

NIVEAU I ELEVES DE 5<sup>eme</sup> 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 Réjouissiences ; 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'EUSO (European Union Science Olympiad).

Bon travail.

## INSTRUCTIONS

Cette première épreuve est cotée sur 100 points et comprend 17 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  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $p = 101325\text{ Pa}$  (CNTP), soit un volume molaire de 22,4 L/mol.

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

## CHIMIE DE TOUS LES JOURS

1. Le diazote ( $N_2$ ), le dioxygène ( $O_2$ ), le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) et l'argon (Ar) sont des constituants de l'air. Cochez les cases correspondant aux bonnes propositions.

4 pts

Constituant	Acidifie l'eau de pluie	Intervient dans la réaction de la respiration	Intervient dans la réaction de la photosynthèse	Est quasi inerte chimiquement	Intervient dans la fabrication de certains engrais
diazote					
dioxygène					
dioxyde de carbone					
argon					

2. Associez les formules suivantes à leur nom usuel. Complétez le tableau.

6 pts

- a)  $CH_3COOH$       b)  $H_2SO_4$       c)  $HCl$   
d)  $Fe_2O_3$       e)  $CaCO_3$       f)  $NaOCl$

Esprit de sel	Rouille	Eau de Javel	Vitriol	Vinaigre	Craie

3. Complétez le tableau suivant (cochez les cases adéquates) :

4 pts

	Corps pur simple	Corps pur composé	Mélange homogène	Mélange hétérogène
Ozone				
Bronze				
Béton				
Sucre				

## CLASSIFICATION PERIODIQUE - STRUCTURE ATOMIQUE

4. Entourez la ou les bonnes réponses.

5 pts

- a) Pour obtenir la structure électronique d'un gaz noble, un atome X de structure électronique  $K^2L^8M^7$  peut :

- 1) devenir un cation  $X^+$ .
- 2) devenir un anion  $X^-$ .
- 3) gagner sept électrons.

- b) Les atomes de formule électronique  $K^2L^5$  et  $K^2L^8M^5$  :

- 1) appartiennent à la même période de la classification.
- 2) appartiennent à la même colonne de la classification.
- 3) appartiennent à la famille des halogènes.

- c) Les atomes d'une même famille chimique ont :
- 1) le même nombre d'électrons.
  - 2) le même nombre de couches électroniques.
  - 3) des propriétés analogues.
- d) Les gaz nobles :
- 1) possèdent une couche de valence saturée en électrons.
  - 2) appartiennent à la même période de la classification.
  - 3) sont facilement inflammables.
- e) Le rayon atomique augmente :
- 1) de gauche à droite dans une période.
  - 2) de haut en bas dans une famille.
  - 3) avec l'électronégativité de l'élément.

**5.**

Donnez la composition des entités suivantes.  
Pour chacune d'entre elles comptabilisez l'ensemble des protons, neutrons et électrons.

4 pts

	nombre total de protons	nombre total de neutrons	nombre total d'électrons
$^{14}\text{C}^{16}\text{O}_2$			
$^1\text{H}^{16}\text{O}$			
$^{27}\text{Al}^{3+}$			
$(^1\text{H}^{34}\text{S})^-$			

## LIAISONS - STRUCTURES MOLECULAIRES - NOMENCLATURE

**6.**

Donnez le nom et la géométrie des espèces chimiques suivantes ; dessinez leur structure de Lewis ; indiquez, à l'aide d'une croix, si ces molécules sont polaires ou apolaires.

8 pts

Formule	Nom	Structure de Lewis	Géométrie	Polaire	Apolaire
$\text{CCl}_4$					
$\text{NH}_3$					
$\text{I}_2$					
$\text{H}_2\text{O}_2$					

7. Afin de rendre compte de l'existence des diverses substances connues, on utilise le formalisme des structures de Lewis. Parmi les molécules suivantes, entourez celle(s) dont la représentation ne respecte pas la règle de l'octet ?

4 pts

- a)  $\text{SO}_2$       b)  $\text{PCl}_5$       c)  $\text{SF}_4$       d)  $\text{PH}_3$       e)  $\text{H}_2\text{S}$

8. Complétez le tableau suivant en indiquant la formule des substances proposées et en cochant la case correspondant à leur fonction chimique.

12 pts

	Formule	Oxyde		Acide		Hydroxyde	Sel	
		basique	acide	binaire	ternaire		binaire	ternaire
oxyde de fer (II)								
sulfate de mercure (I)								
hémipentoxyde d'azote								
acide chlorique								
hydroxyde de calcium								
sulfure de zinc								

## QUANTITES DE MATIERE - STOECHIMETRIE

9. Une solution aqueuse de  $\text{CaCl}_2$ , d'un volume de 100 mL, contient des ions  $\text{Cl}^-$  à une concentration de 0,100 mol/L.

5 pts

Entourez la bonne réponse.

- a) Cette solution a une concentration en  $\text{Ca}^{2+}$  égale à 0,0100 mol/L.  
 b) Cette solution a une concentration en  $\text{Ca}^{2+}$  égale à 0,0200 mol/L.  
 c) Cette solution contient 0,0500 mol de  $\text{Ca}^{2+}$ .  
 d) Cette solution contient 0,00500 mol de  $\text{Ca}^{2+}$ .  
 e) Cette solution contient 0,100 mol de  $\text{Cl}^-$ .

10. On prélève 0,100 L d'une solution de chlorure d'hydrogène (HCl) dont la concentration molaire est de 1,00 mol/L et on l'amène, par addition d'eau déminéralisée, à un volume de 0,500 L.

5 pts

Quelle est la masse de HCl contenue dans 0,100 L de la solution obtenue par dilution ? Entourez la bonne réponse.

- a) 36,5 g  
 b) 3,65 g  
 c) 0,365 g  
 d) 0,729 g  
 e) 7,29 g

4 pts

**11.** Dans un ballon jaugé de 1,00 L, on introduit à la pipette jaugée 20,0 mL d'une solution de concentration 0,200 mol/L en acide éthanoïque (acide acétique ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). On ajoute de l'eau jusqu'à obtenir un volume total de 1,00 L.

a) Quelle est la concentration molaire en acide acétique de la solution obtenue ?

Réponse : ..... mol/L

De la solution obtenue, on prélève une prise d'essai de 100 mL.

b) Quelle est la concentration molaire en acide acétique de cette prise d'essai ?

Réponse : ..... mol/L

c) Quelle est la concentration molaire en acide acétique de la solution qui reste dans le ballon jaugé après le prélèvement de la prise d'essai ?

Réponse : ..... mol/L

On transfère la prise d'essai dans un ballon jaugé de 250 mL et on ajoute de l'eau déminéralisée afin d'amener le volume à 250 mL.

d) Quelle est la concentration molaire en acide acétique de cette nouvelle solution ?

Réponse : ..... mol/L

7 pts

**12.** La combustion d'un hydrocarbure ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) est une réaction au cours de laquelle l'hydrocarbure réagit avec du dioxygène ( $\text{O}_2$ ) et produit de l'eau et du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).

On réalise la combustion de trois hydrocarbures, l'éthane ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), l'éthène ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) et l'éthyne ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) et on considère que les réactions se déroulent dans des conditions telles que les réactifs et produits se trouvent à l'état gazeux.

a) Ecrivez l'équation pondérée des trois réactions.

Ethane :

Ethène :

Ethyne :

b) Si on réalise, dans les mêmes conditions expérimentales, la combustion complète d'un même volume des trois hydrocarbures, la réaction qui formera le plus grand volume de dioxyde de carbone sera celle de :  
Entourez la bonne réponse.

- 1) l'éthane.
- 2) l'éthène.
- 3) l'éthyne.
- 4) le volume de dioxyde de carbone sera identique pour les trois réactions.

- c) Si on réalise, dans les mêmes conditions expérimentales, la combustion complète d'un même volume des trois hydrocarbures, la réaction qui formera le plus grand volume de produits (dioxyde de carbone + vapeur d'eau) sera celle de :  
Entourez la bonne réponse.
- 1) l'éthane.
  - 2) l'éthène.
  - 3) l'éthyne.
  - 4) le volume total de produits sera identique pour les trois réactions.
- d) Si on réalise, dans les mêmes conditions expérimentales, la combustion complète d'une même masse des trois hydrocarbures, la réaction qui nécessitera la plus grande masse de dioxygène sera celle de :  
Entourez la bonne réponse.
- 1) l'éthane.
  - 2) l'éthène.
  - 3) l'éthyne.
  - 4) le masse d'oxygène nécessaire sera identique pour les trois réactions.
- e) Quelle masse d'éthène produira, dans les mêmes conditions expérimentales, la même masse d'eau que 120 g d'éthane ?

Réponse : ..... g

### EQUATIONS - TEXTES

**13.** Complétez et équilibrez (pondérez) les équations suivantes.

10 pts

- a)  $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow$
- b)  $\text{NiCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
- c)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- d)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- e)  $\text{MgO} + \text{SO}_2 \rightarrow$

**14.** Le dioxyde de silicium ou silice est un solide dur, insoluble dans l'eau et dont le point de fusion est élevé (1600 °C).

8 pts

On le retrouve notamment dans le quartz, le sable ou le grès.

Parmi les rares substances chimiques capables de réagir avec la silice, on trouve le difluor. Les produits de cette réaction sont le tétrafluorure de silicium  $\text{SiF}_4$  et le dioxygène.

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

- a) Équation :

Les verres sont des solides transparents, très durs, mauvais conducteurs de la chaleur et de l'électricité.

Les verres sodo-calciques sont formés d'un mélange de silicate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) et de silicate de calcium ( $\text{CaSiO}_3$ ) ; ces verres sont destinés à des usages courants, comme les verres à boisson, les bouteilles ou encore les vitrages.

Pour fabriquer ces verres, on chauffe jusqu'à fusion à  $1700\text{ }^\circ\text{C}$ , un mélange de sable fin (silice), de carbonate de sodium et de carbonate de calcium.

A cette haute température se forment le silicate de sodium et le silicate de calcium qui se lient intimement au sein du matériau formé.

Lors de ces réactions, du dioxyde de carbone est également formé.

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction de formation du silicate de sodium.

b) Équation :

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction de formation du silicate de calcium.

c) Équation :

Les verres en cristal sont quant à eux formés par adjonction de minium ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) au mélange décrit ci-dessus. Celui-ci réagit avec la silice pour former du silicate de plomb ( $\text{PbSiO}_3$ ). Le silicate de plomb confère au cristal un éclat et une sonorité remarquables. Au cours de cette réaction, du dioxygène est également formé.

Ecrivez l'équation pondérée (équilibrée) de la réaction de formation du silicate de plomb.

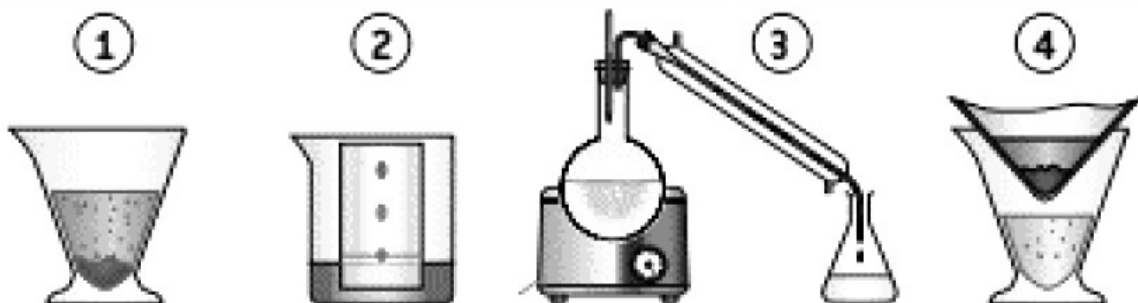
d) Équation :

Ajoutons que l'on peut également colorer les verres en y incluant d'autres oxydes métalliques comme les oxydes de cuivre (verre rouge ou vert), l'oxyde de cobalt (verre bleu), l'oxyde de manganèse (verre violet), ...

## SCHEMAS - GRAPHIQUES

15. Associez aux techniques de séparation représentées ci-dessous leur nom respectif.

4 pts



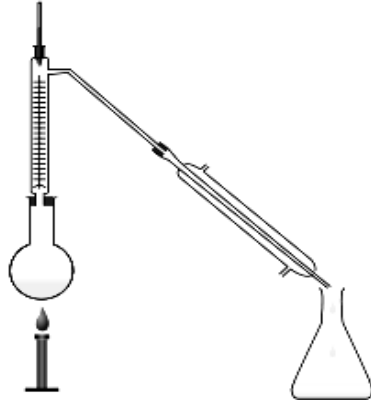
Décantation	Distillation	Filtration	Chromatographie sur couche mince

**16.** Les températures d'ébullition de l'hexane ( $C_6H_{14}$ ), de l'heptane ( $C_7H_{16}$ ), de l'octane ( $C_8H_{18}$ ) du décane ( $C_{10}H_{22}$ ) sont respectivement de  $68,7\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $98,4\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $125,6\text{ }^\circ\text{C}$  et  $174\text{ }^\circ\text{C}$ .

Ces quatre alcanes sont totalement miscibles et ne réagissent pas les uns avec les autres.

On distille un mélange contenant 15 mL d'hexane, 10 mL d'heptane, 20 mL d'octane et 20 mL de décane et on recueille le distillat produit dans un erlenmeyer.

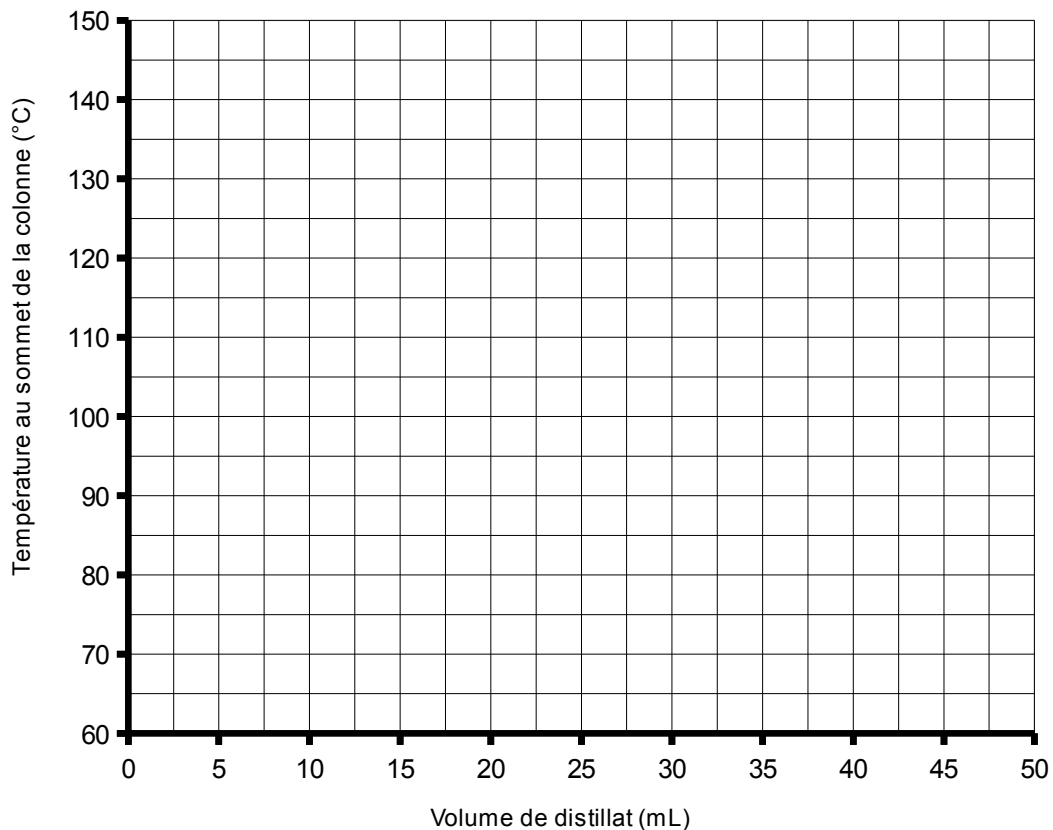
Au cours de la manipulation, la température au sommet de la colonne de distillation est mesurée et on met fin à l'expérience une fois que la température atteint  $145\text{ }^\circ\text{C}$ .



a) Que reste-t-il dans le ballon lorsque l'on met fin à la distillation ?

Réponse : .....

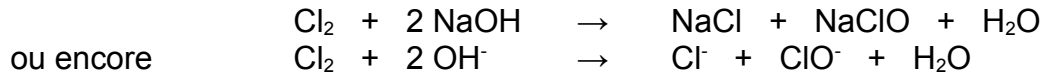
b) Tracer un graphe décrivant l'évolution de la température au sommet de la colonne en fonction du volume de distillat recueilli dans l'erlenmeyer.





17. L'eau de Javel est obtenue en dissolvant du dichlore (Cl<sub>2</sub>) gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) selon l'équation :

4 pts



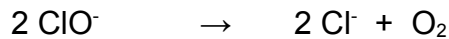
La concentration d'une eau de Javel est définie par le degré chlorométrique (°Chl).

Il correspond au volume (en L) de dichlore gazeux, mesuré dans les conditions normales de température et de pression, qu'il faut utiliser pour préparer 1,00 L de cette eau de Javel à cette concentration.

Ainsi, pour préparer un litre de solution d'eau de Javel à 40 °Chl, il faut utiliser 40 litres de dichlore.

A l'inverse, on peut aussi considérer que le degré chlorométrique d'une solution d'eau de Javel est le nombre de litres de dichlore susceptible d'être dégagé par un litre de solution sous l'action d'un acide dans les conditions normales de température et de pression.

D'autre part, une solution d'eau de Javel vieillit en fonction du temps, voyant peu à peu sa concentration en ions ClO<sup>-</sup> diminuer selon l'équation :

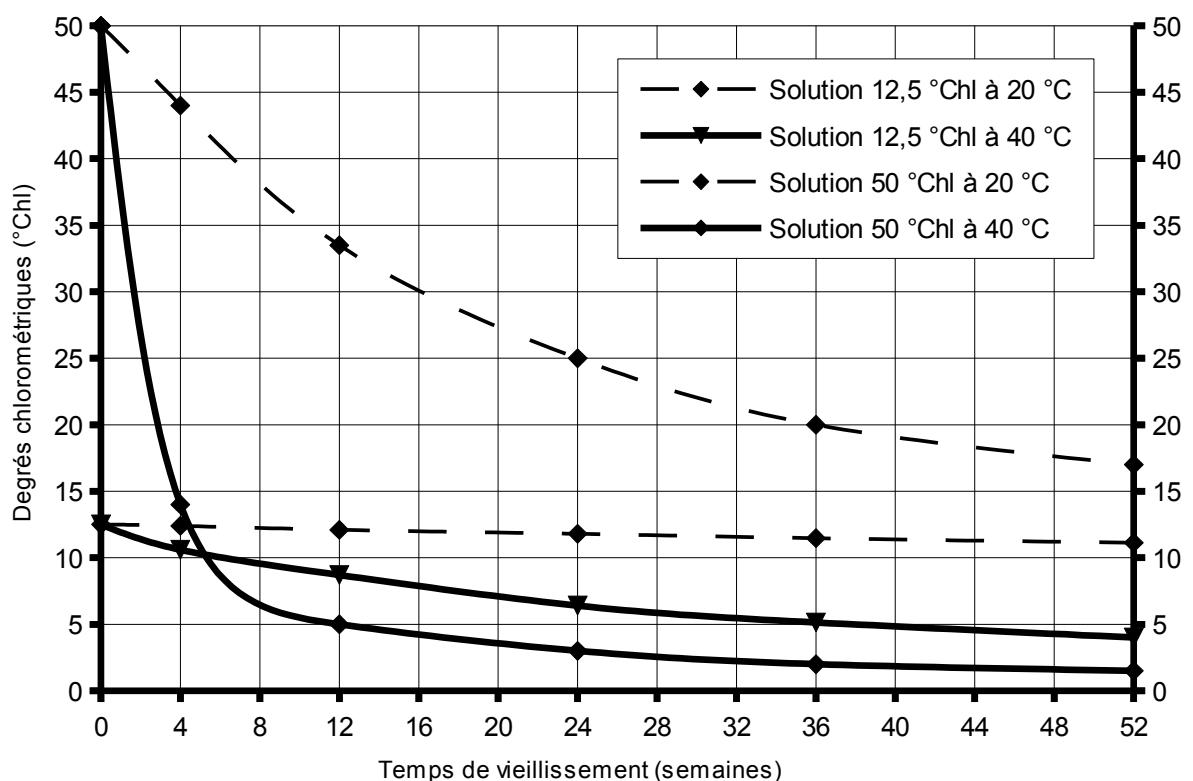


Le graphique ci-dessous décrit le vieillissement en fonction du temps de deux solutions d'eau de Javel de concentrations initiales égales à 12,5 °Chl et 50 °Chl, et ce, pour des températures de conservation de 20 °C et 40 °C.

Répondez par vrai ou par faux.

- Il est préférable de conserver l'eau de Javel dans un endroit frais.
- Plus le temps passe, plus le vieillissement de l'eau de Javel est rapide.
- Une bouteille d'eau de Javel à 50 °Chl se conserve mieux qu'une bouteille à 12,5 °Chl.
- Quand la concentration de l'eau de Javel diminue, la vitesse de la réaction de vieillissement augmente.

a)	b)	c)	d)



## REPONSES AUX QUESTIONS

**Attention** : pour les besoins de l'encodage en ligne, dans les cas où la note globale des questions 1 et 6 se solde par un chiffre décimal, veuillez arrondir à l'entier supérieur.

Merci et bonne correction, Chèr(e)s Collègues.

1. 8 x 0,5 points (si nécessaire, arrondir la note globale de la question à l'entier supérieur) **4 points**

Constituant	Acidifie l'eau de pluie	Intervient dans la réaction de la respiration	Intervient dans la réaction de la photosynthèse	Est quasi inerte chimiquement	Intervient dans la fabrication de certains engrais
diazote				<b>X</b>	<b>X</b>
dioxygène		<b>X</b>	<b>X</b>		
dioxyde de carbone	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
argon				<b>X</b>	

2. 6 x 1 point **6 points**

Esprit de sel	Rouille	Eau de Javel	Vitriol	Vinaigre	Craie
<b>c)</b>	<b>d)</b>	<b>f)</b>	<b>b)</b>	<b>a)</b>	<b>e)</b>

3. 4 x 1 point **4 points**

	Corps pur simple	Corps pur composé	Mélange homogène	Mélange hétérogène
Ozone	<b>X</b>			
Bronze			<b>X</b>	
Béton				<b>X</b>
Sucre		<b>X</b>		

4. 5 x 1 point tout juste ou tout faux par items a,b,c,d,e **5 points**

a) 2)      b) 2)      c) 3)      d) 1)      e) 2)

5. 4 x 1 point tout juste ou tout faux par ligne **4 points**

	nombre de protons	nombre de neutrons	nombre d'électrons
$^{14}\text{C}^{16}\text{O}_2$	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>22</b>
$^1\text{H}^{16}\text{O}$	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
$^{27}\text{Al}^{3+}$	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>10</b>
$(^1\text{H}^{34}\text{S})^-$	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

6. 16 x 0,5 points si nécessaire, arrondir la note globale de la question à l'entier supérieur **8 points**

Structure de Lewis : accepter toute géométrie conforme à l'octet

Formule	Nom	Structure de Lewis	Géométrie	Polaire	Apolaire
CCl <sub>4</sub>	tétrachlorure de carbone	<pre>       :Cl:         :Cl-C-Cl:               :Cl:           </pre>	tétraédrique		X
NH <sub>3</sub>	ammoniac	<pre>       H-N-H               H           </pre>	pyramidale	X	
I <sub>2</sub>	diiode	<pre>       ••   ••             :  I - I  :       ••   ••           </pre>	linéaire		X
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	peroxyde d'hydrogène	<pre>       H   O        \ /         O        / \       O   H        •• ••           </pre>	angulaire	X	

7. 2 x 2 points **4 points**  
 b) PCl<sub>5</sub>      c) SF<sub>4</sub>

8. 12 x 1 point **12 points**

	Formule	Oxyde		Acide		Hydroxyde	Sel	
		basique	acide	binaire	ternaire		binaire	ternaire
oxyde de fer (II)	FeO	X						
sulfate de mercure (I)	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							X
hémipentoxyde d'azote	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		X					
acide chlorique	HClO <sub>3</sub>				X			
hydroxyde de calcium	Ca(OH) <sub>2</sub>					X		
sulfure de zinc	ZnS						X	

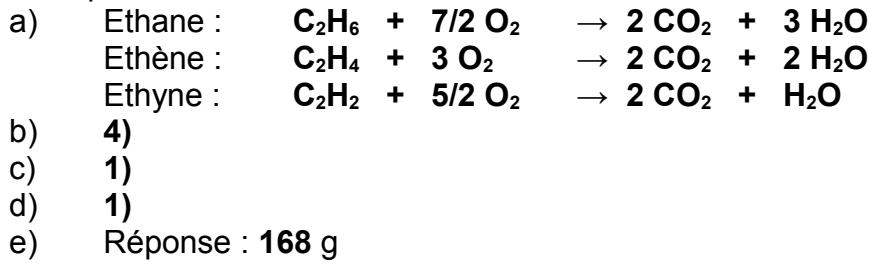
9. 1 x 5 points **5 points**  
 d)

10. 1 x 5 points **5 points**  
 d)

11. 4 x 1 point **4 points**  
 a) Réponse : **4,00.10<sup>-3</sup>** mol/L  
 b) Réponse : **4,00.10<sup>-3</sup>** mol/L  
 c) Réponse : **4,00.10<sup>-3</sup>** mol/L  
 d) Réponse : **1,60.10<sup>-3</sup>** mol/L

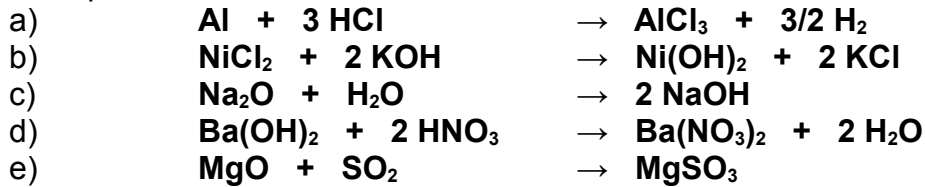
12. 7 x 1 point

7 points



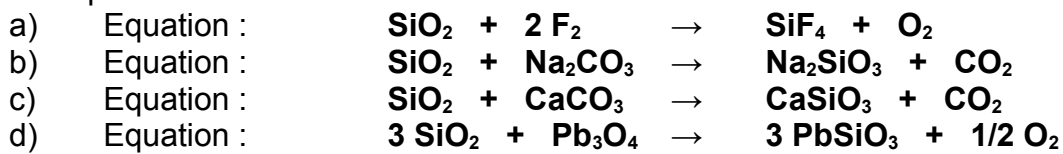
13. 5 x 2 points

10 points



14. 4 x 2 points

8 points



15. 4 x 1 point

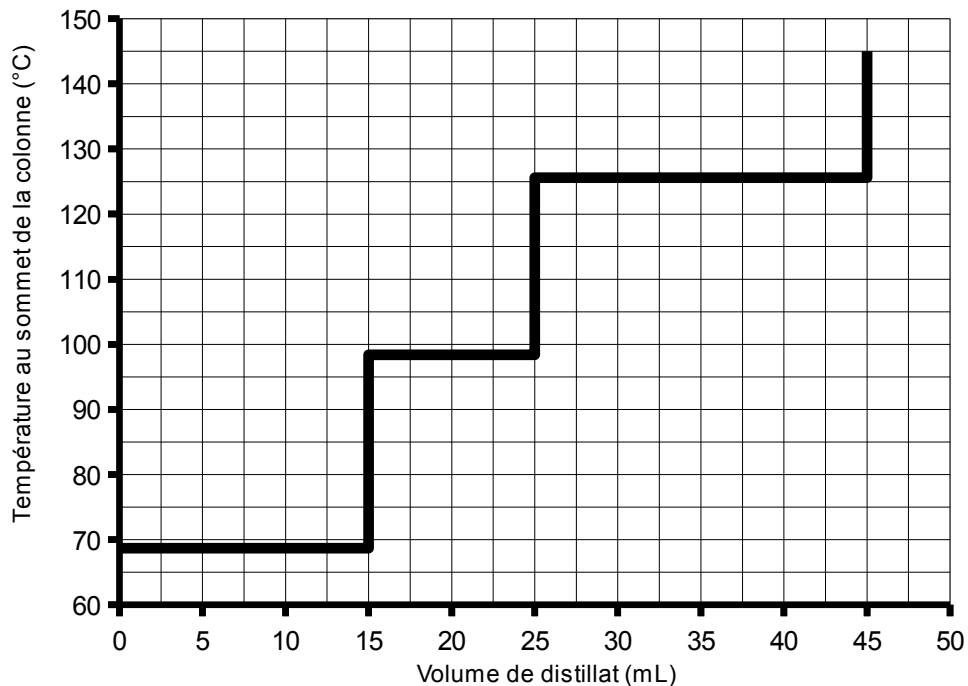
4 points

Décantation	Distillation	Filtration	Chromatographie sur couche mince
1	3	4	2

16. 2 x 3 points

6 points

- a) Réponse : le décane  
 b) tout juste ou tout faux sur l'ensemble du graphique



17. 4 x 1 point

4 points

a)	b)	c)	d)
VRAI	FAUX	FAUX	FAUX