Bac Métropole 2022 Jour 1 CORRECTION © Sujet 05

EXERCICE A - LA PHYSIQUE DU JONGLAGE (5 pts)

MOTS-CLÉS : mouvement dans un champ de pesanteur uniforme, énergie mécanique

Q1. Lors de la phase ① :

La figure 2a. montre que la balle monte puis elle descend.

La figure 2b. le confirme car v_y est d'abord positive lors de cette montée, puis négative en descente. Et lors de la montée la vitesse diminue et elle augmente lors de la descente.

De façon plus quantitative (non demandée)

- *entre $t_0 = 0{,}0$ s et $t_1 = 0{,}4$ s, la balle monte car y(t) augmente de 0,0 m à 0,80 m et la vitesse verticale $v_y(t)$ diminue de 4,00 $m\cdot s^{-1}$ jusqu'à s'annuler à $t_1 = 0{,}4$ s ;*
- *entre $t_1 = 0{,}4$ s et $t_2 = 0{,}75$ s, la balle redescend car y(t) diminue de 0,80 m à 0,00 m et sa vitesse verticale $v_y(t)$ devient négative et diminue de 0,00 à – 4,00 $m\cdot s^{-1}$ donc la balle descend de plus en plus vite ($|v_y(t)|$ augmente).*

Q2. Dans la phase ② la main réceptionne la balle en l'accompagnant lors de sa descente entre $t_2 = 0{,}75$ s et $t_3 = 0{,}95$ s puis elle donne une impulsion à la balle entre $t_3 = 0{,}95$ s et $t_4 = 1{,}1$ s, afin qu'elle puisse de nouveau s'élever et quitter la main à partir de $t_4 = 1{,}1$ s.

Q3. On étudie le système {balle} dans le référentiel terrestre supposé galiléen associé au repère $\left(O;\vec{i},\vec{j}\right)$. La balle de masse m étant en chute libre, elle n'est soumise qu'à son poids $\vec{P} = m\cdot\vec{g}$.

La deuxième loi de Newton donne : $\sum \overrightarrow{F_{Ext.}} = m.\vec{a}$ soit $m\cdot\vec{g} = m\cdot\vec{a}$ soit $\vec{a} = \vec{g}$.

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}$$

Or $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\vec{a}\begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$. On en déduit que $v_x = Cte_1$.

En tenant compte des conditions initiales, à $t = 0$ s, $v_x(t = 0) = v_{0x}$ donc Cte1 = v_{0x} et $v_x = v_{0x}$.

Q4. Énergie mécanique initiale : $E_{m0} = E_{c0} + E_{pp0} = \frac{1}{2}.m.v_0^2 + 0$ (la référence d'Epp est choisie nulle en $y = 0$).

Ainsi $E_{m0} = \frac{1}{2}.m.\left(v_{0x}^2 + v_{0y}^2\right)$.

Q5. Pour la date $t_0 = 0{,}0$ s : $y_0 = 0$ m et $v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$

Pour la date $t_1 = 0{,}4$ s : $y_1 = H$ *(altitude maximale)* et $v_1^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_{0x}^2$ car $v_x = Cte_1 = v_{0x}$ et $v_y(t_1) = 0\ m\cdot s^{-1}$.

Lors de la chute libre, l'énergie mécanique est conservée :

$$E_{m0} = E_{m1}$$

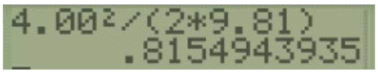
$$\frac{1}{2}m\left(v_{0x}^2 + v_{0y}^2\right) + m.g.y_0 = \frac{1}{2}.m.v_{0x}^2 + m.g.y_1$$

En simplifiant par le terme $\frac{1}{2}mv_{0x}^2$, et en remplaçant y_0 et y_1, il vient :

$$\frac{1}{2}.m.v_{0y}^2 + 0 = 0 + m.g.H$$

En simplifiant par m : $$\frac{1}{2}.v_{0y}^2 = g.H$$

Finalement : $H = \dfrac{v_{0y}^2}{2g}$.



Q6. Graphiquement, sur la figure 2.b, on lit : v_{0y} = 4,00 m·s^{-1} donc $H = \dfrac{4{,}00^2}{2 \times 9{,}81}$ = 0,815 m.

Valeur cohérente avec la valeur $y_{max} \approx$ 0,8 m que l'on peut lire sur la figure 2a.

Q7. $a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = -g$ donc on obtient la primitive $v_y(t) = -g.t + Cte_2$.

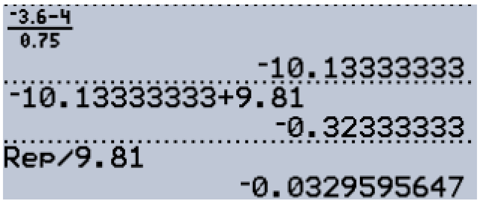
En tenant compte des conditions initiales, à t = 0, $v_y(0) = Cte_2 = v_{0y}$ donc $v_y(t) = -g.t + v_{0y}$.

Remarque : On obtient une fonction affine du temps dont la représentation graphique est une droite, ce qui est cohérent avec la figure 2b.

Q8. Entre 0,00 s et 0,76 s environ, le graphe $v_y(t)$ est assimilable une droite décroissante dont le coefficient directeur est égal à l'opposé de l'intensité de la pesanteur soit – g.

Entre les points (0,00 s ; 4,00 m·s^{-1}) et (0,75 s ; – 3,60 m·s^{-1}) on a :

$-g = \dfrac{(-3{,}60 - 4{,}00)}{0{,}75 - 0{,}00}$ = –10 m·s^{-2} donc g = 10 m·s^{-2}.



On retrouve une valeur proche de 9,81 m·s^{-2} à 3 % près.

Cet écart est dû au manque de précision de la lecture graphique.

Q9. On a : $v_y(t) = -g.t + v_{0y}$ et $v_y(t) = \dfrac{dy}{dt}$ donc en primitivant : $y(t) = -\dfrac{1}{2}.g \cdot t^2 + v_{0y} \cdot t + \text{Cte'}_2$

Or $y(0)$ = 0 m donc Cte'$_2$ = 0 et $y(t) = -\dfrac{1}{2}.g.t^2 + v_{0y}.t$.

Q10. La balle est en l'air tant que $y(t) \geq 0$. On détermine t_{air} en résolvant l'équation : $y(t)$ = 0 soit :

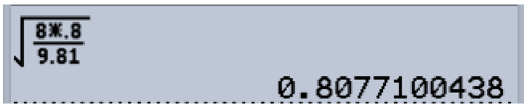
$-\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_{0y}.t = 0 \Leftrightarrow \left(-\dfrac{1}{2}g.t + v_{0y}\right).t = 0$.

En éliminant la solution t = 0 s, il vient : $-\dfrac{1}{2}g.t_{air} + v_{0y} = 0 \Leftrightarrow \dfrac{1}{2}g.t_{air} = v_{0y}$, soit $t_{air} = \dfrac{2v_{0y}}{g}$.

Or : $H = \dfrac{v_{0y}^2}{2g}$ donc $v_{0y} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ soit $t_{air} = \dfrac{2 \times \sqrt{2.g.H}}{g}$.

En faisant entrer le coefficient 2 et g sous la racine carrée : $t_{air} = \dfrac{\sqrt{4 \times 2.g.H}}{g} = \sqrt{\dfrac{4 \times 2.g.H}{g^2}}$

Finalement : $t_{air} = \sqrt{\dfrac{8H}{g}}$.



Q11. Sur la figure 2a, on lit H = 0,8 m.

$t_{air} = \sqrt{\dfrac{8 \times 0{,}8}{9{,}81}}$ = 0,8 s.

La valeur obtenue est légèrement supérieure à celle que l'on peut lire sur de la figure 2.a soit 0,76 s.

Il est probable que le manque de précision de la lecture graphique soit la cause de cet écart.

On ne peut pas mettre en cause le fait d'avoir négligé les frottements de l'air car alors on aurait une durée calculée plus courte que celle lue.

Remarque : Vu la difficulté de la lecture graphique, il est certain que les correcteurs accepteront toute réponse cohérente.