THERMODYNAMIQUE - TRAVAUX DIRIGES N° 2

Transferts d'énergie : 1er principe de la thermodynamique

Compétences et capacités scientifiques mises en œuvre dans ce TD

- ☑ **THERM2-1** Connaître le vocabulaire relatif à la nature d'une transformation
- ☑ **THERM2-2** Calculer le travail des forces de pression
- ☑ **THERM2-3** Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron
- ☑ **THERM2-4** Appliquer le 1er principe de la thermodynamique à un système fermé
- ☑ **THERM2-5** Exprimer l'énergie interne d'un gaz parfait ou d'une phase condensée incompressible et indilatable
- ☑ **THERM2-6** Exprimer l'enthalpie d'un gaz parfait ou d'une phase condensée incompressible et indilatable
- ☑ **THERM2-7** Exprimer le 1er principe sous forme de bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare
- ☑ **THERM2-8** Réaliser un bilan énergétique en prenant compte des transitions de phase

$R = 8{,}314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$, $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$

THERM2-1 / THERM2-2 / THERM2-3

Exercice n° 1 : Calcul du travail des forces de pression (★)

Un fluide décrit 1 cycle réversible ABCA : AB : détente isobare, BC : compression isochore et CA transformation dont le chemin associé est 1 segment de droite dans P(V).

1) Représenter ce cycle en coordonnées de Clapeyron. Le cycle est-il moteur ou récepteur ?
2) Exprimer le travail des forces pressantes exercé sur le fluide pour chaque étape et pour l'ensemble du cycle en fonction de V_A, V_B, P_A, P_B et P_C.

THERM2-4 / THERM2-5

Exercice n° 2 : Echauffement de plaquettes de freins (★)

Une auto de 836 kg roulant à 72 km/h sur une route horizontale, s'arrête brusquement à l'aide de ses 4 freins à disques. En assimilant ces derniers à des cylindres de 10 cm de rayon et de 1 cm d'épaisseur, de masse volumique $8 g/cm^3$ et de capacité thermique massique $0.42\ J.K^{-1}.g^{-1}$, calculer leur élévation de température en supposant que toute l'énergie thermique est absorbée par les disques, et qu'il n'y a pas de frottements liés à l'air ou à la route.

THERM2-1 / THERM2-2 / THERM2-4 / THERM2-5

Exercice n° 3 : Influence du "chemin suivi" (★★)

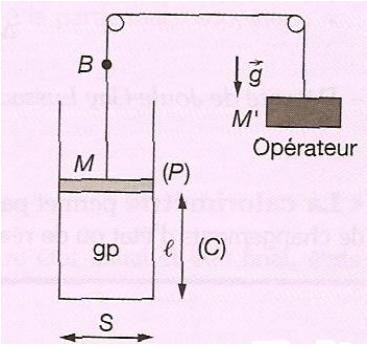
Un gaz parfait est enfermé dans 1 cylindre vertical de section $S = 1\ m^2$ à l'intérieur duquel peut coulisser sans frottement un piston de masse négligeable. La température initiale du gaz est $T_1 = T_{ext} = 293$ K, la pression initiale du gaz est $P_1 = P_{atm} = 1$ bar et le volume initial du gaz est $V_1 = 5L$. Les parois du cylindre sont diathermanes.
On amène le gaz à 1 nouvel état d'équilibre ($P_2 = 10$ bars, T_2, V_2). On propose pour cela 2 façons de faire.

1) Chemin 1 : En appuyant très lentement sur le piston, on augmente la pression jusqu'à P_2. Caractériser la transformation. Calculer T_2, V_2, ΔU et Q.
2) Chemin 2 : On passe brutalement de P_1 à P_2 en plaçant sur le piston à l'équilibre initial 1 masse adéquate. Calculer la masse utilisée. Caractériser la transformation. Calculer T_2, V_2, ΔU et Q.

THERM2-2 / THERM2-4 / THERM2-5

<u>Exercice n° 4</u> : Compression adiabatique d'un gaz parfait (★★★)

On place une certaine masse de gaz parfait dans un cylindre (C) d'axe vertical, de section droite constante S = 16 cm², comme représenté sur la figure ci-après. Un piston (P) de masse M = 48 kg, mobile, isole ce gaz dans une colonne cylindrique de longueur l. L'ensemble est isolé thermiquement. La masse M est reliée à une autre masse M' de valeur variable à l'aide d'une corde passant par 2 poulies. Ce système mécanique est sans frottements. Pour le gaz parfait étudié, on a le rapport $\gamma = 7/5$.
A l'état initial, on donne l = 1m, T_1 = 300K. On prend pour valeur de la pression atmosphérique P_{atm} = 1 bar.



1) A l'état initial M'= M, que vaut la pression initiale P_1 du gaz ?
2) On coupe le fil. Après quelques oscillations négligeables du piston, un nouvel état d'équilibre 2 s'établit : (P_2, V_2, T_2).
   a) Quelle est la pression P_2 ?
   b) Exprimer le travail des forces de pression à l'aide du calcul intégral.
   c) Exprimer le travail des forces de pression à l'aide du 1er principe.
   d) En déduire la relation donnant V_2 en fonction de V_1, P_1, P_2 et de γ.
   e) Calculer les valeurs de V_2 et T_2.

THERM2-2 / THERM2-4 / THERM2-5

<u>Exercice n° 5 :</u> Transformations couplées (★★★)

On considère un cylindre fermé horizontal séparé en deux compartiments A et B de volumes respectifs V_A et V_B par un piston calorifugé coulissant librement sans frottement. Les parois du cylindre sont supposées rigides et parfaitement calorifugées. A et B contiennent initialement la même quantité de gaz parfait à la pression P_0 = 1 bar, à la température T_0 = 300K et occupant un volume V_0 = 1,0L. On donne pour le gaz parfait $\gamma = C_p/C_v = 7/5$.
Le compartiment *A* est chauffé à l'aide d'une résistance chauffante R = 10 Ω, de capacité thermique négligeable, parcourue par un courant d'intensité I = 1A, pendant une durée Δt au bout de laquelle le volume de gaz A atteint la valeur V_{Af} = 1.1 L. La transformation subie par le gaz B est supposée réversible.

1) Calculer la pression finale dans chacun des compartiments.
2) Déterminer la température finale dans chacun des compartiments.
3) Calculer le travail algébriquement reçu par le gaz du compartiment B.
4) En déduire le travail algébriquement reçu par le gaz du compartiment A.
5) En déduire la durée Δt.

<u>Résolution de problème</u> :

Boisson rafraîchissante

Par une chaude journée d'été, vous avez oublié de mettre au frigo le jus de fruits de l'apéritif. Estimer la quantité de glaçons que vous devez y ajouter pour qu'il soit rafraîchissant.

Données : enthalpie massique de fusion de l'eau $\Delta_{fus}h = 3{,}3 \cdot 10^2$ kJ·kg^{-1}, capacités thermiques massiques de l'eau liquide c_l = 4,2 kJ·K^{-1}·kg^{-1} et de l'eau glace c_g = 2,1 kJ·K^{-1}·kg^{-1}