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 élément à identifier *(4 pts)*

a) Seuls les protons sont chargés : $Z = Q \div e = 1{,}12 \times 10^{-18} \div (1{,}60 \times 10^{-19}) = \mathbf{7}$ (0,5 pt). X est l'**azote** N : c'est Z, et lui seul, qui définit l'élément. (0,5 pt) (1)

b) La masse de l'atome est pratiquement celle de son noyau : $A \approx 2{,}34 \times 10^{-26} \div (1{,}67 \times 10^{-27}) \approx 14{,}0$, donc $\mathbf{A = 14}$, un nombre entier (0,5 pt). $N = A - Z = 14 - 7 = \mathbf{7\ neutrons}$: ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$. (0,5 pt) (1)

c) 7 électrons : $\mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^3}$ $(2 + 2 + 3 = 7)$ (0,5 pt). Le plus grand n vaut 2 : **période 2** ; couche de valence $2s^2\ 2p^3$: **5 électrons de valence** ; bloc p : $5 + 10 =$ **colonne 15**. (0,5 pt) (1)

d) Il lui manque $8 - 5 = 3$ électrons : **3 liaisons** ; il garde $(5 - 3) \div 2 =$ **1 doublet non liant** (0,5 pt). L'élément du dessous ($Z = 7 + 8 = 15$, le phosphore) a aussi 5 électrons de valence, sur la couche n $= 3$: même famille, il forme lui aussi 3 liaisons et porte 1 doublet non liant. (0,5 pt) (1)

Méthode — Z se tire de la charge du noyau (Q ÷ e), A de la masse de l'atome (m ÷ m(nucléon)) : la charge ne voit que les protons, la masse voit tous les nucléons.

Exercice 2 – Les comprimés d'iode *(5 pts)*

a) Colonne 1 : 1 électron de valence, que l'atome perd : $\mathbf{K^+}$, avec $19 - 1 = 18$ électrons (0,5 pt). Colonne 17 : 7 électrons de valence, il en gagne 1 pour l'octet : $\mathbf{I^-}$, l'ion iodure, avec $53 + 1 = 54$ électrons. Chacun a la configuration d'un gaz noble. (0,5 pt) (1)

b) Une charge + pour une charge − : un ion K^+ pour un ion I^- assure l'électroneutralité du solide (0,5 pt). Formule : **KI**. (0,5 pt) (1)

c) $m(KI) = 6{,}49 \times 10^{-26} + 2{,}11 \times 10^{-25} = 0{,}649 \times 10^{-25} + 2{,}11 \times 10^{-25}$ (0,5 pt) $\approx \mathbf{2{,}76 \times 10^{-25}\ kg}$; l'électron passé d'un atome à l'autre ne change pas la masse. (0,5 pt) (1)

d) $65\ \text{mg} = 6{,}5 \times 10^{-5}$ kg ; $N = 6{,}5 \times 10^{-5} \div (2{,}76 \times 10^{-25}) \approx \mathbf{2{,}4 \times 10^{20}\ entités}$ $(2{,}36 \times 10^{20})$ (0,5 pt). $n = N \div N_A = 2{,}36 \times 10^{20} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx \mathbf{3{,}9 \times 10^{-4}\ mol}$. (0,5 pt) (1)

e) Chaque entité KI contient un ion iodure, de masse pratiquement égale à celle d'un atome d'iode : $2{,}36 \times 10^{20} \times 2{,}11 \times 10^{-25} \approx 4{,}98 \times 10^{-5}$ kg, ou $4{,}97 \times 10^{-5}$ kg sans arrondir N (0,5 pt), soit $\approx$ **50 mg** d'iode : l'indication est juste ; les 15 mg restants sont du potassium. (0,5 pt) (1)

Astuce — dans un solide ionique, la masse d'un élément se calcule ion par ion : nombre d'entités × nombre d'ions de cet élément par entité × masse de l'atome, l'électron gagné ou perdu ne comptant pas.

Exercice 3 – Le chlorure de vinyle, matière première du PVC *(6 pts)*

a) Électrons de valence : C 4 ($2s^2\ 2p^2$), H 1 ($1s^1$), Cl 7 ($3s^2\ 3p^5$) (0,5 pt). Total : $2 \times 4 + 3 \times 1 + 7 = 18$ électrons (0,5 pt), soit **9 doublets**. (0,5 pt) (1,5)

b) Avec des liaisons simples, chaque carbone n'aurait que 3 liaisons au lieu de 4 : la liaison carbone-carbone est **double**, $H_2C{=}CHCl$ (0,5 pt). Le chlore, avec une seule liaison, porte $(7 - 1) \div 2 =$ **3 doublets non liants** ; les C et les H n'en portent aucun (0,5 pt). Autour de chaque C : $2 \times 2 + 4 = 8$ électrons ; autour de Cl : $2 + 6 = 8$; autour de chaque H : 2. Doublets : 3 (C–H) + 1 (C–Cl) + 2 (C=C) + 3 = 9, le total est juste. (0,5 pt) (1,5)

c) 3 liaisons C–H, 1 liaison C–Cl et 1 liaison double C=C : $E = 3 \times 6{,}89 \times 10^{-19} + 5{,}48 \times 10^{-19} + 1{,}01 \times 10^{-18}$ (0,5 pt) $= 3{,}625 \times 10^{-18}$, soit $\approx$ **$3{,}63 \times 10^{-18}$ J** (0,5 pt). L'élève a pris l'énergie de la liaison simple C–C ($5{,}73 \times 10^{-19}$ J) au lieu de celle de la liaison double, plus solide : $3 \times 6{,}89 \times 10^{-19} + 5{,}48 \times 10^{-19} + 5{,}73 \times 10^{-19} \approx 3{,}19 \times 10^{-18}$ J. (0,5 pt) (1,5)

d) $m = 2 \times 1{,}99 \times 10^{-26} + 3 \times 1{,}67 \times 10^{-27} + 5{,}89 \times 10^{-26} = 10{,}371 \times 10^{-26}$, soit $\approx$ **$1{,}04 \times 10^{-25}$ kg** (0,5 pt). $N = 1{,}00 \times 10^{-3} \div (1{,}0371 \times 10^{-25}) \approx 9{,}64 \times 10^{21}$ molécules ($9{,}62 \times 10^{21}$ avec la masse arrondie) (0,5 pt) ; $E = 9{,}64 \times 10^{21} \times 3{,}625 \times 10^{-18} \approx$ **$3{,}5 \times 10^{4}$ J**. (0,5 pt) (1,5)

Piège — une liaison double n'est pas une liaison simple : on lit dans les données l'énergie du bon type de liaison, et on compte chaque liaison de la molécule une fois et une seule.

Exercice 4 – Les atomes d'un clou *(5 pts)*

a) La masse est dans le noyau : $m \approx A \times m(\text{nucléon}) = 56 \times 1{,}67 \times 10^{-27} \approx$ **$9{,}35 \times 10^{-26}$ kg** (0,5 pt). On multiplie par A, le nombre de nucléons, et non par Z ; la masse des 26 électrons est négligeable. (0,5 pt) (1)

b) $N = 2{,}80 \times 10^{-3} \div (9{,}35 \times 10^{-26}) \approx$ **$2{,}99 \times 10^{22}$ atomes** (0,5 pt) ; $n = N \div N_A = 2{,}99 \times 10^{22} \div (6{,}02 \times 10^{23}) \approx$ **$4{,}97 \times 10^{-2}$ mol**. (0,5 pt) (1)

c) Même noyau que l'atome : **26 protons** et $56 - 26 =$ **30 neutrons** ; cation de charge +3e : $26 - 3 =$ **23 électrons** (0,5 pt). Charge : $(26 - 23) \times e = 3 \times 1{,}60 \times 10^{-19} =$ **$4{,}80 \times 10^{-19}$ C**. (0,5 pt) (1)

d) Rapport des rayons : $1{,}26 \times 10^{-10} \div (4{,}6 \times 10^{-15}) \approx 2{,}7 \times 10^{4}$; toutes les longueurs sont multipliées par ce nombre (0,5 pt). Rayon de l'atome : $2{,}7 \times 10^{4} \times 1{,}0$ cm $= 2{,}7 \times 10^{4}$ cm $\approx$ **$2{,}7 \times 10^{2}$ m**, près de 300 m : une bille au centre d'une sphère de la taille d'un quartier, presque vide. La matière est lacunaire. (0,5 pt) (1)

e) Côte à côte, chaque atome occupe un diamètre : $2 \times 1{,}26 \times 10^{-10} = 2{,}52 \times 10^{-10}$ m (0,5 pt). $L = 2{,}99 \times 10^{22} \times 2{,}52 \times 10^{-10} \approx 7{,}5 \times 10^{12}$ m = **$7{,}5 \times 10^{9}$ km**, soit $7{,}5 \times 10^{9} \div (1{,}50 \times 10^{8}) \approx$ **50 fois** la distance de la Terre au Soleil. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — compter le rayon au lieu du diamètre pour des atomes mis côte à côte, ou comparer des mètres à des kilomètres : je convertis dans la même unité avant de comparer.

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).