

Contrôle de Physique 2
UE LP_104, Section 1
Vendredi 16 décembre 2005

Durée de l'épreuve 2 heures.

Eteindre et ranger les téléphones portables.

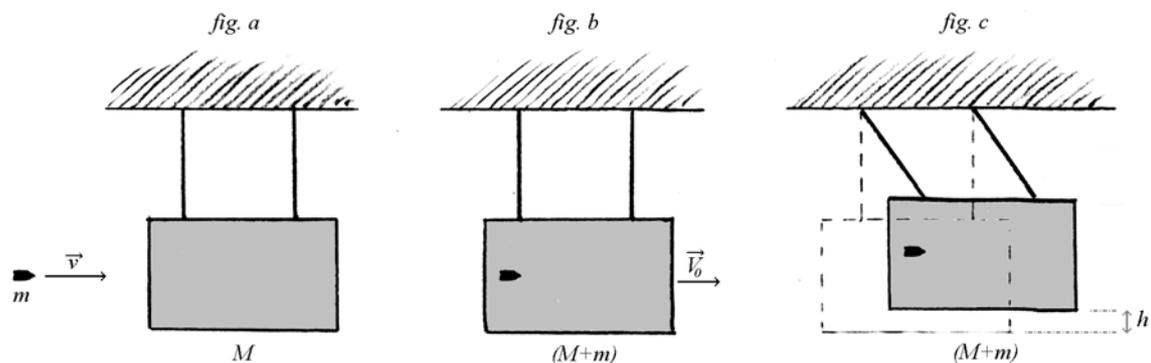
Le sujet comporte deux exercices indépendants. Les documents ne sont pas admis. Seules les calculatrices de type collègue sont autorisées.

Les réponses devront être justifiées et explicitées. Exprimer tous les résultats sous forme littérale d'abord puis faire l'application numérique.

I. Pendule Balistique

Le pendule balistique est un dispositif qui servait autrefois à évaluer la vitesse des balles tirées par une arme à feu. Il est constitué d'un bac suspendu rempli de sable (masse M). La suspension par plusieurs fils impose au bac, si on l'écarte de sa position d'équilibre, un mouvement de translation. Une balle de masse m est tirée horizontalement dans le bac, avec une vitesse v . La balle est arrêtée par le bac qui, sous l'effet du choc, s'écarte de sa position d'équilibre. On considère que le déplacement du bac s'effectue sans frottement. Après le choc, la balle reste à l'intérieur du bac : la balle et le bac ne forment alors plus qu'un seul système de masse $(M+m)$. La vitesse de ce système, immédiatement après le choc, est notée V_0 . La mesure de l'élévation maximale h du bac permet d'évaluer la vitesse de la balle tirée.

On souhaite calculer la vitesse v de la balle ainsi que la fraction d'énergie cinétique δE_c dissipée par échauffement au moment du choc.



1. Donner l'expression du vecteur quantité de mouvement \mathbf{p} et de l'énergie cinétique E_c de chacun des systèmes $\{bac\}$ et $\{balle\}$ avant le choc (fig.a). Même question pour le système $\{bac + balle\}$ après le choc (fig.b).
2. De quelle nature est le choc entre la balle et le bac de sable ? Justifier la réponse. Quelles lois de conservation peut-on appliquer ? Ecrire ces lois pour les instants précédant (fig.a) et succédant (fig.b) le choc.

3. Déterminer la variation d'énergie potentielle du système $\{bac + balle\}$ après son élévation d'une hauteur h (fig.c). En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique, déterminer l'expression de V_0 .
4. Exprimer v et δE_c en fonction de m, M, g et h .
5. Application numérique :

Un pistolet Luger tire des balles dont la masse est $m = 8$ g. Un pendule balistique, tel que celui décrit dans l'exercice, est utilisé pour déterminer leur vitesse. La masse du bac de sable dans lequel la balle est tirée est $M = 2800$ g. L'élévation du bac observée suite au tir est $h = 50$ mm. Calculer numériquement la vitesse de la balle et l'énergie dissipée lors du choc.

$$g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$$

II. Gaz Parfait

Une mole de gaz parfait monoatomique est comprimé lentement d'un état initial (I) à volume $V_I = V_0$ et pression P_0 jusqu'à un état final (F) pour lequel le volume devient V_F , avec $V_F = V_0/2$. Cette compression (considérée comme quasi-statique) peut être réalisée par un des trois types de transformations : isobare, isotherme ou adiabatique.

- 1) Présentez chacune de ces trois transformations sur un même diagramme de Clapeyron (P, V). On notera l'état initial I et F_1, F_2 et F_3 les états finaux différents respectivement pour l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique.
On donne l'équation d'une adiabatique : $P \cdot V^\gamma = C^{\text{te}}$.
- 2) Quelle est la température T_0 du gaz à l'état initial ?
- 3) Quelle est la pression à l'état final pour chacun de ces trois types de transformations ? On notera P_1, P_2 et P_3 les pressions finales pour respectivement l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique. Exprimez P_1, P_2 et P_3 en fonction de P_0 . En fonction de ses résultats, vérifiez l'exactitude du schéma tracé en 1).
- 4) Quelle est la température à l'état final pour chacun de ces trois types de transformations ? On notera T_1, T_2 et T_3 les températures finales respectivement pour l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique. Exprimez T_1, T_2 et T_3 en fonction de T_0 .
- 5) Pour laquelle de ces trois transformations le changement d'énergie interne du gaz, ΔU , sera minimum? On notera $\Delta U_1, \Delta U_2$ et ΔU_3 les changements d'énergie interne respectivement pour l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique.

Données numériques:

$$\gamma = C_p / C_v = 5/3 \text{ pour un gaz parfait monoatomique.}$$

$$2^{5/3} = 3.17 ; 2^{2/3} = 1.59$$