

TEST (06 AVRIL 2017)

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 : Relativité

Le long d'une route bien droite dans le désert se trouve un alignement de feux, régulièrement espacés d'une distance de 30 mètres. Un feu à la fois émet un flash en séquence à intervalles de $5\text{ }\mu\text{s}$ entre feux adjacents, mesurés dans le référentiel de la route (du désert). Une voiture roule à la vitesse de $0.2c$ sur cette route dans la même direction que la séquence des flashes.

- a) A quels intervalles temporels les flashes ont lieu dans le référentiel de la voiture ?
- b) A quels intervalles temporels ont lieu les flashes dans le référentiel de la voiture, si la voiture roule dans le sens opposé ?
- c) Est-ce qu'il existe une valeur de la vitesse v pour laquelle les flashes auraient lieu simultanément dans le référentiel de la voiture ?

Considérons maintenant ce que le conducteur de la voiture voit (pour le cas avec vitesse positive v dans la même direction que la séquence des flashes).

- d) Calculer l'intervalle entre deux flashes consécutifs qui se trouvent devant la voiture, vus par le conducteur de la voiture.
- e) Est-ce qu'il existe une valeur de la vitesse v pour laquelle les flashes seraient vus au même instant par le conducteur ?

Exercice 2 : Calorimétrie

Au niveau de la mer, vous mélangez, dans un récipient isolé, 1 kg de glace à $-5\text{ }^\circ\text{C}$ dans 2 litres d'eau en ébullition. Vous mesurez la température finale avec un thermomètre médical dont la gamme de mesure va de 35 à $45\text{ }^\circ\text{C}$.

- a) Quelle est la température finale du mélange ?
- b) Quelle est le volume final d'eau liquide ?

Vous partez en randonnée en montagne avec toute l'eau liquide obtenue ci-dessus et votre thermomètre. A un moment donné, vous voulez savoir à quelle altitude vous êtes mais vous avez oublié votre altimètre. Vous allez donc utiliser vos connaissances en calorimétrie pour répondre à cette question. Vous portez à ébullition toute l'eau liquide puis vous rajoutez 1.3 kg de glace à $-15\text{ }^\circ\text{C}$ et vous mesurez avec votre thermomètre une température finale de $40\text{ }^\circ\text{C}$.

- c) Sachant que la température d'ébullition de l'eau en fonction de l'altitude, exprimée en mètres, varie selon $T(z)[^\circ\text{C}] = 100 - 3.5 \times 10^{-3} \times z$, à quelle altitude z vous trouvez-vous ?

Indications : La température de fusion de la glace ainsi que les chaleurs spécifiques et latente, ne changent pas avec l'altitude ; Chaleur spécifique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4186\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$; Chaleur latente de fusion de la glace : $L_{\text{fus.}} = 333\text{ kJ kg}^{-1}$; Chaleur spécifique de la glace $c_{\text{glace}} = 2110\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$; Masse volumique de la glace $\rho_{\text{glace}} = 917\text{ kg m}^{-3}$.

Exercice 3 : Premier principe

Lors de la fête d'anniversaire de sa fille, Paul constate qu'un des ballons (sphériques) n'est pas suffisamment gonflé, car son diamètre est de seulement 20 cm au lieu de 30 cm, qui est le diamètre de tous les autres. Le ballon contient de l'air (gaz parfait diatomique) à une pression de 140 kPa et température de 30°C (température ambiante). Pour gonfler le ballon et le ramener au même volume que tous les autres, Paul utilise alors son compresseur, qui fournit de l'air à une pression de 200 kPa et température 40°C. Les propriétés de l'air dans le ballon n'ont pas changé au moment où le gonflement commence.

- La vanne reste ouverte pour laisser rentrer l'air de manière très rapide jusqu'au moment où le ballon semble bien gonflé. Quel est le travail fait par le gaz venant du compresseur pour gonfler le ballon ? Quelle est la chaleur échangée ?
- Quelle sera la température de l'air du ballon dès qu'il vient d'être gonflé, sachant que le mélange d'air du ballon atteint rapidement un équilibre thermique ?
- Après un temps plus long, l'air du ballon atteint un nouvel équilibre thermique avec l'air ambiant (à travers la paroi du ballon). Quelle est la chaleur échangée entre l'air du ballon et l'air ambiant ?

Indications : On suppose que la pression à l'intérieur du ballon reste toujours constante et est donc indépendante du volume du ballon. Constante des gaz parfaits $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; Masse molaire de l'air $M_{\text{air}} = 29 \text{ g mol}^{-1}$.

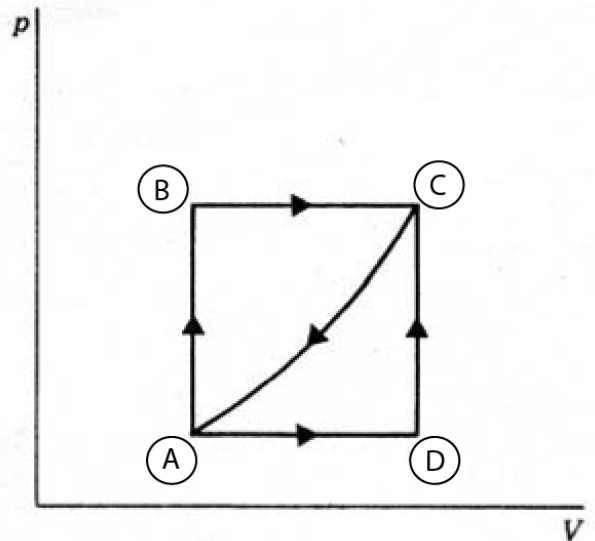
Exercice 4 : Cycle thermodynamique

Un système est capable d'exécuter le processus cyclique représenté ci-contre dans le diagramme $p-V$, soit dans le sens des aiguilles d'une montre : $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$, soit dans le sens inverse : $A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$.

Lors du cycle *moteur*, pour arriver au point C , le système a reçu une quantité de chaleur de 80 kJ et effectué un travail de 40 kJ. Pour revenir au point A depuis le point C , le système libère 60 kJ sous forme de chaleur.

Lorsque le système suit l'autre cycle, il reçoit 70 kJ de chaleur pour arriver au point C .

- Calculer le travail effectué *par* ou *sur* le système lors de la transformation $C \rightarrow A$.
- Calculer le travail fait *par* ou *sur* le système durant le processus $A \rightarrow D \rightarrow C$.



Exercice 5 : Théorie cinétique

Un récipient contient un mélange de gaz à l'équilibre : 5 moles d'un premier gaz idéal de masse molaire M_A , et 2 moles d'un deuxième gaz idéal, de masse molaire $M_B = 3M_A$.

- En raisonnant sur l'origine microscopique de la pression (théorie cinétique), trouvez quelle est la fraction de la pression exercée par le mélange sur les parois du récipient due au deuxième gaz.
- Est-ce que le résultat changerait si les deux gaz avaient un comportement non idéal ? Justifiez votre réponse.