

3TSI - Physique-Chimie  
Programme de colle n°1 - Semaine du 16/09 au 20/09

Questions de cours

- Dans quels cas la loi de l'hydrostatique " $P + \mu g z = \text{cste}$ " est-elle valable ? Retrouver cette loi à partir de la relation fondamentale de la statique des fluides.
- Retrouver l'expression de la pression P en fonction de la profondeur H dans l'océan
- Retrouver l'expression de la pression P en fonction de l'altitude z dans l'atmosphère isotherme

Exercice de Physique : statique des fluides (P1)

**Entraînement** Plongée en apnée

Au début d'une plongée sans bouteille, les poumons d'un plongeur contiennent un volume initial  $V_0 = 7,2 \text{ L}$  d'air, assimilé à un gaz parfait. La pression atmosphérique vaut  $P_0 = 1013 \text{ hPa}$ .

Au cours de la plongée, on considère que le plongeur n'inspire pas et n'expire pas d'air. On note  $V(H)$  le volume des poumons à l'altitude z ( $V(0) = V_0$  à la surface). On considère que l'air contenu dans les poumons est à la même pression que l'eau environnante et conserve toujours la même température  $T_0$ .

Données  $\mu_{\text{eau}} = 1025 \text{ kg.m}^{-3}$   $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$



- 1) A partir de la loi de l'hydrostatique, exprimer la pression  $P(H)$  à la profondeur H dans l'océan. AN : quelle est la valeur de la pression à 10 m de profondeur ?
- 2) Déterminer l'expression du volume  $V(H)$  des poumons en fonction de  $V_0$ ,  $P_0$ ,  $\mu_{\text{eau}}$ , g et de la profondeur H AN : calculer le volume des poumons à 20 m de profondeur.

Le plongeur possède une masse  $m = 80 \text{ kg}$  ; son volume total vaut  $V_p = V_c + V(H)$  (le volume  $V_c$  correspondant au reste du corps est fixe,  $V_c = 74,0 \text{ L}$ ).

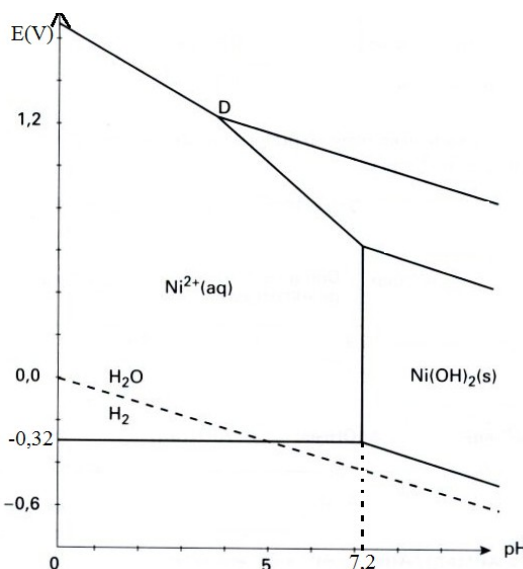
- 3) Montrer que le plongeur flotte à la surface. Afin d'éviter de fournir un effort pour entamer sa plongée, quelle masse minimale de lest doit-il emporter ?

Exercice de Chimie : Diagrammes potentiel-pH (C1)

**Entraînement** Diagramme potentiel-pH du Nickel

Diagramme tracé pour  $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ,  $P_0 = 1 \text{ bar}$

- 1) Comment mesure-t-on expérimentalement le potentiel E d'une solution ? Réaliser un schéma.
- 2) Placer les espèces  $\text{Ni}_2\text{O}_3(\text{s})$ ,  $\text{Ni}(\text{s})$  et  $\text{NiO}_2(\text{s})$  en justifiant.
- 3) A l'aide du diagramme, déterminer  $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni})$  et  $\text{pKs}(\text{Ni}(\text{OH})_2)$
- 4) Ecrire l'équation-bilan de la réaction subie par  $\text{Ni}_2\text{O}_3(\text{s})$  en milieu acide ( $\text{pH} < 4$ ). Comment nomme-t-on ce type de réaction ?
- 5) Le nickel Ni est-il stable dans l'eau? Dans une eau aérée? On fournit  $E^\circ(\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = 1,23 \text{ V}$



Attention: Exceptionnellement pas de colle pour les groupes A et E prévues cette semaine!

## Corrigé des exercices d'entraînement

### Plongée en apnée

1) En plaçant **clairement sur un schéma** des points A et B avec un **axe vertical ascendant**, on retrouve grâce à la loi de l'hydrostatique la relation  $P(H) = P_{atm} + \mu g H$  AN :  $P = 2 \text{ bar}$  à 10 m

2) Transformation isotherme, modèle du gaz parfait  $\Rightarrow PV = \text{cste}$  au cours de la plongée

AN :  $V = 2,4 \text{ L}$  à 20 m de profondeur.

3) On trouve 785 N pour le poids du plongeur et 816 N pour la poussée d'Archimède lorsqu'il est totalement immergé, au niveau de la surface. On en conclut que le plongeur flotte (*remarque : à l'équilibre il n'est pas totalement immergé,  $V_{immergé} < V_{plongeur}$  les deux forces se compensent*).

La masse de lest à emporter est telle que  $(m_{\text{lest}} + m_{\text{plongeur}}) \cdot g > \mu_{\text{eau}} (V_c + V_0) g$  (pour que le plongeur coule)

On en déduit la masse minimale  $m_{\text{min}} = 3,2 \text{ kg}$ .

### Diagramme potentiel-pH du Nickel

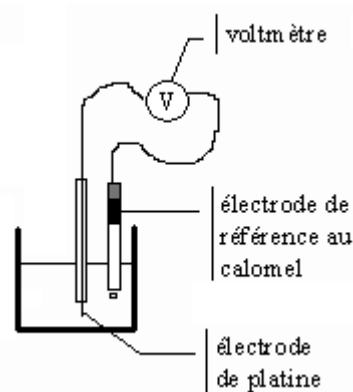
1) On mesure grâce à un voltmètre la tension  $U$  entre une électrode de mesure (platine) et une électrode de référence de potentiel  $E$  connu ( $E_{\text{ECS}} = 0,24 \text{ V}$  par exemple).

On a  $U = E - E_{\text{ECS}}$ , on en déduit le potentiel de la solution  $E = U + E_{\text{ECS}}$ .

2) Dans  $\text{Ni}_2\text{O}_3(\text{s})$  :  $2 \text{ no}(\text{Ni}) + 3 \text{ no}(\text{O}) = 0 \Rightarrow \text{no}(\text{Ni}) = +\text{III}$

Dans  $\text{Ni}(\text{s})$  :  $\text{no}(\text{Ni}) = 0$

Dans  $\text{NiO}_2(\text{s})$  :  $\text{no}(\text{Ni}) + 2 \text{ no}(\text{O}) = 0 \Rightarrow \text{no}(\text{Ni}) = +\text{IV}$



Le potentiel augmente avec le degré d'oxydation (ou : le degré d'oxydation augmente du bas vers le haut du diagramme).

3) Frontière  $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})/\text{Ni}(\text{s})$  :  $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- = \text{Ni}(\text{s})$

$$E = E^0 + \frac{0,06}{2} \log([\text{Ni}^{2+}])$$

A la frontière  $[\text{Ni}^{2+}] = C_0$  donc  $E_f = E^0 + 0,03 \log(C_0)$

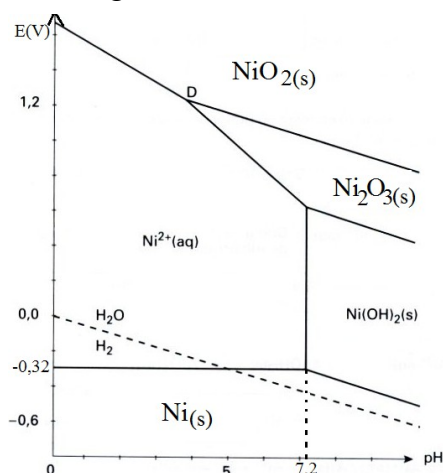
donc  $E^0 = E_f - 0,03 \log(C_0) = -0,26 \text{ V}$

Frontière  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$  :  $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) = \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{ HO}^-(\text{aq})$

constante  $K_s = [\text{Ni}^{2+}][\text{HO}^-]^2$

$$\text{à la frontière } [\text{Ni}^{2+}] = C_0 \quad K_s = C_0 [\text{HO}^-]_f^2 = C_0 \left( \frac{K_e}{[\text{H}^+]_f} \right)^2$$

On lit  $\text{pH}_f = 7,2$  donc  $K_s = 2,5 \cdot 10^{-16}$   $\text{p}K_s = 15,6$



4) Pour  $\text{pH} < \text{pH}_D$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3(\text{s})$  disparaît pour former  $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$  et  $\text{NiO}_2(\text{s})$  (il s'agit d'une dismutation :  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  joue à la fois le rôle d'oxydant et de réducteur, le degré +III disparaît pour former les degrés +II et +IV)

Demi-équations :  $\text{Ni}_2\text{O}_3(\text{s}) + 6 \text{ H}^+ + 2 e^- = 2 \text{ Ni}^{2+} + 3 \text{ H}_2\text{O}$

et  $\text{Ni}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{ NiO}_2(\text{s}) + 2 \text{ H}^+ + 2 e^-$

équation-bilan :  $2 \text{ Ni}_2\text{O}_3(\text{s}) + 4 \text{ H}^+ = 2 \text{ Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{ NiO}_2(\text{s}) + 2 \text{ H}_2\text{O}$

5)  $\text{Ni}$  et  $\text{H}_2\text{O}$  ont une partie commune dans leur domaine d'existence/prédominance donc  $\text{Ni}$  est stable dans l'eau.

Pour connaître la stabilité dans une eau aérée, il faut connaître le domaine de prédominance de  $\text{O}_2(\text{g})$  :

$\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{ H}^+ + 4 e^- = 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$  donc  $E = E^0 + 0,015 \cdot \log(P_0 \cdot [\text{H}^+]^4) = 1,23 - 0,06 \cdot \text{pH}$

En plaçant cette frontière, on obtient que  $\text{O}_2$  est incompatible avec  $\text{Ni}$  donc le nickel n'est pas stable dans une eau aérée.