

TD T1 : États de la matière et description d'un système

Données :

- Masses molaires atomiques :

Elément	H	C	O	Na	S	Cl	Fe
M (g · mol ⁻¹)	1,0	12,0	16,0	23,0	32,1	35,5	55,8
- Masses volumiques à 20°C : $\rho_{eau} = 1,00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ $\rho_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 0,789 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Application directe du cours

Exercice 1: La pâte à crêpes ■□□□

On considère une pâte à crêpes dont la recette comporte 500g de farine, 1kg de lait et 3 œufs de 60g chacun.

- 1) Préciser la nature de ce système.
- 2) Préciser les fractions massiques de chaque espèce.
- 3) Vérifier la cohérence des réponses.

Exercice 2: Proportions dans le gaz naturel ■□□□

Un gaz naturel contient 90% de méthane, 5,0% d'éthane, 1% de propane, 0,20% de butane, 2,2 % de diazote et 1,4 % de dioxyde de carbone. Calculer la quantité de matière de chaque constituant contenue dans 500 moles de ce gaz.

Exercice 3: Préparation d'une solution ionique ■□□□

Un volume $V = 500 \text{ mL}$ de solution aqueuse est préparé en dissolvant dans le volume suffisant d'eau :

- 150,0 mmol d'acide chlorhydrique ($\text{H}^+ + \text{Cl}^-$);
- 13,5 g de chlorure de fer (III) hexahydraté $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;
- 20,0 g de sulfate de fer (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Déterminer la concentration des espèces en solution en considérant toutes les dissolutions comme totales.

Réponses : $[\text{Fe}^{3+}] = 0,300 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $[\text{Cl}^-] = 0,600 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $[\text{H}^+] = 0,300 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,300 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 4: Pressions partielles ■□□□

On considère un mélange gazeux constitué de diazote et dioxygène dans une enceinte de 2,0 L à 25°C. La pression du mélange est de 385 hPa. On réussit à extraire le dioxygène de l'enceinte en y laissant le diazote. On mesure alors $P' = 250 \text{ hPa}$, toujours à 25°C. Calculer les fractions et quantités de matière en dioxygène et diazote.

Exercice 5: Mélange de gaz parfaits ■□□□

On mélange 1,0 mol de CO_2 avec 3,0 mol de O_2 sous une pression totale de 1,0 bar et à 25°C. Déterminer les pressions partielles de chacun des gaz et calculer le volume de l'enceinte.

Exercice 6: Le glaçon dans l'eau

■■□□

On place dans un enceinte fermée et calorifugée un glaçon dans de l'eau liquide.

- 1) Quelles sont les grandeurs qu'il manque pour caractériser parfaitement le système total {eau liquide+glaçon} à l'état initial.
- 2) En vous plaçant tour à tour avec le glaçon comme système ou l'eau liquide, décrire les phénomènes qui vont se passer sur le système.

Exercice 7: Composition d'un sirop

■■□□

Un sirop contient entre autres, pour 50 g au total, 29,45 g de sucres, 18,6 g d'eau, 3,01 mg de sel, 0,0845 g d'alcool, 8 μg de vitamine A et 5,9 mg de vitamine C.

- 1) Calculer la fraction massique de chacun des constituants du sirop.
- 2) Comment peut-on qualifier un tel mélange ?
- 3) On mélange 10g de ce sirop dans 250 mL d'eau. Calculer les concentrations en masse du sirop dilué.

Exercice 8: Mélange de composé aromatiques

■■□□

25 mL de benzène ($d_B = 0,88$, $M_B = 78,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) sont mélangés à 50 mL de toluène ($d_T = 0,87$, $M_T = 92,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$). Déterminer les fractions molaires et massiques des composants du mélange.

Réponses : $x_B = 0,37$ $x_T = 0,63$ $\omega_B = 0,33$ $\omega_T = 0,67$

Pour réfléchir un peu plus

Exercice 9: Solution aqueuse d'acide méthanoïque

■■□□

On cherche à préparer une solution aqueuse d'acide méthanoïque à $1,00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On dispose pour cela d'acide méthanoïque pur et d'eau distillée. Préciser le protocole à mettre en œuvre pour obtenir 250 mL de la solution considérée.

Données :

- $M_{\text{MeOOH}} = 46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $d_{\text{MeOOH}} = 1,22$

Réponse : $V = 9,43 \text{ mL}$

Exercice 10: Solution aqueuse de soude

■■□□

Déterminer la concentration molaire d'une solution aqueuse de soude à 5,0% en masse de densité $d_{\text{Soude},5\%} = 1,05$.

Réponse : $[\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] = 1,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 11: Solution aqueuse d'acide sulfurique

■■□□

Une solution d'acide sulfurique concentrée (et fumant) correspond à une fraction massique de H_2SO_4 dans l'eau égale à 95% . Déduire la densité de cette solution sachant que la concentration est de $17,8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La masse molaire de l'acide sulfurique est $98,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Réponse : $d_S = 1,84$

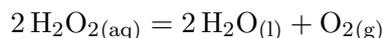
Exercice 12: Étude de la mer morte

■■□□

La densité de la mer morte vaut 1,24 pour un pourcentage en masse de chlorure de sodium de 27,5%. En déduire la concentration molaire en ion sodium dans l'eau. **Réponse :** $[\text{Na}^+] = 5,83 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 13: Etude de l'eau oxygénée

L'eau oxygénée, H_2O_2 , est un composé qui n'est pas stable et qui se décompose lentement selon la réaction :

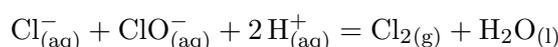


Elle est vendue dans des flacons dont l'indication est le *volume*. Il s'agit du volume maximal, en litres, de dioxygène dégagé par 1 L de la solution sous 1 bar et à $T = 20^\circ\text{C}$. Déterminer la concentration d'une eau oxygénée dite à 110 volumes.

Réponse : $[\text{H}_2\text{O}_2] = 9,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 14: Etude de l'eau de Javel

L'eau de Javel est composée à part égales d'ions chlorures Cl^- et d'ions hypochlorites ClO^- . Seuls les ions sont ClO^- actifs. Il ne faut jamais acidifier de l'eau de Javel sous peine de risquer un dégagement de dichlore, gaz très toxique, selon la réaction :



On désigne le degré chlorométrique d'une solution concentrée d'eau de Javel comme le volume exprimé en litre de dichlore gazeux qui peut être libéré par l'addition d'acide chlorhydrique en quantité non limitante à un litre d'eau de Javel dans les conditions normales de température et de pression (273 K et 1,013 bar). Déterminer le degré chlorométrique d'une solution commerciale d'eau de Javel à 9,60 % en pourcentage massique de ClO^- , aussi appelé chlore actif. On précise que la densité de l'eau de Javel à 10% vaut 1,158.

Données :

— $M_{\text{ClO}^-} = 51,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

— $d_{\text{Javel}} = 1,158$

Réponses : 48,4°

Exercice 15: Concentration de l'eau... dans l'eau

Déterminer la concentration de l'eau dans l'eau.

Réponse : $[\text{H}_2\text{O}] = 55,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 16: Solution alcoolique

On souhaite préparer un mélange d'eau et d'éthanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) de degré alcoolique 14,0°. Pour ce faire, on introduit 14,0 mL d'éthanol dans une fiole jaugée de volume de 100 mL et on complète au trait de jauge avec de l'eau distillée, tout en agitant régulièrement. On mesure une masse volumique de $0,980 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ pour cette solution à 20°C . Déterminer la fraction massique en éthanol de cette solution, sa fraction molaire et sa concentration.

Réponses : $\omega_{\text{Eth}} = 0,113$ $x_{\text{Eth}} = 0,0471$ $C_{\text{Eth}} = 2,39 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 17: Fraction molaire dans une solution de chlorure de sodium

On considère une solution de chlorure de sodium (Na^+, Cl^-) à $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Sa densité vaut 1,05. Déterminer la fraction molaire en eau, en Na^+ et en Cl^- .

Exercice 18: Vol et dilution

Dans l'épisode 5 de la cinquième saison de Breaking Bad, Walter et Jesse veulent dérober de la méthylamine CH_3NH_2 (qui est en fait une solution aqueuse de méthylamine à 40 % en masse, de densité $d = 0,897$, $M_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = 31 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) en siphonnant une partie du contenu de la citerne d'un train. La citerne a une contenance totale de 91000 L. Pour éviter que l'on ne se rende compte du vol lors de la pesée des wagons à l'arrivée du train, ils décident de prélever 3785 L de la solution de méthylamine et d'ajouter 3408 L

d'eau. Walter précise à l'un de ses complices que l'opération va conduire à une dilution de 4 % de la solution initiale.

- 1) Vérifier que la valeur du volume d'eau ajouté est correcte.
- 2) Même question pour la dilution.

Exercice 19: Étude de la respiration



On considère un individu qui respire normalement. Estimer le nombre de molécules puis la masse de dioxygène absorbées par son organisme en 1h. On précise que la pression partielle en dioxygène de l'air expiré vaut 153 mbar.

Réponses : $N = 2,39 \cdot 10^{24}$ $m_{\text{O}_2} = 127 \text{ g}$

Exercice 20: Nostalgie



Clément joue sur l'anse du souffleur. Il remplit un petit sceau d'eau de mer. Adulte, 20 ans plus tard, il revient et re-remplit le même sceau. En supposant une homogénéisation complète de la mer, estimer combien de molécules étaient dans le sceau de Clément aux deux moments de sa vie.

Réponse : $N = 2,5 \cdot 10^8$

Données :

- Surface de la mer des Caraïbes : 2 640 000 km²
- Profondeur moyenne : 2000 m (estimation)