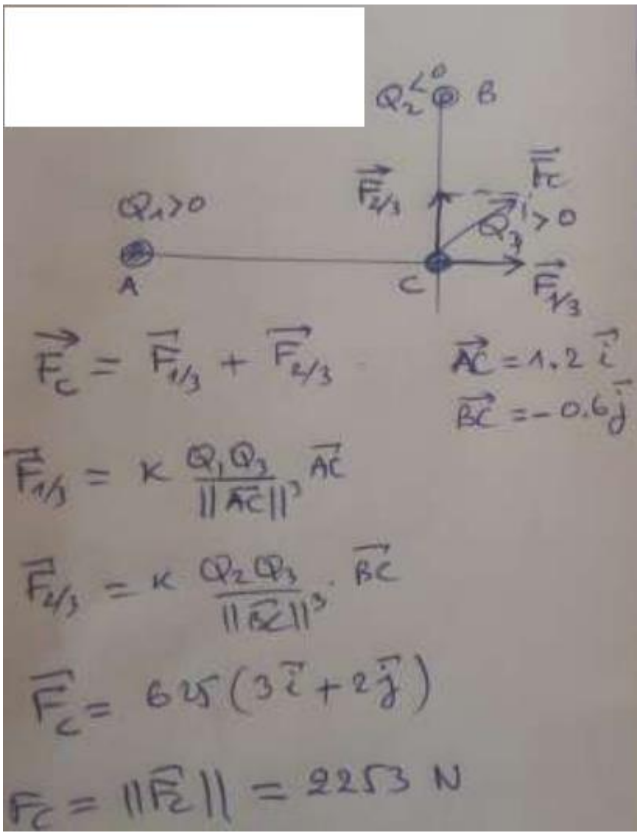
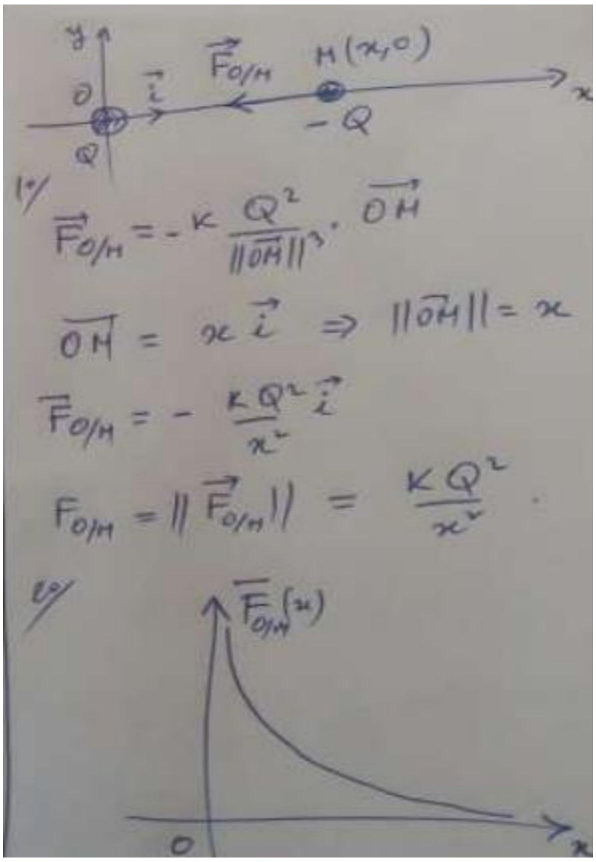
Université Mohamed Boudiaf–M'sila
Faculté des Sciences

Socle commun : **SM**, Module : **Physique 2**
Corrigé type TD 1, Année **2022/2023**

Exercice 1.



Exercice 2.



Exercice 3.

Nous ne nous parlons pas de la direction des forces, mais uniquement de leur valeur (scalaire), soit :

$$F = K\frac{|Q_1Q_2|}{r^2} = 10\ N$$

1) La distance double r ⟶ 2r :

$$F = K\frac{|Q_1Q_2|}{(2r)^2} = K\frac{|Q_1Q_2|}{4r^2} = 2.5\ N$$

2) Une des deux charges double $Q_1 \longrightarrow 2Q_1$:

$$F = K\frac{|2Q_1Q_2|}{r^2} = 2K\frac{|Q_1Q_2|}{r^2} = 20\ N$$

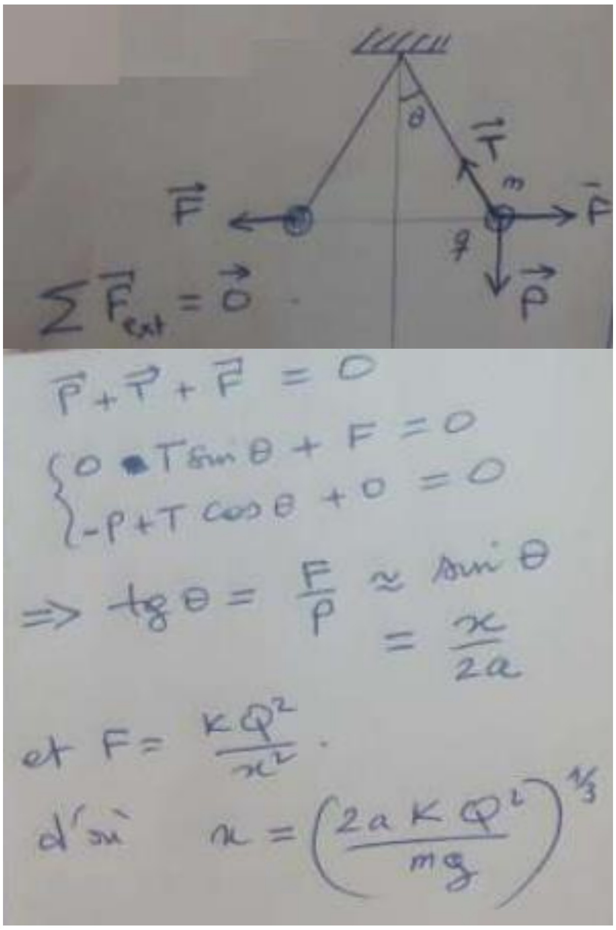
3) Chacune des deux charges double :

$$F = K\frac{|2Q_12Q_2|}{r^2} = 4K\frac{|Q_1Q_2|}{r^2} = 40\ N$$

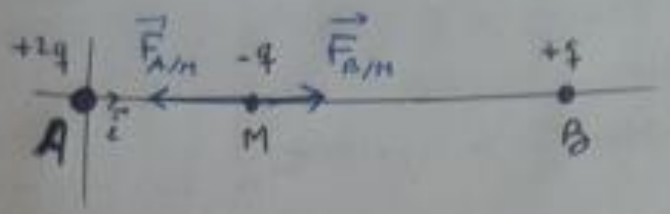
4) La distance r ⟶ r/3 :

$$F = K\frac{|Q_1Q_2|}{(r/3)^2} = 9K\frac{|Q_1Q_2|}{r^2} = 90\ N$$

Exercice 4.



Exercice 5.



$$\vec{F}_M = \vec{F}_{A/M} + \vec{F}_{B/M} = -2k\frac{q^2}{\|\vec{AM}\|^3}\cdot\vec{AM} - k\frac{q^2}{\|\vec{BM}\|^3}\cdot\vec{BM}$$

$$A\begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix},\quad B\begin{pmatrix}d\\0\end{pmatrix},\quad M\begin{pmatrix}x\\0\end{pmatrix}$$

$$\vec{AM} = x\,\vec{i},\quad \vec{BM} = (x-d)\,\vec{i} = -(d-x)\,\vec{i}$$

$$\|\vec{AM}\| = x,\quad \|\vec{BM}\| = d-x.$$

$$\vec{F}_M = kq^2\left(-\frac{2}{x^2}\vec{i} + \frac{1}{(d-x)^2}\vec{i}\right) = -kq^2\left(\frac{2}{x^2} - \frac{1}{(d-x)^2}\ldots\right.$$

A l'équilibre $\Rightarrow \vec{F}_M = \vec{0}$. $\Rightarrow \dfrac{2}{x^2} = \dfrac{1}{(d-x)^2}$

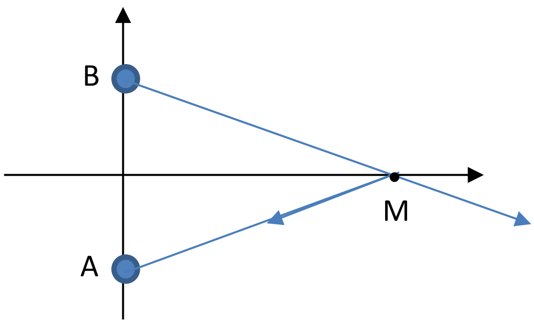
$$\left(\frac{x}{d-x}\right)^2 = 2$$

$$\begin{cases}\dfrac{x}{d-x} = +\sqrt{2} & ① \\[2mm] \dfrac{x}{d-x} = -\sqrt{2} & ②\end{cases}$$

$① \Rightarrow x = \dfrac{\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}}d \simeq 0.6\,d$ ✓

$② \Rightarrow x = \dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} \simeq 3.4\,d$ cette valeur est rejetée car elle est en dehors du segment [AB].

Exercice 6.



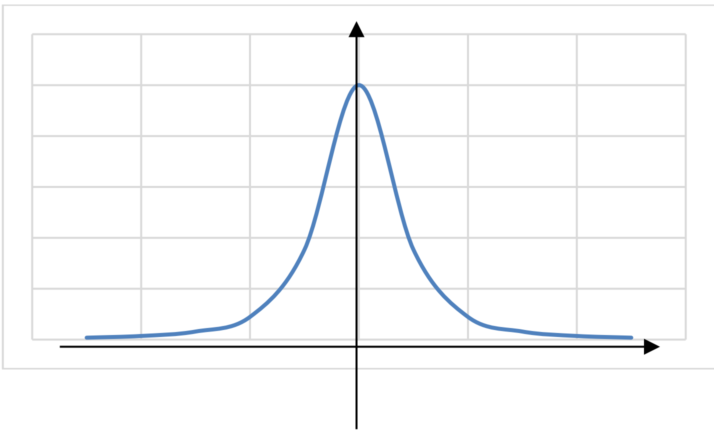
$$\vec{E}_1 = -K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{AM}\right\|^3}\,\overrightarrow{AM} \quad , \quad \vec{E}_2 = K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{BM}\right\|^3}\,\overrightarrow{BM}$$

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = -K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{AM}\right\|^3}\,\overrightarrow{AM} + K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{BM}\right\|^3}\,\overrightarrow{BM}$$

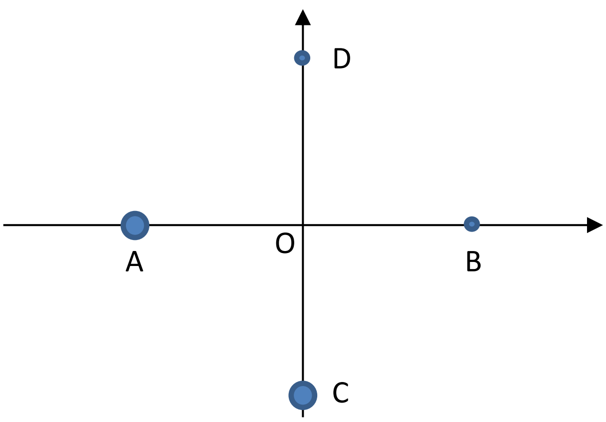
$$\overrightarrow{AM} = x\,\vec{\imath} + a\,\vec{\jmath} \quad , \quad \overrightarrow{BM} = x\,\vec{\imath} - a\,\vec{\jmath} \quad , \quad \left\|\overrightarrow{AM}\right\| = \left\|\overrightarrow{BM}\right\| = \sqrt{x^2 + a^2}$$

$$\vec{E}_M = K\frac{Q}{(x^2 + a^2)^{3/2}}\left(\overrightarrow{BM} - \overrightarrow{AM}\right) = -2aK\frac{Q}{(x^2 + a^2)^{3/2}}\,\vec{\jmath}$$

$$E_M = \left\|\vec{E}_M\right\| = 2aK\frac{Q}{(x^2 + a^2)^{3/2}}$$



Exercice 7(*) : Devoir à la maison.



$$\vec{E}_{AO} = 2K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{AO}\right\|^3}\,\overrightarrow{AO} \quad , \quad \vec{E}_{BO} = K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{BO}\right\|^3}\,\overrightarrow{BO}$$

$$\vec{E}_{CO} = 2K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{CO}\right\|^3}\,\overrightarrow{CO} \quad , \quad \vec{E}_{DO} = K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{DO}\right\|^3}\,\overrightarrow{DO}$$

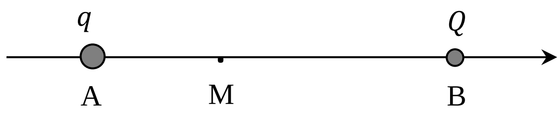
$$\overrightarrow{AO} = a\,\vec{\imath} \quad , \quad \overrightarrow{BO} = -a\,\vec{\imath} \quad , \quad \overrightarrow{CO} = a\,\vec{\jmath} \quad , \quad \overrightarrow{DO} = -a\,\vec{\jmath}$$

$$\left\|\overrightarrow{AO}\right\| = \left\|\overrightarrow{BO}\right\| = \left\|\overrightarrow{CO}\right\| = \left\|\overrightarrow{DO}\right\| = a$$

$$\vec{E}_O = \vec{E}_{AO} + \vec{E}_{BO} + \vec{E}_{CO} + \vec{E}_{DO} = K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{AO}\right\|^3}\left(2\overrightarrow{AO} + \overrightarrow{BO} + 2\overrightarrow{CO} + \overrightarrow{DO}\right)$$

$$\vec{E}_O = K\frac{Q}{a^3}(a\,\vec{\imath} + a\,\vec{\jmath}) = K\frac{Q}{a^2}(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$$

Exercice 8.



$$\vec{E}_{AM} = K\frac{q}{\left\|\overrightarrow{AM}\right\|^3}\,\overrightarrow{AM} \quad , \quad \vec{E}_{BM} = K\frac{Q}{\left\|\overrightarrow{BM}\right\|^3}\,\overrightarrow{BM}$$

$$\overrightarrow{AM} = x\,\vec{\imath} \quad , \quad \overrightarrow{BM} = (x-a)\,\vec{\imath} \quad , \quad \overrightarrow{CO} = a\,\vec{\jmath} \quad , \quad \overrightarrow{DO} = -a\,\vec{\jmath}$$

$$\left\|\overrightarrow{AM}\right\| = x \quad , \quad \left\|\overrightarrow{BM}\right\| = a - x$$

$$\vec{E}_M = \vec{E}_{AM} + \vec{E}_{BM} = K\frac{q}{x^3}\,x\,\vec{\imath} + K\frac{Q}{(a-x)^3}(x-a)\,\vec{\imath}$$

$$\vec{E}_M = K\left[\frac{q}{x^2} - \frac{Q}{(a-x)^2}\right]\vec{\imath}$$

$$\vec{E}_M = \vec{0} \longrightarrow \frac{q}{Q} = \left(\frac{x}{a-x}\right)^2 \longrightarrow \sqrt{\frac{q}{Q}} = \pm\left(\frac{x}{a-x}\right)$$

Avec le signe +, on obtient :

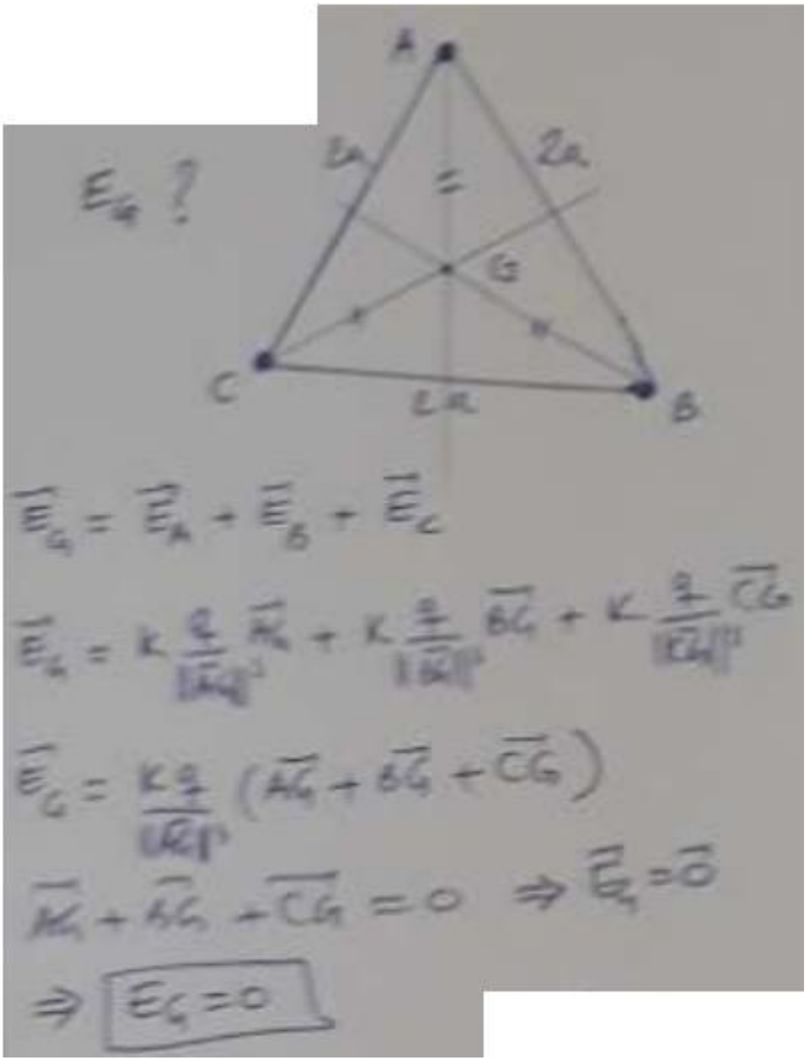
$$x = \frac{a\sqrt{q}}{\sqrt{q} + \sqrt{Q}}$$

Avec le signe -, on obtient :

$$x = \frac{a\sqrt{q}}{\sqrt{q} - \sqrt{Q}}$$

La 2ème solution est rejetée, car elle est en dehors du segment AB.

Exercice 9.



Exercice 10.

$$\vec{E}_{AM} = K \frac{Q}{\|\overrightarrow{AM}\|^3} \overrightarrow{AM} \quad , \quad \vec{E}_{BM} = K \frac{Q}{\|\overrightarrow{BM}\|^3} \overrightarrow{BM}$$

$$\vec{E}_{CM} = K \frac{Q}{\|\overrightarrow{CM}\|^3} \overrightarrow{CM} \quad , \quad \vec{E}_{DM} = K \frac{Q}{\|\overrightarrow{DM}\|^3} \overrightarrow{DM}$$

$$\overrightarrow{AM} = -a\,\vec{i} + z\,\vec{k} \quad , \quad \overrightarrow{BM} = -a\,\vec{j} + z\,\vec{k} \quad , \quad \overrightarrow{CM} = a\,\vec{i} + z\,\vec{k} \quad , \quad \overrightarrow{DM} = a\,\vec{j} + z\,\vec{k}$$

$$\|\overrightarrow{AM}\| = \|\overrightarrow{BM}\| = \|\overrightarrow{CM}\| = \|\overrightarrow{DM}\| = \sqrt{z^2 + a^2}$$

$$\vec{E}_M = \vec{E}_{AM} + \vec{E}_{BM} + \vec{E}_{CM} + \vec{E}_{DM} = K \frac{Q}{\|\overrightarrow{AM}\|^3} \left(\overrightarrow{AM} + \overrightarrow{BM} + \overrightarrow{CM} + \overrightarrow{DM}\right)$$

$$\vec{E}_M = 4K \frac{z}{(z^2 + a^2)^{3/2}} Q\,\vec{k}$$

En déduire le potentiel électrique *V*.

$$dV_M = -\vec{E}_M . \overrightarrow{dl} \;\longrightarrow\; V_M = -\int E_M . dz = -\,4KQ \int \frac{z}{(z^2 + a^2)^{3/2}} dz$$

On pose :

$$t^2 = z^2 + a^2 \longrightarrow 2t\,dt = 2z\,dz$$

$$(z^2 + a^2)^{3/2} = t^3$$

$$V_M = -4KQ \int \frac{t}{t^3}dt = \frac{4KQ}{t} = \frac{4KQ}{\sqrt{z^2 + a^2}} + cste$$

Détermination de la constante d'intégration :

$$V_M(\infty) = 0 \longrightarrow cste = 0$$

Finalement :

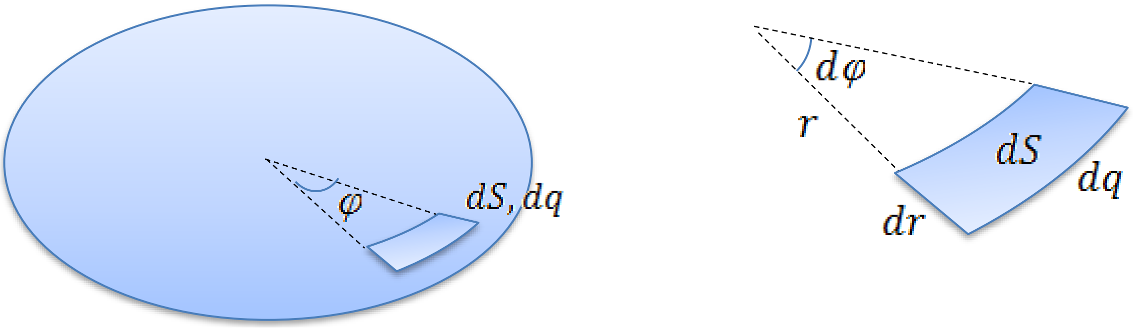
$$V_M = \frac{4KQ}{\sqrt{z^2 + a^2}}$$

Exercice 11.

1.charge linéaire λ_0 distribuée uniformément sur un cercle de rayon R :

$$dQ = \lambda_0\,dl \longrightarrow Q = \lambda_0 \int_0^{2\pi R} dl = 2\pi R\lambda_0$$

2. charge surfacique σ_0 distribuée uniformément sur un disque de rayon R :



$$dQ = \sigma_0\,dS \longrightarrow Q = \sigma_0 \iint dS = \sigma_0 \int_0^R r\,dr \int_0^{2\pi} d\varphi$$

$$Q = \pi R^2 \sigma_0$$

3. charge surfacique σ_0 distribuée uniformément sur une sphère de rayon R :

$$dQ = \sigma_0\,dS \longrightarrow Q = \sigma_0 S = 4\pi R^2 \sigma_0$$

4. charge volumique ρ_0 distribuée uniformément dans une sphère de rayon R :

$$dQ = \rho_0\,d\tau \longrightarrow Q = \rho_0 \tau = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_0$$

5. charge linéaire infinie distribuée le long de l'axe z avec une densité de charge : $\lambda = \frac{\lambda_0}{1+\frac{z^2}{a^2}}$

$$dQ = \lambda\,dz \longrightarrow Q = \lambda_0 \int_0^{\infty} \frac{1}{1 + \frac{z^2}{a^2}} dz$$

En faisant le changement de variable : $z = a\,tg\varphi$ et en tenant compte que lorsque $z = 0 \longrightarrow \varphi = 0$ et lorsque $z = \infty \longrightarrow \varphi = \pi/2$, on obtient :

$$Q = \lambda_0\,a \int_0^{\pi/2} d\varphi = \frac{a\pi\lambda_0}{2}$$

Le Responsable du module : **H. Latelli**