

NOM :

Prénom :

TS5 DS de sciences physiques

Physique :

I. Le saut de la grenouille (6 points)



Pour atteindre un nénuphar situé à 40 cm une grenouille effectue un saut avec une vitesse initiale $v_0 = 2 \text{ m.s}^{-1}$.

Le vecteur vitesse initial fait un angle $\alpha_0 = 45^\circ$ avec la direction horizontale.

On prendra pour valeur de l'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

L'analyse, à l'aide d'un logiciel informatique, d'une chronophotographie du saut, permet d'obtenir l'enregistrement des positions successives du centre d'inertie de la grenouille. La figure 1 de l'annexe 1 à rendre avec la copie reproduit ces positions à l'échelle 1/2.

La première position du centre d'inertie de la grenouille (G_0) sur le document correspond à l'origine du repère (point O), à la date choisie comme origine des temps. La durée entre deux positions successives est $\tau = 20 \text{ ms}$.

1. Exploitation du document

- Déterminer les valeurs v_9 et v_{11} des vecteurs vitesse instantanée du centre d'inertie de la grenouille aux points G_9 et G_{11} . Tracer sur la figure 1 les vecteurs \vec{v}_9 et \vec{v}_{11} (échelle 1 cm pour $0,5 \text{ m.s}^{-1}$)
- Construire sur la figure 1 le vecteur $\Delta \vec{v} = \vec{v}_{11} - \vec{v}_9$ avec pour origine le point G_{10} . Déterminer sa valeur en utilisant l'échelle précédente.
- En déduire la valeur a_{10} du vecteur accélération du centre d'inertie à l'instant t_{10} .

2. Étude dynamique du mouvement

- Les actions mécaniques dues à l'air étant négligées, utiliser la deuxième loi de Newton pour :
 - déterminer les caractéristiques du vecteur accélération du centre d'inertie (G) de la grenouille au cours du saut;
 - montrer que les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du point G sont:
 $x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha_0 \cdot t$ et $y(t) = - (1/2) \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha_0 \cdot t$
- En déduire l'équation de la trajectoire du centre d'inertie de la grenouille. Ce résultat est-il conforme à l'allure de la trajectoire de l'enregistrement expérimental ?
- Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse du point G au sommet S de la trajectoire? En déduire l'expression littérale de la date t_s à laquelle ce sommet est atteint. Calculer ensuite la hauteur maximale atteinte par la grenouille.

II. Validation du modèle d'une force de frottement fluide (6 points)

On souhaite valider l'expression d'une force de frottement. Pour cela on filme la chute verticale d'une balle dans cette huile avec une caméra numérique. L'exploitation du film avec un ordinateur permet de déterminer les valeurs de vitesse de la balle en fonction du temps. On obtient le graphe donné dans la figure 2 de l'annexe 2. Pour étudier le mouvement de la balle, on se place dans le référentiel du laboratoire. On prendra l'axe vertical Oz dirigé vers le bas.

Les caractéristiques de la balle sont : masse $m = 35,0 \text{ g}$; rayon $R = 2,00 \text{ cm}$; volume $V = 33,5 \text{ cm}^3$. La masse volumique de l'huile est $\rho_{\text{huile}} = 0,910 \text{ g.cm}^{-3}$.

On suppose que la force de frottement s'exprime sous la forme $\vec{f} = -k \times \vec{v}_G$ où \vec{v}_G est la vitesse du centre d'inertie de la balle. On appellera v_G la composante de la vitesse suivant l'axe Oz.

- Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées à la balle en chute libre verticale dans l'huile, puis les représenter sur un schéma.
- En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle du mouvement de la balle dans le référentiel du laboratoire.
- Montrer que $\frac{dv_G}{dt}$ peut se mettre sous la forme : $\frac{dv_G}{dt} = A - B \times v_G$ avec $A = g \times (1 - \frac{\rho_{\text{huile}} \times V}{m})$ et $B = \frac{k}{m}$.
- Vérifier que la constante $A = 1,27 \text{ S.I.}$ en précisant son unité.

On donne la valeur du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

5. Le mouvement de chute de la balle présente deux régimes visibles sur la représentation graphique $v_G = f(t)$ donnée en annexe 2.

5.1. Séparer, sur le graphe, par un axe vertical les domaines des deux régimes. On précisera le domaine du régime permanent et le domaine du régime transitoire du mouvement de la balle.

5.2. Relever la valeur de la vitesse limite v_{lim} sur la représentation graphique $v_G = f(t)$.

5.3. Que vaut l'accélération de la balle quand celle-ci atteint la vitesse limite ?

6. Connaissant la constante A donnée en 1.4. et la constante $B = 7,5 \text{ s}^{-1}$, la méthode d'Euler permet d'estimer par le calcul la valeur de la vitesse de la balle en fonction du temps en utilisant les deux relations :

$$\frac{dv_G(t_i)}{dt} = A - B \times v_G(t_i) \quad v_G(t_{i+1}) = v_G(t_i) + \frac{dv_G(t_i)}{dt} \times \Delta t \quad \text{où } \Delta t \text{ est le pas d'itération.}$$

Nous obtenons le tableau de valeurs suivant :

t (s)	0	0,080	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56
$\frac{dv_G}{dt} (\text{m.s}^{-2})$?	0,51	0,20	?	0,03	0,02	0,00	0,00
$v_G (\text{m.s}^{-1})$	0	0,102	0,143	?	0,165	0,167	0,169	0,169

6.1. Quel est le pas d'itération de la méthode d'Euler proposée ?

6.2. Que vaut l'accélération à l'instant $t = 0 \text{ s}$?

6.3. En utilisant la méthode d'Euler : Calculer la valeur de la vitesse à l'instant $t = 0,24 \text{ s}$.

6.4. En déduire la valeur de l'accélération à l'instant $t = 0,24 \text{ s}$.

7. Placer sur la représentation $v_G = f(t)$ de l'annexe 2 les valeurs des vitesses obtenues par la méthode d'Euler et tracer la courbe passant par ces points.

8. En comparant la courbe obtenue par la méthode d'Euler et les points expérimentaux, la modélisation de la force de frottement de l'huile sur la balle $\vec{f} = -k \times \vec{v}_G$ est-elle valide ? Justifier

Chimie : A propos de l'électrolyse (5 points)

Toutes les réponses doivent être accompagnées de justifications ou de commentaires.

I. Dans l'industrie monétaire, on cuivre une rondelle d'acier appelée « flan » pour obtenir certaines pièces de monnaie comme les pièces de 1, 2 et 5 centimes d'euros.

Le cuivrage du «flan» s'effectue par électrolyse d'une solution de nitrate de cuivre (II) ($\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{NO}_3^-_{(aq)}$).

1. L'électrolyse est-elle une transformation chimique spontanée ou forcée ?

2. Ecrire la demi-équation électronique modélisant la réaction qui a lieu au niveau de la rondelle métallique

3. Cette rondelle est-elle reliée à la borne + ou à la borne – du générateur de tension continue ?

4 Ce « flan » constitue-t-il donc l'anode ou la cathode de l'électrolyseur ?

5. Comment procéder pour maintenir constante la concentration en ions cuivre II (Cu^{2+}) dans l'électrolyte ?

Le cuivrage s'effectue, à 60°C . Le dispositif peut contenir 18000 rondelles simultanément.

Pour une pièce de 5 centimes d'euros, la surface totale (les deux faces incluses !) à cuivrer est d'environ $9,2 \text{ cm}^2$ et on souhaite que l'épaisseur du dépôt soit d'au moins $25 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$.

Données : • Masse volumique du cuivre : $\rho = 8960 \text{ kg.m}^{-3}$.

• Masses molaires atomiques : \longrightarrow

• Charge d'une mole d'électrons : $1F = 96500 \text{ C}$

$$\left\{ \begin{array}{l} M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1} \\ M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1} \\ M(\text{N}) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1} \end{array} \right.$$

6. Quelle est la masse de cuivre à déposer sur une rondelle d'acier ?

7. Quelle est la quantité de cuivre à déposer sur le lot de 18000 rondelles d'acier ?

8. Quelle devra être la quantité d'électricité à faire circuler pour réaliser ce dépôt ?

9. L'intensité du courant est constante et égale à 1200 A. Quelle sera la durée de l'opération ?

Estérification (3 points)

Qu'est-ce qu'une réaction d'estérification ? Quelles sont ses propriétés ? Donner un exemple en précisant les noms et la famille de chaque espèce chimique citée.

figure 1



