

Physique générale II

TEST (25 AVRIL 2013) - SECTION SV

Prof. A. Fasoli

*Centre de Recherches en Physique des Plasmas
École Polytechnique Fédérale de Lausanne*

Indications : Lisez complètement l'énoncé de chaque problème avant de commencer à le résoudre. Ne faites les applications numériques qu'à la fin de votre calcul.

Exercice 1 : Une peluche en voiture

Une voiture accélère de manière constante en descendant un col de montagne, sur une route droite avec une pente mesurée par l'angle θ par rapport à l'horizontale. La voiture passe d'une vitesse nulle à une vitesse de 80 km/h en 10 s. Une petite peluche de masse $m = 100$ g est attachée au rétroviseur de la voiture par une ficelle sans poids. Durant l'accélération, la ficelle reste perpendiculaire à la route.

- Déterminer la pente de la route, c'est-à-dire l'angle θ .
- Calculer la tension dans la ficelle.
- Si l'on suppose que la ficelle est faite d'une matière qui a une limite de rupture par traction de 3.2 MPa, et un diamètre de 2 mm, est-ce que la ficelle se casse ? Justifier votre réponse.

Exercice 2 : Un saut de fourmi

Un plongeur constitué d'une planche de masse $m = 50$ kg et longueur $L = 4$ m, est attaché à une extrémité à un point de pivot, et est soutenu à l'autre extrémité par un ressort de constante $k = 400$ N/m (voir figure). Lorsque le système est à l'équilibre, le plongeur est horizontal. On néglige tout frottement.



- Montrer que le mouvement de la planche, une fois qu'elle a été déplacée d'un petit angle θ par rapport à l'horizontale et relâchée, est celui d'un oscillateur harmonique simple.
Suggestion : aidez-vous d'un changement de variable pour faire disparaître les termes qui ne dépendent pas du temps dans l'équation du mouvement.
- Calculer la période de l'oscillation.

Vous voyez qu'une fourmi (avec une masse $m_f = 1$ g) se trouve sur la planche à l'extrémité où se trouve le ressort. Pour faire sauter la fourmi, vous abaissez cette extrémité de la planche d'une distance de 10 cm, en comprimant le ressort, et relâchez la planche ensuite.

- Est-ce que cette distance est assez grande pour faire décoller la fourmi du plongeur ou va-t-elle rester sur la planche tout le long des différents cycles d'oscillation ?
(Faites les approximations nécessaires.)

Indication : Le moment d'inertie d'une planche de longueur L et de masse m , par rapport à l'une de ses extrémités, est $I = \frac{1}{3}mL^2$.

Exercice 3 : Une fusée passe

Une fusée de longueur au repos de 40 m passe devant notre salle de classe à une vitesse de $0.7c$.

- a) Combien de temps faudra-t-il à la fusée pour compléter son passage devant nous, selon nous ?
- b) Combien de temps faudra-t-il à la fusée pour compléter son passage devant nous, selon son pilote ?

La fusée s'éloigne maintenant de la Terre, toujours à la même vitesse, et nous envoyons un signal lumineux depuis la salle de classe dans sa direction. On considère les deux événements suivants : A) le signal lumineux atteint l'arrière de la fusée ; B) le signal lumineux atteint l'avant de la fusée.

- c) Calculer la distance qui sépare ces deux événements vu depuis la Terre.

Indication : $c = 299\,792\,458\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 4 : Thé très froid

Vous voulez vous préparer un thé froid en utilisant des glaçons de masse $m = 100\text{ g}$ que vous immergez dans un récipient isolé de l'extérieur contenant 0.5 l de thé à 20°C . Déterminer la composition finale du système, ainsi que les températures des différents composants, dans les trois cas suivants :

- a) En utilisant 1 glaçon à -10°C ;
- b) En utilisant 1 glaçon à -250°C ;
- c) En utilisant 4 glaçons à -250°C .

Indications : $c_{\text{the}} = c_{\text{eau}} = 4186\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $c_{\text{glace}} = 2093\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, Chaleur latente de fusion de la glace : $L_{\text{glace}} = 3.33 \cdot 10^5\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Exercice 5 : Travail pour pomper un pneu

Vous pompez le pneu de votre vélo avec une pompe manuelle en agissant très lentement, de manière à pouvoir admettre que le processus est quasi-statique, et que la température reste constante. Initialement, la pompe est à la pression atmosphérique (1 bar) et elle contient 0.2 moles d'air à 20°C . Vous effectuez un mouvement de compression de la pompe en comprimant l'air qu'elle contient d'un facteur trois en volume. En considérant l'air comme un gaz parfait :

- a) Dessiner cette transformation sur un diagramme p-V ;
- b) Calculer le travail total effectué sur le gaz et la pression finale ;
- c) Calculer le travail que vous devez effectuer vous-même pour pousser le piston de la pompe ;
- d) Par qui, ou par quoi, est effectué le reste du travail ?
- e) Est-ce que la valeur de ce travail total serait plus grande ou plus petite si la transformation (à partir des mêmes conditions initiales, et avec un volume final trois fois plus petit que le volume initial) était adiabatique ?

Considérez maintenant la transformation isotherme du début mais en prenant l'air comme un gaz réel, décrit par l'équation de Van der Waals, dans lequel l'effet de réduction du volume due à la taille finie des molécules est négligeable.

- f) Est-ce que le travail que nous devons effectuer diminue, augmente, ou reste inchangé ? Justifier votre réponse.

Indication : $R = 8.314\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.