Corrigé et barème – la matière à l'échelle microscopique : noyau, cortège électronique, ions, molécules et mole — niveau ★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Exercice 1 – Un médicament au lithium *(4 pts)*

a) $Z = 3$: **3 protons** ; $N = A - Z = 7 - 3 =$ **4 neutrons** ; l'atome est neutre : **3 électrons** (0,5 pt). Seuls les protons sont chargés : $Q = Z \times e = 3 \times 1{,}60 \times 10^{-19} =$ **$4{,}80 \times 10^{-19}$ C**. (0,5 pt) (1)

b) 3 électrons : 2 dans 1s, le troisième dans 2s : **$1s^2\ 2s^1$** (0,5 pt). Le plus grand n vaut 2 : **période 2** ; 1 électron de valence, dans une sous-couche s : **colonne 1**, celle des alcalins. (0,5 pt) (1)

c) Le gaz noble le plus proche est l'hélium ($Z = 2$) : l'atome perd son électron 2s et garde $1s^2$, un duet (0,5 pt). Il devient le cation **Li^+**, avec $3 - 1 =$ **2 électrons** ; son noyau ne change pas. (0,5 pt) (1)

d) Le solide est électriquement neutre : il faut deux ions Li^+ (charge $+2e$ en tout) pour compenser un ion CO_3^{2-} (charge $-2e$) (0,5 pt). Formule, cation en premier et sans les charges : **Li_2CO_3**. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — écrire $LiCO_3$ en associant les ions un pour un : on cherche d'abord combien d'ions de chaque sorte donnent une charge totale nulle, puis on l'écrit avec les indices.

Exercice 2 – Le dichlorométhane, un solvant *(4 pts)*

a) H : $1s^1$, **1** électron de valence ; C : $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$, **4** ($2s^2\ 2p^2$) ; Cl : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$, **7** ($3s^2\ 3p^5$). (1 pt ; 0,5 pt seulement pour deux atomes justes sur trois) (1)

b) Un atome forme autant de liaisons qu'il lui manque d'électrons : H $2 - 1 =$ **1**, C $8 - 4 =$ **4**, Cl $8 - 7 =$ **1** (0,5 pt). Dans le schéma, C a 4 liaisons simples (2 C–H et 2 C–Cl) et chaque H, chaque Cl en a une : c'est bien le cas. (0,5 pt) (1)

c) 4 doublets liants $+ 2 \times 3 = 6$ doublets non liants : **10 doublets** ; électrons de valence : $4 + 2 \times 1 + 2 \times 7 = 20$, soit $20 \div 2 = 10$ doublets, le total est juste (0,5 pt). Autour de chaque H : 2 électrons (duet) ; autour de C : $4 \times 2 = 8$; autour de chaque Cl : $2 + 3 \times 2 = 8$ (octets). (0,5 pt) (1)

d) H a la configuration de valence de l'**hélium**, C celle du **néon**, Cl celle de l'**argon** (0,5 pt). Isolés, ces atomes ont une couche de valence incomplète ; dans la molécule, chacun a une couche de valence saturée, comme un gaz noble : la molécule est plus stable que les atomes séparés. (0,5 pt) (1)

Méthode — pour contrôler un schéma de Lewis, je fais toujours les deux vérifications : 2 ou 8 électrons autour de chaque atome, et un nombre de doublets égal à la moitié de la somme des électrons de valence.

Exercice 3 – Un morceau de papier d'aluminium *(4 pts)*

a) $m \approx A \times m(\text{nucléon}) = 27 \times 1{,}67 \times 10^{-27} \approx \mathbf{4{,}51 \times 10^{-26}\ kg}$ (0,5 pt). Un électron est environ 1 836 fois plus léger qu'un nucléon : les 13 électrons pèsent moins de 0,1 % de l'atome, leur masse est négligeable. (0,5 pt) (1)

b) $2{,}70\ g = 2{,}70 \times 10^{-3}$ kg : les deux masses dans la même unité (0,5 pt). $N = m \div m(\text{atome}) = 2{,}70 \times 10^{-3} \div (4{,}51 \times 10^{-26}) \approx \mathbf{5{,}99 \times 10^{22}\ atomes}$. (0,5 pt) (1)

c) On range les atomes en moles : $n = N \div N_A$ (0,5 pt), soit $n = 5{,}99 \times 10^{22} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{9{,}95 \times 10^{-2}\ mol}$, environ 0,1 mol. (0,5 pt) (1)

d) Colonne 13 : 3 électrons de valence, que l'atome perd pour prendre la configuration du néon : $\mathbf{Al^{3+}}$ (0,5 pt). Chaque atome perd 3 électrons : $3 \times 5{,}99 \times 10^{22} \approx \mathbf{1{,}80 \times 10^{23}\ électrons}$. (0,5 pt) (1)

Astuce — avant de diviser, je mets la masse de l'échantillon et celle d'un atome dans la même unité, le kilogramme ; un nombre d'atomes de l'ordre de 10^{22} à 10^{24} pour quelques grammes confirme le calcul.

Exercice 4 – Vrai ou faux ? Justifie *(4 pts)*

a) **Faux** (0,5 pt) : la charge 2− signifie 2 électrons gagnés ; l'atome de soufre a 16 électrons, l'ion en a $16 + 2 = \mathbf{18}$. (0,5 pt) (1)

b) **Vrai** (0,5 pt) : couche de valence $3s^2\ 3p^2$, soit 4 électrons de valence ; il lui en manque $8 - 4 = 4$ pour l'octet, il forme donc 4 liaisons (c'est le silicium, qui se comporte comme le carbone). (0,5 pt) (1)

c) **Faux** (0,5 pt) : un atome de fer, de masse $\approx 56 \times 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg, est plus de deux fois plus lourd qu'un atome de magnésium ($\approx 24 \times 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg) : 1,0 g de fer contient environ $56 \div 24 \approx 2{,}3$ fois moins d'atomes. (0,5 pt) (1)

d) **Vrai** (0,5 pt) : $A = 40$ pour les deux ; neutrons : $40 - 18 = 22$ pour l'argon, $40 - 20 = 20$ pour le calcium. Ce sont deux éléments différents, car leurs Z diffèrent. (0,5 pt) (1)

Piège — une affirmation n'est vraie que si toutes ses parties le sont : au dernier item, on contrôle les nucléons ET les neutrons ; et « même masse » ne veut pas dire « même nombre d'atomes ».

Exercice 5 – Casser les molécules de dihydrogène *(4 pts)*

a) H : $1s^1$, 1 électron de valence ; il lui en manque 1 pour le duet de l'hélium : il forme 1 liaison (0,5 pt). Schéma : **H–H**, un seul doublet liant, aucun doublet non liant ; chaque atome est entouré de 2 électrons. (0,5 pt) (1)

b) $m(H_2) = 2 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = \mathbf{3{,}34 \times 10^{-27}\ kg}$ (0,5 pt). $N = 1{,}00 \times 10^{-3} \div (3{,}34 \times 10^{-27}) \approx \mathbf{2{,}99 \times 10^{23}\ molécules}$. (0,5 pt) (1)

c) $n = N \div N_A = 2{,}99 \times 10^{23} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{0{,}497\ mol}$ de molécules H_2 (0,5 pt). Chaque molécule contient 2 atomes : **0,995 mol** d'atomes d'hydrogène (0,994 mol en partant de la valeur arrondie 0,497 mol). (0,5 pt) (1)

d) Chaque molécule a 1 liaison H–H : $E = N \times 7{,}24 \times 10^{-19}\ J \approx 2{,}994 \times 10^{23} \times 7{,}24 \times 10^{-19} \approx \mathbf{2{,}17 \times 10^{5}\ J}$ ($2{,}16 \times 10^5$ J avec N arrondi à $2{,}99 \times 10^{23}$) (0,5 pt). Quand les liaisons se reforment, la même énergie est **libérée**. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — multiplier le nombre de molécules par la constante d'Avogadro, ou oublier qu'une molécule H_2 contient 2 atomes : je précise toujours l'entité comptée, molécules ou atomes.

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).