

Série de TD n°03 Thermodynamique

Exercice 1: Quelles sont les fonctions d'état et comment peut-on les vérifier mathématiquement? Basé sur l'équation d'état des gaz parfaits, montrer que : T, V, P sont toutes des fonctions d'état.

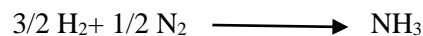
Exercice 2: On veut remplir quelques ballons de 8L de volume chacune avec de l'hélium sous une pression de 1.2atm, et ce à partir d'une bouteille contenant 20L d'hélium sous 102atm. Combien de ballons peut-on gonfler sachant que la température reste constante pendant cette opération ?

Exercice 3:

(A) Un récipient de 22,4 litres contenant 2 moles d'hydrogène et 1 mole d'azote à 273 K.

- Quelles sont les fractions molaires et les pressions partielles de chaque gaz dans le mélange.
- Quelle est la pression totale du mélange.

(B) Si tout l'hydrogène en question (A) est transformé en ammoniac en réagissant avec la quantité appropriée d'azote selon la réaction suivante :



- Quelles sont les pressions partielles et la pression totale du mélange.

Exercice 4:

A. Représenter les transformations suivantes sur des diagrammes de Clapeyron P(V) :

- 1) Détente ou compression isotherme, 2) Chauffage ou refroidissement isobare.
- 3) Chauffage ou refroidissement isochore, 4) Détente ou compression adiabatique.

B. Quel est le type de transformations que l'on peut exprimer par les équations suivantes:

- 1) $W=0$, 2) $\Delta H=Q$, 3) $\Delta U=Q$, 4) $\Delta U=W$. 5) $P.V=Cte$, 6) $P.V^\gamma=Cte$, 7) $\Delta U=0$, 8) $\Delta H=0$.

Exercice 5:

1) Calculer le travail échangé au cours de la compression isotherme de 2mol d'oxygène (assimilé à un gaz parfait) depuis la pression $P_1=1\text{atm}$ jusqu'à $P_2=5\text{atm}$ à la température $T=25^\circ\text{C}$, si cette transformation s'effectue de manière a) réversible, b) irréversible.

2) Après l'équilibre mécanique, on diminue la pression de façon très lente pour revenir à la pression atmosphérique. Calculer le travail effectué par le gaz à la même température. Si cette opération est réalisée très rapidement, quel est dans ce cas, le travail échangé avec le milieu extérieur.

3) Représenter toutes ces transformations sur des diagrammes de Clapeyron P(V) en exposant graphiquement la valeur du travail échangé dans chaque cas.

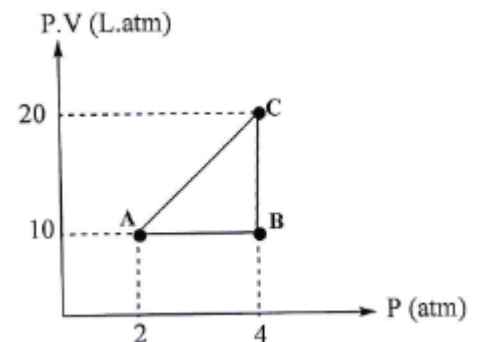
Exercice 6: On fait subir une masse d'air de 200g ($M=29\text{g/mol}$, $\gamma=1.4$) qui se trouve initialement à une température $T_0=15^\circ\text{C}$ et sous une pression $P_A=1\text{ atm}$, à une succession de transformations réversibles:

- Compression adiabatique AB jusqu'à $P_B=7\text{atm}$.
 - Chauffage isobare BC jusqu'à la température $T_C=350^\circ\text{C}$.
 - Détente adiabatique CD jusqu'à la moitié du volume initial.
 - Détente isotherme DE jusqu'au volume initial.
 - Refroidissement isochore EA jusqu'à la température initiale.
- Déterminer les paramètres d'état du gaz (P , V , T) à la fin de chaque transformation.
 - Représenter l'évolution globale du gaz sur un diagramme de Clapeyron $P(V)$.
 - Calculer le travail fourni par le gaz au cours de ce cycle.

Exercice 7: On fait subir une quantité d'un gaz parfait à un cycle de réversible constitué de trois transformations dans lesquelles le système reçoit un travail global $W_{\text{cycle}}=230\text{ca1}$:

- transformation isochore (AB) avec une perte de chaleur de 900ca1 .
 - transformation isobare (BC) avec un gain de chaleur de 1500ca1 .
 - le système revient à l'état initial par un processus à température constante (CA).
- Représenter les trois processus dans un diagramme de Clapeyron $P(V)$.
 - Calculer W , Q , ΔU , ΔH pour chaque transformation et pour le cycle.

Exercice 8: On fait subir un gaz parfait ($C_P=5R/2$) à un cycle de trois transformations réversibles représentées sur le diagramme ci-contre :

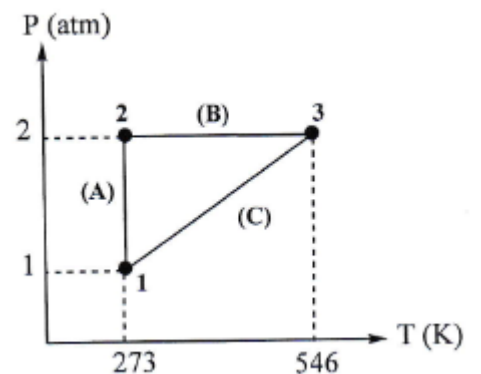


- Déduire du diagramme la nature des processus: AB, BC, CA.
- Déterminer les coordonnées (P, V) relatives aux états A, B, C.
- Calculer pour chaque transformation et pour le cycle la valeur de W , Q , ΔU , ΔH dans le cas où :
 - tous les processus sont réversibles
 - tous les processus sont irréversibles.

Exercice 9:

1 mole d'un gaz parfait est soumise à trois processus réversibles A, B, C figurés sur le diagramme $P(T)$.

- Représenter ces transformations sur le diagramme de Clapeyron $P(V)$.
- Compléter le tableau suivant :



Processus	W(Cal)	Q(Cal)	ΔU (Cal)	ΔH (Cal)
A	.....	.....	378	.....
B	.....	1352.75	.....	.....
C	-810	.....	.....	.....
Cycle	.....	.....	.....	.....

TD Series n°03 Thermodynamics

Exercise 1:

What are state functions and how can they be verified mathematically? Based on the equation of state for perfect gases, show that: T , V , P are all functions of state.

Exercise 2:

We want to fill some balloons of 8L volume each with helium at a pressure of 1.2atm, from a bottle containing 20L of helium at 102atm. How many balloons can be inflated, knowing that the temperature remains constant during this operation?

Exercise 3:

(A) A 22.4-liter container holds 2 moles of hydrogen and 1 mole of nitrogen at 273 K.

- What are the mole fractions and partial pressures of each gas in the mixture?
- What is the total pressure of the mixture?

(B) If all the hydrogen in question (A) is converted to ammonia by reacting with the appropriate amount of nitrogen according to the following reaction: $\frac{3}{2} \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{N}_2 \longrightarrow \text{NH}_3$

- What are the partial pressures and the total pressure of the mixture?

Exercise 4: A. Show the following transformations on Clapeyron $P(V)$ diagrams:

- 1) Isothermal expansion or compression,
- 2) Isobaric heating or cooling.
- 3) Isochoric heating or cooling,
- 4) Adiabatic expansion or compression.

B. What type of transformations can be expressed by the following equations?

- 1) $W=0$, 2) $\Delta H=Q$, 3) $\Delta U=Q$, 4) $\Delta U=W$. 5) $P.V=Cte$, 6) $P.V^\gamma=Cte$, 7) $\Delta U=0$, 8) $\Delta H=0$.

Exercise 5:

1) Calculate the work exchanged during the isothermal compression of 2mol of oxygen (assimilated to a perfect gas) from pressure $P_1=1\text{atm}$ to $P_2=5\text{atm}$ at temperature $T=25^\circ\text{C}$, if this transformation is a) reversible, b) irreversible.

2) After mechanical equilibrium, the pressure is very slowly reduced to atmospheric pressure. Calculate the work done by the gas at the same temperature. If this operation is carried out very quickly, what is the work exchanged with the outside environment?

3) Show all these transformations on Clapeyron $P(V)$ diagrams, graphically expressing the work exchanged in each case.

Exercise 6: A mass of 200g air ($M=29\text{g/mol}$, $\gamma=1.4$) initially at temperature $T_0=15^\circ\text{C}$ and pressure $P_A=1\text{atm}$ is subjected to a succession of reversible transformations:

- a) Adiabatic compression AB to $P_B=7\text{atm}$.
 - b) Isobaric heating BC to temperature $T_C=350^\circ\text{C}$.
 - c) Adiabatic expansion CD to half the initial volume.
 - d) Isothermal expansion DE to initial volume. e) Isochoric cooling EA to initial temperature.
- 1) Determine the gas state parameters (P , V , T) at the end of each transformation.
 - 2) Represent the overall evolution of the gas in a Clapeyron $P(V)$ diagram.
 - 3) Calculate the work done by the gas during this cycle.

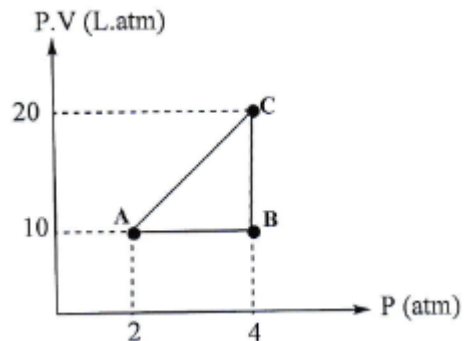
Exercise 7: A quantity of a perfect gas is subjected to a reversible cycle consisting of three transformations in which the system receives a global work $W_{\text{cycle}}=230\text{cal}$:

- 1) isochoric transformation (AB) with a heat loss of 900cal .
 - 2) isobaric transformation (BC) with a heat gain of 1500cal .
 - 3) the system returns to the initial state via a constant-temperature process (CA).
- a) Represent the three processes in a Clapeyron diagram P(V).
 - b) Calculate W, Q, ΔU , ΔH for each transformation and for the cycle.

Exercise 8:

A perfect gas ($CP=5R/2$) is subjected to a cycle of three reversible transformations shown in the diagram opposite:

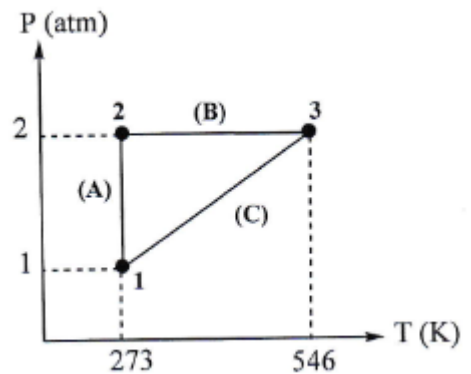
- 1) From the diagram, deduce the nature of the processes: AB, BC, CA.
- 2) Determine the coordinates (P,V) relative to states A, B, C.
- 3) Calculate for each transformation and for the cycle the value of W, Q, ΔU , ΔH in the case where :
 - a) All processes are reversible
 - b) All processes are irreversible.



Exercise 9:

1 mole of a perfect gas undergoes three reversible processes A, B, C shown on the P(T) diagram.

- 1) Show these transformations on the Clapeyron P(V) diagram.
- 2) Complete the following table



Processus	W(Cal)	Q(Cal)	ΔU (Cal)	ΔH (Cal)
A	.....	.....	378	.....
B	.....	1352.75	.....	.....
C	-810	.....	.....	.....
Cycle	.....	.....	.....	.....