Physique

Guido Burmeister

Semestre de printemps 2025

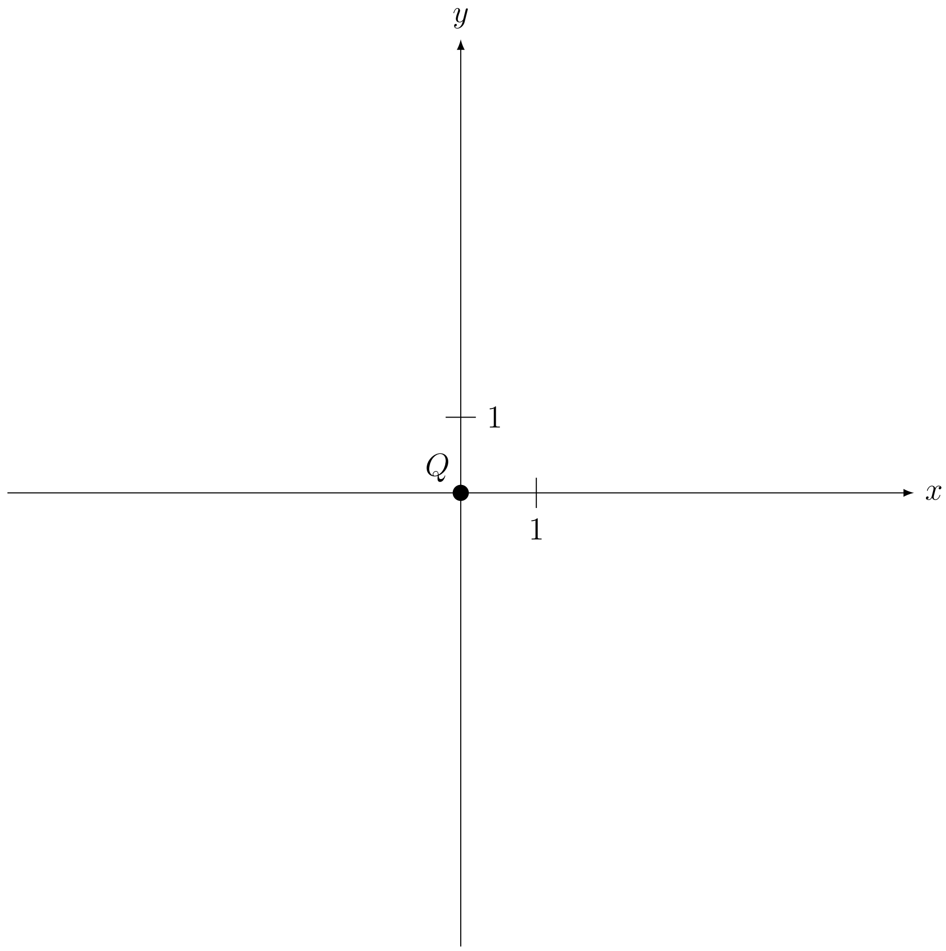
https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=15142

Série 6

Exercice 1

Dans une région de l'espace où règne un champ électrique horizontal $\vec{E}_0 = E_0\vec{e}_x$, on fixe une charge Q à l'origine O , comme indiqué sur le dessin ci-dessous. Les distances sont mesurées en unités d'une longueur $a = 1\,\mathrm{m}$: $\vec{r} = (ax, ay) = ax(1,0) + ay(0,1)$.

On fixe les paramètres tels que $E_0 = 1\,\mathrm{V\,m^{-1}}$ $\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^2} = 4\,\mathrm{V\,m^{-1}}$.



(a) En quel endroit le champ électrique total est-il nul ?

(b) Déterminer le champ électrique total $\vec{E}(\vec{r}_P)$ en $P(0,2)$.

(c) Déterminer le potentiel total électrique $\Phi(\vec{r}_P)$ en P, avec le choix du potentiel nul à l'infini sur la droite d'équation $x = 0$.

(d) Représenter graphiquement le potentiel $\Phi(x,0)$ le long de l'axe Ox .

(e) Déterminer l'équation implicite de l'équipotentielle où le potentiel est nul.

(f) Représenter au mieux le potentiel et les lignes du champ électriques en s'aidant de l'équipotentielle trouvée et de leur allure loin et à proximité de la charge Q .

Exercice 2

Lorsqu'un électron passe au plus près d'une charge $Q < 0$ à la distance r_0, il possède une vitesse $\vec{v}_0$.

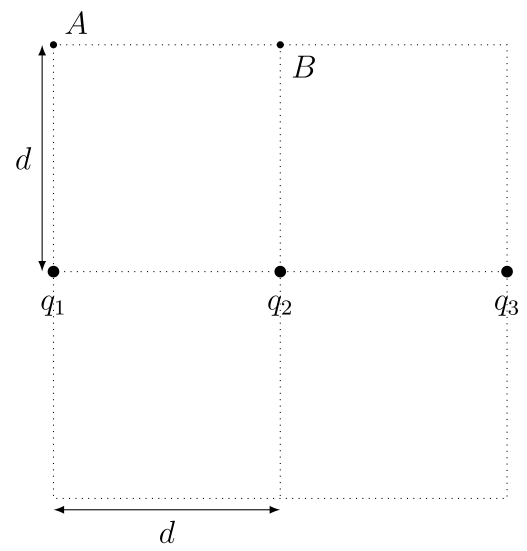
(a) Esquisser les lignes du champ produit par Q et donner le champ en un point quelconque.

(b) Esquisser et justifier la trajectoire de l'électron à partir de cet instant et donner la norme de sa vitesse à une distance r de Q. Est-elle supérieure à v_0 ?

Exercice 3

On fixe trois charges électriques ponctuelles $q_1 = 4Q = q_3$, $q_2 = -Q$, $Q > 0$, dans un plan horizontal en les espaçant d'une distance d (figure). On considère également deux points A et B.

On prend comme échelle du champ électrique 1 cm pour l'intensité du champ électrique produit par q_2 en B.

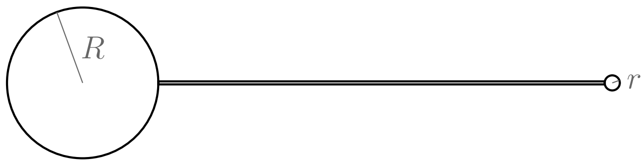


(a) Représenter avec précision le champ électrique résultant au point A.

(b) Esquisser les lignes du champ électrique résultant dans la zone délimitée par le cadre gris.

Exercice 4

Considérer deux boules conductrices de rayons très différents ($R \gg r$) reliées (par un conducteur rectiligne) et chargées :

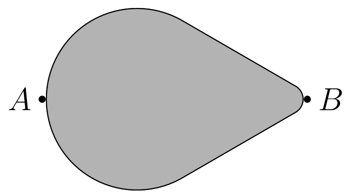


Dans le cadre de ce modèle très simple, vérifier que plus la courbure du conducteur est forte, plus le champ électrique est intense.

Indication : admettre que le potentiel et le champ électriques à l'extérieur d'une boule conductrice portant une charge Q sont identiques au potentiel et au champ électriques produit par une charge ponctuelle Q placée au centre de la boule.

Exercice 5

On considère le conducteur figuré ci-contre. Il porte une charge négative Q.



Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses.

(a) La charge Q est répartie de manière uniforme à la surface du conducteur.

(b) Le champ électrique est nul à l'intérieur du conducteur.

(c) L'intensité du champ électrique est plus grande en A qu'en B.

(d) Les lignes de champ sont perpendiculaires à la surface du conducteur.

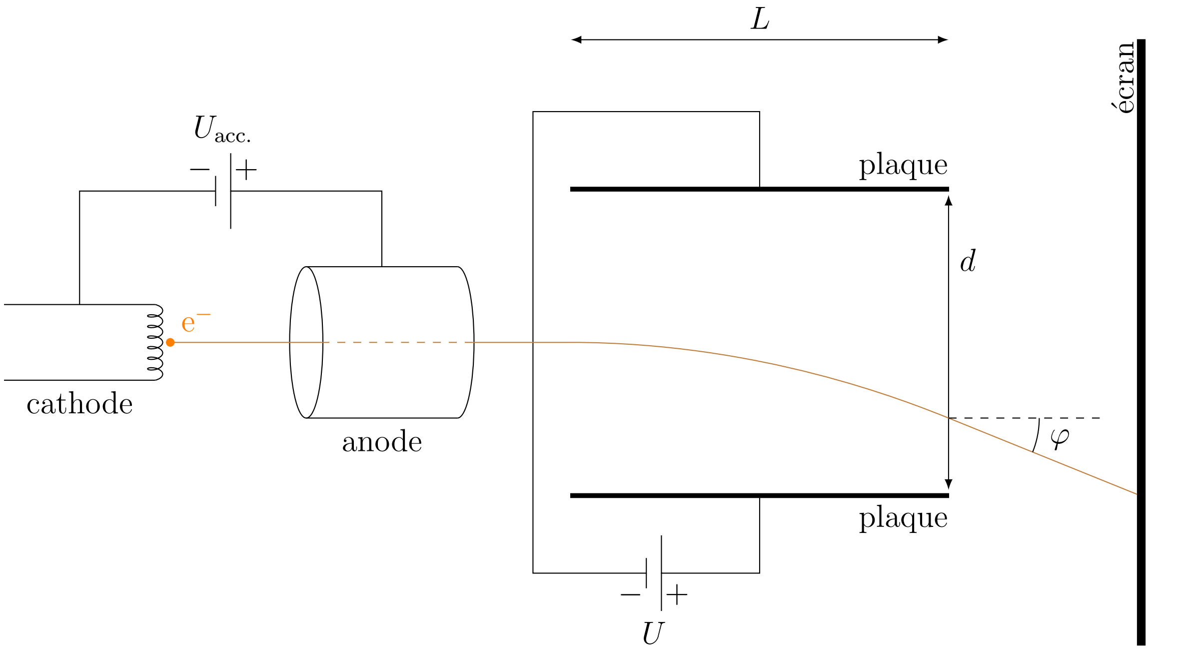
(e) Les lignes de champ peuvent se croiser.

(f) Au voisinage du conducteur, les équipotentielles sont parallèles à la surface de ce dernier.

(g) La tension entre deux points d'une équipotentielle est nulle.

Exercice 6

Un oscillographe cathodique est un instrument permettant de mesurer des tensions à partir de la déflexion d'un faisceau électronique :



Un fil est chauffé suffisamment pour que des électrons puissent le quitter (à vitesse presque nulle). Ces électrons sont alors accélérés par la tension $U_{\text{acc.}}$ puis défléchis par les plaques d'un condensateur plan (plaques de longueur L séparées d'une distance d et entre lesquelles règne une tension U à mesurer) pour finalement frapper un écran lumineux.

On cherche à calculer l'angle φ entre l'horizontale et la trajectoire des électrons à la sortie du condensateur. (Monard, électricité §38-39, p. 45)

Réponses

Ex. 1 (a) en $(-2, 0)$ **(b)** $1\,\mathrm{V\,m^{-1}}(1, 1)$ **(c)** $2\,\mathrm{V}$ **(d)** $\Phi(x, 0) = -1\,\mathrm{V}\,x + \dfrac{4\,\mathrm{V}}{|x|}$ **(e)** $x = \frac{4}{\sqrt{x^2+y^2}}$

Ex. 2 (b) $\sqrt{v_0^2 + \frac{qQ}{2m\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r}\right)}$.

Ex. 6 $\tan\varphi = \frac{UL}{2\,U_{\text{acc.}}\,d}$.