

Devoir de Contrôle 1^{er} Semestre
Physique

Mercredi 20 Février 2019

- Les résultats littéraux devront être encadrés.
- Les résultats littéraux non homogènes entraîneront la perte de tout les points de la question.
- Les calculatrices sont autorisées.

☆☆☆☆

Exercice 1:

Soit n moles d'un gaz parfait contenues dans un cylindre vertical comportant un piston mobile de section S constante et de masse négligeable. Les parois du cylindre et du piston sont diathermes et le milieu extérieur est caractérisé par une température T_0 et une pression P_0 constantes.

Initialement, le gaz est à l'équilibre et occupe un volume V_0 . On place sur le piston une masse M , un nouvel état d'équilibre est atteint. On note V_1 le volume occupé par le gaz dans cet état et on pose $x = V_0 / V_1$.

- 1) Exprimer la variation d'entropie du gaz, l'entropie échangée par le gaz ainsi que l'entropie créée en fonction de n , R et x .
- 2) Justifier l'irréversibilité de la compression.

Exercice 2:

On souhaite étudier une turbine à gaz (moteur thermique) fonctionnant suivant un cycle de Brayton, dont les différentes transformations subies par le gaz au cours d'un cycle sont :

- 1 \rightarrow 2 : compression adiabatique dans le compresseur
- 2 \rightarrow 3 : apport de transfert thermique Q_c à pression constante
- 3 \rightarrow 4 : détente adiabatique dans la turbine
- 4 \rightarrow 1 : dégagement de transfert thermique Q_f à pression constante.

Dans tout l'exercice, le gaz subissant les différentes transformations sera assimilé à un gaz parfait de coefficient γ . Toutes les transformations seront supposées réversibles.

- 1) Représenter le cycle dans un diagramme de Clapeyron.
- 2) Définir le rendement thermodynamique η de la turbine et l'exprimer en fonction de Q_c et Q_f

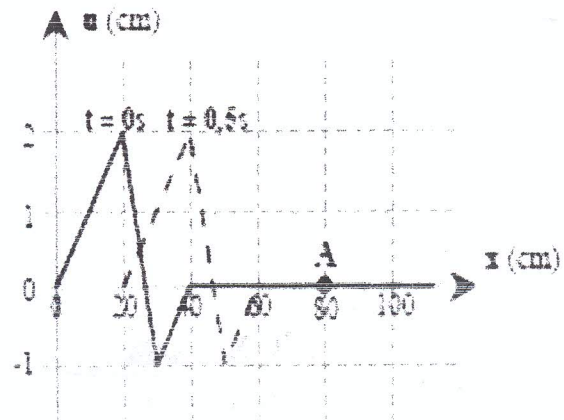
- 3) Exprimer ce rendement η en fonction des températures du gaz dans les états 1, 2, 3 et 4.
- 4) En déduire l'expression du rendement en fonction du rapport $r = P_2/P_1$ et de γ .

Exercice 3:

Une corde est excitée par un ébranlement transversal qui se propage le long de la direction (O,x) à la vitesse c .

La forme de la corde à $t = 0\text{s}$ et à $t = 0,5\text{s}$ est donnée sur la figure ci-contre.

- 1) Déterminer la valeur de la vitesse de propagation de l'onde.
- 2) Représenter en fonction du temps le déplacement $u(x_A, t)$ du point A ainsi que la vitesse de déplacement $c(x_A, t)$ du point A tel que $x_A = 80\text{ cm}$.



Exercice 4:

Une corde de longueur finie, située entre $x = 0$ et $x = L$, est entraînée en oscillation par un vibreur situé à l'extrémité gauche ($x = 0$), tandis qu'elle est attachée à l'extrémité droite ($x = L$). Une onde s'y propage dans le sens des x croissants à la vitesse c . Elle est notée :

$$y_1(x, t) = A_1 \sin(\omega(t - x/c) + \phi_1).$$

- 1) Comment s'exprime a priori (sans prendre en compte les conditions limites) l'onde se propageant en sens inverse $y_2(x, t)$?
- 2) En utilisant la condition en $x = L$, montrer que l'expression de cette onde réfléchie s'exprime par : $y_2(x, t) = -A_1 \sin(\omega(t + x/c) + \phi_1)$.
- 3) En déduire que l'onde résultante $y(x, t)$ peut s'écrire comme un produit d'une fonction du temps et d'une fonction de l'espace. On rappelle que :

$$\sin p - \sin q = 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$$

- 4) Le mouvement de l'extrémité gauche de la corde, dû au vibreur, est en fait $y_1(0, t) = a \sin \omega t$. En déduire l'amplitude $A(x)$ de l'onde résultante en fonction de la position x et de la longueur d'onde λ .
- 5) Où se trouvent les nœuds de vibration ? Déduire une relation entre la longueur L de la corde et la longueur d'onde λ faisant intervenir un entier n .
- 6) On donne $f_1 = 170\text{ Hz}$ la fréquence du vibreur et $c = 340\text{ m/s}$ la célérité de l'onde sur la corde. La corde vibre avec un seul fuseau, déduire la valeur de L .
- 7). a. Quelle doit être la fréquence f' du vibreur pour qu'on observe 3 fuseaux sur la corde.
b. Faire un schéma de l'état de la corde et donner la longueur d'onde λ' , les positions des nœuds et des ventres de vibration.