سلاسل المنجد - دروس و تمارين

1AS

جذع مشترك علوم و تكنولوجيا

السلسلة 1-06-1

علوم فيزيائية

التماسك في المادة و في الفضاء

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :
الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : أفريل/2022

www.dzexams.com



www.dzexams.com

التماسك في المادة و في الفضاء

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

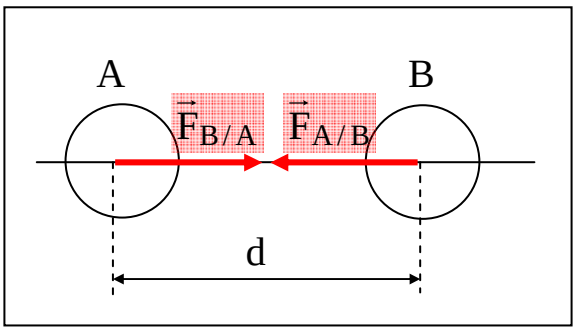
السلسلة 1-06- 01

عرض نظري و تمارين

1- الأفعال المتبادلة الجاذبة

• نص قانون الجذب العام :

- في عام 1687 ، أعطى إسحاق نيوتن قانون الجذب العام في كتابه الشهير على الشكل التالي :



" جسمان كيفيان يتجاذبان بقوة تتناسب مباشرة مع جداء كتلتيهما و عكسيا مع مربع المسافة التي تفصلهما "

هذا القانون هو أول قانون يصف أولى القوى الطبيعية على الشكل الذي ينص عليه القانون الثالث لنيوتن أي أول صيغة للفعلين المتبادلين بين جسمين (جملتين ميكانيكيتين) من جراء كتلتهما .

- نلاحظ أن النص الذي صاغه نيوتن يمتاز بعموميته أي أن في النص لا نجد أي تمييز و لا تشخيص للجسمين إذ يعتبرهما كيفيين و لا يحدد لحظة زمنية و لا مسافة ابتدائية و لا نهائية .

- يمكن نمذجة قوة الجذب العام ، المتبادلة بين جسمين A و B كتلتهما على الترتيب M_A و M_B تفصلهما المسافة d ، بعلاقة رياضية تسمح بتحديد شدة هذه القوة بدلالة الكتلتين و المسافة الفاصلة بين مركزي الجسمين ، تكون كما يلي :

www.dzexams.com

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{M_A . M_B}{d^2}$$

حيث $G = 6,67 .10^{-11}$ SI **هو** ثابت يدعى **ثابت الجذب العام** .

3- الأفعال المتبادلة الكهرومغناطسية

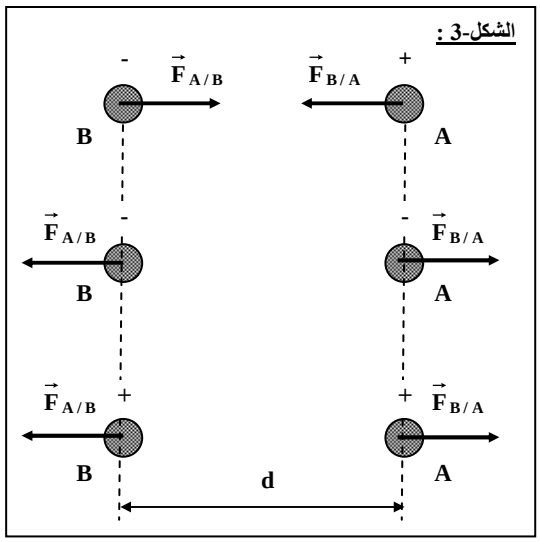
● قانون كولوم:

" شدة قوة التأثير المتبادل بين شحنتين q_A و q_B تفصلهما مسافة d تتناسب مباشرة مع جداء الشحنتين و عكسا مع مربع المسافة التي تفصلهما "

و نعبر عن هذا القانون بالعلاقة التالية :

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

الشكل-3 :



حيث $K = 9 . 10^9$ SI هو ثابت يدعى **ثابت كولوم** .

● القوى الكهرومغناطيسية :

زيادة على التأثير المتبادل بين الشحنات هناك تأثير يظهر من جراء حركة هذه الشحنات (التيار الكهربائي) و هو الأثر المغناطيسي للتيار و اكتشف هذا الأثر من طرف العالم النرويجي أورستد (Oersted) ، حيث سمح بإيجاد الارتباط بين الظاهرتين و بتوحيد الكهرباء و المغناطيسية ، لذا نتكلم عن التأثير الكهرومغناطيسي بدلا من كل منهما على حدة و ما هو في الحقيقة إلا وجهين لنفس القطعة .

4- الفعل المتبادل القوي

بعد اكتشاف البروتون والإلكترون، لم يعد تفسير تماسك النواة ممكنا بالفعلين المتبادلين الأساسين فقط (الجاذبي ، والكهرومغناطيسي) ، حيث أن الفعل الأول (الجاذبي) ضعيف ، وأما الفعل الثاني (الكهرومغناطيسي) فهو غير قادر

www.dzexams.com

على تحقيق تماسك الجسيمات المتعادلة كالنترونات ، من جهة أخرى فإن التدافع الكهربائي بين النترونات يؤدي حتما إلى تفجر النواة .

في عام 1935 م ، اقترح هيديكي يوكاوا (Hideki YUKAWA) نظرية أولى للقوة النووية : يصف فيها الأفعال المتبادلة بين البروتونات والنترونات بالمقايضة بجسيمات جديدة (ميزون المسماة البيادق) ، إلا أنه وخلافا لكل التوقعات تم اكتشاف جسيمات أخرى عديدة لاحقا (الإشعاعات الكونية) ، و هذا جعلت نظرية يوكاوا تصير غير كافية .

في حدود 1960 م ، تبين أن تصور بنية المادة المرتكز أساسا على الجسيمات العنصرية الثلاث (بروتون، إلكترون، نيوترون) ، لا يسمح بتفسير وجود الجسيمات العديدة المكتشفة خلال السنوات الأخيرة .

في عام 1964 م ، اقترح كل من موري جيل مان (Murray GELL-MANN) وَ جورج زويق (George ZWEIG) ، نظرية الكوارك (Quarks) ، يعتبران فيها أن البروتونات والنترونات والعديد من الجسيمات المكتشفة ما هي إلا أجسام معقدة مكونة من جسيمات صغيرة تدعى الكواركات.

بدأ الفيزيائيون في تقبل هذا النموذج شيئا فشيئا بالرغم من عدم مشاهدة أو عزل هذه الجسيمات الجديدة من أي كان ، وهكذا في حدود 1970 م ظهرت للوجود نظرية جديدة أدخلت جسيمات جديدة تسمى الغلييون (Gluons) لتفسير الفعل المتبادل القوي.

إن نظرية الكوارك ونظرية الغلييون أدمجتا في ما يسمى بالنموذج القياسي (Modèle Standard) ، المعتمد في عام 1995 م .

إنّ الفعل المتبادل القوي هو أكبر الأفعال المتبادلة شدة : هو محصور داخل النواة ، فالإلكترونات غير متأثرة به . إلاّ أنّه يسمح (من جهة أخرى) بإبطال فعل التدافع الكهربائي بين البروتونات داخل النواة .

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

1- يبعد القمر (L) عن الأرض (T) بمسافة $d = 3.84 . 10^8$ m كما أن كتلته $M_L = 7.36 . 10^{22}$ kg و كتلة الأرض $M_T = 5.97 . 10^{24}$ kg .

أ- أحسب قوتي التجاذب بين القمر (L) و الأرض (T) .

ب- ما يمكن قوله عن القوة الناتجة عن التأثير المتبادل الكهربائي .

جـ- استنتج القوة المسؤولة عن تماسك الجملة (قمر + أرض) و المادة في الفضاء عامة .

2- في ذرة الهيدروجين ^1_1H يدور إلكترون كتلته $m_e = 9.11 . 10^{-31}$ kg و شحنته $e^- = -1,6 . 10^{-19}$ C حول النواة التي هي عبارة عن بروتون بروتون كتلته $m_p = 1.67 . 10^{-27}$ kg و شحنته $e^+ = +1,6 . 10^{-19}$ C .

أ- أحسب شدة قوة الجذب العام و شدة القوة الكهربائية المتبادلتان بين البروتون (P) و الإلكترون (e) في ذرة الهيدروجين ، إذا علمت أن نصف قطر ذرة الهيدروجين هو $r_0 = 0.53 . 10^{-10}$ m .

ب- قارن بينهما ، ماذا تستنتج ؟

جـ- ما هي القوة المسئولة عن تماسك الذرة .

3- نواة ذرة الأكسجين $^{16}_8O$ ، تتكون من 8 بروتونات و 8 نترونات .

أ- أحسب شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين بروتونين في نواة ذرة الأكسجين إذا كانت علمت أن المسافة الفاصلة بينهما هي $4 . 10^{-15}$ m ؟

ب- كيف تفسر تماسك النواة مع وجود هذا التنافر بين بروتوناتها ؟ .

جـ- ما هو التأثير المتبادل الذي يحقق تماسك النواة .

يعطى : ثابت الجذب العام $G = 6.67 . 10^{-11}$ N.m^2/Kg^2 ، ثابت كولوم : $K = 9 . 10^9$ N.m^2/C^2 .

www.dzexams.com

الأجوبة :

1-أ- قوة التجاذب بين القمر و الأرض :

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

$$F_{T/L} = F_{L/T} = 6.67.10^{-11}\frac{5.97.10^{24}.\ 7.36.10^{22}}{(3.84\times10^{8})^2} = 2.0.10^{20}\ N$$

ب- القوة الناتجة عن التأثير المتبادل الكهربائي مهملة أمام قوة الجذب العام ، كون أن الأجسام كتلتها كبيرة جدا لا تؤثر على قوة كولوم كما أن المسافة بينها كبيرة جدا و قوة كولوم تتناسب عكسيا مع المسافة .

جـ- القوة المسؤولة عن الجملة (قمر + أرض) و المادة في القضاء عامة هي قوة الجذب العام .

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

● قوة الجذب العام :

$$F_{p/e} = F_{e/p} = G\frac{m_p.m_e}{d^2}$$

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

$$F_{p/e} = F_{e/p} = 6.67.10^{-11}\frac{1.67.10^{-27}.\ 9.11.10^{-31}}{(0.53.10^{-10})^2} = 3.61.10^{-47}\ N$$

● القوة الكهربائية :

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

$$F'_{p/e} = F'_{e/p} = 9.10^{9}\frac{1.6.10^{-19}.\ 1.6.10^{-19}}{(0.53.10^{-10})^2} = 8.20\ .\ 10^{-8}\ N$$

ب- المقارنة بينهما :

$$\frac{F'}{F} = \frac{8.20.10^{-8}}{3.61\ .\ 10^{-47}} = 2.27.10^{39}\ \rightarrow\ F' = 2.27.10^{39}\ F$$

هذا يعني أن القوة الكهربائية أكبر بكثير من قوة الجذب العام ، نستنتج أنه يمكن إهمال قوة الجذب العام أمام القوة الكهربائية في ذرة الهيدروجين .

جـ- القوة المسؤولة عن تماسك الذرة هي قوة كولوم .

3- أ- شدة قوة التنافر بين البروتونين :

$$F'' = K\frac{|q_P|\ .\ |q_P|}{d^2}$$

$$F'' = 9.10^{9}\frac{|1.6.10^{-19}|\ .\ |1.6.10^{-19}|}{(4.10^{-15})^2} = 14.4\ N$$

4- أ- تفسير تماسك النواة :

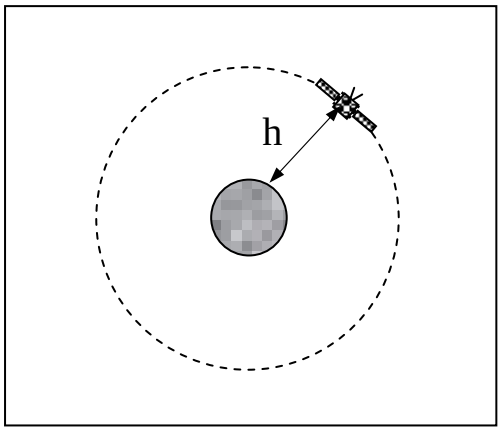
النواة تحتوي على نترونات (معدومة الشحنة) و برتونات (موجبة الشحنة) و لا توجد شحنة سالبة ، هذا يدل على وجود قوى تنافر بين البروتونات ، لكن رغم ذلك النواة متماسكة ، يفسر ذلك بوجود قوى أخرى منعت التنافر و أدت إلى تماسك النواة

ب- التأثير المتبادل الذي يحقق تماسك النواة هي القوة النووية القوية .

www.dzexams.com

5- تمارين متنوعة

التمرين (2) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع) (**)



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

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

1- مثل قوة الجذب العام المؤثرة على القمر الإصطناعي .

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

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

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

حيث g_0 هي الجاذبية على سطح الأرض .

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

يعطى :

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

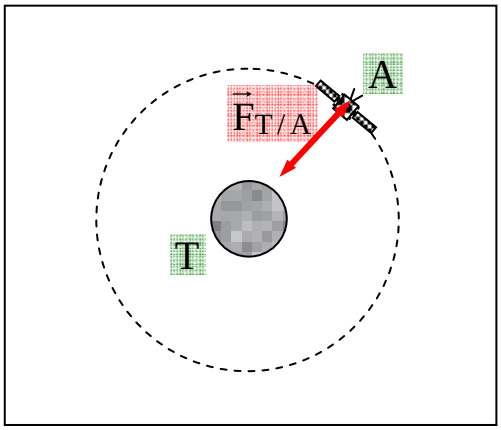
كتلة الأرض : $M_T = 5.98 . 10^{24}\ kg$

نصف قطر الأرض : $R = 6.38 . 10^6\ m$.

الأجوبة :

1- تمثيل قوة الجذب العام :

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



حسب قانون الجذب العام لدينا :

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

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 :

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

www.dzexams.com

تطبيق عددي :

$$F_{T/A} = 6.67.10^{-11}.\frac{5.98.10^{24}.700}{(6.38.10^{6} + 23.6.10^{6})^2} = 310.64\ N$$

3- عبارة عبارة g بدلالة G ، M_T ، R ، h :

من جهة :

$$P = m_A . g$$

و من جهة أخرى :

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

بالمطابقة يكون :

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

$$g = G.\frac{M_T}{(R+h)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

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

$$g_0 = G.\frac{M_T}{R^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

بقسمة طرفي (1) على (2) نجد :

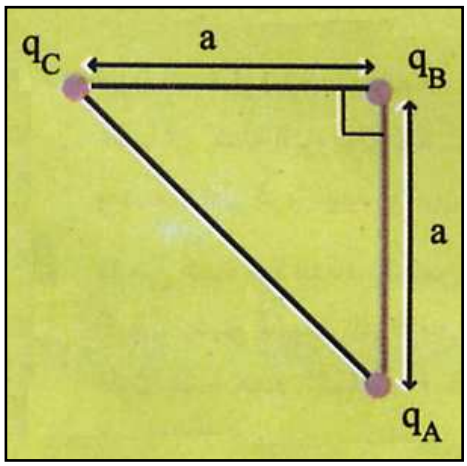
$$\frac{g}{g_0} = \frac{G.\frac{M_T}{(R+h)^2}}{G\frac{M_T}{R^2}} = \frac{\frac{1}{(R+h)^2}}{\frac{1}{R^2}} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \rightarrow g = g_0\frac{R^2}{(R+h)^2}$$

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

بتطبيق العلاقة السابقة :

$$g = 9.8\ \frac{(6.38.10^6)^2}{(6.38.10^6 + 23.6.10^6)^2} = 0.44\ N/m$$

التمرين (3) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (**)



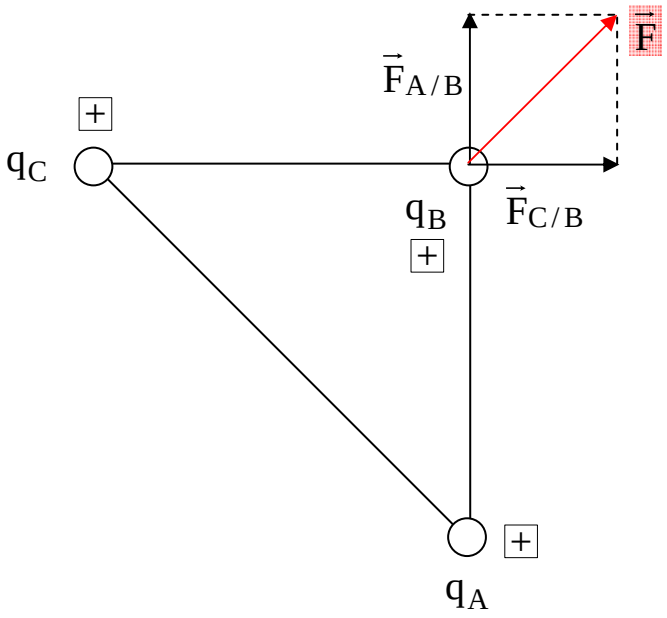
نثبت 3 شحن على رؤوس مثلث قائم متساوي الساقين .

- أحسب ومثل القوة الكهربائية التي تتأثر بها q_B علما أن : $a = 10\ cm$ ، $q_A = q_B = q_C = +6\ \mu C$.

www.dzexams.com

الأجوبة :

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



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

- $F_{A/B} = K\dfrac{|q_A| \cdot |q_B|}{a^2} = 9.10^9 \dfrac{6.10^{-6}.6.10^{-6}}{(0.1)^2} = 32.4\,C$
- $F_{C/B} = K\dfrac{|q_C| \cdot |q_B|}{a^2} = 9.10^9 \dfrac{6.10^{-6}.6.10^{-6}}{(0.1)^2} = 32.4\,C$

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

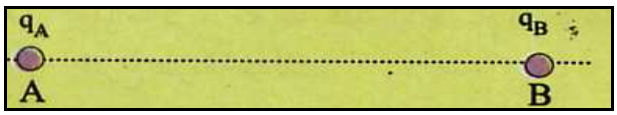
التمرين (4) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع) (**)

في نقطتين A و B تفصلهما مسافة $d_1 = 20cm$ ، نثبت شحنتين q_A و q_B على الترتيب $q_A = 10\ \mu C$ و $q_B = -5\ \mu C$ ، علما أن : $K = 9 . 10^9\ U\ (SI)$.

1- أحسب شدة القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_B .

2- استنتج شدة القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_A .

3- نقرب من q_B شحنة ثالثة $q_C = +20\ \mu C$ بحيث تكون q_A ، q_B ، q_C على استقامة واحدة و بهذا الترتيب ، تبعد q_C عن q_B مسافة $d_2 = 40\ cm$.



أ- ما هي القوة الإجمالية التي تخضع لها الشحنة q_B ؟

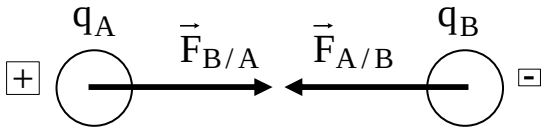
ب- هل تتأثر q_C بقوة ؟ إذا كان الجواب بنعم ثم مثلها على الرسم .

4- أين يجب وضع الشحنة q_C كي يصبح التأثير الإجمالي على q_B معدوما ؟

www.dzexams.com

الأجوبة :

1- القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_B :



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

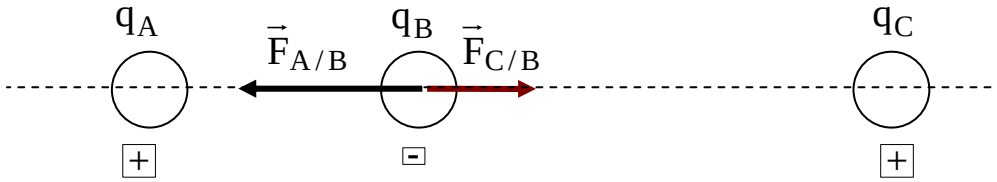
$$F_{A/B} = 9.10^9 \frac{|10.10^{-6}| \cdot |-5.10^{-6}|}{(0.2)^2} = 11.25\ N$$

2- القوة الكهربائية التي تتأثر بها q_A :

حسب قانون كولوم يكون :

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

3- أ- القوة الإجمالية التي تخضع لها q_B :



نحسب أولا $F_{C/B}$:

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

$$F_{C/B} = 9.10^9 \frac{|20.10^{-6}| \cdot |-5.10^{-6}|}{(0.4)^2} = 5.63\ N$$

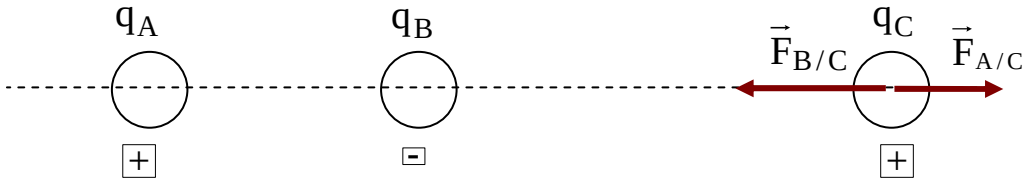
و كون أن القوتين $\vec{F}_{A/B}$ ، $\vec{F}_{C/B}$ لهما نفس الحامل و متعاكسين في الاتجاه تكون القوة الإجمالية :

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

$$F = |11.25 - 5.62| = 5.62\ N$$

ب- تأثر q_C بقوة :

نعم تتأثر الشحنة q_C بقوة ناتجة عن تأثير الشحنة q_B و كذلك بقوة ناتجة عن تأثير الشحنة q_A في آن واحد :



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 :

www.dzexams.com

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

$$d_2' = \sqrt{\frac{20.10^{-6}\cdot(0.2)^2}{|10.10^{-6}|}} = 0.28\,m = 28\,cm$$

أي : لكي ينعدم التأثير على الشحنة q_B يجب أن تبعد الشحنة q_C على الشحنة q_B بمقدار $d_2' = 28\ cm$ تقريبا .

www.dzexams.com

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

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

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani

www.dzexams.com