BURHAN

Mouvements plans : exercices, niveau examen

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

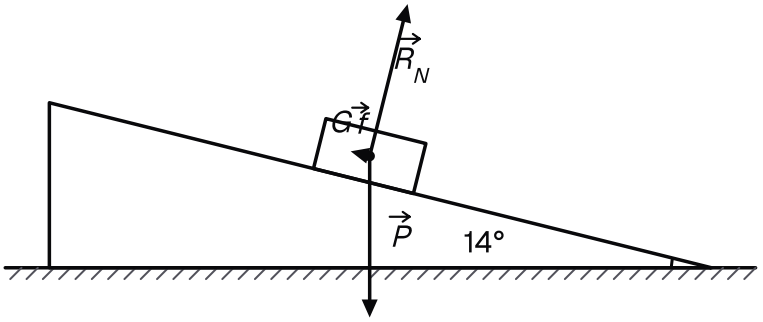
Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/mouvements-plans/exercices/examen

Chapitre	Palier	Exercices
Mouvements plans	Niveau examen	5

Exercice 1 7 pts

Bouée de glisse : descente et freinage

Sur une piste de glisse, un passager assis dans une bouée descend une pente rectiligne AB, puis s'arrête sur une aire de freinage horizontale. On étudie l'ensemble bouée et passager, réduit à son centre d'inertie, dans le référentiel terrestre supposé galiléen ; $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.



Bouée de glisse dans la descente : forces au centre d'inertie

A.1. 0,75 pts

Partie A : descente de la pente. La pente a pour longueur $AB = 60\,\mathrm{m}$ et pour inclinaison $\alpha = 14°$. Le système, de masse $m = 80\,\mathrm{kg}$, part de A sans vitesse ; la neige exerce un frottement constant $f = 95\,\mathrm{N}$.

Faire l'inventaire des forces exercées sur le système et préciser la direction et le sens de chacune.

INDICE

Outil : la réaction de la neige se décompose en deux forces ; pense au sens du glissement.

A.2. 1 pts

On oriente l'axe $(O;\vec{i})$ selon la ligne de plus grande pente, vers le bas. Montrer que l'accélération du système s'écrit $a = g\sin\alpha - \dfrac{f}{m}$.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton, puis la projection de chaque force sur $(O;\vec{i})$.

A.3. 0,5 pts

Calculer a.

INDICE

Outil : l'expression établie, avec les données de la partie A.

A.4. 0,75 pts

Calculer la vitesse v_B du système en B.

INDICE

Outil : la relation entre les carrés des vitesses et la distance, pour un départ sans vitesse.

A.5. 1 pts

Calculer la réaction normale R_N, puis la valeur R de la réaction de la neige.

INDICE

Outil : la projection de la deuxième loi sur la normale à la pente, puis la composition de deux forces perpendiculaires.

B.1. 0,75 pts

Partie B : freinage sur l'aire horizontale. Le système, de masse $m = 80\,\mathrm{kg}$, aborde l'aire horizontale avec la vitesse $v_B = 12\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Un tapis de freinage y exerce un frottement constant $f' = 160\,\mathrm{N}$.

L'axe horizontal est orienté comme la vitesse. Montrer que l'accélération du système sur l'aire vaut $a' = -\dfrac{f'}{m}$, et la calculer.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton projetée sur l'horizontale ; le poids et la réaction normale sont verticaux.

B.2. 1,25 pts

Calculer la distance d de freinage et la durée t_f du freinage.

INDICE

Outil : les relations du mouvement rectiligne uniformément varié jusqu'à $v = 0$.

B.3. 1 pts

L'aire de freinage mesure $40\,\mathrm{m}$. Par temps de neige fraîche, le frottement du tapis descend à $f'' = 130\,\mathrm{N}$. L'aire suffit-elle encore ? Justifier.

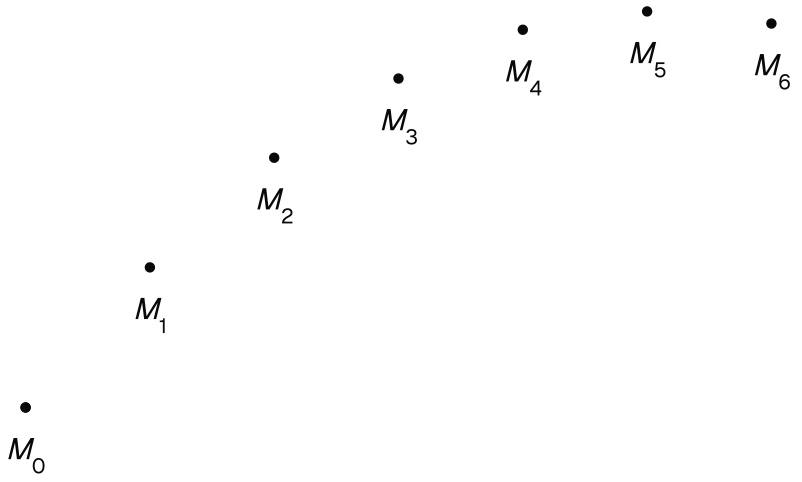
INDICE

Outil : l'accélération d'un solide freiné par le seul frottement sur un plan horizontal.

Exercice 2 — 7 pts

Caillou filmé, puis lancé depuis une hauteur

Un élève lance un caillou dense devant une caméra placée loin, perpendiculairement au plan du mouvement. L'action de l'air est négligée et $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.



Positions successives du caillou, à un dixième de seconde d'intervalle

A.1. — 0,5 pts

Partie A : exploitation de la vidéo. Le pointage du centre du caillou, une image toutes les $\tau = 0{,}10\,\mathrm{s}$, donne, dans un repère d'axe y vertical vers le haut et d'origine M_0 (instant du lâcher) :

Position	x (cm)	y (cm)
M_0	0	0
M_1	$40{,}0$	$45{,}1$
M_2	$80{,}0$	$80{,}4$
M_3	$120{,}0$	$105{,}9$
M_4	$160{,}0$	$121{,}6$
M_5	$200{,}0$	$127{,}5$
M_6	$240{,}0$	$123{,}6$

Montrer que le caillou avance horizontalement d'un mouvement uniforme, de vitesse v_x à déterminer.

INDICE

Outil : les écarts entre abscisses successives, rapportés à τ.

A.2. 1 pts

Calculer la coordonnée verticale de la vitesse en M_2 et en M_4.

INDICE

Outil : les positions qui encadrent chaque point, séparées de $2\,\tau$.

A.3. 0,75 pts

En déduire la coordonnée a_y de l'accélération en M_3 et la comparer à g.

INDICE

Outil : la variation de v_y entre M_2 et M_4, sur la durée $2\,\tau$.

A.4. 1 pts

En admettant $a_y = -g$, déterminer la coordonnée v_{0y} de la vitesse au lâcher, puis la valeur v_0 et l'angle de tir θ.

INDICE

Outil : entre le lâcher et M_2, la coordonnée v_y diminue de $g \times 2\,\tau$.

B.1. 1 pts

Partie B : lancer depuis une hauteur. On étudie maintenant le lancer modélisé : le caillou quitte la main au point O, à $h = 1{,}2\,\text{m}$ au-dessus du sol, avec $v_0 = 6{,}4\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ sous l'angle $\theta = 51^\circ$. Le repère $(O;\vec{i},\vec{j})$ a son origine en O, $\vec{j}$ vertical vers le haut ; le sol est la droite $y = -h$.

Montrer, par la deuxième loi de Newton, que $x(t) = v_0\cos\theta\;t$ et $y(t) = -\dfrac{1}{2}\,g\,t^2 + v_0\sin\theta\;t$, puis écrire ces équations avec les valeurs numériques.

INDICE

Outil : l'accélération du projectile, puis deux primitives successives avec les conditions initiales en O.

B.2. 1,25 pts

Calculer l'altitude maximale atteinte par le caillou, mesurée depuis le sol.

INDICE

Outil : la coordonnée verticale de la vitesse au sommet de la trajectoire.

B.3. 1 pts

Montrer que la date t_I de l'arrivée au sol est solution de $4{,}90\,t^2 - 4{,}97\,t - 1{,}2 = 0$, puis calculer t_I.

INDICE

Outil : au sol, $y = -h$; garde la solution positive de l'équation du second degré.

B.4. 0,5 pts

À quelle distance du lanceur, mesurée horizontalement, le caillou retombe-t-il ?

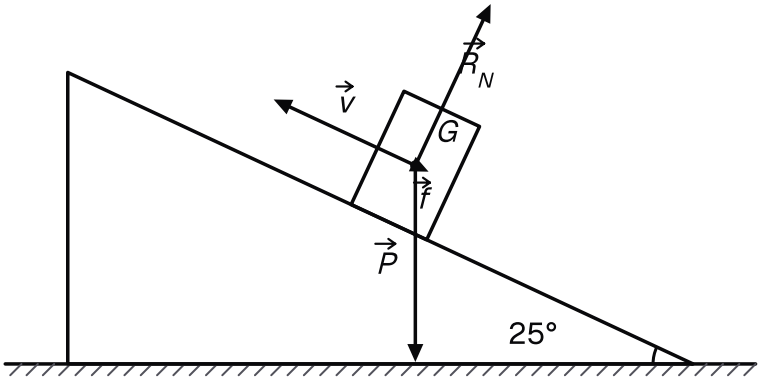
INDICE

Outil : l'équation horaire horizontale à la date d'arrivée au sol.

Exercice 3 — 7 pts

Skateur : montée du tremplin, puis saut

Un skateur s'élance sur un tremplin plan, rectiligne, puis s'envole depuis son sommet B et retombe sur le sol horizontal. Le skateur et sa planche sont assimilés à un point matériel. Le référentiel terrestre est supposé galiléen et $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.



Skateur sur le tremplin : vitesse et forces

A.1. — 0,75 pts

Partie A : montée du tremplin. Le tremplin AB mesure $2{,}5\,\mathrm{m}$ et fait l'angle $\alpha = 25^\circ$ avec le sol. Le skateur, de masse $m = 55\,\mathrm{kg}$ avec sa planche, arrive en A avec la vitesse $v_A = 7{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$, sans pousser. Les roues subissent un frottement constant $f = 40\,\mathrm{N}$.

Nommer les forces exercées sur le système pendant la montée, puis justifier le sens du frottement représenté sur la figure.

INDICE

Outil : le contact avec le tremplin donne deux forces ; regarde le sens du mouvement.

A.2. — 1 pts

Sur l'axe $(A;\vec{i})$ parallèle au tremplin et orienté vers le haut, montrer que l'accélération vaut $a = -\left(g\sin\alpha + \dfrac{f}{m}\right)$ et la calculer.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton projetée sur l'axe du tremplin ; deux forces y ont une composante.

A.3. 0,75 pts

Calculer la vitesse v_B du skateur au sommet B du tremplin.

INDICE

Outil : la relation entre les carrés des vitesses et la distance parcourue.

A.4. 0,75 pts

Calculer la hauteur de B au-dessus du sol.

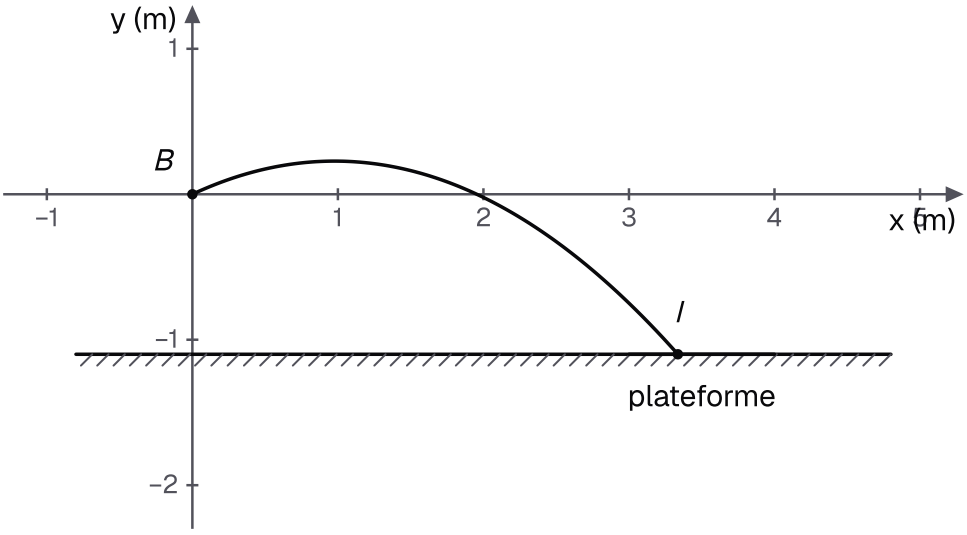
INDICE

Outil : la trigonométrie dans le triangle formé par le tremplin et le sol.

B.1. 1 pts

Partie B : vol après le tremplin. Le skateur quitte B avec une vitesse de $5{,}0\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$, dirigée à 25° au-dessus de l'horizontale ; B est à $1{,}1\,\mathrm{m}$ au-dessus du sol. On néglige l'action de l'air. Le repère $(B;\vec{i},\vec{j})$ a son origine en B, $\vec{j}$ vertical vers le haut ; le sol est la droite $y=-1{,}1\,\mathrm{m}$.

Montrer que les équations horaires du vol sont $x(t)=4{,}53\,t$ et $y(t)=-4{,}90\,t^2+2{,}11\,t$, en mètres et en secondes.



Vol du skateur depuis le haut du tremplin

INDICE

Outil : pendant le vol, seul le poids agit ; prends les primitives avec les coordonnées de la vitesse en B.

B.2. 1,25 pts

On note v_B la valeur de la vitesse en B et α l'angle qu'elle fait avec l'horizontale. Montrer que le skateur s'élève au-dessus de B de la hauteur $H = \dfrac{v_B^2 \sin^2 \alpha}{2\,g}$, puis calculer sa hauteur maximale au-dessus du sol.

INDICE

Outil : la condition qui caractérise le sommet de la trajectoire.

B.3. 0,75 pts

Calculer la durée du vol et la distance horizontale entre B et le point d'impact I sur le sol.

INDICE

Outil : résous $y(t) = -1{,}1$ et garde la racine positive, puis utilise $x(t)$.

B.4. 0,75 pts

Une plateforme de réception s'étend sur le sol de $3{,}0\ \text{m}$ à $4{,}0\ \text{m}$ de B, horizontalement. Le skateur atterrit-il dessus ? Avec un frottement plus fort sur le tremplin, atterrirait-il plus près ou plus loin ? Justifier.

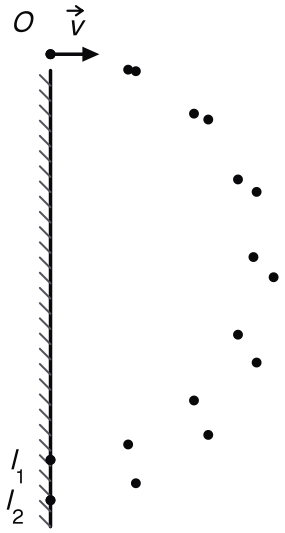
INDICE

Outil : l'abscisse du point d'impact, puis la relation entre les carrés des vitesses sur le tremplin.

Exercice 4 — 7 pts

Spectrographe à ions néon et déflexion de deutons

Un laboratoire utilise des champs magnétiques uniformes pour trier des ions et pour dévier un faisceau. Dans les deux parties, le référentiel terrestre est supposé galiléen, $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$ et $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.



Spectrographe : demi-cercles des deux ions néon, champ sortant de la feuille

A.1. — 0,75 pts

Partie A : spectrographe de masse. Des ions $^{20}\mathrm{Ne}^{+}$, de masse $m_1 = 3{,}32 \times 10^{-26}\,\mathrm{kg}$, et $^{22}\mathrm{Ne}^{+}$, de masse $m_2 = 3{,}65 \times 10^{-26}\,\mathrm{kg}$, ont la même charge $q = e$.

Ils entrent en O avec la même vitesse $v_0 = 1{,}2 \times 10^{5}\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$, horizontale et vers la droite. Ils pénètrent dans un champ uniforme $B = 0{,}20\,\mathrm{T}$, perpendiculaire à $\vec{v}_0$.

Les ions sont déviés vers le bas. Préciser la force de Lorentz en O (direction, sens), puis montrer que le champ est sortant.

INDICE

Outil : la force est dirigée vers l'intérieur du virage ; ensuite la règle de la main droite pour une charge positive.

A.2. — 0,5 pts

Calculer la valeur de la force de Lorentz sur un ion $^{20}\mathrm{Ne}^{+}$ et la comparer à son poids.

INDICE

Outil : la valeur de la force de Lorentz quand $\vec{v}$ est perpendiculaire à $\vec{B}$, puis le rapport des deux forces.

A.3. 0,75 pts

Montrer, à l'aide de la base de Frenet, que la valeur de la vitesse d'un ion reste égale à v_0 dans le champ.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton, la direction de la force de Lorentz par rapport à $\vec{v}$, puis la coordonnée tangentielle de l'accélération.

A.4. 0,75 pts

Calculer le rayon r_1 de la trajectoire des ions $^{20}\mathrm{Ne}^{+}$ et le rayon r_2 de celle des ions $^{22}\mathrm{Ne}^{+}$.

INDICE

Outil : le rayon de la trajectoire circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme.

A.5. 1 pts

Après un demi-tour, les ions frappent la plaque en I_1 et I_2. Montrer que $I_1I_2 = \dfrac{2\,v_0\,(m_2 - m_1)}{e\,B}$, puis calculer cette distance.

INDICE

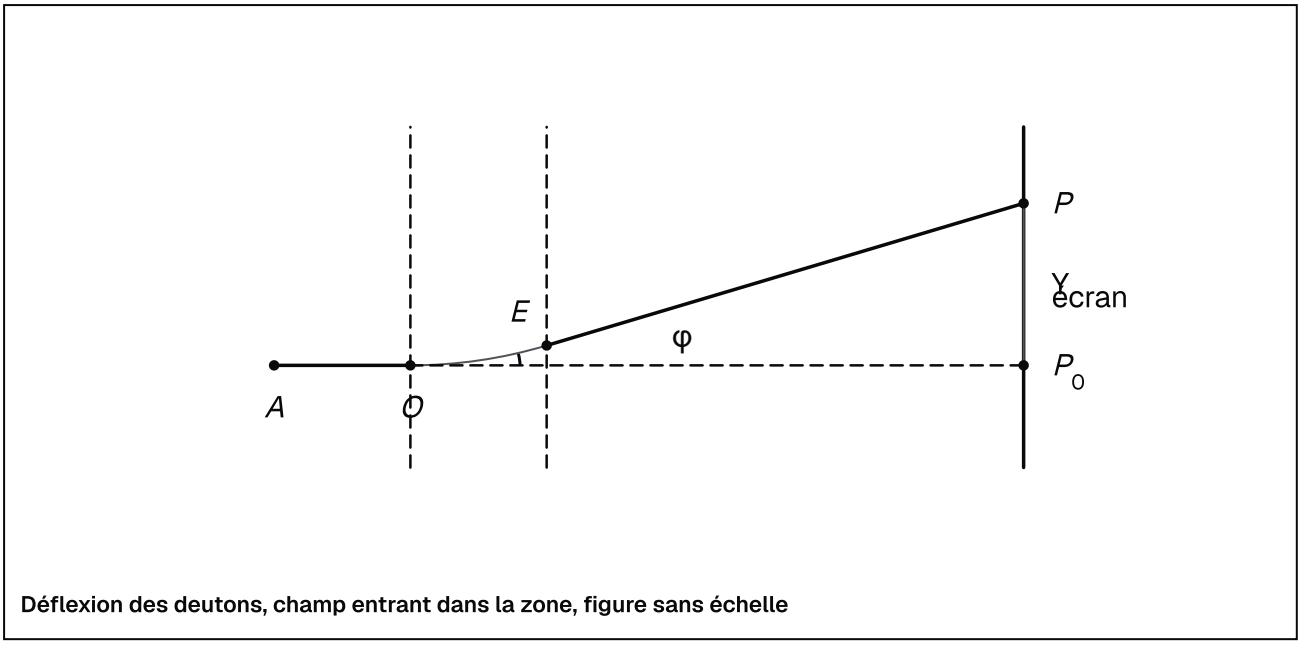
Outil : l'expression du rayon de la trajectoire de chaque ion.

B.1. 1 pts

Partie B : déflexion d'un faisceau de deutons. Des deutons, de masse $m = 3{,}34 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$ et de charge e, entrent en O avec la vitesse $v_0 = 4{,}0 \times 10^{6}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

Ils traversent une zone de largeur $\ell = 3{,}0\,\mathrm{cm}$ où règne un champ uniforme $B' = 5{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{T}$, perpendiculaire à $\vec{v}_0$. Un écran est placé à $L = 40\,\mathrm{cm}$ du milieu de la zone. Le poids est négligé.

Calculer le rayon r de l'arc de cercle décrit dans la zone, puis $\sin\varphi$, où φ est l'angle de déviation à la sortie. L'approximation des petits angles est-elle justifiée ?



Déflexion des deutons, champ entrant dans la zone, figure sans échelle

INDICE

Outil : le rayon de la trajectoire, puis la relation entre la largeur de la zone, le rayon et l'angle de déviation.

B.2. 0,5 pts

Quelle est la nature du mouvement des deutons entre la sortie de la zone et l'écran ? Justifier.

INDICE

Outil : le principe d'inertie, hors du champ et le poids étant négligé.

B.3. 1 pts

On admet que la droite suivie après la sortie coupe la direction initiale au milieu de la zone. L'angle φ étant petit, exprimer la déflexion Y en fonction de ℓ, L et r, puis en fonction de e, B', ℓ, L, m et v_0. Calculer Y.

INDICE

Outil : la tangente de l'angle de déviation, lue dans le triangle formé avec l'écran, puis l'expression du rayon.

B.4. `0,75 pts`

D'après l'expression littérale de Y, quelle valeur faut-il donner au champ pour obtenir $Y = 1{,}0\,\text{cm}$? L'approximation reste-t-elle valable ?

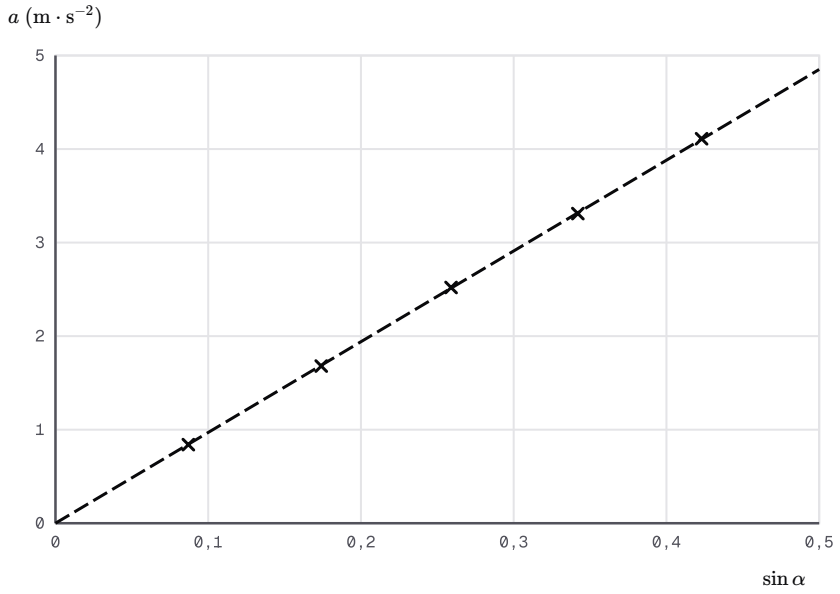
INDICE

Outil : la proportionnalité entre la déflexion et le champ, à vitesse et géométrie fixées.

Exercice 5 6,75 pts

Mesurer g sur une pente, puis la vitesse d'électrons

Deux expériences de travaux pratiques exploitent la deuxième loi de Newton : l'une sur une pente, l'autre avec un faisceau d'électrons. Le référentiel du laboratoire est supposé galiléen.



× Points de mesure — — Droite de modélisation

Accélération du disque en fonction du sinus de l'inclinaison

A.1. 1 pts

Partie A : un disque presque sans frottement. Un disque de neige carbonique glisse sur une plaque de verre inclinable, sans frottement notable : un mince film de gaz le sépare du verre. On mesure son accélération a pour plusieurs inclinaisons α :

α	$\sin\alpha$	a (m · s^{-2})
$5°$	$0{,}087$	$0{,}84$
$10°$	$0{,}174$	$1{,}68$
$15°$	$0{,}259$	$2{,}52$
$20°$	$0{,}342$	$3{,}31$
$25°$	$0{,}423$	$4{,}11$

Montrer que, sans frottement, $a = g\sin\alpha$.

INDICE

Outil : la deuxième loi de Newton projetée sur la ligne de plus grande pente ; la réaction est alors perpendiculaire au plan.

A.2. 1 pts

Le graphique représente a en fonction de $\sin\alpha$. Justifier que les mesures sont en accord avec la relation précédente et en déduire une valeur expérimentale g_{exp}.

INDICE

Outil : la forme de la droite de modélisation et la signification de son coefficient directeur.

A.3. 0,5 pts

Calculer l'écart relatif entre g_{exp} et la valeur de référence $g = 9{,}80\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Proposer une cause de cet écart.

INDICE

Outil : l'écart relatif est la différence des deux valeurs rapportée à la valeur de référence.

A.4. 1 pts

Proposer un protocole pour mesurer l'accélération du disque à une inclinaison donnée.

INDICE

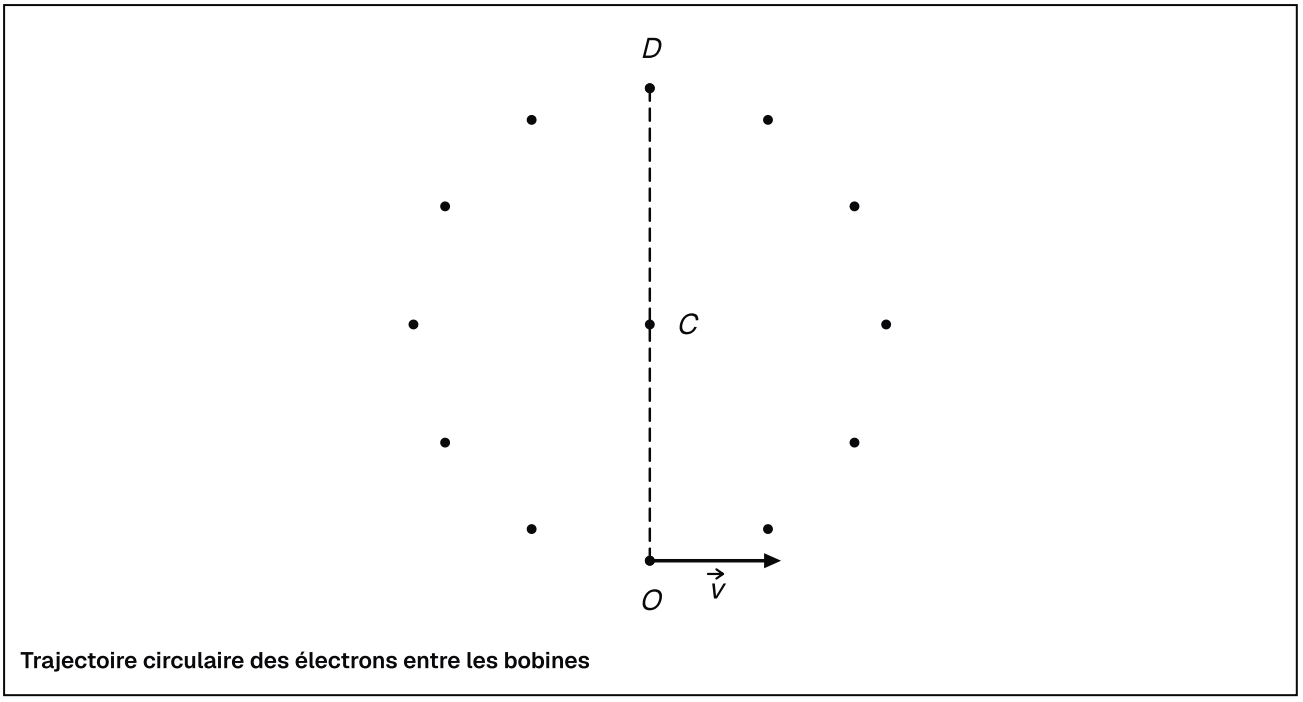
Outil : les grandeurs à mesurer et la loi qui relie la vitesse du disque au temps.

B.1. 0,75 pts

Partie B : faisceau d'électrons entre deux bobines. Dans une ampoule à gaz raréfié, des électrons de charge $-e$, avec $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$, et de masse $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$ partent de O vers la droite.

Deux bobines créent un champ uniforme $B = 1{,}2 \times 10^{-3}\ \mathrm{T}$, perpendiculaire à leur vitesse. Leur trajectoire, au-dessus de O, est un cercle de diamètre mesuré $9{,}0\ \mathrm{cm}$. Le poids est négligé.

Déterminer le sens du champ magnétique.



Trajectoire circulaire des électrons entre les bobines

INDICE

Outil : la force pointe vers le centre du cercle ; la règle de la main droite s'applique à $q\,\vec{v}$, de sens opposé à $\vec{v}$ ici.

B.2. 0,75 pts

Montrer que la vitesse des électrons s'écrit $v_0 = \dfrac{e\,B\,r}{m_e}$, où r est le rayon de la trajectoire.

INDICE

Outil : l'expression du rayon de la trajectoire circulaire, que tu résous pour la vitesse.

B.3. 1 pts

Calculer v_0.

INDICE

Outil : le rayon est la moitié du diamètre mesuré, en mètres.

B.4. 0,75 pts

On double le courant dans les bobines, ce qui double la valeur du champ, sans changer la vitesse des électrons. Quel diamètre faut-il s'attendre à mesurer ? La force de Lorentz change-t-elle la valeur de la vitesse ?

INDICE

Outil : la dépendance du rayon envers le champ, à vitesse fixée ; puis la direction de la force par rapport à la vitesse.