

ETLD physique 2

Exercice 1 : (7.5 pts)

Trois charges ponctuelles **identiques** q sont placées aux points **A**, **B** et **C** situés sur un cercle de centre **O** et de rayon **R** (**Figure 1**).

On donne : $q = 10^{-8} \text{ C}$, $R = 10 \text{ cm}$ et $K = 9 \cdot 10^9 \text{ SI}$

1. Déterminer le potentiel total créé au point **O**.
2. Déterminer le vecteur champ électrique créé au point **O** dans la base (\vec{i}, \vec{j}) .
3. Représenter le vecteur champ électrique créé au point **O**.

Echelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 10^4 \text{ V/m}$

4. On place une charge $Q = -q$ au point **O**.
 - a) Déduire la force électrique appliquée sur la charge **Q**.
 - b) Représenter cette force. Echelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 10^{-4} \text{ N}$
 - c) Déterminer l'énergie potentielle de la charge **Q**.

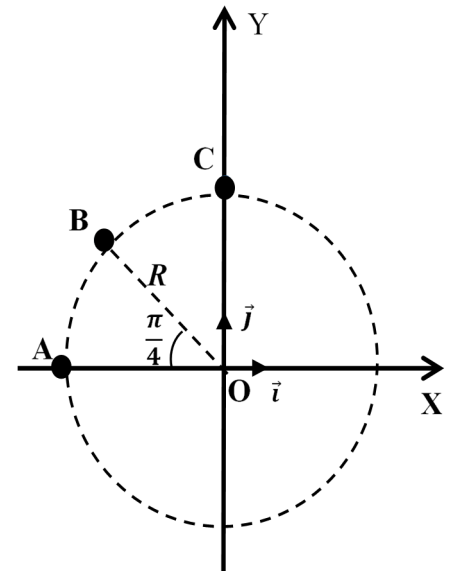


Figure 1

Exercice 2: (6 pts)

Deux sphères **S₁** et **S₂**, concentriques, creuses, d'épaisseurs négligeables et de rayons respectifs **R₁** et **R₂** avec **R₂ = 2 R₁** (Voir la **figure 2**).

Ces deux sphères **S₁** et **S₂** sont chargées uniformément en surface avec des densités respectives $(\sigma_1 = +4\sigma)$ et $(\sigma_2 = -\sigma)$.

1. En appliquant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrique dans les régions :
 - Région I ($0 < r < R_1$).
 - Région II ($R_1 < r < R_2$).
 - Région III ($r > R_2$).
2. Tracer l'allure du graphe $E(r)$.

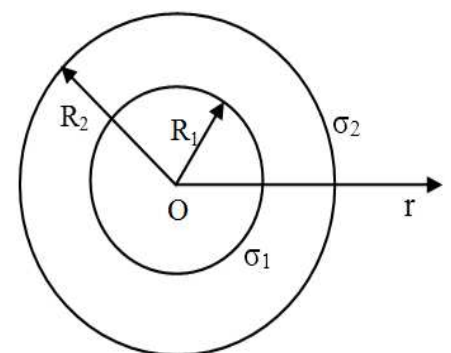
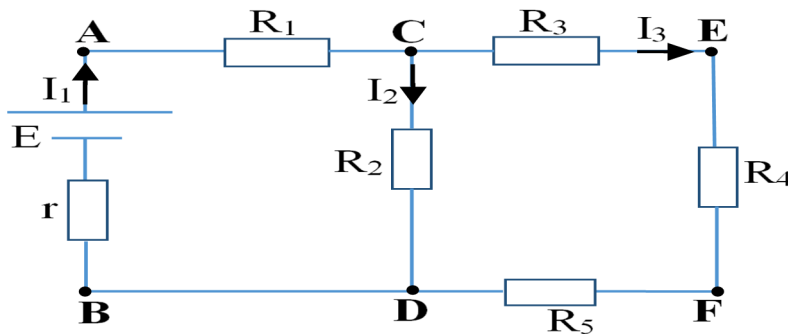


Figure 2

Exercice 3 : (6.5pts)

Soit le circuit électrique suivant :



On donne :

$$E = 20\text{V}, \quad r = 1\Omega,$$

$$R_1 = 4\Omega, \quad R_2 = 10\Omega,$$

$$R_3 = 3\Omega, \quad R_4 = 2\Omega,$$

$$R_5 = 5\Omega.$$

1. Déterminer la résistance équivalente **R** de la portion **CEFDC** du circuit.
2. Calculer le courant **I₁** débité par le générateur.
3. Calculer le rendement du générateur.
4. Calculer la ddp **V_C-V_D** ainsi que le courant **I₂** qui circule dans la résistance **R₂**.
5. Déterminer le courants **I₃**.
6. Calculer la puissance dissipée par effet joule dans le circuit.

Toute l'équipe pédagogique vous souhaite bon courage.

Corrigé ETLD physique 2

Exercice 1 : (7.5 pts)

1. Le potentiel total au point O :

$$V(O) = \sum_{i=1}^3 K \frac{q}{r_i} = V_A + V_B + V_C \quad \boxed{0.25}$$

$$V_A = K \frac{q_A}{r_A} \quad V_B = K \frac{q_B}{r_B} \quad V_C = K \frac{q_C}{r_C} \quad \boxed{0.75}$$

Avec : $r_A = r_B = r_C = R$ $\boxed{0.25}$

$$V(O) = 3K \frac{q}{R} \quad \boxed{0.25}$$

$$V(O) = 2,7 \text{ kV} \quad \boxed{0.25}$$

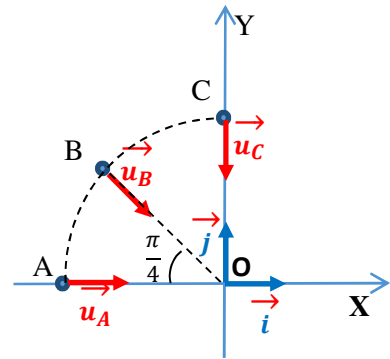
2. Le champ électrique au point O :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C \quad \boxed{0.25}$$

$$\boxed{0.25} \quad \vec{E}_A = K \frac{q_A}{r_A^2} \vec{u}_A, \quad \vec{u}_A = \vec{i} \quad \boxed{0.25}$$

$$\boxed{0.25} \quad \vec{E}_B = K \frac{q_B}{r_B^2} \vec{u}_B, \quad \vec{u}_B = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \vec{i} - \frac{1}{\sqrt{2}} \vec{j} \right) \quad \boxed{0.5}$$

$$\boxed{0.25} \quad \vec{E}_C = K \frac{q_C}{r_C^2} \vec{u}_C, \quad \vec{u}_C = \vec{j} \quad \boxed{0.25}$$



$$\vec{E}(O) = K \frac{q}{R^2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) (\vec{i} - \vec{j}) = K \frac{q}{R^2} \left(\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right) (\vec{i} - \vec{j}) \quad \boxed{0.5}$$

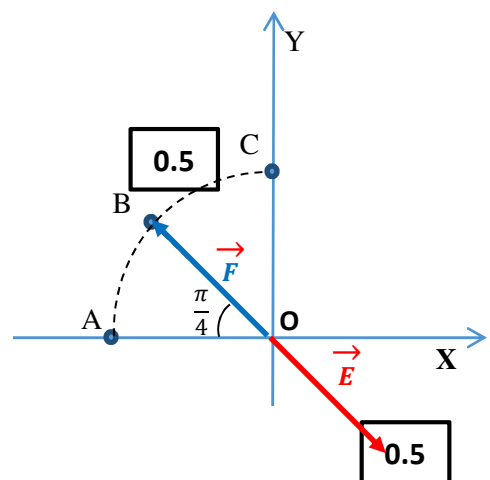
$$\vec{E}(O) = 1,54 \cdot 10^4 (\vec{i} - \vec{j}) \left(\frac{V}{m} \right) \quad \boxed{0.5}$$

3. Représentation du vecteur champ électrique créé au point O en précisant.

$$\vec{E}(O) = 1,54 \cdot 10^4 (\vec{i} - \vec{j}) \left(\frac{V}{m} \right)$$

$$\vec{E}(O) = E_x \vec{i} + E_y \vec{j}$$

L'échelle utilisée : $1 \text{ cm} \rightarrow 10^4 \left(\frac{V}{m} \right)$



4. La résultante des forces agissant la charge Q au point O :

$$\vec{F}(O) = Q \cdot \vec{E} = -q \cdot \vec{E} \quad \boxed{0.25}$$

$$\vec{F}(O) = -K \frac{q^2}{R^2} \left(\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right) (\vec{i} - \vec{j}) \quad \boxed{0.5}$$

$$\vec{F}(O) = -1,54 \cdot 10^{-4} (\vec{i} - \vec{j}) \text{ (N)} \quad \boxed{0.25}$$

5. Représentation La résultante des forces agissant la charge Q au point O :

$$\vec{F}(O) = -1,54 \cdot 10^{-4} (\vec{i} - \vec{j}) \text{ (N)}$$

$$\vec{F}(O) = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \quad , \quad \text{L'échelle utilisée : } 1\text{cm} \rightarrow 10^{-4}\text{(N)}$$

6. L'énergie potentielle de la charge Q au point O :

$$E_p = Q \cdot V(O) = -qV(O) \quad \boxed{0.5}$$

$$E_p = Q \cdot V(O) = -qV(O) = -3K \frac{q^2}{R}$$

$$E_p = -2,7 \cdot 10^{-5} \text{ (J)} \quad \boxed{0.25}$$

Exercice 2: (6 pts)

- 1- Champ électrique E(r) :

Théorème de Gauss :

$$\phi = \iint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q_{\text{in}}}{\epsilon_0} \quad \boxed{0.25}$$

$$\iint \vec{E} \cdot d\vec{s} = E 4\pi r^2 \quad \boxed{1}$$

Dans la région I (0 < r < R₁) :

$$\boxed{0.25} \quad Q_{\text{int}} = 0 \Rightarrow E(r) = 0 \quad \boxed{0.5}$$

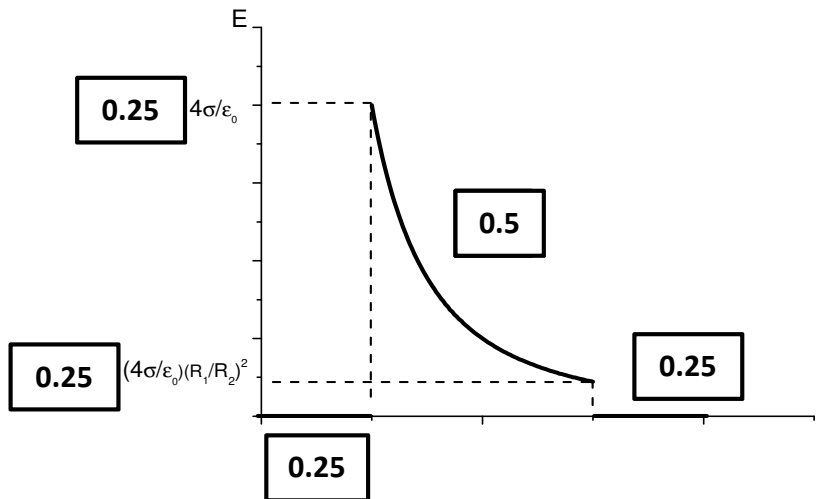
Dans la région II (R₁ < r < R₂) :

$$\boxed{0.5} \quad Q_{\text{int}} = 16\sigma\pi R_1^2 \Rightarrow E(r) = \frac{4\sigma}{\epsilon_0} \frac{R_1^2}{r^2} \quad \boxed{0.5}$$

Dans la région III ($r > R_2$) :

$$E 4\pi r^2 = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \Rightarrow E 4\pi r^2 = \frac{Q_1 + Q_2}{\epsilon_0} = \frac{16\sigma\pi R_1^2 - 4\sigma\pi \overbrace{R_2^2}^{4R_1^2}}{\epsilon_0} \quad \boxed{1}$$

$$\Rightarrow E(r) = 0 \quad \boxed{0.5}$$



Exercice 3 : (6.5 pts)

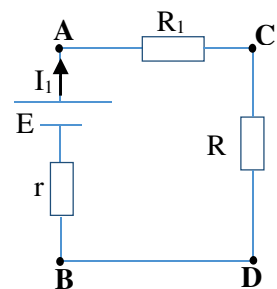
1. La résistance équivalente R :

$$R_3, R_4 \text{ et } R_5 \text{ sont en série : } R_{345} = R_3 + R_4 + R_5 \quad \boxed{0.5}$$

$$R_{345} = 10 \Omega \quad \boxed{0.25}$$

$$R_2 \text{ et } R_{345} \text{ sont en parallèle : } R = \frac{R_2 R_{345}}{R_2 + R_{345}} \quad \boxed{0.5}$$

$$R = 5 \Omega \quad \boxed{0.25}$$



2. Le courant I_1

$$I_1 = \frac{E}{R + R_1 + r} \quad \boxed{0.75}$$

$$I_1 = 2 \text{ A} \quad \boxed{0.25}$$

3. Le rendement du générateur :

$$\eta = \frac{E - rI_1}{E} \quad \boxed{0.5}$$

$$\eta = 90\% \quad \boxed{0.5}$$

4. La différence de potentiel $V_C - V_D$:

$$V_{CD} = V_C - V_D = R I_1 \quad \boxed{0.5}$$

$$V_C - V_D = 10 \text{ Volt} \quad \boxed{0.25}$$

Le courant circulant dans R_2 :

A partir du premier circuit : $V_{CD} = R_2 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{V_{CD}}{R_2} \quad \boxed{0.5}$

$$I_2 = 1 \text{ A} \quad \boxed{0.25}$$

5. Calcul le courant I_3

Loi des nœuds appliquée sur le nœud C donne :

$$I_3 = I_1 - I_2 \quad \boxed{0.5}$$

$$I_3 = 1 \text{ A} \quad \boxed{0.25}$$

6. La puissance dissipée par effet joule dans le circuit :

$$P = (R + R_1 + r)I_1^2 \quad \boxed{0.5}$$

$$P = 40 \text{ Wats} \quad \boxed{0.25}$$

Ou bien

$$P = (R_1 + r)I_1^2 + R_2 I_2^2 + (R_3 + R_4 + R_5)I_3^2 = 40 \text{ Wats}$$