Université des sciences et de la technologie d'Oran

Département Maths Informatique **Semestre II 2021**

TD N 1

Charges, Forces et Champs électriques

Exercice n 1 :

L'atome d'hydrogène possède un électron qui tourne autour du proton. La trajectoire est considérée comme circulaire et de rayon 53 pm.

1. Calculer la valeur de la force d'interaction électrique exercée par le proton sur l'électron
2. Calculer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle exercée par le proton sur l'électron
3. Quelle est la force responsable de la cohésion ? justifier.

On donne : $m(\acute{e})=9{,}1.10^{-31}$ Kg ; $m(p)=1{,}67.10^{-27}$ Kg ; $G=6{,}67.\ 10^{-11}$ $N.m^2/Kg^2$; $e=1{,}6.10^{-19}$ C ; $K=9.10^9$ $N.m^2/C^2$

Exercice n 2 :

On considère trois charges q_1 (A), q_2(B) et q_3(C) situées aux sommets d'un triangle équilatéral (AB=BC=AC).

1. Calculer la force électrique résultante sur chaque charge
2. On ajoute une quatrième charge q_4 au milieu du coté AC (le point M), représenter et calculer la résultante des forces électriques au point M

On donne $q_1=e$; $q_2=q_3=2.e$; $q_4=-e$

Exercice n 3 :

Trois charges ponctuelles identiques $q>0$ placées aux sommets d'un triangle équilatérale. Déterminer le champ électrostatique crée au centre géométrique G du triangle.

Solution Fiche TD N°1

Exo1 :

$r = 53\,pm = 53.10^{-12}\,m$ distance entre l'électron et le proton

1) force d'interaction électrique

$$\|\vec{F}_e\| = K\frac{|q_e q_p|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_e q_p|}{r^2}$$

$q_e = -1,6.10^{-19}\,C$ et $q_p = +1,6.10^{-19}\,C$

$K = 9.10^9\ N.m^2/C^2$

$$\|\vec{F}\| = 9.10^9 \cdot \frac{(1,6.10^{-19})^2}{(53.10^{-12})^2} = 8,20.10^{-8}\,N$$

2) force d'interaction gravitationnelle :

$$\|\vec{F}_G\| = G.\frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,67.10^{-11}.\frac{9,1.10^{-31}.1,67.10^{-27}}{(53.10^{-12})^2}$$

$$= 3,60.10^{-47}\,N$$

$$\frac{\|\vec{F}_e\|}{\|\vec{F}_G\|} = 2,27.10^{+39}$$

la force gravitationnelle est négligeable devant la force électrique c'est la force électrique qui est responsable de la cohésion entre l'électron et le noyau

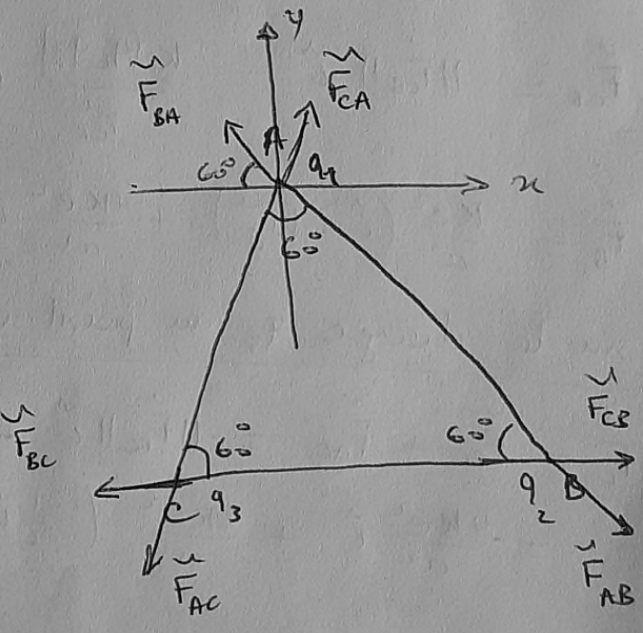
Exo2 :

$q_1 = e$, $q_2 = q_3 = 2e$

sur la charge q_1 au point A

$$\vec{F}_A = \vec{F}_{BA} + \vec{F}_{CA}$$

$$\vec{F}_{AB} = -\|\vec{F}_{BA}\|\cos(60^\circ)\,\vec{i} + \|\vec{F}_{BA}\|\sin(60^\circ)\,\vec{j}$$



$$\|\vec{F}_{BA}\| = \frac{K|q_A q_B|}{r_{AB}^2}$$

$r_{AB} = AB = a$; $\cos(60°) = \cos(\frac{\pi}{3}) = \frac{1}{2}$, $\sin(60°) = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\vec{F}_{BA} = \left(-\frac{1}{2}\vec{i} + \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right) K\frac{q_A q_B}{a^2} = \frac{2K.e^2}{a^2}\left(-\frac{1}{2}\vec{i} + \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right) = \frac{ke^2}{a^2}\left(-\vec{i} + \sqrt{3}\vec{j}\right)$$

$$\vec{F}_{CA} = +\|\vec{F}_{CA}\|\cos(60°)\vec{i} + \|\vec{F}_{CA}\|\sin(60°)\vec{j}$$

$$\|\vec{F}_{CA}\| = \frac{K|q_A q_C|}{r_{AC}^2} = \frac{K.e.2e}{a^2} = \frac{2Ke^2}{a^2}$$

$$\vec{F}_{CA} = \frac{2Ke^2}{a^2}\left[\frac{1}{2}\vec{i} + \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right] = \frac{Ke^2}{a^2}\left[+\vec{i} + \sqrt{3}\vec{j}\right]$$

$$\vec{F}_A = \vec{F}_{BA} + \vec{F}_{CA} = \frac{2Ke^2}{a^2}\sqrt{3}\vec{j}$$

sur la charge q_2 au point B :

$$\vec{F}_B = \vec{F}_{AB} + \vec{F}_{CB}$$

$$\vec{F}_{AB} = \|\vec{F}_{AB}\|\left[\cos(60°)\vec{i} - \sin(60°)\vec{j}\right]$$

$$\|\vec{F}_{AB}\| = \frac{K|q_A q_B|}{r_{AB}^2} = \frac{2Ke^2}{a^2}$$

$$\vec{F}_{AB} = \frac{2Ke^2}{a^2}\left[+\frac{1}{2}\vec{i} - \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right] = \frac{Ke^2}{a^2}\left[\vec{i} - \sqrt{3}\vec{j}\right]$$

$$\vec{F}_{CB} = \|\vec{F}_{CB}\|\vec{i} = \frac{K|q_C q_B|}{r_{CB}^2}\vec{i} = \frac{4Ke^2}{a^2}\vec{i}$$

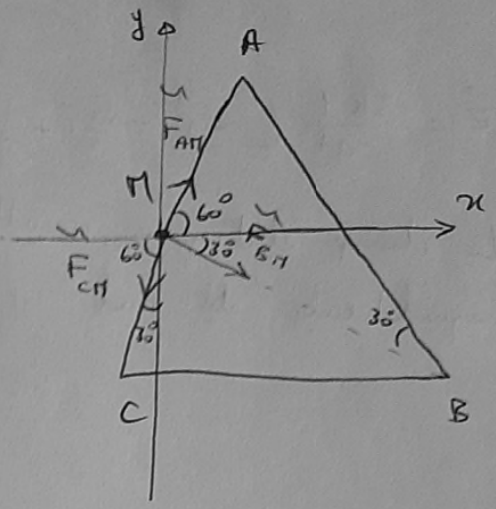
$$\vec{F}_B = \frac{Ke^2}{a^2}\left(\vec{i} - \sqrt{3}\vec{j}\right) + \frac{4Ke^2}{a^2}\vec{i} = \frac{Ke^2}{a^2}\left[5\vec{i} - \sqrt{3}\vec{j}\right]$$

sur la charge q_3 au point C :

$$\vec{F}_C = \vec{F}_{BC} + \vec{F}_{AC} = -\|\vec{F}_{BC}\|\vec{i} + \|\vec{F}_{AC}\|\left(-\cos 60°\vec{i} - \sin 60°\vec{j}\right)$$

$$= -\frac{4Ke^2}{a^2}\vec{i} + \frac{2Ke^2}{a^2}\left(-\frac{1}{2}\vec{i} - \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right) = \frac{Ke^2}{a^2}\left[-5\vec{i} - \sqrt{3}\vec{j}\right]$$

Suite Exo2 Fiche 1 :



2) $\vec{F}_M = \vec{F}_{AM} + \vec{F}_{BM} + \vec{F}_{CM}$

$\vec{F}_{AM} = \|\vec{F}_{AM}\| \left[\cos 60^\circ \vec{i} + \sin 60^\circ \vec{j}\right]$

$= \dfrac{K|q_A q_M|}{r_{AM}^2} \left(\dfrac{1}{2}\vec{i} + \dfrac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right)$

$r_{AM} = \dfrac{AC}{2} = \dfrac{a}{2} \Rightarrow \vec{F}_{AM} = \dfrac{4Ke^2}{a^2}\left(\dfrac{1}{2}\vec{i} + \dfrac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right)$

$\vec{F}_{AM} = \dfrac{2Ke^2}{a^2}\left(\vec{i} + \sqrt{3}\vec{j}\right)$

$\vec{F}_{BM} = \|\vec{F}_{BM}\| \left[\cos 30^\circ \vec{i} - \sin 30^\circ \vec{j}\right] = \dfrac{4K.2e.e}{3a^2}\left[\dfrac{\sqrt{3}}{2}\vec{i} - \dfrac{1}{2}\vec{j}\right]$

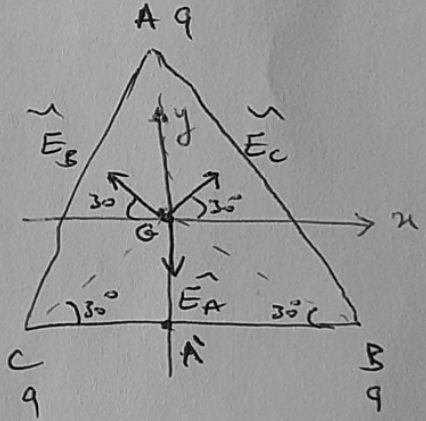
$\vec{F}_{BM} = \dfrac{4Ke^2}{3a^2}\left[\sqrt{3}\vec{i} - \vec{j}\right]$

$\vec{F}_{CM} = \dfrac{8Ke^2}{a^2}\left[-\dfrac{1}{2}\vec{i} - \dfrac{\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right] = \dfrac{4Ke^2}{a^2}\left[-\vec{i} - \sqrt{3}\vec{j}\right]$

$\vec{F}_M = \dfrac{4Ke^2}{a^2}\left[\dfrac{1}{2}\vec{i} + \dfrac{\sqrt{3}}{2}\vec{j} + \dfrac{\sqrt{3}}{3}\vec{i} - \dfrac{1}{3}\vec{j} - \vec{i} - \sqrt{3}\vec{j}\right]$

$\vec{F}_M = \dfrac{4Ke^2}{a^2}\left[\left(\dfrac{\sqrt{3}}{3} - \dfrac{1}{2}\right)\vec{i} + \left(-\dfrac{\sqrt{3}}{2} - \dfrac{1}{3}\right)\vec{j}\right]$

Exo3



$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$

On a $r_{BG} = r_{AG} = r_{CG}$

G : Centre géométrique du triangle équilatéral

Dans le triangle CA'G :

$\cos(30^\circ) = \dfrac{CA'}{CG} \Rightarrow CG = \dfrac{CA'}{\cos 30^\circ} = \dfrac{a/2}{\sqrt{3}/2} = \dfrac{a}{\sqrt{3}}$

$\vec{E} = -\|\vec{E}_A\|\vec{j} + \|\vec{E}_B\|\left[-\cos 30^\circ \vec{i} + \sin 30^\circ \vec{j}\right] + \|\vec{E}_C\|\left[+\cos 30^\circ \vec{i} + \sin 30^\circ \vec{j}\right]$

$\|\vec{E}_A\| = \dfrac{K|q_A|}{r_{AG}^2} = \dfrac{3Kq}{a^2}$

$\|\vec{E}_B\| = \dfrac{K|q_B|}{r_{BG}^2} = \dfrac{3Kq}{a^2}$; $\|\vec{E}_C\| = \dfrac{K|q_C|}{r_{CG}^2} = \dfrac{3Kq}{a^2}$

$$\vec{E} = \frac{3Kq}{a^2}\left[-\vec{j} - \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{i} + \frac{1}{2}\vec{j} + \frac{\sqrt{3}}{2}\vec{i} + \frac{1}{2}\vec{j}\right] = \vec{0}$$

* Le champ électrique resultant au centre géométrique du triangle équilatérale est nul