# Solution Examen Physique 2

## Année 2020

## EX 1 : (10pts)

① $|F| = K\dfrac{|q_1 q_2|}{r^2}$ (0,25) ; On a $\begin{cases} K = 9\times10^9\ SI\ ;\ q_1 = 2\times10^{-4}\,c \\ q_2 = 3\times10^{-5}\,c\ ;\ r = 1{,}5\,m \end{cases}$

$\Rightarrow |F| = 9\times10^9 \times \dfrac{|2\times10^{-4}\times3\times10^{-5}|}{(1{,}5)^2} \Rightarrow \boxed{|F| = 24N}$ (0,25)

② * Dipôle → il est constitué de 2 charges égales et opposées (+Q et −Q) séparées par une distance d ou a (0,25)

* Moment dipolaire → $\vec{P} = q\vec{d}$ ou $\vec{P} = q\vec{a}$ (0,25)

③

| D.C | dq | $\vec{E}$ | V | |
|---|---|---|---|---|
| Linéique | $dq = \lambda dl$ | $\vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\int\dfrac{dq}{r^2}\vec{\mu}$ (0,5) | $V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\int\dfrac{dq}{r}$ | (0,5) |
| Surfacique | $dq = \sigma ds$ (0,5) | $\vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\iint\dfrac{dq}{r^2}\vec{\mu}$ | $V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\iint\dfrac{dq}{r}$ | (0,5) |
| Volumique | $dq = \rho dV$ (0,5) | $\vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\iiint\dfrac{dq}{r^2}\vec{\mu}$ (0,5) | $V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\iiint\dfrac{dq}{r}$ | |

④ 1^er Cas : $V_1O = V_{AO} + V_{BO} + V_{CO} + V_{DO}$ (0,25)

$V_1O = K\dfrac{q_A}{AO} + K\dfrac{q_B}{BO} + K\dfrac{q_C}{CO} + K\dfrac{q_D}{DO}$ (0,25) avec $\begin{cases} q_A = +q\ ;\ q_B = +q\ ;\ q_C = +q \\ q_D = +q \\ AO = BO = CO = DO = \dfrac{a}{2}\sqrt{2} \end{cases}$ (0,5)

$V_1O = \dfrac{4Kq}{\frac{a}{2}\sqrt{2}} \longrightarrow \boxed{V_1O = \dfrac{4Kq\sqrt{2}}{a}}$ (1)

2^ème Cas : $V_2O = V_{AO} + V_{BO} + V_{CO} + V_{DO}$ (0,25)

$V_2O = K\dfrac{q_A}{AO} + K\dfrac{q_B}{BO} + K\dfrac{q_C}{CO} + K\dfrac{q_D}{DO}$ (0,25) avec $\begin{cases} q_A = -q\ ;\ q_B = +q\ ;\ q_C = +q \\ q_D = -q \\ AO = BO = CO = DO = \dfrac{a}{2}\sqrt{2} \end{cases}$ (0,5)

→ $V_2 0 = -\dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} + \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} + \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} - \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \boxed{V_2 0 = 0}$ (1)

**3ème Cas:** $V_3 0 = V_{A0} + V_{B0} + V_{C0} + V_{D0}$ (0,25)

$V_{30} = \dfrac{K q_A}{AO} + \dfrac{K q_B}{BO} + \dfrac{K q_C}{CO} + \dfrac{K q_D}{DO}$ (0,25) Avec: $\begin{cases} q_A = +q ;\ q_B = -q ;\ q_C = +q \\ q_D = -q \quad (0{,}5) \\ AO = BO = CO = DO = \frac{a}{2}\sqrt{2} \end{cases}$

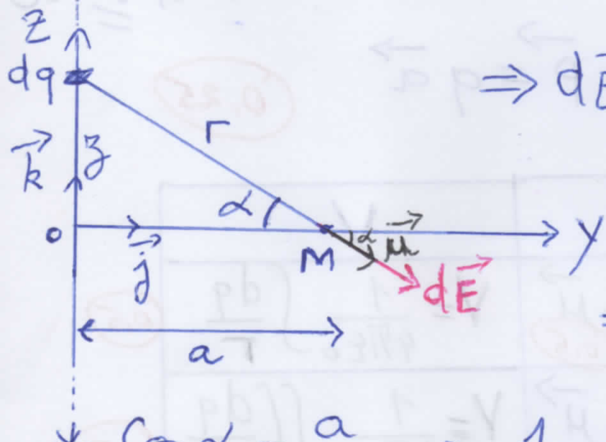
→ $V_3 0 = \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} - \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} + \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} - \dfrac{Kq}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \boxed{V_3 0 = 0}$ (1)

---

## EX2: 10pts

### 1) Calcul du Champ $\vec{E}$:

**Méthode 1:** $*\ d\vec{E} = K \dfrac{dq}{r^2} \vec{\mu}$ (0,5) avec: $\begin{cases} \vec{\mu} = \cos\alpha \vec{j} - \sin\alpha \vec{k} \quad (0{,}5) \\ dq = \lambda dl = \lambda dz \quad (0{,}5) \end{cases}$




$\Rightarrow d\vec{E} = K \dfrac{\lambda dz}{r^2} \left[\cos\alpha \vec{j} - \sin\alpha \vec{k}\right]$ ---- #

$*$ On a: $Tg\alpha = \dfrac{z}{a} \Rightarrow z = a\,Tg\alpha$

$\Rightarrow dz = a\, d(Tg\alpha) \Rightarrow dz = a \dfrac{d\alpha}{\cos^2\alpha}$ (1)

$*\ \cos\alpha = \dfrac{a}{r} \Rightarrow \dfrac{1}{r} = \dfrac{\cos\alpha}{a} \Rightarrow \dfrac{1}{r^2} = \dfrac{\cos^2\alpha}{a^2}$ (1)

On remplace dans # $\Rightarrow d\vec{E} = K \dfrac{\lambda\, a\, d\alpha}{\cos^2\alpha} \cdot \dfrac{\cos^2\alpha}{a^2} \left[\cos\alpha \vec{j} - \sin\alpha \vec{k}\right]$

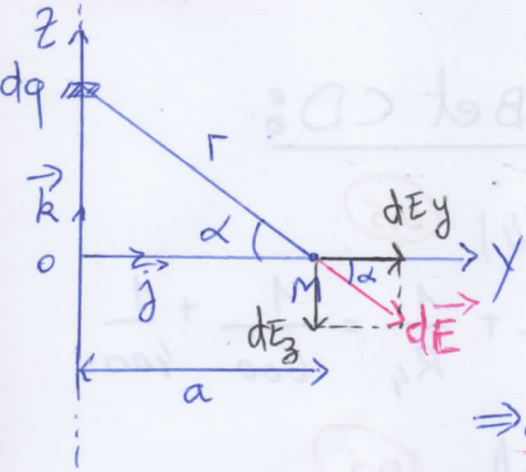
$\Rightarrow d\vec{E} = \dfrac{K\lambda}{a} \left[\cos\alpha \vec{j} - \sin\alpha \vec{k}\right] d\alpha$ (0,5) avec $\alpha$ varie de $-\frac{\pi}{2} \to \frac{\pi}{2}$ (0,5)

$\Rightarrow \vec{E} = \dfrac{K\lambda}{a} \underbrace{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos\alpha\, d\alpha}_{2} \vec{j} - \underbrace{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \sin\alpha\, d\alpha}_{0} \vec{k}$ (0,5)

$\Rightarrow \vec{E} = \dfrac{K\lambda}{a} 2 \vec{j}$ On Sait que $K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \Rightarrow \vec{E} = \dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a} 2 \vec{j}$

$\Rightarrow \boxed{\vec{E} = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a} \vec{j}}$ (1)

## Méthode 2 :




$d\vec{E} = dE_y\vec{j} + dE_z\vec{k}$

* Par raison de symétrie le champ est porté par l'axe $(oy) \Rightarrow dE_z = 0$ (1)

$\Rightarrow d\vec{E} = dE_y\vec{j}$ <u>On a</u> : $dE_y = dE\cdot\cos\alpha$

$\Rightarrow d\vec{E} = dE\cos\alpha\,\vec{j} = k\dfrac{dq}{r^2}\cos\alpha\,\vec{j}$ (0,5)

<u>avec</u> : $dq = \lambda dl = \lambda dz$ (0,5) $\Rightarrow d\vec{E} = k\dfrac{\lambda dz}{r^2}\cos\alpha\,\vec{j}$ ------ #

<u>On a</u> : * $Tg\alpha = \dfrac{z}{a} \Rightarrow z = a\,Tg\alpha \Rightarrow dz = a\,d(Tg\alpha) = a\dfrac{d\alpha}{\cos^2\alpha}$ (1)

* $\cos\alpha = \dfrac{a}{r} \Rightarrow \dfrac{1}{r} = \dfrac{\cos\alpha}{a} \Rightarrow \dfrac{1}{r^2} = \dfrac{\cos^2\alpha}{a^2}$ (1). On remplace dans #

$\Rightarrow d\vec{E} = k\lambda\dfrac{a\,d\alpha}{\cos^2\alpha}\cdot\dfrac{\cos^2\alpha}{a^2}\cos\alpha\,\vec{j} = \dfrac{k\lambda}{a}\cos\alpha\,d\alpha\,\vec{j}$ (0,5)

$\Rightarrow \vec{E} = \dfrac{k\lambda}{a}\underbrace{\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\cos\alpha\,d\alpha}_{2}\,\vec{j}$ (0,5) $\Rightarrow \vec{E} = \dfrac{k\lambda}{a}2\vec{j} \Rightarrow \boxed{\vec{E} = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}\vec{j}}$ (1)

## ② Calcul du potentiel :

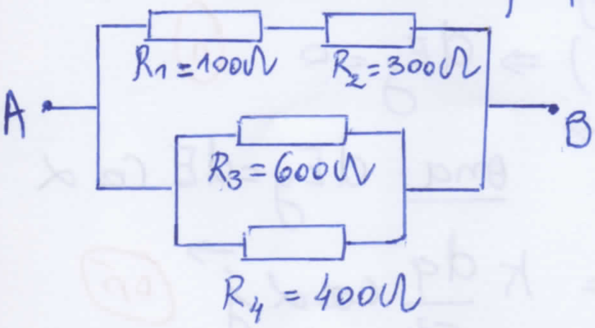
$\vec{E} = -\vec{grad}\,V$ (0,5) $\Rightarrow dV = -E\,dl = -E\,dy$ (0,5) (0,5)

$\Rightarrow dV = \dfrac{-\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}dy$ (0,5) ; <u>On a</u> : $a = y \Rightarrow dV = \dfrac{-\lambda}{2\pi\varepsilon_0 y}dy$ (0,5)

$\Rightarrow V = \dfrac{-\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\int\dfrac{dy}{y}$ (0,5) $\Rightarrow \boxed{V = \dfrac{-\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln|y| + C}$ (1)

# Ex3 : (10 Pts)

## ① Calcul de Réq pour les dipôles AB et CD :



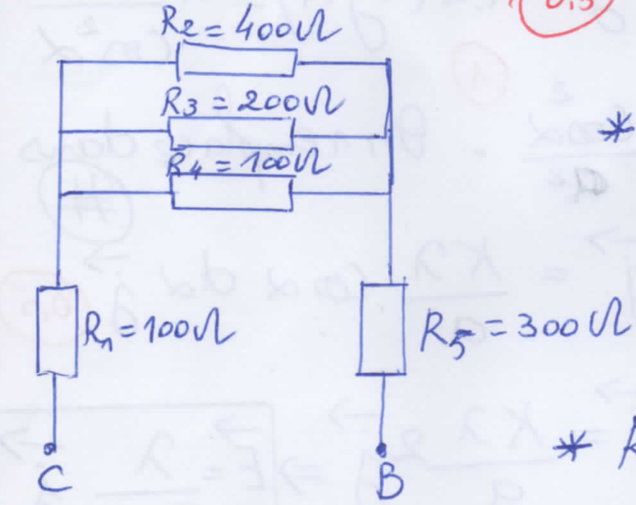

$R_3$ et $R_4$ en (//) (0,5)

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq_1}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{600} + \frac{1}{400}$$

$$\Rightarrow Ré_{q_1} = 240\ \Omega \quad (0{,}5)$$

$R_1$ et $R_2$ en Série (0,5) $\Rightarrow Ré_{q_2} = R_1 + R_2 = 100 + 300\Omega = 400\Omega$ (0,5)

$Ré_{q_{AB}} = ?$ $\quad Ré_{q_1}$ et $Ré_{q_2}$ en (//) (0,5) $\Rightarrow \frac{1}{Ré_{q_{AB}}} = \frac{1}{Ré_{q_1}} + \frac{1}{Ré_{q_2}} \Rightarrow \boxed{R_{éq_{AB}} = 150\,\Omega}$ (0,5)




* $R_2$, $R_3$ et $R_4$ en (//) (0,5)

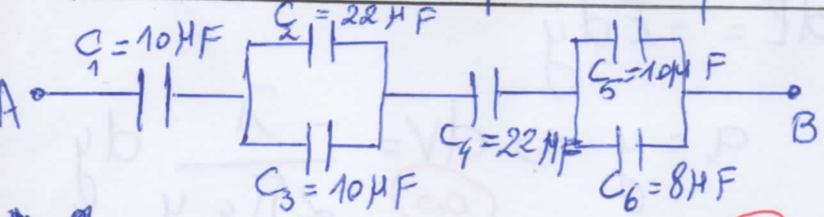
$$* \frac{1}{Ré_{q_1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{400} + \frac{1}{200} + \frac{1}{100}$$

$$Ré_{q_1} = 57{,}142\,\Omega \quad (0{,}5)$$

* $Ré_{q_1}$ et $R_1$ et $R_5$ en Série (0,5)

$$\Rightarrow Ré_{q_{CB}} = Ré_{q_1} + R_1 + R_5 \Rightarrow \boxed{Ré_{q_{CB}} = 457{,}14\,\Omega} \quad (0{,}5)$$

## ② Calcul de la Capacité équivalente du dipôle AB :



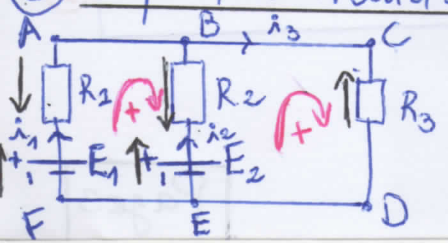

* $C_2$ et $C_3$ en (//) $\Rightarrow C_{éq_1} = C_2 + C_3 = 32\mu F$ (0,5)

* $C_5$ et $C_6$ en (//) $\Rightarrow C_{éq_2} = C_5 + C_6 = 18\mu F$ (0,5)

* $C_1$ et $C_{éq_1}$ et $C_4$ et $C_{éq_2}$ en Série $\Rightarrow$

$$\frac{1}{C_{éq_{AB}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{éq_1}} + \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_{éq_2}} \quad (0{,}5) \Rightarrow \boxed{C_{éq_{AB}} = 4{,}3055\,\mu F} \quad (0{,}5)$$

## ③ Equation Nœud B et Eqs Mailles :




* Nœud B : $i_1 + i_2 = i_3$ (1)

* Maille ABEFA : $E_1 - i_1 R_1 + i_2 R_2 - E_2 = 0$ (1)

* Maille BCDEB : $E_2 - i_2 R_2 - i_3 R_3 = 0$ (1)