

UNIVERSITE DJILLALI LIABES
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT ELECTROTECHNIQUE

SERIE DE TRAVAUX DIRIGES 1 **(EXERCICES D'ELECTROSTATIQUE)**

EXERCICE 1

Trois charges sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté 1m, comme représenté sur la figure 1. Un électron est placé au centre du triangle. Déterminer la direction et le sens de la force appliquée sur l'électron?

EXERCICE 2

Les charges $Q_1 = -2 \mu\text{C}$, $Q_2 = +5 \mu\text{C}$, $Q_3 = -4 \mu\text{C}$, et $Q_4 = -4 \mu\text{C}$ sont placées aux sommets d'un rectangle de longueur 5 cm, et de largeur 3cm, comme représenté sur la figure 2.

1. Quelle est l'intensité de la force F appliquée sur Q_4 ?
2. Déterminer la direction de la force F .

Réponse : $F = 54,1 \text{ N}$; $\alpha = 77^\circ$.

EXERCICE 3

Trois charges sont placées sur les coins d'un triangle équilatéral de 0,2 m de côté (figure 3). Déterminer la direction et le module de la force appliquée sur la charge $2 \mu\text{C}$?

Réponse : $F = 1,2 \text{ N}$; $\alpha = 19,7^\circ$

EXERCICE 4

Trois charges sont arrangées sur les coins d'un carré de côté 2m comme représenté à la figure 4.

- 1) Tracer et calculer la force appliquée sur la charge Q_1 .
- 2) Calculer l'énergie potentielle de cette configuration de charges.

Réponse : $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 6,6 \cdot 10^9 \text{ N}$; $E_p = -2,3 \cdot 10^{10} \text{ J}$

EXERCICE 5

Soient deux charges ponctuelles séparés par une distance $AB = 1\text{m}$ (Figure 5). Lister toutes les régions sur cette figure où le champ électrique peut être nul.

EXERCICE 6

Soient deux charges ponctuelles séparés par une distance $AB = 3 \text{ m}$ (Figure 6).

Déterminer la valeur de la charge Q_2 pour que le champ électrique soit nul au point M ($x = 1\text{m}$).

Réponse : $Q_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

EXERCICE 7

Trois charges ponctuelles sont placées aux coins d'un rectangle, de largeur d et de longueur $2d$, comme montré à la figure 7. Quelle est la relation entre q_2 et q_3 pour que la composante suivant l'axe des x du champ résultant au point P soit nulle ?

Réponse : $q_3 = -0,7 q_2$

EXERCICE 8

Trois charges ponctuelles q_1 , q_2 et q_3 sont disposées comme indiqué sur la figure 8. Sachant que $q_1 = -q$, $q_3 = 2q$ et $OA = OB = OC = a$, déterminer le champ et le potentiel électriques au point M situé sur l'axe OX.

Réponse : $E = E_x = k \frac{2q}{(a+x)^2} - 2k \frac{qx}{(a^2+x^2)^{3/2}}$; $V =$

EXERCICE 9

Soit 3 charges alignées comme montré à la figure 9. Déterminer le point sur l'axe entre Q_A et Q_B où le champ électrique est nul.

Réponse : $x = 2/3 d$

EXERCICE 10

Soit 3 charges ponctuelles alignées (Figure 10).

- 1) Calculer la charge Q pour que le champ résultant au point M soit nul.
- 2) Calculer le potentiel résultant au point M .
- 3) Calculer l'énergie totale emmagasinée par les 3 charges.

Réponse :

EXERCICE 11

Six charges sont arrangées sur les coins d'un hexagone comme représenté à la figure 11.

- a) Le potentiel au centre de l'hexagone est-il nul ?
- b) Le champ électrique au centre de l'hexagone est-il nul ?

EXERCICE 12

Une circonférence de centre O et de rayon a , porte une charge q uniformément répartie de densité linéique $\lambda > 0$ (Figure 12).

Calculer le champ et le potentiel en un point M de l'axe Oy , situé à une distance y de O .

Réponse : $E = \frac{kqy}{(a^2 + y^2)^{3/2}} ; V = \frac{kq}{(a^2 + y^2)^{1/2}} + Cte$

EXERCICE 13

Les composantes du champ électrique dans la figure 13 sont : $E_x = 800 \sqrt{x}$; $E_y = 0$; $E_z = 0$.

Calculer le flux électrique à travers le cube ainsi que la charge à l'intérieur ($a = 10$ cm).

Réponse : $\Phi_e = 1,05$; $Q_{int} = 9,3 \cdot 10^{-12}$ C

EXERCICE 14

Soit un condensateur cylindrique formé de deux armatures cylindriques de rayons R_1 et R_2 , portées aux potentiels V_1 et V_2 (Figure 14). On supposera que la charge de l'armature interne est égale à Q .

- 1) Déterminer le champ électrique régnant entre les deux armatures.
- 2) En déduire la capacité du condensateur par unité de longueur.

Réponse : $E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 rL} ; C = \frac{2\pi\epsilon_0}{Ln} \frac{R_2}{R_1}$

EXERCICE 15

Soit un condensateur cylindrique formé d'une armature interne de rayon R_1 et d'une armature externe de rayon R_2 , entre lesquelles se trouvent deux couches diélectriques différentes de permittivités ϵ_1 et ϵ_2 (Figure 15).

- 1) Calculer le champ électrique régnant entre les deux armatures.
- 2) Calculer la d.d.p entre les deux armatures et déduire la capacité du condensateur.

Réponse : $E_1 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_1 rL} ; E_2 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_2 rL} ; V_1 - V_2 = \frac{Q}{2\pi L} \left(\epsilon_1 Ln \frac{R_2}{R_1} + \epsilon_2 Ln \frac{R_2}{R_1} \right)$

EXERCICE 16

1) On considère un plan portant une charge superficielle q de densité ρ_s uniformément distribuée. Utiliser le théorème de Gauss pour déterminer le champ électrique créé par cette charge.

2) En déduire le champ produit entre deux plans parallèles (identiques au premier) portant des charges égales et opposées (CONDENSATEUR PLAN).

Réponse : $E = \frac{\rho_s}{2\epsilon_0} ; E = \rho_s / \epsilon_0$

EXERCICE 17

On considère trois sphères concentriques de rayons a , b et c tels que $a < b < c$ (figure 16). La sphère de rayon a est chargée en surface avec une densité ρ_s , le volume sphérique situé entre les sphères de rayons b et c est chargé avec une densité ρ_v .

Déterminer le champ électrique créée aux points m , n , p et q .

On donne : $\rho_v = 3\rho_s \frac{a^2}{b^3}$

Réponse : $E_m = 0$; $E_n = \frac{\rho_s \cdot a^2}{\epsilon_0 r^2}$; $E_p = \frac{\rho_s \cdot a^2 r}{\epsilon_0 b^3}$; $E_q = \frac{\rho_s \cdot a^2 c^3}{\epsilon_0 b^3 r^2}$

EXERCICE 18

Soit une sphère pleine de rayon R_1 possédant une charge de densité volumique ρ_v , à l'intérieur d'une sphère creuse de rayon R_2 ayant une charge surfacique de densité ρ_s (Figure 17).

Utiliser le théorème de Gauss pour déterminer le champ électrique aux points m , n et p .

On donne $\rho_s = -\frac{\rho_v R_1^3}{3 R_2^2}$

Réponse : $E_m = \frac{\rho_v r}{3 \epsilon_0}$; $E_n = \frac{\rho_v R_1^3}{3 \epsilon_0 r^2}$; $E_q = 0$

EXERCICE 19

Un condensateur plan parallèle est tenu à la tension constante. Au début il y a seulement de l'air entre les armatures. Si un diélectrique avec une permittivité diélectrique $\epsilon = 2 \epsilon_0$ est inséré dans le condensateur, que devient l'énergie stockée dans le condensateur?

EXERCICE 20

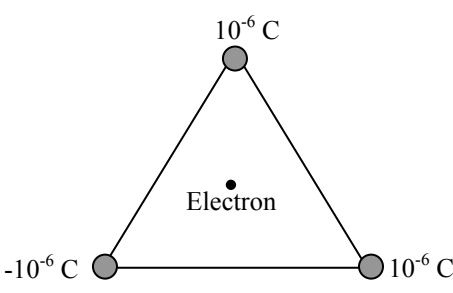
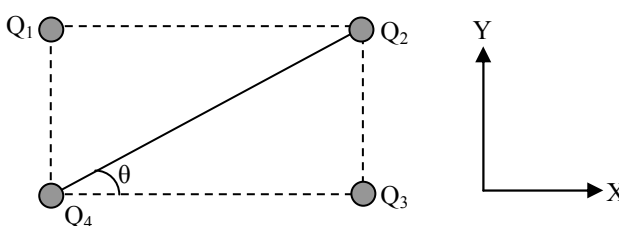
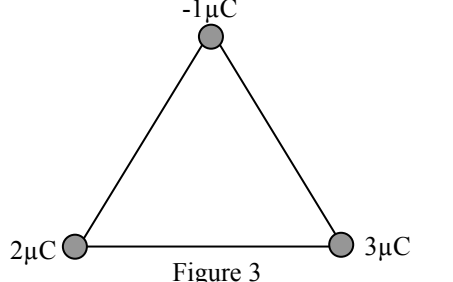
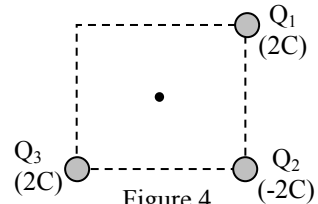
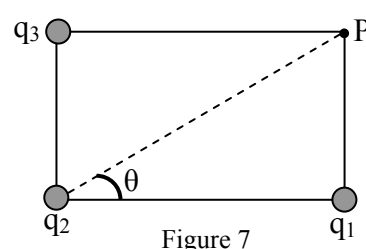

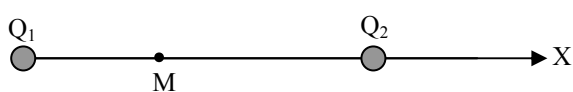
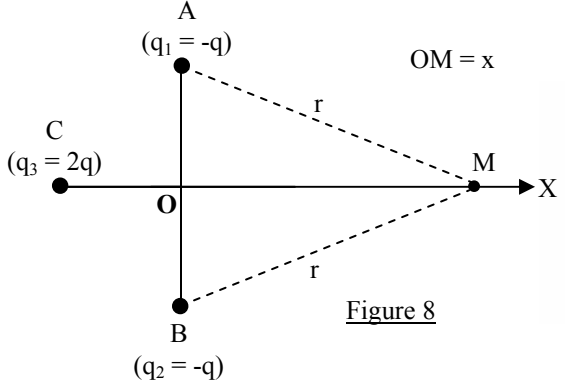
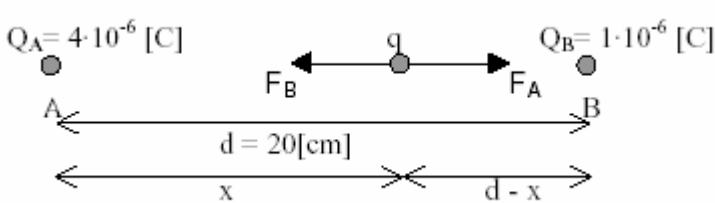
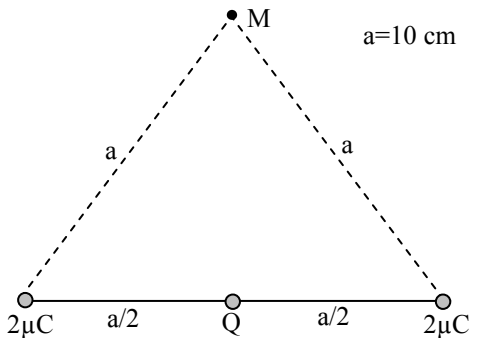
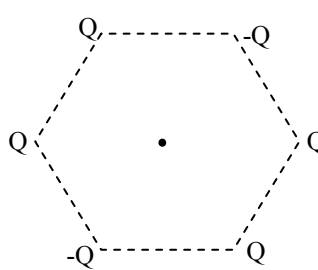
VRAI OU FAUX ?

- Le champ électrique et la force électrique agissent dans la même direction.
- Un potentiel électrique supérieur signifie une énergie potentielle également supérieure.
- Si le champ électrique dans une région est nul, le potentiel électrique l'est aussi.
- Si le potentiel électrique est nul, le champ électrique l'est aussi.

EXERCICE 21

Parmi les phrases suivantes citer celles qui sont incorrectes et expliquer.

- Le champ électrique ne peut pas se refermer sur lui même (courbe fermée) ;
- Il y a deux régimes en électromagnétisme : régime statique et régime variable ;
- L'unité du champ électrique est C/m ;
- Le potentiel électrique est dirigé du potentiel le plus élevé au potentiel le plus bas ;
- La surface équipotentielle est une surface où le potentiel est constant et partout le même.
- Le condensateur est constitué par deux isolants entre lesquels il y a un conducteur ;
- Le champ électrique d'un conducteur en équilibre est nul.

 <p>Figure 1</p>	 <p>Figure 2</p>	
 <p>Figure 3</p>	 <p>Figure 4</p>	 <p>Figure 7</p>
 <p>Figure 5</p>		 <p>Figure 6</p>
 <p>Figure 8</p>	 <p>Figure 9</p>	
 <p>Figure 10</p>	 <p>Figure 11</p>	

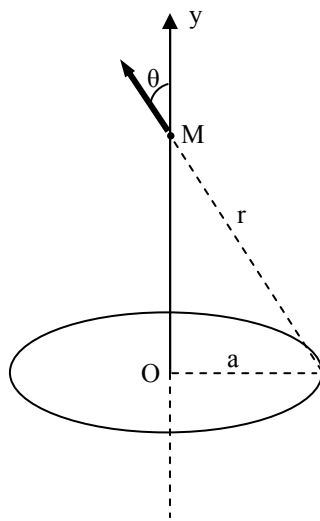


Figure 12

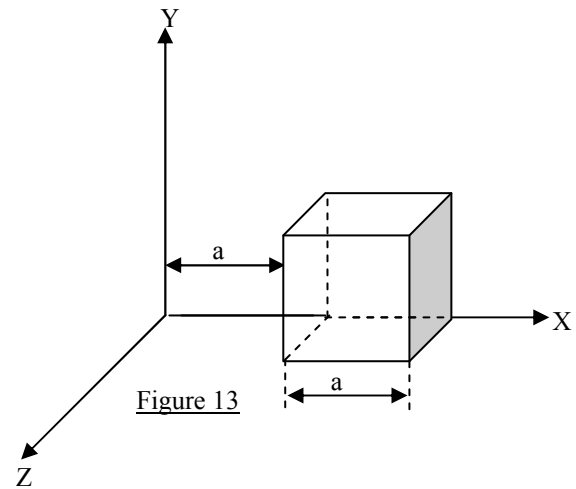


Figure 13

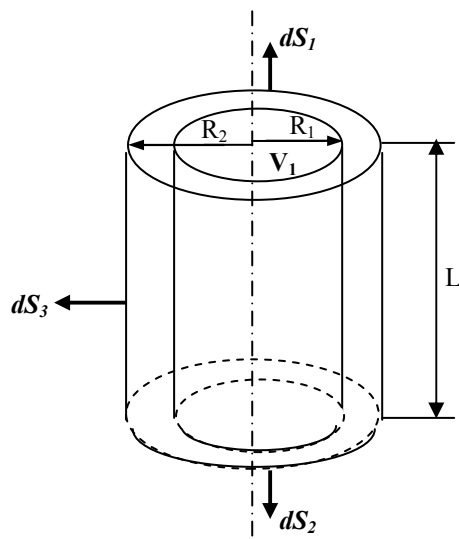


Figure 14

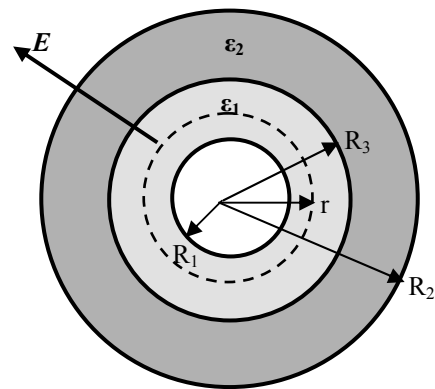


Figure 15

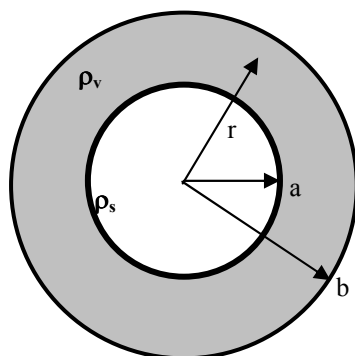


Figure 16

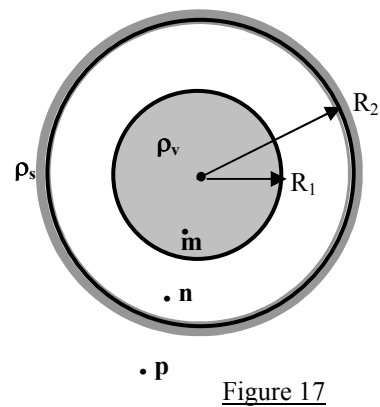


Figure 17