

UNIVERSITE DE LORRAINE

POLYTECH NANCY

Deuxième année (1^{er} semestre)

THERMODYNAMIQUE 1

Travaux dirigés

2020/2021

Séance TD n°3 : le premier principe, transformations quasistatiques (I)

TD n°3 : le premier principe, transformations quasistatiques (I)

3.1) Relations entre c_V , c_p , γ et R pour un gaz parfait (à faire en autonomie).

- a) On donne $c_p = 1000 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ et $r_i = 287 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$. Quelle valeur doit-on attribuer à c_V et à γ ?
- b) On donne $c_V = 21 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. Quelle valeur doit-on attribuer à c_p et γ ?

3.2) Remplissage d'un récipient initialement vide (à faire en autonomie).

Un récipient de 100 litres a été initialement vidé à l'aide d'une pompe à vide. Un robinet permet de faire rentrer progressivement de l'air atmosphérique (température 300K, pression 1 bar, $\gamma = c_p/c_V = 1,4$). Les parois du récipient sont adiabatiques. Quelle sera la température de l'air du récipient lorsque l'équilibre de pression avec l'atmosphère sera établi ?

3.3) Transformations équivalentes (à faire en autonomie).

Une mole d'oxygène ($c_V = 21 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$), occupant initialement un volume de 10 litres à 25°C, est détendue jusqu'à un état final caractérisé par un volume de 50 litres et une température de 100°C de deux manières différentes a) et b) :

- a) Le gaz est chauffé à volume constant jusqu'à 100°C puis détendu de manière isotherme et quasi statique jusqu'au volume final de 50 litres. Calculer la chaleur reçue, le travail reçu et la variation d'énergie interne du gaz.
- b) Le gaz est détendu d'une manière isotherme et quasi statique jusqu'au volume de 50 litres, puis chauffé à volume constant jusqu'à 100°C. Calculer la chaleur reçue, le travail reçu et la variation d'énergie interne du gaz.

3.4) Remplissage complémentaire d'un récipient (vu en présentiel).

Une bouteille thermiquement isolée, d'un volume de $V_b = 200$ litres, est remplie d'air à la pression de 0,5 bar et à la température de l'atmosphère, soit 300 K. L'air peut être considéré comme un gaz parfait de rapport $\gamma = c_p/c_V = 1,4$ et de $c_V = 21 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$. On ouvre un robinet de communication de la bouteille avec l'extérieur, et on laisse rentrer l'air jusqu'à l'équilibre de la pression avec l'extérieur ($p_a = 1$ bar, $T_a = 300$ K). On veut déterminer la température de l'air contenu dans la bouteille à la fin du remplissage :

- a) Représenter l'état initial et l'état final à l'aide d'un dessin en indiquant les nombres de moles, la pression, le volume et la température. $n_f = n_1 + n_2$ est le nombre de moles dans la bouteille à l'état final, n_1 le nombre de moles aspirée de l'extérieur dans la bouteille, n_2 le nombre de moles dans la bouteille à l'état initial et T_b la température de l'air dans la bouteille à l'état final.
- b) Etablir l'équation du premier principe de la thermodynamique en y faisant apparaître les 3 inconnues n_1 , n_2 , et T_b .
- c) Montrer alors en utilisant la loi des gaz parfaits que la température T_b peut s'écrire
- $$T_b = \frac{\gamma T_a}{1 + \frac{p_b}{p_a}(\gamma - 1)}$$
- d) Vous pouvez aussi calculer les valeurs numériques de n_1 et n_2 en utilisant la loi des gaz parfait pour en déduire ensuite la valeur de T_b ...et vérifier qu'elle correspond bien à celle donnée par l'équation ci-dessus.

TD n°4 : le premier principe, transformations quasistatiques (II)

4.1) Chauffage de la vapeur d'eau (vu en présentiel).

Un kilogramme de vapeur d'eau (considéré comme un gaz parfait) est à 6 bar et 200°C.

a) Déterminer son volume V .

Il est ensuite chauffé de 200°C à 600°C ($c_p = 2100 \text{ J/(kg K)}$) de trois manières différentes :

b) Isochore.

c) Isobare.

d) Adiabatique quasistatique.

Déterminer dans les trois cas la pression finale, le volume final ainsi que le travail à l'aide des pressions et volumes. Pour la transformation d) utiliser également les températures.

4.2) Transformation cyclique (vu en présentiel).

Deux moles de gaz parfait ($c_v = 21 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) subissent les transformations suivantes :

- état initial (et final) : $V_1 = 100$ litres, $T_1 = 300 \text{ K}$,
- compression isotherme quasistatique jusqu'à $V_2 = 10$ litres,
- chauffage à pression constante par fourniture d'une quantité de chaleur Q ,
- transformation quasistatique adiabatique permettant de revenir à l'état initial V_1 et T_1 .

a) Dessiner qualitativement le cycle dans un diagramme P/V .

b) Déterminer la pression avant et après la compression.

c) Déterminer la température avant la transformation quasistatique adiabatique

d) Déterminer la quantité de chaleur Q nécessaire pour le chauffage à pression constante.

e) Donner une expression littérale de Q en fonction de T_1 , V_1 et V_2 .

f) Déterminer le travail échangé par l'air au cours de la détente quasistatique adiabatique.