

Corrigé type de l'examen de Physique 02

Dimanche 28.05.2022 – Duré : 1h30

Exercice 01 (5pts)

On considère les charges données sur la configuration de la figure 01

1. Trouvez l'expression de la force électrostatique agissant sur la charge q' par chacune des charges, en fonction de la constante K (de Coulomb), de q et de \vec{i} , et représenter-les sur la figure 01, sachant que : $q_1 = q_2 = q' = q$; $q_3 = q_4 = 2q$ et $q > 0$.
2. En déduire la force résultante \vec{F}_r et représentez-la sur la figure 01.

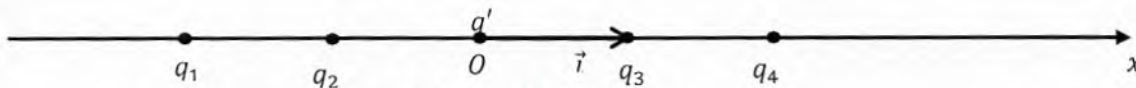


Figure 01

Solution de l'ex. 01

$$1. \vec{F}_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} q' \vec{U}_1 = K \frac{q}{2^2} q \vec{i} = K \frac{q^2}{4} \vec{i}; \quad \vec{F}_2 = K \frac{q_2}{r_2^2} q' \vec{U}_2 = K q^2 \vec{i}; \quad \vec{F}_3 = K \frac{q_3}{r_3^2} q' \vec{U}_3 = -2K q^2 \vec{i}$$

$$\vec{F}_4 = K \frac{q_4}{r_4^2} q' \vec{U}_4 = K \frac{2q}{2^2} q (-\vec{i}) = -2K \frac{q^2}{4} \vec{i} = -K \frac{q^2}{2} \vec{i}$$

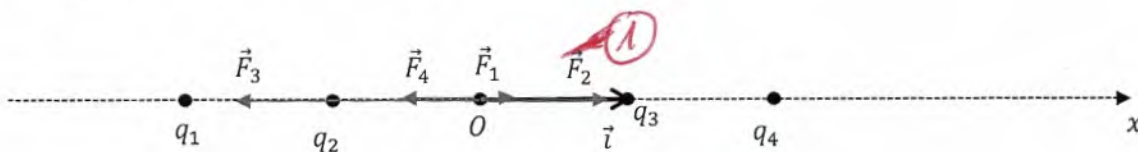


Figure 01

$$2. \vec{F}_r = K \frac{q^2}{4} \vec{i} + K q^2 \vec{i} - 2K q^2 \vec{i} - K \frac{q^2}{2} \vec{i} = -\frac{5}{4} K q^2 \vec{i}$$

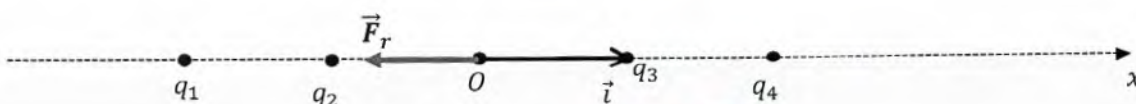


Figure 01

Exercice 02 (5pts)

Soient deux cylindres conducteurs coaxiaux 1 et 2, de rayons R_1 et R_2 et de longueur L , chargés avec les densités surfaciques σ_1 et σ_2 , respectivement (voir figure 02).

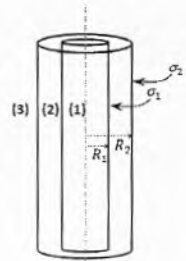


Figure 02

1. En utilisant le théorème de Gauss, trouver l'expression du champ électrostatique, loin des deux extrêmes des cylindres et dans chacune des régions (1), (2) et (3), sachant que σ_1 et σ_2 sont deux constantes positifs.
2. En déduire l'expression du potentiel électrostatique dans la zone (3)

Solution de l'exercice 02 (5pts)

1. **Région (1) :** on choisit la surface de Gauss un cylindre de rayon $r < R_1$ coaxial avec les deux cylindres :
Le théorème de Gauss :

$$\Phi = \iint_{S_G} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad (0,7)$$

Mais : $Q_{int} = 0$; alors : $\vec{E} = \vec{0}$ (0,7)

Région (2) : on choisit la surface de Gauss un cylindre de rayon $R_1 < r < R_2$

$$\Phi = \iint_{S_G} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$$

La distribution du champ a une symétrie de rotation, loin des extrémités des cylindres ;

alors : $\vec{E} \perp d\vec{S}$ sur les deux bases de la surface de Gauss et : $\vec{E} = \overrightarrow{cst}$ et $\vec{E} // d\vec{S}$ sur la surface latérale S_L ; donc :

$$\Phi = \iint_{S_G} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \iint_{S_L} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \iint_{S_L} E \cdot dS = E \iint_{S_L} dS = E \cdot 2\pi r L = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma_1 2\pi R_1 L}{\epsilon_0} \quad (0,7)$$

$$E \cdot r = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0} \Rightarrow \vec{E} = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0} \frac{1}{r} \vec{U}_r \quad (0,5)$$

Région (3) : on choisit la surface de Gauss un cylindre de rayon $r > R_2$

$$\Phi = \iint_{S_G} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \iint_{S_L} E \cdot dS = E \iint_{S_L} dS = E \cdot 2\pi r L = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma_1 2\pi R_1 L + \sigma_2 2\pi R_2 L}{\epsilon_0} \Rightarrow E r = \frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\epsilon_0} \quad (0,7)$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\epsilon_0} \frac{1}{r} \vec{U}_r \quad (0,7)$$

2. Expression du potentiel électrostatique dans la zone (3) :

Nous avons :

$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}} V = \frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\epsilon_0} \frac{1}{r} \vec{U}_r \quad (0,7)$$

Alors : $\frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\epsilon_0} \frac{1}{r} = -\frac{dV}{dr} \quad (0,7)$

$$\Rightarrow V(r) = -\frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\epsilon_0} \ln(r) + C ; \quad C = \text{constante} \quad (0,5)$$

Exercice 03 (5pts)

Soit le circuit de la figure 03.

1. Calculer, en utilisant les lois de Kirchhoff, les intensités du courant : I_1 , I_2 et I_3 .
2. Trouvez la résistance équivalente entre A et F, puis calculer le courant qui passe par cette résistance.

On donne: $R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R_6=10\ \Omega$; $E=15\text{ V}$

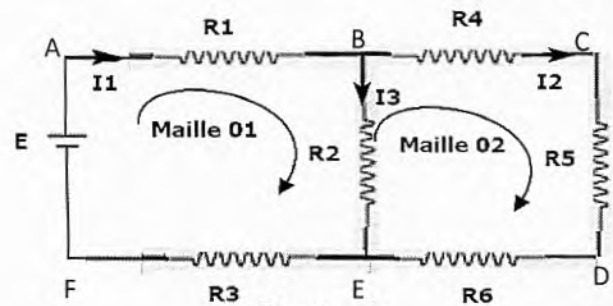


Figure 03

Solution de l'exercice 03 (5pts)

1. Calcul, en utilisant les lois de Kirchhoff, des intensités du courant : I_1 , I_2 et I_3 .

1^{ère} loi de Kirchhoff : loi des nœuds $I_1 - I_2 - I_3 = 0 \Rightarrow I_1 = I_2 + I_3$ (Δ)

2^{ème} loi de Kirchhoff : loi des mailles

Maille 01 : $R_1 I_1 + R_2 I_3 + R_3 I_1 = E \Rightarrow (R_1 + R_3) I_1 + R_2 I_3 = E$

On substitue par (Δ) $\Rightarrow (R_1 + R_3)(I_2 + I_3) + R_2 I_3 = E \Rightarrow (R_1 + R_3) I_2 + (R_1 + R_3 + R_2) I_3 = E$

$$\Rightarrow 20 I_2 + 30 I_3 = 15 \quad \text{..... (*)}$$

Maille 02 : $R_4 I_2 + R_5 I_2 + R_6 I_2 - R_2 I_3 = 0 \Rightarrow (R_4 + R_5 + R_6) I_2 - R_2 I_3 = 0$

$$\Rightarrow 30 I_2 - 10 I_3 = 0 \quad \text{..... (V)}$$

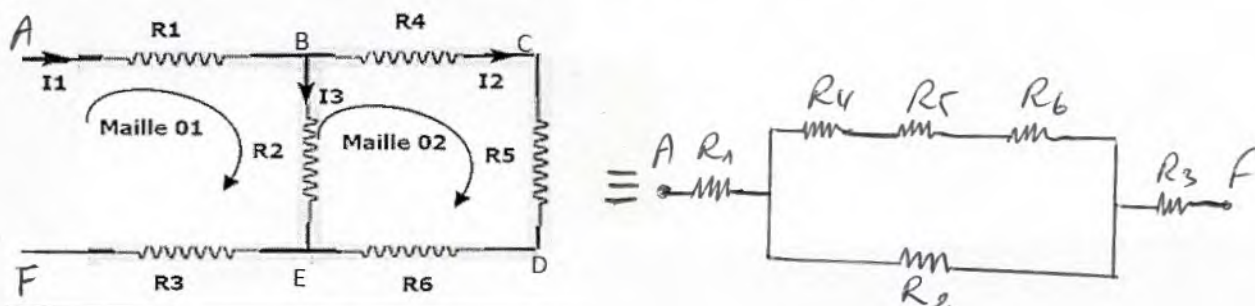
De (V) : $I_2 = \frac{1}{3} I_3$ et on substitue dans (*) : $20 \cdot \frac{1}{3} I_3 + 30 I_3 = 15 \Rightarrow I_3 = \frac{4,5}{11} = 0,41\text{ A}$

On substitue dans (V) : $30 I_2 - 10 \cdot \frac{4,5}{11} = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{45}{11} \cdot \frac{1}{30} = \frac{45}{330} = 0,136\text{ A}$

On prend les deux valeurs de I_1 et de I_2 et on les substitue dans (Δ), on aura :

$$I_1 = I_2 + I_3 = \frac{4,5}{11} + \frac{45}{330} = 0,41 + 0,136 = 0,546$$

2. Résistance équivalente et courant passant par cette résistance :



$$A \xrightarrow{R_1} \left[\begin{array}{c} 30\ \Omega \\ R_2 \end{array} \right] \xrightarrow{R_3} F \equiv \frac{R_1 \cdot 30}{4} \parallel R_3 \equiv R_{eq} = \frac{110}{4}\ \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{110}{4}\ \Omega, \quad I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{15}{\frac{110}{4}} = 0,545\text{ A}$$

Questions de cour : (5pts)

Q1 : Quelle est la valeur du champ électrostatique E à l'intérieur d'un conducteur chargé d'une charge Q , plein et en équilibre ?

Réponse : $E = 0$

Q2 : Quelle sera alors le potentiel à l'intérieur de ce conducteur ?

Réponse : le potentiel est constant $V = \text{constante}$

Q3 : Un conducteur creux chargé en excès d'une charge $Q > 0$, tel qu'il est montré sur la figure 04. Montrez sur cette figure la distribution de la charge Q .

Q4 : Considérons les deux conducteurs sphériques concentriques donnés sur la figure 05. Le conducteur intérieur est chargé en excès par une charge $Q < 0$. Donnez l'expression du flux électrostatique Φ en fonction de la charge Q , dans chacune des zones (1), (2) et (3).

Réponse :

1. Zone (1) : $\Phi = \frac{Q_{int}}{\epsilon} = \frac{Q}{\epsilon}$
2. Zone (2) : $\Phi = \frac{Q_{int}}{\epsilon} = \frac{Q + (-Q)}{\epsilon} = 0$
3. Zone (3) : $\Phi = \frac{Q_{int}}{\epsilon} = \frac{Q + (-Q) + Q}{\epsilon} = \frac{Q}{\epsilon}$

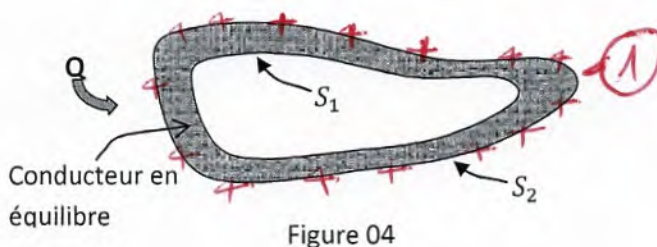


Figure 04

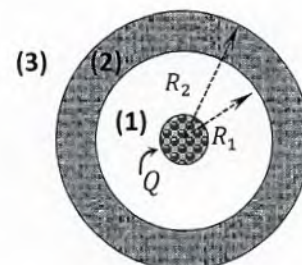


Figure 05