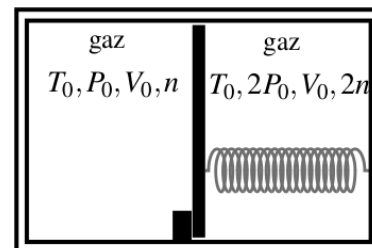


TD 18 : Énergie échangée par un système au cours d'une transformation

1 Recherche d'un état final

Une enceinte indéformable aux parois calorifugées est séparée en deux compartiments par une cloison étanche de surface S , mobile, diathermane et reliée à un ressort de constante de raideur k . Les deux compartiments contiennent chacun un gaz parfait. Dans l'état initial, le gaz du compartiment 1 est dans l'état (T_0, P_0, V_0, n) , le gaz du compartiment 2 dans l'état $(T_0, 2P_0, V_0, 2n)$, une cale bloque la cloison mobile et le ressort est au repos. On enlève la cale et on laisse le système atteindre un état d'équilibre.

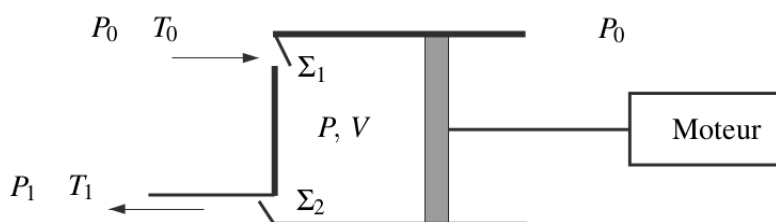


1. Décrire l'évolution du système.
2. Écrire cinq relations faisant intervenir certaines des six variables d'état : V_1, V_2 (volumes finaux des deux compartiments), P_1, P_2 (pressions finales dans les deux compartiments), T_1, T_2 (températures finales dans les deux compartiments).

2 Étude d'un compresseur

Le problème étudie le compresseur d'un moteur à air comprimé (celui d'un marteau-piqueur, par exemple). L'air est assimilé à un gaz parfait de masse molaire $M = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, de capacité thermique massique à pression constante $c_p = 1,00 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et de rapport des capacités thermiques à pression et à volume constants $\gamma = 1,4$. La constante des gaz parfaits est $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

L'air est aspiré dans les conditions atmosphériques, sous la pression $P_0 = 1 \text{ bar}$ et à la température $T_0 = 290 \text{ K}$, jusqu'au volume V_m , puis comprimé jusqu'à la pression P_1 , où il occupe le volume V_1 , et refoulé à la température T_1 dans un milieu où la pression est $P_1 = 6 \text{ bar}$. Bien que le mécanisme réel d'un compresseur soit différent, on suppose que celui-ci fonctionne comme une pompe à piston, qui se compose d'un cylindre, d'un piston coulissant entraîné par un moteur et de deux soupapes.



- La soupape d'entrée Σ_1 est ouverte si la pression P dans le corps de pompe est inférieure ou égale à la pression atmosphérique P_0 .

- La soupape de sortie Σ_2 est ouverte si P est supérieure à P_1 .
- Le volume V du corps de pompe est compris entre 0 et V_m .
- À chaque cycle (chaque aller et retour du piston), la pompe aspire et refoule une mole d'air.

1.a. Tracer sur un diagramme de Watt (P en ordonnée, V en abscisse) l'allure de la courbe représentant un aller et un retour du piston. Indiquer le sens de parcours par une flèche.

1.b. Montrer que le travail de l'air situé à droite du piston est nul sur un aller-retour.

1.c. Montrer que le travail fourni par le moteur qui actionne le piston est égal à l'aire d'une surface sur le diagramme. On supposera que le mouvement est assez lent pour que l'évolution soit mécaniquement réversible.

2. Pendant la phase de compression, l'air suit une loi polytropique $PV^k = cste$; il sort du compresseur à la température $T_1 = 391$ K. Trouver la valeur de k .

3. Exprimer le travail mécanique W_{moteur} fourni par le moteur pendant un aller-retour en fonction de R , n , k , T_1 et T_0 .

4. Le débit massique de l'air dans le compresseur est $D_m = 0,013 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$. Calculer la puissance P_{moteur} fournie par le moteur.

3 Quelques questions de cours

1. Définir un système thermodynamique, et en particulier la notion de surface de contrôle.
2. Donner la différence entre une transformation finie et une transformation infinitésimale.
3. Donner la différence entre une transformation isotherme et une transformation monotherme.
4. Donner la différence entre une transformation isobare et une transformation monobare.
5. Donner quelques sources d'irréversibilité.
6. Donner la différence entre une transformation quasi-statique, quasi-statique mécaniquement réversible et réversible.
7. Donner les caractéristiques des différentes parois qu'on trouve dans les exercices.
8. Indiquer le modèle à choisir du point de vue des transferts thermiques en fonction des caractéristiques des parois du système.