



# Série d'exercices N°6

## — Champ électrostatique – Force électrostatique —

### Exercice 1 :

Deux charges ponctuelles  $q = 40\text{nC}$  et  $q' = 30\text{nC}$  sont placées dans le vide respectivement en A et en B tel que  $AB = 10\text{cm}$ .

Calculer l'intensité du champ électrostatique :

- 1) En un point O situé à mi-distance de ces charges.
- 2) En un point P situé sur la droite (AB) du côté B tel que  $OP = 15\text{cm}$ .
- 3) En un point Q situé sur la médiatrice de [AB] tel que  $OQ = 5\text{cm}$ .
- 4) En un point M situé à 8cm de la charge  $q$  et à 6cm de la charge  $q'$ .

### Exercice 2 :

Deux charges ponctuelles  $q_1$  et  $q_2$  sont placées dans le vide respectivement en A et en B tel que  $AB=d=10\text{cm}$ .

Trouver un point de la droite (AB) où le vecteur champ E résultant est nul. On envisage deux cas :

1° cas :  $q_1$  et  $q_2$  ont même signe.

2° cas :  $q_1$  est positif et  $q_2$  est négatif. Données:  $|q_1| = 6000\text{nC}$ ;  $|q_2| = 5000\text{nC}$ .

### Exercice 3 :

Trois charges ponctuelles  $+q$ ,  $-q$  et  $-q$  sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté  $a$ . Déterminer les caractéristiques du champ électrostatique régnant au centre du triangle.

Application numérique :  $q = 0,1\text{ nC}$  et  $a = 10\text{ cm}$ .

### Exercice 4 :

On considère deux pendules électriques identiques de longueur  $l = 20\text{cm}$  noués en deux points A et B d'une barre horizontale tel que  $AB = 2\text{cm}$ .

Chaque fil supporte une petite boule de masse  $m = 1\text{g}$ . Electrisés par le même pôle d'une machine électrostatique, les deux pendules accusent chacun une déviation par rapport à la verticale.

La déviation du pendule fixé en A est  $\alpha = 6^\circ$ .

1) a) Quelle est la déviation  $\beta$  du pendule fixé en B ?

b) Représenter les deux pendules avant électrisation (en pointillés) et après électrisation (en traits pleins).

2) La charge du pendule fixé en B est  $q_2 = -2,21 \cdot 10^{-10}\text{C}$ , trouver la valeur algébrique de la charge  $q_1$  du pendule fixé en A.

3) Déterminer l'intensité de la tension du fil de chaque pendule.

On donne :  $g = 10\text{ (SI)}$  ; on suppose que les deux pendules sont dans le vide.





# Série d'exercices N°6

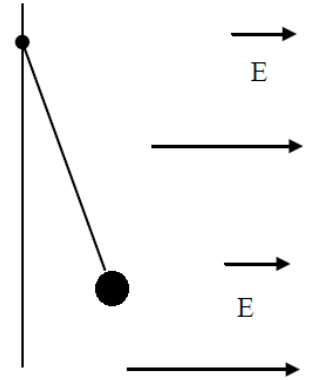
## — Champ électrostatique – Force électrostatique —

### Exercice 5 :

Une petite sphère de centre S est attachée au point O par un fil isolant de masse négligeable et de longueur  $l = 40\text{cm}$  (voir fig.). La sphère, de masse  $m = 5.10^{-2}\text{g}$ , porte la charge électrique  $q$ .

On la soumet à un champ électrostatique uniforme  $E$ , horizontal, orienté comme l'indique la figure. Le fil s'incline alors d'un angle  $\alpha = 10^\circ$  par rapport à la verticale. En déduire la valeur de la charge électrique  $q$ .

Donnée : Intensité du champ électrostatique :  $E = 103\text{V/m}$ .



### Exercice 6 :

On considère deux pendules. Chaque pendule est constitué d'une petite sphère de charge  $q > 0$ , de masse  $m = 1,5\text{g}$ , suspendue à un fil de longueur  $l = 20\text{cm}$ . Les deux pendules sont fixés au même point.

1) On numérote les sphères (1) et (2).

a) Quelle est la charge responsable du champ agissant sur la boule (1) ?

b) Quelle est la charge responsable du champ agissant sur la boule (2) ?

2) Sachant que les fils sont écartés d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  à l'équilibre, calculer la charge

### Exercice 7 :

Les armatures de deux condensateurs plans sont disposées, comme l'indique la figure, selon les côtés d'un carré de côté  $a$ . Les armatures (1) et (2) sont reliées, respectivement, aux pôles  $-$  et  $+$  d'un générateur délivrant une haute tension continue. Elles créent dans le domaine D un champ électrostatique  $E_1$  d'intensité  $E_1 = 15\text{kV/m}$ .

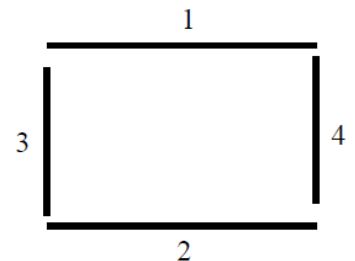
Les armatures (3) et (4) sont connectées, respectivement, aux pôles  $+$  et  $-$  d'une seconde génératrice haute tension. Elles créent, seules, un champ électrostatique  $E_2$ .

Une charge électrique  $q = 20\mu\text{C}$  placée dans le domaine D est soumise, lorsque les deux générateurs sont branchés, à une force électrique  $f_e$  d'intensité  $0,5\text{N}$ .

1) Donner la direction et le sens des champs  $E_1$  et  $E_2$ .

2) Quelle est l'intensité du champ  $E_2$  et celle du champ  $E = E_1 + E_2$  ?

3) Quelle serait la direction, le sens et l'intensité de la force électrostatique  $f'_e$  que subirait la charge  $q$  précédente si les champs devenaient :



$$\vec{E}'_1 = 2 \cdot \vec{E}_1 \quad \text{et} \quad E'_2 = -\frac{E_2}{2}$$





# Série d'exercices N°6

## — Champ électrostatique – Force électrostatique —

### Exercice 8 :

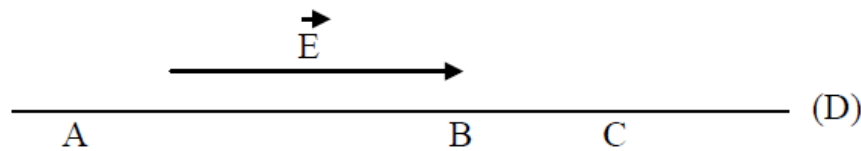
Une charge  $q = 10^{-7} \text{ C}$  se déplace en ligne droite, de A vers B, dans un champ électrostatique uniforme  $E$ , d'intensité  $E = 600 \text{ V/m}$ , tel que  $(AB, E) = 30^\circ$ . Calculer :

- 1) le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur la charge  $q$  au cours du déplacement AB.
- 2) La valeur de la tension  $U_{AB}$ .

**Donnée :** Distance  $AB = l = 15 \text{ cm}$ .

### Exercice 9 :

Trois points A, B et C situés dans cet ordre sur une droite (D), sont placés dans un champ électrostatique uniforme  $E$ , parallèle à la droite D et orienté comme le montre la figure.



On donne  $AB = 30 \text{ cm}$  ;  $BC = 10 \text{ cm}$  ; intensité du champ  $E = 1500 \text{ V/m}$ .

Calculer les tensions  $U_{AB}$  ;  $U_{BC}$  ;  $U_{CA}$ .

### Exercice 10 :

Un pendule électrique, dont la boule B est une petite sphère isolante de masse  $m = 0,2 \text{ g}$ , portant la charge  $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ , est suspendu entre deux plaques métalliques verticales  $P_1$  et  $P_2$  distantes de  $d = 20 \text{ cm}$ .

- 1) On établit la tension  $U_{P_1 P_2} = U = 4000 \text{ V}$  entre ces plaques de manière à créer entre celle-ci un champ électrostatique uniforme  $E$ .

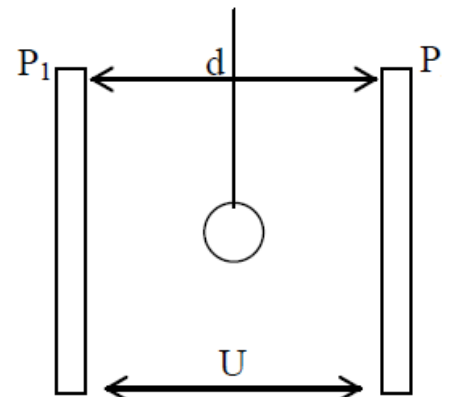
Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ  $E$  ? (On admet que ce dernier n'est pas perturbé par la présence de la charge  $q$ ).

- 2) Faire un schéma montrant l'inclinaison subie par le fil et calculer l'angle  $\alpha$  entre le fil et la verticale lorsque l'équilibre est atteint.

Cet angle dépend-il de la position initiale du pendule ? (on admet que la boule B ne touche jamais l'une ou l'autre des plaques).

- 3) Le pendule est déplacé horizontalement, vers la droite, sur une distance  $l = 2 \text{ cm}$  à partir de la position d'équilibre précédente.

Calculer le travail  $W(\vec{f}_e)$  de la force électrostatique  $\vec{f}_e$  qui s'exerce sur la boule pendant ce déplacement.





# Série d'exercices N°6

## — Champ électrostatique – Force électrostatique —

### Exercice 11 :

On se déplace dans un champ électrostatique uniforme  $E$ , le long d'une ligne de champ  $x'ox$ . Le vecteur unitaire  $i$  qui oriente l'axe  $x'ox$  a même direction que  $E$ . Le potentiel au point  $A(x_A = -2\text{cm})$  est nul ; le potentiel au point  $B(x_B = 8\text{cm})$  est égal à  $400\text{V}$ .

Calculer :

- 1) L'intensité  $E$  du champ électrostatique;
- 2) La valeur du potentiel au point  $O$ ;
- 3) L'énergie potentielle d'une charge  $q = 5 \mu\text{C}$  placée au point  $M$  d'abscisse  $x_M = 5\text{cm}$ .

### Exercice 12 :

Le plan  $xOy$ , rapporté au repère orthonormé  $(A, i, j)$ , est plongé dans un champ électrostatique uniforme  $E$ , d'intensité  $E = 800\text{V/m}$ .

La direction et le sens du champ  $E$  sont ceux du vecteur  $(i+j)$ . Le potentiel électrostatique est nul au point  $O$ .

- 1) Calculer les potentiels  $V_A$  et  $V_B$  aux points  $A(10, 0)$  et  $B(10, 10)$ , l'unité de longueur sur les axes étant en  $\text{cm}$ .

- 2) On place une charge  $q = 3 \mu\text{C}$  dans le champ  $E$ .

Calculer le travail effectué par la force électrostatique agissant sur cette charge lorsque celle-ci se déplace en ligne droite de  $O$  à  $A$  ; de  $A$  à  $B$  et de  $O$  à  $B$ .

Donner deux solutions, par le calcul direct du travail; et en utilisant la notion de différence de potentiel.

### Exercice 13 :

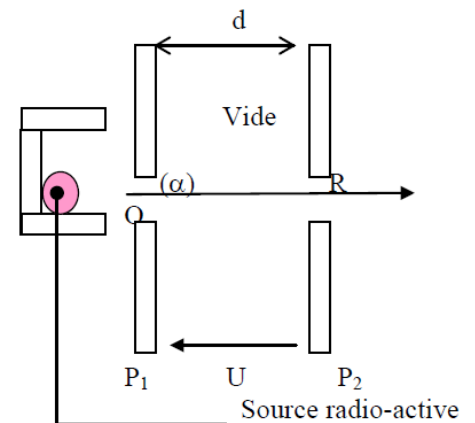
Une particule  $\alpha$  (noyau d'atome d'hélium), produite par une source radioactive, est mise au voisinage du point  $O$  avec une vitesse négligeable.

- 1) Quelle tension  $U_{P_1P_2} = U$  faut-il appliquer entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ , distantes de  $d = 20\text{cm}$ , pour que la particule traverse la plaque  $P_2$  en  $R$ , à la vitesse  $v = 10^3\text{km/s}$ .

- 2) Donner les caractéristiques du champ électrostatique  $E$  (supposé uniforme) entre les plaques.

- 3) Quelle est, en joules et en électrons-volts, l'énergie cinétique de la particule à son passage au point  $R$ .

**Données :**  $m = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ; Charge électrique :  $q = +2e = +3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

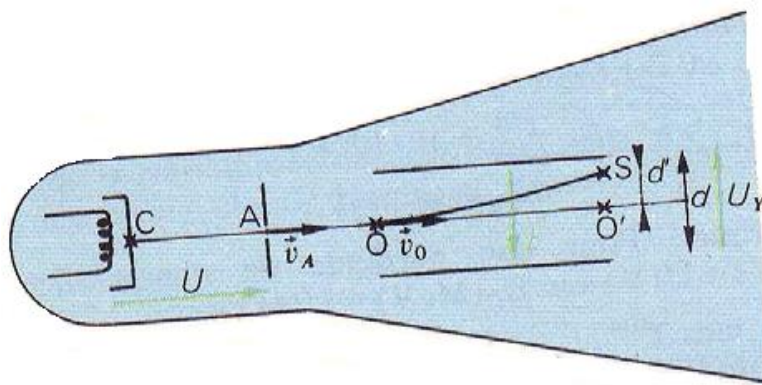


## — Champ électrostatique – Force électrostatique —

### Exercice 14 :

Dans le canon à électrons d'un oscillographe (voir fig.), les électrons sortant de la cathode avec une vitesse supposée nulle, sont accélérés par une tension  $U=1600V$  appliquée entre la cathode C et l'anode A.

- 1) Calculer en mètres par seconde la vitesse  $v_A$  des électrons à la sortie du canon.
- 2) Calculer en joule et en kilo électronvolts, leur énergie cinétique  $E_{CA}$



3) Les électrons pénètrent avec une vitesse  $V_O = V_A$ , entre les plaques de déviation verticale, en un point O situé à égale distance de chacune d'elles. Lorsque la tension  $U_1 = 500V$  est appliquée à ces plaques distantes de  $d = 2cm$ , les électrons sortent de l'espace champ en un point S tel que  $O'S = d' = 0,6cm$ .

- a) On prend l'origine des potentiels  $V_0 = 0$  au point O. Calculer  $V_s$  potentiel électrostatique du point S de l'espace champ.
- b) Déterminer  $E_{po}$  et  $E_{ps}$ , énergies potentielles électrostatique d'un électron en O et en S dans l'espace champ, en joules et en kilo électronvolts.
- c) En déduire  $E_{cs}$  énergie cinétique de sortie des électrons, en kilo électronvolts.

