

السلسلة الثانية

التمرين الأول:

- 1- إذا كان حجم غاز يساوي 200 cm^3 عند ضغط 800 mmHg . أحسب حجم نفس الغاز عند 765 mmHg حيث تكون درجة الحرارة ثابتة.
- 2- تشغل كتلة من النيون حجما قدره 200 cm^3 عند درجة حرارة 100°C . أحسب الحجم عند 0°C حيث يكون الضغط ثابت.
- 3- يتواجد غاز الهليوم تحت ضغط 5 atm و درجة حرارة 12°C . أحسب قيمة الضغط المطبق على الغاز عند الدرجة 36°C مع ثبوت الحجم.

التمرين الثاني: خليط يتكون من: 0.15 g من H_2 و 0.34 g من NH_3 عند ضغط كلي 1 atm و درجة حرارة 27°C . الخليط يعتبر كغاز مثالي أحسب الكسر المولي و الضغط الجزئي لكل غاز و كذلك الحجم الكلي للخليط.

التمرين الثالث: وعاءين A و B مملوءين بغاز الأوكسجين (O_2)، الوعاء A يحتوي على 3 Kg من الأوكسجين عند درجة حرارة 17°C وتحت ضغط 6 atm أما الوعاء B فيحتوي على 200 مول من الأوكسجين عند درجة حرارة 47°C وتحت ضغط مقداره 15 atm . فتحت الحنفية بين هذين الوعاءين وسمح للغاز بالمرور إلى درجة حرارة التوازن 27°C . أحسب ضغط الاتزان النهائي.

التمرين الرابع: وعاء ذو جدار صلب مقسم إلى حجرتين سعتهما 2 لتر و 4 لتر على التوالي، يفصل بين الحجرتين جدار، يوجد في الحجرة الأولى غاز الهيدروجين تحت ضغط 10 atm وفي الحجرة الثانية غاز الازوت تحت ضغط 7 atm . نحافظ على درجة الحرارة ثابتة أثناء التجربة (25°C) ثم نزيل الجدار الفاصل بين الحجرتين.

- 1- ما هو الضغط الكلي في الوعاء.
- 2- احسب الضغط الجزئي و الكسر المولي لكل من الغازين في الإناء بعد الخلط.

التمرين الخامس:

ماهي توابع الحالة وكيف يمكن التحقق منها رياضيا.
انطلاقا من معادلة الغازات المثالية برهن على أن: T, V, P جميعها دوال حالة.

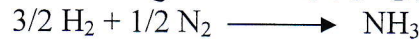
التمرين السادس: نريد ملاً بالونات بالهيليوم لتبلغ سعة كل واحدة 8 L تحت ضغط 1.2 atm بواسطة قارورة معدنية تحتوي على 20 L من الهيليوم تحت ضغط 102 atm .
ما هو عدد الكرات التي يمكن ملؤها على اعتبار أن درجة الحرارة تبقى ثابتة خلال هذه العملية.

التمرين السابع:

أ- وعاء حجمه 22.4 l يحتوي على 2 مول من الهيدروجين و 1 مول النيتروجين عند درجة حرارة 273 K .

- ما هو الكسر المولية و الضغوط الجزئية لكل غاز.
- ما هو الضغط الكلي للمزيج.

ب- إذا تحول كل الهيدروجين في السؤال (أ) إلى أمونيا و ذلك بتفاعله مع الكمية المناسبة من النيتروجين حسب التفاعل التالي:



- ما هي الضغوط الجزئية و الضغط الكلي للمزيج.

Série de TD N°2

Exercice 1:

- 1- Si le volume occupé par un gaz est égal à 200cm^3 à une pression de 800mmHg . Calculer le volume du même gaz à 765mmHg si la température est maintenue constante.
2. Une masse du néon occupe un volume de 200cm^3 à $100\text{ }^\circ\text{C}$. Calculer son volume à $0\text{ }^\circ\text{C}$ lorsque la pression est constante.
3. L'hélium est enfermé à une pression de 5atm à $12\text{ }^\circ\text{C}$. Calculer la pression appliquée sur le gaz à $36\text{ }^\circ\text{C}$ si le volume est constant.

Exercice 2: Un mélange constitué de $0,15\text{ g}$ de H_2 et $0,34\text{ g}$ de NH_3 à pression totale de 1atm et à température de $27\text{ }^\circ\text{C}$. Si le mélange est considéré comme étant un gaz parfait, calculer la fraction molaire et la pression partielle de chaque gaz ainsi que le volume total occupé par le mélange.

Exercice 3: On considère deux récipients A et B remplis avec de l'oxygène gazeux (O_2). Le récipient A contient 3Kg d'oxygène à une température de $17\text{ }^\circ\text{C}$ et sous pression de 6atm tandis que le récipient B est rempli de 200 moles d'oxygène à une température de $47\text{ }^\circ\text{C}$ et sous une pression de 15atm . L'ouverture du robinet entre ces deux récipients a permis au gaz de passer à une température d'équilibre de $27\text{ }^\circ\text{C}$. Calculer la pression d'équilibre finale.

Exercice 4: Un récipient à parois solides est fractionné par une paroi en deux parties de 2 et 4 litres respectivement, il existe dans la première chambre de l'hydrogène sous une pression de 10atm et dans la seconde de l'azote gazeux sous 7atm de pression. On maintient la température constante pendant l'expérience ($25\text{ }^\circ\text{C}$) et on retire la paroi séparant les deux compartiments.

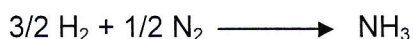
- Quelle est la pression totale du mélange?
- Calculer la pression partielle et la fraction molaire de chaque gaz dans le récipient après mélange

Exercice 5: 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 6: On veut remplir quelques ballons de 8L de volume chacune avec de l'hélium sous une pression de $1,2\text{atm}$, 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 7:

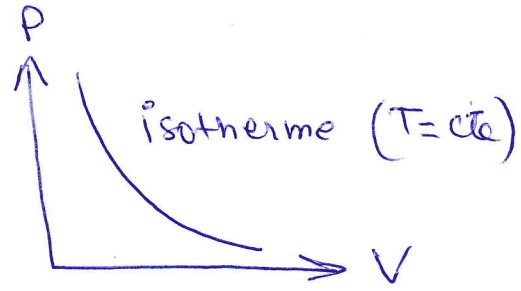
- (A) Un récipient de $22,4$ litres contenant 2 moles d'hydrogène et 1 mole d'azote à 273 K .
- Quelles sont les fractions molaires et les pressions partielles de chaque gaz dans le mélange.
 - Quelle est la pression totale du mélange.
- (B) Si tout l'hydrogène en question (A) est transformé en ammoniac en réagissant avec la quantité appropriée d'azote selon la réaction suivante:



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

EXERCICE 1

- Par l'application de la loi de Boyle-Mariotte = A une température constante, pour une masse donnée de gaz parfait, le produit $P \cdot V = cte$ (cette loi se traduit graphiquement par une hyperbole appelée isotherme de gaz parfait).



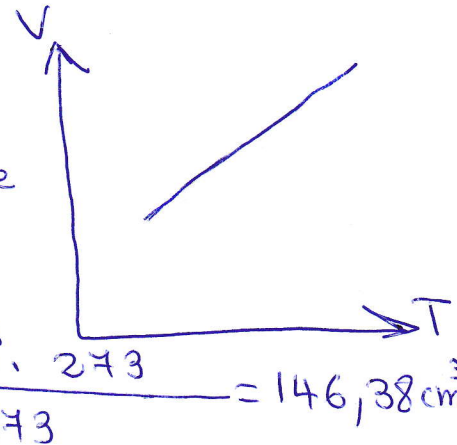
Alors! à $T = cte$: $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{800 \cdot 200 \text{ cm}^3}{765} = 209,15 \text{ cm}^3$$

- Loi de Gay-Lussac: A pression constante, le volume d'un gaz est proportionnel à la température absolue.

$$V = \left(\frac{nR}{P} \right) T \Rightarrow \frac{V}{T} = cte$$

La droite $V = f(T)$ est appelée: Isobare



A.N: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{200 \text{ cm}^3 \cdot 273}{373} = 146,38 \text{ cm}^3$

- Loi de Charles: A $V = cte$, la pression d'un gaz est proportionnelle à la température.

$$PV = nRT \Rightarrow P = \left(\frac{nR}{V} \right) T$$

$$\Rightarrow \frac{P}{T} = cte$$

La transformation à V constant décrit les droites $P = f(T)$. Cette transformation est dite isochore.

A.N: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = T_2 \cdot \frac{P_1}{T_1} = 5,42 \text{ atm.}$

EXERCICE 2

• le nombre de moles :

$$\begin{cases} n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{0,15 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,075 \text{ mol} \\ n_{\text{NH}_3} = \frac{m_{\text{NH}_3}}{M_{\text{NH}_3}} = \frac{0,34 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ mol} \end{cases}$$

• les fractions molaires :

$$\begin{cases} X_{\text{H}_2} = \frac{0,075}{0,075 + 0,02} = 0,8 \\ X_{\text{NH}_3} = \frac{0,02}{0,075 + 0,02} = 0,2 \end{cases}$$

Sachant que : $X_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$

$$\sum_i X_i = 1$$

• les pressions partielles :
($P_T = 1 \text{ atm}$)

$$\begin{cases} P_{\text{H}_2} = X_{\text{H}_2} \cdot P_T = 0,8 \text{ atm} \\ P_{\text{NH}_3} = X_{\text{NH}_3} \cdot P_T = 0,2 \text{ atm} \end{cases}$$

• le volume total du mélange :

$$P_T V_T = n_T R T \Rightarrow V_T = \frac{n_T R T}{P_T} = \frac{(0,02 + 0,075) \cdot 0,082 \cdot 300}{1}$$

$$\Rightarrow V_T = 0,337 \text{ l}$$

EXERCICE 3

On a : $P_{\text{eq}} V_T = n_T R T_{\text{eq}} \Rightarrow P_{\text{eq}} = \frac{n_T R T_{\text{eq}}}{V_T}$

* $n_T = n_A + n_B = \frac{3000 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} + 200 \text{ mol} = 293,75 \text{ mol}$

* $V_T = V_A + V_B$

$$\begin{cases} P_A V_A = n_A R T_A \Rightarrow V_A = \frac{93,75 \cdot 0,082 \cdot (17 + 273)}{6} = 371,6 \text{ l} \\ P_B V_B = n_B R T_B \Rightarrow V_B = \frac{200 \cdot 0,082 \cdot (47 + 273)}{15} = 349,9 \text{ l} \end{cases}$$

Alors : $P_{\text{eq}} = \frac{293,75 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{721,4 \text{ l}}$

$$P_{\text{eq}} = 10,02 \text{ atm}$$

EXERCICE 4 $\left\{ \begin{array}{l} H_2 \equiv 1 \\ N_2 \equiv 2 \end{array} \right\}$

1°) La pression totale (à l'équilibre) =

$$\text{On a : } P_T V_T = n_T RT = (n_1 + n_2) RT$$

$$\text{avec : } \begin{cases} n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1} \\ n_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2} \end{cases} \Rightarrow P_T V_T = \left(\frac{P_1 V_1}{RT} + \frac{P_2 V_2}{RT} \right) RT$$
$$P_T V_T = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

$$\text{alors : } P_T = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V_T}$$

$$\text{A.N: } P_T = \frac{(10 \times 2 + 7 \times 4) \text{ l.atm}}{(2 + 4) \text{ l}}$$

$$P_T = 8 \text{ atm.}$$

2°) Calcul des fractions molaires et des pressions partielles de chaque gaz :

$$\bullet \begin{cases} X_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_T} = \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1 + P_2 V_2} = 0,417 \\ X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_T} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1 + P_2 V_2} = 0,583 \end{cases}$$

$$\bullet \begin{cases} P_{H_2} = X_{H_2} \cdot P_T = 0,417 \cdot 8 \text{ atm} = 3,336 \text{ atm} \\ P_{N_2} = X_{N_2} \cdot P_T = 0,583 \cdot 8 \text{ atm} = 4,664 \text{ atm} \end{cases}$$

EXERCICE 5

• La fonction d'état est une grandeur physique dont la valeur est déterminée pour chaque état du système, et dont la variation, lorsque un système passe d'un état à un autre, est indépendante de la façon dont le système évolue réellement.

• Mathématiquement, F est une fct d'état signifie que

L'on peut écrire sa différentielle vis-à-vis des variables d'état comme une différentielle totale exacte (DTE) notée d .

Soit $F(x, y)$

$$dF = \underbrace{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_y}_{A} dx + \underbrace{\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_x}_{B} dy$$

$$\Rightarrow dF = A dx + B dy$$

La condition nécessaire et suffisante pour que dF soit une DTE (alors F est une fct d'état) est:

$$\left(\frac{\partial A}{\partial y}\right)_x = \left(\frac{\partial B}{\partial x}\right)_y$$

$$\Rightarrow \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right) \quad \text{alors: } \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x} = \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}$$

• $P = \frac{nRT}{V} = \frac{RT}{V}$ ($n=1 \text{ mol}$) $\{P = f(V, T)\}$.

P est une fct d'état si: $\frac{\partial^2 P}{\partial T \partial V} = \frac{\partial^2 P}{\partial V \partial T}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 P}{\partial T \partial V} = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial (RT/V)}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial T} \left(-\frac{RT}{V^2}\right) = -\frac{R}{V^2} \\ \frac{\partial^2 P}{\partial V \partial T} = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial (RT/V)}{\partial T}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{R}{V}\right) = -\frac{R}{V^2} \end{array} \right.$$

$\Rightarrow P$ est une fonction d'état.

• $T = \frac{PV}{R}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 T}{\partial P \partial V} = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{\partial (PV/R)}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{P}{R}\right) = \frac{1}{R} \\ \frac{\partial^2 T}{\partial V \partial P} = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial (PV/R)}{\partial P}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{V}{R}\right) = \frac{1}{R} \end{array} \right.$$

$\Rightarrow T$ est fct d'état

• $V = \frac{RT}{P}$: $\frac{\partial^2 V}{\partial T \partial P} = \frac{\partial^2 V}{\partial P \partial T} = -\frac{R}{P^2} \Rightarrow V$ est fct d'état.

EXERCICE 6:

On a: $P_1 V_1 = n_1 RT$ (Pour le ballon 1)

$P_2 V_2 = n_2 RT$ (" " " 2)

$P_3 V_3 = n_3 RT$ (" " " 3)

\vdots
 $P_i V_i = n_i RT$ (Pour le ballon i)

$$\Rightarrow P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3 + \dots + P_i V_i = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i) RT$$

Sachant que: $P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_i$

$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_i$

et $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i = n_T$

Alors: $i (P_1 V_1) = n_T RT$

$$\Rightarrow i (P_1 V_1) = P_T V_T$$

$$\text{alors: } i = \frac{P_T V_T}{P_1 V_1} = \frac{202 \times 102 \text{ atm}}{82 \times 1,2 \text{ atm}}$$

$$i = 212,5.$$

EXERCICE 7:

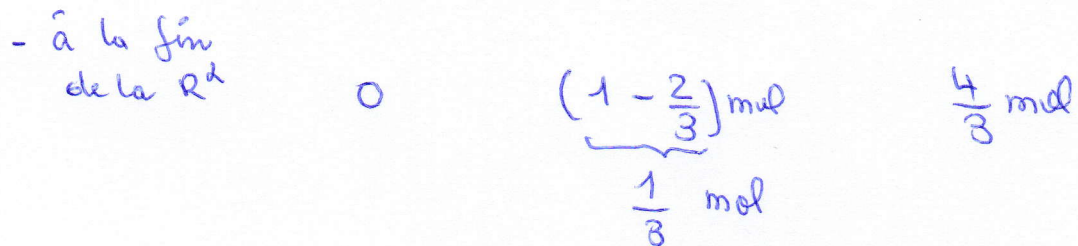
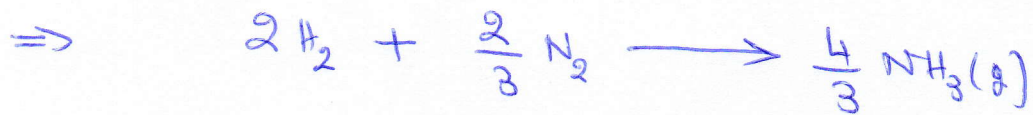
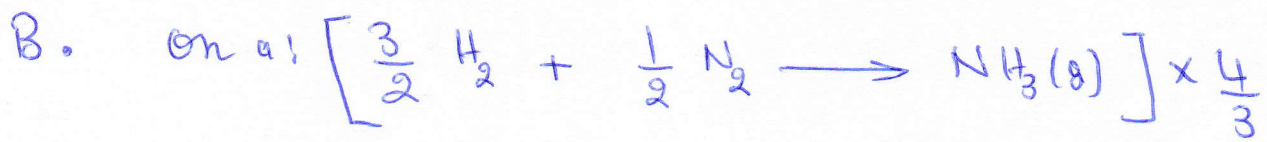
A. les fractions molaires de H_2 et N_2 :

$$X_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_T} = 0,66 \quad , \quad X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_T} = 0,33.$$

• les pressions partielles:

$$P_{H_2}^* = \frac{n_{H_2} RT}{V_T} = 2 \text{ atm} \quad , \quad P_{N_2}^* = \frac{n_{N_2} RT}{V_T} = 1 \text{ atm}$$

$$\Rightarrow \text{La pression totale: } P_T = P_{H_2}^* + P_{N_2}^* = 3 \text{ atm.}$$



$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_{\text{N}_2}'' = \frac{n_{\text{N}_2} \times RT}{V_T} = 0,33 \text{ atm} \\ P_{\text{NH}_3}'' = \frac{n_{\text{NH}_3} \times RT}{V_T} = 1,33 \text{ atm} \end{array} \right.$

$\Rightarrow P_T = P_{\text{N}_2}'' + P_{\text{NH}_3}'' = 1,66 \text{ atm}$