

**BGPC4 – UE LP104**  
**Devoir surveillé n°2 (9 décembre 2004)**  
**Durée : 2h**

**Exercice 1 : Thermodynamique**

Une mole de gaz parfait monoatomique est placée dans un volume  $V = 100 \text{ cm}^3$  avec une pression  $P = 10 \text{ atm}$ . Attention, justifiez correctement vos expressions.

- 1) Quelle est la température  $T$  du gaz?
- 2) Quelle est la valeur de la capacité calorifique molaire d'un gaz parfait monoatomique à volume constant?
- 3) Donner l'expression de l'énergie interne  $U$  du gaz. Donner également sa valeur numérique.
- 4) Après avoir subi une transformation isochore la température finale du gaz augmente de  $40\text{K}$ 
  - a) Comment définit-on une transformation isochore?
  - b) Quelle est la valeur de la pression finale de gaz?
  - c) Donner la valeur de l'énergie échangée avec le milieu extérieur sous forme de travail pendant la transformation.
  - d) Donner la valeur de l'énergie échangée avec le milieu extérieur sous forme de chaleur pendant la transformation.

**Exercice 2 : Collision**

Une voiture A de masse  $m$  se déplace sans frottement à une vitesse constante  $v_{A0} = 60\text{km/h}$  le long d'une route rectiligne. Elle percute une voiture B de masse  $\frac{m}{2}$  arrêtée à un feu rouge. Sous la violence du choc, les deux voitures restent encastées et continuent à se déplacer avec une vitesse  $v$ .

- 1) Déterminer la valeur de la vitesse  $v$  de l'ensemble après le choc.
- 2) Montrer que le choc n'est pas élastique.

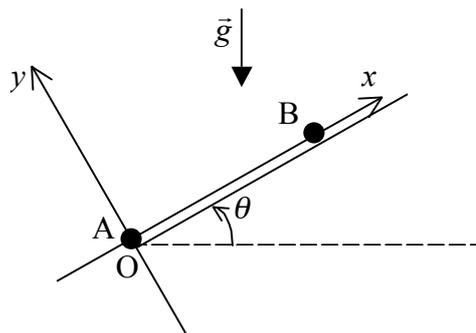
**Exercice 3 : Dynamique**

On considère deux billes de même masse  $m = 0,8\text{g}$  et portant la même charge  $q = 2 \cdot 10^{-7}\text{C}$ . La bille A est fixe en O. La bille B roule sans frottement sur un plan incliné faisant un angle de  $\theta = 30^\circ$  avec l'horizontale (on négligera les forces d'interaction gravitationnelle entre les deux billes.)

On prendra  $g = 10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

**A. EQUILIBRE DE LA BILLE B**

La force de Coulomb exercée par la bille A sur la bille B s'écrit  $\vec{F}_{elec} = K \frac{q^2}{x^2} \vec{u}_x$  avec  $K = 9 \times 10^9 \text{SI} = 1/4\pi\epsilon_0$



- 1) Quelles sont les autres forces appliquées à la bille B ?
- 2) Représenter l'ensemble des forces agissant sur la bille B. Donner leurs coordonnées dans le repère indiqué sur le schéma.
- 3) Déterminer l'abscisse  $x_0$  de la bille B à l'équilibre en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\theta$ ,  $K$  et  $q$ . Faire l'application numérique.

## B. ENERGIE POTENTIELLE

Rappel :

Etant donné que le déplacement de la bille B ne peut se faire que selon l'axe  $(Ox)$ , l'énergie potentielle d'une force associée à une force  $\vec{F}$  est alors défini par  $dE_P = -F_x dx$  avec  $F_x$  la composante de  $\vec{F}$  selon l'axe  $(Ox)$ .

- 1) Déterminer, en fonction de  $m, g, \theta, K, q$  et  $x$ , les contributions électrostatique  $E_{p_{elec}}(x)$  et de pesanteur  $E_{p_{pes}}(x)$  à l'énergie potentielle totale.
- 2) En déduire l'expression de l'énergie potentielle totale  $E_{p_{tot}}(x) = E_{p_{elec}}(x) + E_{p_{pes}}(x)$ . On donnera cette énergie à une constante près.  
Pourquoi la réaction du support ne contribue t-elle pas à l'énergie potentielle dans ce problème?
- 3) La fonction  $E_{p_{tot}}(x)$  est représentée en annexe. Retrouver graphiquement la valeur numérique de l'abscisse  $x_0$  de la bille B à l'équilibre. Cet équilibre est-il stable ? Justifiez

## C. ON LACHE LA BILLE B D'UNE ABCISSE $x_{max}=0,9m > x_0$

La bille est lâchée (toujours sur le plan incliné) sans vitesse initiale d'une abscisse  $x_{max}=0,9m > x_0$ .

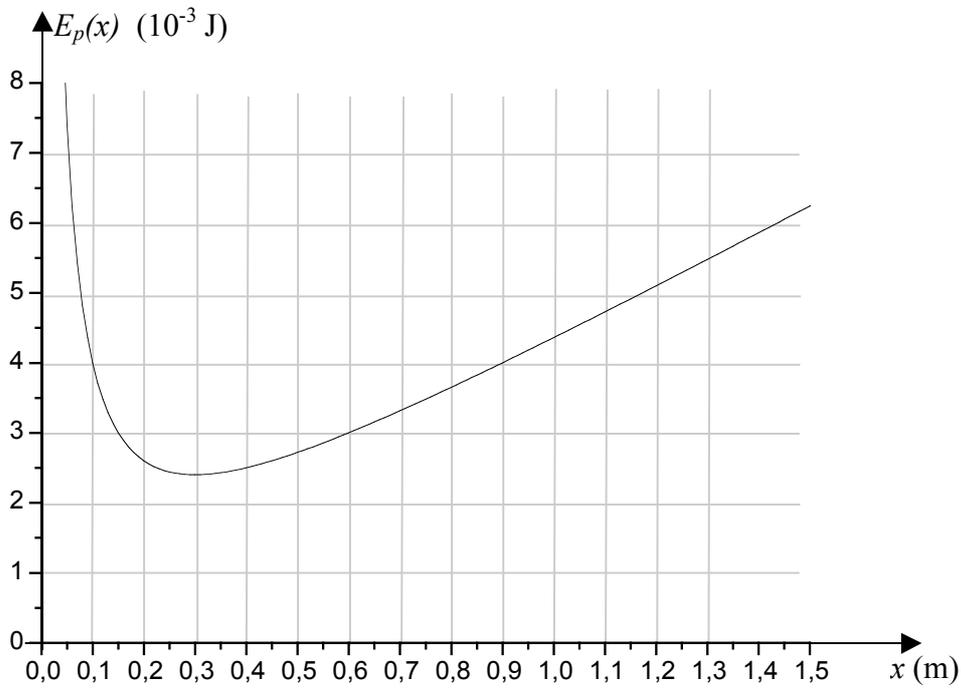
### **C1. On néglige les forces de frottements**

- 1) Donner l'expression de l'énergie mécanique  $E_m(x_{max})$  de la bille B à l'abscisse  $x_{max}$  en fonction  $E_{p_{tot}}(x_{max})$
- 2) L'énergie mécanique est-elle conservée ? Justifiez.  
Représenter sur le même graphe que  $E_{p_{tot}}(x)$  la fonction  $E_m(x)$ .
- 3) En déduire le graphe de la fonction énergie cinétique  $E_c(x)$  en fonction de  $x$ . Justifiez votre tracé.
- 4) Déterminer graphiquement l'abscisse  $x_{min}$  pour laquelle la bille B s'arrête.
- 5) Déterminer graphiquement la vitesse maximale atteinte par la bille B.
- 6) Décrire qualitativement le mouvement de la bille.

### **C2. On tient compte d'une force de frottement $\vec{f}$ de module constant $f=10^{-3}N$ .**

- 1) Cas d'un mouvement descendant : B se rapproche de A  
Représenter la force de frottement  $\vec{f}$ . En considérant la variation d'énergie mécanique entre le point d'abscisse  $x_{max}$  et un point d'abscisse  $x < x_{max}$ , montrer que la fonction énergie mécanique est une droite de pente  $+f$  et d'équation  $E_m(x) = f(x - x_{max}) + E_m(x_{max})$ . La représenter schématiquement sur le même graphe que  $E_{p_{tot}}(x)$ .
- 2) Cas d'un mouvement ascendant : B s'éloigne de A.  
Représenter la force de frottement  $\vec{f}$ . Montrer que cette fois-ci la fonction énergie mécanique est une droite de pente  $-f$ . La représenter schématiquement sur le même graphe que  $E_{p_{tot}}(x)$ .
- 3) Décrire qualitativement le mouvement de la bille B.

**Questions B et C1. (sans frottement)**



**Question C2. (avec frottements)**

