

Question de cours Dans quels cas la loi de l'hydrostatique est-elle valable ? Retrouver cette loi à partir de la relation fondamentale de la statique des fluides.

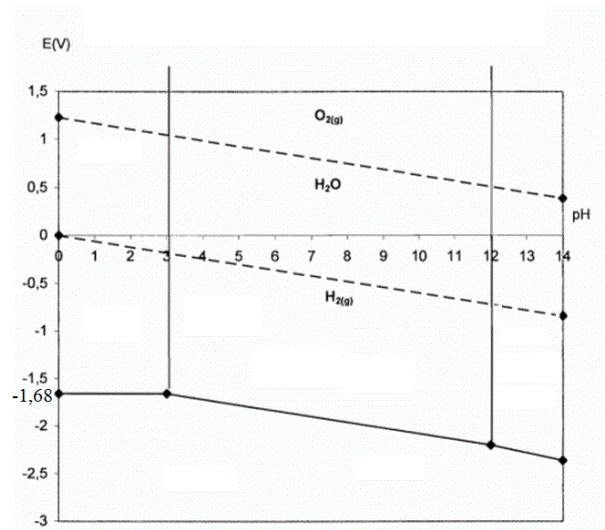
Exercice 1 Diagramme de l'aluminium

Concentration de tracé : $C_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Pression de tracé : $P_0 = 1 \text{ bar}$

Lorsque l'oxyde $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$ (alumine) se forme à partir de l'aluminium métallique, il crée sur la surface du métal une couche étanche qui empêche l'oxydation ultérieure du métal (phénomène de *passivation*).

- 1) En justifiant, placer les espèces $\text{Al}_{(s)}$, $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$, $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ et $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$
- 2) Calculer la pente de la frontière $\text{Al}(\text{OH})_4^- / \text{Al}_{(s)}$
- 3) Déterminer à partir du graphique :
 - $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al})$
 - la constante d'équilibre K_1 de la réaction $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + 3 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{HO}^-$ (on donne $K_e = 10^{-14}$)
- 4) D'après le diagramme et les informations fournies, le métal aluminium résiste-t-il à la pluie ? Et aux pluies acides ? Ecrire dans chaque cas l'équation-bilan de la réaction mise en jeu.

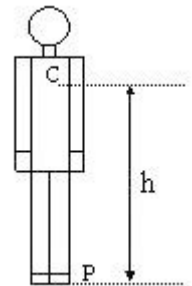


Exercice 2 Perfusion

La tension artérielle T est définie par $T = P - P_{\text{atm}}$ où P est la pression du sang dans une artère et P_{atm} la pression atmosphérique. L'écoulement du sang étant lent dans le corps humain, on admet que les résultats de la statique des fluides sont valables. On suppose également le sang incompressible.

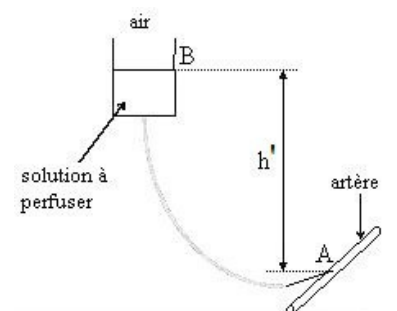
Données Masse volumique du sang : $\mu_s = 1,06 \text{ g.cm}^{-3}$
 $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ $\mu_{\text{eau}} = 1,00.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ $P_{\text{atm}} = 1013 \text{ hPa}$

- 1) En justifiant, exprimer la pression du sang P_p au niveau des pieds en fonction de P_c (pression au niveau du coeur), μ_s , g et h (voir schéma).
- 2) On mesure une tension artérielle $T_c = 133 \text{ hPa}$ au niveau du coeur ; en déduire la tension artérielle T_p des pieds (on prendra $h = 1,4 \text{ m}$).
- 3) La tension artérielle au niveau de la tête est-elle supérieure ou inférieure à celle au niveau du coeur? Justifier.



Le principe de la perfusion consiste à injecter une solution (assimilée à de l'eau) dans le sang du patient. Pour assurer l'écoulement, la pression au niveau du point d'injection doit être supérieure à la pression veineuse.

- 4) A quelle hauteur minimale h' (voir schéma) faut-il placer le flacon pour assurer l'écoulement de la solution dans une veine, sachant que la tension veineuse est de l'ordre de 10 mmHg ($1 \text{ bar} = 750 \text{ mmHg}$).



3TSI - Physique-Chimie - Colle 1a

Corrigé

Question de cours La loi de l'hydrostatique est valable pour les fluides statiques incompressibles.

$dP = -\mu g dz$ (relation fondamentale de la statique des fluides, verticale ascendante) et $\mu = cste$

Soient A et B deux points du fluide : $\int_{P_A}^{P_B} dP = -\mu g \int_{z_A}^{z_B} dz \Rightarrow P_B - P_A = -\mu g (z_B - z_A)$

d'où $P_B + \mu g z_B = P_A + \mu g z_A$, la quantité $P + \mu g z$ est constante dans le fluide.

Exercice 1 Diagramme de l'aluminium

1) Dans $Al_{(s)}$, $no(Al) = 0$

Dans Al^{3+} , $Al_2O_{3(s)}$ et $Al(OH)_4^-$, $no(Al) = +III$

$2 Al^{3+} + 3 H_2O = Al_2O_{3(s)} + 6 H^+$: Al^{3+} acide, Al_2O_3 base

$Al_2O_{3(s)} + 5 H_2O = 2 Al(OH)_4^- + 2 H^+$: Al_2O_3 acide, $Al(OH)_4^-$ base

2) $Al(OH)_4^- + 4 H^+ + 3 e^- = Al_{(s)} + 4 H_2O$

$E = E^0 + 0,02 \log([Al(OH)_4^-][H^+]^4)$

A la frontière $[Al(OH)_4^-] = C_0$

$E_f = E^0 + 0,02 \log C_0 - 0,08 \text{ pH}$ pente - 0,08 V

3) $Al^{3+} + 3e^- = Al_{(s)}$ à la frontière $E_f = E^0 + 0,02 \log C_0$

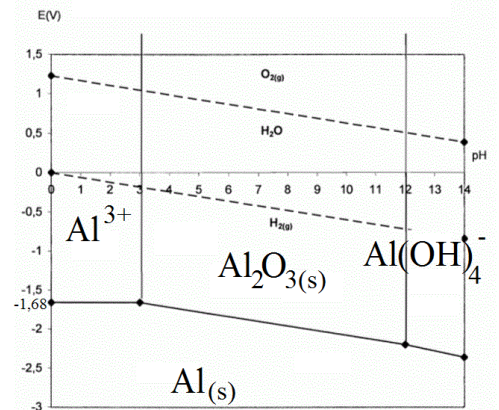
Donc $E^0 = E_f - 0,02 \log(C_0) = -1,68 - 0,02 \log(0,1) = -1,66 \text{ V}$

$Al_2O_{3(s)} + 3 H_2O = 2 Al^{3+} + 6 HO^-$ $K_1 = [Al^{3+}]^2 [HO^-]^6$

Frontière Al^{3+}/Al_2O_3 : $[Al^{3+}] = C_0$, Al_2O_3 est présent, on lit $pH_f = 3 \Rightarrow K_1 = C_0^2 [HO^-]^6 = C_0^2 \frac{K_e^6}{10^{-6pH_f}} = 10^{-68}$

4) En présence de H_2O en milieu neutre ou légèrement acide (cas de la pluie), $Al_{(s)}$ réagit avec H_2O (domaines disjoints) pour former $Al_2O_{3(s)}$. Le phénomène est stoppé par l'apparition de la couche d'oxyde protectrice (énoncé). L'aluminium résiste à la pluie. $2 Al_{(s)} + 3 H_2O = Al_2O_{3(s)} + 3 H_{2(g)}$

En milieu aqueux très acide (cas des pluies acides), c'est Al^{3+} qui se forme, l'oxydation peut se poursuivre et le métal est détérioré. $2 Al_{(s)} + 6 H^+_{(aq)} = 2 Al^{3+}_{(aq)} + 3 H_{2(g)}$



Exercice 2 Perfusion

1) $P_p + \mu_s g z_p = P_c + \mu_s g z_c$ d'où $P_p = P_c + \mu_s g (z_c - z_p) = P_c + \mu_s g h$

2) On obtient $P_p = 1291 \text{ hPa}$ puis $T_p = 278 \text{ hPa}$

3) Soit T la tête et C le coeur, T est situé à une altitude supérieure à C donc $P_T < P_C$ donc $T_T < T_C$

4) $P_A = P_B + \mu_{\text{eau}} g h'$ avec $P_B = P_{\text{atm}}$; on recherche $P_A > P_{\text{sang}}$ soit $P_A > P_{\text{atm}} + T$

On doit donc avoir $\rho_{\text{eau}} g h' > T$, en prenant $T = T_C = 10 \text{ mmHg} = 13,3 \text{ hPa}$, on obtient $h' > 0,136 \text{ m}$ soit $13,6 \text{ cm}$; on perfuse dans les veines, pas dans les artères (sinon h' atteint l'ordre de grandeur du mètre),

Question de cours Retrouver l'expression de la pression P en fonction de l'altitude z dans l'atmosphère isotherme.

Exercice 1 Diagramme du chrome

Concentration de tracé $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

Pression de tracé $P_0 = 1 \text{ bar}$

1) En justifiant, placer les espèces suivantes sur le diagramme : $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s})$, $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ et $\text{Cr}^{2+}(\text{aq})$

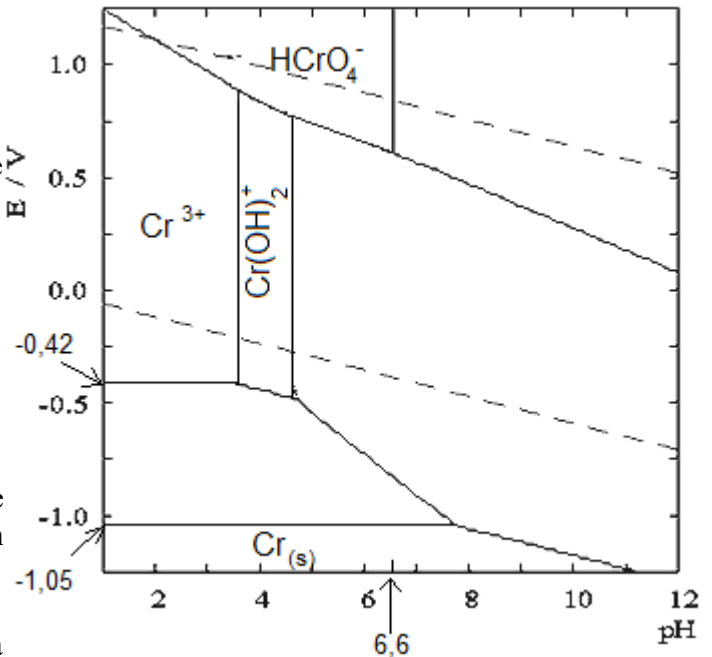
2) Calculer la pente de la frontière $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) / \text{Cr}^{2+}$

3) A l'aide du diagramme, déterminer :

- $\text{pKa}(\text{HCrO}_4^- / \text{CrO}_4^{2-})$
- $E^\circ(\text{Cr}^{2+} / \text{Cr}(\text{s}))$

Dans une solution contenant des ions Cr^{2+} , on verse une solution concentrée d'hydroxyde de sodium (Na^+, HO^-).

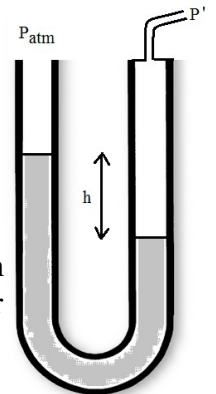
4) Ecrire l'équation-bilan (en milieu basique) de la réaction observée.



Exercice 2 Manomètre différentiel à colonne de liquide

Données $\mu_{\text{eau}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ $P_{\text{atm}} = 1,00 \text{ bar}$

On étudie tout d'abord le principe d'un manomètre simple : un tube en U de section constante, contenant de l'eau (schéma ci-contre). Une extrémité est ouverte sur l'atmosphère, l'autre est reliée à l'enceinte dont on souhaite mesurer la pression P'.



1) Exprimer la pression P' en fonction de P_{atm} , μ_{eau} , g et h.

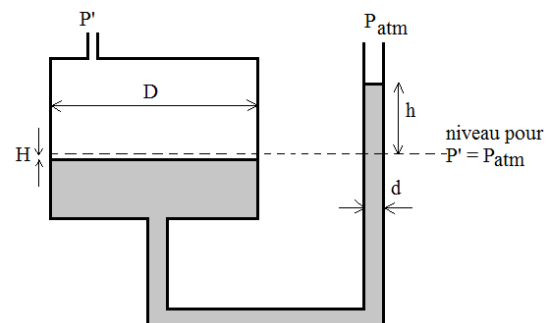
2) Lorsque $P' = P_{\text{atm}}$, la surface de l'eau dans la partie gauche se situe à 13 cm de la sortie du tube. Pour quelle pression P'_{max} l'eau commence-t-elle à déborder ?

3) La surpression $\Delta P = P' - P_{\text{atm}}$ est parfois exprimée en mm d'eau (mmH_2O) ; quelle est la valeur en bar d'une surpression de 10 mmH_2O ?

Une amélioration de ce dispositif est le manomètre à réservoir (à droite). On suppose le réservoir et le tube cylindriques.

4) Exprimer P' en fonction de P_{atm} , H, h, g et μ_{eau}

5) En exploitant la conservation du volume total de liquide, justifier que l'on peut négliger H par rapport à h (on prendra $D = 5 \text{ cm}$, $d = 3 \text{ mm}$). Quel est l'avantage de ce dispositif ?



3TSI - Physique-Chimie - Colle 1b
Corrigé

Question de cours

$dP = -\mu g dz$ avec $\mu = \frac{PM_{air}}{RT}$ (à retrouver à partir de l'équation des gaz parfaits) et $T = T_0 = cste$

On intègre cette relation entre un point A au sol ($z=0, P=P_0$) et un point B d'altitude quelconque z_B

$$\int_{P_A}^{P_B} \frac{dP}{P} = -\frac{M_{air}g}{RT_0} \int_{z_A}^{z_B} dz$$

$$\ln P_B - \ln P_A = -\frac{M_{air}g}{RT_0} (z_B - z_A) \quad \text{donc} \quad P_B = P_0 e^{-\frac{M_{air}g}{RT_0} z_B} \quad . \quad \text{On a donc} \quad P(z) = P_0 e^{-\frac{Mg}{RT_0} z}$$

Exercice 1 Diagramme du chrome

1) Dans $Cr_2O_3(s)$, $no(Cr) = +III$; dans CrO_4^{2-} , $no(Cr) = +VI$
Dans Cr^{2+} , $no(Cr) = +II$

2) $Cr_2O_3(s) + 6 H^+ + 2 e^- = 2 Cr^{2+} + 3 H_2O$

$$E = E^0 + 0,03 \log\left(\frac{[H^+]^6}{[Cr^{2+}]^2}\right)$$

A la frontière $[Cr^{2+}] = C_0$, $E_f = E^0 - 0,06 \log C_0 - 0,18 \text{ pH}$

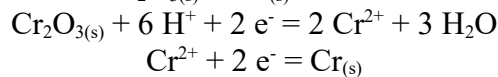
Pente $-0,18 \text{ V}$

3) $K_a = \frac{[CrO_4^{2-}][H^+]}{[HCrO_4^-]}$; à la frontière $HCrO_4^-/CrO_4^{2-}$, $[HCrO_4^-] = [CrO_4^{2-}] = C_0$, $K_a = [H^+]_f$, $pK_a = pH_f \sim 6,6$

$Cr^{2+} + 2 e^- = Cr(s) \Rightarrow E = E^0 + 0,03 \log([Cr^{2+}])$

A la frontière $[Cr^{2+}] = C_0$ donc $E_f = E^0 + 0,03 \log C_0$ d'où $E^0 = E_f + 0,15 = -1,05 + 0,15 = -0,90 \text{ V}$

4) En milieu basique, Cr^{2+} se dismute en $Cr_2O_3(s)$ et $Cr(s)$



Equation-bilan : $3 Cr^{2+} + 3 H_2O = Cr(s) + Cr_2O_3(s) + 6 H^+$

En milieu basique : $3 Cr^{2+} + 6 HO^- = Cr(s) + Cr_2O_3(s) + 6 H_2O$

Exercice 2 Manomètre différentiel à colonne de liquide

1) $P' = P_{atm} + \mu g h$ au niveau de la surface dans la partie droite.

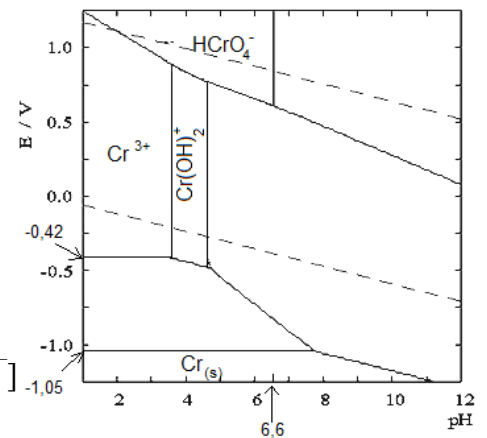
2) Lorsque la pression maximale est atteinte, la surface a monté de 13 cm dans la partie gauche et baissé de 13 cm dans la partie droite donc $h = 26 \text{ cm}$, on en déduit $P'_{max} = 1,025 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,025 \text{ bar}$

3) 10 mmH₂O signifie $h = 10 \text{ mm}$ soit $\Delta P = \rho g h = 98 \text{ Pa} = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ bar}$

4) $P' = P_{atm} + \mu g (H+h)$

5) Par conservation du volume, $\pi D^2 H = \pi d^2 h$ (cylindre qui a été déplacé) donc $\frac{H}{h} = \frac{d^2}{D^2} = 3,6 \cdot 10^{-3}$,

H est négligeable devant h. La dénivellation est plus facile à lire que dans le cas précédent (seul le niveau dans le tube varie significativement).



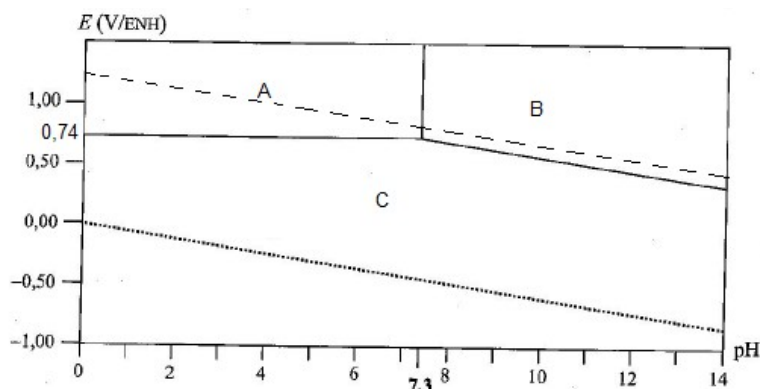
Question de cours Retrouver l'expression de la pression P en fonction de la profondeur H dans l'océan (à partir de la loi de l'hydrostatique).

Exercice 1 Diagramme de l'argent

Le diagramme potentiel-pH de l'argent est tracé pour une concentration $C_0 = 1.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. La pression de tracé vaut $P_0 = 1 \text{ bar}$.

Données

$E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$ $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$



1) Placer les espèces $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Ag}_2\text{O}_{(\text{s})}$ et $\text{Ag}_{(\text{s})}$ sur le diagramme en justifiant précisément.

2) Calculer la pente de la frontière B/C.

3) Déterminer à l'aide du diagramme :

- le potentiel standard $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag})$

- la constante d'équilibre K_1 de la réaction suivante : $2 \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}_2\text{O}_{(\text{s})} + 2 \text{H}^+$

4) Placer les espèces $\text{H}_2_{(\text{g})}$, H_2O et $\text{O}_2_{(\text{g})}$. Pour un $\text{pH} = 10$, l'argent est-il stable dans une eau désaérée ? Et dans une eau aérée ? Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui peut avoir lieu.

Exercice 2 Plongée sous-marine

Données $1 \text{ bar} = 750 \text{ mmHg}$; $\mu_{\text{eau salée}} = 1,03.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$; $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar}$

On étudie tout d'abord la plongée avec un tuba. Lorsque l'écart entre la pression à l'extérieur des poumons et la pression à l'intérieur des poumons dépasse 85 mmHg , les muscles du thorax ne permettent plus au plongeur d'inspirer.

1) Calculer la pression de l'eau à $2,0 \text{ m}$ de profondeur. A cette profondeur, le plongeur peut-il inspirer l'air de la surface à l'aide d'un tuba? (on suppose le tuba assez long...)

2) Déterminer la profondeur maximale pour une plongée avec un tuba.

L'apnée peut aussi être envisagée. Au début de la plongée, les poumons du plongeur occupent un volume $V_0 = 5\text{L}$. Au cours de la plongée, on effectue les hypothèses suivantes :

- la pression à l'intérieur des poumons est égale à la pression de l'eau environnante
- le plongeur n'expire pas d'air
- la température de l'air dans les poumons est supposée constante

3) Déterminer le volume occupé par les poumons à 5 m de profondeur.

4) Les records de plongée en apnée dépassent les 150 m ; quelle hypothèse faut-il remettre en cause ?

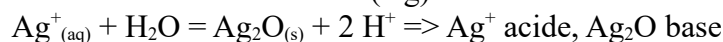
3TSI - Physique-Chimie - Colle 1c

Corrigé

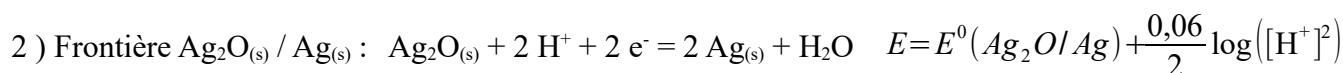
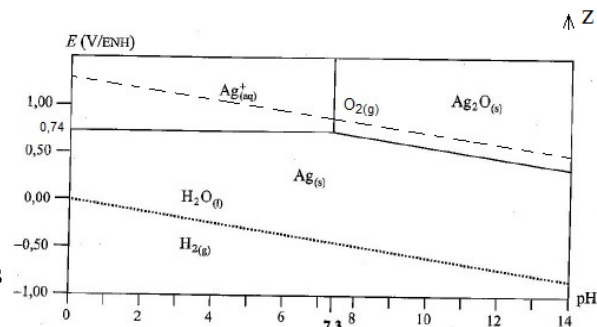
Question de cours Loi de l'hydrostatique : $P_A + \mu g z_A = P_B + \mu g z_B$. En plaçant A à la surface et B à une profondeur H, on a $P_{atm} + \mu g (z_A - z_B) = P_B$ donc $P_B = P_{atm} + \mu g H$

Exercice 1 Diagramme de l'argent

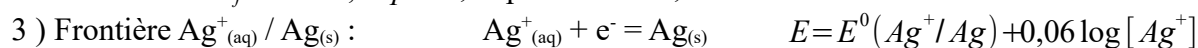
- 1) Dans $Ag_{(s)}$ $no(Ag) = 0$
 Dans $Ag^+_{(aq)}$ $no(Ag) = +I$
 Dans $Ag_2O_{(s)}$ $2 no(Ag) + no(O) = 0$
 $\Rightarrow no(Ag) = +I$



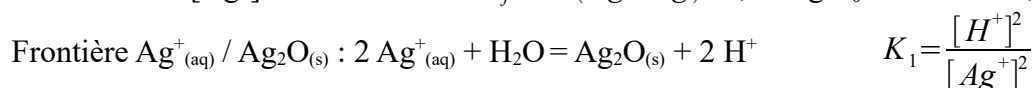
Le degré d'oxydation augmente avec le potentiel E, les espèces acides sont présentes à pH faible, d'où le placement ci-contre.



A la frontière $E_f = E^0 - 0,06 pH$, la pente vaut $-0,06 V$



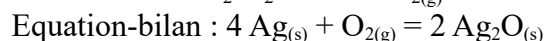
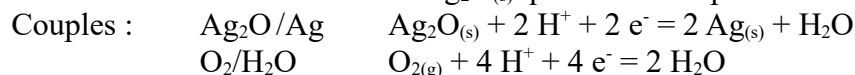
A la frontière $[Ag^+] = C_0$ donc $E_f = E^0(Ag^+/Ag) + 0,06 \log C_0$ avec $E_f = 0,74 V$ on a $E^0 = 0,80 V$



A la frontière, $[Ag^+] = C_0$ et $[H^+] = 10^{-pH_f}$ avec $pH_f = 7,3$ (pH de la frontière verticale) donc $K_1 = 10^{-12,6}$

4) En présence de H_2O , l'argent est stable car les domaines de H_2O et $Ag_{(s)}$ se recouvrent (les deux espèces peuvent coexister).

En présence de O_2 (eau aérée), l'argent réagit avec O_2 car leurs domaines sont disjoints. L'argent n'est pas stable dans une eau aérée : c'est $Ag_2O_{(s)}$ qui se forme à $pH = 10$.



Exercice 2 Plongée sous-marine

1) à $H = 2,0m$, $P = 1,013 \cdot 10^5 + 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,82 = 1,215 \cdot 10^5 Pa$

L'écart de pression vaut $0,202 bar = 151,5 mmHg > 85 mmHg$, le plongeur ne peut pas respirer

2) On recherche H_{lim} tel que $P(H_{lim}) = P_{atm} + 85 mmHg$, donc tel que $\mu g H_{lim} = 85 mmHg$

On obtient $H_{lim} = 1,12 m$.

3) En supposant l'évolution isotherme, $PV = cste$ donc $V = V_0 \frac{P_{atm}}{P}$ avec $P = P_{atm} + \mu g H$

Pour $H = 5 m$ on obtient $V = 3,3 L$

4) Pour $H = 150 m$ on obtient $V = 0,31 L$, ce qui semble excessivement faible. La première hypothèse doit être abandonnée (l'air dans les poumons est à la température interne du corps, qui ne peut pas diminuer de façon importante, et si le plongeur expire de l'air cela diminue le volume des poumons)

3TSI - Physique-Chimie - Colle 1
Exercices supplémentaires

Exercice Le diamant

Le carbone peut cristalliser sous la forme diamant : les atomes de carbone forment alors une structure cubique faces centrées, avec des atomes de carbone supplémentaires au centre de quatre des huit petits cubes (sites tétraédriques). La masse volumique du diamant vaut $3,52 \text{ g.cm}^{-3}$

Données $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

Déterminer le paramètre de maille de cette structure. En déduire le rayon atomique du carbone.

Exercice L'Uranium

L'Uranium (symbole U) a pour numéro atomique 92. Ses isotopes les plus fréquents sont U^{235} et U^{238} .

1) Donner la composition du noyau de U^{235} et U^{238} .

L'uranium naturel est un mélange des deux isotopes ; il a pour masse molaire $M(\text{U}) = 238,03 \text{ g.mol}^{-1}$.

2) Déterminer le pourcentage d'atomes d'Uranium 235 dans l'uranium naturel.

Données $M(\text{U}^{235}) = 235,04 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(\text{U}^{238}) = 238,05 \text{ g.mol}^{-1}$

3) Donner la configuration électronique de l'atome d'uranium dans son état fondamental en indiquant les électrons de valence.

L'uranium forme avec l'oxygène un cristal dans lequel les ions uranium occupent un réseau cubique faces centrées, et les ions O^{2-} occupent les centres des 8 petits cubes de la maille (sites tétraédriques).

4) Quelle est la formule chimique de ce cristal ? En déduire la charge des ions Uranium.

Exercice Atmosphère adiabatique

On remplace dans certains cas le modèle isotherme de l'atmosphère par un modèle d'*atmosphère adiabatique* : l'hypothèse du gaz parfait est conservée, mais la température n'est plus uniforme.

1) Par analogie avec les transformations adiabatiques réversibles, quelle(s) loi(s) peut-on appliquer dans cette situation ? Ecrire la loi associée aux variables P et T.

2) A partir de la relation fondamentale de la statique des fluides, déterminer l'expression de la pression P(z) (on notera P_0 et T_0 les valeurs de P et T au niveau du sol).

3) Comparer numériquement les valeurs à 1000 m d'altitude fournies par ce modèle et par le modèle de l'atmosphère isotherme.

Données $M_{\text{air}} = 29,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ $\gamma = 1,4$ $P_0 = 1000 \text{ hPa}$ (au sol) $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

$T = T_0 = 10^\circ\text{C}$ pour l'atmosphère isotherme, et $T(z=0) = T_0 = 10^\circ\text{C}$ au sol pour l'atmosphère adiabatique

3TSI - Physique-Chimie - Colle 1
Exercices supplémentaires - Corrigé

Exercice Le diamant

On compte $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{6} + 4 = 8$ atomes de carbone par maille

$$\mu = \frac{8 \cdot M_C}{N_A \cdot a^3} \quad \text{donc} \quad a = \sqrt[3]{\frac{8 M_C}{N_A \mu}} = 356 \text{ pm}$$

Contact des atomes sur la demi-diagonale d'un petit cube : $2r_C = \frac{\sqrt{3}}{4} a$ d'où $r_C = 77,2 \text{ pm}$

Exercice L'Uranium

1) ^{235}U : 92 protons, 143 neutrons

^{238}U : 92 protons, 146 neutrons

2) Soit x la fraction de ^{235}U : $M(\text{U}) = x \cdot M(^{235}\text{U}) + (1-x) \cdot M(^{238}\text{U}) \Rightarrow x = 6,6 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 0,7\%$ de ^{235}U

3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^4$

4) On compte $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$ ions uranium et $8 \cdot 1 = 8$ ions oxygène, formule UO_2 donc U^{4+} dans ce solide

Exercice Atmosphère adiabatique

1) Loi de Laplace $PV^\gamma = \text{cste}$, que l'on peut réécrire sous la forme $P^{1-\gamma} T^\gamma = \text{cste}$

2) $dP = -\rho g dz$ avec $\rho = \frac{PM}{RT}$; $P(z)^{1-\gamma} T(z)^\gamma = P_0^{1-\gamma} T_0^\gamma$ donc $T(z) = T_0 \left(\frac{P_0}{P(z)} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

d'où $\rho = \frac{P(z)Mg}{RT(z)} = \frac{P_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} Mg}{RT_0} P(z)^{\frac{1}{\gamma}}$, on a $\frac{dP}{P(z)^{\frac{1}{\gamma}}} = -\frac{P_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} Mg}{RT_0} dz$, $P^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = -\frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{P_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} M}{RT_0} z + K$

C.L. : $P(z=0)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = P_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = K$, finalement $P(z) = P_0 \left(1 - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{Mg}{RT_0} z \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

AN : Pour $z = 1000$ $P = 884 \text{ hPa}$ Modèle isotherme $P = 886 \text{ hPa}$ écart de 0,2%