

Terminale – spécialité Physique/Chimie

Devoir surveillé n°4 – durée : environ 2h

Une réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.

PHYSIQUE 1 – un exercice qui ne sent pas très bon (8 pts)

D’après l’article de Victor Benno Meyer-Rochow et Jozsef Gal : **Pressures produced when penguins pooh – calculations on avian defaecation**¹

L’article cité présente l’étude du mouvement balistique des fèces (le caca) d’un manchot Adélie.

La situation étudiée est la suivante : pour ne pas laisser leurs œufs sans surveillance lors de la couvaison, les manchots Adélie (vivant en Antarctique) ne quittent pas leur nid, même pour faire caca.

Ils se lèvent simplement, tournent leur derrière vers l’extérieur du nid et expulsent avec vigueur leurs excréments (parfois sur un congénère, magnifique Nature).

Autour du nid se forme alors une zone plus ou moins circulaire de caca de manchot (de guano, ce sera plus court à écrire).

L’ordre de grandeur du rayon du cercle fécal semble être celui de la taille du manchot, à savoir quelques dizaines de centimètres.

Dans l’article, les auteurs estiment ce rayon à **40 cm**

Ils présentent la situation avec le schéma de la figure 1

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

1/ Rappeler la définition d’une chute libre.

On fait l’hypothèse que la vitesse d’éjection du guano est parallèle au sol et on notera v_0 sa valeur. On note G le centre de gravité du guano.

2/ Dans le cadre d’une chute libre, établir l’expression vectorielle de l’accélération du centre de gravité du guano.

3/ En déduire les coordonnées de ce vecteur accélération dans un repère (Oxy) tel que O coïncide avec le rectum du manchot, que (Ox) soit parallèle au sol et que (Oy) soit dirigé vers le bas.

4/ Déterminer alors les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ donnant l’évolution de la position de G au cours du temps.

5/ Établir enfin l’équation $y = f(x)$ de la trajectoire de G.

6/ Utiliser cette équation et les données numériques du schéma pour montrer que v_0 vaut 2,0 m/s

7/ Calculer le temps de vol, t_v , des excréments.

Des expérimentateurs courageux ont obtenu le tableau de mesures suivant pour le temps de vol :

t_v (s)	0,18	0,21	0,22	0,20	0,23	0,17	0,22
-----------	------	------	------	------	------	------	------

8/ Calculer la moyenne de ces valeurs, l’écart-type σ_{n-1} et l’incertitude - type $u(t_v) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

9/ Présenter finalement la mesure de t_v sous la forme $t_v = (\dots \pm \dots)$ s

1 <https://link.springer.com/article/10.1007/s00300-003-0563-3>

PHYSIQUE 2 - death diving (6 pts)

Le jour des résultats du baccalauréat 2023, le 4 juillet, Côme GIRARDOT a battu le record du monde de **døds**.

Comme son nom le laisse penser, le døds est une pratique qui ne vient pas exactement des contrées méridionales mais qui s'inscrit plutôt dans une sorte de tradition viking.

Il s'agit de terminer un plongeon en faux plat : les pieds et les mains en avant, à la façon d'une table basse.

Ou plus exactement en position du chien tête en bas pour les amateurs de yoga.

Pour le record, la hauteur de chute a été estimée à 34 m.

Dans la suite, on notera **$h = 34 \text{ m}$**

On prendra $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

On assimilera le plongeur à son centre de gravité, affecté de sa masse, m

On prendra l'énergie potentielle de pesanteur comme étant nulle au niveau de l'eau.

La vitesse initiale est suffisamment faible pour la considérer comme étant égale à 0

- 1/ Rappeler les expressions de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur
- 2/ Dans le cadre d'une chute libre, utiliser la conservation de l'énergie mécanique pour montrer que la vitesse d'impact dans l'eau s'écrit $v = \sqrt{2gh}$
- 3/ Calculer sa valeur pour $h = 34 \text{ m}$

D'après la thèse de doctorat de Caroline COHEN² ('La Physique du Sport'), on a une bonne idée de la profondeur de pénétration du plongeur dans l'eau.

C'est-à-dire la distance d au bout de laquelle sa vitesse s'annule.

d est de l'ordre de 2 à 3 m dans les conditions du plongeon étudié.

On note F la force exercée par l'eau.

On suppose F constante, verticale, dirigée vers le haut.

- 4/ En utilisant le théorème de l'énergie cinétique entre le point d'impact et le point où la vitesse

s'annule, montrer que $F = mg + \frac{mv^2}{2d}$

- 5/ En utilisant la deuxième loi de Newton montrer alors que la décélération du plongeur a pour

expression $a = \frac{v^2}{2d}$

- 6/ Calculer a en choisissant une valeur moyenne pour d

PHYSIQUE 3 - Action d'un champ électrique ET d'un champ de pesanteur (6 pts)

On étudie une petite sphère ponctuelle M de masse m , portant une charge électrique q , positive.

Cette sphère est placée entre deux plaques métalliques verticales (A) et (B)

Ces plaques sont séparées par la distance $d = 4,0$ cm et soumises à une tension $U = V_A - V_B$ positive.

Entre les plaques se superposent deux champs : le champ de pesanteur, \vec{g} , et un champ électrique uniforme, \vec{E}

Voir figure en fin d'énoncé.

À $t = 0$, la sphère est abandonnée sans vitesse initiale en un point M_0 dont les coordonnées dans le système d'axes choisis sont :

$$\overrightarrow{OM_0} \begin{cases} x_0 = \frac{d}{2} \\ y_0 = \ell \end{cases}$$

Données supplémentaires : $\ell = 1,0$ m $g = 9,8$ m/s² $\frac{m}{q} = 10^6$ kg/C

1/ Identifier la plaque qui a le plus grand potentiel électrique (A ou B ?)

En utilisant la deuxième loi de Newton, on montre (mais pas vous aujourd'hui) que les coordonnées du vecteur position sont :

$$\overrightarrow{OM} = \begin{pmatrix} x = \frac{qE}{2m} t^2 + \frac{d}{2} \\ y = -\frac{g}{2} t^2 + \ell \end{pmatrix}$$

2/ En déduire que l'équation de la trajectoire s'écrit : $y = -\frac{mg}{qE} x + \ell + \frac{mgd}{2qE}$

3/ Quelle est la nature de cette trajectoire ?

4/ Pour que la trajectoire de la sphère passe par le point P de coordonnées (d,0), montrer que U doit avoir pour expression $U = \frac{mgd^2}{2q\ell}$.

Vos calculs devront faire apparaître le lien mathématique entre U et E.

5/ Calculer la valeur numérique de U en utilisant l'équation établie à la question précédente.

6/ Vérifier qu'on ne pouvait pas négliger une des deux forces subies par la sphère devant l'autre en calculant le rapport de ces 2 forces (prendre $E = 2 \times 10^5$ V/m en cas d'échec à la question 5)

**

BONUS

(2 bâtons supplémentaires si vous donnez au moins 3 bonnes réponses aux questions qui suivent)

En quelle année a-t-on posé le pied sur la Lune pour la première fois ? Quelle est la valeur du nombre d'or (à 0,1 près) ? Dans quelle partie du corps trouve-t-on le vestibule ? Citer un prix Nobel de Physique français (à l'exception de Marie Curie ;-). Comment appelle-t-on la distance entre le pouce et l'auriculaire dans leur plus grand écart ?

FIGURES

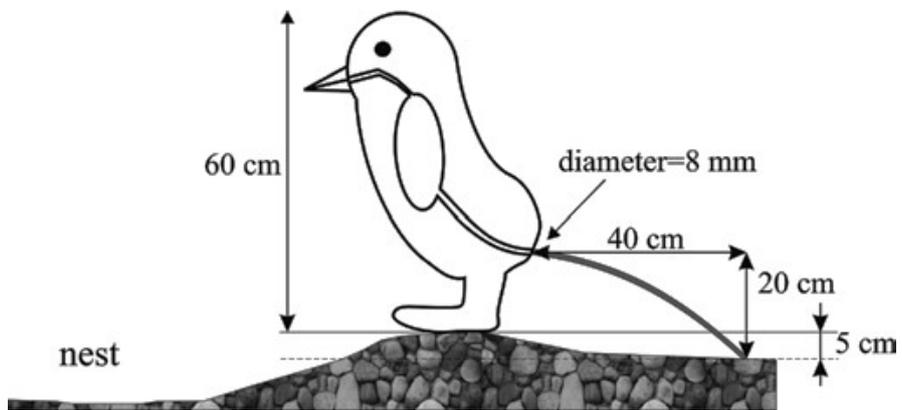


Figure 1

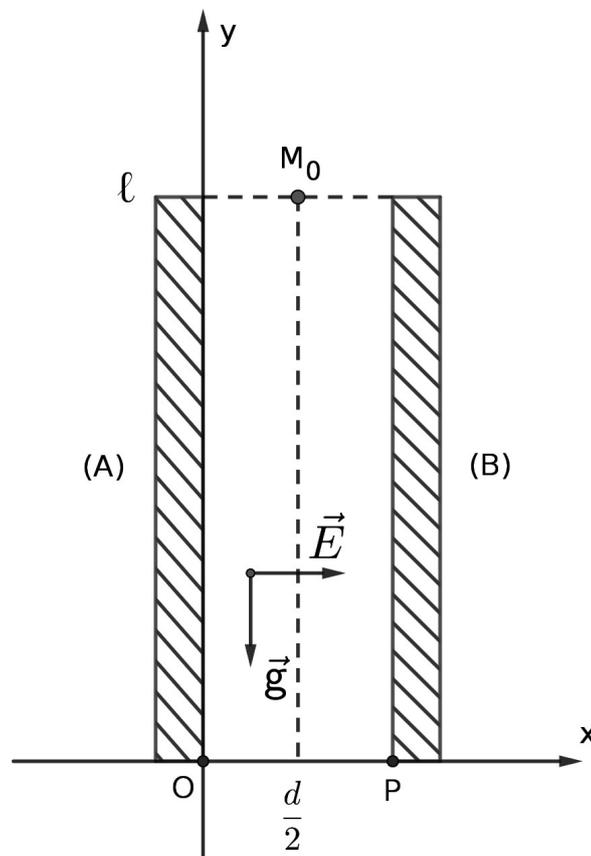


Figure 2

✱