

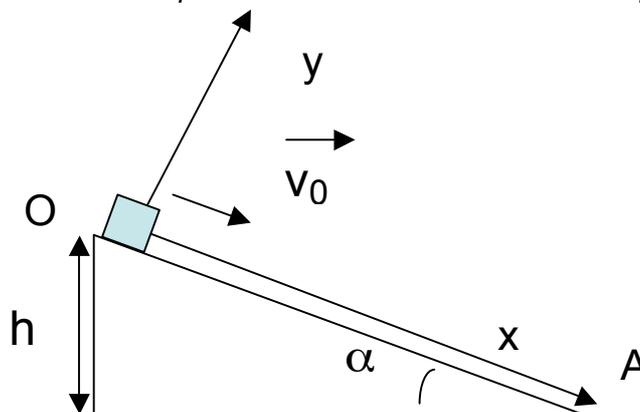
Licence 1ère année - parcours BGPC - UE LP104  
EXAMEN de septembre 2006

Durée : 2 heures

Les calculatrices de type « collègue » (non graphiques, non programmables) sont autorisées. Les exercices sont indépendants les uns des autres et peuvent être traités dans un ordre quelconque

I. Plan incliné.

Figure 1



Un corps de masse  $m$  est placé sur une pente faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Le mobile est animé au point de départ du mouvement d'une vitesse initiale  $v_0$ . Le point de départ se trouve sur la pente à une hauteur  $h$  par rapport à l'horizontale (voir la figure 1).

Pour chacune des questions suivantes, on donnera à la fois l'expression littérale et chaque fois que cela est possible la valeur numérique.

A. N. :  $m=1000\text{ kg}$ ,  $g=10\text{ms}^{-2}$ ,  $\alpha=30^\circ$ ,  $v_0=10\text{ms}^{-1}$ ,  $h=15\text{m}$ ,  $F=10000\text{ N}$ .

- 1) Dans cette première partie, on suppose qu'au cours de la descente, aucune force ne s'oppose au mouvement (pas de frottement).
  - a. Quelles sont les forces qui agissent sur le corps de masse  $m$ ?
  - b. Représenter ces forces et donner leurs composantes dans le repère indiqué sur la figure 1.
  - c. Etablir l'expression de l'accélération du corps.
  - d. Le mobile descend sur le plan incliné jusqu'au point le plus bas, le point noté A. Ecrire l'expression de l'énergie mécanique au point de départ, O.
  - e. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
  - f. Si on définit  $OA = L$ , quelle est l'expression de  $L$  fonction de  $h$  et  $\alpha$ ? Quelles sont les forces qui réalisent un travail dans ce mouvement? Donner l'expression de leur travail entre le point O et le point A.
  - g. L'énergie mécanique est-elle conservée tout au long du mouvement entre le point O et le point A? Pourquoi? En utilisant le théorème de l'énergie cinétique entre O et A, donner l'expression de la vitesse du corps au point A?
  
- 2) Dans cette deuxième partie, on suppose qu'il y existe une force de frottement solide qui s'oppose au mouvement.
  - a. Quelles sont les forces qui agissent sur le corps de masse  $m$ ? Représenter l'ensemble de forces agissant sur le corps. Donner leurs composantes dans le repère indiqué sur la figure.
  - b. L'accélération sera-t-elle constante pendant le mouvement? Si le module de la force de frottement est noté  $F$  quelle est la nouvelle expression de l'accélération du corps?
  - c. Quelle est l'expression du travail de la force de frottement solide entre O et A?
  - d. On lance en O le mobile avec une vitesse  $v_0$  telle qu'il s'immobilise juste en arrivant au point A, en bas de la pente. Exprimer l'énergie cinétique en O, puis en A et en appliquant le théorème de l'énergie cinétique, en déduire la vitesse  $v_0$  pour que laquelle le mobile s'arrête juste au point A.

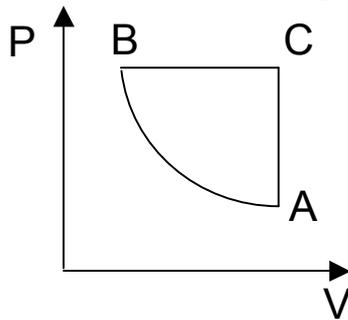
## II. Cycle d'un gaz parfait

Une mole d'un gaz parfait monoatomique contenu dans un cylindre décrit de manière réversible le cycle ABCA représenté sur la **figure 2**. L'évolution AB est isotherme à la température  $T_A = 300 \text{ K}$  ; au point A la pression vaut  $p_A = 1 \text{ bar}$ . L'évolution BC est isobare à la pression  $p_B = 5 \text{ bar}$  ; l'évolution CA est isochore. (on prendra pour les applications numériques  $R = 25/3$  unités SI.  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ )

Pour chacune des questions suivantes, on donnera à la fois l'expression littérale et la valeur numérique.

- 1) a) Calculer  $V_A$   
b) Calculer  $V_B$   
c) Calculer  $T_C$ .
- 2) a) Que vaut la différence d'énergie interne  $U_B - U_A$ .  
b) Calculer l'énergie échangée par le gaz sous la forme de travail au cours de l'évolution isotherme A-B.  
c) En utilisant le premier principe de la thermodynamique donner la valeur de la chaleur échangée au cours de la transformation A-B.
- 3) a) Calculer le travail échangé par le gaz au cours de l'évolution B-C.  
b) Calculer le travail échangé par le gaz au cours de l'évolution C-A.
- 4) a) Calculer le travail total échangé par le gaz dans le cycle complet.  
b) En utilisant le premier principe de la thermodynamique en déduire la valeur de l'énergie totale échangée sous forme de chaleur dans le cycle complet.

Figure 2



## III. Echange thermique

On donnera à la fois l'expression littérale et la valeur numérique.

On enferme hermétiquement dans un calorimètre, dont le vase interne est fait en aluminium, une mole ( $n = 1 \text{ mole}$ ) d'un gaz parfait inconnu à la pression atmosphérique ( $p = 10^5 \text{ Pa}$ ) et un bloc de cuivre. Initialement le calorimètre et le gaz sont à la température ambiante  $t = 27 \text{ °C}$ . La température initiale du bloc de cuivre, au moment où il est placé dans le calorimètre, est  $t_{Cu} = 97 \text{ °C}$ . La masse du vase interne du calorimètre est  $m_{Al} = 80 \text{ g}$ . La masse de bloc de cuivre est  $m_{Cu} = 120 \text{ g}$ . Les capacités thermiques massiques du cuivre et de l'aluminium sont respectivement  $c_{Cu} = 390 \text{ unités SI}$  et  $c_{Al} = 900 \text{ unités SI}$ . On prendra pour la constante des gaz parfait  $R = 25/3 \text{ unités SI}$ .

1. Quelles sont les unités, dans le système international (S.I.), de la constante des gaz parfait  $R$ , de la capacité thermique massique et de la capacité thermique molaire ?
2. Ecrire l'équation traduisant la conservation de l'énergie au cours des échanges thermiques qui ont lieu entre le bloc de cuivre et son environnement lorsque celui-ci est introduit dans le calorimètre. On va considérer que le vase interne du calorimètre est parfaitement isolé de l'extérieur. Quel est le type de capacité thermique de gaz parfait qui intervient dans le bilan énergétique : capacité thermique molaire à pression constante ( $C_p$ ) ou à volume constante ( $C_v$ ) ? Justifiez votre réponse.
3. A l'équilibre thermodynamique, la température du vase interne du calorimètre atteint  $t_{eq} = 52 \text{ °C}$ . En déduire la valeur de la capacité thermique molaire du gaz inconnu contenu dans le calorimètre.
4. Le gaz parfait inconnu pourrait-il être de l'argon (Ar) ou de l'azote ( $N_2$ ) ? Justifiez votre réponse.