



Avec le soutien de :

La Wallonie
 La Communauté Germanophone de Belgique
 La Région de Bruxelles - Capitale
 Fédération Wallonie-Bruxelles
 ULiège et Réjouissances
 ULB et Inforsciences
 UNamur et Atout Sciences
 UCLouvain et Science infuse
 UMONS et Sciences et Techniques au Carré
 ACL, l'Association des Chimistes de l'UCL
 A.Sc.Br., l'Association des scientifiques de l'ULB

WALLONIE-BRUXELLES INTERNATIONAL
 FONDS ERNEST SOLVAY
 CO-VALENT
 DE BOECK UNIVERSITE
 GSK
 DUNOD
 EURO SPACE CENTER
 SOLVAY S.A.
 ESSENSCIA BRUXELLES
 ESSENSCIA WALLONIE
 ACLg, l'Association des Chimistes de l'ULiège



Chères amies, Chers amis chimistes, Nous vous remercions de votre participation à cette Olympiade qui mènera l'un(e) d'entre vous à l'EUSO (European Union Science Olympiad).
 Bon travail !

INSTRUCTIONS

Cette première épreuve est cotée sur 100 points et comprend 17 questions.

Vous avez deux heures pour répondre.

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

Chaque fois qu'il est question de volumes gazeux, ceux-ci sont supposés mesurés à $t = 0\text{ °C}$ et $p = 101325\text{ Pa}$ (CNTP), soit un volume molaire de $22,4\text{ L/mol}$.

	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.

5. Parmi les phénomènes suivants, entourez ceux qui constituent une réaction chimique.

4 pts

- 1) La dissolution d'un sucre dans l'eau.
- 2) La combustion d'une allumette.
- 3) La dissolution d'un comprimé effervescent dans l'eau.
- 4) L'évaporation du gel hydro-alcoolique sur les mains.

B. CLASSIFICATION PERIODIQUE

6. a)(2 pts) Le nombre de couches électroniques d'un élément est égal :
Entourez la proposition correcte.

5 pts

- 1) Au numéro de la colonne à laquelle il appartient.
- 2) Au numéro de la période à laquelle il appartient.
- 3) A son numéro atomique.
- 4) A son nombre de masse.

b)(3 pts) Pour les 4 séries suivantes, classez les atomes et ions par ordre croissant de rayon atomique.

- 1) Li ; Na ; K. Réponse : < <
- 2) C ; N ; O. Réponse : < <
- 3) Fe^{3+} ; Fe^{2+} ; Fe. Réponse : < <

C. STRUCTURE DE LEWIS

7. Parmi les structures suivantes, entourez celles qui ne respectent pas la règle de l'octet.

6 pts



D. QUANTITES DE MATIERE - STOECHIOMETRIE

8. Lors de la réaction complète de formation du chlorure de sodium à partir des corps purs simples qui le constituent, les quantités de matière mises en œuvre pour respecter la stœchiométrie sont telles que :

5 pts

Entourez les propositions correctes.

- 1) Les nombres de moles de sodium et de dichlore sont égaux.
- 2) Le nombre de moles de sodium est inférieur au nombre de moles de dichlore.
- 3) Le nombre de moles de dichlore est inférieur au nombre de moles de sodium.
- 4) La masse de sodium est inférieure à la masse de dichlore.
- 5) La masse de dichlore est inférieure à la masse de sodium.

9. Pour produire de l'oxyde de magnésium, on engage dans une réaction 10,0 g de magnésium métallique (Mg) et 10,0 g de dioxygène gazeux (O₂)

7 pts

a)(2 pts) Ecrivez et pondérez (équilibrez) l'équation de la réaction.



b)(5 pts) Entourez la proposition correcte.

- 1) On forme 0,206 mol de MgO.
- 2) On forme 20,0 g de MgO.
- 3) On forme 10,0 g de MgO.
- 4) On forme 0,313 mol de MgO.
- 5) On forme 0,411 mol de MgO.

10. On dispose d'une solution aqueuse de NaOH 0,200 mol/L et d'une solution aqueuse de NaOH 1,00 mol/L. Quels volumes de ces deux solutions doit-on mettre en œuvre pour obtenir 4,00 litres de solution aqueuse de NaOH 0,500 mol/L ? Entourez la proposition correcte.

5 pts

- 1) 2,00 L de solution 0,200 mol/L + 2,00 L de solution 1,000 mol/L.
- 2) 1,50 L de solution 0,200 mol/L + 2,50 L de solution 1,000 mol/L.
- 3) 2,50 L de solution 0,200 mol/L + 1,50 L de solution 1,000 mol/L.
- 4) 3,00 L de solution 0,200 mol/L + 1,00 L de solution 1,000 mol/L.
- 5) 1,00 L de solution 0,200 mol/L + 3,00 L de solution 1,000 mol/L.

11. Un volume v' d'une solution de concentration molaire c et de volume v ($> v'$) est prélevé puis porté à un volume v'' ($= 4v'$) en ajoutant de l'eau déminéralisée.

4 pts

On considère n , le nombre de moles de soluté dans le volume v' ainsi que c' , la concentration molaire de soluté dans le volume v'' .

Entourez la proposition correcte.

- 1) Le nombre de moles, n , de soluté dans le volume v' est identique à celui dans le volume v .
- 2) $n = c/v'$
- 3) $n = c' \times v'$
- 4) $c' = c/4$

12. Considérée à l'échelle nanométrique, l'ADN humain se présente comme une gigantesque macromolécule donc la masse molaire moyenne est évaluée à $8,6 \cdot 10^{10}$ g/mol !

5 pts

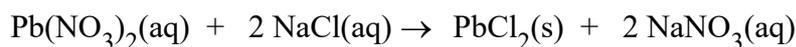
Le noyau d'une cellule humaine diploïde en contient 6,60 picogrammes (pg).

Sachant que $1 \text{ pg} = 10^{-12}$ g, calculez le nombre de molécules d'ADN contenu dans une cellule humaine diploïde. Entourez la proposition correcte.

- 1) 4600 molécules d'ADN.
- 2) 46 molécules d'ADN.
- 3) 46000 molécules d'ADN.
- 4) 23 molécules d'ADN.
- 5) $46 \cdot 10^{-23}$ molécules d'ADN.

- 13.** On a préparé du chlorure de plomb (II) en faisant réagir 22,1 g de nitrate de plomb avec 13,7 g de chlorure de sodium. La masse de précipité recueilli est de 12,1 g.
 Quel est le rendement de l'opération ? Entourez la proposition correcte. $A_r \text{ Pb} = 207,19$

5 pts



- | | |
|------------|------------|
| 1) 65,2%. | 2) 18,6 %. |
| 3) 54,8 %. | 4) 88,3 %. |
| 5) 37,1 %. | |

F. MATERIEL

- 14.** Nommez chacun de ces instruments.

6 pts

		
1)	2)	3)
		
4)	5)	6)

E. EQUATIONS – TEXTES

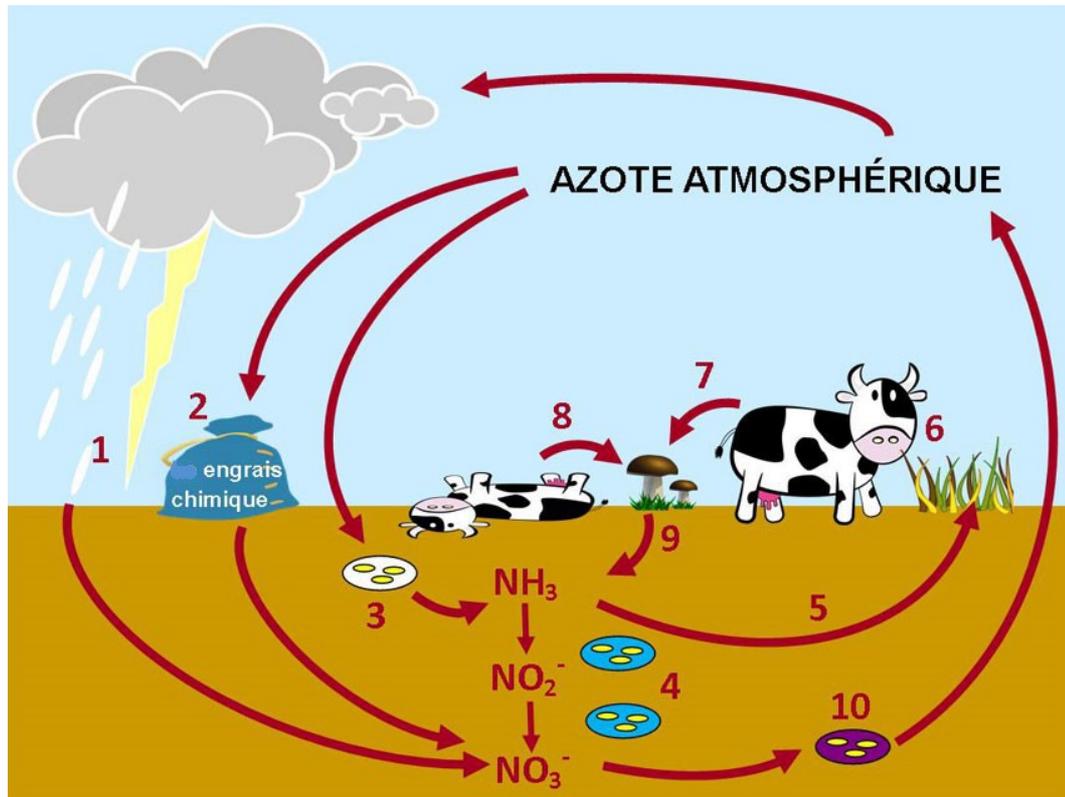
- 15.** Utilisez les espèces suivantes : C - CO₂ - H₂O - H₂ - Ca - Ca²⁺, afin de compléter les équations proposées (chaque espèce sera utilisée une fois). Equilibrez (pondérez) ensuite ces équations.

12 pts

- | | | | |
|----|---|---|---|
| a) | FeO(s) + CO(g) | → | Fe(s) + |
| b) | Zn(s) + H ⁺ (aq) | → | Zn ²⁺ (aq) + |
| c) | F ₂ (g) + | → | Ca ²⁺ (aq) + F ⁻ (aq) |
| d) | Al ₂ O ₃ (s) + Cl ₂ (g) + | → | AlCl ₃ (aq) + CO(g) |
| e) | Cu(OH) ₂ (aq) | → | CuO(s) + |
| f) | CaCO ₃ (s) + CO ₂ (g) + H ₂ O(l) | → | HCO ₃ ⁻ (aq) + |

- 16.** La figure ci-dessous (<http://tomatosphere.parlonssciences.ca>) illustre, de manière extrêmement simplifiée, le cycle biogéochimique de l'azote. C'est-à-dire les transformations que cet élément subit dans les différents compartiments de la planète, à savoir l'atmosphère, la lithosphère et l'hydrosphère. Ces transformations concernent tant les êtres vivants que la matière minérale, inerte.

10 pts



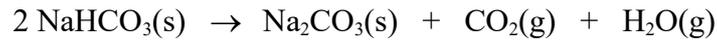
Attribuez à chacune des propositions ci-dessous, le numéro qui lui correspond sur la figure.

- a) (1 pt) Des bactéries, dites, nitrifiantes, transforment l'ammoniac en nitrites et ensuite en nitrates (.....).
- b) (1 pt) La synthèse industrielle de l'ammoniac ($N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$) permet la production d'engrais indispensables pour nourrir les sols épuisés par les cultures précédentes (.....).
- c) (1 pt) Dans le sol, des bactéries spécialisées appelées bactéries fixatrices de l'azote transforment le diazote atmosphérique en composés comme l'ammoniac (.....).
- d) (1 pt) L'azote peut être déposé sur les sols par oxydation du diazote en nitrates lors de processus naturels comme la foudre et les précipitations (.....).
- e) (1 pt) Des bactéries, dites dénitrifiantes, transforment les nitrates contenus dans les sols en diazote qui regagne alors l'atmosphère (.....).
- f) (1 pt) Les nitrates, une fois réduits en ammoniac, sont assimilés par les végétaux afin de fabriquer leurs protéines ou leurs acides nucléiques (.....).
- g) (1 pt) À mesure que les animaux mangent les plantes, ils absorbent l'azote contenu dans celles-ci (.....).
- h) (3 pts) Lorsque les animaux produisent des excréments (.....) ou lorsque les plantes et les animaux meurent (.....), ces matières sont décomposées et minéralisées par des décomposeurs (.....) et l'azote se voit réintroduit dans le sol sous forme d'ammoniac.

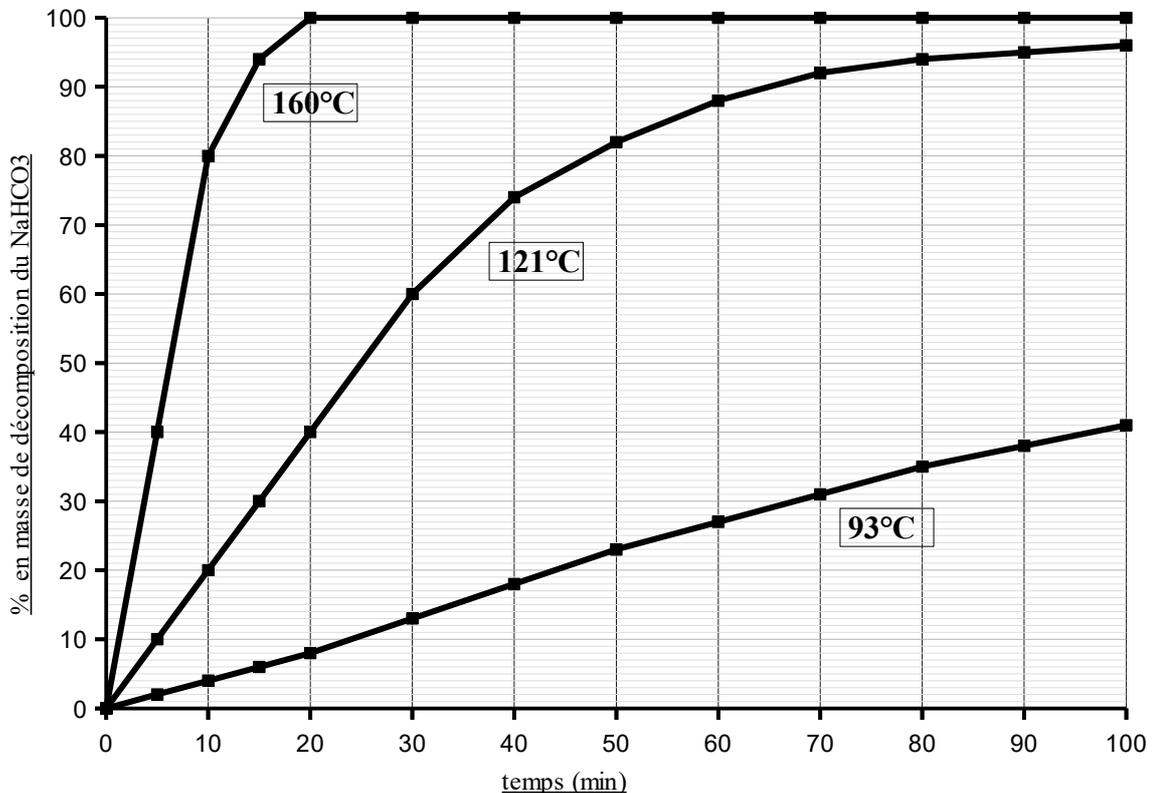
G. ANALYSE DE GRAPHIQUE

17. On a étudié la réaction de décomposition de l'hydrogénocarbonate de sodium.

6 pts



Le graphique ci-dessous donne le pourcentage en masse d'hydrogénocarbonate de sodium décomposé en fonction du temps de réaction et ce, pour différentes conditions de température.



a)(2 pts) Déterminez le pourcentage en masse de décomposition de l'hydrogénocarbonate de sodium à une température de 121°C après 30 minutes.

Réponse : %

b)(2 pts) Déterminez le temps nécessaire pour que l'ensemble de l'hydrogénocarbonate de sodium soit décomposé à une température de 160 °C.

Réponse : min

c)(2 pts) A l'examen de ce graphique, on peut déduire que la vitesse de la réaction est favorisée par :

Entourez la proposition correcte.

- 1) Une augmentation de la température.
- 2) Une diminution de la température.



Bonne correction, Cher(e)s Collègues.

1. 2 x 2 points 4 points

- a) 1)
b) 2)

2. 5 x 1 point 5 points

<u>Alliages</u>			<u>Composition</u>	
A	Fonte	C	Cuivre et zinc	
B	Acier inoxydable	D	Cuivre et étain	
C	Laiton	E	Mercure et cuivre	
D	Bronze	B	Fer, carbone, nickel et chrome	
E	Amalgame (dentaire)	A	Fer et carbone	

3. 5 x 1 point 5 points

<u>Substances</u>			<u>Usages domestiques</u>	
A	Na ₂ CO ₃	A	Je nettoie et je dégraisse.	
B	CaO	C	Je débouche les évier et les canalisations.	
C	NaOH	E	J'entarte les machines à café.	
D	NaHCO ₃	B	Je sers à chauler les arbres fruitiers.	
E	CaCO ₃	D	Je suis utilisé en pâtisserie.	

4. 6 x 1 point 6 points

<u>Composés</u>	<u>Noms</u>
Nitronatrite (NaNO ₃)	Nitrate de sodium
Bauxite (Al(OH) ₃)	Hydroxyde d'aluminium
Anglésite (PbSO ₄)	Sulfate de plomb(II)
Périclase (MgO)	Oxyde de magnésium
Chalcosine (Cu ₂ S)	Sulfure de cuivre(I)
Rodochrosite (MnCO ₃)	Carbonate de manganèse(II)

5. 2 x 2 points 4 points
2) ; 3)

6. 1 x 2 points + 3 x 1 point 5 points

- a) 2)
b) 1) Li ; Na ; K. Réponse : **Li < Na < K**
2) C ; N ; O. Réponse : **O < N < C**
3) Fe ; Fe²⁺ ; Fe³⁺ Réponse : **Fe³⁺ < Fe²⁺ < Fe**

7. 3 x 2 points 6 points
SF₄ ; PCl₅ ; SF₆



ACLG

8. 1 x 5 points (tout juste ou tout faux) 5 points
3) ; 4)
9. 1 x 2 points + 1 x 5 points 7 points
a) $\text{Mg} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$
b) 5)
10. 1 x 5 points 5 points
3)
11. 1 x 4 points 4 points
4)
12. 1 x 5 points 5 points
2)
13. 1 x 5 points 5 points
1)
14. 6 x 1 point 6 points
1) pipette graduée
2) pipette jaugée
3) burette graduée
4) erlenmeyer ou fiole conique
5) ballon jaugé
6) éprouvette graduée ou cylindre gradué
15. 6 x 2 points (tout juste ou tout faux par équation) 12 points
a) $\text{FeO(s)} + \text{CO(g)} \rightarrow \text{Fe(s)} + \text{CO}_2$
b) $\text{Zn(s)} + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2$
c) $\text{F}_2(\text{g}) + \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{F}^-(\text{aq})$
d) $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{Cl}_2(\text{g}) + 3 \text{C} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3 \text{CO(g)}$
e) $\text{Cu(OH)}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{O}$
f) $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}$
16. 7 x 1 point + 1 x 3 points 10 points
a) 4)
b) 2)
c) 3)
d) 1)
e) 10)
f) 5)
g) 6)
h) 7) ; 8) ; 9)
17. 3 x 2 points 6 points
a) 60 %
b) 20 minutes
c) 1)