



OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2017¹

1^{ère} épreuve - NIVEAU I (élèves de 5^{ème})

G. DINTILHAC, J.C. DUPONT, D. GRANATOROWICZ, S. LENOIR,
V. LONNAY, L. MERCINY, M. HUSQUINET-PETIT, C. STEGEN,
R. CAHAY, J. FURNEMONT

653 élèves de cinquième année se sont inscrits au niveau I pour présenter la première épreuve dans leur école ; c'est une soixantaine d'élèves inscrits de plus qu'en 2016 (591). Les résultats de 593 élèves nous sont parvenus ; c'est 62 de plus que l'année dernière (531). Il s'agit d'une bonne nouvelle : le nombre d'inscrits et de participants en cinquième est en hausse !

L'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient, en 2 h, répondre à 18 questions ; les copies étaient corrigées par les professeurs.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

N° question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximum	10	3	3	6	3	4	4	10	4	8
Moyenne	8,82	1,55	1,82	4,82	2,41	2,56	1,80	5,61	2,80	5,89
%	88,2	51,7	60,7	80,3	80,3	64,0	45,0	56,1	70,1	73,6

N° question	11	12	13	14	15	16	17	18	Total
Maximum	4	4	5	5	10	5	3	9	100
Moyenne	2,83	2,18	2,16	2,91	9,12	4,31	2,47	7,52	71,60
%	70,7	54,5	43,2	58,2	91,2	86,2	82,3	83,6	71,6

La moyenne générale obtenue par les élèves ayant participé à l'épreuve a été de 71,6 % soit une moyenne nettement plus élevée que celle obtenue en 2016 (56,0 %), ce dont on doit se réjouir.

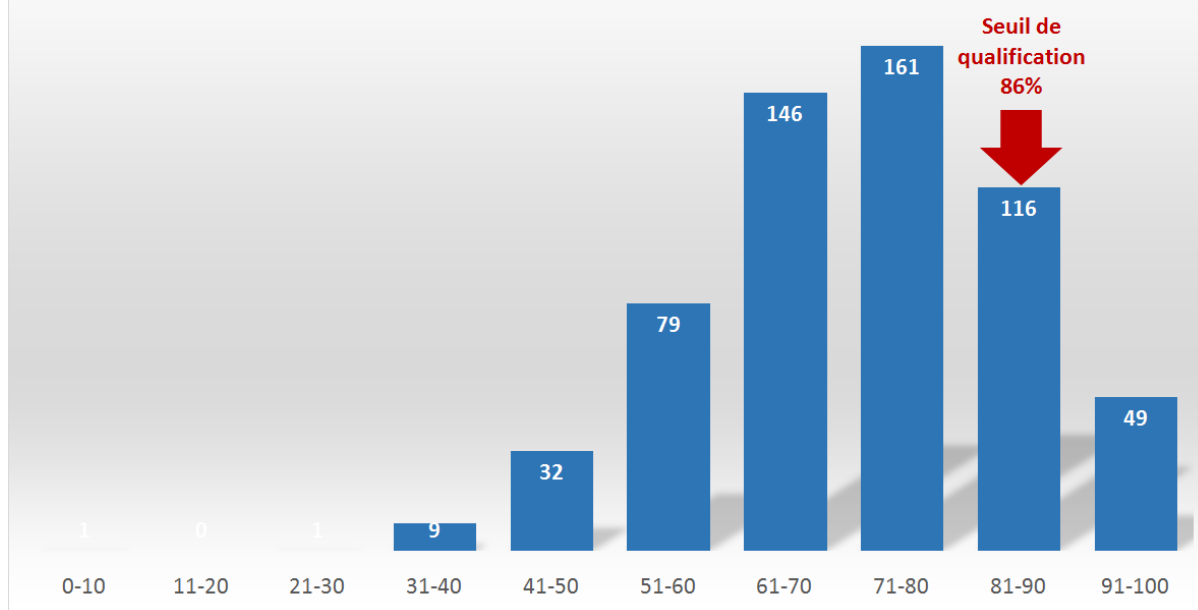
Sur l'histogramme des résultats ci-après, on voit que les pics se situent entre 61 et 90 % des points et comprennent 423 élèves sur les 593 qui ont participé à l'épreuve.

Les 102 élèves qui ont obtenu **86 %** et plus ont été admis à la 2^{ème} épreuve. 102 d'entre eux s'y sont présentés.

¹ Organisée par l'Association des Chimistes de l'Université de Liège (ACLg), avec le soutien de la Politique Scientifique Fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; la Région Bruxelloise ; les Universités francophones ; l'Association des Chimistes de Louvain, la Société Royale de Chimie ; Co-Valent ; essencia Wallonie ; essencia Bruxelles ; Prayon S.A.; UCB Pharma ; Solvay ; les Éditions De Boeck, Larcier, Tondeur ; Le Soir.

Olympiades de Chimie 2017

Résultats 1ere épreuve niveau I (5eme)



- 7 questions ont donné de très bons résultats :
 - Q15 / 91,25 % (Pondération d'équations) ;
 - Q1 / 88,2 % (Métaux de la vie courante) ;
 - Q16 / 86,2 % (Réactions nucléaires) ;
 - Q18 / 73,6 % (Schéma annoté, graphique et évolution de quantités de matière) ;
 - Q17 / 82,3 % (Pondération d'équations de réactions du haut-fourneau) ;
 - Q5 / 80,3 % (Nombre d'électrons...) ;
 - Q4 / 80,3 % (Atome : protons, électrons, charge, masse).
- 3 questions ont donné de bons résultats :
 - Q10 / 73,6 % (Fonctions et formules chimiques) ;
 - Q11 / 70,7 (Electrolyse de l'eau et quantités de matière) ;
 - Q9 / 70,1 % (Liaisons dans KBr).
- 2 questions ont obtenu des résultats satisfaisants :
 - Q6 / 64,0 % (Structure électronique) ;
 - Q3 / 60,7 % (Caractéristiques d'un nucléide).
- 4 questions ont donné des résultats au seuil de la réussite :
 - Q14 / 58,25 % (Formule moléculaire et analyse chimique) ;
 - Q8 / 56,1 % (Structures de Lewis) ;
 - Q12 / 54,5 % (Evaluation du contenu de divers récipients) ;
 - Q2 / 62,9 % (Ebullition de l'eau).
- 2 questions ont donné des résultats insatisfaisants :
 - Q7 / 45,0 % (Atome, charge, masse, nombre atomique, ...) ;
 - Q13 / 43,2 % (Mélange et concentration).

Avec une moyenne générale de **71,6 %**, on peut considérer que les élèves inscrits maîtrisaient bien les matières abordées.

Les résultats obtenus aux questions sur l'utilisation des valeurs des charges et masses des protons et noyaux (Q7 / 45,0 %), sur la dilution et les concentrations (Q13 / 43,2 %) nous interpellent car il devrait s'agir de matières bien maîtrisées.

A l'inverse, on state que les questions reprenant des analyses de textes, de schémas ou de graphiques ont été plutôt bien résolues.

Nous remercions chaleureusement les professeurs qui ont corrigé cette épreuve, contribuant cette année encore au succès de l'Olympiade de Chimie.

NIVEAU I ELEVES DE 5^{ème} ANNEE

Avec le soutien de :

La Communauté Française de Belgique
 La Communauté Germanophone de Belgique
 La Région de Bruxelles - Capitale
 Fédération Wallonie-Bruxelles ; Wallonie-Bruxelles international
 ULg et Réjouissances ; ULB
 UNamur et Atout Sciences ; UCL et Sciences infuses
 UMons et Sciences et Techniques au carré
 L'Association des Chimistes de l'UCL
 L'Association des Chimistes de l'ULg
 L'Association des Scientifiques de l'ULB

FONDS ERNEST SOLVAY SOLVAY S.A. GSK PRAYON S.A.
 DE BOECK DUNOD EURO SPACE CENTER
 ESSENCIA WALLONIE ESSENCIA BRUXELLES CO-VALENT

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

Bon travail.

INSTRUCTIONS

Cette première épreuve est cotée sur 100 points et comprend 18 questions.
 Vous avez une heure quarante minutes 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 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

A. CHIMIE DE TOUS LES JOURS

1. Le cuivre, le fer, le zinc, l'aluminium, l'argent et l'or sont des métaux couramment employés dans la vie de tous les jours.

10 pts

- a) Quelle est la couleur de ces métaux à l'état natif.
Indiquez dans le tableau ci-dessous : rouge, jaune ou gris.
- b) Attribuez à chacun d'entre eux la proposition qui lui correspond.
Indiquez dans le tableau la lettre correspondant à cette proposition :

Il est le seul à être attiré par un aimant : A
Il forme un alliage appelé bronze : B
C'est le plus noble des cinq : C
On l'utilise pour fabriquer les canettes de soda : D
On l'utilise pour la confection des corniches : E

Métal	Cu	Fe	Zn	Al	Au
Couleur					
Proposition					

2. Lorsque l'eau entre en ébullition, les bulles de gaz qui s'échappent du liquide sont composées majoritairement (entourez la bonne réponse) :

3 pts

- a) d'air,
b) de dihydrogène,
c) de dioxygène,
d) d'un mélange de dihydrogène et de dioxygène,
e) de dioxyde de carbone,
f) de vapeur d'eau.

B. CLASSIFICATION PERIODIQUE - STRUCTURE ATOMIQUE

3. Quelles sont les valeurs qui déterminent de manière univoque un nucléide donné ?
Entourez la bonne réponse.

3 pts

- a) Le nombre de masse et le nombre d'électrons.
b) Le numéro atomique et le nombre d'électrons.
c) Le nombre de neutrons et le nombre de protons.

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

6 pts

- a) Un atome est neutre lorsque le nombre de ses protons est égal au nombre de ses neutrons. VRAI - FAUX
- b) Un atome est chargé positivement lorsque le nombre de ses protons est supérieur au nombre de ses électrons. VRAI - FAUX
- c) Un atome est chargé négativement lorsque le nombre de ses électrons est supérieur au nombre de ses protons. VRAI - FAUX
- d) L'essentiel de la masse de l'atome est portée par les électrons. VRAI - FAUX
- e) Le rayon de l'atome est environ 100.000 fois plus grand que le rayon du noyau. VRAI - FAUX
- f) L'unité de masse atomique (u.m.a. ou m_u) est définie comme étant égale à la masse de l'atome dont le noyau possède 6 neutrons et 6 protons. VRAI - FAUX

5. Combien possèdent d'électrons les ions F^- , K^+ et Ca^{2+} ?
Entourez la bonne réponse.

3 pts

- a) 10, 18 et 18.
- b) 8, 20 et 22.
- c) 10, 20 et 21.

6. Un élément a pour structure électronique $(K)^2(L)^8(M)^6$.

4 pts

- a) Nommez cet élément. Réponse :
- b) Nommez la famille à laquelle il appartient. Réponse :
- c) Ecrivez l'ion qu'il forme. Réponse :
- d) Nommez cet ion. Réponse :

7. Un atome possède un noyau porteur d'une charge électrique de $27,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

La masse de son noyau est de $59,5 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

La charge d'un proton est égale à $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

La masse moyenne d'un nucléon est égale à $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

4 pts

- a) Quel est le numéro atomique de cet atome ? Réponse :
- b) Quel est le nombre de masse de cet atome ? Réponse :
- c) Combien de neutrons comporte cet atome ? Réponse :
- c) A quel élément appartient l'isotope considéré ? Réponse :

C. LIAISONS - STRUCTURES MOLECULAIRES - NOMENCLATURE

8. Dessinez la structure de Lewis des espèces chimiques suivantes et indiquez leur géométrie.

10 pts

Formule	Structure de Lewis	Géométrie
OF ₂ (difluorure d'oxygène)		
(ClO ₄) ⁻ (ion perchlorate)		
(NH ₂) ⁻ (ion amidure)		
N ₂ (diazote)		
HCN (cyanure d'hydrogène)		

9. Dans le composé KBr, la liaison chimique est (entourez la bonne réponse) :

4 pts

- a) ionique car les atomes K et Br sont liés par un doublet électronique commun,
- b) ionique car les atomes K et Br possèdent une électronégativité très différente,
- c) covalente car les atomes K et Br possèdent une électronégativité différente,
- d) covalente car les atomes K et Br sont liés par un doublet électronique commun.

10. Soit la série de substances ci-dessous :

8 pts

HI, CO₂, NaHSO₄, NaOH, KMnO₄, HClO₃, K₂S, BaO.

Complétez le tableau des fonctions en écrivant les formules correspondant à celles-ci.

Oxyde acide	Oxyde basique	Hydroxyde	Hydracide	Oxoacide	Hydrogénosel	Sel binaire	Sel ternaire

D. QUANTITES DE MATIERE - STEOCHIOMETRIE

11. On réalise l'électrolyse de l'eau en dihydrogène et en dioxygène selon la réaction :

4 pts



Entourez les propositions correctes :

- a) Si on électrolyse 100 g de H_2O , on récupère 100 g du mélange des gaz produits.
- b) Si on électrolyse 1,00 mol de H_2O , on récupère 4,00 g de dihydrogène.
- c) Quelle que soit la quantité d'eau électrolysée, le volume de dihydrogène recueilli sera double de celui de dioxygène.
- d) Quelle que soit la quantité d'eau électrolysée, la masse de dihydrogène recueillie sera double de celle de dioxygène.

12. Parmi les récipients suivants, quel est celui qui, rempli de saccharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), en contiendra la quantité la plus proche d'une mole ?

4 pts

Entourez la bonne réponse.

- a) une cuillère à café de 5,00 mL,
- b) une cuillère à soupe de 15,0 mL,
- c) un verre à bière de 25,0 cL,
- d) une cruche de 1,00 L.

13. On dispose de 400 mL d'une solution de chlorure de sodium (NaCl) de concentration 0,100 mol/L et de 300 mL de solution de chlorure de calcium (CaCl_2) de concentration 0,100 mol/L.

5 pts

On mélange ces deux solutions.

Quelle est la concentration en ions chlorure (Cl^-) de cette solution ?

Entourez la bonne réponse.

- a) 0,100 mol/L.
- b) 0,700 mol/L.
- c) 0,143 mol/L.
- d) 0,200 mol/L.
- e) 0,070 mol/L.

14. L'acétate d'iso-amyle est une substance dégageant une odeur de banane. L'analyse de cette substance révèle qu'elle est composée de 64,6 % de carbone (C), 10,8 % d'hydrogène (H) et 24,6 % d'oxygène (O).

5 pts

Sachant que la masse molaire de l'acétate d'iso-amyle est égale à 130 g/mol, désignez la formule moléculaire correspondant à cette substance.

Entourez la bonne réponse.

- a) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_3$
- b) $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$
- c) $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4$
- d) $\text{C}_8\text{H}_2\text{O}_2$
- e) $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}$

E. EQUATIONS - TEXTES - GRAPHIQUES

15. Equilibrez (pondérez) les équations suivantes :

10 pts

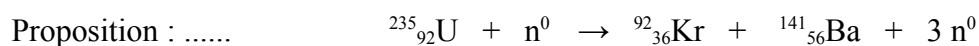
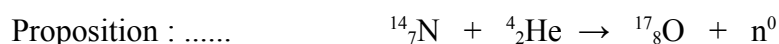
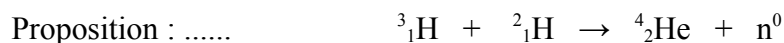
- a) $\dots \text{NH}_3 + \dots \text{Mg} \rightarrow \dots \text{Mg}_3\text{N}_2 + \dots \text{H}_2$
- b) $\dots \text{SO}_2 + \dots \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots \text{S} + \dots \text{H}_2\text{O}$
- c) $\dots \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \dots \text{O}_2 \rightarrow \dots \text{CO}_2 + \dots \text{H}_2\text{O}$
- d) $\dots \text{Mg} + \dots \text{CO}_2 \rightarrow \dots \text{MgO} + \dots \text{C}$
- e) $\dots \text{Al} + \dots \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots \text{Al}_2\text{O}_3 + \dots \text{Cr}$

16. Les propositions ci-dessous décrivent le comportement des noyaux atomiques lors de différentes réactions.

5 pts

- a) La radioactivité alpha se manifeste par l'éjection d'une particule α par le noyau radioactif d'un atome. Cette particule est constituée de deux protons et deux neutrons. On assiste ainsi à la transformation d'un élément de numéro atomique Z en un élément de numéro atomique $Z-2$ tandis que le nombre masse A a diminué de 4 unités.
- b) La radioactivité "béta moins" (β^-) se manifeste par l'éjection d'un électron par le noyau radioactif d'un atome ; ce phénomène s'accompagne de la transformation d'un neutron en un proton. Un élément de numéro atomique Z est ainsi transformé en un élément de numéro atomique $Z+1$ sans changement du nombre de masse.
- c) La première réaction nucléaire a été réalisée par Rutherford en 1919. En bombardant de l'azote-14 avec des particules α , il a constaté l'apparition d'un isotope stable de l'oxygène, l'oxygène-17.
- d) Lorsque un neutron percute un noyau d'uranium-235, celui-ci se brise en deux noyaux plus légers tandis que des neutrons sont émis. Cette réaction de fission est la principale mise en œuvre dans les centrales nucléaires ; elle dégage une énergie considérable.
- e) Le soleil est le siège de réactions extrêmement énergiques appelées fusions nucléaires. Celles-ci consistent en la réunion de deux noyaux légers pour former un noyau plus lourd. Elles s'accompagnent de rayonnements électromagnétiques comme les rayons X ou gamma.

Associez aux équations ci-dessous la proposition correspondante (écrivez la lettre correspondante).



3 pts

17. Le bas fourneau est un four qui, dès le début de l'âge du fer, a permis de transformer le minerai de fer en fer métallique. Il se présente comme une cheminée de un ou deux mètres de haut en briques ou en terre cuite, dans laquelle on dispose en alternance des couches de minerai de fer et de charbon de bois.

Lorsque l'on allume le four, le carbone (C) contenu dans le charbon de bois brûle et est oxydé par le dioxygène (O₂) en dioxyde de carbone (CO₂).

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.

a) Équation :

Le dioxyde de carbone (CO₂) formé réagit avec le carbone (C) pour former du monoxyde de carbone (CO).

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.

b) Équation :

Le monoxyde carbone (CO) va ensuite réagir avec l'hématite (Fe₂O₃) présente dans le minerai qui va se transformer jusqu'à obtention du fer (Fe). Cette réaction s'accompagne de la production de dioxyde de carbone (CO₂). Le produit obtenu, appelé loupe, se présente sous forme d'une masse spongieuse de fer impur.

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction de transformation de l'hématite en fer.

c) Équation :

9 pts

18. Dans un erlenmeyer, on verse 25,0 mL d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène (HCl) de concentration 1,00 mol/L. A l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement à la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène, 25,0 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration 1,00 mol/L.

a) Annotez le schéma ci-contre :

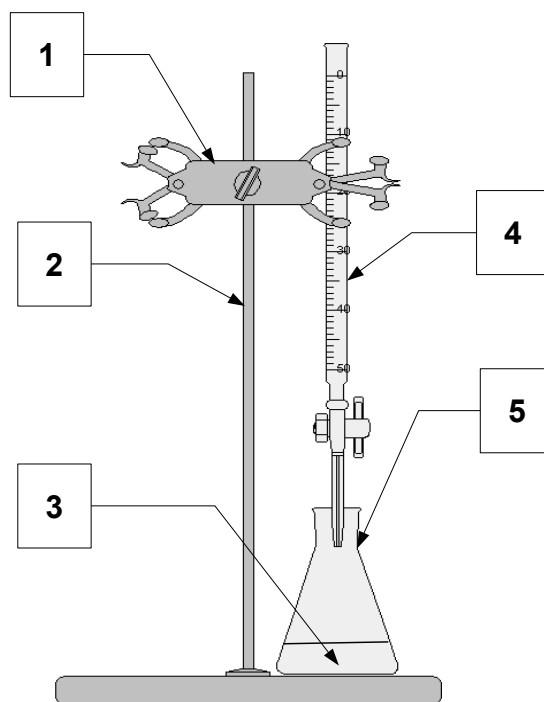
Solution de HCl :

Erlenmeyer :

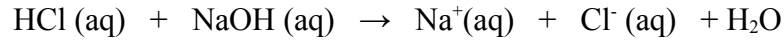
Pince :

Statif :

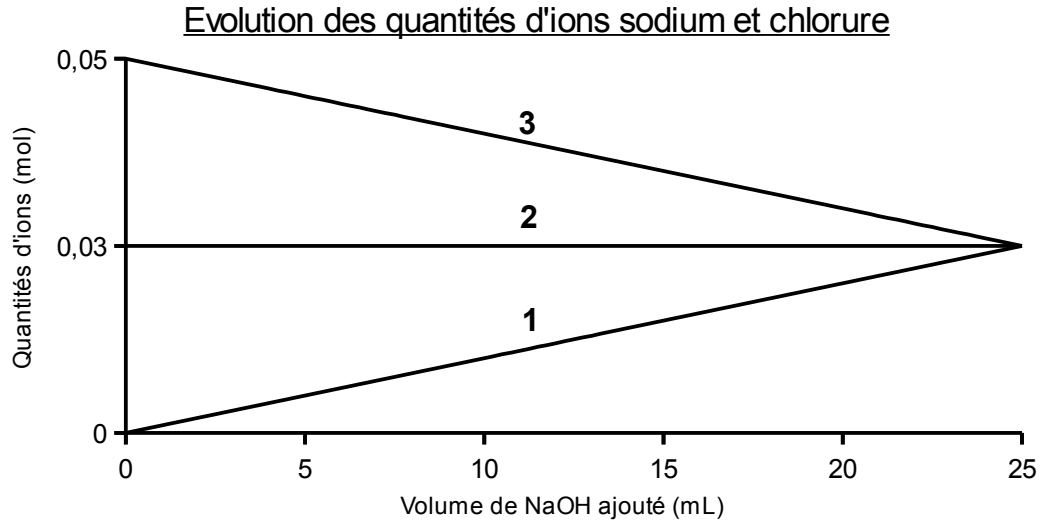
Burette graduée :



La réaction qui se déroule au sein de l'erlenmeyer est la suivante :

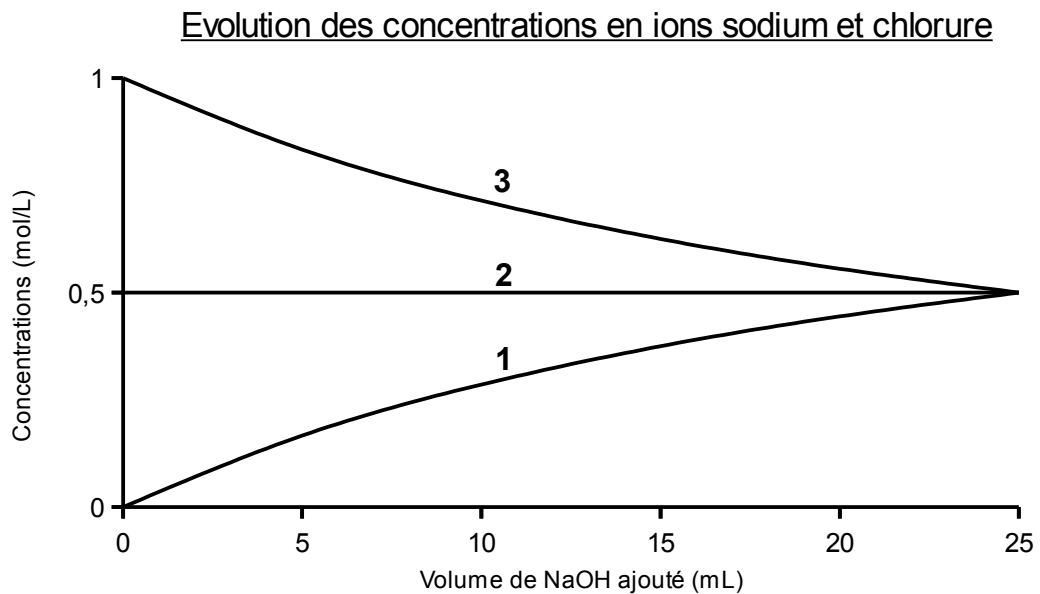


- b) Le graphique ci-dessous représente 3 propositions d'évolution des quantités de matière en ions sodium et chlorure présents dans l'erlenmeyer tout au long de l'ajout. Attribuez à chacun des ions l'évolution qui lui correspond.



Réponse : Ion Na^+ : Ion Cl^- :

- c) Le graphique ci-dessous représente 3 propositions d'évolution des concentrations en ions sodium et chlorure présents dans l'erlenmeyer tout au long de l'ajout. Attribuez à chacun des ions l'évolution qui lui correspond.



Réponse : Ion Na^+ : Ion Cl^- :

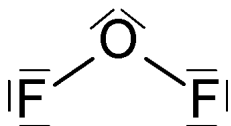
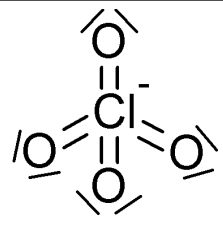
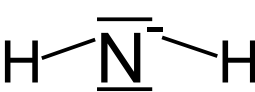
REPONSES AUX QUESTIONS

Bonne correction, Cher(e)s Collègues.

1. 10 x 1 point 10 points

Métal	Cu	Fe	Zn	Al	Au
Couleur	Rouge	Gris	Gris	Gris	Jaune
Proposition	B	A	E	D	C

2. 1 x 3 points 3 points
f)3. 1 x 3 points 3 points
c)4. 6 x 1 point 6 points
a) FAUX ; b) VRAI ; c) VRAI ; d) FAUX ; e) VRAI ; f) FAUX5. 1 x 3 points 3 points
a)6. 4 x 1 point 4 points
a) soufre ; b) sulfurides (ou chalcogènes) ; c) S²⁻ ; d) sulfure7. 4 x 1 point 4 points
a) 17 ; b) 35 ; c) 18 ; d) chlore (Cl)8. 10 x 1 point 10 points

Formule	Structure de Lewis	Géométrie
OF ₂ (difluorure d'oxygène)		Coudée
(ClO ₄) ⁻ (ion perchlorate)	 ou structure équivalente	Tétraédrique
(NH ₂) ⁻ (ion amidure)		Coudée

8. (suite) 10 x 1 point

10 points

N_2 (diazote)	$ N \equiv N $	Linéaire
HCN (cyanure d'hydrogène)	$H - C \equiv N$	Linéaire

9. 1 x 4 points
b)

4 points

10. 8 x 1 point

8 points

Oxyde acide	Oxyde basique	Hydroxyde	Hydracide	Oxoacide	Hydrogénosel	Sel binaire	Sel ternaire
CO_2	BaO	$NaOH$	HI	$HClO_3$	$NaHSO_4$	K_2S	$KMnO_4$

11. 2 x 2 points
a) c)

4 points

12. 1 x 4 points
c)

4 points

13. 1 x 5 points
c)

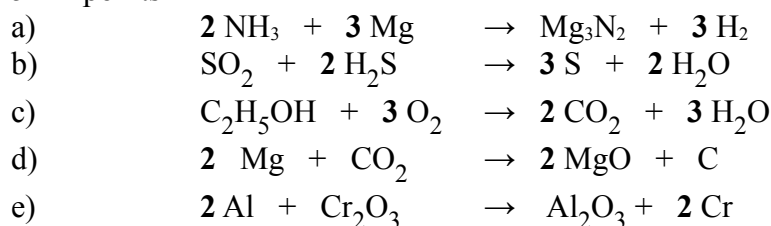
5 points

14. 1 x 5 points
b)

5 points

15. 5 x 2 points

10 points

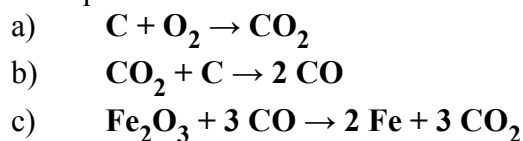


16. 5 x 1 point
e) b) c) a) d)

5 points

17. 3 x 1 point

3 points



18. 9 x 1 point

9 points

