



ACLg

OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2023

Mercredi 25 janvier 2023

1^{ère} épreuve – NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)

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 18 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, Alexandre Marée et Sébastien Mothy.

A. CULTURE GENERALE ET SCIENTIFIQUE

1. Indiquez le symbole ou la formule moléculaire des corps décrits ci-dessous.

5 pts

a)(1 pt) Universellement utilisé pour ses capacités à conduire le courant, il forme un alliage avec le zinc que l'on appelle laiton.

Réponse :

b)(1 pt) Il est présent à raison de 78 % dans l'air que nous respirons.

Il réagit avec le dihydrogène lors de la synthèse industrielle de l'ammoniac.

Réponse :

c)(1 pt) Il est le composant majeur des roches comme le marbre ou la pierre bleue.

Il réagit avec l'acide chlorhydrique en produisant un gaz.

Réponse :

d)(1 pt) Anciennement appelé vitriol, c'est un acide très corrosif.

Il entre dans la composition des batteries de voiture.

Réponse :

e)(1 pt) Son nom est associé au soleil, au sein duquel il est produit par la fusion nucléaire.

Ce gaz noble est, après l'hydrogène, l'élément le plus abondant de l'univers.

Réponse :

2. Complétez le tableau suivant (cochez les bonnes propositions).

6 pts

	<u>Mélange homogène</u>	<u>Mélange hétérogène</u>	<u>Corps pur</u>
Air			
Soupe avec croûtons			
Eau distillée pour le fer à repasser			
Eau à la grenadine			
Eau boueuse			
Oxygène médical (pureté 100 %)			

B. NOMENCLATURE

3. Complétez le tableau suivant.

6 pts

<u>Formule</u>	<u>Nom</u>
$\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$	
KH_2PO_4	
HClO_4	
	Hémioxyde d'iode
	Chromate de plomb(II)
	Hydrogénosulfite de potassium

C. STRUCTURE DE L'ATOME

4. Début du 19^{ème} siècle, John Dalton énonce sa théorie atomique.
Quelles sont ses hypothèses qui sont toujours considérées comme correctes aujourd'hui ?
Entourez la proposition correcte.

6 pts

- a)(1 pt) Au cours d'une réaction chimique, les atomes ne sont ni créés, ni détruits.
VRAI / FAUX
- b)(1 pt) Les atomes d'un élément ont les mêmes propriétés et la même masse.
VRAI / FAUX
- c)(1 pt) Les atomes d'éléments différents se distinguent par leur masse
et par leurs propriétés. VRAI / FAUX
- d)(1 pt) Les atomes peuvent s'associer et former une combinaison de deux
ou plus de deux atomes identiques ou différents. VRAI / FAUX
- e)(1 pt) Lors d'une réaction chimique, les atomes se séparent et se recombinent pour former
de nouvelles molécules. VRAI / FAUX
- f)(1 pt) Les atomes sont indivisibles. VRAI / FAUX

5. Le tableau ci-dessous désigne 4 entités avec leur nombre de protons, neutrons et électrons respectifs.

4 pts

	<u>Nombre de protons</u>	<u>Nombre de neutrons</u>	<u>Nombre d'électrons</u>
Entité A	3	3	2
Entité B	3	4	3
Entité C	4	6	2
Entité D	7	6	10

- a)(1 pt) Quelles entités sont isotopes d'un même élément ? Réponse :
- b)(1 pt) Quelles entités sont des ions ? Réponse :
- c)(1 pt) Combien d'éléments différents ce tableau comporte-t-il ? Réponse :
- d)(1 pt) Quelles entités ont la même structure électronique ? Réponse :

D. STRUCTURE DE LEWIS - CLASSIFICATION PERIODIQUE

6. Laquelle des formules suivantes ne respecte pas la règle de l'octet ?
Entourez la proposition incorrecte.

5 pts

- 1) AlF_3 2) LiBr 3) SiCl_3
4) CaSe 5) PCl_3

7. Répondez par vrai ou par faux aux propositions suivantes. Entourez la proposition correcte.

9 pts

- a) Les éléments situés dans la première colonne du tableau périodique ...
- 1)(1 pt) Constituent la famille des alcalino-terreux. VRAI / FAUX
 - 2)(1 pt) Forment facilement des cations. VRAI / FAUX
 - 3)(1 pt) Présentent un caractère métallique. VRAI / FAUX
- b) Les halogènes ...
- 1)(1 pt) Sont situés dans la 8ème colonne du tableau périodique. VRAI / FAUX
 - 2)(1 pt) Ont des atomes avec six électrons externes. VRAI / FAUX
 - 3)(1 pt) Donnent facilement des anions porteurs d'une charge élémentaire.
VRAI / FAUX
- c) L'hélium, le néon et l'argon ...
- 1)(1 pt) Ont huit électrons de valence. VRAI / FAUX
 - 2)(1 pt) Existents sous forme diatomique. VRAI / FAUX
 - 3)(1 pt) Ont une faible réactivité chimique. VRAI / FAUX

E. QUANTITES DE MATIERE - STOECHIMETRIE

8. Indiquez si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses. Entourez la proposition correcte.

6 pts

- a)(1 pt) Une solution est un mélange hétérogène. VRAI / FAUX
- b)(1 pt) Un soluté peut être solide, liquide ou gazeux. VRAI / FAUX
- c)(1 pt) Une solution saturée a atteint sa concentration maximale en soluté. VRAI / FAUX
- d)(1 pt) Il est possible de dissoudre la même masse de n'importe quel soluté dans un même volume de solvant. VRAI / FAUX
- e)(1 pt) La masse volumique d'une solution augmente avec sa concentration massique.
VRAI / FAUX
- f)(1 pt) Lorsqu'on divise une solution en deux parties égales, la valeur de la concentration des solutions obtenues est réduite de moitié. VRAI / FAUX

9. Lequel des échantillons suivants contient le plus d'atomes de Ca ?

Entourez la proposition correcte. ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

5 pts

- 1) 0,2 moles de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 2) 10 g de CaCl_2
- 3) 20 g de Ca
- 4) 0,3 mol d'atomes de Ca
- 5) $2,5 \cdot 10^{23}$ atomes de Ca

6 pts

10. Au laboratoire, pour préparer une solution diluée d'un composé, il est recommandé de préparer d'abord une solution plus concentrée ("solution stock") et de la diluer ensuite à l'aide d'eau déminéralisée.

En effet, les pesées à réaliser pour préparer directement la solution diluée peuvent impliquer des quantités trop faibles pour être mesurées avec précision à l'aide d'une balance.

Un professeur doit ainsi préparer une solution $5,00 \cdot 10^{-3}$ mol/L en quantité suffisante pour sa classe de 20 élèves qui auront besoin chacun de 2 volumes de 20,0 mL de cette solution diluée.

Par prudence, afin de parer à toute éventualité, ce chimiste a prévu d'augmenter de 25 % le volume minimal nécessaire à ses élèves.

Après avoir préparé 250 mL de solution stock de concentration 0,200 mol/L, il s'apprête à la réalisation de la solution diluée.

a)(2 pts) Quel volume total de solution diluée va-t-il préparer ?

Réponse : mL

b)(2 pts) Quel volume de solution stock doit-il prélever ?

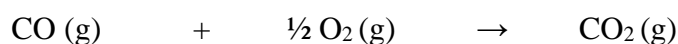
Réponse : mL

c)(2 pts) Quel volume d'eau de dilution doit-il ajouter ?

Réponse : mL

5 pts

11. Le monoxyde de carbone se combine au dioxygène pour former le dioxyde de carbone selon la réaction suivante :



Dans les conditions normales de température et de pression ($T = 0^\circ\text{C}$ et $p = 101325$ Pa), quel volume de dioxyde de carbone obtiendra-t-on au maximum par réaction entre 2 litres de monoxyde de carbone et 1 litre de dioxygène ? Entourez la proposition correcte. ($R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

1) 1 L

2) 2 L

3) 3 L

4) 4 L

5) 5 L

5 pts

12. On a mesuré la masse volumique d'un gaz dans les conditions normales de température et de pression. Celle-ci est égale à $1,43 \text{ g/dm}^3$.

Quelle est la formule de ce gaz ? Entourez la proposition correcte.

1) H_2

2) Cl_2

3) O_2

4) NO

5) SO_2

13. Le dioxyde de manganèse réagit avec le chlorure d'hydrogène selon l'équation ci-dessous :



a)(1 pt) Équilibrez (pondérez) cette équation.

b)(4 pts) On fait réagir 50,0 g de MnO_2 ($A_r(\text{Mn}) = 54,94$) avec un volume de 250 mL d'une solution de HCl de concentration 10,0 mol/L.
Quelle sera la concentration en HCl du milieu réactionnel une fois l'entièreté du MnO_2 consommé ? Entourez la proposition correcte.

- 1) 0,798 mol/L 2) 7,70 mol/L 3) 1,92 mol/L
4) 2,30 mol/L 5) 0,575 mol/L

F. EQUATIONS – TEXTES

14. Ecrivez les équations équilibrées (pondérées) correspondant aux réactions décrites ci-dessous.

5 pts

a)(1 pt) La décomposition thermique du chlorate de potassium est une méthode classique de préparation de l'oxygène au laboratoire. Cette réaction produit en outre du chlorure de potassium.

Equation :

b)(1 pt) La fabrication de l'eau de Javel s'effectue par réaction entre le dichlore et l'hydroxyde de sodium. L'hypochlorite de sodium est ainsi produit, accompagné de chlorure de sodium et d'eau.

Equation :

c) La synthèse industrielle de l'acide nitrique se déroule en trois étapes.

1)(1 pt) De l'ammoniac est d'abord oxydé par le dioxygène en présence d'un catalyseur pour former du monoxyde d'azote et de l'eau.

Equation :

2)(1 pt) Ensuite, du dioxyde d'azote se forme par réaction entre le monoxyde d'azote et le dioxygène.

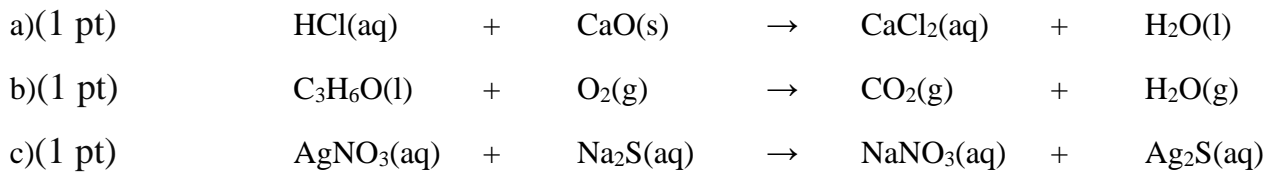
Equation :

3)(1 pt) Enfin, le dioxyde d'azote est dissous dans l'eau avec laquelle il réagit pour former du nitrate d'hydrogène et du monoxyde d'azote.

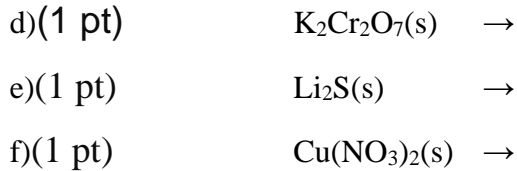
Equation :

15. Pondérez (équilibrez) les équations suivantes :

6 pts



Complétez et équilibrez (pondérez) les équations de dissociation ionique suivantes :



16. Le tableau suivant reprend les résultats obtenus en mélangeant deux solutions aqueuses.

2 pts

	$\text{I}_2\text{(aq)}$	$\text{Br}_2\text{(aq)}$	$\text{Cl}_2\text{(aq)}$
KI(aq)	Néant	Apparition d' I_2	Apparition d' I_2
KBr(aq)	Néant	Néant	Apparition de Br_2
KCl(aq)	Néant	Néant	Néant

Répondez par vrai ou faux (entourez la bonne réponse).

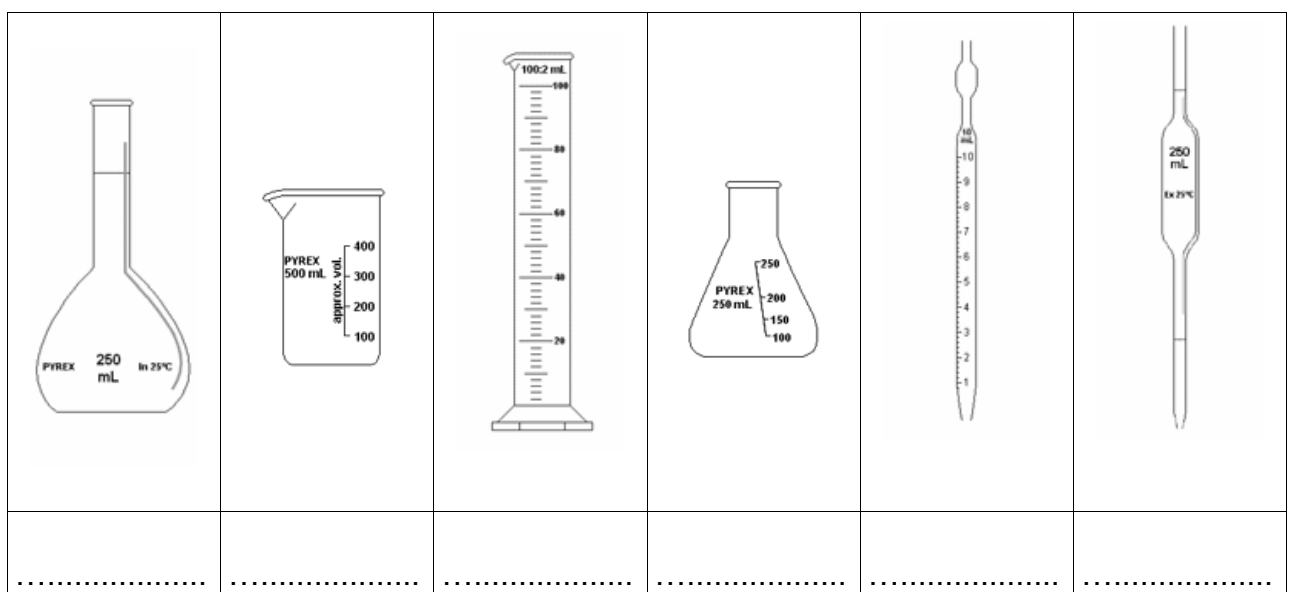
- a)(1 pt) Cl_2 est plus réactif que I_2 VRAI / FAUX
 b)(1 pt) Br_2 est plus réactif que Cl_2 VRAI / FAUX

G. MATERIEL

17. Nommez les instruments de laboratoire ci-dessous.

Source : <http://www.ostralo.net/materieldelabo/>

6 pts

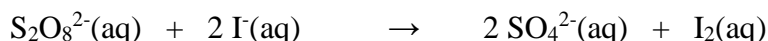


Eprouvette graduée - Pipette graduée - Bécher - Erlenmeyer - Pipette jaugée - Ballon jaugé

H. ANALYSE DE GRAPHIQUE

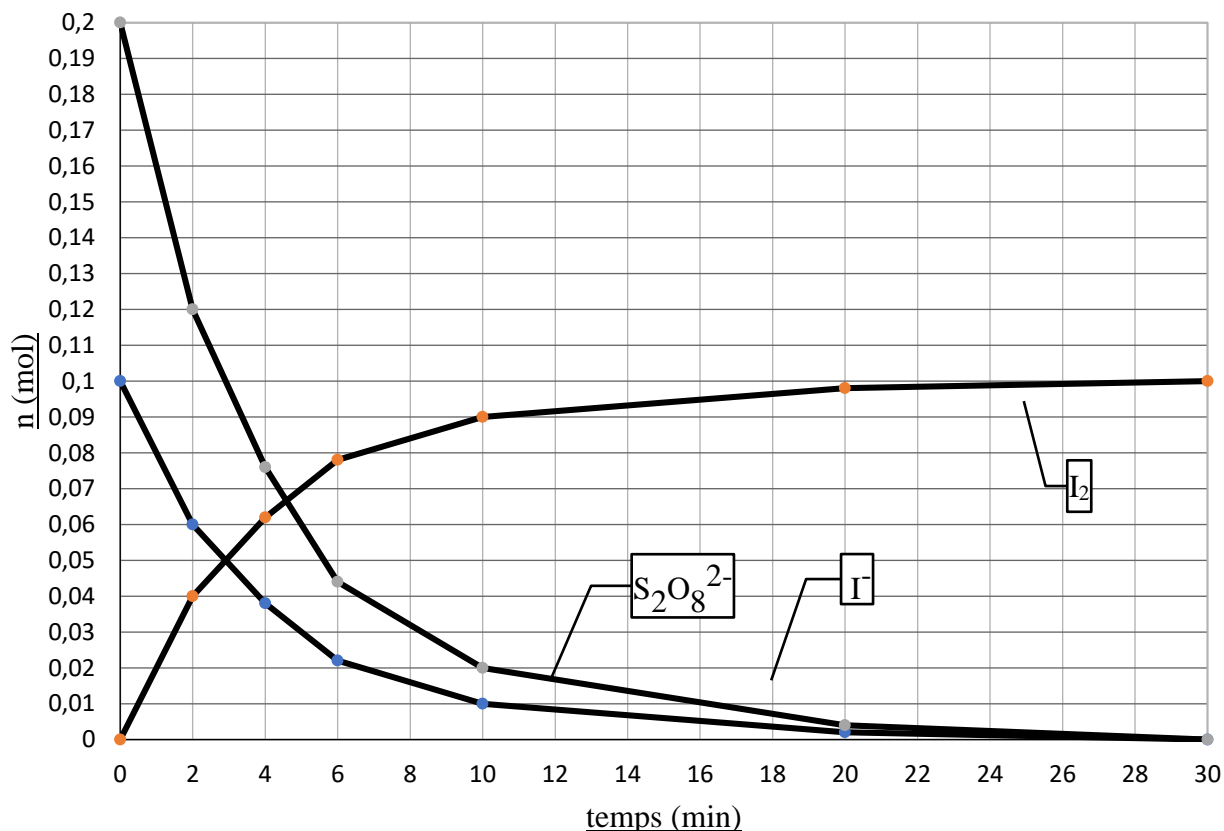
18. La réaction entre les ions peroxydisulfate et les ions iodure produit des ions sulfate et du diiode.

8 pts



Pour étudier la vitesse à laquelle se déroule cette réaction, on a dissous dans 500 mL d'eau déminéralisée, 0,100 mol de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ et 0,200 mol de KI. On a ensuite suivi l'évolution des réactifs et du diiode dans le milieu réactionnel en mesurant leurs quantités respectives après 2 min ; 4 min ; 6 min ; 10 min ; 20 min et 30 min de réaction.

Les résultats de l'expérience ont été rassemblés dans le graphique ci-dessous.



a)(2 pts) Calculez la quantité de diiode produit dans l'intervalle de temps [2 min ; 10 min].

Réponse : mol

b)(2 pts) Quelle est la concentration du milieu en ions iodure après 2 minutes de réaction ?

Réponse : mol/L

c)(2 pts) Quel est l'intervalle de temps au cours duquel la vitesse de la réaction est la plus élevée ?
Entourez la proposition correcte.

1) [0 min ; 2 min] 2) [2 min ; 4 min] 3) [4 min ; 6 min]

4) [6 min ; 10 min] 5) [10 min ; 20 min] 6) [20 min ; 30 min]

d)(2 pts) Tracez sur le graphique ci-dessus l'évolution exacte (par calcul) de la quantité d'ions sulfate (en mol) présents dans le milieu au cours du temps (de $t = 0$ min à $t = 30$ min).

Les ions sulfates sont absents du milieu au début de la réaction.