

Devoir Maison n°1 (à rendre pour le vendredi 11 septembre)

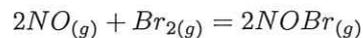
1 Comment rédiger un DM ou un DS de sciences physiques ?

- Il faut encadrer les résultats. Les questions pour lesquelles le résultat n'est pas encadré ne seront pas évaluées aux concours.
- Il faut numéroter les pages (pas les feuilles ni les copies). Dans le cas d'un DS comportant n pages, la première page sera numérotée $1/n$, la deuxième $2/n$, etc.
- Il faut justifier toutes les réponses. Des points sont toujours accordés à la justification même si celle-ci n'a pas été explicitement demandée dans l'énoncé. Il arrive même souvent que les points ne soient attribués que pour la justification, pas pour le résultat.
- Il faut respecter et indiquer la numérotation des questions. Il faut de plus traiter les questions dans l'ordre de l'énoncé.
Si une question n'a pu être traitée au bon endroit, il faut indiquer clairement qu'elle a été traitée plus loin en précisant le numéro de la page correspondante.
- Il faut faire des schémas dès que possible (notamment en mécanique ou en optique). Et il faut préférer un schéma explicite à une explication confuse.
- Si vous avez un peu de mal à rédiger des réponses, des raisonnements clairs, il faut privilégier les phrases courtes (et les schémas).
- Chaque formule du cours doit être introduite par une courte phrase ou le nom de la loi.
Par exemple : "d'après la loi des gaz parfaits : $P \times V = n \times R \times T$ ".
Il ne faut pas écrire une formule directement, ni utiliser une expression du type :
"on a $P \times V = n \times R \times T$ "
ou : "on sait que $P \times V = n \times R \times T$ ".
- On ne doit pas écrire une suite de formules sans liens logiques. Il faut utiliser des liens du type "or", "car", "donc" ou les symboles \Rightarrow ou \Leftrightarrow
Par exemple, il ne faut pas écrire :
$$c = \frac{n}{V}$$
$$n = \frac{m}{M}$$
$$c = \frac{m}{M \times V}$$
$$m = c \times M \times V$$

Mais quelque chose comme :
la concentration est définie par $c = \frac{n}{V}$ or $n = \frac{m}{M}$ donc $c = \frac{m}{M \times V} \Leftrightarrow m = c \times M \times V$
- Les applications numériques doivent être détaillées ; les conversions nécessaires doivent apparaître explicitement.
Par exemple, si $m = 10$ g et $g = 9,81$ m \cdot s⁻², il ne faut pas écrire directement $P = m \times g = 0,098$ N
Il faut écrire : $P = m \times g$ avec $m = 0,010$ kg donc $P = 0,010 \times 9,81 = 0,098$ N
Ou à la limite : $P = m \times g = 0,010 \times 9,81 = 0,098$ N
- Il faut utiliser les notations de l'énoncé ou définir les grandeurs utilisées si elles ne sont pas fournies dans l'énoncé.
Par exemple, si on veut calculer la concentration c d'un réactif A introduit initialement dans un volume V à partir de sa quantité de matière, non définie dans l'énoncé, il ne faut pas écrire directement $c = \frac{n}{V}$
Mais : soit n_A la quantité initiale de réactif A ; alors $c = \frac{n_A}{V}$
Ou alors utiliser une notation très explicite : $c = \frac{n^{ini}(A)}{V}$
Remarque : des notations de nouvelles grandeurs peuvent aussi être introduites à l'aide d'un schéma (par exemple pour un angle de réfraction ou une distance...).
- Les résultats doivent être donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données de l'énoncé (ou au moins avec un nombre de chiffres significatifs "raisonnable" ; il ne faut pas recopier sans réfléchir tous les chiffres fournis par la calculatrice!).

2 Enoncé de l'exercice

On s'intéresse à la transformation chimique en phase gazeuse modélisée par la réaction d'équation :



On introduit jusqu'à la pression $P_1 = 6\,000$ Pa dans un récipient de volume constant $V = 2,00$ L initialement vide de l'oxyde d'azote NO initialement à la température $T_1 = 300$ K.

On ajoute ensuite dans ce récipient une masse $m(Br_2) = 300$ mg de dibrome. La température du mélange est portée à $T_2 = 333$ K. Une fois l'état d'équilibre établi, la pression totale dans le récipient est $P_2 = 8\,220$ Pa.

1. Calculer la quantité de matière de chaque composé introduit dans le récipient.
2. Calculer la quantité de matière totale à l'équilibre.
3. Dédire des questions précédentes l'avancement ξ_{eq} de la réaction à l'équilibre.
4. Calculer la pression partielle de chaque composé à l'équilibre.
5. Calculer la constante d'équilibre de la réaction à la température T_2 .

Données :

Les gaz sont supposés parfaits et on rappelle la constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Masse molaire du dibrome : $M(Br_2) = 159,81 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

CORRECTION DU DM1

1/ D'après la loi des gaz parfaits, dans l'état initial :

$$P_1 V = n_{(NO)}^{ini} \times R T_1 \quad \Leftrightarrow \quad n_{(NO)}^{ini} = \frac{P_1 V}{R T_1}$$

avec $\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 6000 \text{ Pa} \\ V = 2,00 \text{ L} = 2,00 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T_1 = 300 \text{ K} \end{array} \right.$

donc $n_{(NO)}^{ini} = \frac{6,000 \times 10^3 \times 2,00 \times 10^{-3}}{8,314 \times 300} = 4,81 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (3 c.s.)

Pour le dibrome Br_2 : $m_{(Br)} = n_{(Br_2)}^{ini} \times M_{(Br_2)}$

$$\Leftrightarrow n_{(Br_2)}^{ini} = \frac{m_{(Br_2)}}{M_{(Br_2)}} = \frac{300 \times 10^{-3}}{159,81} = 1,88 \times 10^{-3} \text{ mol}$$
 (3 c.s.)

3/

	$2NO(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$			$n_{\text{totale de gaz}}$
Etat initial	$n_{(NO)}^{ini}$	$n_{(Br_2)}^{ini}$	0	$n_{(NO)}^{ini} + n_{(Br_2)}^{ini}$
Etat final	$n_{(NO)}^{ini} - 2\xi_f$	$n_{(Br_2)}^{ini} - \xi_f$	$2\xi_f$	$n_{(NO)}^{ini} + n_{(Br_2)}^{ini} - \xi_f$

Conseil : dès qu'un équilibre chimique fait intervenir des espèces gazeuses (pas forcément toutes à l'état gazeux), il est judicieux d'ajouter une colonne avec le nombre total de moles de gaz (et uniquement de gaz) afin d'aider pour les calculs des fractions molaires et des pressions partielles.

$$n_{\text{totale}}^{\text{final}} = (n_{(NO)}^{ini} - 2\xi_f) + (n_{(Br_2)}^{ini} - \xi_f) + 2\xi_f = n_{(NO)}^{ini} + n_{(Br_2)}^{ini} - \xi_f$$

$$\Leftrightarrow \xi_f = n_{(NO)}^{ini} + n_{(Br_2)}^{ini} - n_{\text{totale}}^{\text{final}}$$

$$= 4,81 \times 10^{-3} + 1,88 \times 10^{-3} - 5,94 \times 10^{-3} = 0,75 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

(2 décimales)

2/ D'après la loi des gaz parfaits, dans l'état final :

$$P_2 V = n_{\text{totale}}^{\text{final}} \times R T_2 \Leftrightarrow n_{\text{totale}}^{\text{final}} = \frac{P_2 V}{R T_2} = \frac{8220 \times 2,00 \times 10^{-3}}{8,314 \times 333} = 5,94 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

4/ Par définition, la pression partielle P_i du gaz (i) est égale à :

$$P_i = x_i P_{\text{totale}} = \frac{n_i}{n_{\text{totale}}} P_{\text{totale}}$$

donc dans l'état final :

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{eq}}(\text{NO}) = \frac{n_i^{\text{ini}}(\text{NO}) - 2\xi}{n_{\text{totale}}^{\text{final}}} \times P_2 = 4,6 \times 10^3 \text{ Pa} = 4,6 \times 10^{-2} \text{ bar} \\ P_{\text{eq}}(\text{Br}_2) = \frac{n_i^{\text{ini}}(\text{Br}_2) - \xi}{n_{\text{totale}}^{\text{final}}} \times P_2 = 1,6 \times 10^3 \text{ Pa} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ bar} \\ P_{\text{eq}}(\text{NOBr}) = \frac{2\xi}{n_{\text{totale}}^{\text{final}}} \times P_2 = 2,1 \times 10^3 \text{ Pa} = 2,1 \times 10^{-2} \text{ bar} \end{array} \right. \quad (\text{c.c.})$$

5) La constante d'équilibre est par définition égale à :

$$K = Q_{1, \text{eq}} = \frac{a_{\text{eq}}^2(\text{NOBr})}{a_{\text{eq}}^2(\text{NO}) \times a_{\text{eq}}(\text{Br}_2)} = \frac{\left(\frac{P_{\text{eq}}(\text{NOBr})}{P^0}\right)^2}{\left(\frac{P_{\text{eq}}(\text{NO})}{P^0}\right)^2 \times \left(\frac{P_{\text{eq}}(\text{Br}_2)}{P^0}\right)}$$

$$\Leftrightarrow K = \frac{P_{\text{eq}}^2(\text{NOBr})}{P_{\text{eq}}^2(\text{NO}) \times P_{\text{eq}}(\text{Br}_2)} \times (P^0) \quad \text{avec } P^0 = 1 \text{ bar}$$

ou $K = \frac{P_{\text{eq}}^2(\text{NOBr})}{P_{\text{eq}}^2(\text{NO}) \times P_{\text{eq}}(\text{Br}_2)}$ en précisant que les pressions doivent être en bar.

A.N : $K \approx 13$ (c.c.)