

Contrôle A Mouvement dans un champ uniforme

Chute libre, trajectoire parabolique, champ électrique uniforme

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20



R. RINGUET · 2026 – 2027

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Une expression littérale est établie avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Tout bilan des forces est accompagné d'un schéma.

Exercice 1 Questions de cours

4 pts ●○○○

- 1.1 Un système est en chute libre. Écrire la deuxième loi de Newton appliquée à son centre de masse et en déduire son vecteur accélération. Que peut-on dire de l'influence de la masse ?
- 1.2 Deux plaques parallèles distantes de d sont soumises à une tension U . Donner l'expression de la valeur du champ électrique entre les plaques, son unité, ainsi que la direction et le sens des lignes de champ.
- 1.3 Pour chacune des quatre affirmations, indiquer si elle est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
- Au sommet de sa trajectoire, le vecteur vitesse d'un ballon lancé obliquement est nul.
 - Au sommet de sa trajectoire, le vecteur accélération du ballon est nul.
 - L'énergie mécanique d'un projectile en chute libre est constante.
 - Une particule de charge négative placée dans un champ électrique uniforme subit une force de même sens que $\vec{E}$.

Exercice 2 Le coup franc

6 pts ●●○○○

Un footballeur tire un coup franc depuis un point O situé à 18,0 m de la ligne de but. Le ballon quitte le sol avec une vitesse de valeur $v_0 = 18,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ faisant un angle $\alpha = 24^\circ$ avec l'horizontale, dans le plan vertical contenant le centre du but. Un mur de joueurs, de hauteur $h_1 = 2,20 \text{ m}$, est placé à 9,15 m du ballon ; la barre transversale du but est à $h_2 = 2,44 \text{ m}$ du sol.

■ DONNÉES $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ • résistance de l'air négligée

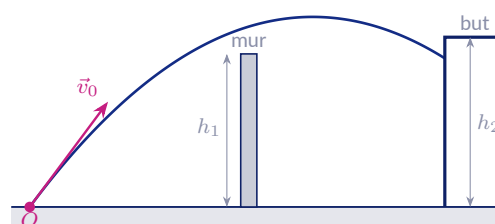


Figure 1 — Le coup franc (échelles horizontale et verticale différentes)

- 2.1 Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le ballon pendant le vol et en déduire les coordonnées du vecteur accélération de son centre de masse dans le repère $(O ; x, z)$, l'axe (Oz) étant vertical ascendant.
- 2.2 Établir les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$, puis montrer que l'équation de la trajectoire s'écrit $z(x) = -0,0181 x^2 + 0,445 x$ (avec x et z en mètres).
- 2.3 Le ballon passe-t-il au-dessus du mur ? Répondre par un calcul et préciser la marge obtenue.
- 2.4 Le tir est-il cadré, c'est-à-dire le ballon passe-t-il sous la barre transversale ? Justifier.
- 2.5 Déterminer l'abscisse du sommet de la trajectoire, puis la flèche du tir.
- 2.6 Calculer la durée mise par le ballon pour atteindre la ligne de but. Le gardien, qui met 0,90 s à plonger, peut-il intervenir s'il réagit dès la frappe ?

Exercice 3 Déviation d'un faisceau d'électrons

6 pts ●●○

Dans le tube d'un oscilloscope analogique, un électron pénètre en O , à mi-distance entre deux plaques horizontales, avec une vitesse horizontale de valeur $v_0 = 2,0 \times 10^7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Les plaques ont une longueur $L = 8,0 \text{ cm}$, sont distantes de $d = 2,0 \text{ cm}$ et sont soumises à la tension $U = 100 \text{ V}$, la plaque inférieure étant au potentiel le plus élevé. L'écran est placé à la distance $D = 25 \text{ cm}$ de la sortie des plaques. Le poids de l'électron est négligé.

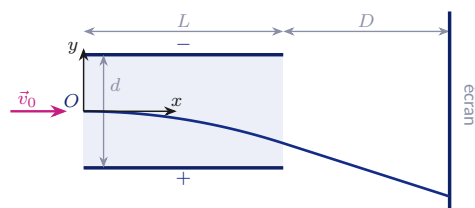


Figure 2 — Déviation de l'électron (schéma sans souci d'échelle)

■ **DONNÉES** charge élémentaire $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ • masse de l'électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- 3.1 Calculer la valeur du champ électrique entre les plaques. Représenter sur un schéma le vecteur $\vec{E}$ et la force électrique subie par l'électron ; justifier le sens de la déviation visible sur la figure 2.
- 3.2 Montrer que les coordonnées du vecteur accélération de l'électron entre les plaques sont $a_x = 0$ et $a_y = -eU/(m_e d)$, puis calculer a_y .
- 3.3 Établir les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$, puis l'équation de la trajectoire de l'électron entre les plaques.
- 3.4 Calculer la durée de la traversée des plaques et la déviation y_1 à la sortie. L'électron sort-il du condensateur sans heurter une plaque ?
- 3.5 Calculer les coordonnées du vecteur vitesse à la sortie des plaques, puis la tangente de l'angle que fait alors la trajectoire avec l'axe (Ox) .
- 3.6 Après les plaques, le mouvement est rectiligne uniforme. En déduire la déviation totale Y mesurée sur l'écran, en centimètres.

Exercice 4 Les énergies d'un lancer

4 pts ●●○

Une balle de masse $m = 0,40 \text{ kg}$ est lancée obliquement depuis une terrasse. Un logiciel de pointage a permis de tracer, en fonction du temps, les trois courbes de la figure 3 : l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur (prise nulle au sol) et l'énergie mécanique de la balle.

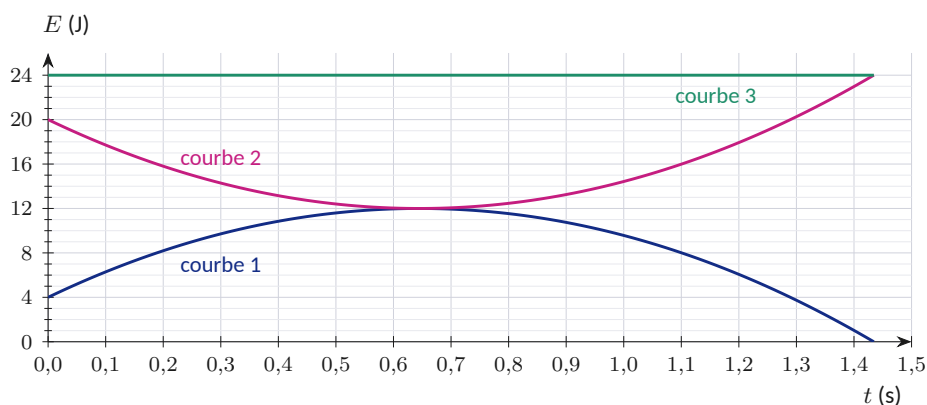


Figure 3 — Évolution des énergies de la balle au cours du vol

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

- 4.1 Associer chaque courbe à l'énergie qu'elle représente. Justifier chaque choix en une phrase.
- 4.2 Par lecture graphique, déterminer la valeur v_0 de la vitesse initiale de la balle et l'altitude z_0 du point de lancer.
- 4.3 Déterminer la date à laquelle la balle atteint son altitude maximale, puis calculer cette altitude.
- 4.4 À cette date, l'énergie cinétique n'est pas nulle. Expliquer pourquoi, puis calculer la valeur de la vitesse de la balle au sommet de sa trajectoire et en déduire l'angle de tir α .