Corrigé de EMD-Physique 01

Questions de cours : (5pts)

I) Les trois lois du Newton :

-Première Loi (Principe d'inertie) : $\sum \vec{F} = \vec{0}$ 0.5

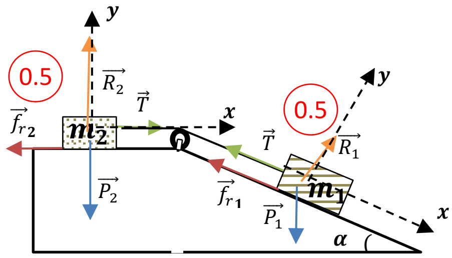
-Deuxième Loi (Principe fondamental de la dynamique) : $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ 0.75

-Troisième Loi (Principe d'action et de réaction) : $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ 0.75

II) Réponses par vrai ou faux :

1. Faux. La quantité de mouvement P d'un système libre reste constante en fonction du temps. (principe de conservation de la quantité de mouvement). 0.5
2. Vrai. Une force conservative dérive d'un potentiel (ce qui signifie que le travail effectué par la force est indépendant du chemin suivi). 0.25
3. Faux. Le travail d'une force non conservative dépend du chemin suivi. 0.5
4. Faux, $\mu_d < \mu_s$. (Le coefficient du frottement dynamique μ_d est inférieur au coefficient du frottement statique μ_s). 0.5
5. Faux, La force de frottement est une force non conservative, le signe de son travail est négatif car c'est un travail résistant 0.75
6. Faux. En présence de frottement, l'énergie mécanique n'est pas conservée (car une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur). 0.5

Exercice 1 : (5pts)



1. Représentation des forces appliquées sur m_1 et m_2, voir la figure ci-contre.
2. Calculer la masse m_2, on prend **g= 9.8 m.s^{-2}**.

Selon le principe fondamental de la dynamique (PFD) :

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad donc \quad \begin{cases} \vec{T} + \vec{f}_{r_1} + \vec{R}_1 + \vec{P}_1 = m_1\vec{a} \\ \vec{T} + \vec{f}_{r_2} + \vec{R}_2 + \vec{P}_2 = m_2\vec{a} \end{cases}$$ 0.5

La projection sur l'axe (ox) :

$$\begin{cases} P_1 \sin\alpha - T - f_{r_1} = m_1 a \,\ldots\ldots (1) \\ T - f_{r_2} = m_2 a \,\ldots\ldots (2) \end{cases}$$ 0.5

La projection sur l'axe (oy) :

$$\begin{cases} R_1 - P_1 \cos\alpha \ = 0 \ldots\ldots (3) \\ R_2 - P_2 \ = 0 \ldots\ldots (4) \end{cases}$$ 0.5

(1)+ (2) donne : $P_1 \sin\alpha - f_{r_1} - f_{r_2} - m_2 a = m_1 a \ldots\ldots (5)$ 0.5

Avec $\begin{cases} f_{r_1} = \mu_1 R_1 \\ f_{r_2} = \mu_2 R_2 \end{cases}$ 0.5

D'après les équations (3) et (4) :

$$\begin{cases} R_1 = P_1 \cos\alpha \\ R_2 = P_2 \end{cases}$$

Donc, $\begin{cases} f_{r_1} = \mu_1 P_1 \cos\alpha \\ f_{r_2} = \mu_2 P_2 \end{cases}$

Si on prend $P = mg$, on obtient :

$$\begin{cases} f_{r_1} = \mu_1 m_1 g \cos\alpha \\ f_{r_2} = \mu_2 m_2 g \end{cases}$$ 0.25

On remplace les expressions de f_{r_1} et f_{r_2} dans l'équation (5), on obtient :

$$m_1 g \sin\alpha - \mu_1 m_1 g \cos\alpha - \mu_2 m_2 g - m_2 a = m_1 a$$

De même,

$$m_1 g \sin\alpha - \mu_1 m_1 g \cos\alpha - m_1 a = m_2(\mu_2 g + a)$$

Donc,

$$m_2 = \frac{m_1 g \sin\alpha - \mu_1 m_1 g \cos\alpha - m_1 a}{(\mu_2 g + a)}$$ 0.25

AN :

$$m_2 = \frac{0.09\text{x } 9.8 \text{ x} \sin\frac{\pi}{6} - 0.1 \text{ x } 0.09 \text{ x}9.8 \text{ x} \cos\frac{\pi}{6} - 0.09 \text{ x } 3.26}{(0.4 \text{ x } 9.8 + 3.26)}$$

On trouve : $m_2 = 0.0099\ kg \approx 0.01\ kg$, $m_2 = 10\ g$. 0.25

3. Si on considère que $m_2 = 0.1kg$, Calculer la tension du fil.

D'après l'équation (2), $T = m_2 a + f_{r_2} = m_2(a + \mu_2 g)$ 0.5
AN : $T = 0.01\text{x}(3.26 + 0.4 \text{ x } 9.8) = 0.0718\ (N)$ 0.25

Exercice 2 : (5pts)

Considérons un point mobile M qui se déplace avec les coordonnées polaires suivantes :

$$\rho = \frac{1}{2}\rho_0 cos(\theta) \quad \text{avec } \theta = 2t \quad \text{et } \rho_0 = cst$$

1. Vecteur position dans les coordonnées polaire.

$$\overrightarrow{OM} = \rho.\vec{u}_\rho = \frac{1}{2}\rho_0 cos(\theta)\vec{u}_\rho$$ 0.5

2. Vecteur position dans les coordonnées cartésiennes.

$$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\rho_0 cos(\theta)(cos(\theta)\vec{\imath} + sin(\theta)\vec{\jmath})$$ 0.25

$$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\rho_0 \cos^2(\theta)\,\vec{\imath} + \frac{1}{2}\rho_0 cos(\theta).sin(\theta)\vec{\jmath}$$

3. Vecteur vitesse en coordonnées polaires.

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = \frac{1}{2}\rho_0\left(\frac{dcos(\theta)}{dt}\vec{u}_\rho + cos(\theta)\frac{d\vec{u}_\rho}{dt}\right)$$ 0.5

$$\vec{v} = \frac{1}{2}\rho_0\left(-\dot{\theta}\sin(\theta)\,\vec{u}_\rho + cos(\theta)\dot{\theta}\vec{u}_\theta\right)$$

$$\vec{v} = \frac{1}{2}\rho_0\left(-2\sin(\theta)\,\vec{u}_\rho + 2cos(\theta)\vec{u}_\theta\right)$$

$$\vec{v} = -\rho_0\sin(\theta)\,\vec{u}_\rho + \rho_0 cos(\theta)\vec{u}_\theta$$ 0.5

Vecteur accélération en coordonnées polaires :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(-\rho_0\sin(\theta)\,\vec{u}_\rho + \rho_0 cos(\theta)\vec{u}_\theta\right)$$ 0.5

$$\vec{a} = \rho_0\left(\frac{d(-sin(\theta))}{dt}\vec{u}_\rho - sin(\theta)\frac{d\vec{u}_\rho}{dt}\right) + \rho_0\left(\frac{d(cos(\theta))}{dt}\vec{u}_\theta + cos(\theta)\frac{d\vec{u}_\theta}{dt}\right)$$

$$\vec{a} = \rho_0\left((-\dot{\theta}cos(\theta)\vec{u}_\rho - sin(\theta)\dot{\theta}\vec{u}_\theta\right) + \rho_0\left(-\dot{\theta}sin(\theta)\vec{u}_\theta - cos(\theta)\dot{\theta}\vec{u}_\rho\right)$$

$$\vec{a} = \rho_0\left((-2cos(\theta)\vec{u}_\rho - 2sin(\theta)\vec{u}_\theta\right) + \rho_0\left(-2sin(\theta)\vec{u}_\theta - 2cos(\theta)\vec{u}_\rho\right)$$

$$\vec{a} = -4\rho_0\left(cos(\theta)\vec{u}_\rho + sin(\theta)\vec{u}_\theta\right)$$ 0.25

4. Les modules de ces deux vecteurs.

$$\|\vec{v}\| = \|-\rho_0 \sin(\theta)\vec{u}_\rho + \rho_0 cos(\theta)\vec{u}_\theta\| = \rho_0$$ 0.5

$$\|\vec{a}\| = \|-4\rho_0(cos(\theta)\vec{u}_\rho + sin(\theta)\vec{u}_\theta)\| = 4\rho_0$$ 0.5

5. L'accélération tangentielle $a_T$et l'accélération normale a_N.

$$a_T = \frac{d\|\vec{v}\|}{dt} = 0\, m.s^{-2}$$ 0.5

$$a_N = \sqrt{a^2 - a_T^2} = \sqrt{a^2} = 4\rho_0\, m.s^{-2}$$ 0.5

6. Rayon de courbure $R_c = \frac{v^2}{a_N} = \frac{\rho_0^2}{4\rho_0} = \frac{\rho_0}{4}$. 0.5

Exercice 3 : (5pts)

Une orange de masse m=150g, accrochée à un arbre, se trouve à une auteur h=3m au-dessus du sol. Le sol est considéré comme référence des énergies potentielles de pesanteur.
On néglige les forces de frottement et on considère que **g= 10 m.s^{-2}**.

1. Lorsque l'orange est accrochée à l'arbre

a- Energie cinétique initiale $E_{c_i} = \frac{1}{2}mv_i^2 = 0\, J$, car $v_i = 0\, m.s^{-1}$. 0.5
b- Energie potentielle initiale $E_{p_i} = mgh = 0.15\text{x}10\text{x}3 = 4.5\, J$ 0.5
c- Energie mécanique initiale $E_{m_i} = E_{c_i} + E_{p_i} = E_{p_i} = 4.5\, J$. 0.5

2. L'orange se détache et arrive au sol avec une vitesse $V_f = 7.75\, m.s^{-1}$. La vitesse de l'orange à un point B situé à une auteur $h_B = 1.5\, m$.

Lorange est sous l'effet de la force de gravitation seulement car les frottements son négligés. Le système est considéré « isolé », donc, le théorème de la conservation de l'énergie mécanique s'applique ici.
Selon le théorème de la conservation de l'énergie mécanique, $\Delta E_m = E_{m_B} - E_{m_i} = 0$. 0.5

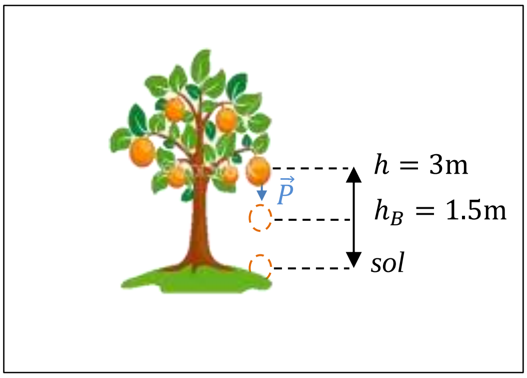
$\Delta E_m = E_{M_B} - 4.5 = 0$, Donc $E_{m_B} = 4.5\, J$

$E_{m_B} = E_{c_B} + E_{p_B} = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B = 4.5\, J$

$$v_B = \sqrt{\frac{2(4.5 - mgh_B)}{m}}$$

AN :

$$v_B = \sqrt{\frac{2(4.5 - 0.15x10x1.5)}{0.15}} \approx 5.48\, m.s^{-1}$$ 0.5



3. Lorsque l'orange arrive au sol :

a- Energie cinétique finale $E_{c_f} = \frac{1}{2}mv_f^2 = 0.15\text{x}10\text{x}3 = 4.5\, J$ 0.5
b- Energie potentielle initiale $E_{p_f} = mgh = 0\, J$, car $v_f = 0\, m.s^{-1}$ 0.5
c- Energie mécanique initiale $E_{m_f} = E_{c_f} + E_{p_f} = E_{c_f} = 4.5\, J$ 0.5

4. Compare entre l'énergie mécanique E_{m_i} et l'énergie mécanique finale E_{m_f}. Que peut-on conclure ? justifie.

$$E_{m_i} = E_{m_f} = 4.5\, J$$ 0.5

Conclusion : l'énergie mécanique est conservée.
Justification : En absence de la force de frottement, la seule force qui agit sur le système (l'orange) est la force du poids P qui est une force conservative. Donc, selon le théorème de la conservation de l'énergie mécanique, $\Delta E_m = 0$. 0.5