

Epreuve Finale de Physique 2
Durée : 1h

Exercice 1 : (12points)

Deux charges électriques ponctuelles $q_1=4q$ et $q_2= - q$ ($q > 0$) sont placées respectivement en $x=0$ et $x=d$. M est un point quelconque de l'axe Ox d'abscisse x , tel que $x>d$ (voir figure 1).

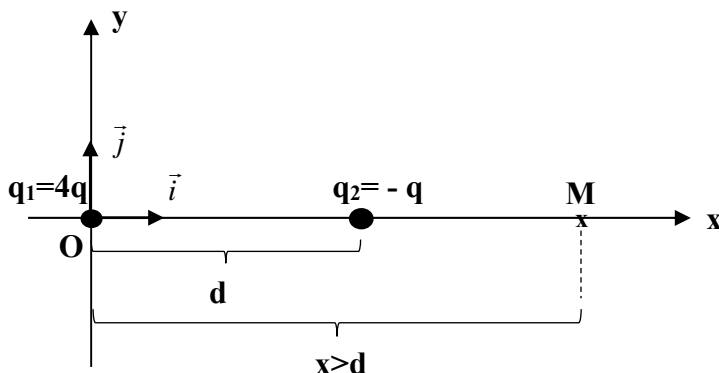


Figure 1

1) Déterminer en fonction de x , d , q et K :

- a) l'expression du potentiel électrique V_M créé par les charges q_1 et q_2 au point M .
- b) l'expression du champ électrique \vec{E}_M créé par les charges q_1 et q_2 au point M .

2) On place une troisième charge q_3 au point M . Déterminer en fonction de x , d , q , q_3 et K :

- a) l'expression de l'énergie potentielle électrique E_{p3} de la charge q_3 .
- b) l'expression de l'énergie interne U du système formé par les trois charges.
- c) l'expression de la force électrique \vec{F}_3 qui s'exerce sur la charge q_3 placée au point M .

3) Déduire la position d'équilibre de la charge q_3 en fonction de d .

4) On enlève la charge q_3 et on place au point M d'abscisse $x=4d$ un dipôle électrique orienté suivant l'axe Oy , de moment dipolaire initial $\vec{p}_i = 10^{-28} \vec{j}$ (Cm), tournant autour de sa position M .

Pour la suite, on donne : $q=10^{-9}C$, $d=1cm$ et $K=9 \times 10^9 SI$.

- a) Calculer le vecteur champ électrique \vec{E}_M au point M .
- b) Calculer l'énergie potentielle électrique E_{pi} du dipôle électrique dans sa position initiale.
- c) Donner la position d'équilibre finale stable du dipôle électrique \vec{p}_f .
- d) Représenter qualitativement le champ électrique \vec{E}_M et le dipôle électrique \vec{p}_f .
- e) En déduire la variation de l'énergie potentielle électrique du dipôle électrique ainsi que le travail des forces électrostatiques.

Exercice 2 : (8 points)

Le circuit de la **figure 2** comporte deux générateurs identiques de f.e.m $E_1=E_2=E$, trois résistances R_1 , R_2 et R_3 , deux condensateurs en parallèle de capacités C_1 et C_2 respectivement et un interrupteur K .

On donne : $E=18V$, $R_1=R_2=6\Omega$, $R_3=15\Omega$, $C_1=3\mu F$ et $C_2=6\mu F$.

I) L'interrupteur K est ouvert.

- 1) Calculer l'intensité des courants I_1 , I_2 , et I_3 .
- 2) Calculer la puissance fournie par les générateurs et celles dissipées par effet Joule dans les résistances. Faire le bilan d'énergie.
- 3) Calculer la différence de potentiel V_A-V_B .

II) L'interrupteur K est fermé.

On suppose que le régime permanent est atteint et que les condensateurs sont complètement chargés.

- 4) Déduire les valeurs des charges Q_1 et Q_2 emmagasinées par C_1 et C_2 .
- 5) Calculer l'énergie potentielle emmagasinée par chacun des deux condensateurs.

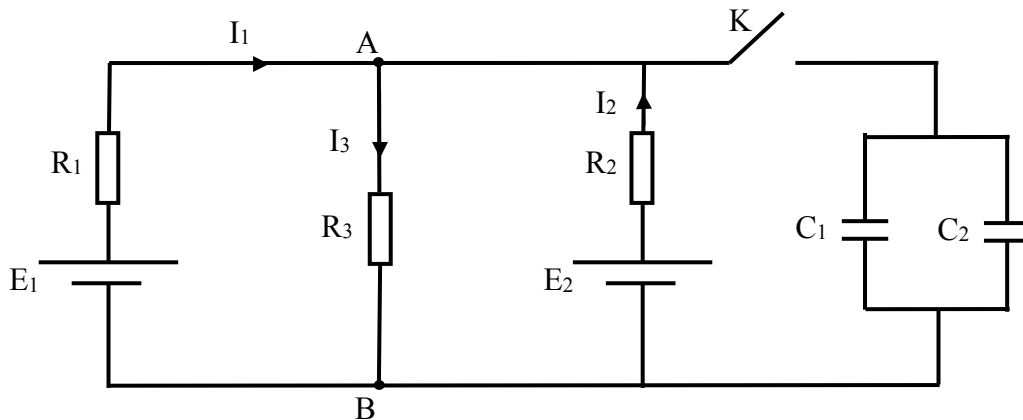


Figure 2

Corrigé de l'Epreuve Finale de Physique 2

Exercice 1 : (12 points)

1.a) Potentiel électrique : $V_M = \frac{Kq_1}{x} + \frac{Kq_2}{x-d} = Kq \left(\frac{4}{x} - \frac{1}{x-d} \right)$ 0.75+0.75

1.b) Champ électrique : $\vec{E}_M = \left(\frac{Kq_1}{x^2} + \frac{Kq_2}{(x-d)^2} \right) \vec{i} = Kq \left(\frac{4}{x^2} - \frac{1}{(x-d)^2} \right) \vec{i}$ 1+1

2.a) Energie potentielle électrique : $E_{p3} = q_3 V_M = Kqq_3 \left(\frac{4}{x} - \frac{1}{x-d} \right)$ 0.25+0.25

2.b) Energie interne du système : $U = \frac{Kq_1q_2}{d} + \frac{Kq_1q_3}{x} + \frac{Kq_2q_3}{x-d} = Kq \left(-\frac{4q}{d} + \frac{4q_3}{x} - \frac{q_3}{x-d} \right)$

2.c) Force électrique : $\vec{F}_3 = q_3 \vec{E}_M = Kqq_3 \left(\frac{4}{x^2} - \frac{1}{(x-d)^2} \right) \vec{i}$ 0.75+0.75
0.5+0.5


3) Position d'équilibre : $\vec{F}_3 = \vec{0} \Rightarrow \frac{4}{x^2} - \frac{1}{(x-d)^2} = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 2d \\ x = \frac{2d}{3} < d \end{cases} \Rightarrow x = 2d$ 0.5 0.5 0.5

4.a) Champ électrique : $\vec{E}_M(x=4d) = 1.25 \times 10^4 \vec{i} \text{ (V/m)}$ 1

4.b) Energie potentielle électrique : $E_{pi} = -\vec{p}_i \cdot \vec{E}_M = 0$ 0.5

4.c) Position d'équilibre finale stable : $\vec{p}_f = 10^{-28} \vec{i} \text{ (Cm)}$ 0.5

4.d)



0.5

4.e) Variation de l'énergie potentielle électrique :

$\Delta E_p = E_{pf} - E_{pi} = (-\vec{p}_f \cdot \vec{E}_M) - (-\vec{p}_i \cdot \vec{E}_M) = -\|\vec{p}_f\| \|\vec{E}_M\| = -1.25 \times 10^{-24} \text{ J}$ 0.5+0.5

Travail des forces électrostatiques : $W_i^f = -\Delta E_p = 1.25 \times 10^{-24} \text{ J}$ 0.5

Exercice 2 : (8 points)

1) Intensité des courants :

Loi des nœuds : $I_3 = I_1 + I_2$ -----Eq.1 0.5

Loi des mailles : $\begin{cases} -E_1 + R_1 I_1 + R_3 I_3 = 0 \\ -E_2 + R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 6I_1 + 15I_3 = 18 \text{ ----- Eq.2} \\ 6I_2 + 15I_3 = 18 \text{ ----- Eq.3} \end{cases}$ 0.5 0.5

Eq.2 + Eq.3 et en tenant compte de l'Eq.1 $\Rightarrow I_3 = 1A$ 0.5

Eq.2 $\Rightarrow I_1 = 0.5A$ 0.25

Eq.3 $\Rightarrow I_2 = 0.5A$ 0.25

2) Puissance fournie par les générateurs : $P_G = E_1 I_1 + E_2 I_2 = 18W$ 0.5+0.5

Puissance dissipée par effet Joule : $P_J = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 = 18W$ 0.5+0.5

Bilan d'énergie : $P_G = P_J$ 0.5

3) La ddp $V_A - V_B$: $V_A - V_B = R_3 I_3 = 15V$ 0.25+0.25

4) Charges emmagasinées : $\begin{cases} V_A - V_B = V_{C1} = V_{C2} \\ V_{C1} = \frac{Q_1}{C_1} \\ V_{C2} = \frac{Q_2}{C_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_1 = C_1 (V_A - V_B) = 45\mu C \\ Q_2 = C_2 (V_A - V_B) = 90\mu C \end{cases}$ 0.25+0.25 0.25 0.25

5) Energies emmagasinées : $\begin{cases} E_{C1} = \frac{Q_1^2}{2C_1} = 337.5\mu J \approx 0.34mJ \\ E_{C2} = \frac{Q_2^2}{2C_2} = 675\mu J \approx 0.68mJ \end{cases}$ 0.25+0.25 0.25+0.25