Devoir surveillé – 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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Corriger une copie *(4 pts)*

Sur sa copie, Inès étudie le sulfure de sodium, un solide ionique formé d'ions sodium et d'ions sulfure. Chacune de ses affirmations contient au moins une erreur : repère-la, explique-la et corrige-la. Données : $Z(\text{Na}) = 11$; noyau de soufre $^{32}_{16}\text{S}$; $m(\text{nucléon}) = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg ; $m(\text{électron}) = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.

a) « Le soufre, de configuration $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^4$, n'a que 4 électrons de valence, ceux de la sous-couche 3p : il en gagne 4 pour avoir un octet et devient S^{4-}. »

b) « Le sodium perd son électron 3s et devient Na^+ ; comme le magnésium, il peut aussi en perdre un second et devenir Na^{2+}. »

c) « Le sodium et le soufre forment des ions de charges différentes, mais il y a autant d'ions sodium que d'ions sulfure : la formule est NaS. »

d) « L'ion sulfure a une masse de $16 \times 1{,}67 \times 10^{-27} \approx 2{,}67 \times 10^{-26}$ kg, un peu plus faible que celle de l'atome de soufre, puisqu'il a gagné des électrons. »

Exercice 2 – L'acide des fourmis *(6 pts)*

L'acide méthanoïque HCOOH, appelé aussi acide formique, a été décrit en 1671 par le naturaliste anglais John Ray, qui l'avait obtenu en distillant des fourmis, d'où son nom (formica : fourmi en latin). Dans la molécule, l'atome de carbone est lié à un atome d'hydrogène et aux deux atomes d'oxygène ; un seul des deux atomes d'oxygène est lié au second atome d'hydrogène. Données : $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{O}) = 8$; énergies de liaison (valeurs moyennes) : C–H $6{,}89 \times 10^{-19}$ J ; C–O $5{,}81 \times 10^{-19}$ J ; C=O $1{,}23 \times 10^{-18}$ J ; O–H $7{,}70 \times 10^{-19}$ J ; masses des atomes : H $1{,}67 \times 10^{-27}$ kg ; C $1{,}99 \times 10^{-26}$ kg ; O $2{,}66 \times 10^{-26}$ kg ; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.

a) À partir de l'enchaînement donné, établis le schéma de Lewis de la molécule et décris-le. Justifie la place de la liaison double, puis vérifie ton schéma.

b) Lucas place la liaison double entre le carbone et l'oxygène lié à l'hydrogène, puis ajoute des doublets non liants pour que chaque atome autre que H soit entouré de 8 électrons. Son schéma a le bon nombre total de doublets : montre qu'il est pourtant faux.

c) Calcule l'énergie à fournir pour séparer une molécule d'acide méthanoïque en atomes isolés. Quelle liaison est la plus facile à rompre ?

d) On dispose de 2,30 g d'acide méthanoïque pur. Calcule sa quantité de matière, puis l'énergie à fournir pour séparer toutes ses molécules en atomes.

Exercice 3 – Le vide d'une plaquette de silicium *(5 pts)*

La plupart des cellules photovoltaïques sont fabriquées dans des plaquettes de silicium. Dans le cristal, chaque atome de silicium est lié à quatre autres atomes de silicium par des liaisons covalentes. On étudie une plaquette de 10,0 g. Données : $Z(\text{Si}) = 14$; masse d'un atome de silicium : $4{,}66 \times 10^{-26}$ kg ; noyau $^{28}_{14}\text{Si}$, de rayon $3{,}6 \times 10^{-15}$ m ; masse volumique du silicium : 2,33 g/cm³ ; $m(\text{électron}) = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg ; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1} ; volume d'une sphère de rayon r : $V = (4/3) \times \pi \times r^3$.

a) Explique pourquoi chaque atome de silicium est lié à exactement quatre voisins, et pourquoi il ne porte aucun doublet non liant.

b) Calcule le nombre d'atomes et la quantité de matière de silicium de la plaquette.

c) Calcule le volume de la plaquette, en m³.

d) Calcule la fraction du volume de la plaquette occupée par les noyaux de silicium. Conclus.

e) Hugo conclut : « Puisque les noyaux n'occupent presque pas de place, la masse de la plaquette est surtout celle de ses électrons. » Montre par un calcul qu'il a tort.

Exercice 4 – Énigme : la formule du corindon *(5 pts)*

Le corindon, dont le rubis et le saphir sont des variétés, est un solide ionique de formule X_2Y_3, formé de cations monoatomiques de l'élément X et d'anions monoatomiques de l'élément Y. Ces deux ions ont la même configuration électronique que le néon ($Z = 10$). Le noyau le plus courant de X contient 14 neutrons, celui de Y 8 neutrons. Données : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C ; $m(\text{nucléon}) = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg ; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.

a) Les ions monoatomiques usuels portent les charges $+e$, $+2e$, $+3e$, $-e$ ou $-2e$. À l'aide de la formule X_2Y_3, détermine les charges des ions de X et de Y. Justifie.

b) Identifie les éléments X et Y en justifiant, puis écris la configuration électronique de leurs atomes.

c) Écris l'écriture conventionnelle des deux noyaux, puis calcule la charge d'un ion de Y en coulombs.

d) Calcule la masse approchée d'une entité X_2Y_3.

e) Un saphir de 0,50 g est assimilé à du corindon pur. Calcule la quantité de matière d'ions de X qu'il contient.

Bon courage !

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).