| EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES<br>**Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Date :* | 17.05.23 | *Durée :* | 08:15 - 10:45 | *Numéro candidat :* | |
| *Discipline :* | Chimie | *Section(s) :* | GSN | | |

***Remarque générale :*** *il n'y a qu'une seule réponse correcte pour les questions à choix multiples.*

*(multiple choice questions)*

## I. Réactions acide base (9 + 8 = 17 points)

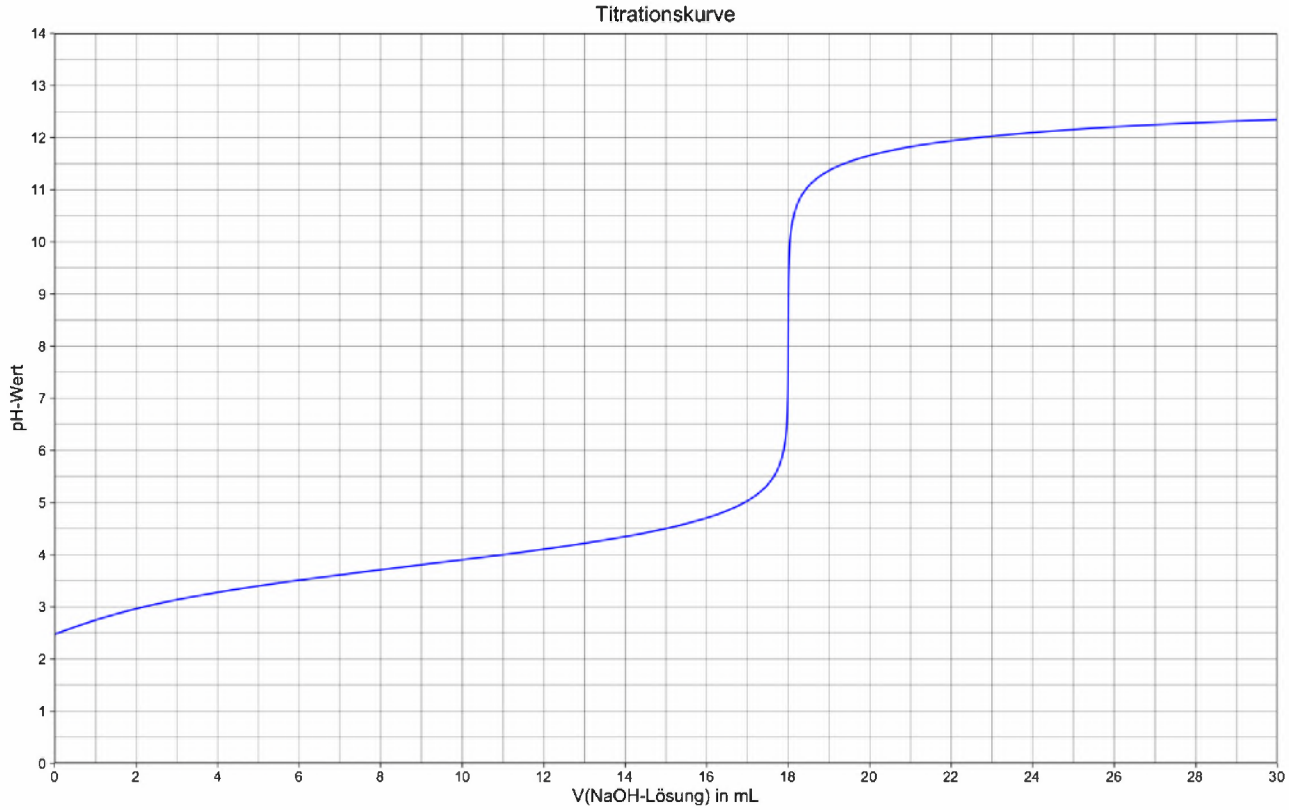
**Question 1 – titrage (9 points)**

Vous avez trouvé au laboratoire une solution non étiquetée qui doit être un acide ou une base dilué(e). Vous décidez de verser une petite quantité de la solution dans un tube à essai à l'aide d'une pipette afin de déterminer son caractère acide ou basique : Après avoir ajouté 5 gouttes de solution indicatrice de bleu de bromothymol et avoir agité le mélange, celui-ci prend une couleur jaune.

**(a)** Quelle affirmation est correcte ? (1)

- ☐ **A** La solution inconnue est neutre.
- ☐ **B** La solution inconnue possède un pOH supérieur à 7.
- ☐ **C** L'indicateur bleu de bromothymol ne permet pas de savoir s'il s'agit d'un acide ou d'une base.
- ☐ **D** La solution inconnue a un pH supérieur à 7.

Vous décidez d'analyser quantitativement la solution : Pour cela, vous utilisez comme solution titrée de la soude caustique de concentration $c = 0{,}10\ mol \cdot L^{-1}$. Vous prélevez à cet effet $24\ mL$ de la solution d'échantillon. Après exécution, vous obtenez la courbe de titrage suivante :




**(b)** Déterminez graphiquement le point d'équivalence. (1)

**(c)** Identifiez le composé dissous (donnez son nom et sa formule ; il s'agit d'une substance du tableau acide/base fourni) et expliquez votre démarche. (2)

**(d)** Calculez la concentration molaire de la solution d'échantillon avant le titrage et le pH de la solution de soude caustique. (2)

**(e)** Calculez le pH au point d'équivalence. (2)

**(f)** Indiquez un indicateur coloré approprié pour ce titrage. Justifiez votre réponse. (1)

**Question 2 – Calcul du pH de solutions de mélanges (8 points)**

Donnez à chaque fois l'équation et dressez un tableau avec les quantités de substances des réactifs et des produits, avant et après le mélange.

Calculez ensuite le pH de la solution.

**(a)** Dans une fiole jaugée de 250 mL, mélanger 25 mL d'acide bromhydrique $c = 0{,}20\ mol \cdot L^{-1}$ et $72\ mg$ d'hydroxyde de lithium. On complète ensuite avec de l'eau distillée jusqu'à la marque d'étalonnage. (3)

**(b)** 500 mL de solution contiennent 27,24 g d'hydrogénosulfate de potassium et 35,53 g de sulfate de sodium. (2)

**(c)** Dans une solution tampon préparée à partir de 250 mL d'acide acétique ($c = 0{,}60\ mol \cdot L^{-1}$ et de 106,73 g d'acétate de magnésium, on ajoute 300 mL d'acide chlorhydrique $c = 3{,}00\ mol \cdot L^{-1}$. (3)

## II. Électrochimie (5 + 3 = 8 points)

### Question 3 – Élément galvanique (5 points)

Dans un demi-élément, une électrode en étain est immergée dans une solution de chlorure d'étain (II) $c = 1\,\frac{mol}{L}$, dans l'autre une électrode en graphite en phase aqueuse est entourée de gaz dichlore (p = 1 bar). Les deux demi-éléments sont séparés par un diaphragme.

**(a)** Indiquez la notation symbolique de cet élément galvanique. (1)

**(b)** Indiquez l'anode et la cathode, le pôle positif et le pôle négatif, les agents réducteur et oxydant, les réactions aux électrodes et la réaction globale. (3)

**(c)** Calculez la tension de cellule de cet élément galvanique. (1)

**Question 4 – Le procédé chlore-alcali (3 points)**

Depuis la fin du 19e siècle, le procédé chlore-alcali permet de produire à grande échelle les principaux produits chimiques de base que sont le dichlore, le dihydrogène et la potasse caustique à partir de chlorure de potassium et d'eau. Dans l'une des demi-cellules, une électrode est plongée dans une solution de chlorure de potassium et du gaz dichlore se forme sur l'électrode lorsque le courant est activé. Dans l'autre demi-cellule se trouve une électrode qui est simplement immergée dans l'eau. Sur cette électrode, du gaz dihydrogène se forme lorsque le courant passe et l'eau devient de plus en plus basique - il se forme de la potasse caustique.

**(a)** Donnez les équations partielles de l'oxydation et de la réduction. Identifiez l'anode et la cathode ainsi que leur polarité. (2)

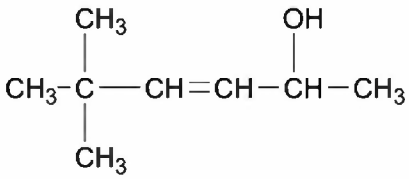
**(b)** Établissez l'équation globale de l'électrolyse. (1)

## III. Chimie organique (10 + 11 + 14 = 35 points)

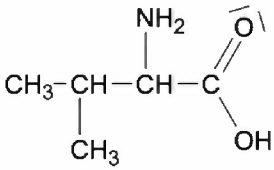
**Question 5 – Dénominations selon la nomenclature IUPAC et points d'ébullition (10 points)**

**(a)** Nommez les molécules suivantes par leur nom IUPAC complet. (1,5)

i.



ii.



**(b)** Dessinez la formule de constitution squelettique des molécules suivantes. (1,5)

i. ester 2-méthylpropanoate de butyle

ii. pent-4-én-2-ol

**(c)** Dessinez la formule de constitution semi-développée des molécules suivantes. (1,5)

i. 2-méthylpropanal

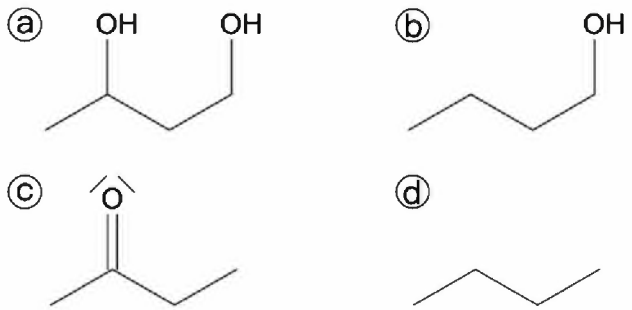
ii. ester 4-oxopentanoate de méthyle

**(d)** Dessinez la formule de *Cram* des molécules suivantes et indiquez les priorités. (2,5)

i. (R)-1-bromopentan-3-ol

ii. acide (S)-3-hydroxypentanoïque

**(e)** Classez les composés suivants par ordre croissant de point d'ébullition. Justifiez l'ordre en citant à chaque fois les interactions prioritaires. (3)




**Question 6 – Oxydation des alcools (4 + 4,5 + 2,5 = 11 points)**

**(a)** Dessinez les formules de constitution semi-développées des quatre isomères de constitution des alcools de formule moléculaire $C_4H_{10}O$. Nommez les alcools selon la nomenclature IUPAC. Indiquez si ces alcools sont des alcools primaires, secondaires ou tertiaires. (4)

**(b)** Choisissez un alcool primaire, un alcool secondaire et un alcool tertiaire parmi les alcools dessinés sous (a). Etablissez pour ces trois alcools (si possible) les équations de réaction avec CuO. Indiquez à chaque fois les nombres d'oxydation pertinents et nommez le produit organique correspondant selon la nomenclature IUPAC. (4,5)

**(c)** Un des produits formés en (b) peut être mis en évidence avec le test de Tollens. Établissez l'équation redox correspondante (y compris les équations partielles de l'oxydation et de la réduction). (2,5)

**Question 7 – Réaction de l'eau de brome avec l'hexane (3 + 7 + 1 + 1 + 2 = 14 points)**

La réaction entre l'eau de brome et l'hexane est réalisée dans un tube à essai qui est exposé pendant plusieurs minutes à une forte lumière UV.

Après cette irradiation, les observations suivantes sont à noter :

1. La phase aqueuse s'est presque entièrement décolorée.
2. Un papier indicateur universel humide, que l'on tient au-dessus de l'ouverture du tube à essai, se colore en rouge.

**(a)** Expliquez les deux observations ! (3)

**(b)** Établissez le mécanisme complet de la réaction (avec les formules de constitution squelettiques, y compris les flèches) pour la réaction effectuée à la question 7 et nommez les étapes de la réaction. Indiquez également le nom de ce type de réaction ! (7)

**(c)** Quelle affirmation est correcte ? (1)

Par l'exposition à la lumière ultraviolette…

- ☐ **A** … une dissociation hétérolytique a lieu.
- ☐ **B** … une activation de la double liaison a lieu.
- ☐ **C** … une polarisation de la liaison Br-Br a lieu.
- ☐ **D** … une dissociation homolytique a lieu.

**(d)** Quelle affirmation est correcte ? (1)

La photohalogénation est...

- ☐ **A** … un type de réaction très spécifique, où un seul produit est produit.
- ☐ **B** … un type de réaction qui ne se produit qu'avec la lumière UV artificielle.
- ☐ **C** … un type de réaction non spécifique qui peut produire de nombreux halogénoalcanes différents, ainsi que des di- ou tribromoalcanes.
- ☐ **D** … une réaction d'addition, car on ajoute du dibrome à un alcane.

**(e)** Le bromoalcane formé peut être détecté au moyen d'un test de mise en évidence. Nommez cet test et expliquez comment cet essai est réalisé. (2)

## Liste avec des indicateurs colorés

| indicateur coloré | forme acide | zone de virage | forme basique | p$K_a$(HIn) |
|---|---|---|---|---|
| bleu de thymol | rouge | 1,2 – 2,8 | jaune | 1,7 |
| orange de méthyle | orange | 3,1 – 4,4 | jaune | 3,4 |
| vert de bromocrésol | jaune | 3,8 – 5,4 | bleu | 4,7 |
| rouge de méthyle | rouge | 4,2 – 6,3 | jaune | 5,0 |
| bleu de bromothymol | jaune | 6,0 – 7,7 | bleu | 7,1 |
| bleu de thymol | jaune | 8,0 – 9,6 | bleu | 8,9 |
| phénolphtaléine | incolore | 8,2 – 10 | rouge | 9,4 |
| thymolphtaléine | incolore | 9,3 - 10,5 | bleu | 10,0 |
| jaune d'alizarine R | jaune | 10,1 – 12,1 | rouge | 11,2 |

**Formules pour le calcul du pH**

**Acides forts HA**

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[HA]_0$

**Acides faibles HA**

$pH = \frac{1}{2}(pK_A - \log[HA]_0)$

**Bases fortes $A^-$**

$pOH = -\log[OH^-] = -\log[A^-]_0$

$pH = 14 - pOH = 14 + \log[A^-]_0$

**Bases faibles $A^-$**

$pOH = \frac{1}{2}(pK_B - \log[A^-]_0)$

$pH = 14 - pOH = 14 - \frac{1}{2}(pK_B - \log[A^-]_0)$

**Solutions tampon**

$pH = pK_A + \log\frac{[A^-]}{[HA]} = pK_A + \log\frac{n(A^-)}{n(HA)}$

Table avec les p$K_A$ et p$K_B$ en solution aqueuse à 25 °C

| p$K_A$ | acide | | base correspondante | | p$K_B$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Protolyse complète | acide perchlorique | $HClO_4$ | $ClO_4^-$ | ion perchlorate | Aucune protolyse |
| | acide iodhydrique | $HI$ | $I^-$ | ion iodure | |
| | acide bromhydrique | $HBr$ | $Br^-$ | ion bromure | |
| | acide chlorhydrique | $HCl$ | $Cl^-$ | ion chlorure | |
| | acide sulfurique | $H_2SO_4$ | $HSO_4^-$ | ion hydrogénosulfate | |
| | acide nitrique | $HNO_3$ | $NO_3^-$ | ion nitrate | |
| | ion oxonium | $H_3O^+$ | $H_2O$ | eau | |
| 1,42 | acide oxalique | $H_2C_2O_4$ | $HC_2O_4^-$ | ion hydrogénooxalate | 12,58 |
| 1,92 | ion hydrogénosulfate | $HSO_4^-$ | $SO_4^{2-}$ | ion sulfate | 12,08 |
| 2,13 | acide phosphorique | $H_3PO_4$ | $H_2PO_4^-$ | ion dihydrogénophosphate | 11,87 |
| 2,22 | ion hexaaqua fer(III) | $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ | $[Fe(OH)(H_2O)_5]^{2+}$ | ion pentaaqua hydroxo fer(III) | 11,78 |
| 3,14 | acide fluorhydrique | $HF$ | $F^-$ | ion fluorure | 10,86 |
| 3,35 | acide nitreux | $HNO_2$ | $NO_2^-$ | ion nitrite | 10,65 |
| 3,75 | acide formique (acide méthanoïque) | $HCOOH$ | $HCOO^-$ | ion méthanoate (formiate) | 10,25 |
| 4,75 | acide acétique (acide éthanoïque) | $CH_3COOH$ | $CH_3COO^-$ | ion éthanoate (acétate) | 9,25 |
| 4,85 | ion hexaaqua aluminium | $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ | $[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$ | ion pentaaqua hydroxo aluminium | 9,15 |
| 6,52 | acide carbonique | $H_2CO_3$ | $HCO_3^-$ | ion hydrogénocarbonate | 7,48 |
| 6,92 | acide sulfhydrique sulfure d'hydrogène | $H_2S$ | $HS^-$ | ion hydrogénosulfure | 7,08 |
| 7,00 | ion hydrogénosulfite | $HSO_3^-$ | $SO_3^{2-}$ | ion sulfite | 7,00 |
| 7,20 | ion dihydrogénophosphate | $H_2PO_4^-$ | $HPO_4^{2-}$ | ion hydrogénophosphate | 6,80 |
| 9,25 | ion ammonium | $NH_4^+$ | $NH_3$ | ammoniaque | 4,75 |
| 9,40 | acide cyanhydrique cyanure d'hydrogène | $HCN$ | $CN^-$ | ion cyanure | 4,60 |
| 10,40 | ion hydrogénocarbonate | $HCO_3^-$ | $CO_3^{2-}$ | ion carbonate | 3,60 |
| 11,62 | peroxyde d'hydrogène | $H_2O_2$ | $HO_2^-$ | ion peroxyde d'hydrogène | 3,38 |
| 12,36 | ion hydrogénophosphate | $HPO_4^{2-}$ | $PO_4^{3-}$ | ion phosphate | 1,64 |
| 13,00 | ion hydrogénosulfure | $HS^-$ | $S^{2-}$ | ion sulfure | 1,00 |
| | eau | $H_2O$ | $OH^-$ | ion hydroxyde | |
| Aucune protolyse | éthanol | $CH_3CH_2OH$ | $CH_3CH_2O^-$ | ion éthanolate | Protolyse complète |
| | méthanol | $CH_3OH$ | $CH_3O^-$ | ion méthanolate | |
| | ammoniaque | $NH_3$ | $NH_2^-$ | ion amide | |
| | ion hydroxyde | $OH^-$ | $O^{2-}$ | ion oxyde | |
| | hydrogène | $H_2$ | $H^-$ | ion hydrure | |

## Potentiels standard à 25 °C

| **Red** | ⇌ | **Ox + n e⁻** | $E^{\ominus}$ / V |
|---|---|---|---|
| $2\ F^-(aq)$ | ⇌ | $F_2(g) + 2\ e^-$ | +2,87 |
| $2\ SO_4^{2-}(aq)$ | ⇌ | $S_2O_8^{2-}(aq) + 2\ e^-$ | +2,00 |
| $4\ H_2O(l)$ | ⇌ | $H_2O_2(aq) + 2\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +1,78 |
| $PbSO_4(s) + 5\ H_2O(l)$ | ⇌ | $PbO_2(s) + HSO_4^-(aq) + 3\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +1,69 |
| $MnO_2(s) + 6\ H_2O(l)$ | ⇌ | $MnO_4^-(aq) + 4\ H_3O^+(aq) + 3\ e^-$ | +1,68 |
| $Mn^{2+}(aq) + 12\ H_2O(l)$ | ⇌ | $MnO_4^-(aq) + 8\ H_3O^+(aq) + 5\ e^-$ | +1,49 |
| $Pb^{2+}(aq) + 6\ H_2O(l)$ | ⇌ | $PbO_2(s) + 4\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +1,46 |
| $Au(s)$ | ⇌ | $Au^{3+}(aq) + 3\ e^-$ | +1,42 |
| $2\ Cl^-(aq)$ | ⇌ | $Cl_2(g) + 2\ e^-$ | +1,36 |
| $2\ Cr^{3+}(aq) + 21\ H_2O(l)$ | ⇌ | $Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14\ H_3O^+(aq) + 6\ e^-$ | +1,33 |
| $6\ H_2O(l)$ | ⇌ | $O_2(g) + 4\ H_3O^+(aq) + 4\ e^-$ | +1,23 |
| $Mn^{2+}(aq) + 6\ H_2O(l)$ | ⇌ | $MnO_2(s) + 4\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +1,21 |
| $Pt(s)$ | ⇌ | $Pt^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | +1,20 |
| $I_2(s) + 18\ H_2O(l)$ | ⇌ | $2\ IO_3^-(aq) + 12\ H_3O^+(aq) + 10\ e^-$ | +1,20 |
| $2\ Br^-(aq)$ | ⇌ | $Br_2(aq) + 2\ e^-$ | +1,07 |
| $NO(g) + 6\ H_2O(l)$ | ⇌ | $NO_3^-(aq) + 4\ H_3O^+(aq) + 3\ e^-$ | +0,96 |
| $Hg(l)$ | ⇌ | $Hg^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | +0,85 |
| $Ag(s)$ | ⇌ | $Ag^+(aq) + e^-$ | +0,80 |
| $2\ Hg(l)$ | ⇌ | $Hg_2^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | +0,80 |
| $Fe^{2+}(aq)$ | ⇌ | $Fe^{3+}(aq) + e^-$ | +0,77 |
| $H_2O_2(aq) + 2\ H_2O(l)$ | ⇌ | $O_2(g) + 2\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +0,68 |
| $MnO_2(s) + 4\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $MnO_4^-(aq) + 2\ H_2O(l) + 3\ e^-$ | +0,59 |
| $2\ I^-(aq)$ | ⇌ | $I_2(s) + 2\ e^-$ | +0,54 |
| $Cu(s)$ | ⇌ | $Cu^+(aq) + e^-$ | +0,52 |
| $Cl_2(g) + 4\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $2\ OCl^-(aq) + 2\ H_2O(l) + 2e^-$ | +0,42 |
| $4\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $O_2(g) + 2\ H_2O(l) + 4\ e^-$ | +0,40 |
| $2\ Ag(s) + 2\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $Ag_2O(s) + H_2O(l) + 2\ e^-$ | +0,34 |
| $Cu(s)$ | ⇌ | $Cu^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | +0,34 |
| $2\ Hg(l) + 2\ Cl^-(aq)$ | ⇌ | $Hg_2Cl_2(s) + 2\ e^-$ | +0,27 |
| $Ag(s) + Cl^-(aq)$ | ⇌ | $AgCl(s) + e^-$ | +0,22 |
| $H_2SO_3(aq) + 5\ H_2O(l)$ | ⇌ | $SO_4^{2-}(aq) + 4\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +0,20 |
| $Cu^+(aq)$ | ⇌ | $Cu^{2+}(aq) + e^-$ | +0,16 |
| $H_2S(g) + 2\ H_2O(l)$ | ⇌ | $S(s) + 2\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +0,14 |
| $Ag(s) + Br^-(aq)$ | ⇌ | $AgBr(s) + e^-$ | +0,07 |
| $H_2(g) + 2\ H_2O(l)$ | ⇌ | $2\ H_3O^+(aq) + 2\ e^-$ | +0,00 |
| $Fe(s)$ | ⇌ | $Fe^{3+}(aq) + 3\ e^-$ | −0,04 |
| $Pb(s)$ | ⇌ | $Pb^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −0,13 |
| $Sn(s)$ | ⇌ | $Sn^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −0,14 |
| $H_2O_2(aq) + 2\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $O_2(g) + 2\ H_2O(l) + 2\ e^-$ | −0,15 |
| $Ag(s) + I^-(aq)$ | ⇌ | $AgI(s) + e^-$ | −0,15 |
| $Ni(s)$ | ⇌ | $Ni^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −0,23 |
| $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$ | ⇌ | $PbSO_4(s) + 2\ e^-$ | −0,36 |
| $Cd(s)$ | ⇌ | $Cd^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −0,40 |
| $Fe(s)$ | ⇌ | $Fe^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −0,41 |
| $Zn(s)$ | ⇌ | $Zn^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −0,76 |
| $H_2(g) + 2\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $2\ H_2O(l) + 2\ e^-$ | −0,83 |
| $SO_3^{2-}(aq) + 2\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $SO_4^{2-}(aq) + H_2O(l) + 2\ e^-$ | −0,92 |
| $N_2H_4(aq) + 4\ OH^-(aq)$ | ⇌ | $N_2(g) + 4\ H_2O(l) + 4\ e^-$ | −1,16 |
| $Al(s)$ | ⇌ | $Al^{3+}(aq) + 3\ e^-$ | −1,66 |
| $Mg(s)$ | ⇌ | $Mg^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −2,38 |
| $Na(s)$ | ⇌ | $Na^+(aq) + e^-$ | −2,71 |
| $Ca(s)$ | ⇌ | $Ca^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −2,76 |
| $Ba(s)$ | ⇌ | $Ba^{2+}(aq) + 2\ e^-$ | −2,90 |
| $K(s)$ | ⇌ | $K^+(aq) + e^-$ | −2,92 |
| $Li(s)$ | ⇌ | $Li^+(aq) + e^-$ | −3,02 |

Numéro du candidat :

Tableau périodique des éléments chimiques

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>**H**<br>1,0079 | I A<br>II A | | | | | | | | | | | III A | IV A | V A | VI A | VII A | VIII A<br>2<br>**He**<br>4,0026 |
| 3<br>**Li**<br>6,941 | 4<br>**Be**<br>9,01218 | | | | | | | | | | | 5<br>**B**<br>10,81 | 6<br>**C**<br>12,011 | 7<br>**N**<br>14,0067 | 8<br>**O**<br>15,9994 | 9<br>**F**<br>18,9984 | 10<br>**Ne**<br>20,179 |
| 11<br>**Na**<br>22,98977 | 12<br>**Mg**<br>24,305 | III B | IV B | V B | VI B | VII B | VIII B | VIII B | VIII B | I B | II B | 13<br>**Al**<br>26,98154 | 14<br>**Si**<br>28,086 | 15<br>**P**<br>30,97376 | 16<br>**S**<br>32,06 | 17<br>**Cl**<br>35,453 | 18<br>**Ar**<br>39,948 |
| 19<br>**K**<br>39,098 | 20<br>**Ca**<br>40,08 | 21<br>**Sc**<br>44,9559 | 22<br>**Ti**<br>47,9 | 23<br>**V**<br>50,9414 | 24<br>**Cr**<br>51,996 | 25<br>**Mn**<br>54,938 | 26<br>**Fe**<br>55,847 | 27<br>**Co**<br>58,9332 | 28<br>**Ni**<br>58,71 | 29<br>**Cu**<br>63,546 | 30<br>**Zn**<br>65,38 | 31<br>**Ga**<br>69,72 | 32<br>**Ge**<br>72,59 | 33<br>**As**<br>74,9216 | 34<br>**Se**<br>78,96 | 35<br>**Br**<br>79,904 | 36<br>**Kr**<br>83,8 |
| 37<br>**Rb**<br>85,4578 | 38<br>**Sr**<br>87,62 | 39<br>**Y**<br>88,9059 | 40<br>**Zr**<br>91,22 | 41<br>**Nb**<br>92,9064 | 42<br>**Mo**<br>95,94 | 43<br>**Tc**<br>98,9062 | 44<br>**Ru**<br>101,07 | 45<br>**Rh**<br>102,9055 | 46<br>**Pd**<br>106,4 | 47<br>**Ag**<br>107,868 | 48<br>**Cd**<br>112,4 | 49<br>**In**<br>114,82 | 50<br>**Sn**<br>118,69 | 51<br>**Sb**<br>121,75 | 52<br>**Te**<br>127,6 | 53<br>**I**<br>126,9045 | 54<br>**Xe**<br>131,3 |
| 55<br>**Cs**<br>132,9054 | 56<br>**Ba**<br>137,34 | 57<br>**La**<br>138,9055 | 72<br>**Hf**<br>178,49 | 73<br>**Ta**<br>180,9479 | 74<br>**W**<br>183,85 | 75<br>**Re**<br>186,2 | 76<br>**Os**<br>190,2 | 77<br>**Ir**<br>192,22 | 78<br>**Pt**<br>195,09 | 79<br>**Au**<br>196,9665 | 80<br>**Hg**<br>200,59 | 81<br>**Tl**<br>204,37 | 82<br>**Pb**<br>207,2 | 83<br>**Bi**<br>208,9804 | 84<br>**Po**<br>209 | 85<br>**At**<br>210 | 86<br>**Rn**<br>222 |
| 87<br>**Fr**<br>223 | 88<br>**Ra**<br>226,0254 | 89<br>**Ac**<br>227,03 | 104<br>§<br>261 | 105<br>§<br>262 | 106<br>§<br>263 | 107<br>§<br>262 | 108<br>§<br>265 | 109<br>§<br>267 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58<br>**Ce**<br>140,12 | 59<br>**Pr**<br>140,9077 | 60<br>**Nd**<br>144,24 | 61<br>**Pm**<br>145 | 62<br>**Sm**<br>150,4 | 63<br>**Eu**<br>151,96 | 64<br>**Gd**<br>157,25 | 65<br>**Tb**<br>158,9254 | 66<br>**Dy**<br>162,5 | 67<br>**Ho**<br>164,9304 | 68<br>**Er**<br>197,26 | 69<br>**Tm**<br>168,9342 | 70<br>**Yb**<br>173,04 | 71<br>**Lu**<br>174,97 |
| 90<br>**Th**<br>232,0381 | 91<br>**Pa**<br>231,0359 | 92<br>**U**<br>238,029 | 93<br>**Np**<br>237,0482 | 94<br>**Pu**<br>244 | 95<br>**Am**<br>243 | 96<br>**Cm**<br>247 | 97<br>**Bk**<br>249 | 98<br>**Cf**<br>251 | 99<br>**Es**<br>254 | 100<br>**Fm**<br>257 | 101<br>**Md**<br>258 | 102<br>**No**<br>259 | 103<br>**Lr**<br>260 |

**Nomenclature organique : Liste de priorité des fonctions**

| fonction | suffixe | préfixe |
|---|---|---|
| acide carboxylique | acide …oïque | carboxy… |
| ester | …oate d'…yle | |
| aldéhyde | …al | oxo… |
| cétone | …one | oxo… |
| alcool | …ol | hydroxy… |
| amine | …amine | amino… |
| alcène | …ène | |
| halogène | / | halogéno… |