

Physique générale II

TEST (17 AVRIL 2014) - 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 : Statique et fracture

Vous devez remorquer une voiture, ayant une masse de 1500 kg et une largeur de 2 m, en utilisant deux câbles attachés à 20 cm et 50 cm des deux extrémités, comme indiqué sur la figure ci-dessous. Le coefficient de frottement statique global de la voiture est de 0.8.

- Calculez les forces que l'on doit exercer sur chaque câble pour commencer à faire bouger la voiture en ligne droite.
- Estimez la valeur minimale du diamètre que chacun des deux câbles doit avoir pour ne pas casser, en sachant que les câbles sont fait d'un matériau qui a une limite de rupture de 2000 MPa.



Exercice 2 : Oscillations

Un enfant de 25 kg cours à une vitesse de 10 km/h et saute sur une balançoire qui est au repos, constituée d'un siège de 2 kg attaché à un point de pivot par une corde de 4m, de masse négligeable.

- Quelle est l'amplitude, mesurée par l'angle entre la balançoire et la verticale, de l'oscillation qui en résulte ?
- Calculez le temps qu'il faut pour que l'enfant revienne à la position de départ (balançoire à la verticale)
- Si la balançoire est sujette à un frottement qui réduit son amplitude de 3% par oscillation, au bout de combien de temps l'hauteur des oscillations sera inférieure à 10 cm ?

Remarque : On considère que le frottement est suffisamment faible pour ne pas modifier la valeur de la fréquence propre du système.

Exercice 3 : Relativité

Comme l'univers est en expansion, les galaxies s'éloignent les unes des autres à une vitesse qui augmente avec leur distance relative. Une galaxie, située à 12×10^9 années-lumière de la notre (la voie lactée), s'éloigne à une vitesse constante de 27'000 km/s.

- À quelle vitesse par rapport à la Terre devons nous envoyer une fusée pour l'approcher avec une vitesse, mesurée depuis la galaxie, de $0.85c$?
- Combien de temps, mesuré sur la Terre et par le pilote de la fusée, faudra-t-il pour que la fusée rejoigne la galaxie ?
- Si le pilote de la fusée envoie un signal radio pour nous informer de son arrivée dans la galaxie, combien de temps après son émission allons-nous recevoir ce signal sur Terre ?

Exercice 4 : Calorimétrie

Un cycliste de 80 kg parcourt le fameux trajet Martigny-Verbier (dénivelé de 960 m) sur un vélo de 6 kg en 1h20'.

- Quelle est la puissance moyenne développée par le cycliste ?
- En supposant que le cycliste a une efficacité mécanique de 23%, et qu'il soit fait d'eau, évaluez son augmentation de température en absence de transpiration et de pertes de chaleur.
- Supposez maintenant que le cycliste boive de l'eau à 37°C et transpire. Combien d'eau doit-il boire pour maintenir une température constante ?
- Si à la place d'eau à 37°C le cycliste consomme de la glace à -10°C , de quelle quantité aurait-il besoin ?

Indications : chaleur spécifique de l'eau (liquide) : $c_{\text{eau}} = 4186 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, chaleur spécifique de la glace : $c_{\text{glace}} = 2060 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, chaleur latente de fusion de la glace : $L_{\text{fus}} = 333 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, chaleur latente de vaporisation de l'eau : $L_{\text{vap}} = 2257 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Exercice 5 : Cycle thermodynamique

Quatre moles de gaz parfait diatomique suivent une transformation thermodynamique cyclique faite d'une succession d'états proches de l'équilibre, en partant d'une pression de 2 atm et d'une température de 200°C (suffisamment élevée pour que les vibrations soient possibles). Le gaz subit une augmentation de température jusqu'à 600°C à volume constant, suivie par une transformation adiabatique qui le ramène à 200°C , et par une compression isotherme qui le ramène à 2 atm.

- Est-il possible de dessiner le cycle sur un plan pV ? Pourquoi ? Si oui, faites un dessin.
- S'agit-il d'un moteur ou d'un réfrigérateur ? Pourquoi ?
- Calculez le travail fait par le gaz et la chaleur échangée sur chaque étape du cycle, ainsi que pour le cycle complet ;
- Calculez la valeur de l'efficacité du cycle (ou le coefficient de performance du réfrigérateur) et comparez la à celle du cycle de Carnot travaillant entre les mêmes valeurs de température maximale et minimale.

Indications : Constante des gaz parfaits : $R = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$.