Calcium, carbonate de calcium et attaque par un acide.

Bilan sujet 1

Outils : Structure électronique. Classification périodique. Cristallographie. Cinétique chimique. Acide-base.

Indications et erreurs fréquentes

(1) ♦◊◊ Il y a trois règles fondamentales : Principe de Pauli, Règle de Klechkowski et Règle de Hund. Ici les deux premières sont à utiliser.

Erreur(s) fréquente(s) : Bien penser à regarder les données dès le début du sujet, pour repérer les éléments essentiels. Dans un sujet de concours, penser à détacher la feuille de données si c'est possible pour l'avoir avec soi.

Point de rédaction : Pour la structure électronique, il ne faut pas mettre de + entre les $1s^2$, $2s^2$, ..., juste des espaces. Si vous avez une structure en $3s^1$ il faut bien mettre le chiffre 1. Ce n'est pas une puissance, c'est une notation.

(2) ♦◊◊ Il s'agit ici de justifier pourquoi le calcium sera plus stable dans un état où il aura perdu deux électrons par rapport à l'atome. La structure électronique qu'on demande ensuite n'est là que pour étayer le propos.

Erreur(s) fréquente(s) : Attention, si l'ion est un cation, c'est qu'on a **enlevé** des électrons par rapport à l'atome.

(3) ♦◊◊ Cubique face centrée : un atome à chaque sommet du cube et un au milieu de chaque face.

Point de rédaction : Faire un schéma assez gros (au minimum une moitié de largeur de feuille).

(4) ♦◊◊ Un atome au sommet est partagé dans 8 mailles. Un atome sur une arête est partagé dans 4 mailles. Un atome sur une face est partagé dans deux mailles.

(5) ♦♦◊ Repérer pour un atome donné à quelle distance se situe son plus proche voisin. Le modèle de sphère dure indique alors que les deux sphères modélisant ces deux atomes sont en contact.

(6) ♦♦◊ La masse volumique du cristal est aussi celle de la maille, en supposant le cristal périodique. Il suffit de faire le rapport de la masse des atomes présents dans la maille sur le volume de la maille.

La masse d'un atome est la masse d'une mole de cet atome divisée par le nombre d'atomes dans une mole.

(7) ♦♦♦ Le calcul numérique n'est pas évident, et il faut essayer d'utiliser les données à la fin pour conclure. Sans avoir fait les deux questions précédentes, sauter cette question.

(8) ♦◊◊ En étudiant la structure électronique de O et P (les numéros atomiques sont donnés en annexe), P a cinq électrons de valence et O en possède six. Point de rédaction : Bien placer les charges partielles et les écrire entourées d'un cercle.

(9) ♦♦◊ C'est un décompte qu'il faut effectuer. Connaissant la masse de $Ca_3(PO_4)_{2(s)}$, on peut trouver la quantité de matière de ce solide. Ensuite, il faut compter. À chaque mole de ce solide, on a trois moles d'atomes de calcium. On peut donc en déduire la quantité de matière de calcium, puis la masse de calcium.

Point de rédaction : Rester en littéral tout le long du raisonnement.

Pour l'estimation on pourra faire l'approximation $290 \approx 300$

(10) ♦♦◊ Estimer la quantité qui se renouvelle chaque jour (le calcul précédent doit avoir été mené correctement) avant de conclure en utilisant l'apport en calcium par unité de volume de lait.

Point de rédaction : Pas forcément besoin de littéral ici, mais surtout, ne pas enchainer des suites de calcul numérique sans explication littérale. Ecrire "Quantité de calcium ayant besoin d'être renouvelée chaque jour : $1{,}2\times\dfrac{0{,}2}{360}\approx\dfrac{2}{3}\cdot10^{-3}$ kg $\approx 0{,}67g$" est une bonne façon de rédiger par exemple

(11) ♦◊◊ Utiliser la définition du pH d'une solution. Erreur(s) fréquente(s) : Ne pas oublier que c'est l'activité qui entre en compte, donc il y a une concentration standard C° dans la relation littérale.

(12) ♦◊◊ Proposer un modèle de gaz parfait.

(13) ♦◊◊ Construire un tableau d'avancement de la réaction permet de répondre. Sinon, justifiez par une phrase simple la relation. Il faut utiliser la valeur donnée de $1/RT$ en annexe (le sujet est sans calculatrices).

(14) ♦◊◊ Après avoir rappelé que $v=\dfrac{1}{V_0}\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$, relier x et n_{H^+} grâce au tableau d'avancement à un instant quelconque.

(15) ♦♦◊ Pour cette question et les deux suivantes, il faut résoudre l'équation différentielle obtenue avec $-\frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}[\mathrm{H}^+]}{\mathrm{d}t} = k[\mathrm{H}^+]^\alpha$ avec les trois valeurs données de α. Procéder par séparation de variables (on regroupe dt à droite, tout ce qui est en $[\mathrm{H}^+]$ à gauche) puis intégrer entre l'instant initial et l'instant final. Pour trouver x utiliser le lien entre x et $n_{\mathrm{H}^+} = [\mathrm{H}^+]V_0$.

(18) ♦♦◊ Repérer lequel des trois modèles proposés est le plus viable au vu des données en justifiant. En déduire α. En exploitant les pentes, remonter à k en utilisant l'expression du modèle retenu.

(19) ♦♦♦ Question où il ne faut pas s'étendre mais faire une sorte de "bilan de l'étude" appliqué aux coraux.

Réponses (sans rédaction et sans justification)

(1) Règle de Klechkowski et Principe de Pauli. [Ca] : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$. [Mg] : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (une période de moins).

(2) Le calcium tend à approcher sa structure de celle d'un gaz noble. $[Ca^{2+}]$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

(3) cf. figure ci-dessous.

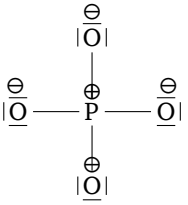
(4) On trouve 4 atomes par mailles.

(5) Le contact a lieu sur la demi-diagonale d'une face : $2R_{\mathrm{Ca}} = \frac{a}{\sqrt{2}}$.

(6) $\rho = \frac{4M_{\mathrm{Ca}}}{\mathcal{N}_{\mathrm{A}} a^3}$

(7) $R_{\mathrm{Ca}} \approx 2{\cdot}10^{-10}$ m de l'ordre d'un angstrom (10^{-10} m) c'est bien la taille de l'atome.

(8)



(9) $m_{\mathrm{Ca}} = \frac{3M_{\mathrm{Ca}}}{3M_{\mathrm{Ca}} + 2M_{\mathrm{P}} + 8M_{\mathrm{O}}} \times 0{,}25 \times m$. A.N. $m_{\mathrm{Ca}} \approx 1{,}2\,\mathrm{kg}$

(10) Il faut 0,60 L de lait journalier pour assurer ce renouvellement

(11) pH=1.

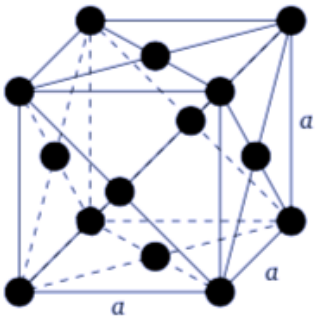
(12) $p_{\mathrm{CO_2}} = \frac{n_{\mathrm{CO_2}} RT}{V}$

(13) $n_{\mathrm{CO_2}} = x$. A.N. 2,87 mmol

(14) $v = \frac{1}{V_0}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$ avec $x = \frac{c_a V_0 - n_{\mathrm{H_2}}(t)}{2}$. Remplacer et conclure.

(15) $[\mathrm{H}^+] = c_a - 2kt$

(16) $\ln\frac{[\mathrm{H}^+]}{c_a} = -2kt$

(17) $\frac{1}{[\mathrm{H}^+]} - \frac{1}{c_a} = 2kt$

(18) Ordre 2 paraît plus satisfaisant (points alignés et meilleur coefficient de corrélation R). $\frac{2k}{V_0} = 1{,}4\,\mathrm{mol}^{-1}.\mathrm{s}^{-1}$ et $k = 7{,}2\,\mathrm{L.mol}^{-1}.\mathrm{s}^{-1}$