www.touslesconcours.info

# CORRECTION PHYSIQUES 2010

## EXERCICE 1

### PARTIE A

On néglige toutes les actions dues à l'air ainsi que le poids de la balle.

1. $\alpha = 30°$ ; $m = 16\ g$ ; $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$

1.1. Enoncé de la deuxième loi de Newton (Théorème du centre d'inertie) :

Tout système de masse M soumis à des forces extérieurs acquiert sous l'action de ces forces une accélération $\vec{a_G}$ qui est celle de son centre d'inertie G et telle que : $\sum \vec{F_{ext}} = m\vec{a_G}$

Application à la balle :

Bilan de forces extérieures : $\vec{F}$ : *force exercée par la crosse sur la balle*

Nous obtenons par application du TCI : $\vec{F} = m\vec{a_G}$

1.2. Nature du mouvement de la balle

Le mouvement du solide est uniformément accéléré, d'accélération $a_G = \frac{F}{m}$.

2. $\Delta t = 0{,}11\ s$ ; $V_A = 0$ ; $V_B = 14\ m.s^{-1}$.

2.1. Expression du vecteur accélération en fonction du vecteur vitesse.

$\vec{a_G} = \frac{d\vec{V_G}}{dt} \Leftrightarrow \|\vec{a_G}\| = \frac{\Delta V_G}{\Delta t} = \frac{14-0}{0{,}11} = 127{,}27\ m.s^{-1}$

3. Intensité de la force exercée sur la balle par la crosse.

$F = ma_G = 160 \times 10^{-3} \times 127{,}27 = 20{,}36\ N$

Justifions l'hypothèse selon laquelle on peut négliger le poids.

$P = mg = 160 \times 10^{-3} \times 9{,}8 = 1{,}57\ N$ ; $\frac{P}{F} = \frac{1{,}57}{20{,}36} = 0{,}077 \ll 1$

D'où l'hypothèse est justifiée.

### PARTIE B : Deuxième phase : mouvement libre de la balle.

1. Trajectoire de la balle

1.1. Coordonnée du vecteur vitesse $\vec{V_B}$ : $\vec{V_B}\begin{cases} V_{Bx} = V_B \cos\alpha \\ V_{Bz} = V_B \sin\alpha \end{cases}$

1.2. Coordonnée de $\vec{OB}$ : $\vec{OB}\begin{cases} x_B = 0 \\ Z_B = h = 0{,}40 \end{cases}$

1.3. Equation horaire de $\vec{a_G}$ *et de* $\vec{V_G}$

$\vec{a_G}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$ et $\vec{V}\begin{cases} V_x = V_B\cos\alpha = 0 \\ V_z = -gt + V_B \sin\alpha \end{cases}$

Montrons que $V_S = 12\ m.s^{-1}$

Au sommet de la trajectoire $V_0 = 0$ et $V_s = V_x = V_B \cos\alpha$

AN : $V_s = 14\cos 30° = 12{,}12\ m.s^{-1}$

1.4. Coordonnées du vecteur position OG du centre de la balle

$\vec{OG}\begin{cases} x(t) = (V_B\cos\alpha)t \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_B \sin\alpha)t + h \end{cases}$

1.5 Equation de la trajectoire de la balle

$x(t) = (V_B\cos\alpha)t \Leftrightarrow t = \frac{x}{V_0\cos\alpha}$ ; en remplaçant t dans l'expression de z(t), on obtient : $z = -\frac{g}{2V_B^2\cos^2\alpha}x^2 + (V_B\tan\alpha)x + h \Leftrightarrow$ z= $-0{,}033\ x^2 + 0{,}58x + 0{,}4$

2. Condition sur x et z pour que le but soit marqué

Il faut que $x = 15\ m$ *et* $z < 2{,}14$

Dans l'équation de la trajectoire, pour $x = 15$ ; $z = -0{,}033 \times (15)^2 + 0{,}58 \times (15) + 0{,}4 = 1{,}675\ m < 2{,}14$

La condition est satisfaite.

### PARTIE C : Etude énergétique : $OB = h = 0{,}40\ m$; $V_B = 14\ m.s^{-1}$ *et* $V_s = 12\ m.s^{-1}$. *A* $z = 0, E_P = 0$

1. Expression littérale de l'énergie potentielle de pesanteur et de l'énergie mécanique.

www.tousleconcours.info

$E_P = mgz \quad et \quad E_M = \frac{1}{2}mv^2 + mgz$

2. Energie mécanique de la balle au point B

$E_M(B) = \frac{1}{2}mv_B{}^2 + mgz$ AN: $E_M(B) = \frac{1}{2} \times 160 \times 10^{-3} \times 14^2 + 160 \times 10^{-3} \times 9{,}8 \times 0{,}4$

$E_M(B) = 16{,}31\ J$

3. Toutes les actions de l'air sont négligées

3.1. L'énergie mécanique de la balle au cours du mouvement est constante.

3.2. Altitude $Z_{max}$ que pouvait atteindre la balle dans ces conditions eu point S

$E_M(S) = E_M(B) = 16{,}31\ J$ ; $E_M(S) = \frac{1}{2}mv_S{}^2 + mgz_{max} \Leftrightarrow z_{max} = \frac{E_M(S) - \frac{1}{2}mv_S{}^2}{mg}$

AN :

$$z_{max} = \frac{16{,}31 - \frac{1}{2} \times 160 \times 10^{-3} \times 12^2}{160 \times 10^{-3} \times 9{,}8} = 3{,}055\ m$$

EXERCICE II :

1. Etude des oscillogrammes

1.1. La courbe A représente l'allure de la tension $u$ aux bornes du générateur ($dipôle\ AM$) et la courbe B, L'allure de la tension $u_r$ aux bornes de la résistance ($dipôle\ BM$). Cette dernière courbe traduit aussi l'allure de l'intensité dans le circuit à un facteur $r$ près (car $u_r = ri$ ).

- Période et fréquence de $i$ et $u$ :

  $T = 6\ div \times 2ms/div = 12\ ms$ ; $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{12\times10^{-3}} = 83{,}33\ Hz$

1.2. Valeur max et efficace de i et u

$U_m = 3div \times \frac{2V}{div} = 6V$ ; $U = \frac{u_m}{\sqrt{2}} = 4{,}24\ V$

$U_{rm} = 2div \times 0{,}1\ V/div = 0{,}2\ V$ ; $i_m = 0{,}2\ A$ ; $i = \frac{i_m}{\sqrt{2}} = 0{,}141\ A$

1.3. Déphasage u par rapport à i

$\Delta\varphi_{u/i} = \frac{2\pi\theta}{T}$, Où $\theta$ est le décalage horaire entre i et u : $\theta = 2\ ms = \frac{T}{6}$

$\Rightarrow \Delta\varphi_{u/i} = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3}$

L'intensité est en retard sur la tension, le dipôle est inductif.

1.4. Expression de $u(t)$ et de $i(t)$

$u(t) = 6\sin(\omega t)$ et $i(t) = 0{,}2\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ ; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12\times10^{-3}} = 523{,}6\ rad.s^{-1}$

1.5. Impédance du dipôle.

$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{6}{0{,}2} = 30\ \Omega$

1.6. Calcul de l'inductance L

$Z = \sqrt{(R+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \Leftrightarrow L = \frac{1}{\omega}\left[\sqrt{Z^2 - (R+r)^2} + \frac{1}{C\omega}\right]$

AN : $L = \frac{1}{523{,}6}\left[\sqrt{30^2 - (4+1)^2} + \frac{1}{10\times10^{-6}\times523{,}6}\right] = 0{,}421\ H$

2. Mise en résonnance du circuit. L=1 H

2.1. Valeur à donnée à la fréquence

A la résonnance ; $LC\omega_0{}^2 = 1$; $\Leftrightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1\times10\times10^{-6}}} = 50{,}33Hz$

2.2. Intensité efficace dans le circuit

$I = \frac{U}{Z}$ ; $Z = R = 5$ (À la résonnance). AN : $I = \frac{4.24}{5} = 0{,}85\ A$

2.3. Tension efficace aux bornes du condensateur.

$U_C = Z_C I = \frac{I}{C\omega}$ AN: $U_C = \frac{0.85}{10\times10^{-6}\times523{,}6} = 268{,}80\ V$

www.tousleconcours.info

## EXERCICE 3

**A)**

1. Expression de la période des oscillations de faible amplitude de ce pendule par rapport en un axe $(\Delta_1)$ distant de $a_1$ de G : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{J_{\Delta 1}}{mga_1}}$

2. Montrons que $a_1 \times a_2 = \frac{J_G}{m}$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{J_{\Delta 1}}{mga_1}} \quad ; \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{J_{\Delta 2}}{mga_2}}$$

$$T_1 = T_2 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{J_{\Delta 1}}{a_1} = \frac{J_{\Delta 2}}{a_2} \qquad or\ J_{\Delta 1} = ma_1{}^2 + J_G \ \ et \ \ J_{\Delta 2} = ma_2{}^2 + J_2$$

$$\Rightarrow \quad \frac{ma_1{}^2 + J_G}{a_1} = \frac{ma_2{}^2 + J_2}{a_2} \quad \Leftrightarrow \quad a_2(ma_1{}^2 + J_G) = a_1(ma_2{}^2 + J_G)$$

$$\Leftrightarrow \quad ma_1a_2(a_1 - a_2) = J_G(a_1 - a_2) \quad \Leftrightarrow \quad a_1 \times a_2 = \frac{J_G}{m}$$

3. Montrons que la longueur du pendule simple synchrone à ce pendule pesant est $l = a_1 + a_2$.

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{J_{\Delta 1}}{mga_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}} \quad \Leftrightarrow \quad l = \frac{J_{\Delta 1}}{ma_1} = \frac{ma_1{}^2 + J_G}{ma_1} = a_1 + \frac{J_G}{ma_1}$$

$$or\ J_G = ma_1a_2 \quad \Rightarrow \quad l = a_1 + a_2$$

**B)** $a + \omega^2 x = 0$ ; $x = X_0 \cos\omega t + \frac{V_0}{\omega}\sin\omega t$

1. $X_0$ et $V_0$ sont respectivement la position et la vitesse de l'oscillateur à l'origine.
2. Expression de v(t)

   $v(t) = \frac{dx}{dt}$; $\quad v(t) = -X_0\omega\sin\omega t + V_0\cos\omega t$

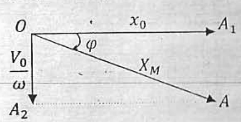
3. Montrons que $x(t) = X_m\cos(\omega t + \varphi)$

   $x = X_0\cos\omega t + \frac{V_0}{\omega}\sin\omega t = X_0\cos\omega t + \frac{V_0}{\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

   Posons $x_1 = X_0\cos\omega t$ et $x_2 = \frac{V_0}{\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ ; $x = x_1 + x_2$

   x est la somme des grandeurs sinusoïdales $x_1$ $et$ $x_2$ . Et Par conséquent peut se mettre sous la forme $x(t) = X_m\cos(\omega t + \varphi)$.

   Déterminons $X_m$ , $\cos\varphi$ , $\sin\varphi$ $et$ $\tan\varphi$ à l'aide de la construction de Fresnel.




$$X_m = \sqrt{x_0{}^2 + \left(\frac{V_0}{\omega}\right)^2} \quad ; \quad \cos\varphi = \frac{x_0}{\sqrt{x_0{}^2 + \left(\frac{V_0}{\omega}\right)^2}} \quad ; \quad \sin\varphi = \frac{\frac{V_0}{\omega}}{\sqrt{x_0{}^2 + \left(\frac{V_0}{\omega}\right)^2}} \quad ; \quad \tan\varphi = \frac{x_0\omega}{V_0}$$