

تمارين محلولة

08

الميكانيك

التماسك في المادة وفي الفضاء

الشعبة : جذع مشترك
علوم و تكنولوجيا

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

التمرين (1) :

- 1- أحسب قوتي التجاذب بين القمر (L) و الأرض (T) ، ثم مثل في برسم و باستعمال سلم مناسب هاتين القوتين .
- 2- قارن بين شدة قوة الجذب العام و شدة القوة الكهربائية المتبادلتان بين البروتون (P) و الإلكترون (e) في ذرة الهيدروجين و ماذا تستنتج .
- 3- أحسب شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين بروتونين في نواة إذا كانت المسافة الفاصلة بينهما $m \cdot 10^{-15} \cdot 4$ ؟
- 4- كيف تفسر تماسك النواة مع وجود هذا التنافر بين بروتوناتها ؟ ناقش .

المعطيات :

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{Kg}^2$$

$$M_T = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \text{ : كتلة الأرض}$$

$$M_L = 7.36 \cdot 10^{22} \text{ kg} \text{ : كتلة القمر}$$

$$d = 3.84 \cdot 10^8 \text{ : المسافة المتوسطة بين الأرض و القمر}$$

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 \text{ : ثابت كولوم}$$

$$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \text{ : كتلة البروتون}$$

$$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \text{ : كتلة الإلكترون}$$

$$r_0 = 0.53 \cdot 10^{-10} \text{ m} \text{ : نصف قطر ذرة الهيدروجين}$$

$$q_{(e)} = - 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \text{ : شحنة الإلكترون}$$

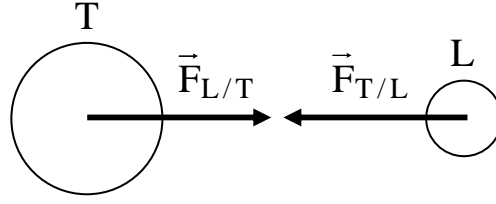
$$q_{(p)} = + 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \text{ : شحنة البروتون}$$

الحل :

1- قوة التجاذب بين القمر و الأرض :

$$F_{T/L} = F_{L/T} = G \frac{M_T \cdot M_L}{d^2}$$

$$F_{T/L} = F_{L/T} = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{5.97 \cdot 10^{24} \cdot 7.36 \cdot 10^{22}}{(3.84 \cdot 10^8)^2} = 2.0 \cdot 10^{20} \text{ N}$$



2- المقارنة بين قوة الجذب العام و شدة القوة الكهربائية بين الإلكترون و بروتون ذرة الهيدروجين :
 • قوة الجذب العام :

$$F_{P/e} = F_{e/P} = G \frac{m_p \cdot m_e}{d^2}$$

. $d = R$: نصف قطر ذرة الهيدروجين هو نفسه البعد بين الإلكترون و مركز النواة أي

$$F_{P/e} = F_{e/P} = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31}}{(0.53 \cdot 10^{-10})^2} = 3.61 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$

• القوة الكهربائية :

$$F'_{P/e} = F'_{e/P} = K \frac{|q_p| \cdot |q_e|}{d^2}$$

$$F'_{P/e} = F'_{e/P} = 9 \cdot 10^9 \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{(0.53 \cdot 10^{-10})^2} = 8.20 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

• المقارنة :

$$\frac{F'}{F} = \frac{8.20 \cdot 10^{-8}}{3.61 \cdot 10^{-47}} = 2.27 \cdot 10^{39} \rightarrow F' = 2.27 \cdot 10^{39} F$$

هذا يعني أن القوة الكهربائية أكبر بكثير من قوة الجذب العام و عليه يمكن إهمال قوة الجذب العام أمام القوة الكهربائية في ذرة الهيدروجين .
 3- شدة قوة التنافر بين البروتونين :

$$F'' = K \frac{|q_p| \cdot |q_p|}{d^2}$$

$$F'' = 9 \cdot 10^9 \frac{|1.6 \cdot 10^{-19}| \cdot |1.6 \cdot 10^{-19}|}{(4 \cdot 10^{-15})^2} = 14.4 \text{ N}$$

4- تفسير تماسك النواة :

النواة تحتوي على نوترونات (معدومة الشحنة) و بروتونات (موجبة الشحنة) و لا توجد شحنة سالبة ، هذا يدل على وجود قوى تنافر بين البروتونات ، لكن رغم ذلك النواة متماسكة ، يفسر ذلك بوجود قوى أخرى منعت التنافر و أدت إلى تماسك النواة .

التمرين (2) :

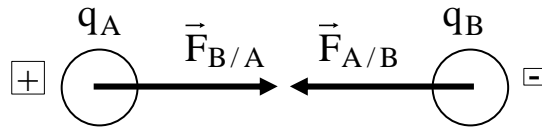
- في نقطتين A و B تفصلهما مسافة $d_1 = 20\text{cm}$ ، نثبت شحنتين q_A و q_B على الترتيب $q_A = 10 \mu\text{C}$ و $q_B = -5 \mu\text{C}$ ، علما أن : $K = 9 \cdot 10^9 \text{ U (SI)}$.
- 1- أحسب شدة القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_B .
 - 2- استنتج شدة القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_A .
 - 3- نقرّب من q_B شحنة ثالثة $q_C = +20 \mu\text{C}$ بحيث تكون q_C ، q_B ، q_A على استقامة واحدة و بهذا الترتيب ، تبعد q_C عن q_B مسافة $d_2 = 40 \text{ cm}$.



- أ- ما هي القوة الإجمالية التي تخضع لها الشحنة q_B ؟
- ب- هل تتأثر q_C بقوة ؟ إذا كان الجواب بنعم أحسبها ثم مثلها على الرسم .
- ج- أين يجب ووضع الشحنة q_C كي يصبح التأثير الإجمالي على q_B معدوما ؟

الحل :

1- القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_B :



$$F_{A/B} = K \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{d^2}$$

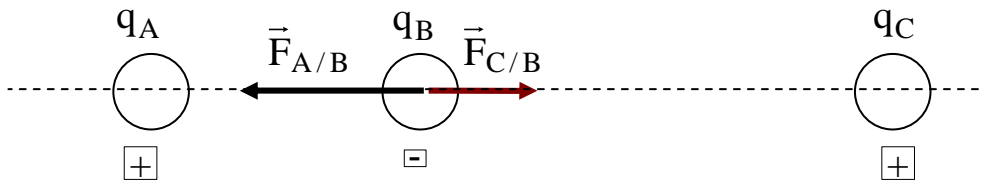
$$F_{A/B} = 9 \cdot 10^9 \frac{|10 \cdot 10^{-6}| \cdot |-5 \cdot 10^{-6}|}{(0.2)^2} = 11.25 \text{ N}$$

2- القوة الكهربائية التي تتأثر بها q_A :

حسب قانون كولوم يكون :

$$F_{B/A} = F_{A/B} = 11.25 \text{ N}$$

3- أ- القوة الإجمالية التي تخضع لها q_B :



نحسب أولا $F_{C/B}$:

$$F_{C/B} = K \frac{|q_C| \cdot |q_B|}{d^2}$$

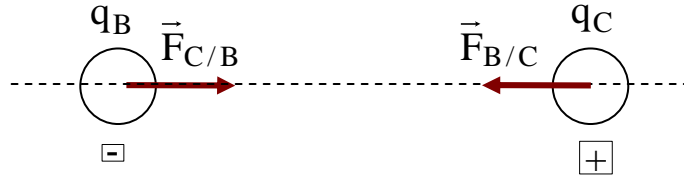
$$F_{C/B} = 9 \cdot 10^9 \frac{|20 \cdot 10^{-6}| \cdot |5 \cdot 10^{-6}|}{(0.4)^2} = 5.62 \text{ N}$$

وجدنا سابقا $F_{A/B}$ و كون أن القوتين $\vec{F}_{A/B}$ ، $\vec{F}_{C/B}$ لهما نفس الحامل و متعاكسين في الاتجاه تكون القوة الإجمالية :

$$F = |F_{A/B} - F_{C/B}|$$

$$F = |11.25 - 5.62| = 5.63 \text{ N}$$

ب- تأثير q_C بقوة :
نعم تتأثر كذلك الشحنة q_C بقوة ناتجة عن تأثير الشحنة q_B عليها (الشكل) .



و شدتها :

$$F_{B/C} = F_{C/B} = 5.62 \text{ N}$$

4- وضع q_C حتى يصبح التأثير الإجمالي معدوم :

كي يكون التأثير الإجمالي معدوم يجب أن يكون $\vec{F}_{A/B}$ ، $\vec{F}_{C/B}$ متعاكسين في الاتجاه و متساويين في الشدة أي : $F_{A/B} = F_{C/B}$ ومنه :

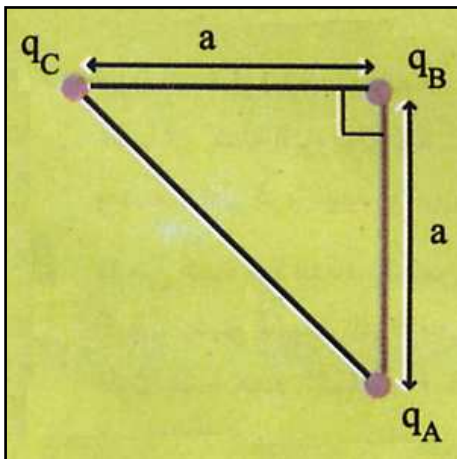
$$K \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{d_1^2} = K \frac{|q_C| \cdot |q_B|}{d_2^2} \rightarrow \frac{|q_A|}{d_1^2} = \frac{|q_C|}{d_2^2} \rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{|q_C| \cdot d_1^2}{|q_A|}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot (0.2)^2}{10 \cdot 10^{-6}}} = 0.28 \text{ m} = 28 \text{ cm}$$

أي : لكي ينعقد التأثير على الشحنة q_B يجب أن تبعد الشحنة q_C على الشحنة q_B بمقدار $d_2 = 28 \text{ cm}$ تقريبا .

التمرين (3) :

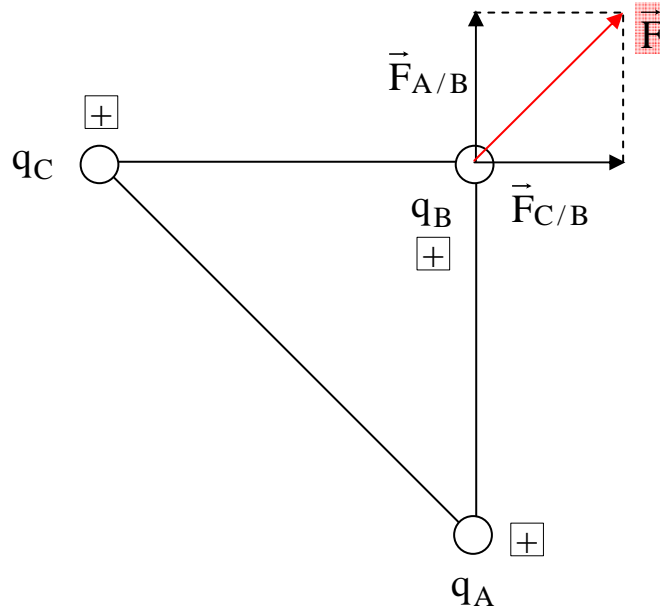
نثبت 3 شحن على رؤوس مثلث قائم متساوي الساقين .



■ أحسب ومثل القوة الكهربائية التي تتأثر بها q_B علما أن : $a = 10 \text{ cm}$ ،
• $q_A = q_B = q_C = + 6 \mu\text{C}$

الحل :

- تمثيل القوة الكهربائية التي تتأثر بها B و حساب شدتها :



$$F = \sqrt{(F_{A/B})^2 + (F_{C/B})^2}$$

$$\bullet F_{A/B} = K \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{(0.1)^2} = 32.4 \text{ C}$$

$$\bullet F_{C/B} = K \frac{|q_C| \cdot |q_B|}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{(0.1)^2} = 32.4 \text{ C}$$

$$F = \sqrt{(32.4)^2 + (32.4)^2} = 45.82 \text{ N}$$

التمرين (4) : (امتحان الثلاثي الثالث 2012/2011)

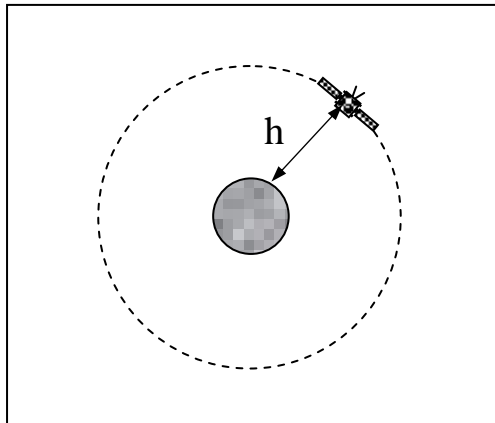
ينتمي القمر الاصطناعي جيوف أ (Giove - A) إلى برنامج غاليليو الأوروبي لتحديد الموقع المكمل للبرنامج الأمريكي GPS . نعتبر القمر الاصطناعي جيوف أ (Giove - A) ذي الكتلة $m_A = 700 \text{ kg}$ نقطياً ونفترض أنه يخضع إلى قوة جذب الأرض فقط .

يدور القمر جيوف أ (Giove - A) بسرعة ثابتة في مدار دائري مركزه (o) على ارتفاع $h = 23.6 \cdot 10^6 \text{ m}$ من سطح الأرض .

1- مثل قوة الجذب العام المؤثرة على القمر الاصطناعي .

2- عبر عن هذه القوة (قوة الجذب العام) بدلالة : ثابت الجذب العام G ، كتلة القمر الاصطناعي m_A ، كتلة الأرض M_T ، نصف قطر الأرض R ، ارتفاع القمر الاصطناعي h عن سطح الأرض . ثم أحسب شدتها .

3- إذا علمت أن قوة الجذب العام المؤثرة على القمر الاصطناعي مساوي لشدة ثقله $P = m_S g$ حيث g هي شدة الجاذبية الأرضية في الارتفاع الذي يوجد عليه القمر الاصطناعي ، عبر بدلالة M_T ، R ، h عن الجاذبية في نقطة تبعد بمقدار h عن سطح الأرض ثم أثبت أن :



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

حيث g_0 هي الجاذبية على سطح الأرض .
4- إذا علمت أن شدة الجاذبية على سطح الأرض هي $g_0 = 9.8 \text{ N.m}^2$ أحسب شدة الجاذبية في نقطة من مسار القمر الإصطناعي جيوف أ (Giove - A) .

يعطى :

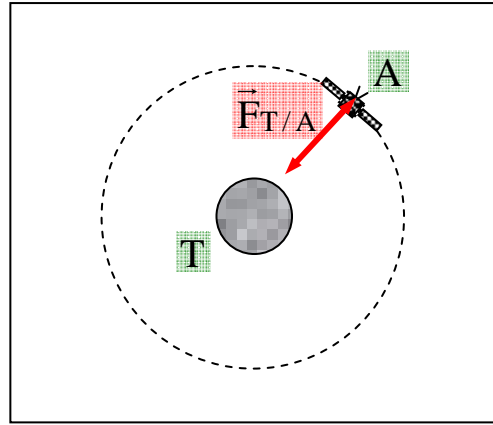
ثابت الجذب العام : $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{Kg}^2$

كتلة الأرض : $M_T = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

نصف قطر الأرض : $R = 6.38 \cdot 10^6 \text{ m}$

الحل :

1- تمثيل قوة الجذب العام :



2- عبارة قوة الجذب العام بدلالة G ، m_S ، M_T ، R ، h :

حسب قانون الجذب العام لدينا :

$$\vec{F}_{T/A} = G \frac{M_T \cdot m_A}{d^2} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_A}{r^2}$$

حيث r هو نصف قطر القمر الإصطناعي و الذي يمثل البعد بين مركز القمر الإصطناعي و مركز الأرض لذلك يكون $r = R + h$ و منه يصبح :

$$F_{T/A} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_A}{(R + h)^2}$$

تطبيق عددي :

$$F_{T/A} = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5.98 \cdot 10^{24} \cdot 700}{(6.38 \cdot 10^6 + 23.6 \cdot 10^6)^2} = 310.6 \text{ N}$$

3- عبارة g بدلالة G ، M_T ، R ، h :

من جهة :

$$P = m_A \cdot g$$

و من جهة أخرى :

$$P = F_{T/A} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_A}{(R+h)^2}$$

بالمطابقة يكون :

$$m_A g = G \cdot \frac{M_T \cdot m_A}{(R+h)^2}$$

$$g = G \cdot \frac{M_T}{(R+h)^2} \dots\dots\dots (1)$$

و على سطح الأرض أين يكون $g = g_0$ ، $h = 0$ يمكن كتابة :

$$g_0 = G \cdot \frac{M_T}{R^2} \dots\dots\dots (2)$$

بقسمة طرفي (1) على (2) نجد :

$$\frac{g}{g_0} = \frac{G \cdot \frac{M_T}{(R+h)^2}}{G \cdot \frac{M_T}{R^2}} = \frac{1}{(R+h)^2} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \rightarrow g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

4- شدة الجاذبية في نقطة من مسار القمر الإصطناعي جيوف أ (Giove - A) :
بتطبيق العلاقة السابقة :

$$g = 9.8 \frac{(6.38 \cdot 10^6)^2}{(6.38 \cdot 10^6 + 23.6 \cdot 10^6)^2} = 0.44 \text{ N/m}$$

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****

ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم

الخروب - قسنطينة

Fares_Fergani@yahoo.Fr

Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

www.sites.google.com/site/faresfergani