Corrigé et barème – de l'atome aux ions : noyau, tableau périodique et tests d'identification — niveau ★★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Chimie 3e

Exercice 1 – Problème — La particule alpha, un ion d'hélium *(6 pts)*

a) Non : elle a 2 protons et aucun électron, elle n'est pas neutre (0,5 pt). C'est un atome d'hélium (Z = 2) qui aurait perdu ses 2 électrons (aucune réaction chimique ne le forme : l'hélium, gaz noble, ne forme pas d'ion dans les réactions) : l'ion **He^{2+}**, un cation, de charge $2 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = \mathbf{3{,}2 \times 10^{-19}\ C}$ (0,5 pt). En lui ajoutant **2 électrons**, on obtient un atome d'hélium neutre. (0,5 pt) (1,5)

b) 4 nucléons : $4 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = \mathbf{6{,}68 \times 10^{-27}\ kg}$ (0,5 pt). $6{,}68 \times 10^{-27} \div (9{,}1 \times 10^{-31}) \approx 0{,}734 \times 10^{4} \approx 7\,300$ (0,5 pt). Les électrons sont des milliers de fois plus légers que la particule : comme des billes contre un boulet, ils ne peuvent presque pas la dévier. (0,5 pt) (1,5)

c) Charges : $79 \div 2 = \mathbf{39{,}5\ fois}$ plus grande ; masses : $197 \div 4 = \mathbf{49{,}25\ fois}$ plus grande (0,5 pt). Le noyau et la particule sont tous deux positifs : ils se repoussent, et d'autant plus fort que le noyau porte beaucoup de charges (0,5 pt). Le noyau, environ 50 fois plus lourd, recule à peine, et la particule repart en arrière. (0,5 pt) (1,5)

d) La prévision est **fausse** (0,5 pt). Le noyau d'aluminium ne porte que 13 charges + (contre 79) : il repousse beaucoup moins fort ; il n'est que $27 \div 4 = 6{,}75$ fois plus lourd que la particule alpha (contre 49,25) : il recule davantage (0,5 pt). On attend donc **moins de rebonds** ; c'est ce qu'ont observé Geiger et Marsden en 1909 en comparant plusieurs métaux : l'aluminium renvoyait environ 20 fois moins de particules que l'or. (0,5 pt) (1,5)

Méthode — pour interpréter un choc entre particules, je compare deux choses : les charges (elles disent si les particules se repoussent, et avec quelle force) et les masses (elles disent laquelle recule).

Exercice 2 – Enquête : le flacon incolore *(4 pts)*

a) Dans un tube à essais, un peu de solution, puis quelques gouttes de soude ; blouse, lunettes et gants, car la soude est corrosive (0,5 pt). En excès, les précipités blancs du zinc et de l'aluminium se redissolvent : on pourrait conclure à tort à l'absence d'ion. Le précipité blanc révèle des ions **Zn^{2+} ou Al^{3+}**, sans pouvoir trancher. (0,5 pt) (1)

b) Pas de précipité : la solution ne contient **pas d'ions chlorure** (0,5 pt). Restent le nitrate de zinc, le sulfate de zinc et le nitrate d'aluminium. (0,5 pt) (1)

c) $(Zn^{2+} + 2\ NO_3^-)$; $(Zn^{2+} + SO_4^{2-})$; $(Al^{3+} + 3\ NO_3^-)$ (0,5 pt). Seule la deuxième compte autant d'ions positifs que d'ions négatifs : c'est le **sulfate de zinc**. (0,5 pt) (1)

d) Non (0,5 pt). La règle des colonnes ne vaut que pour les colonnes 1, 2, 13, 16 et 17. Le zinc est un métal du centre (colonnes 3 à 12) : son ion, Zn^{2+}, s'apprend ; la preuve que la règle ne marche pas au centre : le fer forme deux ions, Fe^{2+} et Fe^{3+}. (0,5 pt) (1)

Piège — une solution électriquement neutre n'a pas forcément autant d'ions positifs que d'ions négatifs : c'est l'égalité des charges qui compte, et le rapport entre les nombres d'ions dépend des charges.

Exercice 3 – Corriger une copie *(4 pts)*

a) **Fausse** (0,5 pt). $86{,}84 = 8{,}684 \times 10$: quand la virgule recule d'un rang, l'exposant augmente de 1. Masse : $\mathbf{8{,}684 \times 10^{-26}\ kg}$. (0,5 pt) (1)

b) **Fausse** (0,5 pt). Les 21 électrons sont justes ($24 - 3$), mais le noyau ne change pas : il garde 24 protons, soit $24 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = 3{,}84 \times 10^{-18}$ C. C'est l'**ion entier** (noyau + 21 électrons) qui porte $+3 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = 4{,}8 \times 10^{-19}$ C. (0,5 pt) (1)

c) **Juste** (0,5 pt) : dans la période 4, les 18 colonnes sont occupées dans l'ordre, du potassium ($Z = 19$, colonne 1) au krypton ($Z = 36$, colonne 18). (0,5 pt) (1)

d) **Fausse** (0,5 pt). Avec son écriture : $3 \times (+3) = +9$ et $2 \times (-2) = -4$, la solution ne serait pas neutre ; il a inversé les nombres. Il faut 6 charges de chaque signe : $\mathbf{(2\ Cr^{3+} + 3\ SO_4^{2-})}$. (0,5 pt) (1)

Astuce — pour écrire une solution, on croise les charges : la charge de l'anion donne le nombre de cations, celle du cation le nombre d'anions (puis on simplifie) ; et l'on vérifie toujours que le total des charges est nul.

Exercice 4 – Problème — Le sel de régime *(6 pts)*

a) K^+ est un cation de charge 1+ : l'atome avait $18 + 1 = 19$ électrons, donc $\mathbf{Z = 19}$; l'argon (18) termine la période 3, le potassium commence la période 4, en colonne 1 (0,5 pt). Même colonne que le sodium (alcalins) : même comportement, même formule que NaCl, soit **KCl** (0,5 pt). Ions K^+ (colonne 1) et Cl^- (colonne 17) : $+1 - 1 = 0$, un ion de chaque. (0,5 pt) (1,5)

b) **Non** (0,5 pt). Soude : ni les ions sodium ni les ions potassium ne donnent de précipité, les deux solutions restent limpides (0,5 pt). Nitrate d'argent : les deux contiennent des ions chlorure, les deux donnent le même précipité blanc qui noircit à la lumière. (0,5 pt) (1,5)

c) Un ion sodium et un ion chlorure : $23 + 35 = 58$ nucléons, soit $58 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 9{,}686 \times 10^{-26}$ kg (0,5 pt). $1\ g = 10^{-3}$ kg : $10^{-3} \div (9{,}686 \times 10^{-26}) \approx \mathbf{1{,}0 \times 10^{22}}$ **ions sodium** (0,5 pt), et **autant d'ions chlorure**, un pour un d'après la formule NaCl. (0,5 pt) (1,5)

d) Un ion potassium (39 nucléons) est plus lourd qu'un ion sodium (23) : un ion K^+ et un ion Cl^- pèsent $74 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 1{,}2358 \times 10^{-25}$ kg, donc 1 g de KCl ne contient que $10^{-3} \div (1{,}2358 \times 10^{-25}) \approx 8{,}1 \times 10^{21}$ ions chlorure, moins que $1{,}0 \times 10^{22}$ (0,5 pt). Pour en avoir autant que dans 1 g de sel, il faut autant de paires K^+ et Cl^- que de paires Na^+ et Cl^- : la masse est $74 \div 58$ fois plus grande (0,5 pt), soit $1 \times 74 \div 58 \approx \mathbf{1{,}28\ g}$ de sel de régime. (0,5 pt) (1,5)

Erreur fréquente — croire que deux échantillons de même masse contiennent le même nombre d'ions : le nombre d'ions dépend de la masse de chaque ion, donc des nucléons de chaque atome.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).