

Votre  
numéro

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2024**  
**NIVEAU I ELEVES DE 5<sup>ème</sup> ANNEE**

**DEUXIEME EPREUVE**

Avec le soutien de :



L'ACLg, Association des Chimistes de l'ULiège  
L'ACL, Association des Chimistes de l'UCL  
L'AScBr, Association des scientifiques de l'ULB



ACLg



abbvie



Chères amies, Chers amis chimistes,

Nous vous félicitons pour votre participation à cette Olympiade.

**INSTRUCTIONS**

**INDIQUEZ VOTRE NUMÉRO SUR CHACUNE DES FEUILLES S.V.P.**

Cette deuxième épreuve de l'Olympiade est notée sur **100 points** et comprend **4 problèmes principaux et 1 problème subsidiaire**.

La note du problème n°5 ne sera prise en compte que dans l'hypothèse où il faudrait départager les **ex-æquo** en vue de l'EOES (European Olympiad of Experimental Science).

Vous avez **2 heures** pour réaliser votre travail ; vous pouvez utiliser une machine à calculer non programmable, mais aucun autre document personnel.

Répondez à chacun des problèmes **sur la feuille où figure l'énoncé** et indiquez vos réponses finales **dans les cadres prévus à cet effet**. Seules les réponses **accompagnées d'un raisonnement** seront prises en compte.

Indiquez votre raisonnement ainsi que vos calculs d'une manière **claire, dépouillée et schématique**. Indiquez clairement les **unités** utilisées. Vous pouvez présenter vos résultats intermédiaires sous forme arrondie mais veillez à conserver les **nombre intermédiaires dans la mémoire de la machine** et à les utiliser dans leur intégralité.

Utilisez le formalisme suivant pour désigner les grandeurs, variables et substances concernées ; par exemple :  $m_{\text{NaOH}} = 10,1 \text{ g}$  ou bien,  $m(\text{NaOH}) = 10,1 \text{ g}$

Veillez prendre connaissance des règles de corrections suivantes :

- Réponse valable mais erreur d'arrondi dans les calculs intermédiaires : - 2 points
- Erreur d'arrondi sur la réponse finale : - 2 points
- Erreur de chiffres significatifs sur la réponse finale : - 2 points

**Détachez cette première feuille et conservez-la en vue de la diffusion des résultats. Bon travail !**

Afin de remplir un accumulateur de voiture, on souhaite préparer 1,30 L d'une solution diluée d'acide sulfurique à 37 % en masse et de masse volumique égale à 1,28 g/cm<sup>3</sup>. Pour ce faire, on dispose d'une solution concentrée d'acide sulfurique à 98 % en masse et de masse volumique égale à 1,84 g/cm<sup>3</sup> et d'eau distillée.

a) Quelle est la concentration molaire de la solution diluée ?

**RÉPONSE** (5 pts) :  $c(\text{solution diluée})$  : ..... mol/L (3 chiffres significatifs)

b) Quelle est la concentration molaire de la solution concentrée ?

**RÉPONSE** (5 pts) :  $c(\text{solution concentrée})$  : ..... mol/L (3 chiffres significatifs)

c) Quel volume de cette solution concentrée faudra-t-il utiliser ?

**RÉPONSE** (10 pts) :  $V(\text{solution concentrée})$  : ..... mL (3 chiffres significatifs)

d) Quel volume d'eau distillée faudra-t-il ajouter ?

**RÉPONSE** (5 pts) :  $V(\text{eau distillée})$  : ..... mL (3 chiffres significatifs)

$A_r$  : **H** : 1,01 - **O** : 16,0 - **S** : 32,1

Pour produire du zinc, on procède d'abord, dans des fours, au grillage du sulfure de zinc (ZnS).

α) Cette opération produit de l'oxyde de zinc (ZnO) et du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

β) Dans un deuxième étape du procédé, le ZnO issu du grillage sera réduit en zinc métallique en le faisant réagir avec du charbon (C) avec production de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

a) Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de ces deux réactions.

α) EQUATION (4 pts) :

β) EQUATION (4 pts) :

b) Pour ce qui concerne la réaction α, quel est le volume d'air, stœchiométrique, nécessaire au grillage d'une tonne de sulfure de zinc ? On considérera que la composition de l'air est de 4 volumes de N<sub>2</sub> pour 1 volume de O<sub>2</sub> et que les opérations se passent dans les conditions normales de température et de pression.

RÉPONSE (6 pts) : : V(air) = ..... m<sup>3</sup> (4 chiffres significatifs)

c) Quelle sera, à la sortie des fours, la composition (% en volume) du mélange gazeux issu de la réaction complète et stœchiométrique ?

RÉPONSE (5 pts) : %(N<sub>2</sub>) = ..... % (2 chiffres significatifs)

%(O<sub>2</sub>) = ..... % (1 chiffre significatif)

%(SO<sub>2</sub>) = ..... % (2 chiffres significatifs)

d) On utilise, industriellement, un volume d'air double du volume stœchiométrique. Dans ces conditions, quelle sera, à la sortie des fours, la composition (% en volume) du mélange gazeux issu de la réaction complète ?

RÉPONSE (6 pts) : %(N<sub>2</sub>) = ..... % (2 chiffres significatifs)

%(O<sub>2</sub>) = ..... % (2 chiffres significatifs)

%(SO<sub>2</sub>) = ..... % (1 chiffre significatif)

Ar : C : 12,0 - O : 16,0 - S : 32,1 - Zn : 65,4 ; V<sub>m</sub> = 22,4 L/mol (C.N.T.P.)

Pour préparer un cristal géant de sulfate de cuivre pentahydraté ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), le mode opératoire ci-dessous est suivi :  
 Préparer 100 mL de solution saturée par dissolution de 40 g de ce sel dans de l'eau déminéralisée chaude, laisser refroidir jusqu'à température ambiante ( $20^\circ\text{C}$ ). Un cristal apparaît et grossit au fur et à mesure que la solution s'appauvrit en ions.  
 Au bout de 2 jours, considérant que la solution est épuisée, on retire le cristal et on le plonge dans une solution identique, fraîchement préparée. Cette opération est répétée durant un mois de manière à obtenir un cristal de taille satisfaisante, ce qui signifie que 15 solutions fraîches auront été utilisées.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Sulfate\\_de\\_cuivre#/media/Fichier:Copper\\_sulfate.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sulfate_de_cuivre#/media/Fichier:Copper_sulfate.jpg)

La solubilité du  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en fonction de la température est donnée dans le tableau suivant :

Température ( $^\circ\text{C}$ )	20	40	60	80	100
Solubilité (g/L)	207	285	400	550	745

a) Quelle la concentration molaire des solutions ainsi préparées ?

**RÉPONSE** (10 pts) :  $c(\text{solutions}) = \dots\dots\dots \text{mol/L}$  (3 chiffres significatifs)

b) A quelle température minimale faut-il porter la solution pour s'assurer que l'ensemble du sel soit dissous ?

**RÉPONSE** (5 pts) :  $t = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$

c) Quelle masse maximale de cristal peut-on espérer obtenir au terme d'une opération ?

**RÉPONSE** (5 pts) :  $m(\text{cristal}) = \dots\dots\dots \text{g}$  (3 chiffres significatifs)

d) Quelle sera la masse du cristal au terme d'un mois d'opérations ?

**RÉPONSE** (5 pts) :  $m(\text{cristal}) = \dots\dots\dots \text{g}$  (3 chiffres significatifs)

$A_r$  : **H** : 1,01 - **O** : 16,0 - **S** : 32,1 - **Cu** : 63,5

Deux récipients jointifs sont mis en communication en ouvrant une vanne. Le premier récipient, d'un volume de 0,250 L, contient du monoxyde d'azote gazeux à la pression de 800 Torr et à la température de 220 K ; le second, d'un volume de 0,100 L, contient du dioxygène gazeux à la pression de 600 Torr et à la température de 220 K. Les gaz se mélangent de manière homogène et réagissent pour former du N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> solide. La réaction est poursuivie jusqu'à épuisement de l'un des deux réactifs.

a) Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction.

EQUATION (5 pts) :

b) Après réaction complète, quel sera le gaz qui restera en excès ? Donnez sa formule.

RÉPONSE (5 pts) : .....

c) Après réaction complète quelle sera, à 220 K, la pression totale au sein de l'ensemble des deux récipients ?

RÉPONSE (10 pts) :  $p$  totale = ..... Torr (3 chiffres significatifs)

d) Après réaction complète, quelle sera la masse de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> formée ?

RÉPONSE (5 pts) :  $m(\text{N}_2\text{O}_4)$  = ..... g (3 chiffres significatifs)

$A_r$  : **H** : 1,01 - **C** : 12,0 - **O** : 16,0 - **N** : 14,0 ;  $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$  ;  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} = 0,0821 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Le millimètre de mercure (mmHg) ou torr (Torr) est une unité de mesure de pression.

Un torr vaut 1/760 d'une atmosphère (atm), soit environ 133,322 pascals (Pa).

**PROBLÈME SUBSIDIAIRE DESTINÉ À DÉPARTAGER LES EX-AEQUO**

L'élément magnésium dont la masse atomique relative est égale à 24,305 possède trois isotopes,  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{25}\text{Mg}$ , et  $^{26}\text{Mg}$  dont les masses atomiques relatives sont respectivement :

$$^{24}\text{Mg} : 23,985 - ^{25}\text{Mg} : 24,986 - ^{26}\text{Mg} : 25,983$$

Sachant que l'abondance naturelle du  $^{24}\text{Mg}$  est de 78,992 %, calculez l'abondance naturelle des deux autres isotopes.

<b><u>REPONSE :</u></b>	Abondance $^{25}\text{Mg}$ =	%	(5 chiffres significatifs)
	Abondance $^{26}\text{Mg}$ =	%	(5 chiffres significatifs)

**BROUILLON**