

Exercices 1 Mouvement dans un champ uniforme

Les bases : chute libre, équations horaires, trajectoire, condensateur plan

9 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 1 h 30 · calculatrice autorisée



R. RINGUET · 2026 – 2027

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Montrer qu'un mouvement dans un champ uniforme est plan ; établir par intégration les équations horaires, puis l'équation de la trajectoire, et l'exploiter (flèche, portée, durée du vol).
- Relier champ, force et accélération dans un condensateur plan ; mener une étude énergétique (théorème de l'énergie cinétique, conservation de l'énergie mécanique, travail $W = qU$).

■ RAPPEL — Le formulaire du chapitre

- **Champ de pesanteur uniforme** : un système en *chute libre* n'est soumis qu'à son poids, donc $m\vec{a}_G = m\vec{g}$ et $\vec{a}_G = \vec{g}$: l'accélération ne dépend ni de la masse ni de la nature du corps.
- **Lancer** depuis O avec $\vec{v}_0$ faisant l'angle α avec l'horizontale, dans le repère $(O; x, z)$ d'axe (Oz) vertical ascendant : $x(t) = v_0 \cos \alpha t$ et $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t$, d'où la trajectoire $z(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$ (parabole).
- **Champ électrique uniforme** entre deux plaques parallèles distantes de d soumises à la tension U : $E = \frac{U}{d}$ (en $V \cdot m^{-1}$), lignes de champ perpendiculaires aux plaques, dirigées de la plaque positive vers la plaque négative ; force subie par une charge q : $\vec{F} = q\vec{E}$.
- **Énergie** : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, $E_{pp} = mgz$, $E_m = E_c + E_{pp}$ constante en chute libre ; $\Delta E_c = \sum W(\vec{F})$; travail de la force électrique : $W = qU$.

Exercice 1 La chute libre : de quoi parle-t-on ?

●○○

- 1.1** Définir un système en chute libre. Donner la direction, le sens et la valeur du vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$ au voisinage du sol.
- 1.2** En appliquant la deuxième loi de Newton à un système de masse m en chute libre, montrer que $\vec{a}_G = \vec{g}$. Que peut-on en conclure si l'on lâche simultanément, dans le vide, une bille de plomb et une plume ?
- 1.3** Pour chacune des situations suivantes, indiquer si le système souligné peut raisonnablement être considéré en chute libre. Justifier en une phrase.
- a) Une bille d'acier lâchée d'une hauteur de 1,5 m. b) Une feuille de papier lâchée à plat.
- c) Une boule de pétanque lancée sur 8 m. d) Un parachutiste après ouverture de la voile.

Exercice 2 Établir les équations horaires

●○○

Un projectile de masse m , assimilé à son centre de masse G , est lancé depuis l'origine O d'un repère $(O; x, y, z)$ d'axe (Oz) vertical ascendant. Le vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ appartient au plan (xOz) et fait l'angle α avec l'horizontale : $\vec{v}_0$ a pour coordonnées $(v_0 \cos \alpha; 0; v_0 \sin \alpha)$. Le projectile est en chute libre.

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

- 2.1** Donner les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_G$ dans ce repère.
- 2.2** Par intégration, établir les coordonnées de $\vec{v}_G$ puis celles du vecteur position $\vec{OG}$, en utilisant les conditions initiales.
- 2.3** En déduire que $y(t) = 0$ à chaque instant : le mouvement est donc *plan*. Préciser ce plan.

- 2.4** Exprimer t en fonction de x , puis établir l'équation de la trajectoire $z(x)$. Quelle est la nature de cette courbe ?
- 2.5** Application numérique : $v_0 = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $\alpha = 45^\circ$. Montrer que $z(x) = -0,0245 x^2 + x$, avec x et z en mètres.
- 2.6** Le projectile retombe au niveau du sol ($z = 0$). Résoudre l'équation correspondante et en déduire la portée du tir, puis l'abscisse du sommet de la parabole et la flèche.

Exercice 3 Une relance au handball

●○○

Pour lancer une contre-attaque, un gardien de handball relance le ballon vers un coéquipier. On modélise le lancer par un départ au niveau du sol, avec une vitesse initiale de valeur $v_0 = 18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ faisant un angle $\alpha = 35^\circ$ avec l'horizontale, et l'on étudie le mouvement jusqu'au retour du ballon au niveau du sol. La résistance de l'air est négligée.

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

- 3.1** Calculer les coordonnées du vecteur vitesse initiale.
- 3.2** Montrer que la durée du vol vaut $t_v = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$, puis la calculer.
- 3.3** En déduire la portée du tir, c'est-à-dire la distance horizontale parcourue.
- 3.4** Montrer que la flèche vaut $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ et la calculer. À quelle date est-elle atteinte ?

Exercice 4 Lecture graphique d'une trajectoire

●●○

La figure 1 représente la trajectoire du centre de masse d'une balle lancée depuis le sol, enregistrée par une caméra rapide. La résistance de l'air est négligée.

- 4.1** Déterminer graphiquement la portée du tir et la flèche.
- 4.2** La tangente à la trajectoire au point de lancer est tracée en pointillés. Déterminer son coefficient directeur, puis en déduire l'angle de tir α .
- 4.3** À l'aide de la relation $d = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$, calculer la valeur v_0 de la vitesse initiale.
- 4.4** Vérifier la cohérence de ce résultat en recalculant la flèche à partir de v_0 et de α .

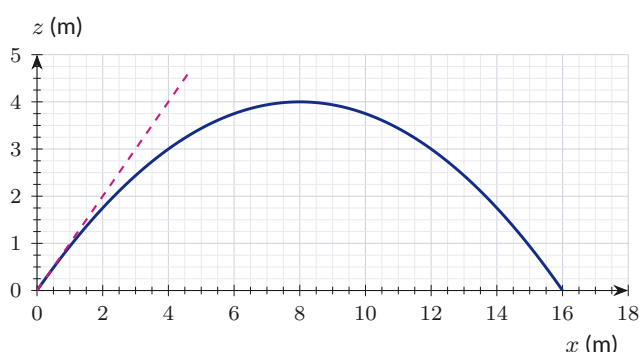


Figure 1 — Trajectoire de la balle ; en pointillés, la tangente au point de lancer.

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

Exercice 5 Largage d'un colis

●○○

Un avion de sauvetage vole horizontalement à l'altitude $h = 80 \text{ m}$, à la vitesse constante de valeur $v_0 = 60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Il largue un colis, sans vitesse initiale par rapport à l'avion ; l'action de l'air sur le colis est négligée. L'origine du repère est prise au point de largage, l'axe (Oz) étant vertical ascendant.

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

- 5.1** Écrire les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement du colis.
- 5.2** Calculer la durée de la chute, puis la distance horizontale parcourue par le colis avant de toucher le sol.
- 5.3** Calculer les coordonnées du vecteur vitesse à l'impact, puis la valeur de cette vitesse.
- 5.4** Que voit le pilote de l'avion s'il regarde le colis tomber, l'avion gardant la même vitesse ? Justifier.

Exercice 6 La lance à incendie



Une lance à incendie, placée au ras du sol, éjecte l'eau à la vitesse v_0 . Dirigée verticalement vers le haut, elle envoie l'eau jusqu'à une hauteur de 12,0 m. Chaque goutte est supposée en chute libre après sa sortie.

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

- 6.1 Établir l'expression de la hauteur maximale atteinte par une goutte en fonction de v_0 et g , puis montrer que $v_0 = 15,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 6.2 La lance est maintenant inclinée de 60° au-dessus de l'horizontale, avec la même vitesse d'éjection. Calculer la hauteur maximale atteinte par le jet et sa portée au sol.
- 6.3 Le pompier veut atteindre le point le plus éloigné possible. Quel angle doit-il choisir ? Justifier à l'aide de l'expression de la portée $d = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$, puis calculer cette portée maximale.

Exercice 7 Le condensateur plan



Deux plaques métalliques planes, parallèles et horizontales, de grandes dimensions, sont distantes de $d = 5,0 \text{ cm}$. La plaque A (supérieure) est reliée au pôle positif d'un générateur, la plaque B (inférieure) au pôle négatif ; la tension vaut $U_{AB} = 400 \text{ V}$. Entre les plaques règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$.

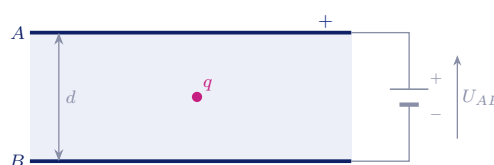


Figure 2 — Le condensateur plan (coupe verticale)

- 7.1 Calculer la valeur du champ électrique E et préciser son unité.
- 7.2 Reproduire la figure et y tracer quelques lignes de champ en indiquant leur sens.
- 7.3 Une petite bille portant la charge $q_1 = 2,0 \text{ nC}$ est placée entre les plaques. Calculer la valeur de la force électrique qu'elle subit et préciser sa direction et son sens.
- 7.4 Mêmes questions pour une charge $q_2 = -2,0 \text{ nC}$.
- 7.5 Que deviennent E et la force subie si l'on double la distance d sans changer la tension ?

Exercice 8 Accélérer un électron



Dans le canon à électrons d'un appareil de laboratoire, un électron, émis sans vitesse initiale par un filament, est accéléré entre deux plaques verticales distantes de $d = 4,0 \text{ cm}$ soumises à la tension $U = 500 \text{ V}$; il traverse la seconde plaque par un petit trou.

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ • charge élémentaire $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ • masse de l'électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- 8.1 Calculer la valeur du champ électrique entre les plaques, puis celle de la force électrique subie par l'électron.
- 8.2 Comparer cette force au poids de l'électron. Justifier que le poids sera négligé dans toute la suite.
- 8.3 Calculer la valeur de l'accélération de l'électron, supposée constante entre les plaques.
- 8.4 Le travail de la force électrique sur tout le trajet vaut $W = |q| U$. Calculer W , puis, à l'aide du théorème de l'énergie cinétique, la valeur de la vitesse de l'électron à la sortie.

Exercice 9 Un tir au panier : approche énergétique



Un ballon de basket de masse $m = 620 \text{ g}$ quitte les mains d'un joueur à l'altitude $z_0 = 2,00 \text{ m}$ avec une vitesse de valeur $v_0 = 8,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. L'altitude est repérée à partir du sol et la résistance de l'air est négligée.

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

- 9.1 Justifier que l'énergie mécanique du ballon se conserve, puis calculer E_c , E_{pp} et E_m à l'instant du lancer.
- 9.2 Le cercle du panier est situé à l'altitude 3,05 m. Déterminer la valeur de la vitesse du ballon lorsqu'il passe à cette altitude. Cette méthode permet-elle de connaître la *direction* du vecteur vitesse à cet instant ?

- 9.3** Le ballon est maintenant lancé verticalement vers le haut avec la même vitesse initiale. Calculer l'altitude maximale atteinte.