400 007 - PH
Rattrapage 1er Semestre

Université Lille I
Sciences et Technologies
UFR de Physique

LSTA - Profils PF, PI, PC, PEIP et M

17 juin 2013

DS n°3 de Thermodynamique

Documents et téléphones portables interdits, Calculatrice autorisée pour les applications numériques uniquement - Durée : 2h00

Pour les questions avec applications numériques, on demande en premier lieu une ***résolution littérale détaillée***.
Une attention particulière sera donnée à la rédaction

Exercice 1: Détermination de la nature d'un gaz

Soit $\gamma = C_P/C_V$ le rapport des capacités thermiques molaires respectivement isobare et isochore d'un gaz parfait. On rappelle que pour un gaz monoatomique $\gamma = 5/3$ et pour un gaz diatomique $\gamma = 7/5$.

Pour chauffer 1 kg d'un gaz inconnu de 1 K à pression constante, il faut fournir par transfert thermique une énergie à peu près égale à 912 J (on note Q_p = 912 J). Pour chauffer cette même quantité de gaz à volume constant, il faut dépenser, toujours par transfert thermique, environ Q_v = 649 J.

1- Donner les expressions littérales de Q_p et Q_v.

2- Quelle est la nature (monoatomique ou diatomique) de ce gaz ?

3- De quel gaz s'agit-il ?

Données : $R=8{,}31\ J.K^{-1}.mol^{-1}$, le tableau suivant donne la masse molaire de quelques gaz :

Gaz	H_2	He	O_2	N_2	CO_2
Masse molaire (g)	2	4	32	28	44

Exercice 2 : Equation d'état et premier principe de la thermodynamique

A – Questions de cours :

1- Rappeler les définitions des capacités thermiques molaires à volume constant, notée c_{vm}, et à pression constante, notée c_{pm}.

2- Dans le cas d'un gaz parfait, montrer la relation de Mayer : $c_{pm} - c_{vm} = R$. R est la constante des gaz parfaits.

3- En déduire les expressions de ces capacités thermiques molaires, pour un gaz parfait, en fonction de R et de γ ($\gamma = \frac{c_{pm}}{c_{vm}}$).

B – Distance parcourue par un piston mobile :

Un récipient cylindrique, fermé d'en haut par un piston mobile de masse M, se tient verticalement dans un espace vide. A l'intérieur du récipient se trouve n moles d'un gaz parfait à la température T_0 et sous une pression P_0. La section intérieure du cylindre est S et le piston se trouve à une hauteur H au-dessus de son fond. Le piston est lâché. Après quelques oscillations de courte durée, il s'arrête à une hauteur h au-dessus du fond du cylindre. Le gaz est en équilibre à la température T et une pression P. Le but est de déterminer la distance parcourue par le piston, notée x ($x = H-h$). Dans ce problème, on néglige, d'une part, les capacités thermiques du piston et du cylindre et, d'autre part, on suppose que le piston et les parois du cylindre sont calorifugés.

4- Calculer la variation d'énergie interne ΔU du gaz en fonction de n, R, γ, T_0 et T.

5- Ecrire l'équation d'état du gaz dans l'état initial en fonction de P_0, H, S, n, R et T_0.

6- Ecrire l'équation d'état du gaz dans l'état final en fonction de P, h, S, n, R et T.

7- En déduire l'expression de ΔU en fonction de P, h, P_0, H, S et γ.

8- Calculer le travail échangé lors de cette transformation en fonction P, h, H et S.

9- En appliquant le premier principe de la thermodynamique, déterminer l'expression de h en fonction de H, P_0, P et γ.

10- Donner l'expression de P en fonction de M, S et g l'accélération de la pesanteur.

11- Montrer que la distance parcourue par le piston est donnée par $x = \frac{H}{\gamma}\left(1 - \frac{P_0 S}{Mg}\right)$

12- Calculer la distance parcourue par le piston si l'espace au dessus du piston était de l'air à pression P_0.

<u>Exercice 3 :</u> *Fonctions d'état et grandeurs d'échange*

Une mole de gaz parfait, notée (***S***) et contenue dans divers récipients aux parois diathermes (ou diathermanes), est en contact thermique avec un unique thermostat, source thermique à température T_0 constante. Le système (***S***) peut être détendu, de l'état **(1)** (P_1, V_1, T_0) à l'état **(2)** (P_2, $V_2 = 2V_1$, T_0), selon trois processus différents, notés **A)**, **B)** et **C)**. Les variables P et V représentent respectivement la pression et le volume de (***S***).

A) Le gaz est enfermé dans un cylindre muni d'un piston sans frottements. Ce fluide est détendu, grâce au déplacement du piston, de manière réversible.

B) Enfermé dans un cylindre muni d'un piston de masse négligeable et sans frottements, le gaz, qui se détend, fait reculer rapidement le piston contre lequel s'exerce une force extérieure constante liée à une pression extérieure P_2, elle aussi constante. Le piston est immobilisé lorsque $V = V_2 = 2V_1$.

C) Le gaz passe spontanément du volume V_1 au volume V_2, grâce à une expansion libre (ou diffusion) brutale dans le vide.

W_S (travail) et Q_S (transfert thermique) sont les grandeurs de transfert « reçues » par (***S***), au cours d'une transformation donnée. ΔU_S et ΔS_S sont les variations correspondantes d'énergie interne et d'entropie de (***S***). ΔS_{th} est la variation d'entropie du thermostat pour cette transformation.

A. Grandeurs énergétiques

1. Pour chacune des transformations **A)**, **B)** et **C)**, exprimer, uniquement en fonction de R (constante des gaz parfaits) et T_0 (température du thermostat), les grandeurs énergétiques W_S, Q_S, ΔU_S et ΔS_S mises en jeu par le gaz (***S***), ainsi que la variation d'entropie du thermostat ΔS_{th}.

2. Recopier et compléter le tableau récapitulatif suivant :

Transformation	W_S	Q_S	ΔU_S	ΔS_S	ΔS_{th}
A)					
B)					
C)					

B. Conclusions et mise en œuvre expérimentale

3. Quelle(s) conclusion(s) tirer de l'ensemble de ces résultats ?

4. Imaginer un dispositif qui permettrait de mener à bien l'expérience associée au processus **C)**.