DEVOIR SURVEILLE N°6

PHYSIQUE-CHIMIE

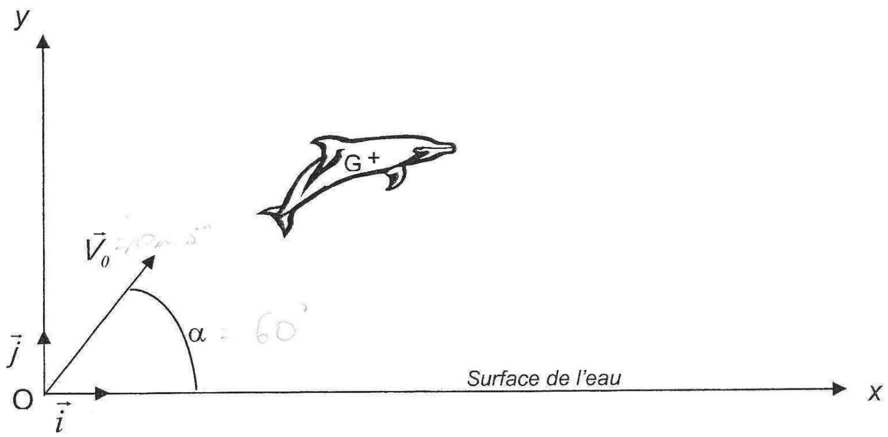
Terminale Générale Scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **1h00**

On étudie le saut d'un dauphin de 180 kg capable de franchir 3 mètres de hauteur.

1ère partie : étude cinématique

Dans cette partie, on négligera les actions de l'air (frottements et poussée d'Archimède) sur le dauphin. Au cours du saut hors de l'eau, le dauphin n'est soumis qu'à son poids.



On souhaite étudier la trajectoire du centre d'inertie G du dauphin pendant son saut hors de l'eau. Le repère d'étude est $(O, \vec{i}, \vec{j})$. On choisit comme origine des dates l'instant où le centre d'inertie G du dauphin est confondu avec le point O. Le vecteur vitesse initiale $\vec{V_0}$ est dans le plan (Oxy) et est incliné d'un angle α par rapport à l'axe Ox.

Grâce à l'exploitation d'un enregistrement vidéo du saut du dauphin, on a pu trouver que la valeur de la vitesse initiale est $V_0 = 10\ m.s^{-1}$ et que l'angle α vaut 60°.

Pour les calculs, on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$. La masse du dauphin est notée m.

II.1 En appliquant la deuxième loi de Newton, donner l'expression du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du centre d'inertie du dauphin, puis ses coordonnées a_x et a_y dans le repère d'étude.

II.2

II.2.1 En déduire l'expression littérale de la coordonnée $V_x(t)$ du vecteur vitesse du centre d'inertie en fonction de la vitesse initiale V_0 et de l'angle α, puis celle de la coordonnée $V_y(t)$ en fonction de V_0, α, g et t

II.2.2 Établir les équations horaires *x(t)* et *y(t)* du mouvement du centre d'inertie

II.3 Sachant qu'il faut 0,87 seconde au dauphin pour atteindre le sommet S de cette trajectoire, le saut effectué est-il réellement d'au moins 3 mètres de haut ? justifier.

II.4 Les positions du centre d'inertie du dauphin sont données à intervalles de temps réguliers sur le **document de l'ANNEXE 2, page 10/10 à remettre avec la copie,** l'échelle du document est 1 cm pour 0,50 m, la durée entre deux positions est $\Delta t = 0,10$ s.

II.4.1 A partir du **document de l'ANNEXE 2, page 10/10 à remettre avec la copie,** déterminer la valeur de la vitesse du centre d'inertie du dauphin aux points 4 et 6. On les notera V_4 et V_6

II.4.2 Tracer les vecteurs $\vec{V_4}$ et $\vec{V_6}$ sur le **document de l'ANNEXE 2, page 10/10 à remettre avec la copie,** en utilisant l'échelle : 1 cm pour 2 $m.s^{-1}$.

II.4.3 Construire sur le **document de l'ANNEXE 2, page 10/10 à remettre avec la copie** le vecteur $\Delta\vec{V} = \vec{V_6} - \vec{V_4}$ au point 5 et déterminer sa valeur en $m.s^{-1}$ en utilisant l'échelle précédente.

II.4.4 En déduire la valeur a_5 du vecteur accélération $\vec{a}_5$, vecteur accélération au point 5. Le représenter sur le **document de l'ANNEXE 2, page 10/10 à remettre avec la copie** en choisissant comme échelle de représentation : 1 cm pour 2 $m.s^{-2}$.

II.4.5 Les résultats de la **question II.4.4** sont-ils en accord avec ceux de la **question II.1** ? Justifier.

<u>2ème partie</u> : Etude énergétique

La position du centre d'inertie G est donnée par ses coordonnées *x* et *y*, sa vitesse par ses coordonnées V_x et V_y.

Données :

- *Masse du dauphin : m = 180 kg*
- *Valeur du champ de pesanteur : g = 10 $m.s^{-2}$*
- *Vitesse initiale V_0 du centre d'inertie du dauphin : 10 $m.s^{-1}$*
- *Angle α : 60°*

II.5 Exprimer l'énergie cinétique $E_C(G)$ du dauphin en fonction de *m*, V_x et V_y.

II.6 Exprimer l'énergie potentielle $E_P(G)$ de pesanteur du dauphin en fonction de l'ordonnée *y*, de la masse *m* et de *g*. On la choisira égale à 0 pour $y = 0$.

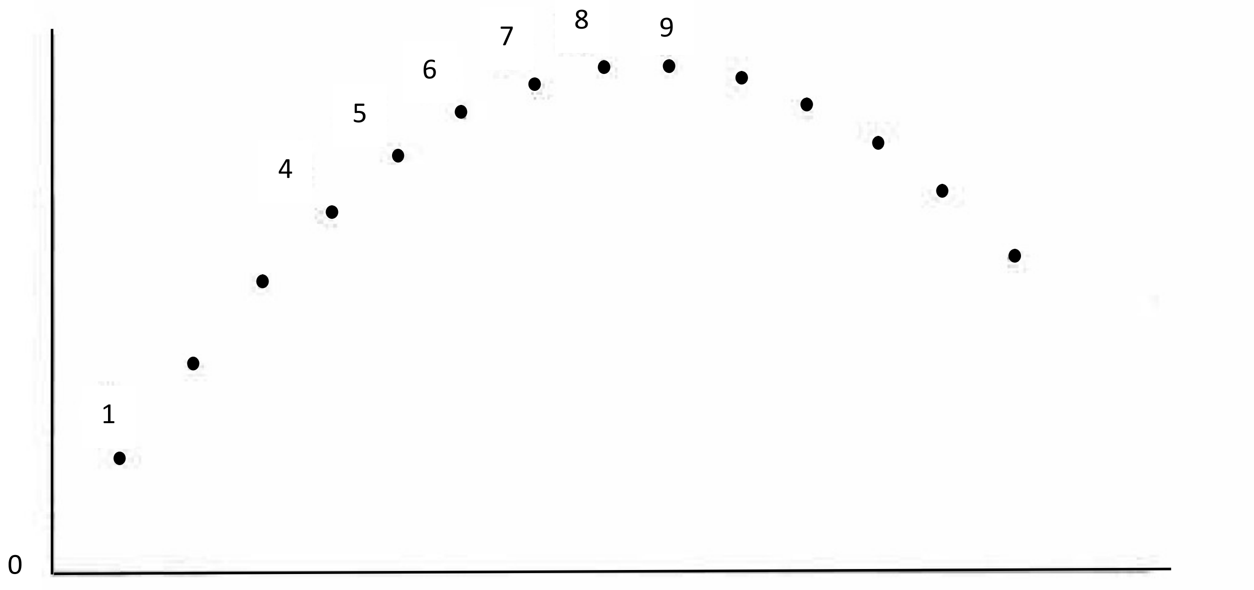
II.7 Montrer que l'énergie mécanique du dauphin a pour valeur $9,0 \times 10^3$ J à la date $t = 0$.

II.8 Par une étude énergétique, retrouver l'ordonnée y_S du sommet S de la trajectoire.

ANNEXE 2

(À remettre avec la copie)

Document : positions du dauphin



Échelle du document : 1 cm pour 0,50 m

Durée entre 2 positions : 0,10 s

Bac S 2011 Réunion EXERCICE II : LE DAUPHIN À FLANCS BLANCS (4 points)
http://labolycee.org

$1^{ère}$ partie : *Étude cinématique du saut du dauphin*

1. Le système dauphin, de masse m et de centre d'inertie G, est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Le repère d'étude est le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$).

En négligeant les actions de l'air, le dauphin n'est soumis qu'à son poids $\vec{P} = m.\vec{g}$

La deuxième loi de Newton permet d'écrire : $\vec{P} = m.\vec{a}_G$ soit $m.\vec{g} = m.\vec{a}_G$ donc $\boxed{\vec{a}_G = \vec{g}}$

En projection dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) : $\boxed{\vec{a}_G \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}}$

2.1. On a : $\vec{a}_G = \dfrac{d\vec{V}}{dt}$ donc $\vec{a}_G \begin{cases} a_x = \dfrac{dV_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dV_y}{dt} = -g \end{cases}$ ainsi $\vec{V} \begin{cases} V_x(t) = Cte1 \\ V_y(t) = -gt + Cte2 \end{cases}$

Initialement : $\vec{V}(0) = \vec{V}_0$ donc $\begin{cases} Cte1 = V_0.\cos\alpha \\ 0 + Cte2 = V_0.\sin\alpha \end{cases}$ finalement : $\boxed{\vec{V} \begin{cases} V_x(t) = V_0.\cos\alpha \\ V_y(t) = -g.t + V_0.\sin\alpha \end{cases}}$

2.2. On a : $\vec{V} = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ donc $\vec{V} \begin{cases} V_x = \dfrac{dx}{dt} = V_0.\cos\alpha \\ V_y = \dfrac{dy}{dt} = -g.t + V_0.\sin\alpha \end{cases}$ ainsi $\overrightarrow{OG} \begin{cases} x(t) = V_0.\cos\alpha.t + Cte3 \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}.g.t^2 + V_0.\sin\alpha.t + Cte4 \end{cases}$

Initialement : $\overrightarrow{OG}(0) = \vec{0}$ donc $\begin{cases} Cte3 + 0 = 0 \\ 0 + 0 + Cte4 = 0 \end{cases}$ finalement : $\boxed{\overrightarrow{OG} \begin{cases} x(t) = V_0.\cos\alpha.t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}.g.t^2 + V_0.\sin\alpha.t \end{cases}}$

3. Calculons y(t=0,87 s) = $-\dfrac{1}{2} \times 10 \times 0,87^2 + 10 \times \sin(60) \times 0,87$ = 3,7499 m ≈ **3,7 m** > 3 m.

Le saut est donc réellement d'au moins 3 mètres de haut.

4.1. Vitesse $V_4 = \dfrac{G_3G_5}{2\tau}$ avec τ = 0,10 s graphiquement : G_3G_5 = 2,5 cm

Avec l'échelle 1 cm pour 0,50 m, $G_3G_5 = 2,5 \times 0,5 = 1,25$ m

Donc $\mathbf{V_4} = \dfrac{1,25}{0,20}$ = 6,25 m.s^{-1} = **6,3 m.s^{-1}** Vitesse $V_6 = \dfrac{G_5G_7}{2\tau}$ graphiquement : G_5G_7 = 2,0 cm

Avec l'échelle 1 cm pour 0,50 m, $G_5G_7 = 2,0 \times 0,5 = 1,0$ m

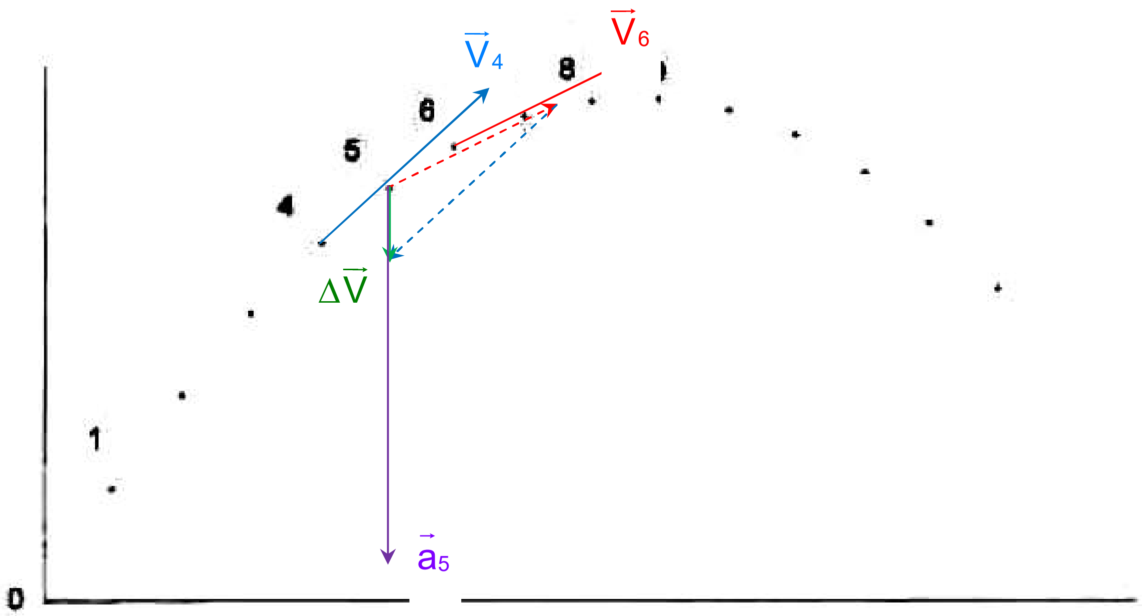
Donc $\mathbf{V_6} = \dfrac{1,0}{0,20}$ = **5,0 m.s^{-1}**.

4.2. Avec l'échelle 1 cm pour 2 m.s^{-1} $\vec{V}_4$ mesure 6,25 /2 = 3,1 cm

Et $\vec{V}_6$ mesure 5,0 /2 = 2,5 cm

Voir les deux vecteurs sur le document de l'annexe ci-après.

4.3. Construction du vecteur $\Delta\vec{V} = \vec{V}_6 - \vec{V}_4$ au point 5 : on reporte $\vec{V}_6$ au point 5 et on soustrait le vecteur $\vec{V}_4$ (voir vecteurs en pointillés). Le vecteur $\Delta\vec{V}$ mesure 1,0 cm donc avec l'échelle des vitesses : **ΔV = 2,0 m.s^{-1}**.



Échelle du document : 1 cm pour 0,50 m
Durée entre 2 positions : 0,10 s

4.4. On a : $\vec{a}_5 \approx \dfrac{\Delta\vec{V}}{2\tau}$ donc en norme : $a_5 \approx \dfrac{\Delta V}{2\tau}$ soit $a_5 \approx \dfrac{2,0}{0,20}$ = **10 m.s^{-2}**.

Avec l'échelle 1 cm pour 2 m.s^{-2} le vecteur $\vec{a}_5$ mesure 5,0 cm (en violet).

4.5. On constate que a_5 = g = 10 m.s^{-2}. Par ailleurs les deux vecteurs $\vec{a}_5$ et $\vec{g}$ ont même direction (la verticale) et même sens (vers le bas). Les deux vecteurs sont donc égaux.

Les résultats de la question 4.4 sont en accord avec ceux de la question 1.

<u>**2$^{\text{ème}}$ partie :**</u> ***Étude énergétique***

5. $E_C(G) = \dfrac{1}{2}.m.v_G^2 = \dfrac{1}{2}.m.(\sqrt{V_x^2 + V_y^2}\,)^2 = \dfrac{1}{2}.m.(V_x^2 + V_y^2)$

6. $E_P(G) = m.g.y$

7. à la date t = 0 s, G est confondu avec le centre du repère O

$E_m(O) = E_C(O) + E_P(O)$

$E_m(O) = \frac{1}{2}.m.v_O^2 + m.g.y_O$

$E_m(O) = 0,5 \times 180 \times 10^2 + 0$

$E_m(O) = 9,0\times10^3$ J

8. On néglige les actions de l'air ainsi l'énergie mécanique se conserve au cours du mouvement.

Soit le point S sommet de la trajectoire, $E_m(S) = E_m(O)$

$$\frac{1}{2}.m.(V_{xS}^2 + V_{yS}^2) + m.g.y_S = E_m(O)$$

avec $V_{xS} = V_0.\cos\alpha$ et $V_{yS} = 0$ alors $\frac{1}{2}.m.V_0^2.\cos^2\alpha + m.g.y_S = E_m(O)$

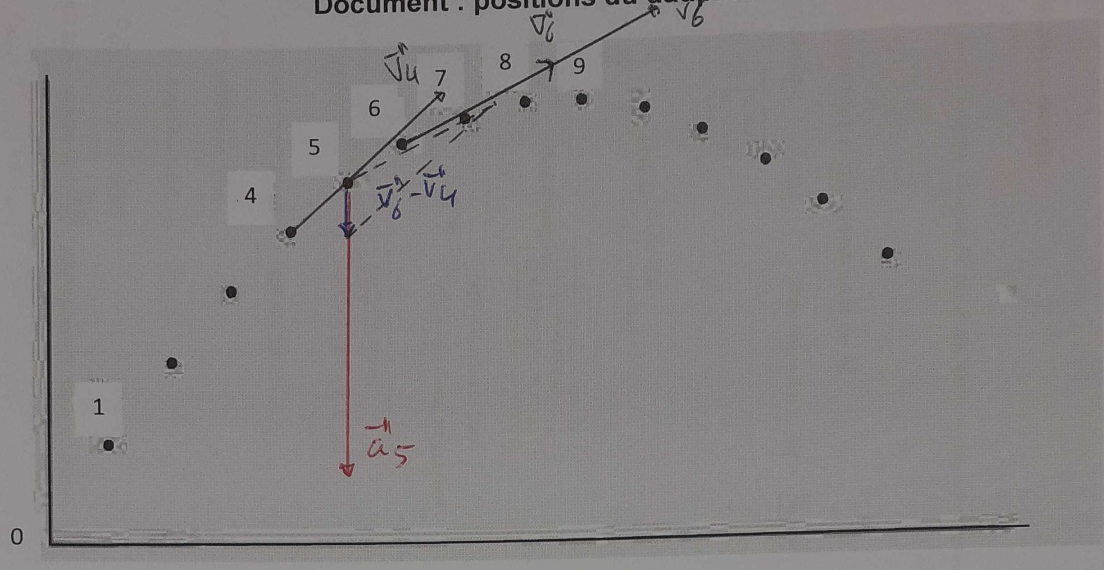
$$m.g.y_S = E_m(O) - \frac{1}{2}.m.V_0^2.\cos^2\alpha$$

$$y_S = \frac{E_m(O)}{m.g} - \frac{V_0^2.\cos^2\alpha}{2.g}$$

$y_S = \dfrac{9,0\times10^3}{180\times10} - \dfrac{10^2.\cos^2 60}{2\times10}$ = 3,75 m = 3,8 m. On retrouve environ le résultat obtenu au 3.

(À remettre avec la copie)

Document : positions du dauphin



Échelle du document : 1 cm pour 0,50 m

Durée entre 2 positions : 0,10 s

1|1

4.1. $v_4 = \dfrac{2,5\,cm \times \dfrac{0,50\,m}{1\,cm}}{0,2} = 6,25\,ms^{-1}$ (3,1 cm)

4.2. $v_6 = \dfrac{2,1\,cm \times \dfrac{0,50\,m}{1\,cm}}{0,2} = 5,25\,ms^{-1}$ (2,7 cm)

4.3. $\|\vec{v}_6 - \vec{v}_4\|$ mesure 0,9 cm

1 soit $\|\vec{v}_6 - \vec{v}_4\| = 1,8\,ms^{-1}$

4.4. $a_5 = \dfrac{\|\vec{v}_6 - \vec{v}_4\|}{2\tau} = \dfrac{1,8\,ms^{-1}}{0,20\,s} = \underline{\underline{9,0\,ms^{-2}}}$ 4,5 cm

1

4.5. Résultats en accord car $\vec{a}_5$ a même direction et sens que g, sa valeur est

1 proche de g.