Évaluation de physique-chimie

Tle spécialité · durée : 2 h

Chapitre 15 : Mouvement dans un champ uniforme

Nom : ..... **Prénom :** ..... **Classe :** ..... **Note :** / 20

CONSIGNES **Calculatrice autorisée.** Toutes les réponses doivent être justifiées. Chaque calcul est rédigé : phrase, expression littérale, application numérique, résultat avec son unité et un nombre adapté de chiffres significatifs.

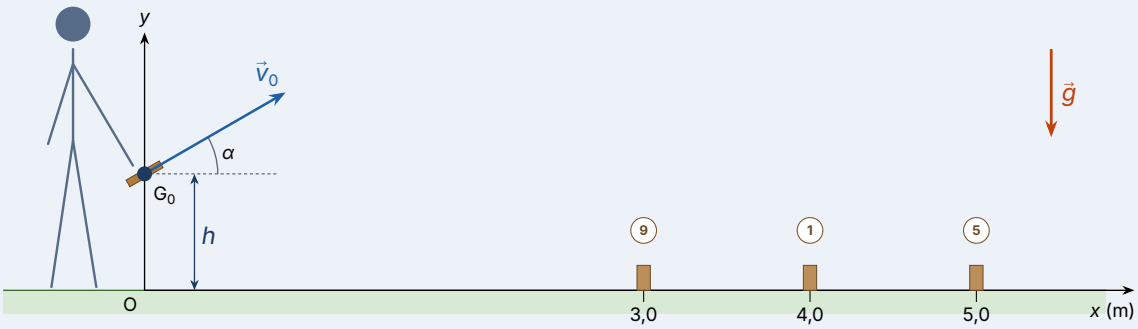
Exercice 1 · **7 points** Le mölkky
Exercice 2 · **7 points** Agrégats d'eau et temps de vol
Exercice 3 · **6 points** Un saut sur la Lune

EXERCICE 1 Le mölkky — 7 points

Le mölkky est un jeu d'adresse d'origine finlandaise. Chaque joueur lance à son tour un bâton en bois pour renverser des quilles numérotées de 1 à 12. Une seule quille renversée rapporte le nombre de points inscrit sur elle ; plusieurs quilles renversées rapportent autant de points que de quilles tombées. Le premier joueur qui totalise **exactement** 50 points remporte la partie.

Avant son lancer, un joueur totalise 41 points. Il lâche le bâton au point G_0, à la hauteur h au-dessus du sol, avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ inclinée d'un angle α au-dessus de l'horizontale. Les quilles n° 9, n° 1 et n° 5, encore debout, sont situées aux abscisses 3,0 m, 4,0 m et 5,0 m (doc.).

Doc. — Le lancer (quilles assimilées à des points du sol)



On étudie le mouvement du centre de masse G du bâton dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, muni du repère $(O\,;x,y)$ du doc. ; à la date $t = 0$, G est en G_0. Le bâton ne tourne pas sur lui-même et n'est soumis qu'à son poids. On suppose qu'il ne rebondit pas et qu'il ne renverse que la quille sur laquelle il retombe.

Données

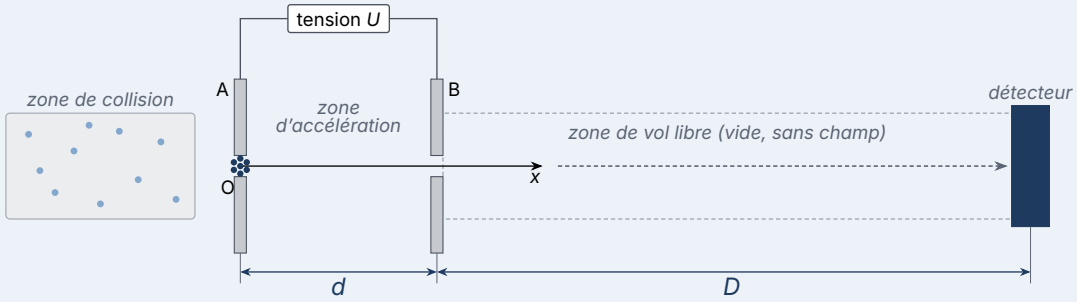
- $v_0 = 4{,}9\ \text{m·s}^{-1}$.
- $h = 0{,}70$ m.
- $\alpha = 30°$.
- $g = 9{,}8\ \text{m·s}^{-2}$.

1. Énoncer la deuxième loi de Newton, puis établir les coordonnées a_x et a_y du vecteur accélération de G. (1 pt)
2. Établir les coordonnées $v_x(t)$ et $v_y(t)$ du vecteur vitesse de G, puis les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ de son mouvement. (1,75 pt)
3. Établir l'équation de la trajectoire de G, puis montrer qu'avec les données elle s'écrit $y = -0{,}27\,x^2 + 0{,}58\,x + 0{,}70$ (x et y en m). (1,25 pt)
4. Déterminer la durée du vol du bâton. (1,25 pt)
5. Déterminer si ce lancer permet au joueur de remporter la partie. (1,75 pt)

EXERCICE 2 Agrégats d'eau et temps de vol — 7 points

La pluie se forme lorsque de fines gouttelettes grossissent dans les nuages. Pour étudier ce grossissement, des chercheurs fabriquent des agrégats d'eau, amas de quelques dizaines de molécules d'eau, qui peuvent grossir en captant des molécules supplémentaires lors de collisions. La masse d'un agrégat, bien trop faible pour être mesurée avec une balance, est déterminée à partir de la durée de son vol dans un dispositif où règne le vide (doc. 1).

Doc. 1 — Principe de la mesure (sans souci d'échelle)



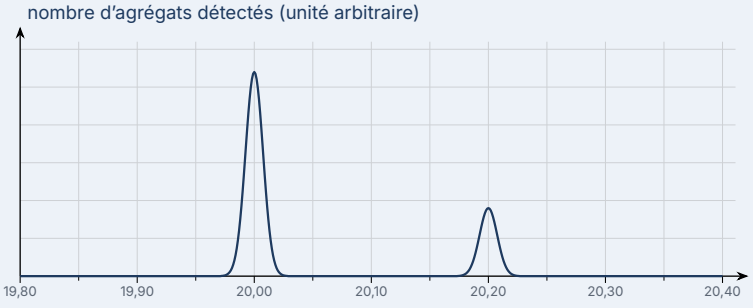
Des agrégats de 50 molécules d'eau, portant chacun la charge $q = +e$, quittent une zone de collision et pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou percé au centre de l'armature A d'un condensateur plan ; ils en sortent par un trou percé dans l'armature B. La tension U appliquée entre les armatures, distantes de d, crée entre elles un champ électrique uniforme qui accélère les agrégats de A vers B. Les agrégats traversent ensuite une zone de vol libre de longueur D, sans champ électrique, puis atteignent un détecteur qui mesure leur durée de vol Δt sur la distance D.

Le mouvement d'un agrégat, modélisé par un point, est étudié dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, muni de l'axe (Ox) du doc. 1, orienté de A vers B ; à la date $t = 0$, l'agrégat est en O, avec une vitesse nulle.

Données

- $q = +e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.
- $U = 10{,}0$ kV.
- $d = 10$ cm.
- Masse molaire de l'eau : $M = 18{,}0\ \text{g·mol}^{-1}$.
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.
- $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$.

Doc. 2 — Durées de vol mesurées



1. Représenter, sur un schéma de la zone d'accélération, la force électrique $\vec{F}_e$ subie par un agrégat et le champ électrique $\vec{E}$, en justifiant leur direction et leur sens. En déduire le signe des charges portées par les armatures A et B. (1,25 pt)
2. Calculer la valeur E du champ électrique, puis la valeur F_e de la force électrique. (0,75 pt)
3. Montrer que la masse d'un agrégat de 50 molécules d'eau vaut $m_1 \approx 1{,}50 \times 10^{-24}$ kg, puis que son poids est négligeable devant la force électrique. (1 pt)
4. Établir les équations horaires $v_x(t)$ et $x(t)$ du mouvement d'un agrégat de masse m_1 entre les armatures. (1,25 pt)
5. Montrer que la vitesse v_B d'un agrégat de masse m_1 à sa sortie de la zone d'accélération s'écrit $v_B = \sqrt{\dfrac{2qU}{m_1}}$, puis la calculer. (1,25 pt)
6. Décrire, en justifiant, le mouvement d'un agrégat dans la zone de vol libre, puis montrer que sa durée de vol Δt est proportionnelle à la racine carrée de sa masse. (0,75 pt)
7. Déterminer le nombre de molécules d'eau des agrégats du second pic du doc. 2, sachant que le pic principal correspond aux agrégats de 50 molécules, puis interpréter ce résultat. (0,75 pt)

EXERCICE 3 Un saut sur la Lune — 6 points

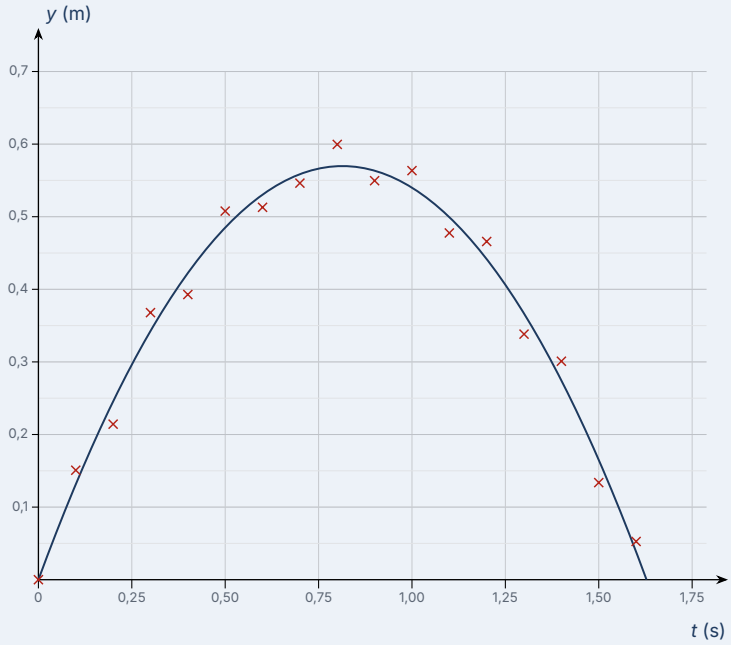
En 1972, lors de la mission Apollo 16, l'astronaute John Young réalise un saut vertical sur la Lune, qui est filmé. Le pointage de la vidéo, image par image, donne la position de ses pieds au cours du saut (doc.) ; sur l'image du sommet du saut, ses pieds sont à 60 cm au-dessus du sol.

Le mouvement des pieds est étudié dans un référentiel lié au sol lunaire, supposé galiléen, muni d'un axe (Oy) vertical orienté vers le haut, d'origine O au niveau du sol. À la date $t = 0$, les pieds quittent le sol avec une vitesse verticale $\vec{v}_0$, de valeur v_0. La Lune n'a pas d'atmosphère ; le champ de pesanteur lunaire $\vec{g}_L$ est uniforme.

Données

- Masse de John Young et de son équipement : environ 150 kg.
- Intensité de la pesanteur terrestre : $g_T = 9{,}81\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Doc. — Position y des pieds au cours du saut



Croix : points de mesure. Courbe : modélisation des mesures par $y(t) = -0{,}86\,t^2 + 1{,}4\,t$ (y en m ; t en s).

1. Justifier que, pendant le saut, John Young est en chute libre, puis établir la coordonnée a_y du vecteur accélération de ses pieds. (0,75 pt)
2. Établir les équations horaires $v_y(t)$ et $y(t)$ du mouvement des pieds, en fonction de g_L, v_0 et t. (1,25 pt)
3. Déterminer, en exploitant la modélisation du doc., les valeurs de v_0 et de g_L. (1 pt)
4. Déterminer la date t_S à laquelle les pieds atteignent leur altitude maximale H, puis la valeur de H. Comparer cette valeur à la mesure faite sur l'image du sommet du saut, puis commenter. (1,25 pt)
5. Déterminer la durée du saut, puis la vitesse des pieds lorsqu'ils retouchent le sol. (0,75 pt)
6. Déterminer la hauteur et la durée qu'aurait, sur Terre, un saut vertical de John Young réalisé avec le même équipement et la même vitesse initiale, dans le modèle de la chute libre. Commenter. (1 pt)