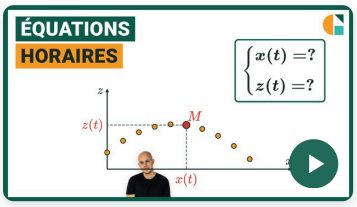
Exercices corrigés

Établir les équations horaires d'un mouvement dans un champ de pesanteur

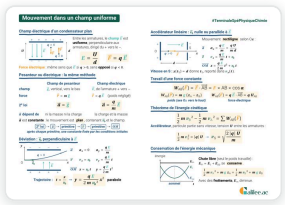
Mouvement dans un champ uniforme • Compétence 3 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et trois exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T11-3



La fiche de cours

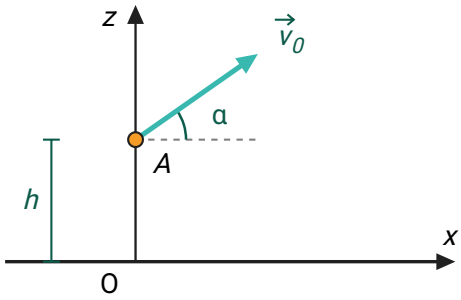
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/mouvement-champ-uniforme

Exercice 1

Tir au panier

Au basket, une joueuse tire au panier. À $t = 0$, le ballon part du point A, à la hauteur h au-dessus de l'origine O, avec une vitesse de valeur v_0, inclinée d'un angle α au-dessus de l'horizontale. On néglige les frottements : $a_x = 0$ et $a_z = -g$. Le repère est celui de la figure.



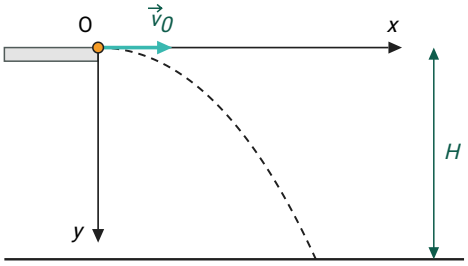
1) Établir les coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur vitesse à la date t.

2) En déduire les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement.

Exercice 2 🌶🌶🌶

Bille au bord de la table

Une bille roule sur une table et arrive au bord. À $t = 0$, elle passe en O avec une vitesse horizontale de valeur $v_0 = 1{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; le sol se trouve $H = 0{,}80\ \text{m}$ plus bas. On néglige les frottements ; $g = 9{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Le repère $(O\,; x, y)$ est celui de la figure.

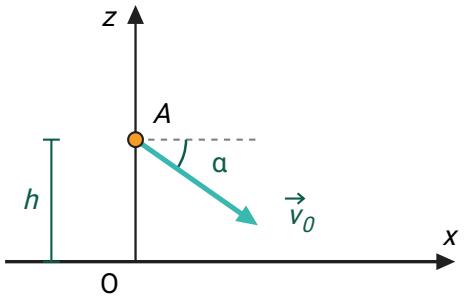


1) La coordonnée verticale de la vitesse s'écrit $v_y(t) = A \times t + B$. Déterminer A et B en justifiant leur signe.
2) Les équations horaires s'écrivent $x(t) = C \times t$ et $y(t) = D \times t^2 + E$. Déterminer C, D et E.
3) Calculer les coordonnées de la position de la bille à la date $t_1 = 0{,}30\ \text{s}$.

Exercice 3 🌶🌶🌶🌶

Type bac : le smash

Au volley-ball, une attaquante smashe. À $t = 0$, le ballon quitte sa main au point A, à la hauteur h au-dessus du sol, avec une vitesse de valeur v_0, inclinée d'un angle α au-dessous de l'horizontale. On néglige les frottements. Le repère est celui de la figure.



1) En appliquant la deuxième loi de Newton, établir les coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur vitesse à la date t.
2) Établir les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement.
3) On donne $h = 2{,}9\ \text{m}$, $v_0 = 20\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, $\alpha = 20°$ et $g = 9{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Calculer l'altitude $z(t_1)$ et la coordonnée $v_z(t_1)$ à la date $t_1 = 0{,}20\ \text{s}$, avec 2 chiffres significatifs.

Établir les équations horaires d'un mouvement dans un champ de pesanteur

Exercice 1 Tir au panier

1) L'accélération est la dérivée de la vitesse : on cherche une primitive de chaque coordonnée, sans oublier la constante, qui est la valeur à $t = 0$.

Sur (Ox) : $a_x = 0$, donc v_x est une constante (une primitive de zéro n'est pas forcément zéro). Elle vaut $v_x(0)$, la coordonnée horizontale de la vitesse initiale, côté adjacent à α :

$$\boxed{v_x(t) = v_0 \cos\alpha}$$

Sur (Oz) : $a_z = -g$, donc $v_z(t) = -g\,t + \text{constante}$. La constante vaut $v_z(0)$, la coordonnée verticale de la vitesse initiale, côté opposé à α, positive car le ballon part vers le haut :

$$\boxed{v_z(t) = -g\,t + v_0 \sin\alpha}$$

2) La vitesse est la dérivée de la position : on cherche de nouveau une primitive.

Sur (Ox) : une primitive de la constante $v_0 \cos\alpha$ est $v_0 \cos\alpha \times t$, plus une constante égale à $x(0)$. A est à la verticale de O, donc $x(0) = 0$:

$$\boxed{x(t) = v_0 \cos\alpha \times t}$$

Sur (Oz) : une primitive de $-g\,t$ est $-\dfrac{1}{2}\,g\,t^2$ (en dérivant t^2 on obtient $2t$, le facteur $\dfrac{1}{2}$ compense ce 2) ; une primitive de $v_0 \sin\alpha$ est $v_0 \sin\alpha \times t$; la constante est $z(0) = h$, car le ballon part de A et non de l'origine :

$$\boxed{z(t) = -\frac{1}{2}\,g\,t^2 + v_0 \sin\alpha \times t + h}$$

Vérification : à $t = 0$, on retrouve $x = 0$ et $z = h$; en dérivant $z(t)$, on retrouve $v_z(t)$. L'équation $x(t)$ ne contient ni g ni h : rien n'agit horizontalement.

Exercice 2 Bille au bord de la table

1) La bille n'est soumise qu'à son poids : son accélération est verticale, vers le bas, de valeur g. Sur la figure, l'axe (Oy) est orienté vers le bas, comme la pesanteur : $a_y = +g$. Une primitive donne $v_y(t) = g\,t + B$, où B est la valeur de v_y à $t = 0$. La vitesse initiale est horizontale : elle n'a aucune composante verticale.

$$\boxed{A = g = 9{,}8\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}} \qquad \boxed{B = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$$

Écrire $-9{,}8$ par habitude, c'est recopier le résultat d'un axe orienté vers le haut : le signe se lit sur le repère de l'énoncé.

2) Sur (Ox) : $a_x = 0$, donc v_x est constante, égale à sa valeur initiale v_0. Une primitive donne $x(t) = v_0\,t$, la constante étant nulle puisque la bille part de O.

$$\boxed{C = v_0 = 1{,}8\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$$

Sur (Oy) : une primitive de $g\,t$ est $\dfrac{1}{2}\,g\,t^2$, plus une constante égale à $y(0)$. La bille part de l'origine : cette constante est nulle. La hauteur H n'intervient pas dans les équations horaires : elle servira seulement à trouver la date d'arrivée en bas.

$$\boxed{D = \frac{1}{2}\,g = 4{,}9\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}} \qquad \boxed{E = 0\ \text{m}}$$

Exercice 2 (suite) Bille au bord de la table

3) On remplace t par t_1 dans les deux équations horaires.

$\boxed{x(t_1) = 1{,}8 \times 0{,}30 = 0{,}54 \text{ m}}$ $\boxed{y(t_1) = 4{,}9 \times 0{,}30^2 \approx 0{,}44 \text{ m}}$

$y(t_1)$ est positif : la bille est descendue de $0{,}44$ m sous l'origine, le long d'un axe orienté vers le bas. Cette valeur est inférieure à H : la bille est encore en l'air.

Exercice 3 Type bac : le smash

1) Système : le ballon ; référentiel terrestre supposé galiléen ; une seule force, le poids. La deuxième loi de Newton donne $a_x = 0$ et $a_z = -g$ (axe (Oz) vers le haut). Conditions initiales, lues sur la figure : la vitesse initiale est dirigée vers la droite et vers le bas, donc $v_{0x} = v_0 \cos\alpha$ et $v_{0z} = -v_0 \sin\alpha$.

On cherche une primitive de chaque coordonnée de l'accélération ; la constante est la coordonnée correspondante de la vitesse initiale.

$\boxed{v_x(t) = v_0 \cos\alpha}$ $\boxed{v_z(t) = -g\,t - v_0 \sin\alpha}$

Les deux signes moins de v_z n'ont pas la même origine : le premier vient de la pesanteur, le second du sens du tir.

2) On cherche de nouveau une primitive ; les constantes sont $x(0) = 0$ (A est à la verticale de O) et $z(0) = h$.

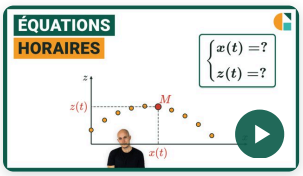
$\boxed{x(t) = v_0 \cos\alpha \times t}$ $\boxed{z(t) = -\frac{1}{2} g\,t^2 - v_0 \sin\alpha \times t + h}$

Vérification : à $t = 0$, on retrouve $x = 0$ et $z = h$; en dérivant $z(t)$, on retrouve $v_z(t)$.

3) $v_0 \sin\alpha = 20 \times \sin 20° \approx 6{,}84 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On remplace dans les expressions établies :

$\boxed{z(t_1) = -4{,}9 \times 0{,}20^2 - 6{,}84 \times 0{,}20 + 2{,}9 \approx 1{,}3 \text{ m}}$ $\boxed{v_z(t_1) = -9{,}8 \times 0{,}20 - 6{,}84 \approx -8{,}8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$

L'altitude est positive et inférieure à h : le ballon est descendu, il n'a pas encore touché le sol. $v_z(t_1)$ est négative et sa valeur a augmenté : le ballon descend de plus en plus vite.



Vidéo du cours et trois exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T11-3

Équations horaires, champ de pesanteur : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Établir les équations horaires x(t) et z(t) d'un mouvement dans un champ de pesanteur uniforme : coordonnées du vecteur vitesse par primitive de l'accélération, constantes d'intégration fixées par les conditions initiales, axe vertical orienté vers le haut ou vers le bas, position et vitesse à une date donnée. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.