



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2024
NIVEAU I ELEVES DE 5^{ème} ANNEE

PREMIERE 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



Chères amies, Chers amis chimistes,

Nous vous remercions de votre participation à cette Olympiade qui mènera l'un ou l'une d'entre vous à l'EOES (European Olympiad of Experimental Science).

Bon travail !

INSTRUCTIONS

Cette première épreuve est cotée sur 100 points et comprend 19 questions.

Vous avez deux heures pour répondre.

Vous pouvez utiliser une machine à calculer non programmable mais aucun document personnel.

	Ia	IIa		IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	O
1	1 2,1 H 1,01								2 He 4,00
2	3 1,0 Li 6,94	4 1,5 Be 9,01		5 2,0 B 10,81	6 2,5 C 12,01	7 3,0 N 14,01	8 3,5 O 16,00	9 4,0 F 19,00	10 Ne 20,18
3	11 0,9 Na 22,99	12 1,2 Mg 24,31		13 1,5 Al 26,98	14 1,8 Si 28,09	15 2,1 P 30,97	16 2,5 S 32,07	17 3,0 Cl 35,45	18 Ar 39,95
4	19 0,8 K 39,10	20 1,0 Ca 40,08		31 1,6 Ga 69,72	32 1,8 Ge 72,60	33 2,0 As 74,92	34 2,4 Se 78,96	35 2,8 Br 79,90	36 Kr 83,80

Par Gaëlle Dintilhac, Sandrine Lenoir, Véronique Lonny, Liliane Merciny, René Cahay, Jacques Furnémont, Damien Granatorowicz et Sébastien Mothy.

A. CULTURE GENERALE ET SCIENTIFIQUE

1. Le Prix Nobel de Chimie 2023 a été décerné à Mounji Bawendi, Louis Brus et Aleksey Yekimov. Que récompense-t-il ? Entourez la bonne réponse.

3 pts

- 1) La découverte du polonium et du radium.
- 2) La découverte et la synthèse de quantum dots (nanocristaux semi-conducteurs).
- 3) La méthode utilisant le carbone-14 pour déterminer l'âge d'un objet en histoire ou en archéologie.
- 4) L'invention des batteries lithium-ion.

2. Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS), largement utilisées, sont très persistantes dans notre environnement et dans notre corps. Parmi ces composés, lequel appartient à la classe des PFAS ? Entourez la bonne réponse.

3 pts

- | | |
|--|---|
| 1) CaF_2 . | 2) $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$. |
| 3) $\text{C}_8\text{F}_{15}\text{O}_2\text{H}$. | 4) H_2SiF_6 . |

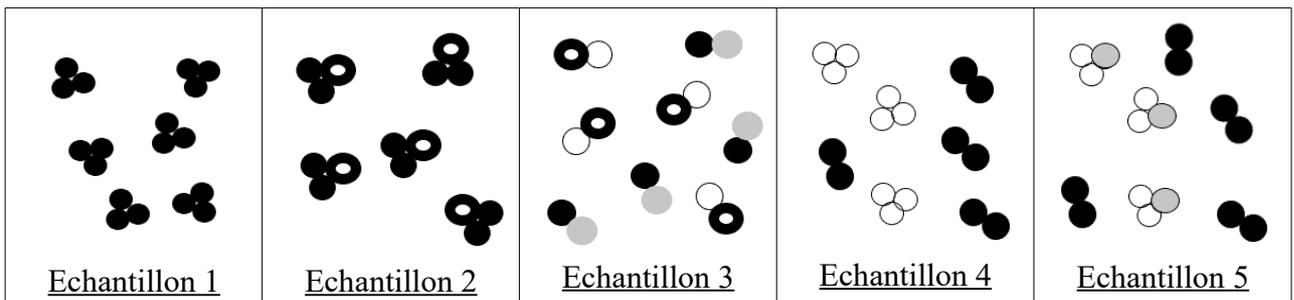
3. Qui suis-je ? Indiquez le nom ou le symbole de l'élément.

4 pts

- a)(1 pt) Je suis l'élément minéral majoritaire dans les os : Réponse :
- b)(1 pt) Je suis le seul métal liquide à température ambiante : Réponse :
- c)(1 pt) Moins dense que l'air, je suis utilisé pour gonfler les ballons de baudruche : Réponse :
- d)(1 pt) Je suis l'élément principal dans les alliages de laiton et de bronze : Réponse :

4. Pour chacun des échantillons de matière présentés ci-dessous, indiquez en cochant la case correspondante, si l'on a affaire à un corps pur ou un mélange et précisez combien de corps simples et de corps composés différents sont représentés dans chaque échantillon.

5 pts



	<u>Corps pur</u>	<u>Mélange</u>	<u>Nombre(s) de corps simples différents</u>	<u>Nombre(s) de corps composés différents</u>
<u>Echantillon 1</u>				
<u>Echantillon 2</u>				
<u>Echantillon 3</u>				
<u>Echantillon 4</u>				
<u>Echantillon 5</u>				

B. STRUCTURE ATOMIQUE ET MOLECULAIRE

5. Complétez le tableau ci-dessous.

6 pts

Symbole de l'entité (ion ou atome)	Ga ³⁺			
Nombre Z		16	10	
Nombre de masse	70			75
Charge		-2		+5
Nombre d'électrons	28		10	
Nombre de neutrons		16	12	42

6. Parmi les propositions suivantes, laquelle est correcte pour les protons d'un ion ? Entourez la bonne réponse.

5 pts

- 1) Ils ne contribuent pas à la charge de l'atome.
- 2) Ils différencient par leur nombre les isotopes d'un élément.
- 3) Ils tournent autour du noyau sur une trajectoire elliptique.
- 4) Ils sont présents dans le noyau en nombre égal au nombre d'électrons.
- 5) Ils contribuent à la charge du noyau.

7. Un ion est porteur d'une charge élémentaire (+e). Le cortège électronique qui entoure son noyau porte une charge globale, $q = -1,6 \cdot 10^{-18} \text{ C}$ (Coulomb). La charge élémentaire (e) est définie comme la charge d'un proton, soit $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Déterminez la nature de cet ion ; indiquez sa formule.

5 pts

Réponse :

8. On considère les molécules suivantes :

5 pts

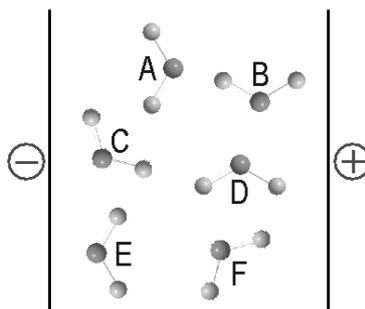
- 1) PCl₃.
- 2) NH₃.
- 3) HCN.
- 4) AlBr₃.
- 5) BH₂F.

Parmi, celles-ci, lesquelles sont de type AX₃ (géométrie triangulaire plane) ? Entourez la ou les bonnes réponses.

9. Les molécules représentées dans la figure ci-dessous sont des molécules d'eau placées dans un champ électrique. Identifiez celle qui est correctement représentée.

5 pts

Source : https://chimie.quebec/generale/tests_liaisons_chimiques/polarite_4.htm



Réponse :

E. NOMENCLATURE - EQUATIONS

10. Nommez les composés suivants :

5 pts

- a)(1 pt) NaF : Réponse :
- b)(1 pt) HNO₃ : Réponse :
- c)(1 pt) K₂Cr₂O₇ : Réponse :
- e)(1 pt) NaClO : Réponse :
- b)(1 pt) Au(OH)₃ : Réponse :

11. Donnez la formule des oxydes suivants et précisez s'ils possèdent un caractère acide ou basique (entourez la bonne réponse).

5 pts

- a)(1 pt) Oxyde de sodium : Réponse : Acide / Basique
- b)(1 pt) Hemipentoxyde d'azote : Réponse : Acide / Basique
- c)(1 pt) Trioxyde de soufre : Réponse : Acide / Basique
- d)(1 pt) Magnésie : Réponse : Acide / Basique
- e)(1 pt) Chaux vive : Réponse : Acide / Basique

12. Pondérez (équilibrez) les équations suivantes :

5 pts

- a)(1 pt) H₂O(l) + P₂O₅(s) → H₃PO₄(aq)
- b)(1 pt) CS₂(l) + O₂(g) → CO₂(g) + SO₂(g)
- c)(1 pt) Fe₂O₃(s) + CO(g) → Fe(s) + CO₂(g)
- d)(1 pt) H₂S(g) + O₂(g) → H₂O(l) + SO₂(g)
- e)(1 pt) FeCl₂(aq) + H₂S(g) → FeS(s) + HCl(aq)

F. QUANTITES DE MATIERE – STEOCHIOMETRIE

13. On prépare une solution en dissolvant 8,7 g de K₂HPO₄ dans 50 mL d'eau.

5 pts

- a) Calculez la masse molaire de ce sel (arrondissez à l'unité). Réponse : g/mol
- b) Quelle est la concentration massique de cette solution ? Réponse : g/L
- c) Quelle est la concentration molaire de cette solution ? Réponse : mol/L
- d) Combien de moles de K₂HPO₄ contiennent 25 mL de cette solution ? Réponse : mol
- e) Combien de moles d'ions K⁺ contiennent 25 mL de cette solution ? Réponse : mol

14. L'oxyde de cuivre(II) réagit complètement avec le carbone suivant la réaction :

12 pts



On réalise cette réaction en utilisant diverses quantités de réactifs reprises dans le tableau ci-dessous :

Proposition	Masse de CuO (g)	Masse de C (g)
1	8	3
2	4	0,3
3	16	0,6

$A_r \text{ Cu} = 64 \text{ g/mol}$.

a)(2 pts) Si on travaille selon la proposition 1, on peut dire que (entourez la bonne réponse) :

- 1) Les proportions stœchiométriques sont respectées.
- 2) Les proportions stœchiométriques ne sont pas respectées.

b)(2 pts) Si on travaille selon la proposition 2, les réactifs (entourez la bonne réponse) :

- 1) Sont en quantités stœchiométriques.
- 2) Ne sont pas en quantités stœchiométriques.

c)(2 pts) Les masses des produits obtenus sont identiques en travaillant selon les propositions (entourez la bonne réponse) :

- 1) 1 et 2.
- 2) 2 et 3.
- 3) 1 et 3.

d)(2 pts) Si on travaille selon la proposition 2, on obtient dans les conditions NTP (entourez la ou les bonnes réponses) :

- 1) 1,12 L de CO_2 .
- 2) 0,56 L de CO_2 .
- 3) 0,025 mol de CO_2 .
- 4) 0,1 mol de Cu.
- 5) 0,05 mol de Cu.

e)(4 pts) Si on travaille selon la proposition 3 :

- 1) La substance en excès est : Réponse :
- 2) La masse de substance en excès est : Réponse : g
- 3) La masse de cuivre obtenue est : Réponse : g
- 4) La masse de dioxyde de carbone obtenue est : Réponse : g

15. Un gaz, de densité égale à 2,24, présente les pourcentages massiques suivants : 55 % de chlore, 37,2 % de carbone et 7,8 % d'hydrogène.

5 pts

La densité d'un gaz s'exprime par rapport à la masse volumique de l'air, qui, dans les conditions NTP, est égale $1,29 \text{ g/dm}^3$; la masse molaire de l'air étant alors égale à 29 g/mol .

Déterminez la formule moléculaire de ce gaz. Entourez la bonne réponse.

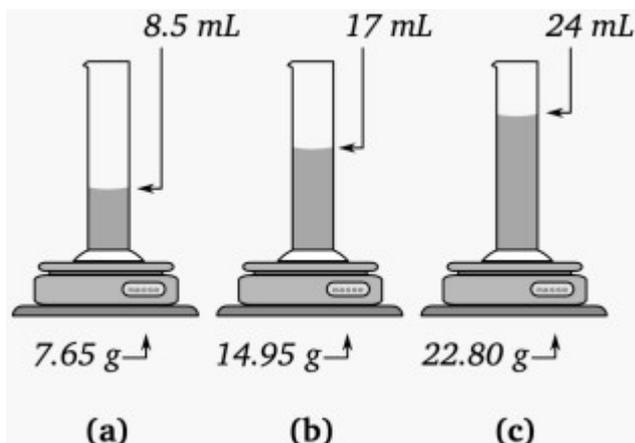
- 1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$.
- 2) $\text{C}_2\text{H}_7\text{Cl}$.
- 3) $\text{C}_4\text{H}_3\text{Cl}$.
- 4) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{Cl}_2$.
- 5) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$.

16. Les éprouvettes ci-dessous contiennent l'huile essentielle de trois plantes : basilic, lavande et arbre à thé (tea tree).

6 pts

On a mesuré la masse et le volume de chacune d'entre elles.

Les masses volumiques de ces substances sont les suivantes : basilic ($0,95 \text{ kg/dm}^3$) ; lavande ($0,88 \text{ kg/dm}^3$) ; arbre à thé ($0,90 \text{ kg/dm}^3$).



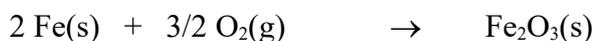
Déterminez la nature de l'huile contenue dans chaque éprouvette. Complétez le tableau ci-dessous.

Huile essentielle	Basilic	Arbre à thé	Lavande
Eprouvette			

H. ANALYSE DE GRAPHIQUES ET TEXTES

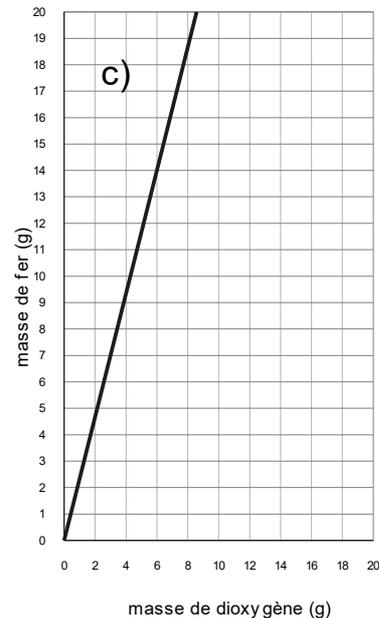
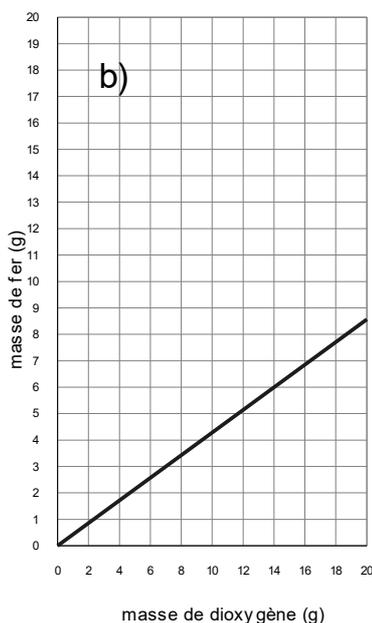
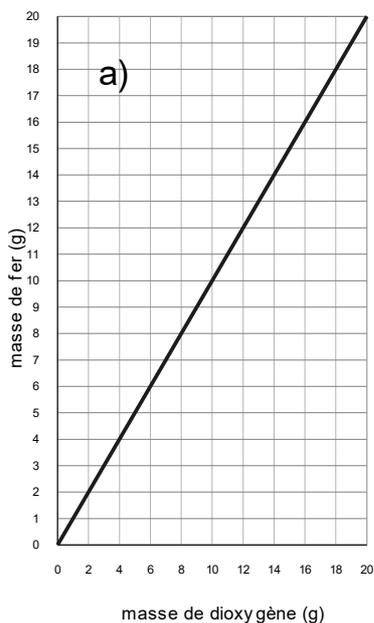
17. Le fer et le dioxygène réagissent pour former de l'oxyde de fer(III) dans le rapport de 112 g de fer pour 48 g de dioxygène.

5 pts



$A_r \text{ Fe} = 56 \text{ g/mol}$.

Désignez le graphique qui illustre la réaction stœchiométrique (sans excès, ni de l'un, ni de l'autre) entre le fer et le dioxygène. Entourez la lettre sur le bon graphique.



18. Le graphique suivant décrit le lien entre la température d'ébullition de quatre liquides et la pression atmosphérique s'exerçant sur eux.

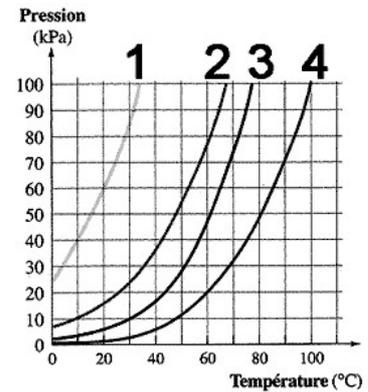
6 pts

a)(3 pts) Estimez la température d'ébullition du liquide 3, au niveau de la mer. Entourez la bonne réponse.

- 1) +/- 25 °C. 2) +/- 0 °C. 3) +/- 100 °C.
 4) +/- 75 °C. 5) +/- 35 °C.

b)(3 pts) Quel est le liquide le moins volatil ?

Entourez la bonne réponse sur le graphique.



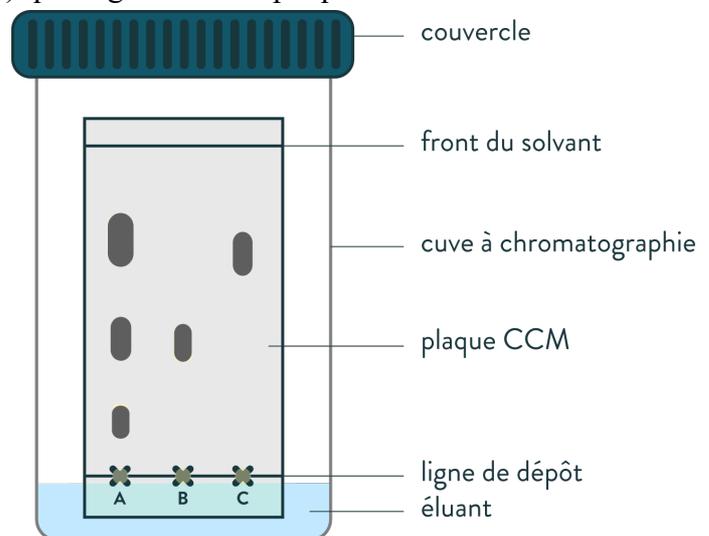
Source : https://chimie.quebec/generale/tests_liens_intermoleculaires/liens_intermoleculaires.htm

19. La technique de chromatographie sur couche mince (CCM) est une technique de séparation et de caractérisation d'un mélange (A) ou de substances pures (B et C) au moyen d'une plaque de silice (dioxyde de silicium) et d'un solvant (éluant) qui migre sur cette plaque.

5 pts

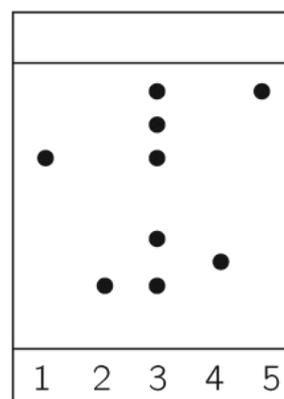
Chaque substance se déplacera de bas en haut, par capillarité, d'une manière caractéristique qui permettra de la repérer et de l'identifier. Le déplacement qu'elle subira dépendra de son affinité envers le support fixe et de sa solubilité dans le solvant qui l'entraîne vers le haut.

La technique consiste à placer sur la ligne de dépôt, les matières que l'on souhaite analyser et à laisser le processus se dérouler jusqu'à ce que le front du solvant atteigne le haut de la plaque.



Source : <https://www.schoolmouv.fr/savoir-faire/cuve-a-ccm/fiche-materiel>

Afin de connaître les vertus médicinales d'une espèce de menthe, on a procédé à une hydrodistillation, technique qui a consisté à faire bouillir dans l'eau des feuilles de menthe et à recueillir les vapeurs condensées. Le distillat organique que l'on obtient constitue l'huile essentielle de la plante. Afin d'en déterminer sa composition, on a réalisé une CCM de cette huile. On a également testé des substances pures dont on souhaitait vérifier la présence. Le chromatogramme ci-contre a été obtenu.



- 1 - Menthone
 2 - Menthol
 3 - Huile essentielle
 4 - Eucalyptol
 5 - Menthofurane

Source : <https://www.kartable.fr/ressources/physique-chimie/cours/extraction-separation-et-identification-despeces-chimiques-la-sante-le-sport/12047>

a)(2 pts) Cette huile essentielle est (entourez la bonne réponse) :

- 1) Un corps pur. 2) Un mélange.

b)(3 pts) La CCM a révélé la présence de plusieurs substances pures dans cette huile essentielle. Désignez les dans la légende du chromatogramme. Entourez les chiffres correspondants.



BROUILLON