسم لا يساوي إلا نصف قيمة P_0 على سطح الأرض ؟
نعطي : $R = 6,40.10^3\ km$ شعاع الأرض .

تمرين 9 :

في المعلم المركزي الأرضي ، ينجز ساتل كتلته m_S مدارا دائريا شعاعه r_sومركزه 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 البيني 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 المشتركةF لقوتي التأثير البيني الجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون في مداره .

3- حدد العلو hالذي 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: $3{,}1\ \mu m = 3{,}1.10^{-6}$ m
ب-لدينا : $1dm = 10^{-1}$ m اذن : $7{,}8\ dm = 7{,}8.10^{-1}$ m
ج-لدينا : $1mm = 10^{-3}$ m اذن : $0{,}1\ mm = 10^{-1}.10^{-3} = 10^{-4}$m
د-لدينا : $1\ \mu m = 10^{-6}$ m اذن : $20\mu m = 2.10.10^{-6} = 2.10^{-5}$m
ه-لدينا : $1pm = 10^{-12}$ m اذن : $125\ pm = 1{,}25.10^{2}.10^{-12}\ m = 1{,}25.10^{-10}$ m
و-لدينا : $1fm = 10^{-15}$m اذن : $3{,}4\ fm = 3{,}4.10^{-15}$ m

تمرين 2 :

1- عدد الأعداد المعبرة :
- العدد $3{,}25.10^{4}$ يضم 3 أرقام معبرة وهي : 3و2و5 .
- العدد 0,00043، نكتب أولا هذه الكتابة علميا ($a.10^{n}$) : $0{,}00043 = 4{,}3.10^{-4}$ يضم هذا العدد رقمين معبرين وهما 3و4 .
- العدد 2.10^{5} يحتوي هذا العدد على رقما معبرا واحدا وهو 2
- العدد $5.01.10^{8}$ يحتوي هذا العدد على 3أرقام معبرة .
- العدد $6{,}1.10^{-5}$ يحتوي على رقمين معبرين .
- العدد 0,080 يكتب $0{,}080 = 8.0.10^{-2}$ فهو يحتوي على رقمين معبرين .

2- الكتابة العلمية :

الأعداد المكتوبة كتابة علمية هي :
$3{,}25.10^{4}; 2.10^{5}; 5{,}01.10^{8}; 6{,}1.10^{-5}$
الكتابة العلمية للأعداد الأخرى :
$0{,}00043 = 4{,}3.10^{-4}$
$0{,}080 = 8{,}0.10^{-2}$

3- تذكير

الكتابة العلمية : $a.10^{n}$
مع $1 \leq a < 10$: و n: عدد صحيح موجب أو سالب .
رتبة القدر قوة العشرة الأقرب لهذا العدد .
بالنسبة العدد 382 يكتب $3{,}82.10^{2}$
لدينا a=3,82 وn=2
بما أن a<5 فانها تقترب من1 ومنه رتبة القدر العدد $3{,}82.10^{2}$ هو $1.10^{2}=10^{2}$
بالنسبة للعدد 0,00076 يكتب $7{,}6.10^{-4}$
بما أن 7,6 <5 فإنه يقترب من 10 ومنه فإن رتبة القدر هي $10^{-3} = 10.10^{-4}$

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

التمرين 3:

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

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

2- حساب F :

$M = 6.10^{21}t = 6.10^{24}\,kg$ و $R = 6378km = 6378.10^{3}m$

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

$F \simeq 6,89N$

3- استنتاج شدة الثقالة :

لدينا :

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

تمرين 4:

1- شدة وزن إحدى الكرتين:

$P = m.g$

ت.ع :

$P = 0,65X9,8 = 6,37N$

2- شدة قوة التجاذب الكوني :

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

ت.ع:

$$F = 6,67.10^{-11}x\frac{0,65\times0,65}{(20.10^{-2})^2} = 7.10^{-10}\ N$$

3- لنقارن F و P

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

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:

$$P_0 = 800x9,81 = 7848N$$

2- وزنه على علو h=600km من سطح الأرض :

$$P_h = mg$$

نعلم أن: $g=g_0\frac{R^2}{(R+h)^2}$

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 :

$$P = 7848x \left(\frac{6,40.10^6}{6,40.10^6+300.10^3}\right)^2$$

$$P = 7144\ N$$

تمرين 6 :

1- المسافة بين نواتي الذرتين :

حسب السلم المستعمل لدينا :

$4cm \rightarrow 3,2fm$

ومنه :

$$4.10^{-2}m \rightarrow 3,2.10^{-15}m$$
$$d \rightarrow 147.10^{-12}m$$

نستنتج :

$$d = \frac{4.10^{-2}\times147.10^{-12}}{3,2.10^{-15}} = 1837,5\ m$$

$$d = 1,8.10^3 m$$

2- المسافة بين الشمس وكل كوكب :

حسب السلم :

4cm →3,2fm

أي :

4.10^{-2}m → 7.10^{8} m

نحول المسافات الى المتر:

- ❖ المسافة شمس – زهرة :

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

- ❖ المسافة شمس – أرض :

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

- ❖ المسافة سمش – زحل :

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

- ❖ المسافة سمش –مشتري :

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

- ❖ المسافة شمس – بلوتون :

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

باستعمال علاقة التناسب :

4.10^{-2}m → 7.10^{8} m

d→ D

اذن :

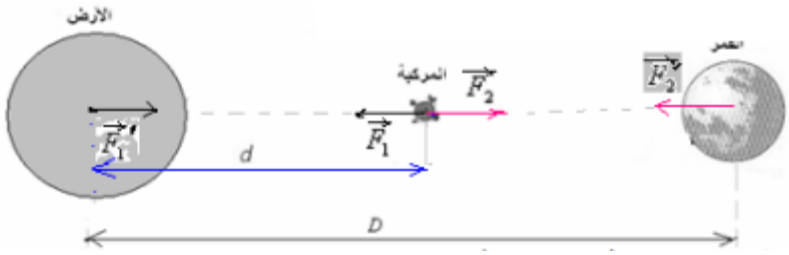
$$d = \frac{4.10^{-2}D}{7.10^{8}}$$

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

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 اللأرض 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 :

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

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

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

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

تمرين8:

1- مميزات الوزن $\vec{P}$:

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

2- تعبير الوزن حسب الإرتفاع :
كلما ابتعدنا عن سطح الأرض كلما تناقصت شدة الثقالة g وبالتالي تتناقص شدة الوزن .

3- قيمة الإرتفاع h :
نعلم أن :

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

وبالتالي وزن الجسم عند الإرتفاع h :

$$P_h = m.g_h$$

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

مع: $P_0 = mg_0$

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

نعلم أن: $P_h = \frac{P_0}{2}$

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

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

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

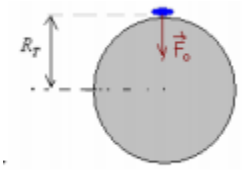
$R\sqrt{2} = R+h$
$h = R\sqrt{2} - R$
$h = R(\sqrt{2} - 1)$

ت.ع:

$h = 6{,}4.10^3(\sqrt{2} - 1)$
$h = 2{,}65.10^3 km$

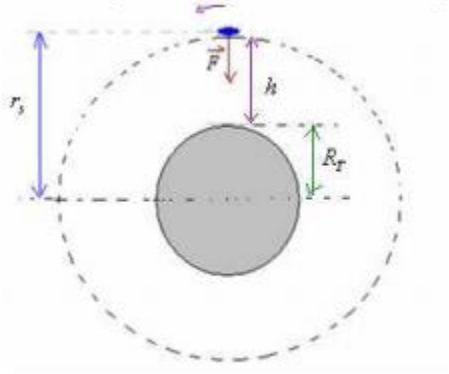
تمرين 9:

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



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

2- الشدة Fلقوتي التأثير البيني الجاذبي بين الأرض والساتل عندما يكون الساتل في مداره



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

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

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

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

بما أن : $r_S^2 = 16\,.R_T^2 \Leftarrow = 16\frac{R_T^2}{r_S^2} \Leftarrow = 16 = \frac{F_0}{F}$

أي : $r_S = 4.R_T$

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

اذن : $h = 4R_T - R_T = 3R_T$

h = 3x6378 = 19134 km