

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · MOUVEMENT ET INTERACTIONS · CHAPITRE 14

Contrôle B Mouvement dans un champ uniforme

Trajectoire parabolique, accélérateur linéaire, prise d'initiative

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 Vrai ou faux, et pourquoi

4 pts ●○○○

Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, et justifier en une ou deux phrases (un calcul littéral est accepté comme justification).

- 1.1 Dans un champ de pesanteur uniforme, la trajectoire d'un projectile lancé obliquement est toujours une parabole, quelle que soit la valeur de l'angle de tir.
- 1.2 Un projectile lancé avec une vitesse initiale deux fois plus grande, sous le même angle, a une portée deux fois plus grande.
- 1.3 Entre les plaques d'un condensateur plan alimenté sous une tension constante, le champ électrique est d'autant plus intense que les plaques sont éloignées l'une de l'autre.
- 1.4 Deux billes de masses différentes, lâchées sans vitesse initiale de la même hauteur dans le vide, touchent le sol en même temps.
- 1.5 Au cours d'un lancer, l'énergie cinétique du projectile est minimale au sommet de la trajectoire, où elle s'annule.
- 1.6 Un électron et un proton, placés au même endroit dans un champ électrique uniforme, subissent des forces de même valeur mais de sens opposés.

Exercice 2 Le saut du cascadeur

7 pts ●●●○

Un motard cascadeur veut sauter par-dessus une rangée de voitures. Il quitte le tremplin au point O avec une vitesse de valeur $v_0 = 22,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale ; la rampe de réception est à la même altitude que le sommet du tremplin. Le système étudié est l'ensemble {motard + moto}, de masse totale $m = 2,4 \times 10^2 \text{ kg}$.

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

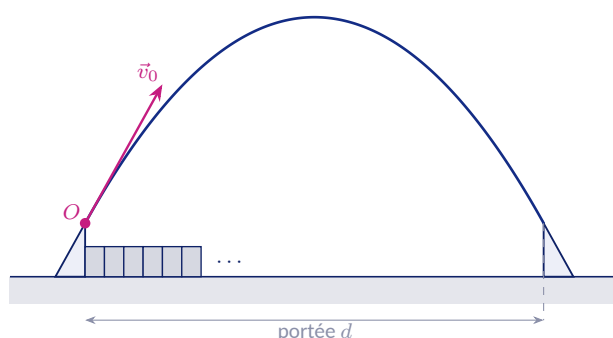


Figure 1 — Le saut du cascadeur (échelles horizontale et verticale différentes ; seules les premières voitures de la rangée sont représentées)

- 2.1** Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système pendant le saut, puis établir 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 $z(t)$.
- 2.3** Montrer que la durée du saut vaut $t_v = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$ et la calculer.
- 2.4** En déduire l'expression puis la valeur de la portée d du saut.
- 2.5** Les voitures ont une largeur de 1,80 m et sont disposées côte à côte, sans espace, la première étant placée contre le tremplin, à la verticale de O . Combien de voitures le cascadeur peut-il franchir, en gardant une marge de sécurité de 3,0 m avant la rampe de réception ?
- 2.6** Calculer la flèche du saut, puis la valeur de la vitesse du système au sommet de la trajectoire. Pourquoi cette vitesse n'est-elle pas nulle ?
- 2.7** Le jour du spectacle, la moto ne dépasse pas $20,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ au tremplin. Calculer la nouvelle portée et conclure sur les conséquences pour le cascadeur.

Exercice 3 Un accélérateur linéaire de protons

6 pts ●●●○

Un accélérateur linéaire est constitué d'une série d'étages identiques. Dans chaque étage, un proton traverse un condensateur plan formé de deux grilles planes et parallèles, distantes de $d = 10,0 \text{ cm}$ et soumises à la tension $U = 25,0 \text{ kV}$. Dans le premier étage, le proton entre par un trou de la première grille avec une vitesse négligeable ; le poids du proton est négligé devant la force électrique.

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ • charge élémentaire $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ • masse du proton $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

- 3.1** Calculer la valeur du champ électrique entre les grilles. Indiquer laquelle des deux grilles doit être portée au potentiel le plus élevé pour que le proton soit accéléré, et représenter sur un schéma le vecteur $\vec{E}$ et la force électrique subie par le proton.
- 3.2** Calculer la valeur de la force électrique subie par le proton, puis celle de son poids. Vérifier que le poids est effectivement négligeable.
- 3.3** Montrer que le mouvement du proton dans un étage est rectiligne uniformément accéléré et calculer la valeur de l'accélération.
- 3.4** Le travail de la force électrique sur la traversée d'un étage vaut $W = eU$. Calculer W en joules, puis, à l'aide du théorème de l'énergie cinétique, la valeur de la vitesse du proton à la sortie du premier étage.
- 3.5** Calculer la durée de la traversée du premier étage.
- 3.6** L'accélérateur comporte N étages identiques, le proton étant accéléré dans chacun d'eux. Déterminer le nombre minimal d'étages nécessaires pour que le proton atteigne la vitesse de $1,00 \times 10^7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 3.7** En physique des particules, on exprime souvent les énergies en électronvolts : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$. Exprimer en kiloélectronvolts l'énergie cinétique acquise par le proton après un étage, puis après N étages. Quelle relation simple existe-t-il entre cette énergie, en keV, et la tension U exprimée en kV ?

Exercice 4 Résolution de problème : l'arroseur de jardin

3 pts ●●●

Un arroseur rotatif est posé au centre d'une pelouse. Il éjecte l'eau à la vitesse de valeur $v_0 = 12,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et l'utilisateur peut régler librement l'angle d'inclinaison du jet par rapport à l'horizontale ; l'arroseur tourne lentement sur lui-même, de sorte que le jet balaie toutes les directions. La buse est au ras du sol et l'eau retombe au niveau du sol. On admet que, le jet se fragmentant en gouttes, l'eau arrose tout le disque centré sur l'arroseur dont le rayon est égal à la portée du jet.

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

Le fabricant annonce que cet arroseur « couvre un jardin de 500 m^2 ». Déterminer si cette affirmation est justifiée, en précisant le réglage de l'angle qui doit être utilisé, puis indiquer si une pelouse carrée de 22 m de côté, avec l'arroseur en son centre, serait entièrement arrosée. Toute démarche, même partielle, sera valorisée : le raisonnement suivi, les hypothèses et les étapes de calcul devront apparaître clairement. On discutera enfin, en une ou deux phrases, de la validité du modèle utilisé.