

Partie 1. Se libérer de l'attraction :

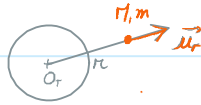
1.1. l'attraction gravitationnelle.

Q1. Réf galiléen : Dans un réf galiléen, un système isolé est soit immobile, soit en translation rectiligne uniforme.

Le réf terrestre est galiléen si la durée de l'expérience est ^{très} petite devant 24h00. On pourra alors négliger l'effet de la rotation de la terre.

Q2.
$$\vec{F}_G = -G \cdot \frac{M_T m}{r^2} \vec{u}_r$$

$$= -G \cdot \frac{M_T m}{\|O_T P\|^3} O_T P.$$



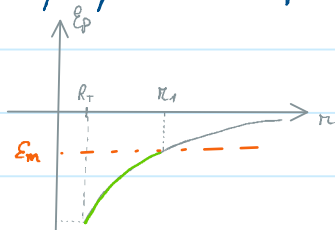
Cette force dérive d'une énergie potentielle $E_p(r)$ telle que (en coordonnées sphériques).

$$\vec{F}_G = -\text{grad } E_p \Rightarrow \begin{cases} \vec{F}_G \cdot \vec{u}_r = -\frac{\partial E_p}{\partial r} \\ \vec{F}_G \cdot \vec{u}_\theta = -\frac{1}{r} \frac{\partial E_p}{\partial \theta} = 0 \\ \vec{F}_G \cdot \vec{u}_\varphi = -\frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial E_p}{\partial \varphi} = 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Ainsi } E_p \text{ ne dépend ni de } \theta \text{ ni de } \varphi.$$

$$\frac{dE_p}{dr} = +G \cdot \frac{M_T m}{r^2} \Rightarrow \int_{E_p(r)}^{E_p(r_1)} dE_p = \int_r^{r_1} G \frac{M_T m}{r^2} dr \Rightarrow E_p(r) = E_p(r_1) - \frac{G M_T m}{r} + \frac{G M_T m}{r_1}$$

avec $r_1 \rightarrow \infty$. nous obtenons : $E_p(r) = -G \frac{M_T m}{r}$

Q3. Un mouvement est lié si le système n'échappe pas à l'attraction de la terre (ici). Le système ne peut pas partir à l'infini.



$$E_m = E_c + E_p \Rightarrow E_c = E_m - E_p > 0.$$

$$\Rightarrow E_m > E_p.$$

Pour observer un état lié, il faut que r soit borné. Pour cela $E_m < 0$.

— Valeurs de E_p vérifiant $E_p < E_m \Rightarrow r \in [r_T, r_1]$. L'état est lié

Q4. Vitesse de libération :

Etat initiale $\begin{cases} v_{\text{radiale}} = v_{\text{libération}} \\ E_p = -G \frac{M_T m}{R_T} \end{cases}$

Etat final $\begin{cases} E_f = 0 \\ E_{pf} = 0 \end{cases}$

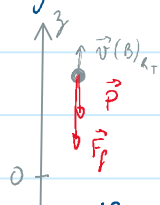
La conservation de l'énergie (pas de force de frottement) assure :

$$\frac{1}{2} m v_c^2 - G \frac{M m}{R_T} = 0 \quad \Rightarrow \quad v_c = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$$

12. tir d'un boulet de canon.

$$\vec{F}_f = -\frac{m}{\ell_f} \cdot v \cdot \vec{v} \quad \left. \begin{array}{l} [\vec{F}] = [m \vec{a}] = \frac{ML}{t^2} \\ [\frac{m}{\ell_f} \cdot v \vec{v}] = \frac{M}{[\ell_f]} \cdot \frac{L^2}{t^2} \end{array} \right\} \Rightarrow [\ell_f] = L.$$

Q6. Système : le Boulet évoluant dans le référentiel terrestre supposé galiléen.



le système est soumis à son poids qui dérive d'une énergie potentielle

$$E_p = mgz + \text{cte}$$

→ force de frottement : force non conservative.

$\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = \mathcal{P}(\vec{F}_f) \Rightarrow \frac{dE}{dt} = \vec{P} \cdot \vec{v} + \vec{F}_f \cdot \vec{v} = (-mg\dot{z} + \frac{m}{\ell_f} \dot{z}^3) \cdot \dot{z} < 0$ car $\dot{z} > 0$ phase montante.
Il vient donc que $E \searrow$ jusqu'à s'annuler. lorsque E s'annule, le boulet a atteint sa valeur max.

Q7 phase ascendante : $\frac{dE}{dt} = -m(gv + \frac{1}{\ell_f} v^3) \Rightarrow m \cdot v \cdot \frac{dv}{dt} = -m(gv + \frac{1}{\ell_f} v^3)$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{1}{\ell_f} \cdot v^2 + g = 0.$$

phase descendante : $\vec{v} = -v \cdot \vec{u}_z \quad (\vec{P} + \vec{F}_f) \cdot \vec{v} = (-mg \vec{u}_z + \frac{m}{\ell_f} \cdot v v \vec{u}_z) \cdot (-v \vec{u}_z) = m(gv - \frac{v^3}{\ell_f})$

$$\frac{dE}{dt} = \mathcal{P}(\vec{P}) + \mathcal{P}(\vec{F}_f) \Rightarrow m v \cdot \frac{dv}{dt} = + m v (g - \frac{v^2}{\ell_f})$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{\ell_f} - g = 0.$$

Q8. phase ascendante : vitesse limite : $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v^2 = -\ell_f g < 0$
Ceci est impossible.

Conclusion : Durant la phase ascendante, la vitesse n'admet pas de valeur limite.

phase descendante : vitesse limite $v_c = \sqrt{\ell_f g}$

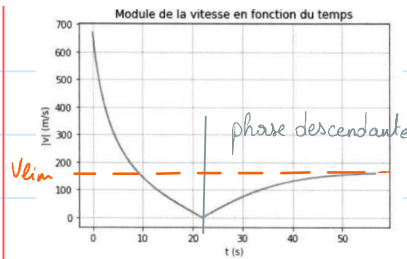


Figure 4 : module de la vitesse $v(t)$

En analysant la figure 4, nous voyons que pour $t > 22$ s (phase descendante), la vitesse tend vers une valeur v_{lim} telle que $v_{lim} = 166 \text{ m/s}$.

Q9.

$$v_{lim} = \sqrt{4g}$$

$$\delta = \frac{m}{4}$$

$\Rightarrow$

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{mg}{\gamma}}$$

Q10 phase descendante :

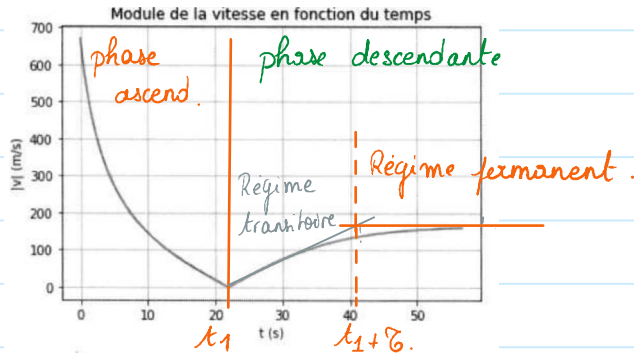


Figure 4 : module de la vitesse $v(t)$

temps caractéristique : $\frac{dv_z}{dt} = \frac{v_z^2}{4}$ pour le régime transitoire.

δ temps nécessaire pour que v passe de 0 m/s à $v_{lim} \Rightarrow \frac{v_{lim} - 0}{\delta} \approx \frac{v_{lim}^2}{4}$

$$\Rightarrow \delta \sim \frac{4}{v_{lim}} \approx \sqrt{\frac{4}{g}}$$

Nature du mouvement : $v \approx v_{lim} = \text{cte}$. Mouvement de translation rectiligne (Boulet est sur l'axe (Oz) $t(t)$ uniforme ($v \approx \text{cte}$)).

Q11

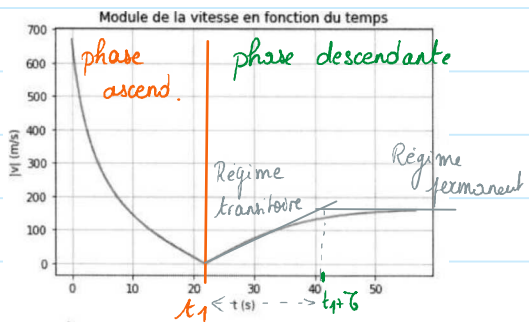


Figure 4 : module de la vitesse $v(t)$

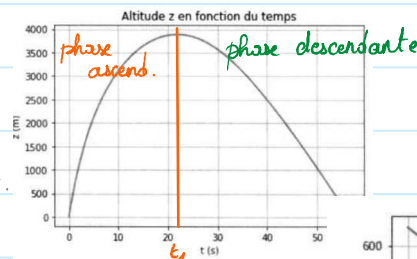


Figure 5 : altitude $z(t)$

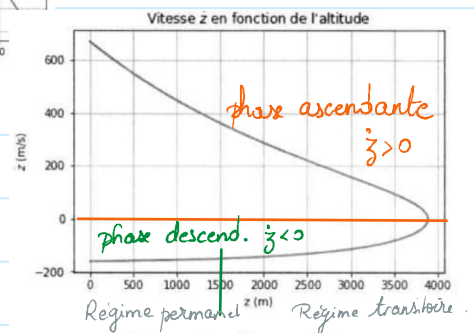


Figure 6 : vitesse $\dot{z}(t)$

$v \approx v_{lim}$.

Q12 Phase ascendante :

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{v^2}{\ell_f} - g \Rightarrow \frac{dv}{dt} = -g \left(1 + \frac{v^2}{g\ell_f}\right) \Rightarrow \frac{dv}{dt} = -g \left(1 + \frac{v^2}{v_{lim}^2}\right)$$

Poseons $\tilde{v} = \frac{v}{v_{lim}} \Rightarrow d\tilde{v} = \frac{1}{v_{lim}} dv$ $v_{lim} = \sqrt{g\ell_f}$.

Eq 1: $\frac{d\tilde{v}}{dt} = -\frac{1}{v_{lim}} g (1 + \tilde{v}^2) \Rightarrow \int_{v_0/v_{lim}}^{v_+/v_{lim}} \frac{d\tilde{v}}{1 + \tilde{v}^2} = -\int_0^t \frac{g}{\ell_f} dt = -\int_0^t \frac{1}{\tau} dt$

$$\Rightarrow \arctan\left(\frac{v_+}{v_{lim}}\right) - \arctan\left(\frac{v_0}{v_{lim}}\right) = -\frac{t}{\tau} \Rightarrow \boxed{v_+ = v_{lim} \tan\left(-\frac{t}{\tau} + \arctan\left(\frac{v_0}{v_{lim}}\right)\right)}$$

Phase descendante. $\frac{dv}{dt} = -\frac{v^2}{\ell_f} + g$

De la même façon: $\frac{d\tilde{v}}{dt} = +\frac{1}{v_{lim}} g (1 - \tilde{v}^2) \Rightarrow \int_{\frac{v_-(t_1)}{v_{lim}}}^{\frac{v_-(t)}{v_{lim}}} \frac{d\tilde{v}}{1 - \tilde{v}^2} = \int_{t_1}^t \frac{dt}{\tau}$

$$\Rightarrow \boxed{v_-(t) = v_{lim} \tanh\left(\frac{t - t_1}{\tau}\right)}$$

Q13. phase descendante

Q8: $\lim_{t \rightarrow \infty} (v_-(t)) = v_{lim}$ car d'après le formulaire $\lim_{x \rightarrow \infty} (\tanh(x)) = 1$.

Ceci ne peut s'observer au cours de la phase ascendante car $\lim_{x \rightarrow \infty} (\tan(x))$ n'est pas définie.

Q9 $v_{lim} = \sqrt{g\ell_f}$.

Q10 $v_-(t) = v_{lim} \tanh\left(\frac{t - t_1}{\tau}\right)$

$t' = (t - t_1) \ll \tau$. $\tanh\left(\frac{t'}{\tau}\right) = \frac{e^{+t'/\tau} - e^{-t'/\tau}}{e^{+t'/\tau} + e^{-t'/\tau}}$ avec $\begin{cases} e^{+t'/\tau} \sim 1 + \frac{t'}{\tau} \\ e^{-t'/\tau} \sim 1 - \frac{t'}{\tau} \end{cases}$

$$\Rightarrow \tanh\left(\frac{t'}{\tau}\right) \sim \frac{t'}{\tau} \quad \text{et } \tau = \frac{\ell_f}{v_{lim}}$$

pour $t' = t - t_1 \gg \tau$

$$v_-(t) \sim \frac{t-t_1}{t_f} \cdot v_{lim}^{21}$$

regime transitoire.

$$v_-(t) \sim v_{lim}.$$

régime permanent.

Q 14

$$v_{\text{rim}} \sim 166 \text{ m/s} \quad ; \quad \tau \sim 20 \text{ s}$$

↳ graphique 4

↳ graphique 4
de Q11.

$\frac{1}{\tau_f}$ est la pente de $v_f(t)$ en régime transitoire.

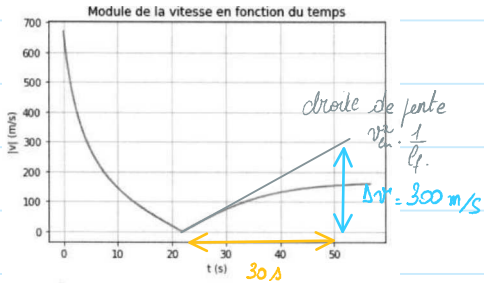


Figure 4 : module de la vitesse $v(t)$

$$\frac{v_{\text{lim}}^2}{l_f} = \frac{330}{30} \approx 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow l_f = 2755 \text{ m.}$$

Vérifions la cohérence des valeurs mesurées :

$$v_{\text{lim}} = \sqrt{g \cdot l_f} \approx 164 \text{ m/s.} \quad \text{ok.}$$

$$C = \frac{L}{v_{\text{aim}}} = 17 \mu \quad \text{Ok.}$$

Q15. * le boulet évolue entre $z=0$ et $z=h_{\max}=3900\text{ m}$.

$$\|\vec{F}_G\| = + G \frac{m M_T}{(R_T + z)^2} \sim m g_0 \quad \text{si nous négligeons la rotation de la terre.}$$

$$\frac{F(0)}{F(h_{\max})} = \frac{G M_T}{R_T^2} \cdot \frac{(R_T + h_{\max})^2}{G M_T} \Rightarrow \frac{F(0)}{F(h_{\max})} = \left(\frac{R_T + h_{\max}}{R_T} \right)^2 \approx 1 + 6 \cdot 10^{-4} \approx 1.$$

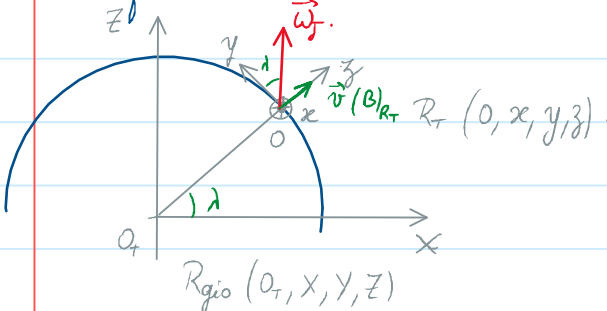
Il est donc légitime de considérer l'uniformité de g .

* $\vec{F}_p = -\gamma r \vec{v}$ pour $v > 10 \text{ m/s}$. Cette hypothèse n'est pas vérifiée pour z autour de h_{max} puisque en h_{max} , la vitesse est nulle.

Q16

Si le référentiel terrestre n'était pas galiléen, il faudrait tenir compte de la f.i.c. puisque $\vec{P} = \vec{F}_G + \vec{F}_{ic}$.

force d'inertie de Coriolis : $\vec{F}_{ic} = -2m \vec{\omega}_{T/R_{gio}} \wedge \vec{v}(B)_{R_T}$



$$\vec{F}_{ic} = -2m\omega_{\text{Joué}} \cos(\alpha) \cdot v \vec{u}_x$$

Pour la phase d'ascension, il y aura une déviation vers l'ouest ($-\vec{u}_x$)

Pour la phase de descente $\hookrightarrow$ l'est. ($+ \vec{u}_x$)

La valeur max est donnée pour $\lambda = 0 \Rightarrow \cos \lambda = 1$.

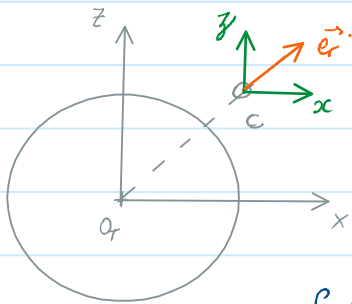
$$F_{ic \max} = 2m \cdot \omega_{\text{jour}} \cdot v_0 \Rightarrow F_{ic \max} \sim 2 \times 12 \times \frac{2\pi}{24 \cdot 3600} \cdot 650$$

$$\Rightarrow F_{ic \max} \sim 1,1 \text{ N.}$$

Partie 2: Etude d'une Station spatiale.

II.1 Référentiel en orbite terrestre.

Q17



R_T : réf terrestre supposé Galiléen

$R_T (O_T, x, y, z)$

R_c : réf lié à la capsule $R_c (C, x, y, z)$

R_c est en translation circulaire par rapport à R_T

Il n'est donc pas galiléen.

Système (M, m) dans la capsule étudié dans R_c

$$\text{BAT: } \vec{F}_G = -G \cdot \frac{M_T m}{(R_T + h)^2} \vec{e}_r \quad \vec{F}_{ic} = +m\omega^2 (R_T + h) \vec{e}_r$$

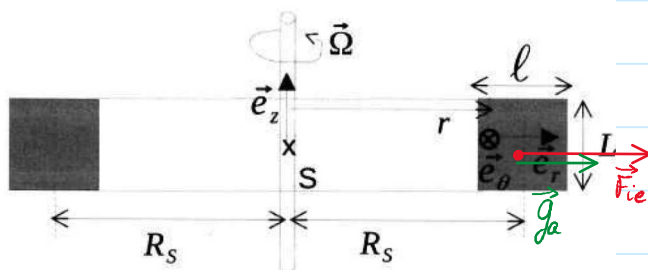
Q18

Un corps est en impesanteur si l'ensemble des forces gravitationnelles et inertielles auxquelles il est soumis, ont une résultante et un moment résultant nuls.

Le point M est immobile dans la capsule $\Rightarrow \vec{F}_G + \vec{F}_{ic} = \vec{0}$. Il est donc en impesanteur.

II.2 La Station spatiale

Q19.



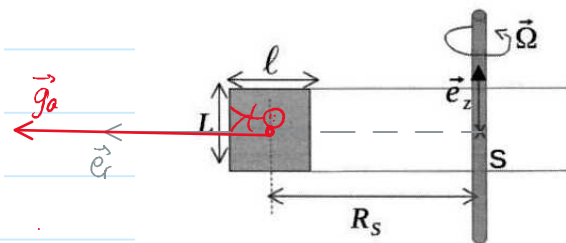
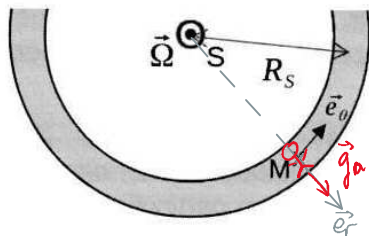
Le Réf lié à la station est en rotation autour de l'axe (Oz) .

Un point M de masse m dans la station ressentira une force centrifuge liée à la rotation de la station

$\vec{F}_{ic}$ peut se mettre sous la forme $\vec{F}_{ic} = m \vec{g}_a \Rightarrow$ Dans la station, les occupants ressentent une pesanteur $\vec{g}_a$ telle que $\vec{g}_a = \frac{\vec{F}_{ic}}{m}$.

$$\text{Notons que } \vec{F}_{ic} = +m \Omega^2 \cdot R_s \vec{e}_r \Rightarrow \boxed{\vec{g}_a = \Omega^2 R_s \vec{e}_r}$$

Q20



Q21 $\|\vec{g}_a\| \approx g_0 \Leftrightarrow \Omega^2 R_s \approx g_0 \Rightarrow \Omega \approx \sqrt{\frac{g_0}{R_s}} \Rightarrow \Omega \approx 0.3 \text{ rad/s}$

Q23 Activités au sein de la station :

Q22 Nous aurons une force de Coriolis : $\vec{F}_c = -2m \vec{\Omega} \wedge \vec{v}(M)_{R_s}$ avec $\vec{v}(M)_{R_s} = v \cdot \vec{e}_\theta$
 $\Rightarrow \vec{F}_c = +2m \Omega v \cdot \vec{e}_r$

Notons que si $v > 0$, $\vec{F}_c$ est dans le même sens que $\vec{F}_e$. La pesanteur apparente sera accentuée.

si $v < 0$, $\vec{F}_c$ s'opposera à $\vec{F}_e$. Il sera donc plus facile de le déplacer. L'objet sera en impesanteur, si et seulement si

$$\vec{F}_c + \vec{F}_e = 0 \Rightarrow 2m v_i \Omega = -m \Omega^2 R_s$$

$$\Rightarrow v_i = -\frac{\Omega R_s}{2}$$

$\vec{v}_i = -|v_i| \cdot \vec{e}_\theta$ et $|v_i| = 15,7 \text{ m/s}$. relation suivant $(-\vec{e}_\theta)$.

Q24 La taille de la station $2R_s = 200 \text{ m}$. Il faut savoir que l'ISS fait 100 m de long et 70 m de large.



e3a MP 2023. Chimie + optique.
Partie 3 stocker de l'énergie électrique.

III.1 Nickel

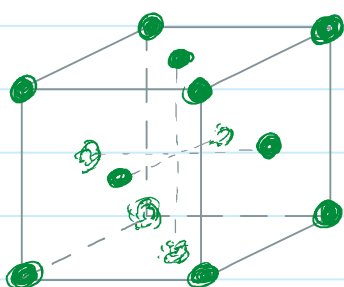
Q25. Ils sont ductiles, solides à température ambiante. Ce sont de bons conducteurs électriques et thermiques. Ce sont des réducteurs.

• Dans le tableau périodique; ils sont à droite

À l'état solide, les métaux sont formés de cristaux dont la cohésion est assurée par une liaison métallique. Dans un tel cristal, les électrons de valence sont délocalisés dans l'ensemble de la structure. Le réseau cristallin peut être considéré comme un réseau d'atomes $\oplus$ baignant dans un nuage d' e^- . Le tout restant neutre.

→ la mobilité des e^- assure une grande conductivité électrique.

Q26

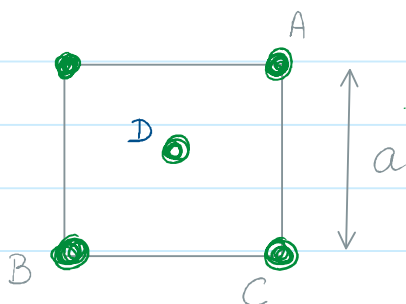


→ nombre d'atomes par maille

$$N = 8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$$

→ coordination : 12.

Q27



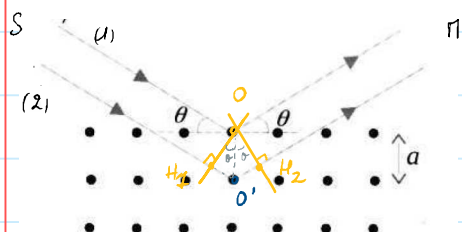
$$d_{AB} = \sqrt{2} a \quad d_{AD} = \frac{\sqrt{2}}{2} a$$

Condition de tangence : $d_{AD} = 2r_{Ni}$

$$\Rightarrow r_{Ni} = \frac{\sqrt{2}}{4} a$$

Q28. 2 ondes sont cohérentes si elles sont synchrones et en phase
 $\Rightarrow \omega_1 = \omega_2 = \omega$

Q29



$$\delta = [S\pi]_2 - [S\pi]_1$$

$$\delta = [SH_1] + [H_1O'] + [O'H_2] + [H_2\pi] - [SO] - [O\pi]$$

D'après le th. de Malus, les fronts d'onde sont $\perp$ aux rayons lumineux $\Rightarrow H_1$ et O sont éléments du même front d'onde issu de S . $\Rightarrow [SH_1] = [SO]$.

D'après le principe du retour ^{inverse} de la lumière et du théorème de Malus, H_2 et O sont éléments du même front d'onde issu de M $\Rightarrow [H_2M] = [OM]$

$$\Rightarrow \delta = d_{H_1O} + d_{OH_2}$$

Dans le triangle $OO'H_1$: $\sin \theta = \frac{d_{H_1O'}}{a} \Rightarrow d_{H_1O'} = a \sin \theta$
De la même façon, dans le triangle $OO'H_2 \Rightarrow d_{H_2O'} = a \sin \theta$ $\Rightarrow \delta = 2a \sin \theta$.

Expression du déphasage : $\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{4\pi a}{\lambda} \sin \theta$

Q30 $I = 2 \langle S^2(M, t) \rangle$ $s(M, t) = s_1(M, t) + s_2(M, t)$ avec $\begin{cases} s_1(M, t) = s_0 \cos(\omega t - \varphi_1) \\ s_2(M, t) = s_0 \cos(\omega t - \varphi_2) \end{cases}$

$$\Rightarrow I = 2 \left\{ \langle s_1^2 \rangle + \langle s_2^2 \rangle + 2 \langle s_1 s_2 \rangle \right\}$$

notons que $\cos(A) \cdot \cos(B) = \frac{1}{2} (\cos(A+B) + \cos(A-B))$

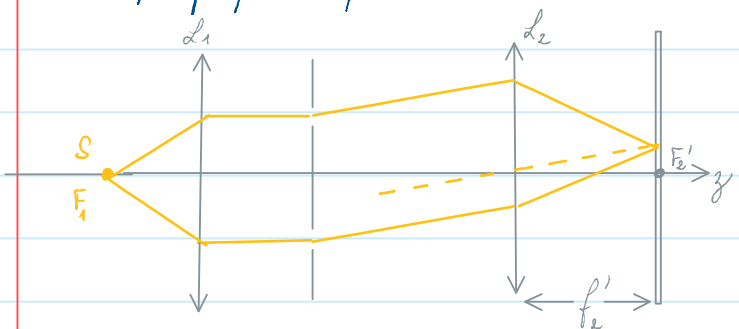
$$= 2s_0^2 \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \langle \cos(2\omega t - \varphi_1 - \varphi_2) \rangle + \langle \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \rangle \right\}$$

$$I(\theta) = 2I_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right) \right)$$

Q31 $I(\theta) = I_{\max} \Leftrightarrow \frac{2\pi}{\lambda} \delta_p = p 2\pi \Rightarrow \frac{4\pi a}{\lambda} \sin(\theta_p) = p 2\pi \Rightarrow \sin \theta_p = \frac{p\lambda}{2a}$

En mesurant les différents θ_p et en traçant $\sin \theta_p$ en fonction de p , nous obtiendrons une droite de pente $\frac{\lambda}{2a}$. Nous pourrions en déduire a .

Q32 Un dispositif quelconque ?



Q33 le spectrogoniètre

Q34 $E = h\nu$ et $c = \lambda\nu \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda} = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ J} \Rightarrow E = 7,2 \text{ keV}$

Q35 pour $p=1$. $\theta_1 = 14^\circ \Rightarrow a = \frac{\lambda}{2 \sin \theta_1} \Rightarrow a = 353 \text{ pm}$

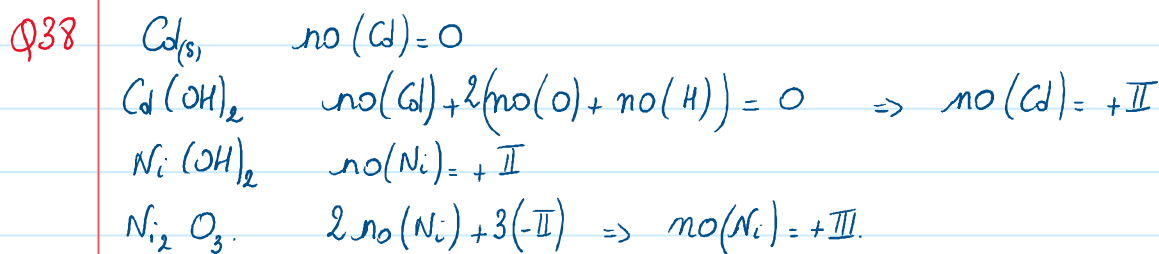
Q36. $r_{Ni} = \frac{\sqrt{2}}{4} a \Rightarrow r_{Ni} = 125 \text{ pm}$

Q37 $\rho = \frac{\text{masse d'une maille}}{\text{volume d'une maille}} = \frac{N \cdot M_{Ni}}{N_A a^3} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{N \cdot M_{Ni}}{N_A \cdot \rho}} \quad \text{AN: } a = 352 \text{ pm}$

Ecart relatif entre les 2 valeurs: 0,4%.

III 3 Accumulateur Cadmium - nickel.

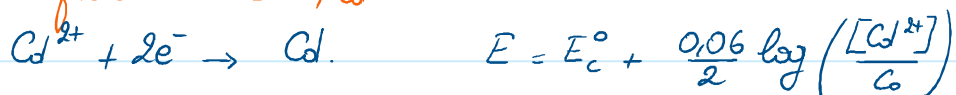
31 Généralité.



espèces	Cd	Cd(OH) ₂	Ni(OH) ₂	Ni ₂ O ₃
no.	0	II	II	III

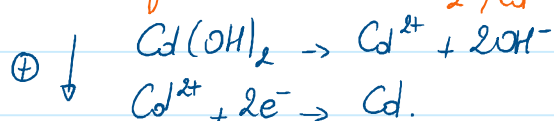


• Domaine frontière Cd^{2+}/Cd .

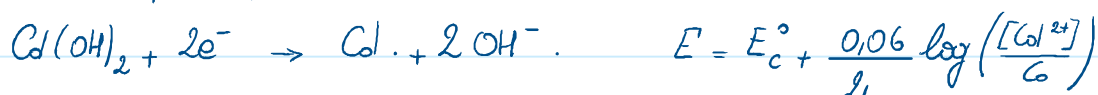


$$E_{DF} = E_c^\circ + 0,03 \cdot \log \left(\frac{C_{\text{trac}}}{C_0} \right) \Rightarrow E_{DF} = -0,46 \text{ V}$$

• Domaine frontière $\text{Cd}(\text{OH})_2/\text{Cd}$



$$K_{S_2} = [\text{Cd}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$



$$E = E_c^0 + 0,03 \log \left(\frac{[Cd^{2+}] \cdot [OH^-]^2}{C_0 \cdot [OH^-]^2} \right) \Rightarrow E = E_c^0 - 0,03 pK_{S_2} + 0,03 \cdot \log \left(\frac{[H_3O^+]^2}{K_e^2 C_0^2} \right)$$

$$E = E^\circ - 0,03 \text{pK}_2 + 0,06 \text{pK}_e - 0,06 \text{pH}.$$

$$\text{AN : DF. } E_{\text{DF}} = 0,02 - 0,06 \text{pH}.$$

* domaine frontière $\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}(\text{OH})_2$.



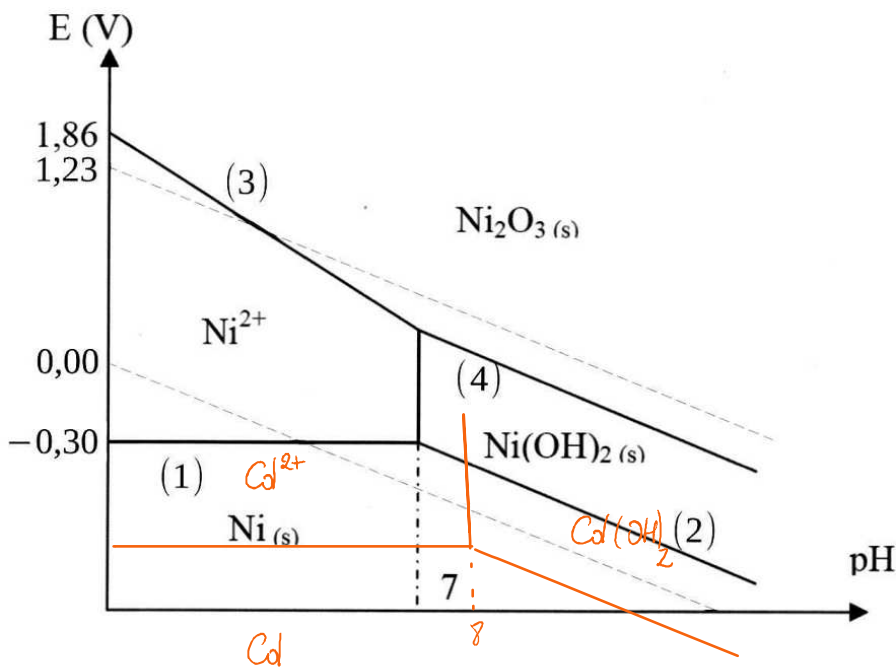
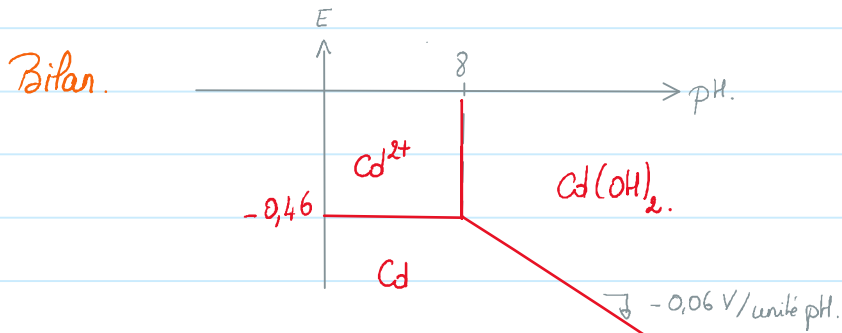
$$K_{s_2} = \frac{[\text{Cd}^{2+}][\text{OH}^-]^2}{C_0^3}$$

Au niveau du domaine frontière :

$$[\text{OH}^-]_{\text{DF}} = \sqrt{\frac{K_{s_2}}{C_{\text{trai}}}} = 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{DF}} = \frac{K_e}{[\text{OH}^-]_{\text{DF}}} = 10^{-8} \text{ mol/L}$$

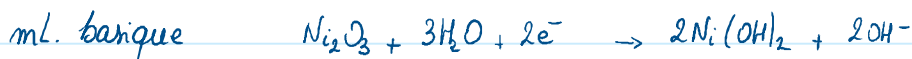
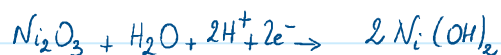
$$\Rightarrow \text{pH}_{\text{DF}} = 8.$$



Q40 Anode : Electrode $\ominus$. Cd.



Cathode : Electrode $\oplus$. Ni_2O_3 .



Equation Bilan :



Q41 E^+ potentiel du couple $\text{Ni}_2\text{O}_3 / \text{Ni}(\text{OH})_2 \Rightarrow E^+ = E_{41}$ à $\text{pH} = 14$.

$$E^+ = 1,02 - 0,06(14) \Rightarrow E^+ = 0,18 \text{ V}$$

E^- potentiel du couple $\text{Cd}(\text{OH})_2 / \text{Cd}$ à $\text{pH} = 14$.

$$E^- = 0,02 - 0,06(\text{pH}) \Rightarrow E^- = -0,82 \text{ V}$$

Bilan : $E_{\text{NiCd}} = E^+ - E^- = 1 \text{ V}$

Q42 $E_{\text{NiCd}} = \frac{\Delta_r G^\circ}{nF}$ n : nombre d'e échangé par les 2 couples rédox
ici $n = 2$.

$$\Rightarrow \Delta_r G^\circ = 2F \cdot E_{\text{NiCd}} \Rightarrow \Delta_r G^\circ = 193 \text{ kJ/mol.}$$

Enthalpie standard de réaction :

$$\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{Cd}(\text{OH})_2) + 2 \Delta_f H^\circ(\text{Ni}(\text{OH})_2) - 3 \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H^\circ(\text{Cd}) - \Delta_f H^\circ(\text{Ni}_2\text{O}_3)$$

$$\Rightarrow \Delta_r H^\circ = -273,7 \text{ kJ/mol.}$$

Entropie standard de réaction :

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ \Rightarrow \Delta_r S^\circ = \frac{\Delta_r H^\circ - \Delta_r G^\circ}{T_{25}} = \frac{-466,7}{298}$$

$$\Rightarrow \Delta_r S^\circ = -1,6 \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Q43. $E_{\text{CdNi}} = \frac{1}{2F} (\Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ)$

$$\Rightarrow \frac{dE_{\text{NiCd}}}{dT} = -\frac{\Delta_r S^\circ}{2F} > 0 \Rightarrow \text{lorsque } T \uparrow ; E_{\text{NiCd}} \uparrow$$

Q44 * $\frac{dE_{\text{NiCd}}}{dT} = -8 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \left| \frac{dE_{\text{NiCd}}}{dT} \right| \ll 1$. On peut alors prévoir que les variations de E_{NiCd} seront peu importantes pour des variations raisonnables de température.

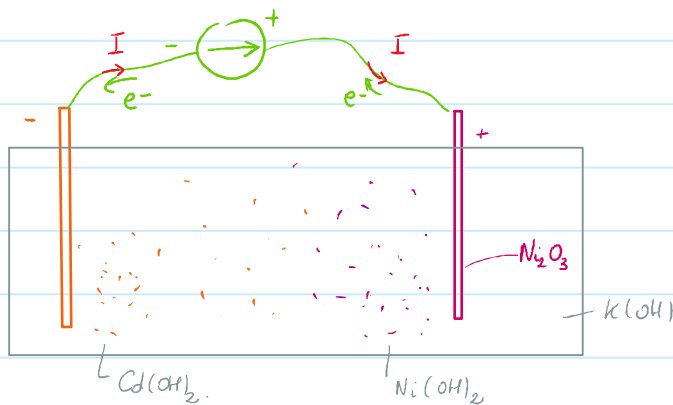
* La concentration en $\text{K}(\text{OH})$ permet d'imposer le pH. Notons que

* La concentration en $K(OH)$ permet d'imposer le pH. Notons que

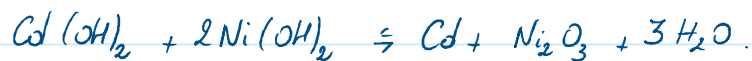
$$E^+ = 1,02 - 0,06 \text{ pH} \quad \text{et} \quad E^- = 0,02 - 0,06 \text{ pH}$$

$$\Rightarrow E_{\text{NiCd}} = 1 \text{ V} \quad \text{notons que } E_{\text{NiCd}} \text{ ne dépend pas du pH.}$$

Q45



Q46



Q47

$$U_{\text{min}} > E_{\text{NiCd}}.$$

Q48.

Les surtensions anodique et cathodique pourraient être à l'origine d'une $\nearrow$ significative de U_{min} .

