DEVOIR N°2 : 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 $C\ell^-$ est consommé, alors un ion NO_3^- est apporté.
La conductivité molaire ionique des ions NO_3^- est légèrement inférieure à celle des ions $C\ell^-$ 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

$$n_{Ag^+ versée} = n_{C\ell^- initiale}$$

Sur la figure 1, on détermine le volume à l'équivalence $V_{éq}$ qui correspond à l'abscisse du point d'intersection des deux demi-droites modélisant l'évolution de la conductivité.
$V_{éq}$ = 10,5 mL

$$c_{Ag^+}.V_{éq} = C_{C\ell^-}.V$$

$$C_{C\ell^-} = \frac{c_{Ag^+}.V_{éq}}{V}$$

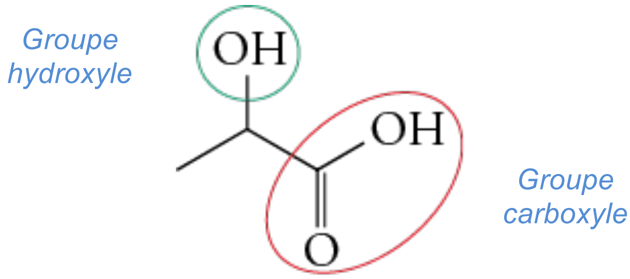
$$C_{C\ell^-} = \frac{5,00\times10^{-2}\times10,5}{10,0}$$ **= 5,25×10^{-2} mol.L^{-1} dans 10,0 mL d'eau diluée de l'aquarium.**

L'eau de l'aquarium est 10 fois plus concentrée, C = 0,525 mol.L^{-1}.
On calcule la concentration en masse correspondante.
$C_m = C.M$
C_m = 0,525 ×35,5 = 18,6 g.L^{-1}
Or pour l'aquarium récifal, il faut une concentration en masse qui doit être comprise entre 19,3 et 19,6 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.

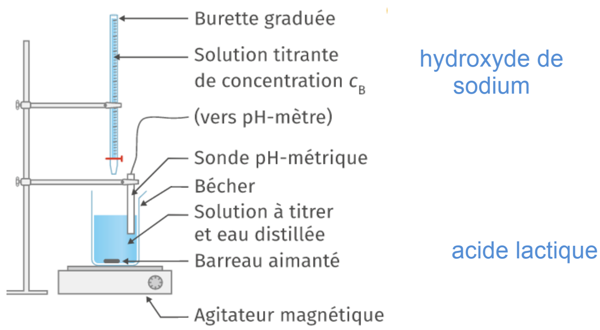


2. Ecrire l´équation de la réaction du titrage.

$$\mathbf{AH + HO^- \rightarrow A^- + H_2O}$$

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: $V_{béq}$=9,8mL



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

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

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

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

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

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: $t = \dfrac{c_m}{\rho_{lait}}$

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

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

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 « *sélènocentrique* », on peut appliquer la deuxième loi de Newton au vaisseau:

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

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

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: $\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_t = \dfrac{dV}{dt} \\ a_n = \dfrac{V^2}{r_T} \end{array}\right.$

Comme l´accélération est centripète : a_t=0 donc : $a_t = \dfrac{dV}{dt} = 0$

V est constante donc le mouvement est uniforme.

L´accélération se réduit donc à sa composante normale : $a = a_n = \dfrac{V^2}{R_L + h_L}$ **or,** $a = G \times \dfrac{M_L}{(R_L + h_L)^2}$ **(première question). Donc :** $\dfrac{V^2}{R_L + h_L} = G \times \dfrac{M_L}{(R_L + h_L)^2}$ **et enfin :** $V = \sqrt{\dfrac{G \times M_L}{R_L + h_L}}$

3. Période de révolution

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

$V = \dfrac{2\Pi \times (R_L + h_L)}{T}$ **donc :** $T = \dfrac{2\Pi \times (R_L + h_L)}{V}$

On remplace par l´expression de V : $T = \dfrac{2\Pi \times (R_L + h_L)}{\sqrt{G \times M_L}} \times \sqrt{R_L + h_L} = 2\Pi \times \sqrt{\dfrac{(R_L + h_L)^3}{G \times M_L}}$

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

Les astronautes sont resté 21×3600 + 36×60 = 77 760 s sur la Lune:

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

4. Orbite sélènostationnaire:

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

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

On élève l´expression au carré:

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

Application numérique:

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

Soit environ 87000 km.