

**CONTROLE CONTINU N°1 – LP104 BGPC13**

**Le 2 novembre 2005 – Durée :1h30**

(Les calculatrices ne sont pas autorisées)

**Exercice n°1 : Energie de rotation de la molécule HCl** (30min environ)

On étudie les mouvements de rotation de la molécule de HCl. On appelle  $m_H$  et  $m_{Cl}$ , les masses respectives des atomes H et Cl. On considère que la distance  $R$  entre ces deux atomes reste constante.

1. La masse réduite de la molécule est égale à :  $\mu = \frac{m_H m_{Cl}}{m_H + m_{Cl}}$ .

Quelle est la dimension de  $\mu$  ?

2. L'énergie de rotation  $E_{rot}$  de la molécule HCl dépend de  $\mu$ ,  $R$  et de  $h$ , la constante de Planck. L'énergie de rotation peut s'écrire sous la forme littérale :  $E_{rot} = C \mu^\alpha R^\beta h^\gamma$ , où C est une constante sans dimension.

a. Quelle est la dimension d'une énergie  $E$  ? D'une fréquence  $\nu$  ?

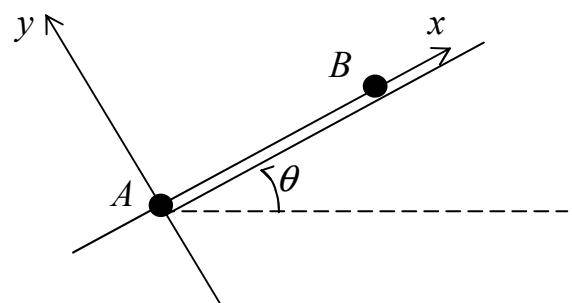
b. Sachant qu'une onde électromagnétique de fréquence  $\nu$  peut aussi être décrite comme un jet de corpuscules (les photons) dont chacune possède l'énergie  $E = h\nu$ . Déterminer la dimension de  $h$ .

c. Déterminer, par l'analyse dimensionnelle, les paramètres  $\alpha$ ,  $\beta$ , et  $\gamma$ . En déduire l'expression de  $E_{rot}$  en fonction de  $\mu$ ,  $R$  et de  $h$ .

**Exercice n°2 : Equilibre d'une bille chargée** (20min environ)

On considère deux billes de même masse  $m=0,2g$  et portant la même charge  $q=10^{-7}C$ . Une des billes est fixe en  $A$  ; l'autre est astreinte à se déplacer **sans frottement** sur une demi-droite ascendante, issue de  $A$  et faisant avec le plan horizontal un angle de  $\theta=30^\circ$ .

(on négligera les forces d'interaction gravitationnelle entre les deux billes.)



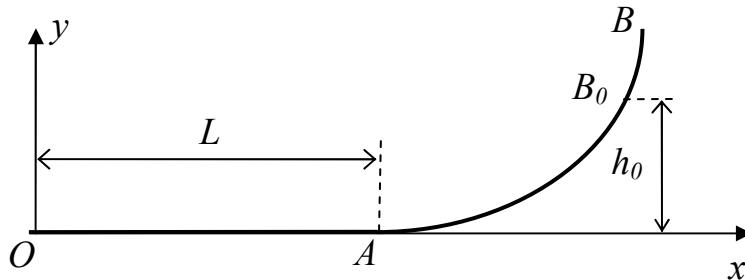
On rappelle le module de la force d'interaction électrostatique entre les deux billes chargées :

$$\| \vec{F}_{elec} \| = K \frac{q^2}{x^2} \text{ où } x \text{ est l'abscisse de la bille B : } \vec{AB} = x \vec{i}$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ SI et } g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

1. Faire le bilan des forces **agissant sur la bille B** et les représenter.
2. Donner les expressions de leurs coordonnées dans le repère indiqué sur le schéma.
3. Déterminer l'expression de l'abscisse  $x_e$  de la bille à l'équilibre. Faire l'A.N.

### Exercice n°3 : Application du théorème de l'énergie cinétique (40min environ)



Dans une foire, on peut exercer sa force en lançant un chariot  $M$ , de masse  $m$ , sur un rail comportant une partie horizontale  $OA$ , de longueur  $L$ , et une partie curviligne  $AB$ .

Le chariot étant préalablement immobilisé en  $O$  ( $v_O=0$ ), le lanceur exerce une force de poussée horizontale constante de module  $F$  entre  $O$  et  $A$ . Au cours de l'élan donné, le rail n'exerce **aucun frottement** sur le chariot.

En  $A$  le lanceur lâche le chariot qui continue alors sur la partie  $AB$  du rail, toujours **sans frottement** de la part de celui-ci, et monte jusqu'à une point  $B_0$  situé à la hauteur  $h_0$  au dessus de l'axe ( $Ox$ ).

Le chariot redescend jusqu'en  $A$  **sans frottement**.

Puis en  $A$  se déclenche alors un **frein** dont l'effet est d'exercer sur le chariot une force opposée au mouvement, de module  $F_{frein}$  constant. Le chariot s'immobilise en un point  $C$  après avoir parcouru la distance  $\ell$  depuis le point  $A$  ( $AC=\ell$ ).

On étudie successivement chaque phase du mouvement du chariot.

#### 1. 1<sup>ère</sup> phase : le trajet $O \rightarrow A$

- Faire le bilan des forces appliquées au chariot et les représenter sur un schéma.
- Exprimer le travail de ces forces le long du trajet  $O \rightarrow A$ .
- Exprimer la vitesse  $v_A$  acquise par le chariot en  $A$  en fonction de  $m$ ,  $F$  et  $L$ .

#### 2. 2<sup>ème</sup> phase : la montée $A \rightarrow B_0$

- Faire le bilan des forces appliquées au chariot et les représenter sur un schéma.
- Exprimer le travail de ces forces le long du trajet  $A \rightarrow B_0$ .
- Déterminer, en fonction de  $m$ ,  $F$ ,  $L$  et  $g$ , l'expression de la hauteur  $h_0$  à laquelle le chariot va s'arrêter.

#### 3. 3<sup>ème</sup> phase : la descente $B_0 \rightarrow A$

Pourquoi en l'absence de frottement la vitesse au 2<sup>ème</sup> passage en  $A$  est-elle forcément la même que celle trouvée au 1.c. ?

#### 4. 4<sup>ème</sup> phase : le trajet $A \rightarrow C$

- Faire le bilan des forces appliquées au chariot et les représenter sur un schéma.
- Exprimer le travail de ces forces le long du trajet  $A \rightarrow C$ .
- A quelle distance  $\ell$  de  $A$  le chariot s'immobilisera-t-il ? On exprimera cette distance en fonction de  $F$ ,  $L$  et  $F_{frein}$ .