

Mouvement en champ uniforme

Corrigé des exercices - niveau Terminale

Voici le corrigé détaillé des exercices sur le champ uniforme. Chaque calcul est écrit avec ses unités et ses chiffres significatifs ; compare ta méthode à la mienne, en particulier le choix du repère et le signe des composantes.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé champ uniforme

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. Dans un **référentiel galiléen**, la somme des forces appliquées à un point matériel vaut le produit de sa masse par son accélération : $\Sigma \mathbf{F} = m \mathbf{a}$.
2. Un champ est uniforme si, en tout point de la région, il a **même direction, même sens et même valeur** : le champ de pesanteur près du sol, le champ électrique entre deux plaques parallèles.
3. Quand le **seul poids** agit sur lui.
4. $\mathbf{a} = \mathbf{g} = 9,81 \text{ m/s}^2$, verticale vers le bas, **indépendante de la masse**.
5. $\mathbf{E} = \mathbf{U} \div \mathbf{d}$; E s'exprime en **V/m** (ou N/C).

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : $a = g$ pour tous les objets en chute libre, la masse se simplifie.
- b. **Faux** : la trajectoire est une **parabole**.
- c. **Faux** : seule la composante verticale s'annule ; la vitesse vaut $v_0 \cos \alpha$.
- d. **Vrai** : la force est opposée au champ, dirigé de + vers -.
- e. **Faux** : pour $q > 0$ la force a le **même sens** que E.
- f. **Vrai** : $R = v_0^2 \sin 2\alpha \div g$ est maximale pour $\sin 2\alpha = 1$.
- g. **Vrai** : $1 \text{ V/m} = 1 \text{ N/C}$.

Correction de l'exercice 3 : Une bille lâchée

1. Seul le poids agit : $m\mathbf{a} = m\mathbf{g}$, donc $a_y = -g$. Avec $v_y(0) = 0$: $v_y = -g t$; avec $y(0) = h$: $\mathbf{y(t)} = \mathbf{h - \frac{1}{2} g t^2}$.
2. $y = 0$ donne $t = \sqrt{2h \div g} = \sqrt{40 \div 9,81} = \mathbf{2,0 \text{ s}}$ (2,02 s).
3. $v = g t = 9,81 \times 2,02 = \mathbf{19,8 \text{ m/s}}$, soit $19,8 \times 3,6 = \mathbf{71 \text{ km/h}}$.

Correction de l'exercice 4 : Lancer horizontal depuis une falaise

1. $x(t) = 15 t$ et $y(t) = 45 - 4,905 t^2$.
2. $y = 0$ donne $t = \sqrt{2 \times 45 \div 9,81} = \sqrt{9,17} = 3,03 \text{ s}$.
3. $x = 15 \times 3,03 = 45 \text{ m}$ du pied de la falaise.
4. $v_x = 15 \text{ m/s}$; $v_y = -9,81 \times 3,03 = -29,7 \text{ m/s}$. $v = \sqrt{(15^2 + 29,7^2)} = 33 \text{ m/s}$; $\tan \beta = 29,7 \div 15 = 1,98$ donc $\beta \approx 63^\circ$ sous l'horizontale.

Correction de l'exercice 5 : Graphique de la vitesse verticale

1. Une **droite décroissante** : l'accélération est constante et négative.
2. Pente = $(-14,4 - 15) \div 3 = -9,8 \text{ m/s}^2$: on retrouve $a_y = -g$.
3. v_y s'annule à $t \approx 1,5 \text{ s}$ ($15 \div 9,81 = 1,53 \text{ s}$).
4. $h = v_{0y}^2 \div (2g) = 15^2 \div 19,62 = 11,5 \text{ m}$. L'objet revient à son point de départ à $t = 2 \times 1,53 = 3,06 \text{ s}$, avec $v_y = -15 \text{ m/s}$ (même valeur, sens opposé).

Correction de l'exercice 6 : Lecture d'une trajectoire

1. $R = 20 \text{ m}$ et $h = 5 \text{ m}$.
2. $\tan \alpha = 4h \div R = 4 \times 5 \div 20 = 1$, donc $\alpha = 45^\circ$.
3. $R = v_0^2 \sin 2\alpha \div g$ avec $\sin 90^\circ = 1$: $v_0 = \sqrt{g R} = \sqrt{9,81 \times 20} = 14 \text{ m/s}$.
4. Durée = $R \div (v_0 \cos \alpha) = 20 \div (14,0 \times 0,707) = 2,0 \text{ s}$; on retrouve $2 v_0 \sin \alpha \div g = 2,02 \text{ s}$.

Correction de l'exercice 7 : Portée et angle de tir

1. $R = 400 \times \sin 2\alpha \div 9,81$: $\alpha = 30^\circ$: $400 \times 0,866 \div 9,81 = 35,3 \text{ m}$; $\alpha = 45^\circ$: $400 \times 1 \div 9,81 = 40,8 \text{ m}$; $\alpha = 60^\circ$: $400 \times 0,866 \div 9,81 = 35,3 \text{ m}$.
2. Les portées sont **égales** : $\sin 2\alpha = \sin(180^\circ - 2\alpha)$, donc deux angles complémentaires (α et $90^\circ - \alpha$) donnent la même portée.
3. 45° , avec $R_{\max} = v_0^2 \div g = 40,8 \text{ m}$.

Correction de l'exercice 8 : Le tir au basket

1. $y = y_0 + x \tan \alpha - g x^2 \div (2 v_0^2 \cos^2 \alpha) = y = 2,0 + x - 0,184 x^2$ (avec $\tan 45^\circ = 1$ et $9,81 \div (2 \times 7,3^2 \times \cos^2 45^\circ) = 9,81 \div 53,29 = 0,184 \text{ m}^{-1}$).
2. Calcul direct : $y(4,0) = 2,0 + 4,0 \times 1 - 9,81 \times 16 \div (2 \times 53,29 \times 0,5) = 6,0 - 156,96 \div 53,29 = 6,0 - 2,945 = 3,05 \text{ m}$: le ballon **atteint le panier**.
3. $t = x \div (v_0 \cos \alpha) = 4,0 \div 5,16 = 0,775 \text{ s}$; $v_y = v_0 \sin \alpha - g t = 5,16 - 7,60 = -2,44 \text{ m/s} < 0$: le ballon **descend**, ce qui est favorable.

Correction de l'exercice 9 : Un proton dans un champ

- $E = U \div d = 500 \div 0,050 = \mathbf{1,0 \times 10^4 \text{ V/m}}$.
- $F = eE = 1,60 \times 10^{-19} \times 1,0 \times 10^4 = \mathbf{1,6 \times 10^{-15} \text{ N}}$; $a = F \div m_p = 1,6 \times 10^{-15} \div 1,67 \times 10^{-27} = \mathbf{9,6 \times 10^{11} \text{ m/s}^2}$.
- $P = m_p g = 1,67 \times 10^{-27} \times 9,81 = 1,6 \times 10^{-26} \text{ N}$; $F \div P \approx \mathbf{10^{11}}$: le **poids est négligeable**.

Correction de l'exercice 10 : Déviation dans un condensateur

- $E = U \div d = 300 \div 0,030 = \mathbf{1,0 \times 10^4 \text{ V/m}}$, perpendiculaire aux plaques, dirigé de la plaque + vers la plaque -.
- La charge est négative : F est de sens opposé à E , vers la plaque **positive**. $a = eE \div m = 1,60 \times 10^{-19} \times 1,0 \times 10^4 \div 9,11 \times 10^{-31} = \mathbf{1,76 \times 10^{15} \text{ m/s}^2}$.
- $t = L \div v_0 = 0,060 \div 3,0 \times 10^7 = \mathbf{2,0 \times 10^{-9} \text{ s}}$.
- $y_s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 1,76 \times 10^{15} \times (2,0 \times 10^{-9})^2 = \mathbf{3,5 \text{ mm}}$, inférieure à $d \div 2 = 15 \text{ mm}$: l'électron **sort**.
- $v_y = a t = 3,5 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\tan \theta = 3,5 \times 10^6 \div 3,0 \times 10^7 = 0,117$; $\theta \approx \mathbf{6,7^\circ}$.

Correction de l'exercice 11 : Accélérer des particules

- $E_c = eU = 1,60 \times 10^{-19} \times 1\,000 = \mathbf{1,60 \times 10^{-16} \text{ J}}$ pour chacune (même valeur absolue de charge).
- $v = \sqrt{(2 E_c \div m)}$. Proton : $\sqrt{(3,20 \times 10^{-16} \div 1,67 \times 10^{-27})} = \mathbf{4,38 \times 10^5 \text{ m/s}}$. Électron : $\sqrt{(3,20 \times 10^{-16} \div 9,11 \times 10^{-31})} = \mathbf{1,87 \times 10^7 \text{ m/s}}$.
- $v_e \div v_p = 42,7$; et $\sqrt{(m_p \div m_e)} = \sqrt{1\,833} = 42,8$: **on retrouve le rapport** des racines des masses.

Correction de l'exercice 12 : Chronophotographie

- Entre deux positions successives, $\Delta x = 0,40 \text{ m}$ en $\Delta t = 0,10 \text{ s}$: $v_x = \mathbf{4,0 \text{ m/s}}$, constante (les points sont équidistants horizontalement).
- Le point le plus haut est le point 3 : $t = \mathbf{0,30 \text{ s}}$. Au sommet $v_y = 0$ donc $v_{0y} = g t = 9,81 \times 0,30 = \mathbf{2,9 \text{ m/s}}$, soit environ $3,0 \text{ m/s}$.
- $v_0 = \sqrt{(4,0^2 + 3,0^2)} = \mathbf{5,0 \text{ m/s}}$; $\tan \alpha = 3,0 \div 4,0$ donc $\alpha \approx \mathbf{37^\circ}$.
- $h = v_{0y}^2 \div (2g) = 9,0 \div 19,62 = \mathbf{0,46 \text{ m}}$: cohérent avec le graphique ($0,46 \text{ m}$).

Correction de l'exercice 13 : Deux billes, une trajectoire

- Bille 1 : $m_1 \mathbf{a_1} = m_1 \mathbf{g}$; bille 2 : $m_2 \mathbf{a_2} = m_2 \mathbf{g}$.
- Les masses se simplifient : $\mathbf{a_1 = a_2 = g}$. Avec les mêmes conditions initiales, les **trajectoires sont identiques**, de même portée.
- Dans l'air, la force de frottement dépend de la forme et de la vitesse, pas de la masse ; pour un objet très léger elle devient comparable au poids et ne peut plus être négligée.

Correction de l'exercice 14 : Chute avec frottements

1. La **courbe A** : droite passant par l'origine, $v = g t$ (accélération constante).
2. À $t = 2 \text{ s}$: A donne **19,6 m/s** ; B donne environ **11 m/s**, bien moins.
3. La courbe B se stabilise vers **15 m/s** (de 13 à 16 m/s accepté).
4. La pente à l'origine de B est voisine de **9,8 m/s²** : à vitesse nulle, la force de frottement est nulle et seul le poids agit.
5. Le frottement augmente avec la vitesse ; quand il compense le poids, $\Sigma F = 0$, donc $a = 0$: la vitesse devient constante (mouvement rectiligne uniforme).

Correction de l'exercice 15 : Équilibre d'une gouttelette

1. Poids **P** (vertical, vers le bas) et force électrique **F** (verticale).
2. Équilibre : $a = 0$ donc $\Sigma F = 0$, soit $|q| E = m g$. $|q| = 3 \times 1,60 \times 10^{-19} = 4,80 \times 10^{-19} \text{ C}$; $E = 1,0 \times 10^{-15} \times 9,81 \div 4,80 \times 10^{-19} = \mathbf{2,0 \times 10^4 \text{ V/m}}$.
3. $U = E d = 2,04 \times 10^4 \times 0,010 = \mathbf{2,0 \times 10^2 \text{ V}}$ (environ 204 V).
4. F doit être vers le haut ; la charge étant négative, E est vers le bas : la plaque **supérieure** est la plus positive.

Correction de l'exercice 16 : Le tube cathodique

1. $E = 100 \div 0,020 = \mathbf{5,0 \times 10^3 \text{ V/m}}$; $a = eE \div m = 1,60 \times 10^{-19} \times 5,0 \times 10^3 \div 9,11 \times 10^{-31} = \mathbf{8,8 \times 10^{14} \text{ m/s}^2}$.
2. $t = L \div v_0 = 0,040 \div 2,0 \times 10^7 = \mathbf{2,0 \times 10^{-9} \text{ s}}$; $y_s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 8,78 \times 10^{14} \times 4,0 \times 10^{-18} = \mathbf{1,8 \text{ mm}}$.
3. $v_y = a t = 1,76 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\tan \theta = 1,76 \times 10^6 \div 2,0 \times 10^7 = 0,088$; $\theta \approx \mathbf{5,0^\circ}$.
4. $Y = y_s + D \tan \theta = 1,8 \times 10^{-3} + 0,30 \times 0,0878 = \mathbf{2,8 \text{ cm}}$.

Correction de l'exercice 17 : Un canon à électrons

1. $v = \sqrt{(2 e U \div m)} = \sqrt{(2 \times 1,60 \times 10^{-19} \times 5\,000 \div 9,11 \times 10^{-31})} = \sqrt{(1,756 \times 10^{15})} = \mathbf{4,2 \times 10^7 \text{ m/s}}$.
2. $v \div c = 4,19 \times 10^7 \div 3,00 \times 10^8 \approx \mathbf{0,14}$, soit 14 % de c.
3. À cette vitesse, la mécanique classique n'est plus rigoureuse : les effets relativistes, négligeables aux faibles vitesses, deviennent mesurables ; pour des tensions plus élevées le calcul classique donnerait même $v > c$, ce qui est impossible.

Correction de l'exercice 18 : Le saut en longueur

1. $R = v_0^2 \sin 2\alpha \div g = 81 \times \sin 40^\circ \div 9,81 = 81 \times 0,643 \div 9,81 = \mathbf{5,3 \text{ m}}$.
2. Durée = $2 v_0 \sin \alpha \div g = 2 \times 9,0 \times 0,342 \div 9,81 = \mathbf{0,63 \text{ s}}$; $h = v_0^2 \sin^2 \alpha \div (2g) = 81 \times 0,117 \div 19,62 = \mathbf{0,48 \text{ m}}$.
3. La vitesse de l'athlète au décollage dépend de l'angle : l'impulsion qui l'élève au

détriment de sa vitesse horizontale limite la portée ; l'optimum réel est donc bien inférieur à 45° , vers 20° . De plus, le centre de masse ne retombe pas exactement à la hauteur du décollage.

Correction de l'exercice 19 : Le coup franc

1. $y = x \tan \alpha - g x^2 \div (2 v_0^2 \cos^2 \alpha) = y = 0,364 x - 0,01148 x^2$ (x et y en m), car $\tan 20^\circ = 0,364$ et $9,81 \div (2 \times 22^2 \times \cos^2 20^\circ) = 9,81 \div 854,8 = 0,01148$.
2. $y(9,15) = 9,15 \times 0,364 - 9,81 \times 9,15^2 \div (2 \times 22^2 \times \cos^2 20^\circ) = 3,330 - 821,3 \div 854,8 = 3,330 - 0,961 = 2,37 \text{ m} > 1,80 \text{ m}$: le ballon **passé au-dessus du mur**.
3. $y(20,0) = 20,0 \times 0,364 - 9,81 \times 400 \div 854,8 = 7,279 - 4,591 = 2,69 \text{ m} > 2,44 \text{ m}$: le ballon passe **au-dessus de la barre**, il n'y a **pas but**.

Correction de l'exercice 20 : Électron ou proton ?

Sens. L'électron ($q < 0$) est dévié vers la plaque positive ; le proton ($q > 0$) vers la plaque négative.

Accélérations. $a = |q| E \div m$ avec la même valeur $|q| = e$ et le même E : $a_p \div a_e = m_e \div m_p = 9,11 \times 10^{-31} \div 1,67 \times 10^{-27} = 5,5 \times 10^{-4}$, environ $1 \div 1\,830$.

Déviations. Même durée $t = L \div v_0$, donc y_s est proportionnelle à a : le rapport vaut aussi $5,5 \times 10^{-4}$. Avec les données de l'exercice 10 (3,5 mm pour l'électron), la déviation du proton serait de $3,5 \times 5,5 \times 10^{-4} \approx 1,9 \text{ }\mu\text{m}$.

Poids. $F \div P$ vaut environ 10^{14} pour l'électron et 10^{11} pour le proton : le poids est négligeable dans les deux cas.

Dessin. À l'échelle du condensateur, la trajectoire du proton est pratiquement une droite parallèle aux plaques.

Comment progresser après ce corrigé

Reprends systématiquement la méthode en quatre temps : système et repère, forces, deuxième loi projetée, intégrations avec les conditions initiales. Vérifie à chaque fin de calcul l'ordre de grandeur et l'unité. Refais les exercices 8, 10 et 19 sans regarder la correction, puis invente une variante en changeant l'angle ou la tension.

Retour aux énoncés des exercices