



Olympiades académiques 2019

Épreuve de présélection

QCM de CHIMIE – Sujet zéro

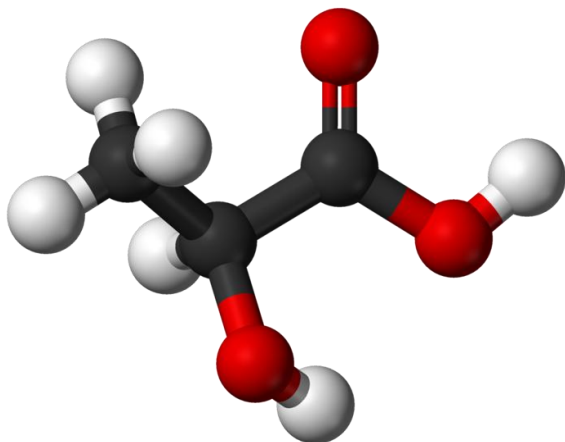
Durée de l'épreuve : 1h

NOTES IMPORTANTES

- Les candidats sont totalement responsables de la gestion du temps, de l'organisation de leur travail.
- Une fois une réponse validée, ils ne pourront plus revenir sur la question précédente.
- Pour les questions à choix multiples, plusieurs réponses peuvent être possibles et seule la totalité des réponses justes cochées sera comptabilisée.
- Aucun document n'est autorisé.
- Seule la calculatrice de l'ordinateur est autorisée.

1 - Molécules

L'acide lactique est un composé produit par les muscles, la peau et les globules rouges, notamment en cas d'hypo-oxygénation des tissus. Il peut s'accumuler dans les muscles et entraîner des crampes. Le modèle moléculaire de cette molécule est donné ci-contre.



Données :

Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g/mol}$, $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$.

QCM 1 : L'oxygène est modélisé par une sphère :

- rouge ;
- noire ;
- blanche.

QCM 2 : Le carbone ${}^6\text{C}$ peut faire :

- une liaison simple ;
- deux liaisons simples ;
- quatre liaisons simples.

QCM 3 : La formule brute de cette molécule s'écrit :

- $\text{O}_3\text{H}_6\text{C}_3$;
- $\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_3$;
- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$;
- $\text{O}_6\text{H}_3\text{C}_3$.

QCM 4 : La masse molaire de cette molécule est :

- 90 g/mol ;
- 135 g/mol ;
- 123 g/mol.

QCM 5 : Cette molécule contient :

- un groupe hydroxyle ;
- un groupe carboxyle ;
- un groupe carbonyle.

2 - Solutions

Sur l'étiquette d'un litre de solution d'acide chlorhydrique il est indiqué :

$d = 1,198$ (densité) ;

$p = 40\%$ (pourcentage massique) ;

$M = 36,47 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (masse molaire)



Données :

Densité de l'eau : $d_{\text{eau}} = 1,0$.

QCM 1 : Une solution d'acide chlorhydrique a pour formule :

- $\text{HCl}(\text{g})$;
- $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$;
- $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$.

QCM 2 : Cette solution est :

- plus dense que l'eau ;
- moins dense que l'eau.

QCM 3 : Le pictogramme apposé sur l'étiquette de cette solution signifie que cette solution est :

- dangereuse pour l'environnement ;
- dangereuse pour la santé ;
- toxique ;
- corrosive.

QCM 4 : 1 L de cette solution pèse :

- 40 kg ;
- 36,47 kg ;
- 1,198 kg.

QCM 5 : La concentration molaire de cette solution est :

- 26,32 mol/L ;
- 9,125 mol/L ;
- 13,14 mol/L.

3 – Solutions - concentrations

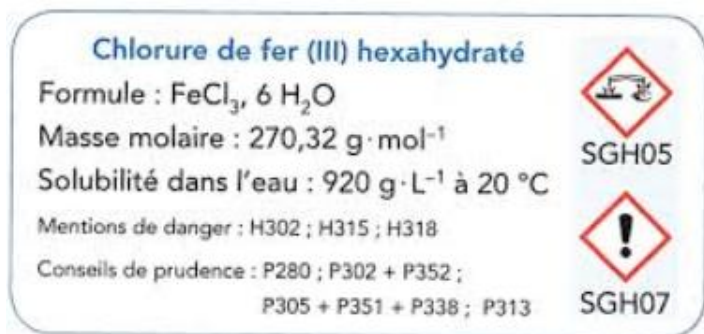
On dissout dans l'eau une masse de 13,5 mg de cristaux de chlorure de fer (III) de formule $\text{Fe}(\text{Cl})_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pour obtenir 5,0 cL de solution.

Masses molaires atomiques :

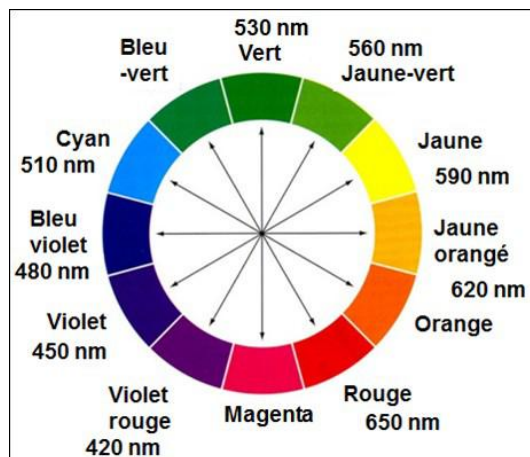
$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

$M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Étiquette du chlorure de fer (III) :



Cercle chromatique :



QCM 1 : Le chlorure de fer (III) est un solide :

- ionique ;
- moléculaire ;
- hexahydraté.

QCM 2 : La solution obtenue est orange. Cette solution absorbe donc :

- dans le visible ;
- dans les UV ;
- dans le bleu ;
- dans le vert.

QCM 3 : Les pictogrammes apposés sur l'étiquette de cette solution signifient que cette solution est :

- dangereuse pour l'environnement ;
- dangereuse pour la santé ;
- irritante ;
- corrosive.

QCM 4 : La masse molaire de ce sel vaut :

- 270,5 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- 162,3 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- 180,3 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

QCM 5 : La concentration molaire en ions chlorure est égale à :

- 3,0 mol/L ;
- 1,0 mol/L ;
- 3,0 mmol/L ;
- 1,0 mmol/L .

QCM 6 : La concentration en masse de solide est :

- 0,270 g/L ;
- 270 g/L.

4 – Réaction chimique – Bilan de matière

En 1775, Antoine-Laurent Lavoisier montra par une expérience que le dioxygène $O_{2(g)}$ est l'un des constituants de l'air. Pour réaliser cette expérience, il utilisa une masse $m_{Hg,i} = 100,5$ g de mercure $Hg_{(l)}$ et un volume d'air qui comprenait une masse $m_{O_2,i} = 0,16$ g de dioxygène. Il obtient une masse $m = 2,15$ g de « matière rouge » appelée oxyde de mercure (II) de formule $HgO_{(s)}$.

Schéma du montage :

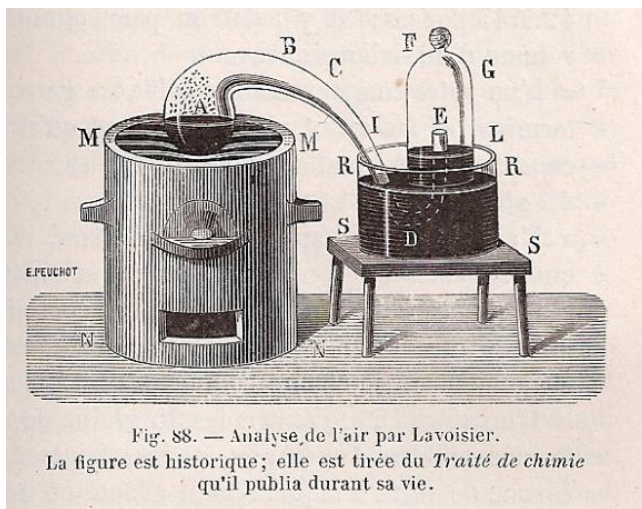


Fig. 88. — Analyse de l'air par Lavoisier.
La figure est historique; elle est tirée du *Traité de chimie* qu'il publia durant sa vie.

Données :

Substance	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)
Mercure	-39	357
Eau	0	100

Masses molaires atomiques : $M(Hg) \approx 201$ g/mol, $M(O) = 16,0$ g/mol.

QCM 1 : Quel test permet de mettre en évidence le dioxygène de l'air :

- test à la liqueur de Fehling ;
- test à la flamme ;
- test au sulfate de cuivre anhydre ;
- test avec une bûchette incandescente.

QCM 2 : A température ambiante, le mercure est un :

- gaz ;
- liquide ;
- solide.

QCM 3 : La fusion est :

- le passage de l'état liquide à l'état solide ;
- le passage de l'état solide à l'état liquide.

QCM 4 : Quelle équation chimique modélise cette réaction :

- $1 Hg(l) + 1 O_2(aq) \rightarrow 1 HgO(s)$;
- $2 Hg(l) + 1 O_2(aq) \rightarrow 2 HgO(s)$.

QCM 5 : Les quantités de matière initiales sont :

- $n(Hg)_i = 0,500$ mol ;
- $n(Hg)_i = 2,00$ mol ;
- $n(O_2)_i = 5,0 \times 10^{-3}$ mol ;
- $n(O_2)_i = 2,0 \times 10^{-1}$ mol.

QCM 6 : La masse de produit formé est :

- $m(HgO) = 1,0$ g ;
- $m(HgO) = 2,0$ mg ;
- $m(HgO) = 2,2$ g.

5 – Dilution – loi de Beer-Lambert

L'eau Dakin est devenue l'un des principaux antiseptiques sur le marché. Elle est composée d'hypochlorite de sodium, et d'autres espèces chimiques. Ce mélange contient, pour le colorer (en rose-violet) et le stabiliser vis-à-vis de la lumière, des ions permanganate, MnO_4^- . La coloration violette des ions permanganate peut être mesurée par un colorimètre.

Pour les solutions diluées, il existe une relation entre l'absorbance (A) et la concentration (C) en soluté.

C'est la loi de Beer – Lambert : $A = \epsilon.l.C$

ϵ est le coefficient d'absorption molaire ; l est l'épaisseur de la cellule qui contient la solution ;

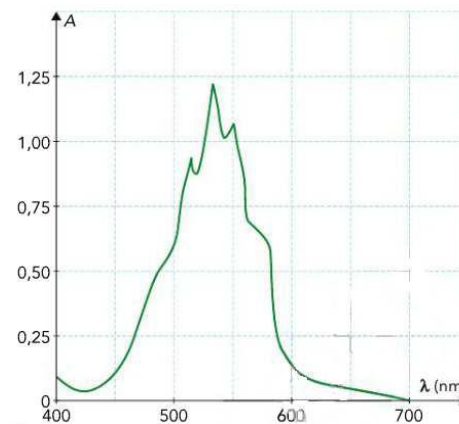
C est la concentration exprimée en moles/ litre.

Pour déterminer la concentration en KMnO_4 dans un flacon de Dakin, il est nécessaire de préparer des solutions étalons par dilution d'une solution de concentration en Mn connue. La concentration en masse de Mn de cette solution est de 1000 mg de Mn par litre. Puis, après mesure de l'absorbance de chaque solution étalon de concentrations connues, le tracé d'une courbe d'étalonnage permet de retrouver la teneur en KMnO_4 de la solution de Dakin.

Solutions étalons préparées à partir de S' :

	KMnO_4 solution S' (mL)	Eau (mL)
1	0.200	1.800
2	0.200	1.800
3	0.500	1.500
4	0.800	1.200
5	1.000	1,000
6	1,200	0.800

Spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium



QCM 1 : La concentration en masse de KMnO_4 (en mg/litre) d'une solution S dont on donne la concentration en Mn (1000 mg/litre) est :

- 1000 mg/litre ;
- 2878 mg/litre.

QCM 2 : Que vaut le volume de solution S nécessaire pour préparer 100,0 mL d'une solution diluée 50 fois notée S' :

- 50,0 mL ;
- 2,0 mL ;
- 5,0 mL.

QCM 3 : On note S' la solution S diluée 50 fois. Donner la valeur de la concentration de la solution étalon 3 du tableau :

- 5,8 mg/L ;
- 34,5 mg/L ;
- 28,8 mg/L ;
- 14,4 mg/L.

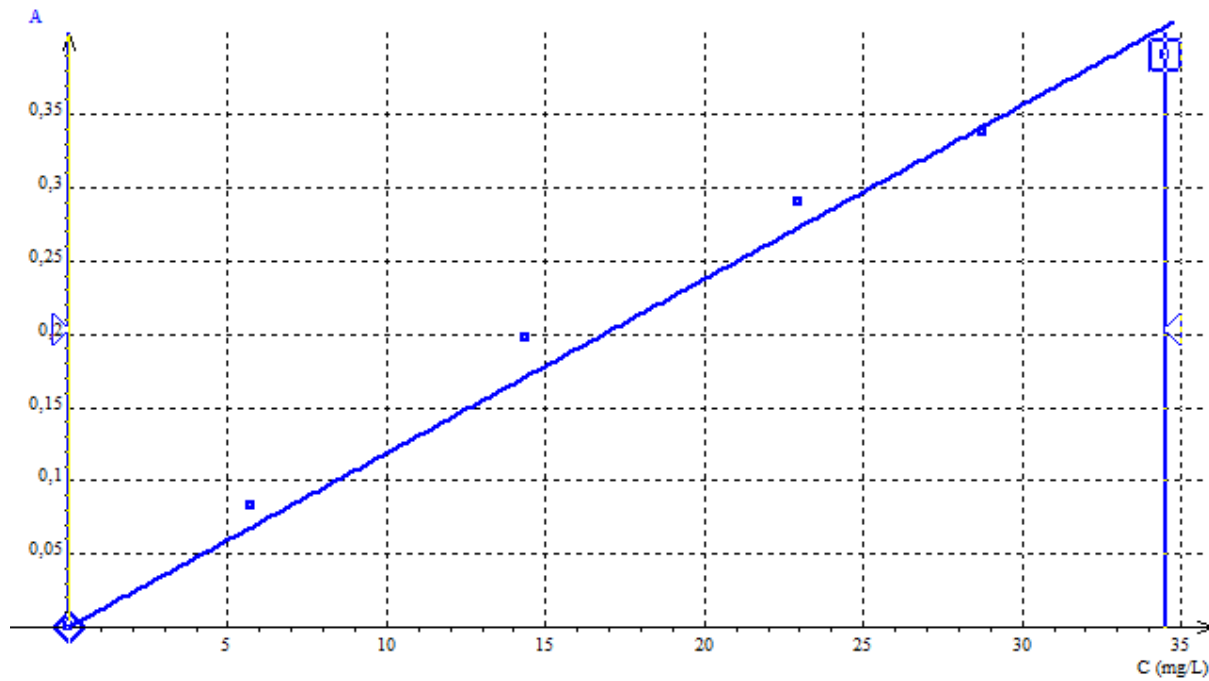
QCM 4 : Quelle est la valeur du coefficient directeur de la courbe d'étalonnage ?

- 0,0118 L/mg;
- 11,8 L/g ;
- 11,8 L/mg .

QCM 5 : On mesure l'absorbance de l'eau de Dakin. On trouve : $A(\text{Dakin}) = 0,13$. Quelle est la concentration en masse de KMnO_4 de l'eau de Dakin ?

- 9,8 mg/L ;
- 10,1 mg/L ;
- 10,9 mg/L.

Courbe d'étalonnage obtenue :



Masses molaires atomiques : $M(K) = 39,1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(Mn) = 54,9 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

OCM 6 : Sachant que sur l'étiquette, on peut lire : concentration en $\text{KMnO}_4 = 10 \text{ mg/L}$. Quelle est l'écart relatif correspondant :

- 9,0 % ;
- 0,090 %.

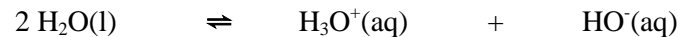
6 – Acide/base – pH

Le pH (potentiel hydrogène) permet de quantifier l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il est défini par la relation :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_f \quad \text{ou} \quad [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-\text{pH}}$$

Où $[\text{H}_3\text{O}^+]_f$ est la concentration en ions oxonium H_3O^+ en mol/L.

L'eau étant neutre, elle contient la même quantité, en proportion très faible, d'ions H_3O^+ et HO^- . Dans l'eau et dans toute solution aqueuse se produit une transformation limitée appelée autoprotolyse de l'eau, dont l'équation chimique est la suivante :



Cette réaction explique la formation des ions oxonium et hydroxyde dans l'eau pure et permet de relier leurs concentrations par une équation vraie pour toute solution aqueuse :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f \times [\text{HO}^-]_f = 1 \times 10^{-14} = K_e \text{ à } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

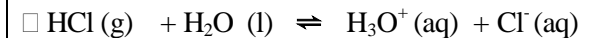
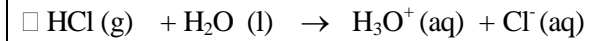
K_e est appelé produit ionique de l'eau, il est sans unité et toujours égal à 10^{-14} à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

K_e est le produit de la concentration en ions oxonium H_3O^+ et de la concentration en ions hydroxyde HO^- .

K_e ne dépend que de la température et n'a pas d'unité.

Soit, à 25°C , une solution d'acide chlorhydrique (acide fort) à $6,3 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.

QCM 1 : Quelle est l'équation de mise en solution de HCl correcte :



QCM 2 : Quel est le pH de cette solution ?

pH = 4,0 ;

pH = 3,2.

QCM 3 : Quelle est la valeur de la concentration en ions hydroxyde de cette solution ?

$1,6 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$;

$1,0 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$.

