

Bac physuque chimie Term SPE - Centres Etrangers 2026

Exercice 1 - Acidité des sols

Partie 1 - pH d'un sol

Q1 - Les familles associées aux groupes caractéristiques entourés sont :

Groupe 1 : Alcool

Groupe 2 : Acide carboxylique

Groupe 3 : Cétone

Q2 - La famille qui contribue à l'acidité de la molécule est la famille des acides carboxyliques.

Q3 - D'après les domaines de prédominance (plus le pH est élevé, plus l'acide cède de protons) :

Espèce 1 : $H_2CO_3(aq)$

Espèce 2 : $HCO_3^-(aq)$

Espèce 3 : $CO_3^{2-}(aq)$

Q4 - L'espèce 2 (HCO_3^-) est la base du couple H_2CO_3/HCO_3^- et l'acide du couple HCO_3^-/CO_3^{2-} . C'est donc une espèce amphotère (ou un ampholyte).

Q5 - L'expression de la constante d'acidité est :

$$K_{A1} = \frac{[HCO_3^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2CO_3] \cdot c^0}$$

Q6 - En appliquant la fonction $-\log$ de chaque côté :

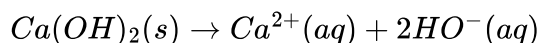
$$\begin{aligned} -\log(K_{A1}) &= -\log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right) - \log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right) \\ pK_{A1} &= -\log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right) + pH \\ pH &= pK_{A1} + \log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right) \end{aligned}$$

Q7 - D'après la relation précédente, lorsque l'espèce 1 et l'espèce 2 sont en proportions égales ($[H_2CO_3] = [HCO_3^-]$), on a $pH = pK_{A1} + \log(1) = pK_{A1}$. Sur la figure 2, l'intersection des courbes 1 et 2 correspond à une proportion de 50 %. On lit graphiquement une abscisse de $pH \approx 6,4$. Donc $pK_{A1} \approx 6,4$.

Q8 - La terre de bruyère a un pH proche de 5. À $pH = 5$, le diagramme de distribution indique que l'espèce 1 est prédominante (à presque 100 %). L'espèce acido-basique prédominante issue du dioxyde de carbone atmosphérique est donc l'acide carbonique $H_2CO_3(aq)$.

Partie 2 - Chaulage d'un sol

Q9 - L'équation modélisant la dissolution totale s'écrit :



Q10 - Calculons la quantité de matière d'hydroxyde de calcium apportée :

$$n(Ca(OH)_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,250}{74,0} = 3,38 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

La concentration en soluté apporté est $c = \frac{n}{V} = \frac{3,38 \times 10^{-3}}{0,200} = 1,69 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. D'après la stœchiométrie de l'équation, on obtient $[HO^-] = 2c = 3,38 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Q11 - À l'aide du produit ionique de l'eau K_e , déterminons $[H_3O^+]$ puis le pH :

$$[H_3O^+] = \frac{K_e \cdot (c^0)^2}{[HO^-]}$$

$$pH = -\log\left(\frac{K_e}{[HO^-]}\right) = 14 + \log([HO^-])$$

$$pH = 14 + \log(3,38 \times 10^{-2}) \approx 12,5$$

Q12 - Déterminons d'abord la masse de terre à chauler. La surface est $S = 1,00 \text{ ha} = 1,00 \times 10^4 \text{ m}^2$ et l'épaisseur est $e = 10,0 \text{ cm} = 0,100 \text{ m}$:

$$m_c = 1,4 \times S \times e = 1,4 \times 1,00 \times 10^4 \times 0,100 = 1,4 \times 10^3 \text{ tonnes}$$

La masse de terre à traiter est donc de $1,4 \times 10^6 \text{ kg}$, soit $1,4 \times 10^9 \text{ g}$.

Sur la courbe de la figure 3, pour atteindre un $pH = 6,50$, il faut ajouter $n = 3,5 \text{ mmol}$ d'ions calcium pour 100 g de terre. Par proportionnalité, la quantité totale d'ions calcium nécessaire est :

$$n_{tot} = \frac{3,5 \times 10^{-3} \times 1,4 \times 10^9}{100} = 4,9 \times 10^4 \text{ mol}$$

Une mole de $Ca(OH)_2$ libérant une mole d'ions Ca^{2+} , il faut apporter $4,9 \times 10^4 \text{ mol}$ de chaux éteinte. La masse correspondante est :

$$m(Ca(OH)_2) = n_{tot} \times M = 4,9 \times 10^4 \times 74,0 \approx 3,6 \times 10^6 \text{ g}$$

L'agriculteur devra donc épandre environ 3,6 tonnes d'hydroxyde de calcium.

Exercice 2 - Satellites de communication

Q1 - Le mouvement du satellite est étudié par rapport au référentiel géocentrique.

Q2 - La force $\vec{F}_{OS}$ exercée par la Terre (centre O) sur le satellite (centre S) est une force attractive. Elle doit être représentée par un vecteur partant de S, de même direction que la droite (OS) et pointant vers O. Elle est donc colinéaire et de même sens que le vecteur unitaire $\vec{u}_N$ de la base de Frenet.

Q3 - L'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle est :

$$\vec{F}_{OS} = G \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_N$$

Q4 - Appliquons la deuxième loi de Newton au système {satellite} dans le référentiel géocentrique supposé galiléen :

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F}_{OS} = m\vec{a} \implies \vec{a} = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_N$$

Dans le repère de Frenet, le vecteur accélération s'écrit $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u}_T + \frac{v^2}{R_T + h} \vec{u}_N$. Par identification des composantes tangentielle et normale, on obtient $\frac{dv}{dt} = 0$. La valeur de la vitesse est donc constante, ce qui prouve que le mouvement circulaire du satellite est uniforme.

Q5 - La période de révolution T est la durée nécessaire pour que le centre de masse du satellite effectue un tour complet sur son orbite autour de la Terre.

Q6 - Un satellite géostationnaire a une période de révolution égale à la période de rotation de la Terre, soit $T = 23 \text{ h } 56 \text{ min } 4 \text{ s}$. Convertissons T en secondes :

$$T = 23 \times 3600 + 56 \times 60 + 4 = 86\,164 \text{ s}$$

D'après la modélisation graphique, $T^2 = k \cdot r^3$ avec $r = R_T + h$. On isole r :

$$r = \left(\frac{T^2}{k} \right)^{1/3} = \left(\frac{86164^2}{9,85 \times 10^{-14}} \right)^{1/3} \approx 4,22 \times 10^7 \text{ m} = 42\,200 \text{ km}$$

On en déduit l'altitude h :

$$h = r - R_T = 42\,200 - 6\,380 = 35\,820 \text{ km}$$

L'altitude est bien d'environ 36 000 km.

Q7 - La durée de transmission est $\Delta t = \frac{d}{c}$. Calculons les durées pour les deux types de satellites :

Pour le satellite géostationnaire : $\Delta t_1 = \frac{35820 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} \approx 0,119 \text{ s} = 119 \text{ ms}$

Pour le satellite LEO : $\Delta t_2 = \frac{1000 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} \approx 3,33 \times 10^{-3} \text{ s} = 3,33 \text{ ms}$

Le délai de transmission Δt_1 est environ 36 fois supérieur au délai Δt_2 .

Q8 - Les avantages et inconvénients tirés du document sont :

Satellites géostationnaires : ils couvrent une large zone et ne nécessitent pas de déplacer l'antenne car ils sont immobiles par rapport au sol. L'inconvénient est leur long délai de transmission.

Satellites LEO : ils offrent un délai de transmission très court. En revanche, ils nécessitent le déploiement de milliers d'unités pour couvrir le globe, ce qui multiplie les risques de pannes, l'encombrement des orbites, les débris spatiaux et a un fort impact environnemental.

Exercice 3 - Sécurité acoustique

Q1 - Le niveau d'intensité sonore perçu par cet ouvrier est :

$$L_1 = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{3,0 \times 10^{-4}}{1,0 \times 10^{-12}} \right) \approx 84,8 \text{ dB}$$

Le niveau est d'environ 85 dB.

Q2 - D'après l'échelle du document, un niveau de 85 dB se situe dans la zone « Inconfort » et proche de la zone d'obligation de protection (fixée à partir de 85 dB). Il entraîne de la fatigue et du stress auditif.

Q3 - Les niveaux sonores ne s'additionnent pas, il faut sommer les intensités sonores. L'intensité I_2 produite par l'outillage du collègue est :

$$I_2 = I_0 \times 10^{\frac{L_2}{10}} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^8 = 1,0 \times 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

L'intensité totale est $I_{total} = I_1 + I_2 = 3,0 \times 10^{-4} + 1,0 \times 10^{-4} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Le niveau sonore total est donc :

$$L_{total} = 10 \log \left(\frac{4,0 \times 10^{-4}}{1,0 \times 10^{-12}} \right) \approx 86 \text{ dB}$$

Q4 - Pour un niveau sonore reçu de 86 dB, la figure 1 indique une atténuation d'environ 20 dB pour le casque serre-tête ainsi que pour les bouchons d'oreille. Le niveau perçu avec protection sera d'environ 66 dB. Ces deux protections permettent de ramener le bruit dans la plage de sécurité souhaitée (entre 65 dB et 80 dB). Les deux sont adaptés pour la situation.

Q5 - Déterminons la distance d' nécessaire pour que le niveau soit inférieur ou égal à $L_{max} = 85 \text{ dB}$ sachant que $L = 110 \text{ dB}$ à $d = 20 \text{ m}$:

$$\begin{aligned} 85 &\leq 110 - 10 \log \left(\left(\frac{d'}{20} \right)^2 \right) \\ 25 &\leq 20 \log \left(\frac{d'}{20} \right) \\ 1,25 &\leq \log \left(\frac{d'}{20} \right) \\ \frac{d'}{20} &\geq 10^{1,25} \implies d' \geq 20 \times 10^{1,25} \approx 356 \text{ m} \end{aligned}$$

Commentaire : L'ouvrier devrait s'éloigner à plus de 356 m de la machine, une distance irréaliste pour les dimensions d'un atelier standard. Il est donc impossible de se protéger uniquement par l'éloignement, justifiant l'obligation d'une protection individuelle.

Q6 - Déterminons le niveau sonore global reçu en période d'activité intensive. L'intensité sonore I_3 de la machine d'usage perçue à 20 m (110 dB) est :

$$I_3 = 10^{-12} \times 10^{\frac{110}{10}} = 0,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

L'intensité totale reçue est

$I_{globale} = I_1 + I_2 + I_3 = 3,0 \times 10^{-4} + 1,0 \times 10^{-4} + 0,1 = 0,1004 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Le niveau sonore correspondant est :

$$L_{global} = 10 \log \left(\frac{0,1004}{10^{-12}} \right) \approx 110 \text{ dB}$$

D'après la figure 1, pour un niveau de 110 dB, l'atténuation des bouchons d'oreille est d'environ 25 dB, ce qui donne un niveau perçu de 85 dB (supérieur à la limite haute de 80 dB). En revanche, l'atténuation du casque serre-tête est d'environ 35 dB, ce qui donne un niveau perçu de 75 dB. Cette valeur est bien comprise dans l'intervalle d'acceptabilité de 65 dB à 80 dB. L'ouvrier doit donc utiliser le casque serre-tête.