



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 β 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

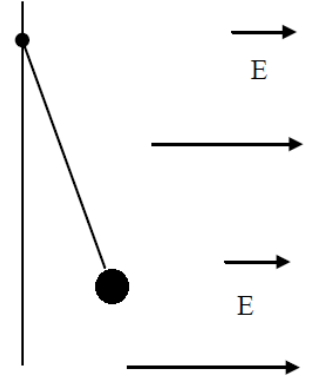
Champ électrostatique – Force électrostatique

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 $E_1 = 15\text{kV/m}$.

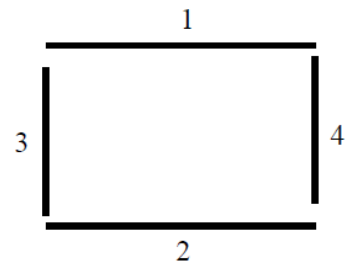
Les armatures (3) et (4) sont connectées, respectivement, aux pôles $+$ et $-$ d'une seconde génératrice haute tension. Elles créent, seules, un champ électrostatique E_2 .

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 :

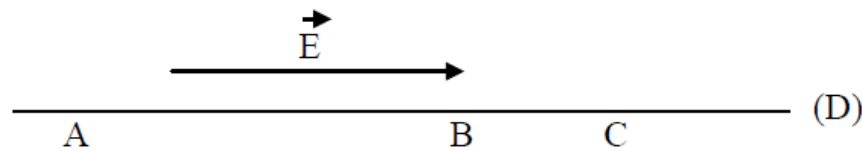
Une charge $q = 10^{-7} \text{ C}$ se déplace en ligne droite, de A vers B, dans un champ électrostatique uniforme E , d'intensité $E = 600 \text{ V/m}$, tel que $(AB, E) = 30^\circ$. Calculer :

- 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 .

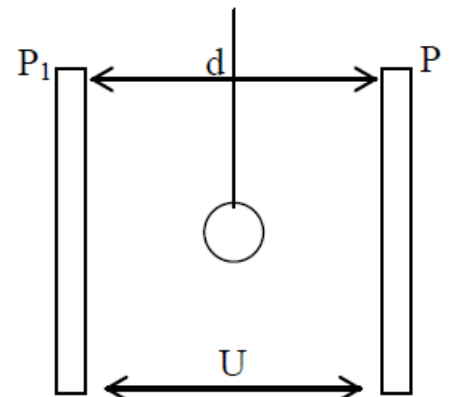
Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ E ? (On admet que ce dernier n'est pas perturbé par la présence de la charge q).

- 2) Faire un schéma montrant l'inclinaison subie par le fil et calculer l'angle α 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 400V .

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 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 .

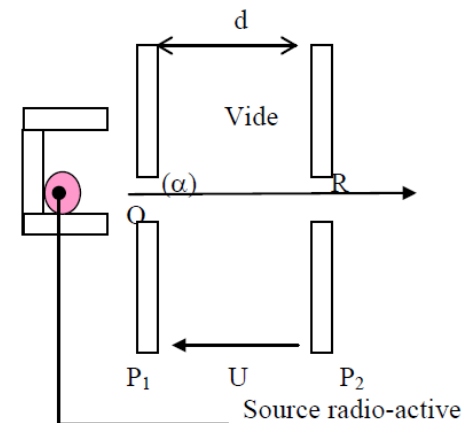
Donner deux solutions, par le calcul direct du travail; et en utilisant la notion de différence de potentiel.

Exercice 13 :

Une particule α (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 : $q = +2e = +3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.





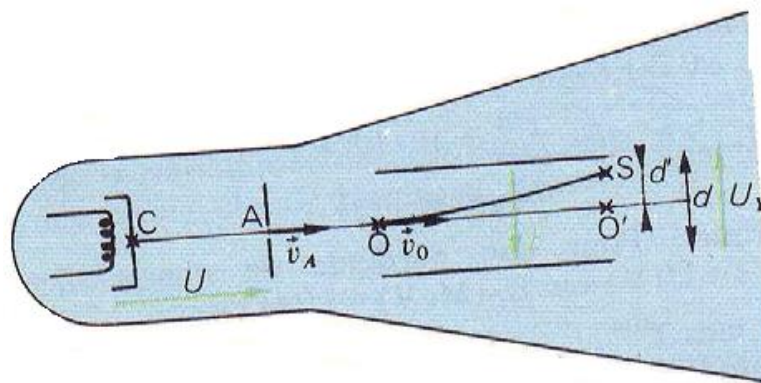
Série d'exercices N°6

— 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.