Centres étrangers 2 2022 Jour 1 **Correction © https://labolycee.org**

Spécialité physique-chimie

EXERCICE B. UNE TABLE DE TENNIS DE TABLE CONNECTÉE (5 pts, 53 minutes)

Mots-clés : mouvement dans un champ de pesanteur uniforme, énergie mécanique ; lecture d'un programme écrit en langage Python.

1. Justifier que pour des vitesses d'impact $|v_y|$ inférieures à 4,5 m.s^{-1}, la tension électrique U est proportionnelle à $|v_y|$. En déduire dans ce domaine de vitesses la relation entre $|v_y|$ et U avec $|v_y|$ exprimée en m.s^{-1} et U en V.

Pour $|v_y| < 4{,}5$ m.s^{-1}, la courbe représentative de U en fonction de $|v_y|$ est une droite passant par l'origine, ce qui traduit la proportionnalité entre U et $|v_y|$.
On a $U = k.\ |v_y|$
On détermine le coefficient directeur k de cette droite à l'aide du point de coordonnées ($|v_y| = 3{,}0$ m.s^{-1} ; $U = 2{,}35$ V).

$$k = \frac{U}{|v_y|}$$

$$k = \frac{2{,}35}{|3{,}0|} = 0{,}78 \qquad \text{ainsi } U = 0{,}78\times|v_y|$$

$$\text{ou } |v_y| = \frac{|3{,}0|}{2{,}35}\ .U$$

$|v_y| = 1{,}3.\ U$

2. Expliquer la nécessité d'utiliser la variable « Ulim = 3.5 » dans le programme informatique.

La relation entre $|v_y|$ et U n'est pas la même selon la valeur de U.
Pour $U < 3{,}5$V, on a établi $|v_y| = 1{,}3.\ U$.
Mais si $U < 3{,}5$V, alors U et $|v_y|$ ne sont plus proportionnelles, elles sont liées par une fonction affine.

3. Calculer la valeur de la vitesse d'impact affichée par ce programme pour une tension U de 4,0 V. Comparer la valeur calculée à la valeur mesurée correspondante.

Comme $U > U_{lim}$, alors on a $v = 5{,}0.U - 13$.
$v = 5{,}0\times4{,}0 - 13 = 7{,}0$ m.s^{-1}
Par lecture graphique sur la courbe, on vérifie bien que pour $U = 4{,}0$ V alors $|v_y| = 7{,}0$ m.s^{-1}.

4. La balle de ping pong est une sphère de diamètre d = 40 mm. On étudie le mouvement de son centre de masse, localisé au centre de la sphère. Justifier qualitativement la position de ce centre de masse.

La masse de la balle est répartie de façon homogène sur la sphère qui la constitue. Ainsi son centre de masse est bien localisé au centre de la sphère.

5. Indiquer, dans le cadre du modèle choisi, les caractéristiques (direction, sens et valeur) de la force appliquée à la balle pendant son mouvement.

On néglige l'action de l'air, ainsi la balle n'est soumise qu'à la force poids de direction verticale, de sens vers le bas et de valeur $P = m.g = 2{,}7\times10^{-3}\times9{,}8 = 2{,}6\times10^{-2}$ N.

6. Montrer que les coordonnées cartésiennes du vecteur vitesse du centre de masse de la balle au cours de son mouvement sont données par les relations : $\vec{v}\left|\begin{array}{l} v_x(t) = v_0.\cos\alpha \\ v_y(t) = -g.t + v_0.\sin\alpha \end{array}\right.$

On applique la deuxième loi de Newton au système {balle} de masse *m*.

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a}$

$\vec{P} = m.\vec{a}$

$m.\vec{g} = m.\vec{a}$

$\vec{g} = \vec{a}$

$\vec{g}$ étant vertical et orienté vers le bas alors $\vec{a}\begin{pmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{pmatrix}$

Comme $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$, on primitive pour obtenir les coordonnées de $\vec{v}$

$\vec{v}\begin{pmatrix} v_x = C_1 \\ v_y = -g.t + C_2 \end{pmatrix}$

En tenant compte des conditions initiales, à t = 0 s, $\vec{v}(t=0) = \overrightarrow{v_0}\begin{pmatrix} v_{0x} = v_0.\cos\alpha \\ v_{0y} = v_0.\sin\alpha \end{pmatrix}$, on en déduit que $C_1 = v_0.\cos\alpha$ et $C_2 = v_0.\sin\alpha$.

Finalement $\vec{v}\left|\begin{array}{l} v_x(t) = v_0.\cos\alpha \\ v_y(t) = -g.t + v_0.\sin\alpha \end{array}\right.$

7. Déterminer les équations horaires donnant les coordonnées x(t) et y(t) du centre de masse.

On nomme M le centre de la balle, on a $\vec{v} = \dfrac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$, on primitive pour trouver les coordonnées de $\overrightarrow{OM}$.

$\overrightarrow{OM}\begin{pmatrix} x = v_0.\cos\alpha.t + C_3 \\ y = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + C_4 \end{pmatrix}$

En tenant compte des conditions initiales, à t = 0 s, le centre de la balle est au point A ($x_A = 0$; $y_A = h$) , on en déduit que $C_3 = 0$ et $C_4 = h$.

$\overrightarrow{OM}\begin{pmatrix} x = v_0.\cos\alpha.t \\ y = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + h \end{pmatrix}$

8. L'impact de la balle sur la table a lieu à l'instant t_I valant approximativement 0,55 s. Montrer que la balle tombe sur la table.

$x(t_I) = v_0.\cos\alpha.t_I$

$x(0{,}55) = 5{,}0\times.\cos 30{,}0\times 0{,}55$ = 2,4 m *Attention : calculatrice en degrés*

Cette valeur est inférieure à la longueur de la table (2,74 m), ainsi la balle tombe bien sur la table.

9. Calculer la valeur de la tension *U* délivrée par un capteur situé au point d'impact.

$U = \dfrac{2{,}35}{|3{,}0|}\times|v_y| = 0{,}78\times\left|-g.t + v_0.\sin\alpha\right|$

$U = \dfrac{2{,}35}{|3{,}0|}\times\left|-9{,}8\times 0{,}55 + 5{,}0\times\sin 30{,}0\right| = \dfrac{2{,}35}{|3{,}0|}\times\left|-2{,}89\right| = 2{,}3$ V