Devoir surveillé – Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme

Deuxième loi de Newton, centre de masse et référentiel galiléen ; chute libre et mouvement plan ; équations horaires d'une chute verticale et d'un tir, équation de la trajectoire, sommet, flèche et portée ; conservation de l'énergie mécanique ; étude d'un mouvement filmé et énergies tracées en Python.

Durée : 90 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Spe-physique-chimie Terminale

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Deux pierres tombent d'un pont ★★★ *(4 pts)*

Une pierre est lâchée sans vitesse initiale du haut d'un pont, à 33,0 m au-dessus de l'eau. L'action de l'air est négligée et $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$. Axe Oz vertical vers le haut, origine à la surface de l'eau.

a) Justifier que la pierre est en chute libre, puis établir les caractéristiques de son vecteur accélération à l'aide de la deuxième loi de Newton.

b) Établir l'expression de $z(t)$, puis calculer la durée de la chute.

c) Calculer la valeur de la vitesse de la pierre juste avant qu'elle atteigne l'eau, puis retrouver ce résultat par la conservation de l'énergie mécanique.

d) Une seconde pierre est lancée verticalement vers le bas, du même point, 1,00 s après la première. Donner le signe de v_{0z} dans le repère choisi, puis calculer la vitesse de lancement pour que les deux pierres atteignent l'eau au même instant.

Exercice 2 – Un verre quitte le bord d'une table ★★ *(4 pts)*

Un verre, poussé trop fort, glisse sur une table de 0,92 m de haut et la quitte horizontalement à 2,60 m·s^{-1}. Origine au bord de la table, Ox horizontal dans le sens du mouvement, Oz vertical vers le haut ; action de l'air négligée, $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$.

a) Établir les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement.

b) Calculer la durée de la chute du verre, puis la distance entre le point d'impact et le pied de la table.

c) Établir l'équation de la trajectoire et préciser sa nature. Un élève affirme qu'il suffisait de remplacer t par x dans $z(t)$: le réfuter en calculant l'altitude du verre à la date 0,30 s, puis à 0,30 m du bord.

d) Un tapis posé au sol commence à 1,50 m du pied de la table. Calculer la vitesse minimale avec laquelle le verre aurait dû quitter la table pour tomber sur le tapis.

Exercice 3 – Retrouver un tir oblique ★★ *(4 pts)*

Un projectile lancé depuis un sol horizontal retombe sur ce sol 2,01 s après son départ, à 25,3 m de son point de lancement. Action de l'air négligée, $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$. Origine au point de lancement, Ox horizontal dans le sens du tir, Oz vertical vers le haut.

a) Justifier que v_x reste constante, puis calculer la coordonnée v_{0x} de la vitesse initiale.

b) Écrire $z(t)$, puis montrer que $v_{0z} = \dfrac{g\,T}{2}$, où T est la durée du vol ; calculer v_{0z}.

c) En déduire la valeur v_0 de la vitesse initiale et l'angle de tir α.

d) Calculer la flèche du tir, puis, par la conservation de l'énergie mécanique, la valeur de la vitesse quand le projectile retouche le sol.

Exercice 4 – Un lancer filmé ★★★ *(4 pts)*

Un ballon de 600 g est lancé et filmé. Après pointage, le logiciel modélise la position de son centre par $x(t) = 3{,}20\,t$ et $z(t) = -4{,}90\,t^2 + 4{,}50\,t + 1{,}80$ (x, z en mètres, t en secondes ; Oz vertical vers le haut, origine au sol). Données : $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$; énergie potentielle de pesanteur nulle au sol.

a) Donner les coordonnées du vecteur vitesse initiale, sa valeur et l'angle de lancement.

b) En déduire la valeur expérimentale du champ de pesanteur, la comparer à g par un écart relatif et conclure.

c) Calculer l'altitude du sommet, puis l'énergie mécanique du ballon à $t = 0$ et au sommet. Que peut-on dire des frottements ?

d) Calculer la date à laquelle le ballon touche le sol, puis la distance horizontale parcourue. Pourquoi la formule de la portée du cours donnerait-elle un résultat faux ?

Exercice 5 – Quatre affirmations à examiner ★★★ *(4 pts)*

Pour chaque affirmation, dire si elle est vraie ou fausse et justifier, par un calcul quand c'est possible. On néglige l'action de l'air et on prend $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$.

a) « Lancées depuis le même point, avec le même vecteur vitesse initiale, une boule de 7,0 kg et une bille de 7,0 g décrivent la même trajectoire. »

b) « Une skieuse qui décrit un virage à vitesse de valeur constante est en équilibre : la somme des forces qui s'exercent sur elle est nulle. »

c) « Un palet de hockey glisse en ligne droite à vitesse constante sur une glace sans frottement : une force le pousse forcément vers l'avant. »

d) « Pour un tir à $18{,}0\ \text{m·s}^{-1}$ sous 25° au-dessus de l'horizontale, la coordonnée horizontale de la vitesse initiale vaut environ $17{,}8\ \text{m·s}^{-1}$. »

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).