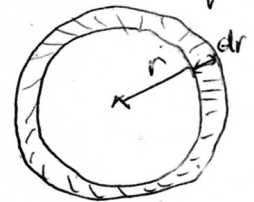


1) $\Delta T = R_{th} \Phi \Rightarrow R_{th} = \frac{\Delta T}{\Phi} = \frac{1}{k \cdot W^{-1}}$

2) $\delta R_{th} = \frac{1}{2} \frac{dr}{4\pi r^2} \Rightarrow R_{th1} = \frac{1}{4\pi a} \int_{R_i}^{R_{ite}} \frac{dr}{r^2} = \frac{1}{4\pi a} \left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_{ite}} \right) \Rightarrow R_{th1} \approx \frac{e}{4\pi a R_i^2}$

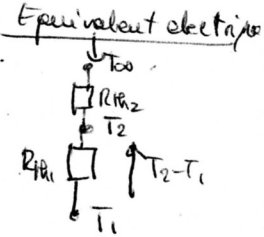
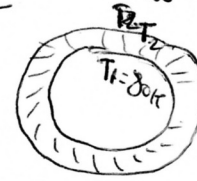


3) Résistance thermique de la convection $R_{th2} = \frac{1}{S h} = \frac{1}{4\pi R_i^2 h}$

"Diviseur de tension" $\Rightarrow T_2 - T_1 = \frac{R_{th1}}{R_{th1} + R_{th2}} (T_{\infty} - T_1)$

$\Rightarrow T_2 = \frac{R_{th1} T_{\infty} + R_{th2} T_1}{R_{th1} + R_{th2}}$

$\Rightarrow T_2 \approx \frac{\frac{e T_{\infty}}{4\pi a R_i^2} + \frac{T_1}{4\pi R_i^2 h}}{\frac{e}{4\pi a R_i^2} + \frac{1}{4\pi R_i^2 h}} = \frac{\frac{e T_{\infty}}{a} + \frac{T_1}{h}}{\frac{e}{a} + \frac{1}{h}} = \frac{eh T_{\infty} + a T_1}{eh + a}$



$= \frac{0,05 \times 18 \times 283 + 0,05 \times 80}{18 \times 0,05 + 0,05} \Rightarrow T_2 = 243 K$

4) $R_{th} = R_{th1} + R_{th2} = \frac{1}{4\pi R_i^2} \left(\frac{1}{h} + \frac{e}{a} \right) = \frac{1}{4\pi R_i^2} \left(\frac{1}{18} + \frac{0,05}{0,05} \right) \approx \frac{1}{4\pi R_i^2}$

$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}} = (283 - 80) \times 4\pi R_i^2 = 203 \times 4\pi \times (1,5)^2 \Rightarrow \Phi = 5,7 kW$ C'est possible!

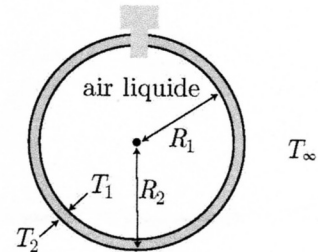
I- Mines-Ponts (2024)

31- Thermodynamique, physique quantique (Seror, 2024)

a- Exercice 1 : Stockage d'air liquide

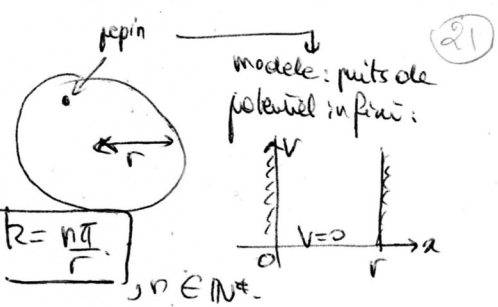
Un conteneur sphérique est rempli d'air liquide à la température $T_1 = 80 K$. Il est en contact parfait avec la paroi, une sphère creuse isolante de conductivité $\lambda = 0,05 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$, de rayon $R_1 = 1,5 m$ et d'épaisseur $e = 0,05 m$. Des échanges conducto-convectifs ($h = 18 W \cdot K^{-1} \cdot m^{-2}$) ont lieu sur la paroi extérieure. L'air ambiant est à la température $T_{\infty} = 283 K$.

1. Définir une résistance thermique. Quelle est son unité?
2. Démontrer l'expression de la résistance thermique de la paroi isolante.
3. Calculer la température T_2 à l'interface entre l'air l'isolant et l'air ambiant.
4. L'épaisseur de la paroi vous paraît-elle suffisante (argumenter sans grand calcul)?



1°) Pepin dans un melon \equiv 1 particule dans un puits de potentiel.

$$\bullet + \frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dr^2} + E\psi = 0 \Rightarrow \psi = A \sin(kr) \text{ car } \left[k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2} \right] \text{ et } \psi(r=0) = 0 \Rightarrow \left[r = \frac{n\pi}{k} \right], n \in \mathbb{N}^*$$



$$\bullet k = n\pi \Rightarrow \frac{\pi}{r} \Rightarrow p = \hbar k \geq \frac{\hbar\pi}{2r} = \frac{h}{4r}$$

$$\Rightarrow p_{\min} = \frac{10^{-3}}{2 \times 0,2} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bullet p = m\upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{p}{m} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = \upsilon = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bullet E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2}{2m} \times \frac{n^2 \pi^2}{r^2} \Rightarrow \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m r^2} \Rightarrow E_{\min} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{8m r^2} = \frac{h^2}{8 \times 10^{-4} \times (0,2)^2} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ J (pepins)}$$

$$2^\circ) M_{\text{melon}} = N_{\text{buc pepins}} \times m_{\text{pepin}} \Rightarrow N_{\text{buc pepins}} = \frac{M_{\text{melon}}}{m_{\text{pepin}}} = \frac{4}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 4 \cdot 10^4 \Rightarrow \boxed{N_{\text{buc pepins}} = 4 \cdot 10^4}$$

$$\bullet E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{10^{-3} \times 3 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow E_{\text{photon}} = 4,6 \cdot 10^{11} \text{ J} \rightarrow \boxed{\text{très dangereuse !!}}$$

$$\bullet E_{\text{melon}} = N_{\text{buc pepins}} \times E_{\min} = 4 \cdot 10^4 \times 3 \cdot 10^{-2} \Rightarrow E_{\text{melon}} = 12 \cdot 10^2 \text{ J} \\ \Rightarrow \boxed{E_{\text{melon}} = 2 \cdot 10^9 E_{\text{photon}} \Rightarrow \text{impossible !!}}$$

I- Mines-Ponts (2024)

b- Exercice 2 : "Une étrange planète"

Nous sommes sur une étrange planète : la planète des melons. Ceux-ci mesurent 20 cm de rayon et pèsent 4 kg. Prenez garde à eux ! car :

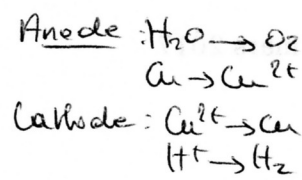
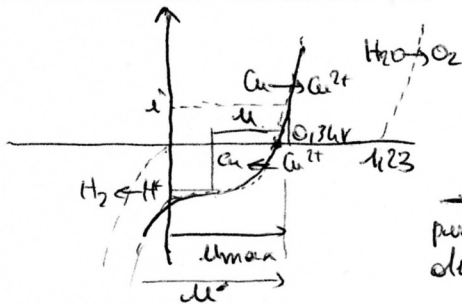
- ils ont la peau très dure ;
- leurs pépins ont une masse redoutable de 0,1 g ;
- la lumière est très dangereuse ! (on prendra une longueur d'onde moyenne de 650 nm).

De toute façon, on ne les voit même pas les melons ! ils sont où ?

Et tout ça parce que l'on envisage que $h = 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{s}$!

1. Quelle est la quantité de mouvement minimale des pépins ? Calculer la vitesse correspondante. En déduire leur énergie minimale.
2. Pourquoi ne voit-on pas les melons ?

10)

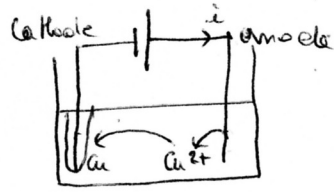


	$E^0(V)$
O_2	1,23
Cu^{2+}	0,34
H^+	0

$U_{max} = 0,34V$

si $U > U_{max}$: réduction de H^+ (réaction parasite!)

purification du cuivre



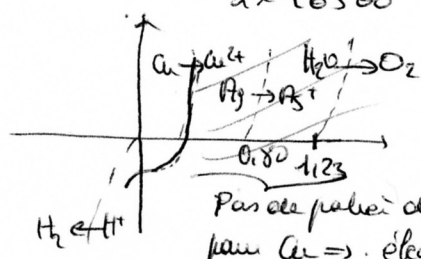
2) $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ $\delta ne = 2dS \Rightarrow \delta q = 2F dS = i$ et $d m_{Cu} = M_{Cu} \frac{dS}{dt}$

$\Rightarrow i = \frac{2F}{M_{Cu}} \frac{d m_{Cu}}{dt} \Rightarrow \int d m_{Cu} = \frac{M_{Cu} i}{2F} dt \Rightarrow m_{Cu} = \frac{M_{Cu} i dt}{2F}$

$\Rightarrow m_{Cu} = \frac{35,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot (20 \cdot 60)}{2 \cdot 96500} \Rightarrow m_{Cu} = 0,22g$

3)

O_2	1,23	H_2O
Ag^+	0,80	Ag
Cu^{2+}	0,34	Cu
H^+		H_2



Parce que plus de diffusion pour Cu \Rightarrow électro-inerte de Ag qui ne peut pas s'oxyder

$\Rightarrow Ag$ tombe au fond du béccher.

I- Mines-Ponts (2024)

32- Chimie, optique (Toquet, 2024)

a- Exercice 1 : Electrochimie

Le but de l'exercice est de purifier le cuivre. On considère l'anode et la cathode de cuivre dans la solution (Cu^{2+}, SO_4^{2-}) à 1 mol.L^{-1} de $pH = 0$.

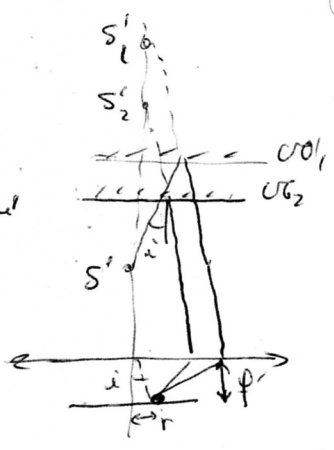
1. Représenter les courbes intensité-potentiel. En déduire la réaction d'électrolyse et la tension nécessaire à appliquer pour la réaction.
2. On réalise l'expérience pendant 20 min, sous $i = 1 \text{ A}$. Déterminer la masse de cuivre récupérée. La cathode reste en cuivre mais on remplace l'anode par un blister, composé de métaux moins électro-négatifs que le cuivre, comme l'argent et le nickel.
3. Expliquer pourquoi seul le cuivre se dépose sur les électrodes et l'argent tombe au fond du béccher.

Données :

- Faraday : $1 \mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$;
- Nombre d'Avogadro : $N_a = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
- Masses molaires : $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{Cu} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Potentiels standard :

$E^0(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 \text{ V}$ $E^0(O_2/H_2O) = 1,23 \text{ V}$ $E^0(Ag^+/Ag) = 0,80 \text{ V}$ $E^0(H^+/H_2) = 0,00 \text{ V}$

1°) $\delta = 2ne \cos i = 2e \cos i$ avec $e = 0 \Rightarrow \boxed{r = \frac{\delta}{2} = 0 \forall i} \Rightarrow$ Frange claire au tout l'écran
 \Rightarrow Écran uniformément éclairé.



2°) $\boxed{r = \frac{2e}{\lambda} \cos i = 0 \text{ e } \text{frange}} \Rightarrow$ franges circulaires ($i = 0$)

3°) Hypothèses : • centre brillant ($p_c \in \mathbb{N}$)
 • i petit.
 $\Rightarrow 1 - \frac{i^2}{2} \approx \frac{r \lambda_0}{2e} \Rightarrow i = \sqrt{2} \sqrt{1 - \frac{r \lambda_0}{2e}}$
 • tan $i = \frac{r}{f} \approx i \Rightarrow \boxed{r = f \sqrt{2} \sqrt{1 - \frac{r \lambda_0}{2e}}}$
 • Au centre : $r = 0 \Rightarrow p_c \frac{\lambda_0}{2e} = 1 \Rightarrow \frac{\lambda_0}{2e} = \frac{1}{p_c} \Rightarrow r = f \sqrt{2} \sqrt{1 - \frac{1}{p_c}}$
 • 1^{er} anneau brillant : $p_1 = p_c - 1$
 $p_2 = p_c - 2$
 $p_n = p_c - n$
 $\Rightarrow r_n = f \sqrt{2} \sqrt{1 - \frac{1}{p_c - n}} = f \sqrt{2} \sqrt{\frac{n}{p_c}}$
 $\Rightarrow \boxed{r_n = f \sqrt{\frac{\lambda_0}{e} \frac{n}{p_c}}}$

I- Mines-Ponts (2024)

b- Exercice 2 : Michelson

On considère un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air, éclairé par une source étendue monochromatique de longueur d'onde λ .
 L'indice de l'air est pris égal à 1.
 On fait converger les rayons avec une lentille convergente sur un écran.

1. La distance des miroirs à la séparatrice est la même.
 Qu'observe-t-on sur l'écran ?
2. Les miroirs sont maintenant écartés de e . Donner le schéma équivalent. Comment appelle-t-on le dispositif ?
 Qu'observe-t-on sur l'écran ?
3. Calculer le rayon du premier et du deuxième anneaux visibles.
