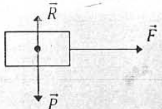
# CORRECTION PHYSIQUES 2007

**EXERCICE 1** (8pts)

Système étudié : Le véhicule de masse M=1200 kg.

Référentiel : référentiel terrestre auquel on associe le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

1. Bilan des forces extérieures sur le trajet OA




$\vec{R}$ : *Réaction* ; $\vec{F}$ : *force de poussée* ; $\vec{P}$ : *Poids*

2. Partant de O sans vitesse initiale, écrivons la relation vitesse-espace-accélération. On a :

$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ or $V_0 = 0$ et $x - x_0 = d = 600m$

Donc $V^2 = 2ad \Leftrightarrow a = \frac{V^2}{2d} = \frac{(\frac{120\times10^3}{3600})^2}{2\times600} = 0{,}926\, m.s^{-2}$

Equation horaires de x et de V

$V = at = 0{,}926\, t$ $\quad x = \frac{1}{2}at^2 = 0{,}462\, t^2$

3. Calcul de F

On a: $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = M\vec{a} \Leftrightarrow \vec{R} + \vec{P} + \vec{F} = M\vec{a}$

Par projection suivant (OA), on a: $F = Ma$ $\quad$ AN : $F = 1200 \times 0{,}926 = 1111{,}2\, N$

4. Justifions sans calculer que $V(B) = 120\, Km/h$

4.1. Etant libéré de l'action de la poussée au point A avec une vitesse $V(A) = 120\, Km/h$, l'automobile entame le tronçon rectiligne AB qui est parfaitement horizontal. Sur ce tronçon, son accélération est nulle car l'action de son poids et la réaction de la route se compensent parfaitement. Par conséquent son mouvement est rectiligne uniforme et donc $V(B) = V(A) = 120\, Km/h$

4.2. Appliquons le théorème de l'énergie cinétique sur le tronçon BC :

On a : $Ec_C - Ec_B = \sum W_{BC} = W_{BC}(\vec{P})$

Donc $W_{BC}(\vec{P}) = -mgh = -Mgr(1 - \cos\alpha)$

Soit $\frac{1}{2}MV^2(C) - \frac{1}{2}MV^2(B) = -Mgr(1 - \cos\alpha)$

$\Rightarrow V(c) = \sqrt{V^2(B) - 2gr(1 - \cos\alpha)}$

4.3. Calcul V(C)

AN: $V(C) = \sqrt{\left(\frac{120\times10^3}{3600}\right)^2 - 2 \times 9{,}8 \times 100(1 - \cos 15°)} = 32{,}32\, m.s^{-1}$

4.4. Valeur des frottements à partir du théorème de l'énergie cinétique.

$Ec_D - Ec_C = \sum W_{CD} = W_{CD}(\vec{P}) + W_{CD}(\vec{f})$

$Ec_D = 0$ puisque l'automobile s'arrête en D

$\Rightarrow -\frac{1}{2}MV^2(C) = -Mg\sin\alpha\,.CD - fCD$

$\Leftrightarrow f = M\left(\frac{V^2(C)}{2CD} - g\sin\alpha\right) \Leftrightarrow f = 1200\left(\frac{32{,}32^2}{2\times150} - 9{,}8\sin 15\right) = 1134{,}62\, N$

**EXERCICE 2 :**

1. Montrons que $Z(x) = K_1x + K_2\ln(1 - K_3x)$

En appliquant la relation fondamentale de la dynamique, on a :

$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = M\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad m\vec{g} + \vec{F} = M\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad m\vec{g} + \overrightarrow{\lambda v} = m\frac{d\vec{V}}{dt}$ Ce qui nous donnes l'équation différentielle en $\vec{V}$ : $m\frac{d\vec{V}}{dt} + \overrightarrow{\lambda v} = m\vec{g}$

La solution de son équation homogène est $\overrightarrow{V_h} = \overrightarrow{V_0}e^{-\frac{\lambda}{m}t} + \frac{m}{\lambda}\vec{g}$

La projection de $\overrightarrow{V_h}$ sur les axes du repère (Oxz) nous donnes :

$$\overrightarrow{V_h} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \begin{cases} V_0 \cos\alpha \; e^{-\frac{\lambda}{m}t} \\ V_0 \sin\alpha \; e^{-\frac{\lambda}{m}t} - \frac{m}{\lambda}g \end{cases} \Rightarrow \quad \overrightarrow{OG} = \begin{cases} x = -\frac{m}{\lambda}V_0 \cos\alpha \; e^{-\frac{\lambda}{m}t} + A \\ z = -\frac{m}{\gamma}v_0 \sin\alpha \; e^{-\frac{\lambda}{m}t} - \frac{m}{\lambda}gt + B \end{cases}$$

A t=0 ; $x = 0 \; et \; z = 0 \quad \Leftrightarrow \quad A = \frac{m}{\lambda}V_0 \cos\alpha \;\; et \;\; B = \frac{m}{\gamma}v_0 \sin\alpha$

$$\text{D'où } \overrightarrow{OG} = \begin{pmatrix} x = -\frac{m}{\lambda}V_0 \cos\alpha \, e^{-\frac{\lambda}{m}t} + \frac{m}{\lambda}V_0 \cos\alpha \quad (1) \\ z = -\frac{m}{\gamma}v_0 \sin\alpha \, e^{-\frac{\lambda}{m}t} - \frac{m}{\lambda}gt + \frac{m}{\gamma}v_0 \sin\alpha \quad (2) \end{pmatrix}$$

(1) $\Rightarrow \; t = -\frac{m}{\lambda}\ln(1 - \frac{\lambda}{mV_0 \cos\alpha}x)$ . en remplaçant t par sa valeur dans (2), on a :

$$Z(x) = -\frac{m}{\gamma}V_0 \sin\alpha \, e^{-\frac{\lambda}{m}(-\frac{m}{\lambda}\ln(1-\frac{\lambda}{mV_0\cos\alpha}x))} + \left(\frac{m}{\lambda}\right)^2 g \ln\left(1 - \frac{\lambda}{mV_0 \cos\alpha}x\right) + \frac{m}{\lambda}V_0 \sin\alpha$$

$$\Leftrightarrow \; Z(x) = (\tan\alpha)x + \left(\frac{m}{\lambda}\right)^2 g \ln(1 - \frac{\lambda}{mV_0 \cos\alpha}x)$$

On voit bien que $Z(x) = K_1 x + K_2 \ln(1 - K_3 x)$

Où $k_1 = \tan\alpha$ ; $\;k_2 = \left(\frac{m}{\lambda}\right)^2 g \;\; et \;\; K_3 = \frac{\lambda}{mV_0 \cos\alpha}$

## EXERCICE 3 :

1. Valeur maximale de la tension $U_{max}$

   $U_{max} = U\sqrt{2} = 0{,}707 \times \sqrt{2} = 0{,}999\,V$

2. Déduire de la courbe A la durée du balayage et la sensibilité verticale (calibre) de la voie A en V/cm.

   On a $= \frac{1}{f} = \frac{1}{40000} = 2{,}5 \times 10^{-5}s$ . D'après la courbe A, T correspond à 5 divisions (5 cm), d'où le balayage vaut : $\frac{T}{5} = 2{,}5 \times \frac{10^{-5}}{5} = 0{,}005\; ms.cm^{-1}$

   $U_{max}$ correspond à 2 divisions (2 cm), d'où la sensibilité verticale vaut :

   $\frac{U_{max}}{2} = \frac{0{,}999}{2} = 0{,}5\; V.cm^{-1}$

3. Valeur maximale du courant et déphasage $\varphi$ :

   Pour la voie B, on a $U_{max}$ correspond à 1,5 divisions soit 1,5 cm. Donc $U_{max} = 750\,V \;\; et \;\; U_{max} = RI_{max} \;\; soit\; donc\; I_{max} = \frac{750}{220} = 3{,}41\,A$

   $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \omega\theta$ Ici, le décalage horaire $\theta$ vaut : $\theta = \frac{1}{2} \times \frac{T}{5}$ soit $\varphi = \frac{2\pi}{T} \times \frac{1}{2} \times \frac{T}{5} = \frac{\pi}{5}$

4. La fréquence passe par un maximum lorsqu'on a atteint la résonnance et en ce moment $LC\omega_0{}^2 = 1$ avec $\omega_0 = 2\pi f_0$

   $\Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_0{}^2} = \frac{1}{C(2\pi f_0)^2}$ AN: $L = \frac{1}{10^{-5}(2\pi \times 55556)^2} = 8{,}23 \times 10^{-7}H$

5. A la fréquence $f_0$ et sans modifications des sensibilités verticales, la courbes A et la courbe B se confondent sauf au niveau des sommets.