

Series N°1 of Thermodynamics

Exercise: 01

a- Define open, closed, isolated and thermally isolated systems.

b- Are the following systems closed, open or isolated? What is the nature of the exchanges of matter and/or energy between each system and its external environment?

1- Human body, 2 Earth (planet), 3 Closed Thermos flask, 4- Butane gas flask, 5- Fruit tree, 6 closed refrigerator, 7-Lighted lamp

- c- Are the following systems homogeneous or heterogeneous?

1- Atmospheric air, 2- Seawater, 3- Water + oil mixture, 4- Distilled water mixture, 5- Water + sugar mixture, 6- Water + vinegar mixture, 7-Vinaigrette, 8- Alcohol + water mixture

Exercice : 01

- a- Donnez la définition d'un système ouvert, fermé, isolé et thermiquement isolé.
- b- Les systèmes suivants sont ils fermés, ouverts, ou isolés, Quelle est la nature des échanges de matière et/ou d'énergie entre chaque système avec et son milieu extérieur.
1- Corps humain, 2 La terre (planète), 3 Une bouteille Thermos fermée, 4- Bouteille de gaz butane, 5- Un arbre fruitier, 6 Réfrigérateur fermé, 7-Une lampe allumée
- c- Les systèmes suivants sont-ils-t- homogènes ou hétérogènes ?
1- L'air atmosphérique, 2- L'eau de mer, 3- mélange Eau + huile, 4- Mélange Eau distillée, 5- mélange Eau + sucre 6- mélange Eau vinaigre, 7-Vinaigrette, 8- mélange Alcool + eau

Exercise 02: A)- Which of the following quantities are extensive and which are intensive?

1- Mass 2- Pressure, 3- Volume, 4- Temperature, 5- Molar concentration, 6- Density, 7- Mass heat, 8- Molar mass, 9- Kinetic energy, 10-Mole number, 11- Molar fraction.

B) Which of the following four (04) expressions correctly defines the state of oxygen?

- 1- One mole of oxygen
- 2- One mole of oxygen at $t = 0^{\circ}\text{C}$ and $P = 1 \text{ atm}$
- 3- One mole of oxygen at $P = 1 \text{ atm}$ and $V = 22.4\text{L}$
- 4- One mole of oxygen at $P = 1 \text{ atm}$

Exercice 02 : A)- Parmi les grandeurs suivantes ; lesquelles sont extensives et les quelles sont intensives ?

1- La masse 2- la pression, 3- Volume, 4- Température, 5- Concentration molaire, 6- Masse volumique, 7- Chaleur massique, 8- Masse molaire, 9- Energie cinétique, 10- Nombre de mole, 11- Fraction molaire.

B) Parmi les quatre (04) expressions suivantes, quelles sont celle qui définissent correctement l'état de l'oxygène

- 1- Une mole d'oxygène
- 2- Une mole d'oxygène à $t = 0^{\circ}\text{C}$ et $P = 1 \text{ atm}$
- 3- Une mole d'oxygène à $P = 1 \text{ atm}$ et $V = 22.4 \text{ L}$
- 4- Une mole d'oxygène à $P = 1 \text{ atm}$

Exercice 03:

In a calorimeter (adiabatic container), place 50 g of water at 20°C , then add 50 g of water at 70°C . After a certain time, the mixture becomes homogeneous.

Of the 2 quantities involved in this experiment, mass m (in g) and temperature T (in $^{\circ}\text{C}$), one is intensive and the other extensive.

What is the value taken by this quantity when the final state of the system is obtained (in $^{\circ}\text{C}$).

Ignore the heat capacity of the calorimeter.

Exercice 03 :

Dans un calorimètre (récipient adiabatique), on place 50 g d'eau à 20°C , puis on ajoute 50 g d'eau à 70°C . Au bout d'un certain temps, le mélange devient homogène.

Des 2 grandeurs mises en jeu dans cette expérience, la masse m (en g) et la température T (en $^{\circ}\text{C}$), l'une est intensive et l'autre extensive.

Quelle est la valeur prise par cette grandeur lorsque l'état final du système est obtenu (en $^{\circ}\text{C}$).

On négligera la capacité calorifique du calorimètre.

Exercise 4:

- a) On the surface of Venus, atmospheric pressure is 75 atm. Transform this pressure into torr and bar.
- b) The atmospheric pressure in Mexico City is around 580 mmHg. Convert this pressure into atmospheres and millibars.
- c) A cylinder contains carbon dioxide at a pressure of 5.2 atm. What is the value of this pressure in Pa and kPa?
- d) A sample of nitrogen has a pressure of 920 torr. Convert this pressure into Pa and atm.

Exercice 4:

- a) A la surface de Vénus, la pression atmosphérique est de 75 atm. Transformer cette pression en torrs et en bars.
- b) La pression atmosphérique qui règne dans la ville de Mexico avoisine 580 mmHg. Convertir cette pression en atmosphères et en millibars.
- c) Une bonbonne contient du dioxyde de carbone sous une pression de 5,2 atm. Quelle est la valeur de cette pression en Pa et kPa .
- d) Un échantillon d'azote accuse une pression de 920 torrs. Convertir cette pression en Pa et en atm.

Exercise 5:

- 1- Determine, for one mole of a gas assumed to be perfect, the value of the perfect gas constant (R) under standard conditions of temperature and pressure ($T= 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P= 1\text{ atm}$) in ($\text{l.atm.mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$) and in the international system ($\text{J.mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$).
- 2- What is the volume, in liters, occupied by 4 mol of methane (CH_4) at a temperature of $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ and a pressure of 1.4 atm?

Exercice 5:

- 1- Déterminer pour une mole d'un gaz supposé parfait la valeur de la constante des gaz parfaits (R) dans les conditions normales de température et de pression ($T= 0^{\circ}\text{C}$, $P= 1\text{ atm}$) en ($\text{l.atm.mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$) et dans le système international ($\text{J.mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$).

2- Quel est le volume, en litres, occupé par 4 mol de méthane (CH₄) à une température de 18°C et une pression de 1,4 atm?

Exercise 6:

To take into account the interactions between the molecules that make up a real gas, Johannes van der Waals proposed the following equation-of-state model in 1873:

$$\left(p + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right) (V - nb) = nRT$$

1.) Compare this equation of state with that of a perfect gas. What is the physical significance of the additional terms?

2.) The compression factor of a gas is defined by $Z = \frac{pV_m}{RT}$ where V_m is the molar volume of the gas.

a) What is the compression factor for a perfect gas?

b) Assume that 10 mol of C₂H₆ (g) are enclosed in 4.86 L at 27 °C. Calculate the pressure exerted by ethane by applying:

- The perfect gas equation.

- The van der Waals equation ($a = 5.507 \text{ atm}\cdot\text{L}^2\cdot\text{mol}^{-2}$, $b = 0.0651 \text{ L mol}^{-1}$).

c) Calculate the compression factor (Z) of C₂H₆ (g) under these conditions and compare it with that of the perfect gas. Is C₂H₆ (g) more or less compressible than a perfect gas?

Exercise 6 :

Afin de prendre en compte les interactions qui s'exercent entre les molécules qui constituent un gaz réel, Johannes van der Waals a proposé en 1873 le modèle d'équation d'état suivant :

$$\left(p + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right) (V - nb) = nRT$$

1.) Comparer cette équation d'état à celle d'un gaz parfait. Quelle est la signification physique des termes supplémentaires ?

2.) On définit le facteur de compression d'un gaz par $Z = \frac{pV_m}{RT}$ où V_m est le volume molaire du

gaz.

- a) Que vaut le facteur de compression pour un gaz parfait ?
- b) On suppose que 10 mol de $C_2H_6(g)$ sont enfermées dans 4,86 L à 27 °C. Calculer la pression exercée par l'éthane en appliquant :
 - L'équation des gaz parfaits.
 - L'équation de van der Waals ($a = 5,507 \text{ atm.L}^2.\text{mol}^{-2}$, $b = 0,0651 \text{ L mol}^{-1}$).
- c) Calculer le facteur de compression (Z) de $C_2H_6(g)$ pris dans ces conditions et comparer le à celui du gaz parfait. Le $C_2H_6(g)$ est-il plus compressible ou moins compressible qu'un gaz parfait ?

Exercice 7: Air is assimilated to a perfect gas. A steel bottle, with a volume $V_1 = 60\text{L}$, contains compressed air at $P_1 = 15 \text{ bar}$ and $T_1 = 298 \text{ K}$.

- Calculate the quantity (n) of air contained in the bottle.
- What is the density of the compressed air under these conditions?
- Knowing that air can be assimilated to a mixture (in mol) of 21 % O_2 ($M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$), 78 % N_2 ($M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$) and 1% noble gas (Ar), calculate the quantities of diazote et de dioxygène contained in the bottle.
- Deduce the corresponding masses of nitrogen and oxygen.
- The air in the closed bottle is heated to $T_2 = 100 \text{ °C}$. Which physical quantity is also changed? Calculate its new value.

Given: $R = 8.31 \text{ J. K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ and $M_{\text{air}} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$.

Exercice 7 : L'air est assimilé à un gaz parfait. Une bouteille d'acier, contient dans un volume $V_1 = 60\text{L}$ de l'air comprimé sous $P_1 = 15 \text{ bar}$ et $T_1 = 298 \text{ K}$.

- Calculer la quantité de matière (n) d'air contenue dans cette bouteille.
- Quelle est la masse volumique de l'air comprimé dans ces conditions ?
- Sachant que l'air peut être assimilé au mélange (en mol) 21 % O_2 ($M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$), 78 % N_2 ($M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$) et 1 % de gaz noble (Ar), Calculer les quantités de matière de

diazote et de dioxygène contenues dans la bouteille.
- En déduire les masses de diazote et de dioxygène correspondantes.

- On chauffe à $T_2=100^\circ\text{C}$ l'air contenu dans la bouteille fermée. Quelle grandeur physique se trouve également changée ? Calculer sa nouvelle valeur.

On donne : $R = 8,31 \text{ J. K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ et $M_{\text{air}} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$.

Exercice 8: Three containers respectively contain d'hydrogen H_2 ($V_1=2.25\text{L}$; $P_1=250 \text{ mmHg}$, $T_1 =20^\circ\text{C}$), dinitrogen N_2 ($V_2 =1.45 \text{ L}$; $P_2=760 \text{ mmHg}$, $T_2 =0^\circ\text{C}$) and helium He ($V_3=3.5 \text{ L}$; $P_3=350\text{mmHg}$, $T_3=20^\circ\text{C}$).

- 1) Calculate the quantity and mass of each gas assumed to be perfect.
- 2) The 3 gases are introduced into a single container of volume $V=6 \text{ L}$ at temperature 285 K , assuming ideal mixing. For each gas, calculate;
 - a) The total number of moles present in the mixture;
 - b) The mole fraction of each gas in the mixture;
 - c) The partial pressure of each gas in the mixture;
 - d) The total pressure of the mixture;
 - e) The average molar mass of the mixture.

Exercice 8 : Trois récipients contiennent respectivement du dihydrogène H_2 ($V_1=2,25\text{L}$; $P_1=250 \text{ mmHg}$, $T_1 =20^\circ\text{C}$), du diazote N_2 ($V_2 =1,45 \text{ L}$; $P_2=760 \text{ mmHg}$, $T_2 =0^\circ\text{C}$) et de l'hélium He ($V_3=3,5 \text{ L}$; $P_3=350\text{mmHg}$, $T_3=20^\circ\text{C}$).

- 1) Calculer la quantité de matière et la masse de chaque gaz supposé parfait.
- 2) On introduit les 3 gaz dans un même récipient de volume $V=6 \text{ L}$ à la température 285 K , on suppose le mélange idéal. Pour chaque gaz, calculer;
 - a) le nombre de mole total présent dans le mélange ;
 - b) la fraction molaire de chaque gaz dans le mélange ;
 - c) la pression partielle de chaque gaz dans le mélange ;
 - d) la pression totale du mélange ;
 - e) La masse molaire moyenne du mélange.