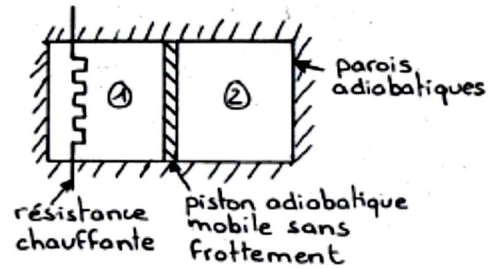


Exercices de Thermodynamique

Exo 1

Au départ les deux compartiments sont remplis d'un gaz parfait et les conditions sont P_0, V_0, T_0 dans les deux compartiments. On chauffe le 1^{er} compartiment jusqu'à $P_1 = 3P_0$. Déterminer P, V, T dans les deux compartiments en supposant les transformations réversibles.



Exo 2

Soit trois récipients R_1, R_2, R_3 .

R_1 contient un gaz parfait à $t_1 = 27^\circ\text{C}$, $p_1 = 2 \text{ atm}$, $v_1 = 10 \text{ l}$.

R_2 contient n moles d'air, autre gaz parfait à $n = 1,5 \text{ mol}$.

R_3 est vide, de volume $v_3 = 20 \text{ l}$ dans un thermostat à température $t_3 = 127^\circ\text{C}$.

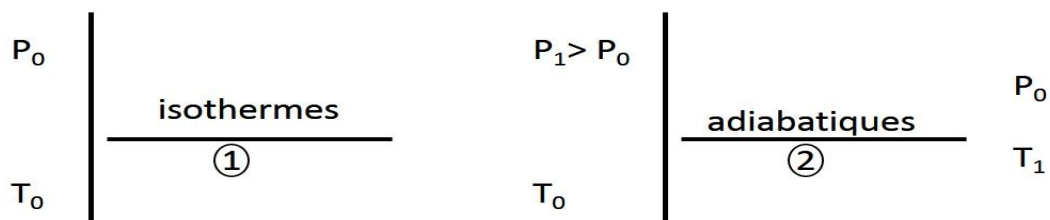
- Le gaz de R_1 passe dans R_3 . Quelle est la pression P ?
- Le gaz de R_1 et R_2 passent dans R_3 . Quelle est la pression P' ?

Exo 3

Une mole de gaz parfait de coefficient $\gamma = \frac{5}{3}$ se trouve à la température $T_0 = 1000 \text{ K}$ sous la pression $P_0 = 10^6 \text{ Pa}$.

- Calculer le travail W_1 reçu par ce gaz et la température finale T_1 si le gaz subit une détente adiabatique réversible jusqu'à la pression $P_1 = 10^5 \text{ Pa}$.
- Refaites ces calculs (W_2 et T_2) si la détente adiabatique est irréversible, c'est-à-dire si brusquement on fait passer la pression exercée sur le gaz de P_0 à P_1 .

Exo 4 :



Soit une mole de gaz parfait qui subit n fois la transformation suivante de façon réversible (c_v = indépendant de T pour ce gaz).

On demande :

- T_1, T_2, \dots, T_n températures successives obtenues à la fin de chaque transformation.
- La chaleur, le travail échangé au cours de la même transformation ainsi que la variation d'entropie.

Exo 5 :

Un gaz parfait monoatomique qui subit la transformation adiabatique au cours de laquelle sa pression varie de $P_1 = 1 \text{ atm}$ à $P_2 = 3 \text{ atm}$. Le gaz contient $n = 0,5 \text{ mol}$ dans un volume initial $V_1 = 10 \text{ l}$.

Calculer le volume final V_2 ; la variation de température (ΔT) au cours de la transformation, le travail W échangé et la variation d'énergie interne ΔU .

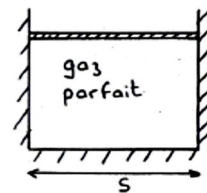
Exo 6 :

Soit un gaz réel d'équation $P(V - b) = nRT$.

On lui fait subir une compression isotherme réversible de la pression P_1 à la pression P_2 . Quel est le travail reçu par le gaz ?

Exo 7 :

Le gaz parfait est dans une enceinte isolée dans les conditions initiales (P_0 , V_0 , T_0). On met une masse M sur le piston, lui-même de masse négligeable. Quel est l'état final du gaz (P_f, V_f, T_f) ?

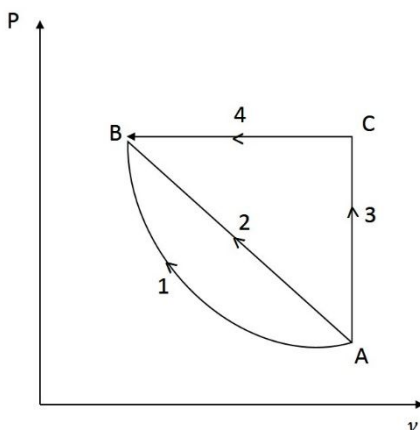


Exo 8 :

- 1) Sous la pression P_1 , à la température T_1 , une certaine quantité d'un gaz parfait occupe le volume V_1 . Quelle est la pression (P_3) de ce gaz si la température devient T_3 tandis que le volume devient V_3 ?
- 2) Au gaz parfait précédent dans les conditions initiales (P_1, V_1, T_1) on ajoute (n_2) moles d'un autre gaz parfait, le volume du mélange est alors V_3 à la température T_3 . Quelle est la pression totale P' du mélange des deux gaz dans ces conditions ?

Exo 9

Soit le cycle suivant



- 1- Isotherme
- 2- Rectiligne
- 3- Isochore
- 4- Isobare

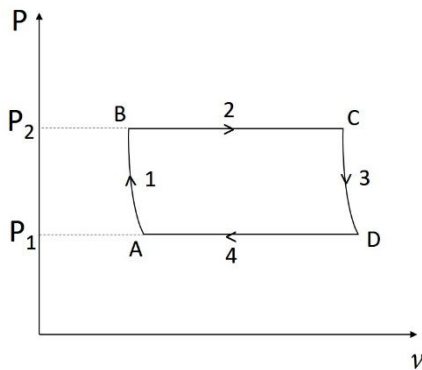
Les transformations sont supposées réversibles

Le gaz utilisé est de l'oxygène considéré comme gaz parfait. $N = 1 \text{ mol}$

$$V_A = 2 \text{ l} ; V_B = 1 \text{ l} ; P_A = 2 \text{ l} ; P_B = 1 \text{ l}$$

Calculer les travaux et quantités de chaleur échangés sur chaque partie du cycle.

Exo 10

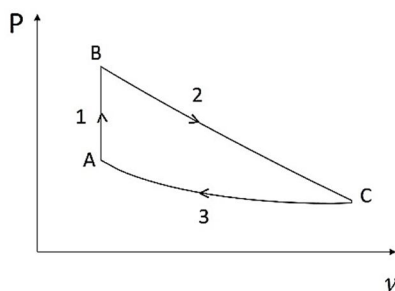


Soit le cycle suivant constitué de 2 isobares et 2 adiabatiques

On donne $\gamma = 1,4$ pour les gaz parfaits qui décrit ce cycle, $\frac{P_2}{P_1} = 8$

Calculer le rendement du cycle, ainsi que les travaux échangés au cours de chaque étape du cycle.

Exo 11



Soit le cycle ci-contre effectué par $n = 1$ mole de gaz parfait. $\gamma = 1,4$

AB chauffage à volume constant

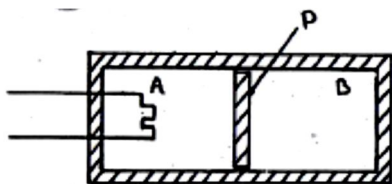
BC détente adiabatique réversible

CA compression isotherme réversible

$$P_A = 1 \text{ atm} ; P_B = 2 \text{ atm} ; T_A = 50^\circ \text{ C}$$

On demande le volume V_C en fin d'adiabatique, le travail "reçu" par le gaz pendant la détente adiabatique puis celui "reçu" pendant tout le cycle.

Exo 12



Un piston (P) se déplace sans frottements à l'intérieur d'un cylindre qu'il partage en deux compartiments A et B. le piston et les parois du cylindre sont constitués de matériaux adiabatiques. Initialement, les compartiments A et B contiennent un gaz parfait sous la pression P_0 la température T_0 , le volume des deux compartiments A et B est le même V_0 . Dans A, se trouve une résistance électrique.

On fait passer le courant dans cette résistance jusqu'à ce que le volume du compartiment A devienne $V_A = \frac{3V_0}{2}$.

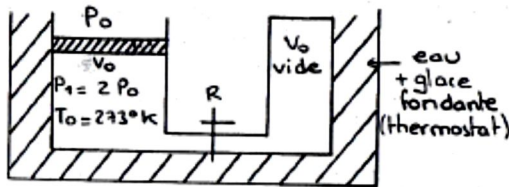
Quel est alors la chaleur fournie par cette résistance ?

Le coefficient $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ de ce gaz parfait est connu.

Exo 13

- On met en contact thermique un corps de capacité calorifique C_1 à la température d'équilibre T_1 et un corps de capacité calorifique C_2 à la température T_2 . Quelle est la température d'équilibre T_e ?
- On utilise maintenant une machine thermique pour récupérer du travail entre les deux corps. Quel travail maximal peut-être fourni ?

Exo 14



Un récipient comportant deux compartiments de même volume initial $V_0 = 10 \text{ l}$, est plongé dans un thermostat à $T_0 = 273 \text{ K}$, constitué par de la glace. Le compartiment de gauche est rempli d'un gaz parfait. Celui de droite est vide.

- R reste fermé. Un opérateur réalise une détente réversible de $P_1 = 2P_0$ à $T_0 = \text{constante}$. Calculer le nombre de moles de glace fondue ou formée.
On donne $L_{\text{fusion eau}} = 333 \text{ J.g}^{-1}$.
- On ouvre le robinet R, le robinet pouvant glisser. Calculer la nouvelle masse de glace fondue.

Exo 15

Un moteur fonctionne entre une source chaude initialement à la température T_i de capacité calorifique (mC_p) et une source froide à la température constante T_0 .

- Évaluer le travail maximum que l'on peut obtenir.
- Calculer le rendement maximum de l'opération.

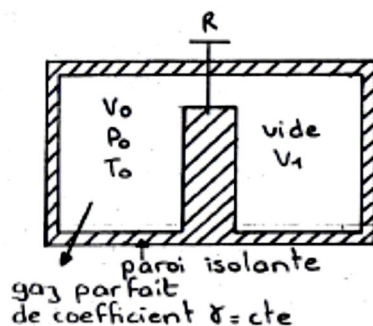
Exo 16

Un climatiseur est utilisé pour faire passer une pièce de capacité calorifique C de $T_0 = 300 \text{ K}$ à $T_1 = 295 \text{ K}$ en un temps $\Delta t = 1.000 \text{ s}$. On fournit la puissance $P = 180 \text{ W}$.

Il est relié à l'air extérieur de température $T_0 = 300 \text{ K}$ constante. Calculer C en supposant son fonctionnement réversible.

Exo 17

Détente de Joule Gay-Lussac d'un gaz parfait

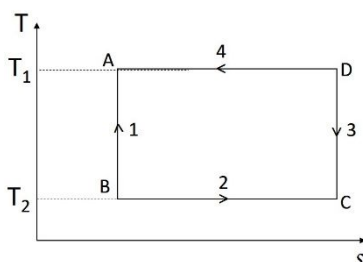


Un gaz parfait est enfermé de gauche de ce récipient aux parois isolantes. Le robinet R est fermé.

Le compartiment de droite a été totalement vidé de tout gaz.

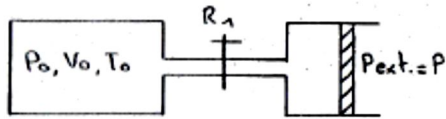
- Quelle est la valeur d'entropie du gaz quand on ouvre le robinet R et que le gaz retrouve un équilibre après avoir rempli les deux compartiments ?
- Que se passe-t-il quand le volume V_0 tend vers l'infini, P_0 et T_0 demeurent constants ?

Exo 18



Un gaz parfait évolue sur le cycle ci-contre. Les 4 transformations étant réversibles, montrer que ce cycle peut-être celui d'un réfrigérateur dont on calculera le coefficient de performance.

Exo 19



Le système contient 1 mole de gaz parfait monoatomique.
À l'état initial on a $P_0 = 2P$ On ouvre R_1 .

La transformation est supposée adiabatique tout le système étant isolé.

Calculer la température finale T_f et les variations d'énergie interne, d'enthalpie, d'entropie.

Exo 20

Second principe, Calculs d'entropie

- 1) Quelle est la température effectuée dans un calorimètre de $m_1 = 400\text{g}$ et $m_2 = 100\text{g}$ d'eau liquide à 10°C ? Quelle est la variation d'entropie au cours du mélange ?
- 2) Un gramme d'eau liquide à 0°C est chauffé jusqu'à 100°C puis vaporisé ; cette vapeur subit une détente adiabatique réversible qui abaisse sa température sans qu'elle ne se liquéfie. Quelle est la variation d'entropie totale de cette eau ?

Données $C_{\text{eau liquide}} = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $L_{\text{v}} = 2250 \text{ J.g}^{-1}$

Exo 21

Une mole de gaz parfait (coefficient $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ connu) initialement à 27°C , est placé dans un cylindre diathermane maintenu à 0°C . on laisse refroidir le gaz en maintenant son volume constant V_0 .

Quelles sont les variations d'entropie du gaz, du thermostat, de l'univers ?

Exo 22

Un gaz parfait, de coefficient $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ indépendant de la température, se trouve dans un récipient aux parois adiabatiques de volume initial V_1 . La température et la pression initiales du gaz sont P_1 et T_1 . Brusquement, la pression extérieure exercée sur le gaz est diminuée et prend la valeur $P_2 = \frac{P_1}{2}$. Le volume occupé par le gaz varie au cours de cette détente irréversible, il s'établit un nouvel équilibre.

- 1) Calculer le volume et la température du gaz dans ce nouvel équilibre.
- 2) Quelle est la variation d'entropie du gaz au cours de cette transformation ?

A.N. : $P_1 = 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 1\text{l}$, $T_1 = 27^\circ\text{C}$, $\gamma = 1,4$

Exo 23

Soit une masse m d'eau liquide en surfusion à (T, P_0) . On fait cesser cet état métastable en ajoutant un très petit morceau de glace. On obtient alors une masse m de glace à (T, P_0) .

Calculer la variation d'entropie de l'eau et celle du thermostat.

On donne :

L chaleur latente de fusion de la glace à 0°C , $1 \text{ atm} = 335 \text{ J/g}$.

Q chaleur massique de l'eau liquide $Q = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$

C_s Chaleur massique de la glace $C_s = 2,1 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$

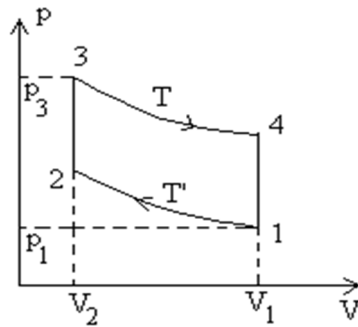
$m = 1 \text{ kg}$; $T = 270 \text{ K}$; $P_0 = 1 \text{ atm}$

Exo 24

Soit une machine utilisant comme fluide l'air assimilé à un gaz parfait diatomique.

Cette machine fonctionne réversiblement selon le cycle de Stirling représenté sur la figure ci-contre. Il est composé de deux isothermes $3 \rightarrow 4$ et $1 \rightarrow 2$ et de deux isochores $2 \rightarrow 3$ et $4 \rightarrow 1$.

A l'état 1, la pression est $p_1 = 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ et la température est $T' = 300 \text{ K}$. A l'état 3, la pression est $p_3 = 4 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ et la température est $T' = 600 \text{ K}$.



Calculer les quantités de chaleur Q_{12} , Q_{23} , Q_{34} et Q_{41} échangées par une mole de gaz au cours d'un cycle.