

DEVOIR N°3 : CORRECTION

EXERCICE 1: ANALYSE DE L'EAU D'UN AQUARIUM

JUSTIFIER QUALITATIVEMENT L'EVOLUTION DE LA PENTE DE LA COURBE LORS DU TITRAGE (non demandé dans le devoir).

Avant l'équivalence, à chaque fois qu'un ion chlorure Cl^- est consommé, alors un ion NO_3^- est apporté.

La conductivité molaire ionique des ions NO_3^- est légèrement inférieure à celle des ions Cl^- ainsi la conductivité du milieu diminue lentement.

Au-delà de l'équivalence, les ions Ag^+ et NO_3^- s'accumulent en solution et contribuent à l'augmentation de la conductivité.

INDIQUER SI UN TRAITEMENT DE L'EAU EST NECESSAIRE A L'ISSUE DU CONTROLE DE LA SALINITE.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques

$$n_{\text{Ag}^+ \text{versée}} = n_{\text{Cl}^- \text{initiale}}$$

Sur la figure 1, on détermine le volume à l'équivalence $V_{\text{éq}}$ qui correspond à l'abscisse du point d'intersection des deux demi-droites modélisant l'évolution de la conductivité.

$$V_{\text{éq}} = 10,5 \text{ mL}$$

$$c_{\text{Ag}^+} \cdot V_{\text{éq}} = C_{\text{Cl}^-} \cdot V$$

$$C_{\text{Cl}^-} = \frac{c_{\text{Ag}^+} \cdot V_{\text{éq}}}{V}$$

$$C_{\text{Cl}^-} = \frac{5,00 \times 10^{-2} \times 10,5}{10,0} = 5,25 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ dans } 10,0 \text{ mL d'eau diluée de l'aquarium.}$$

L'eau de l'aquarium est 10 fois plus concentrée, $C = 0,525 \text{ mol.L}^{-1}$.

On calcule la concentration en masse correspondante.

$$C_m = C \cdot M$$

$$C_m = 0,525 \times 35,5 = 18,6 \text{ g.L}^{-1}$$

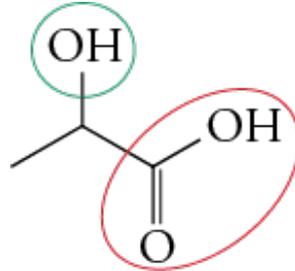
Or pour l'aquarium récifal, il faut une concentration en masse qui doit être comprise entre $19,3$ et $19,6 \text{ g.L}^{-1}$.

Ainsi il est nécessaire de procéder à un traitement de l'eau de l'aquarium.

EXERCICE 2 : TITRAGE DE L'ACIDE LACTIQUE DANS UN LAIT

1. Ecrire la **formule topologique** de la molécule d'acide lactique puis entourer et nommer les groupes caractéristiques.

Groupe hydroxyle



Non demandé

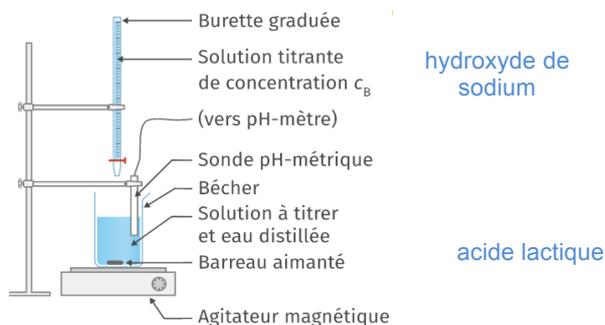
Groupe carboxyle

2. Ecrire l'équation de la réaction du titrage.



3. Définir l'équivalence d'un titrage, puis déterminer la valeur du volume équivalent par la méthode de votre choix. Expliquez votre méthode.

On a atteint l'équivalence lorsque les réactifs AH et HO⁻ ont été **introduits en proportions stœchiométriques**. On peut utiliser la méthode des tangentes avec la courbe 1 ou repérer l'abscisse qui correspond au pic sur la courbe 2 (dérivée). On trouve: $V_{b_{\text{éq}}} = 9,8\text{mL}$



7. En déduire la concentration molaire en acide lactique du lait analysé.

A l'équivalence on peut donc écrire: $n_{\text{AH}} = n_{b_{\text{éq}}}$.

$$c_{\text{AH}} \times V_{\text{AH}} = c_b \times V_{b_{\text{éq}}}$$

On en déduit la concentration molaire de A: $c_{\text{AH}} = \frac{c_b \times V_{b_{\text{éq}}}}{V_{\text{AH}}}$

Application numérique: $c_{\text{AH}} = \frac{2,0 \times 10^{-2} \times 9,8}{10} = 1,96 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \text{L}^{-1}$

5. Le lait analysé est-il consommable? Détaillez votre raisonnement. Toute démarche même non aboutie sera valorisée.

Il faut pour cela déterminer le titre massique du lait pour le comparer à la valeur donnée par le sujet.

Formule du cours: $t = \frac{c_m}{\rho_{\text{lait}}}$

Expression de la concentration en masse: $c_m = c_{AH} \times M$

On a donc: $t = \frac{c_{AH} \times M}{\rho_{\text{lait}}}$

Application numérique:

$$t = \frac{1,96 \times 10^{-2} \times 90,0}{1030} = 1,71 \times 10^{-3}$$

Ce qui donne en pourcentage: 0,17% avec deux chiffres significatifs (on multiplie par 100).

La valeur obtenue est inférieure à celle donnée dans le texte. Le lait est bien consommable.

EXERCICE 3 : MISSION APOLLO 11

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer l'expression du vecteur accélération \vec{a} du vaisseau Apollo 11 à l'altitude h_L dans le référentiel d'étude.

Bilan des forces: Le vaisseau n'est soumis qu'à la force d'attraction de la Lune $\vec{F}_{L/v}$.

$$\vec{F}_{L/v} = G \times \frac{M_L \times m_2}{(R_L + h_L)^2} \times \vec{n}$$

Dans le référentiel « sélénocentrique », on peut appliquer la deuxième loi de Newton au vaisseau:

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m_2 \times \vec{a} = \vec{F}_{L/v} \text{ donc : } m_2 \times \vec{a} = G \times \frac{M_L \times m_2}{(R_L + h_L)^2} \times \vec{n}.$$

On a après simplification: $\vec{a} = G \times \frac{M_L}{(R_L + h_L)^2} \times \vec{n}$

2. Norme de la vitesse v du vaisseau Apollo:

Dans l'approximation circulaire, les vecteurs \vec{a} et \vec{n} sont donc colinéaires et donc l'accélération

est centripète. Or, dans la base de Frénet, le vecteur accélération s'écrit: $\vec{a} \begin{cases} a_t = \frac{dV}{dt} \\ a_n = \frac{V^2}{r_T} \end{cases}$

$$a_t = \frac{dV}{dt} = 0$$

Comme l'accélération est centripète : $a_t=0$ donc :

V est constante donc le mouvement est uniforme.

L'accélération se réduit donc à sa composante normale : $a = a_n = \frac{V^2}{R_L + h_L}$ or, $a = G \times \frac{M_L}{(R_L + h_L)^2}$

(première question). Donc : $\frac{V^2}{R_L + h_L} = G \times \frac{M_L}{(R_L + h_L)^2}$ et enfin : $V = \sqrt{\frac{G \times M_L}{R_L + h_L}}$

3. Période de révolution

La vitesse du vaisseau étant constante, on la calcule en divisant le périmètre de son orbite par la période:

$$V = \frac{2\pi \times (R_L + h_L)}{T} \text{ donc : } T = \frac{2\pi \times (R_L + h_L)}{V}$$

On remplace par l'expression de V : $T = \frac{2\pi \times (R_L + h_L)}{\sqrt{G \times M_L}} \times \sqrt{R_L + h_L} = 2\pi \times \sqrt{\frac{(R_L + h_L)^3}{G \times M_L}}$

Application numérique: $T = 2\pi \times \sqrt{\frac{(1,73 \times 10^6 + 110 \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 7,34 \times 10^{22}}} = 7087s$

Les astronautes sont resté $21 \times 3600 + 36 \times 60 = 77\,760$ s sur la Lune:

On calcule le nombre de tours effectués par le vaisseau: $tours = \frac{77760}{7087} \approx 11$

4. Orbite sélénostationnaire:

La période de révolution du Vaisseau doit être: $T_L = 27,322$ jours (convertis en secondes).
repreons l'expression de la période et exprimons l'altitude sélénostationnaire h_S :

$$T_L = 2\pi \times \sqrt{\frac{(R_L + h_S)^3}{G \times M_L}}$$

On élève l'expression au carré:

$$T_L^2 = \frac{4\pi^2 \times (R_L + h_S)^3}{G \times M_L} \quad R_L + h_S = \sqrt[3]{\frac{T_L^2 \times G \times M_L}{4\pi^2}} \quad h_S = \sqrt[3]{\frac{T_L^2 \times G \times M_L}{4\pi^2}} - R_L$$

Application numérique:

$$h_S = \sqrt[3]{\frac{(27,322 \times 24 \times 3600)^2 \times 6,67 \times 10^{-11} \times 7,34 \times 10^{22}}{4\pi^2}} - 1,73 \times 10^6 = 8,7 \times 10^7 \text{ m}$$

Soit environ 87000 km.