

Groupe Excellence

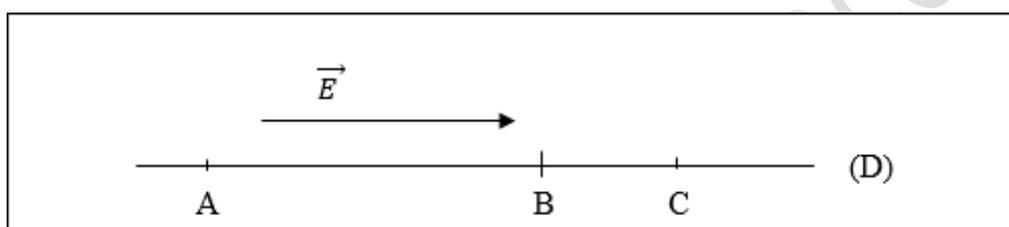
Excellez avec les meilleurs professeurs !



Matière : Science Physique Groupe Excellence (cours en ligne)	Série 6 : Travail de la force électrique – Energie potentielle électrostatique	Professeur : M. SARR Niveau : 1S2
--	---	--

Exercice 1 :

I. 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 $E = 1\,500\text{V/m}$. Calculer les tensions U_{AB} ; U_{BC} ; U_{CA} .

II. 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 :

- le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur la charge q au cours du déplacement AB.
- La valeur de la tension U_{AB} . Distance $AB = l = 15\text{cm}$.

III. 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 :

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

Exercice 2 :

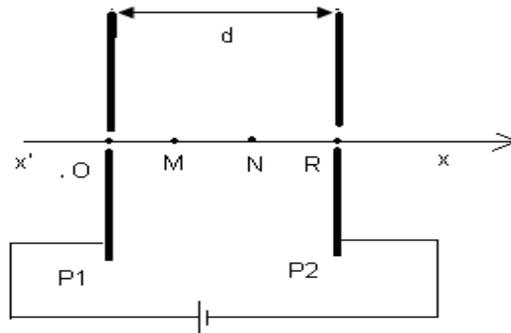
Deux plaques P_1 et P_2 , planes et parallèles entre lesquelles règne un vide poussé, sont distantes de $d = 10\text{cm}$. Elles sont reliées respectivement aux pôles (+) et (-) d'un générateur haute tension qui délivre une tension continue $U = 500\text{V}$ (voir fig1)

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



- 1-) Quelles sont les caractéristiques du champ électrostatique \vec{E} supposé uniforme qui règne dans ce domaine D situé entre les deux plaques. 0,5 point
 - 2-) Sur l'axe $x'Ox$ perpendiculaire aux plaques, dont l'origine O est sur P₁ et qui est orienté de P₁ vers P₂, on place les points M et N d'abscisses $X_M = 2\text{cm}$ et $X_N = 7\text{cm}$. Calculer les différences de potentiels $V_O - V_M$; $V_O - V_N$; $V_M - V_N$
 - 3-) Un électron pénètre dans le domaine D au point R, avec une vitesse négligeable
 - a-) Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{F}_e qui s'exerce sur lui.
 - b-) Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en N, en M, puis en O ? 1 point
 - 4°) Calculer le travail $W_{NM}(\vec{F}_e)$ de la force \vec{F}_e lorsque l'électron se déplace de N à M 1 point
- Données relatives à l'électron :** Masse. $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{Kg}$; Charge électron = $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$



Exercice 3 :

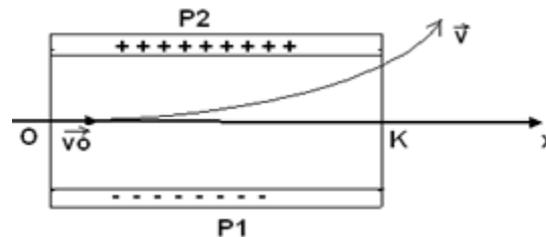
Ce problème étudie de manière très simple la déviation d'un faisceau d'électrons par des plaques déflectrices P₁ et P₂ horizontales dans un tube cathodique où règne le vide. Les électrons pénètrent en O entre les plaques P₁ et P₂ à la vitesse \vec{V}_0 et ressortent en M. Le point O est à la même distance $l = 3\text{cm}$ des deux plaques et $V_0 = 10^7\text{m.s}^{-1}$.
On établit entre les plaques la tension $U_{P_1P_2} = U = 600\text{V}$.

- 1) Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ \vec{E} supposé uniforme qui règne entre les plaques.
- 2-) Donner les caractéristiques (direction, sens et intensité) de la force électrostatique \vec{F}_e qui agit sur l'électron.
 - ✓ La comparer à son poids et conclure
 - ✓ Justifier le sens de la déviation observée.
- 3-) L'axe $x'Ox$ pénètre dans le champ électrostatique en O et en K.
 - ✓ Montrer que la ddp entre O et K est nulle.
 - ✓ Calculer la ddp $V_M - V_K$ sachant que $MK = 1,3\text{cm}$. En déduire la valeur de la ddp $V_0 - V_M$.
- 4-) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à un électron entre ses passages en O et M, calculer la vitesse v_M acquise par ce dernier à la sortie de M.

Données : masse électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{Kg}$; charge de l'électron $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



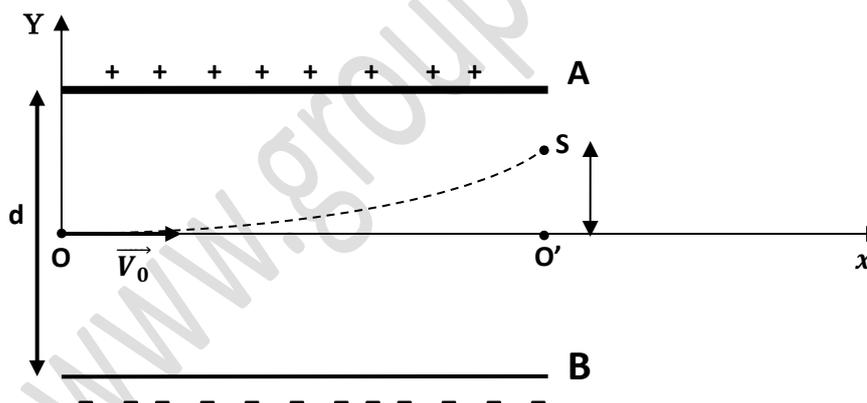
Exercice 4 :

Entre deux plaques parallèles horizontales A et B distantes de d existe une différence de potentielle (ddp) $V_A - V_B > 0$

- 1-) Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique entre A et B.
- 2) Une particule de masse m et de charge q pénètre entre les plaques A et B en un point O équidistant de A et B. Elle en sort au point S.
- 2-a-) Quel est le signe de la charge q portée par la particule.
- 2-b-) Calculer la différence de potentielle $V_O - V_S$ existant entre les points O et S.
- 3-) Calculer le travail de la force électrostatique appliquée à la particule de charge q lorsque celle-ci passe du point O au point S. L'exprimer en joule puis en électron volt eV.
- 4-) La particule pénètre en O avec une vitesse V_0 . Calculer la valeur de sa vitesse au point de sortie S

Données Numériques :

$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $|q| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $d = 5 \text{ cm}$; $O'S = 2 \text{ cm}$; $V_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$; $V_A - V_B = 1000 \text{ V}$



Exercice 5 :

Entre les plaques verticales P1 et P2 distantes de $d=16 \text{ cm}$ est appliquée une différence de potentiel de valeur absolue $|V_{P1} - V_{P2}| = 80 \text{ V}$.

Un électron animé d'une vitesse $V_1=5 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$ est émis du trou T1 de la plaque P1 et se dirige en ligne droite vers la plaque P2 (voir figure)

- 1-a-) Déterminer le signe de la différence de potentiel $V_{P1}-V_{P2}$ entre les plaques P1 et P2.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



b-) Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrostatique \vec{E}_0 entre les plaques P₁ et P₂ et le représenter?

c-) Calculer le travail de la force électrostatique \vec{F} pour faire passer l'électron de la plaque P₁ à la plaque P₂. En déduire la vitesse V₂ avec laquelle l'électron arrive au trou T₂.

d-) Calculer l'énergie cinétique en joule puis en Kev de la particule à son arrivée au trou T₂.

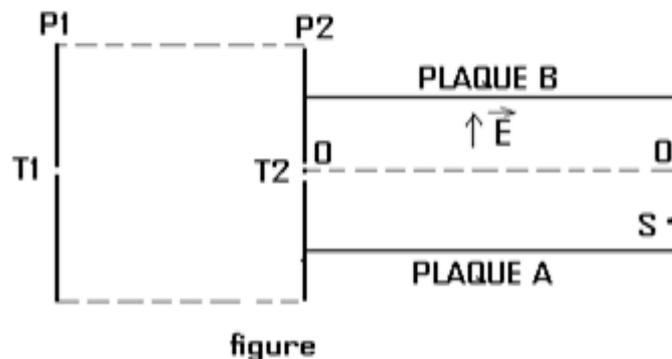
2-) A la sortie du trou T₂ l'électron pénètre avec la vitesse V₂ entre les plaques A et B horizontales où règne un champ électrostatique uniforme représenté dans la figure. L'électron entre par le point O situé à égale distance des deux plaques. La distance entre les deux plaques A et B est d' = 8cm. Lorsque la tension U_{AB} = 500V, l'électron sort de l'espace champ en un point S tel que O'S = 1,5cm.

a-) On prend l'origine des potentiels V₀ = 0 du point O, calculer V_S potentiel électrostatique du point S.

b-) Déterminer Ep(O) et Ep(S) énergies potentielles électrostatiques de l'électron en O et en S en joule et en eV.

c-) En utilisant la conservation de l'énergie, calculer la vitesse V₃ de sortie de l'électron en S.

Données : e = 1,6.10⁻¹⁹C ; m_e = 9,1.10⁻³¹Kg ; 1eV = 1,6.10⁻¹⁹J



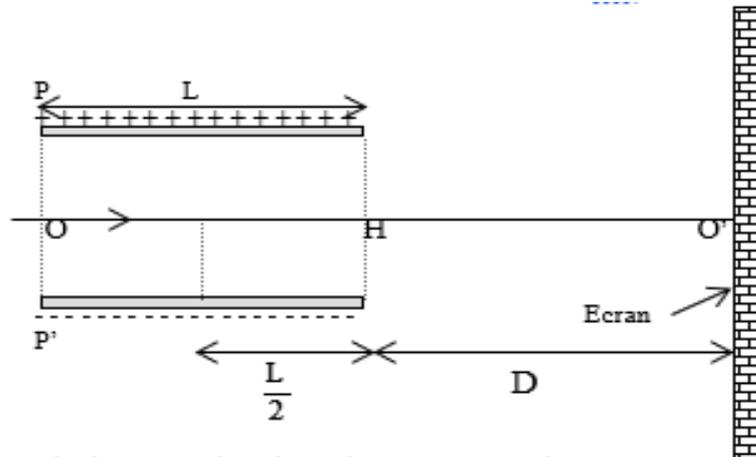
Exercice 6 :

Des électrons pénètrent en O entre deux plaques P et P' avec une vitesse horizontale \vec{V}_0 et ressortent en M (voir figure ci-contre). Le point O est équidistant de P et de P' qui sont distantes de d = 3 cm. On donne V₀ = 10 m/s. On applique une tension U_{PP'} = 600 V entre les plaques.

1. Donner les caractéristiques du vecteur champ \vec{E} et celle de la force \vec{F} qui s'exerce sur un électron.
2. Comparer l'intensité de \vec{F} et celle du poids \vec{P} de l'électron. Justifier le sens de déviation observé.
3. Montrer que la ddp entre O et H est nulle. Calculer V_M - V_H sachant que MH = 1,3 cm
4. Déterminer la vitesse de sortie V d'un électron en M.
5. Justifier la nature de la trajectoire en dehors du champ \vec{E} .
6. On place un écran (E) fluorescent à une distance D = 35 cm de l'extrémité des plaques. Les électrons rencontrent l'écran en A. Calculer le déplacement O₁A des électrons. (La tangente en M à la trajectoire passe par le milieu I du segment [OH]. On donne L = 10 cm.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Exercice 7 :

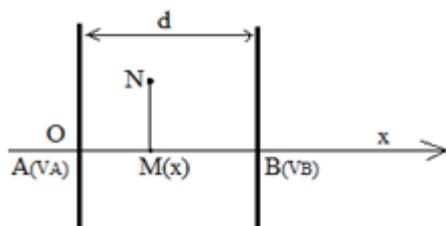
Un condensateur plan est constitué de deux plaques planes et parallèles A et B portées aux potentiels V_A et V_B tels que : $V_A - V_B = 150 \text{ V}$. La distance entre les deux plaques vaut $d = 10 \text{ cm}$.

- 1-) Sur quelle armature se situent les charges positives ?
- 2-) Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique \vec{E} entre les armatures.
- 3-) On considère un axe Ox perpendiculaire aux armatures.
 - 3.1-) Soit M le point d'abscisse x ($OM = x$) ; Exprimer la d.d.p. $V_M - V_O$
 - 3.2-) Vérifier le résultat lorsque le point M vient sur l'armature B.
- 4-) Soit N un point du plan passant par M et perpendiculaire à Ox
 - 4.1-) Calculer la d.d.p. $V_N - V_O$.
 - 4.2-) Que peut-on dire des potentiels des points M et N ?
 - 4.3-) Où se situent les points qui sont à un même potentiel (équipotentielle) ?
 - 4.4-) Dessiner les équipotentielles $V_1=85\text{V}$; $V_2=75\text{V}$; $V_3=50\text{V}$ c'est à dire les ensembles de points dont les potentiels par rapport à la plaque B ($V_B = 0\text{V}$) sont V_1 , V_2 ou V_3 .
 - 4.5-) Dessiner les lignes de champ à l'intérieur du condensateur. Que peut-on dire des lignes de champ et des équipotentielles ?
- 5-) On suppose maintenant que le condensateur est placé dans le vide et qu'on a la possibilité d'obtenir, en O, des protons au repos.
 - 5.1-) Donner les caractéristiques de la force électrostatique s'exerçant sur le proton. Quelle est la nature de sa trajectoire ?
 - 5.2-) Quelle est la vitesse du proton lorsqu'il frappe l'armature B ?
 - 5.3-) Quelles sont les vitesses du proton lorsqu'il traverse les équipotentielles V_1 , V_2 et V_3 ? Conclure.

On donne : charge du proton : $e = + 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masse du proton : $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Exercice 8 :

Certains métaux, lorsqu'ils sont convenablement éclairés, émettent des électrons ; ces derniers peuvent être captés par une plaque métallique P : cela constitue le principe des cellules photo-électrique.

Un électron quitte ainsi un métal selon la direction \vec{Ox} , à la vitesse $V_0 = 1100 \text{ km/s}$ et se dirige dans le vide vers une plaque métallique P (voir figure ci-dessous)

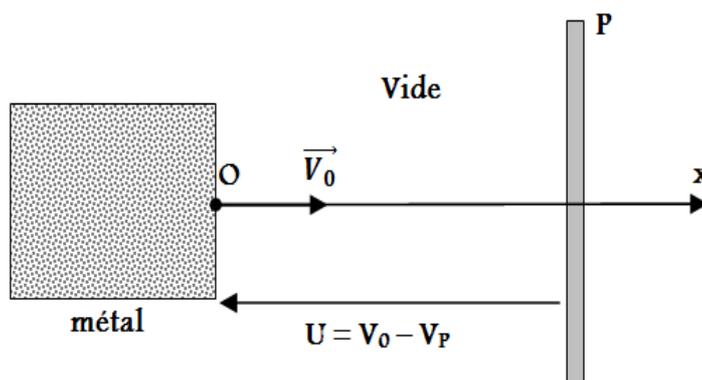
1-) Quelle est en eV, l'énergie cinétique initiale de l'électron ?

2-) On établit une différence de potentiel $U = V_0 - V_P$ entre le métal émetteur et la plaque collectrice P.

Quel signe doit avoir la d.d.p pour que son effet soit de **ralentir les électrons** émis ?

3-) A partir de quelle valeur de la tension U les électrons émis ne **peuvent-ils plus atteindre** la plaque P ?

4-) Avec quelle vitesse V' atteignent-ils la plaque P lorsque la tension U est égale à 1V ?



Données relatives à l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Exercice 9 :

Une chambre d'ionisation produit des ions $^{20}\text{Ne}^+$ et $^{22}\text{Ne}^+$ de masses respectives m_1 et m_2 . Le poids est négligeable devant la force électrique et que leur mouvement a lieu dans le vide.

Les ions pénètrent en O avec une vitesse initiale négligeable dans un accélérateur où ils sont soumis à un champ électrique uniforme créé par une tension $U_0 = V_M - V_N$ établie entre deux plaques conductrices M et N. On désigne respectivement par V_1 et V_2 les vitesses des ions $^{20}\text{Ne}^+$ et $^{22}\text{Ne}^+$ lors du passage en O_1 .

Groupe Excellence

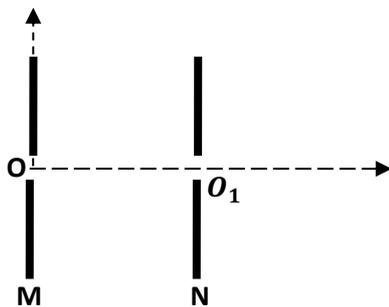
Excellez avec les meilleurs professeurs !



- 1-) Représenter sur le schéma le signe des plaques, et le vecteur champ électrique.
- 2-) Donner le signe de la tension U_0 .
- 3-) Exprimer la vitesse de chaque ion au point O_1 en fonction de sa masse m , de sa charge e et la tension U_0 .
- 4-) Montrer en O_1 $m_1 V_1^2 = m_2 V_2^2$.

Données : charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$; Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$

$$|U_0| = 2 \cdot 10^4 \text{V}$$



Exercice 10 :

1-) Une bille non chargée de masse $m = 10^{-2} \text{g}$, descend une pente lisse, faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontal. Elle part d'un point B, distant de A de $d = 10 \text{m}$, avec une vitesse initiale nulle. (voir figure)

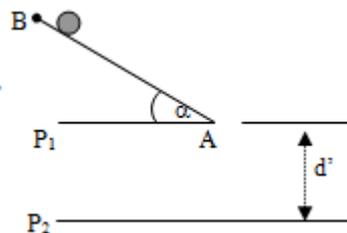
1.1-) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la bille et calculer le travail de chacune d'elles lors du déplacement de B à A.

1.2-) Avec quelle vitesse la bille arrive-t-elle en A ?

2-) En réalité, la bille subie des frottements sur le plan BA et arrive en A, en ayant perdu trois électrons (on négligera la variation de masse due à la perte des électrons), avec une vitesse $v_A = 8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. En A, elle pénètre par un trou à l'intérieur d'un condensateur plan où règne un champ électrostatique vertical \vec{E} . Les armatures P_1 et P_2 du condensateur sont distantes de $d' = 20 \text{cm}$.

2.1-) Quelle doit être le sens de \vec{E} pour que la chute soit ralentie ?

2.2-) Quelle doit être l'intensité du champ \vec{E} pour que la bille s'arrête à 5cm de l'armature inférieure.



Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Exercice 11 :

De la vapeur de lithium est ionisée au moyen d'un rayonnement convenable. Les ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^x\text{Li}^+$ de même charge $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C et de masse respectives m_1 et m_2 , passent pratiquement sans vitesse initiale à travers un trou O_1 d'une plaque P_1 à une plaque P_2 . Ils sont accélérés par un champ électrique régnant entre les plaques P_1 et P_2 distantes de $d=10$ cm. On porte ces plaques à une tension $U=V_{P_1}-V_{P_2}$ (voir figure).

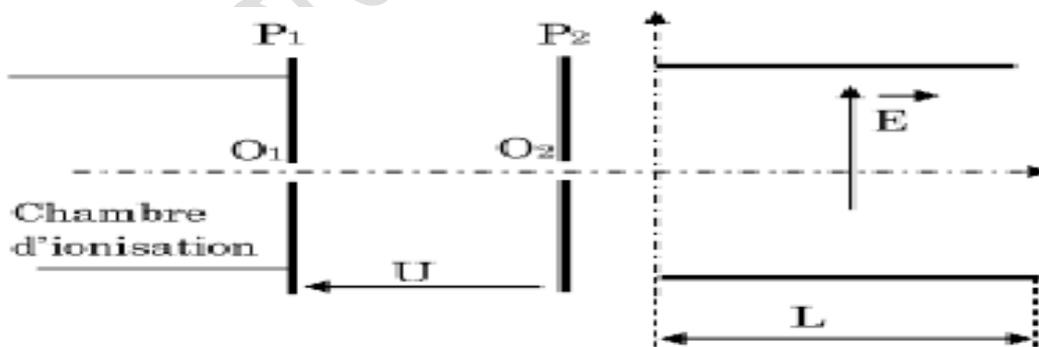
1. Déterminer le signe de la tension accélératrice U .
2. Montrer que les ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^x\text{Li}^+$ ont la même énergie cinétique en O_2 .
3. Exprimer les vitesses V_1 et V_2 respectivement des ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^x\text{Li}^+$ à la sortie de O_2 , en fonction de U , e , m_1 et m_2 . Calculer V_1 .

On donne : $|U|=7 \cdot 10^3$ V, $m_1=6u$ et $m_2=xu$ avec $u=1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.

4. Calculer x sachant que $\frac{V_1}{V_2} = 1,08$
5. Les ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^x\text{Li}^+$ pénètrent par la suite par le point O dans un champ électrique \vec{E} vertical orienté vers le haut. On montre que l'équation cartésienne de la trajectoire de chaque ion dans le repère Oxy est une parabole qui peut s'écrire sous la forme : $y = \frac{E}{4U} x^2$, on donne $E=2 \cdot 10^4$ V/m.

Les ions sortent du champ sans heurter les plaques

- a) Déterminer les coordonnées du point de sortie S du champ électrique sachant que la longueur du champ électrique est $L=20$ cm.
- b) Calculer la vitesse V_S d'un ion ${}^6\text{Li}^+$ au point de sortie S .
- c) La déviation angulaire α des ions est l'angle que fait le vecteur vitesse \vec{V}_S à la sortie du champ par rapport à l'horizontale. On admet que la droite support de \vec{V}_S coupe l'axe des abscisses au point I milieu des plaques. Montrer que $\tan \alpha = \frac{EL}{2U}$. Calculer α .



« Bon Courage, Petit Physicien deviendra Grand ! » M.E.S