

- (A1) | Mvt rectiligne : $\vec{v}$ a une direction constante.
 Mvt uniforme : $\|\vec{v}\| = \text{cte}$

- (A2) Le mouvement est toujours rectiligne uniforme de $t=0$ à $t=t_R$.

$$\vec{v} = v_0 \vec{u}_x$$

- (A3) $\vec{a} = -a_0 \vec{u}_x$ opposée à $\vec{v}$

Selon $\vec{u}_x$ $\frac{dv}{dt} = -a_0$ avec $\vec{v} = v \vec{u}_x$ / $v > 0$

$$v = -a_0 t' + v_0 \quad \text{où } t' = t - t_R$$

soit aussi $v = -a_0 (t - t_R) + v_0$

- (A4) $v = \frac{dx}{dt}$ où $\vec{OM} = x \vec{u}_x$

De $t=0$ à $t=t_R$, le véhicule a parcouru $v_0 t_R$

Au delà, on intègre $v = -a_0 (t - t_R) + v_0$

$$x(t) = -\frac{a_0}{2} (t - t_R)^2 + v_0 t + \text{cte}$$

$$\text{et } x(t_R) = v_0 t_R + \text{cte} = v_0 t_R$$

$$x(t) = -\frac{a_0}{2} (t - t_R)^2 + v_0 t$$

- (A5) A $t = t_1$, on a $v(t_1) = 0 \Leftrightarrow -a_0 (t_1 - t_R) + v_0 = 0$

$$\Leftrightarrow t_1 = t_R + \frac{v_0}{a_0}$$

$$\begin{aligned} d_a = x(t_1) &= -\frac{a_0}{2} \left(t_R + \frac{v_0}{a_0} - t_R \right)^2 + v_0 \left(t_R + \frac{v_0}{a_0} \right) \\ &= -\frac{a_0}{2} \frac{v_0^2}{a_0^2} + v_0 t_R + \frac{v_0^2}{a_0} = \frac{v_0^2}{2a_0} + v_0 t_R \end{aligned}$$

$$d_a = \frac{v_0^2}{2a_0} + v_0 t_R$$

(A6) Il faut $d_a < D$

$$\Leftrightarrow \frac{v_0^2}{2a_0} + v_0 t_R < D \Leftrightarrow \frac{v_0^2}{2a_0} < D - v_0 t_R$$

$$\Leftrightarrow a_0 > \frac{v_0^2}{2(D - v_0 t_R)}$$

AN: avec $t_R = 1,0 \text{ s}$; $v_0 = 130 \text{ km.h}^{-1} = \frac{130}{3,6} \text{ m.s}^{-1} = 36 \text{ m.s}^{-1}$;

$$a_0 > 12 \text{ m.s}^{-2}$$

en conservant deux C.S

(A7) $t_1 = \frac{v_0}{a_0} + t_R$

$$a_0 = 12 \text{ m.s}^{-2}$$

$$d_a = \frac{v_0^2}{2a_0} + v_0 t_R$$

v_0 (km/h)	t_1 (s)	d_a (m)
130	4,0	90
90	3,1	51

Bien évidemment l'arrêt est plus vite établi...

(A8) La distance parcourue en 2 s vaut, à 130 km.h^{-1}

$$d_a = v \times 2 = \frac{130}{3,6} \times 2 = \underline{\underline{72 \text{ m}}}$$

$$a_2 = 18 \text{ m.s}^{-2}$$

Mais l'arrêt du véhicule précédent ne se fait pas instantanément
En réalité on dispose de quelques mètres (qq dizaines)
supplémentaires.

B1



B2

$m\vec{a} \cdot \vec{u}_z = 0$: pas de mvte selon $\vec{u}_z$

$$R_N = \|\vec{R}_N\| = mg$$

B3

$R_T < 2 R_N$ en cas de non glissement.
 $R_T = 2 R_N$ " " de glissement

B4

Il y a glissement

$$R_T = 2mg$$

$$\vec{R}_T = -2mg \vec{u}_x$$

B5

PFD selon $\vec{u}_x$ $-ma_0 = -R_T - f$ où $\|\vec{f}\| = f$

$$f = ma_0 - R_T$$

AN: $R_T = 2mg = 7.10^3 N$

$f = 5.10^3 N$ ($\lambda = 0,7$ béton sec)

B6

Frein bloqué. Glissement.
 (ou pas...)

$$\Delta E_c = \sum W = W_f + W_{R_T}$$

$$\Delta E_c = W = 0 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$W = -312,5 \text{ kJ}$$

B7

Il n'y a pas glissement : $R_T < 2 R_N$

$$-ma_0 = -R_T - f \Leftrightarrow ma_0 = R_T + f$$

et $R_T < 2 R_N$

On a

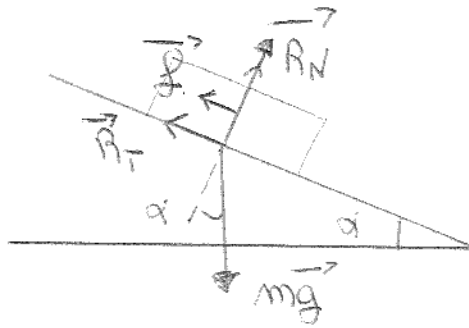
$$ma_0 < f + 2 R_N$$

$$ma_0 < f + 2mg$$

B8

Si λ diminue la décélération diminue à freinage constant, ou encore il faut une force de freinage + importante.

(B9)



$$R_N = mg \cos \alpha$$

(B10)

PFD selon $\vec{u}_x$ $ma_0 < f + 2mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$

$$\Leftrightarrow \boxed{ma_0 < f + mg (2 \cos \alpha - \sin \alpha)}$$

$$\underbrace{2 \cos \alpha - \sin \alpha}_{\text{à prou}} < 1$$

La décélération est encore plus faible
à force de freinage constante.

C - Relèvement du virage

(C1) $\underline{\overrightarrow{OM}} = r \underline{\vec{u}_r}$; $\underline{\vec{v}} = \dot{r} \underline{\vec{u}_r} + r \dot{\theta} \underline{\vec{u}_\theta} = r \dot{\theta} \underline{\vec{u}_\theta}$
 si le mvt est circulaire $r = \text{cte} \Rightarrow \dot{r} = 0$
 $\underline{\vec{v}} = r \dot{\theta} \underline{\vec{u}_\theta}$ et $\underline{\vec{a}} = -r \dot{\theta}^2 \underline{\vec{u}_r} + r \ddot{\theta} \underline{\vec{u}_\theta}$

(C2) $\dot{\theta} = \frac{v}{R} = \text{cte}$ $\underline{\vec{a}} = -\frac{v^2}{R} \underline{\vec{u}_r}$ pour le mvt circulaire uniforme.

(C3) On a encore $R \underline{\vec{N}} + \underline{\vec{P}} = \underline{\vec{0}}$ selon $\underline{\vec{u}_\theta}$
 $R_N = mg$ $\underline{\vec{N}} = mg$ avec la notation imposée.

(C4) On projette selon $\underline{\vec{u}_r}$, il existe donc une force $\underline{\vec{T}}$
 telle que $m \underline{\vec{a}} \cdot \underline{\vec{u}_r} = \underline{\vec{T}} \cdot \underline{\vec{u}_r}$
 plus simplement $-\frac{mv^2}{R} = -T$ $\underline{\vec{T}} = -T \underline{\vec{u}_r}$

$$\underline{\vec{T}} = \frac{mv^2}{R}$$

(C5) Il faut tout d'abord remarquer qu'il n'existe pas de force selon $\underline{\vec{u}_\theta}$ puisque il n'y a pas d'accélération selon $\underline{\vec{u}_\theta}$
 car $\ddot{\theta} = 0$.

L'unique force tangentielle au sol est donc $\underline{\vec{R}_T}$ qui coïncide avec $\underline{\vec{T}}$ ici.

A la limite du glissement $\underline{\vec{R}} = \mu N = T_{\max}$

$\Rightarrow \frac{mv^2}{R} < \mu mg$ $\underline{\vec{v}} < \sqrt{\mu R g}$

AN: $\mu = 0,7$ sur route sèche. $R = 50 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

$v_{\max} = 18,7 \text{ m.s}^{-1} = 67,3 \text{ km.h}^{-1}$

(C6) $\mu \downarrow$ si le sol est mouillé.

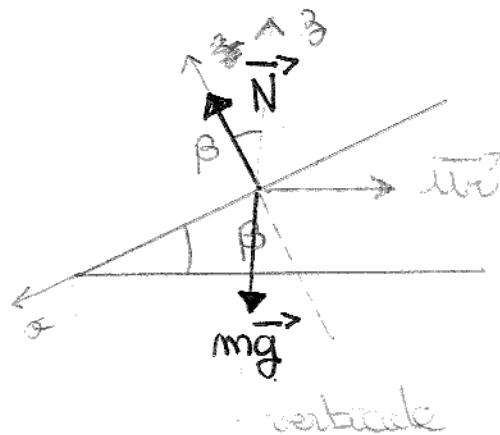
$v_{\max} \downarrow$

$\underline{\vec{v}} \xrightarrow{\mu \rightarrow 0} 0$: sans frottement, pas de virage.

(C7)

On a donc :

$$N \cos \beta = mg$$



(C8) Il n'y a pas frottement, le PFD s'écrit :

$$-m \frac{v^2}{R} \vec{u}_x = -N \sin \beta \quad \text{avec} \quad N = \frac{mg}{\cos \beta} \quad (C7)$$

$$\frac{v^2}{R} = g \tan \beta$$

$$v = \sqrt{Rg \tan \beta}$$

AN: $v = \sqrt{50 \times 10 \times \tan 20} = 13,5 \text{ m s}^{-1} = 48,6 \text{ km h}^{-1}$

(C9)

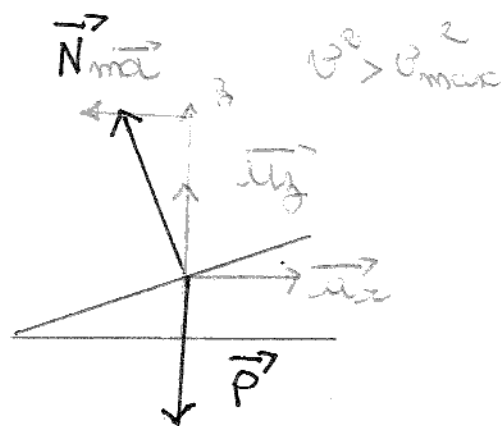
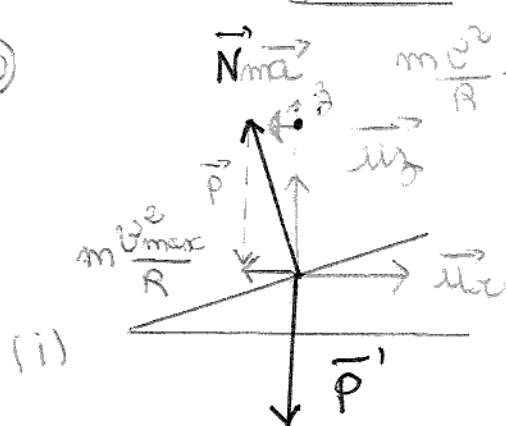
On a donc, sans frottement toujours, $v = \sqrt{Rg \tan \beta}$ Par ailleurs on avait $v_{\max} = \sqrt{2Rg}$

Soit $\tan \beta = 2$

incité sans frottement horizontal avec frottement

AN: $\beta = 35^\circ$ avec $\mu = 0,7$.

(C10)



Il est plus aisé de prendre le point de vue du référentiel tournant mais cela n'est pas demandé ici.

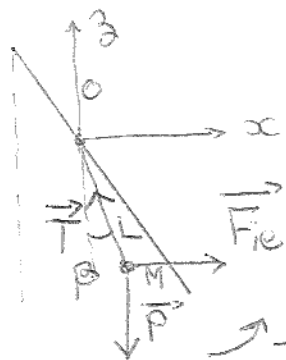
(i) L'accélération doit être nulle (vers le bas de la pente) : le véhicule descend.

(ii) " " décroître : il y a une composante qui doit être ajoutée vers le haut de la pente

D. Pendule suspendue

(D1) On fait l'étude dans le référentiel lié à la voiture, là où le conducteur est immobile. Il est non galiléen.

(D2) R est en translation rectiligne accélérée selon $-a_0 \vec{u}_x$ pendant la phase de freinage: il est alors non galiléen.
Pendant la phase rectiligne à vitesse constante il est galiléen.

(D3)  $\vec{M}(\vec{T})_O = \vec{0}$ (sans intérêt ici)
 $\vec{F}_{ie}, \vec{P}, \vec{T} \in (Oxz)$
 $\vec{F}_{ie} = +ma_0 \vec{u}_x \Rightarrow \vec{a} \in (Oxz)$
Si $\vec{v} \in (Oxz)$ initialement, elle reste.

(D4) On reprend le schéma (D3) $\sum \vec{F} = \vec{0}$ ou encore $\sum \vec{M} = \vec{0}$
 $+ F_{ie} \angle \cos \beta_e - mg \angle \sin \beta_e = 0$ où $F_{ie} = ma_0$
 $\tan \beta_e = \frac{a_0}{g}$

(D5) Hors équilibre, on applique le théorème du moment cinétique projeté sur l'axe de rotation orienté en (D3)

$$ma_0 l \cos \beta_e - mg l \sin \beta = ml^2 \ddot{\beta}$$

$$\ddot{\beta} + \frac{g}{l} \sin \beta = \frac{a_0 \cos \beta_e}{l}$$

(D6) $\sin \beta \approx \beta$ $\tan \beta_e \approx \beta_e$
 $\cos \beta \approx 1$

$$\ddot{\beta} + \frac{g}{l} \beta = \beta_e \times \frac{g}{l}$$

$$\ddot{\beta} + \omega_0^2 \beta = \omega_0^2 \beta_e \quad \text{où} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

(D6) ... suite.

$$\beta = \beta_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi) + \beta_e ; \quad \dot{\beta} = -\omega_0 \beta_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\text{C.I.} \quad \begin{cases} \beta(t=0) = 0 \\ \dot{\beta}(t=0) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \beta_{\max} \cos \varphi + \beta_e = 0 \\ -\omega_0 \beta_{\max} \sin \varphi = 0 \end{cases}$$

$$\text{On choisit } \varphi = 0 \Rightarrow \beta_{\max} = -\beta_e \quad \left\{ \begin{array}{l} \triangle \text{ Par convention} \\ \text{une amplitude} \\ \text{est positive} \dots \end{array} \right.$$

... on aurait du choisir $\varphi = \pi$

Peu importe, l'équation trouvée reste juste.

$$\boxed{\beta(t) = \beta_e (1 - \cos(\omega_0 t))}$$

(D7)

$\beta_{\max}$ atteint quand $\cos = -1$

$2\beta_e \approx 2 \tan \beta_e$ pour les petits angles.

$$\boxed{2\beta_e \approx \frac{2a_0}{g}} \quad \text{ne doit pas atteindre d'angle d'oscillation du pendule.$$

$$2 \frac{a_0}{g} < d \Leftrightarrow a_0 < \frac{\alpha g}{2}$$

$$\boxed{a_1 = \frac{\alpha g}{2}} \quad \alpha \text{ exprimé en rad}$$

AN $\alpha = 15^\circ = \frac{15}{360} \times 2\pi = 0,26 \text{ rad}$

$$\underline{a_1 = 1,31 \text{ m.s}^{-2}}$$

Partie 2

(E1) $\vec{j}_{th}$ densité de flux en $W.m^{-2}$

$\vec{\text{grad}} T = \frac{\partial T}{\partial z} \vec{u}_z$ à une dimension en $K.m^{-1}$

λ : conductivité thermique en $W.m^{-1}.K^{-1}$

(E2) Régime permanent $\Rightarrow \phi = \text{cte } \forall x$ (cf cours)

$\phi(x) = \phi(x+dx) \Rightarrow dH = dU = 0 \Leftrightarrow T = \text{cte}$

$$-\phi_s = +\phi_e = -\vec{j}_e \cdot s \vec{u}_z = -\lambda \frac{dT}{dz} s$$

$$\phi = \phi_s = \lambda \frac{dT}{dz} s \Leftrightarrow \frac{\phi}{\lambda s} = \frac{dT}{dz} \Leftrightarrow \int_{T_{int}}^{T_{ext}} dT = \frac{\phi}{\lambda s} \int_0^e dz$$

$$\Delta T = T_{ext} - T_{int} = \frac{\phi e}{\lambda s}$$

$$\Delta T = R_{th} \phi$$

où

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda s}$$

résistance
thermique

$\nearrow s \downarrow \nearrow \lambda \downarrow$

(E3) En série, le flux traverse les 2 matériaux

$$R_s = \sum R_{th,i}$$



En parallèle, le flux emprunte deux chemins distincts



$$G_{||} = \sum G_{th,s}$$

$$\frac{1}{R_{||}} = \sum \frac{1}{R_{th,i}}$$

E4

$$R_1 = \frac{e_1}{\lambda_1 L L}$$

toit ou sol

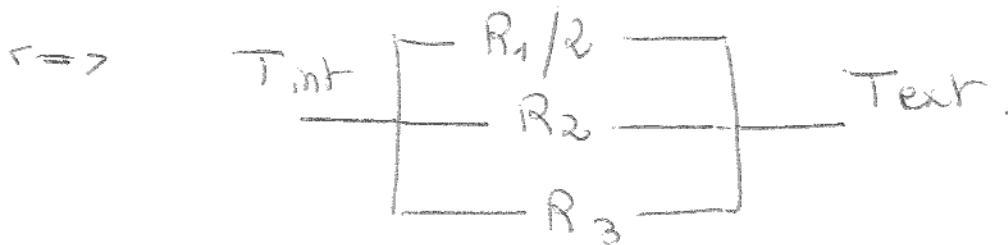
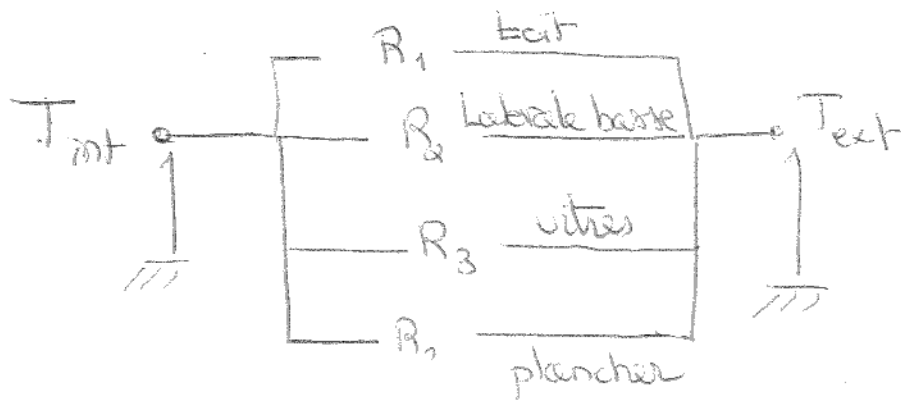
$$R_2 = \frac{e_1}{\lambda_1 (H-d) \times (2L + 2L)}$$

paroi basse

$$R_3 = \frac{e_2}{\lambda_2 d \times 2(L+L)}$$

vitres

E5



E6

$$R_3 = \frac{2,0 \cdot 10^{-3}}{1,2 \times 0,5 \times 2 \times (4 + 1,75)} = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ KW}^{-1}; \frac{1}{R_3} = 3430 \text{ WK}^{-1}$$

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{2}{R_1}$$

$$R_1 = \frac{0,10}{0,10 \times 1,75 \times 4} = 0,14 \text{ KW}^{-1}; \frac{1}{R_1} = 7 \text{ WK}^{-1}$$

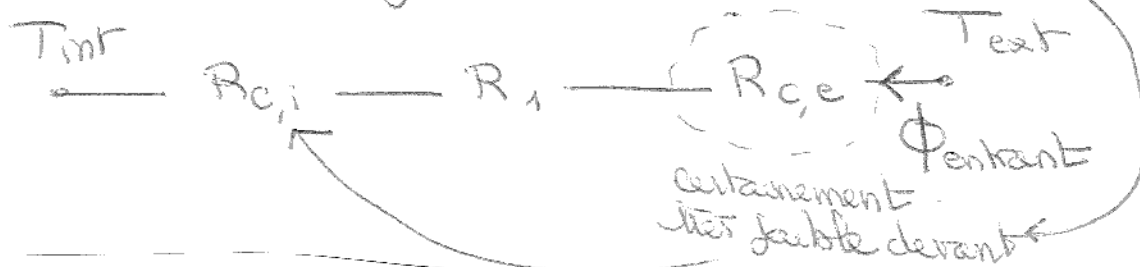
$$R_2 = \frac{0,1}{0,1 \times (1,5 - 0,5) \times 2 \times (5,75)} = 0,87 \text{ KW}^{-1}; \frac{1}{R_2} = 11,5 \text{ WK}^{-1}$$

$$\frac{1}{R_v} = 3450 + \underbrace{2 \times 7 + 11,5}_{\text{négligeable}} \quad (\text{mais je parle trop tôt})$$

$$R_v = 2,88 \cdot 10^{-4} \text{ kW}^{-1} \approx R_3 \quad \text{Tout passe par les vitres.}$$

- (E7) Nous avons mis la convection qui doit
 à $\Phi_{\text{conv}} = hS(T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$
 il convient d'ajouter $R_{\text{conv}} = \frac{1}{hL}$ à l'intérieur
 comme à l'extérieur.

! L'égalité de R des 2 côtés est très discutable.
 Convection très forte à l'extérieur.



(E8) $P_1 + m\mu + G\Delta T = 0$ $G\Delta T = \Phi = \Phi_{\text{entant}}$

$$P_1 = -G\Delta T - m\mu$$

(E9) $P_{1,\text{hiver}} = 4,2 \text{ kW} \quad (>0, \text{ L'habicule reçoit})$
 $P_{1,\text{été}} = -1,8 \text{ kW} \quad (<0, \text{ L'habicule cède du TH})$

$P_1 = 0 \iff \Delta T = -\frac{m\mu}{G} = 2^\circ \text{C}$
 acceptable.

F - Régime transitoire.

(F1) Durant $\underbrace{dt}_{J}$ on a $\underbrace{W}_{\text{W}}$

$$dU = \underbrace{CdT}_{J} = \underbrace{(GT + n\mu + P_{1,max})}_{W} dt$$

$$CdT = (GT_{ext} - GT + n\mu + P_{1,max}) dt$$

$$C \frac{dT}{dt} + GT = GT_{ext} + n\mu + P_{1,max}$$

$$\frac{dT}{dt} + \frac{T}{(\frac{C}{G})} = \frac{GT_{ext} + n\mu + P_{1,max}}{C}$$

$$\frac{dT}{dt} + \frac{T}{\tau} = \frac{1}{\tau} \left(T_{ext} + \frac{n\mu + P_{1,max}}{G} \right)$$

τ

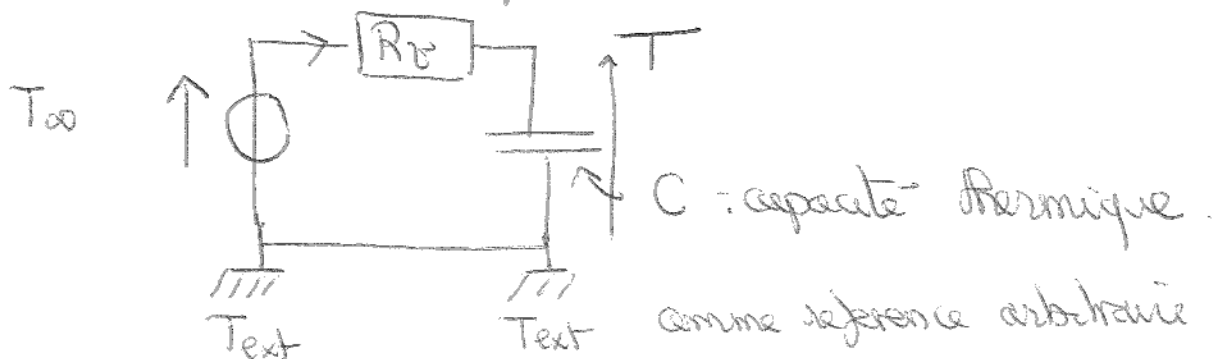
$$\boxed{\frac{dT}{dt} + \frac{T}{\tau} = \frac{T_{\infty}}{\tau}} \quad \text{ou} \quad \boxed{\tau = \frac{C}{G} = \frac{J \cancel{K^{-1}}}{W \cancel{K^{-1}}} = s}$$

$$\boxed{T_{\infty} = T_{ext} + \frac{n\mu + P_{1,max}}{G}}$$

$$\boxed{\tau = R_V C}$$

$$\left(\frac{W}{W \cdot K^{-1}} = K \right)$$

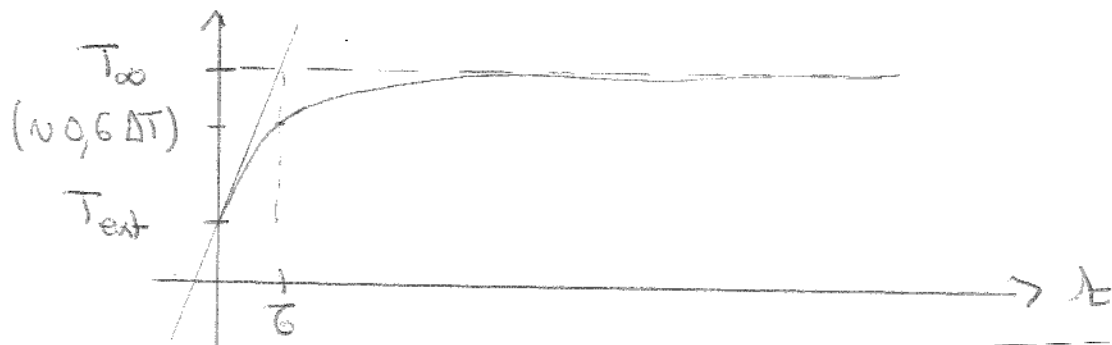
(F2) On a équivalence avec la charge d'un condensateur à tension imposée.



$$(F3) \quad T = A e^{-t/\tau} + T_{\infty} \text{ et } T(t=0) = T_{ext}$$

$$\Leftrightarrow T_{ext} = A + T_{\infty} \Leftrightarrow A = T_{ext} - T_{\infty}$$

$$T(t) = (T_{ext} - T_{\infty}) e^{-t/\tau} + T_{\infty}$$



$$(F4) \quad T_c = T(\Delta t) = (T_{ext} - T_{\infty}) e^{-\Delta t/\tau} + T_{\infty}$$

$$\Leftrightarrow T_c = T_{\infty} (1 - e^{-\Delta t/\tau}) + T_{ext} e^{-\Delta t/\tau}$$

$$\Leftrightarrow T_{\infty} (1 - e^{-\Delta t/\tau}) = T_c - T_{ext} e^{-\Delta t/\tau}$$

$$\Leftrightarrow T_{\infty} = \frac{T_c - T_{ext} e^{-\Delta t/\tau}}{1 - e^{-\Delta t/\tau}}$$

$$\Leftrightarrow T_{ext} + \frac{n\mu}{G} + \frac{P_{1max}}{G} = - - -$$

$$\Leftrightarrow \frac{P_{1max}}{G} = G \left[\frac{T_c - T_{ext} e^{-\Delta t/\tau}}{1 - e^{-\Delta t/\tau}} - \frac{n\mu}{G} - T_{ext} \right]$$

(F5) $V_{\text{air}} = 0,5 \cdot LHP = V$

$$m = \frac{PV}{RT} = \frac{P \cdot LHP}{2RT} \quad \text{AN} \quad m = \frac{1,010^5 \times 1,75 \times 4,15}{8,314 \times 2 \times 293}$$

$m = 216 \text{ mol}$

(F6) $H \hat{=} U + PV = \text{car} \Leftrightarrow dH = dU + d(PV)$

$\Rightarrow dH = dU + nRdT$

$\Rightarrow C_p dT = C_v dT + nRdT \Leftrightarrow \boxed{C_p - C_v = nR}$

et $\frac{C_p}{C_v} = \gamma \Rightarrow \left(C_v^{-1} = \frac{\gamma - 1}{nR} \right)$

$\boxed{C_v = \frac{nR}{\gamma - 1} \quad C_p = \frac{\gamma}{\gamma - 1} nR}$

Là se pose un problème. $C = C_p = C_v$ pour une phase condensée, on peut travailler avec U ou H indifféremment. L'énoncé ne dit pas, dans notre cas si il s'agit de, pour le gaz de C_p ou C_v .

Ayant travaillé avec U je choisis C_v

$C_v = 4,5 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1}$

$\tau = R_v C_v = 30 \omega$ (bien rapide ---)
quelque

$P_{1, \text{max}}$ il ne faut pas confondre τ et 5τ durée pour laquelle on considère RP établi soit 3min.

$P_{1, \text{max}} \simeq G \left(T_c - \frac{np}{G} - T_{\text{ext}} \right)$ car $e^{-\frac{\Delta E}{E}} \ll 1$ cohérent.
avec $T_c = 293 \text{ K}$; $p = 75 \text{ W}$; $n = 4$; $G = 150 \text{ W K}^{-1}$ pour $\Delta t = 2 \text{ mm}$ (ou 3 mm) ...
 $T_{\text{ext}} = 263 \text{ K}$

$\boxed{P_{1, \text{max}} = 4,2 \text{ kW}}$ hmer

(F8)

$$P_{1,\min} \approx G \left(T_c - \frac{m \gamma}{G} - T_{\text{ext}} \right) = -1,8 \text{ kW}$$

$= 293 \quad = 2 \quad = 303$

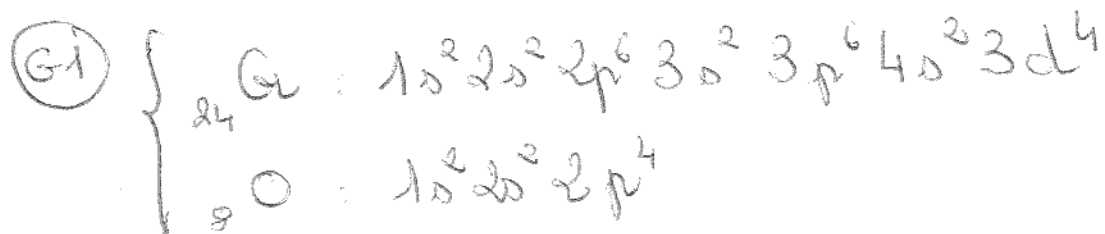
P_1 étant algébrique, l'équation (F4) reste identique.

(F9)

(i) Il ne suffit pas de compter les gaz. le confort thermique ne sera atteint que lorsque les solides seront également thermalisés.

(ii) L'apport par rayonnement a été négligé.

G - Degré alcoolique



(G2) La configuration à spins parallèles dans la sous-couche d est plus stable (Hund)

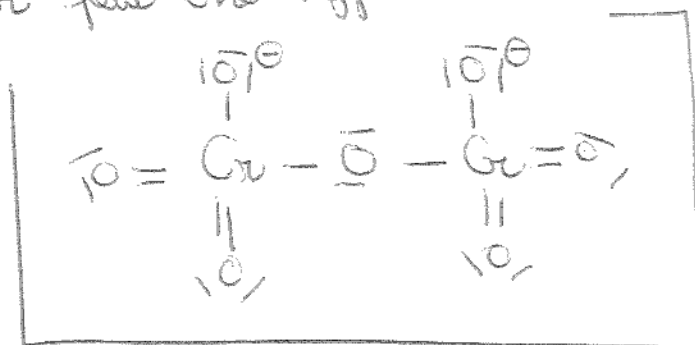
(G3) Chaque atome de Cr amène 6 e⁻ externes
 " " de O " 6 e⁻ "

On a donc $6 \times 9 = 54 \text{ e}^- + 2 \text{ e}^-$ de charge

soit 56 e⁻ ou encore 28 doublets.

⚠ Non demandé

O suit la règle de l'octet
 Cr peut être hypervalent car sa période 4 (> 2)



- (G4) On utilise une fiole jaugée de 100 mL
 On verse le distillat dans la fiole à travers un entonnoir
 On ~~verse~~ ^{remplit} le bocal contenant le distillat dans l'entonnoir.
 On rince l'entonnoir.
 On complète au trait de jauge après avoir homogénéisé.

Les incohérences peuvent être dues :

- à la verrerie
- aux erreurs de lecture (parallaxe)
- à vous !

(G5)



$$E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} + \frac{0,06}{6} \log \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{Cr}^{3+}]^2} = E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + 0,06 \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

$$= E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + \frac{0,06}{6} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]^6}{[\text{Fe}^{2+}]^6}$$

$$\Rightarrow 0,01 \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]^6 [\text{Cr}^{3+}]^2}{[\text{Fe}^{2+}]^6 [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]} = E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} - E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\log K = \frac{\Delta E^\circ}{0,04}}$$

$$\text{AN: } \log K = \frac{1,33 - 0,77}{0,04} = 56$$

$$\boxed{K = 10^{56}}$$

La réaction est bien totale.

(G6)

La réaction consomme H^+

(G7)

À l'équivalence, on a : $\frac{n_{\text{Fe}^{2+}}}{6} = \frac{n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}}{1}$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{C_2 V_2}{6} = n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}} \quad \text{AN: } n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{exés}} = \underline{\underline{6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}}$$

(G8)

Initialement, il y avait $C_1 V_1 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Il en a été consommé $C_1 V_1 - n_{\text{exés}} = 1,37 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{cons}}$

$$\text{et on a } \frac{n_{\text{EtOH}}}{3} = \frac{n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{cons}}}{2} \Rightarrow \boxed{n_{\text{EtOH}} = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

dans 100 mL de S_1 . Soit $n_{\text{EtOH}} = 2,05 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ dans

(10 mL de vin ou 42 mL d'alcool ou 100 mL de S_1)

(G9)

$$m_{\text{EtOH}} = n_{\text{EtOH}} \times M_{\text{EtOH}}$$

$$= 2,05 \cdot 10^{-2} \times (2 \times 12 + 6 \times 1 + 1 \times 16)$$

$$= 0,94 \text{ g dans } 10 \text{ mL de vin}$$

$$V_{\text{EtOH}} = \frac{m_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}} = \frac{0,94 \text{ g}}{0,78 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} = 1,2 \text{ g mL}^{-1} \text{ dans } 10 \text{ mL de vin}$$

doit 12% en volume

le vin a un degré alcoolique de 12°

(H)

Cinétique

(H1)

$$\frac{V_{\text{EtOH}}}{V} = 0,35 \Leftrightarrow \frac{m_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}} V} = 0,35$$

$$\Rightarrow \frac{m_{\text{EtOH}}}{V} = [\text{EtOH}]_i = 0,35 \times \frac{\rho}{M}$$

$$[\text{EtOH}]_i = 0,35 \times \frac{0,78 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$\boxed{[\text{EtOH}]_i = 5,9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

(H2) On fait l'hypothèse de l'ordre 1 en $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ alcool.

$$v \triangleq -\frac{1}{1} \frac{d[\text{EtOH}]}{dt} \underset{\text{hypothèse 1}}{=} R [\text{EtOH}]^1$$

$$\Rightarrow \frac{d[\text{EtOH}]}{[\text{EtOH}]} = -R dt \quad (\Rightarrow) \ln \frac{[\text{EtOH}]}{[\text{EtOH}]_i} = -Rt$$

$\ln [\text{EtOH}] = \ln C$ avec la notation imposée

$$\boxed{\ln C = -Rt + \ln C_i}$$

On procède à la régression linéaire de $\ln C$ selon t

$t(\text{min})$	0	20	40	80	120	160	200
$C(\text{mg/L})$	5,9	4,2	3,0	1,5	0,76	0,39	0,20
$\ln C$	found non?						

ou bien on s'amuse avec $T_{1/2}$

$$\ln \frac{C_i}{\alpha} = -RT_{HK} + \ln C_i$$

$$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{\beta} \quad \text{est indépendant de } C_i$$

entre 0' et 4' on a $\frac{C_1}{2} = 2$
 " 4' et 8' on a $\frac{C_1}{2}$ pour $C_{app} = 3,0 M$
 " 8' et 12' " - - - - - 1,5 M
 " 16' et 20' " - - - - - 0,4 M

QFD + simple ran?

H3 Evidemment nous a fait la regression, on l'a déjà.

$$Y = A + Bx \text{ sur ma calculatrice}$$

$$B = -R = -0,17 \text{ min}^{-1}$$

$$A = 0,17 \text{ min}^{-1}$$

$$v = R C \text{ md. L}^{-1}$$

$$\text{md. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$(x \approx -1 \text{ parfait})$$

$$R = \frac{\ln 2}{\dots}$$

Revenons à la méthode choisie

$$R_2 = \frac{\ln 2}{4 \text{ min}} = 0,17 \text{ min}^{-1}$$

$$R = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

parfait

H4 Déjà fait :-)

H5 Il ingère $5,9 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,15 \text{ L} = 0,89 \text{ mol}$ d'éthanol

Soit $m = \frac{mM}{M} = \frac{0,89}{1} \times 46 = 41 \text{ g}$ d'alcool

Soit $\frac{41}{51} = 0,8 \text{ g.kg}^{-1}$ de poids corporel (situation du graphique)

On lit $t_m \approx 1,2 \text{ h} \approx 1 \text{ h } 15 \text{ min}$

Son alcoolémie maximale est d'environ $1,0 \text{ g.L}^{-1}$

H6 Il aura le droit de conduire dans environ 4 h avec une alcoolémie de $0,5 \text{ g.L}^{-1}$. (condition la plus favorable administrativement).

I Thermochimie

I1 $\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}) - \Delta_f H^\circ(\text{C}_2\text{H}_4_{(g)}) - \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)})$

$$\Delta_r H^\circ = -235,1 - (-52,5) + 241,8$$

$$\Delta_r H^\circ = -140,8 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ exothermique}$$

De m $\Delta_r S^\circ = -135,7 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ attendu diminution du nombre de moles de gaz.

I2 $\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ$ avec $T = 298 \text{ K}$

$$\Delta_r G^\circ = -140,8 \cdot 10^3 + 298 \times 135,7 = -88,34 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\text{or } \Delta_r G^\circ = -RT \ln K_T^\circ \Leftrightarrow \ln K_T^\circ = -\frac{\Delta_r G^\circ}{RT} = 3,37$$

$$K_{T=298\text{K}}^\circ = 29$$

(I3) On utilise la loi de Van't Hoff

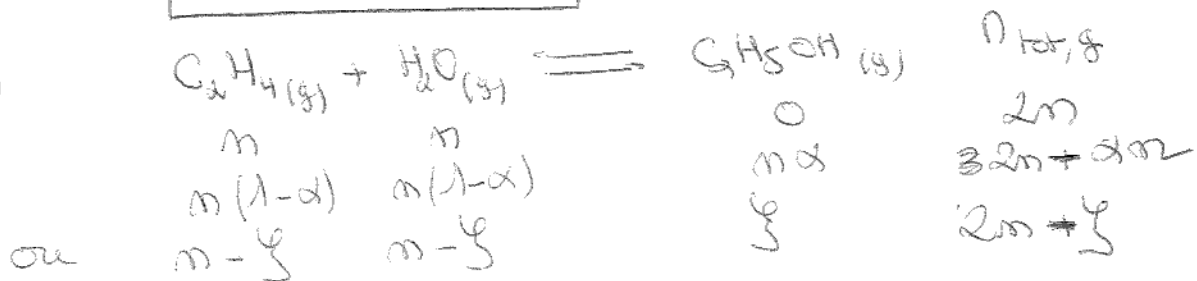
$$\frac{d \ln K_T}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$$

$$\ln K_{600}^\circ = \ln K_{298}^\circ + \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{600} \right)$$

$$\ln K_{600}^\circ = 3,37 - \frac{45,8 \cdot 10^3}{8,314} \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{600} \right)$$

$$\boxed{K_{600}^\circ = 2,6 \cdot 10^{-3}}$$

(I4)



$$K_T^\circ = \frac{a_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}{a_{\text{C}_2\text{H}_4} a_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{P_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} P^\circ}{P_{\text{C}_2\text{H}_4} P_{\text{H}_2\text{O}} P^\circ} = \frac{n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} n_{\text{tot}} P^\circ}{n_{\text{C}_2\text{H}_4} n_{\text{H}_2\text{O}} P}$$

$$\boxed{K_T^\circ = \frac{\xi (2-\xi) P^\circ}{(m-\xi)^2 P}}$$

$$K_T^\circ = \frac{m\alpha (2-\alpha)}{m^2(1-\alpha)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{K_T^\circ = \frac{\alpha(2-\alpha)}{(1-\alpha)^2}}$$

(I5) Ici $m = 1,0 \text{ mol}$ $K_{600}^\circ = \frac{\xi(2-\xi) P^\circ}{(1-\xi)^2 P} \sim 1 \text{ bar}$
 $2,6 \cdot 10^{-3}$

$$\frac{\xi(2-\xi)}{(1-\xi)^2} = \frac{2,6 \cdot 10^{-3} \times 70}{1} = 0,185$$

$$\Rightarrow 2\xi - \xi^2 = 0,185 / (1 - 2\xi + \xi^2) \Rightarrow 2\xi - \xi^2 = 0,185 - 0,37\xi + 0,185\xi^2$$

$$\Rightarrow 1,185\xi^2 - 2,37\xi + 0,185 = 0$$

$$\Delta = 4,74; \sqrt{\Delta} = 2,18 \quad \xi = \frac{2,37 \pm 2,18}{2}$$

$$\xi_1 = 2,28 \text{ mol} > 1$$

impossible

$$\xi_2 = 0,095 \text{ mol}$$

OK cohérent
avec K_{600}
faible.

$$\textcircled{I5} \quad \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{EtOH}} = 0,055 \text{ mol} \\ n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,805 \text{ mol} \\ n_{\text{C}_2\text{H}_4} = 0,805 \text{ mol} \\ n_{\text{H}_2} = 1,905 \text{ mol} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} x_{\text{EtOH}} = 0,05 \\ x_{\text{H}_2\text{O}} = 47,5\% = 0,475 \\ x_{\text{C}_2\text{H}_4} = 0,475 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{EtOH}} = 3,5 \text{ bar} \\ P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{C}_2\text{H}_4} = 33,3 \text{ bar} \end{array} \right.$$

$\textcircled{I6}$ $\Delta_r H^\circ < 0$ favorisée par un abaissement de température

$\textcircled{I7}$ Une baisse de pression favorise le sens de ~~consommation~~ production du gaz : le sens inverse ici.
(Intérêt de la haute pression ici ...)

$\textcircled{I8}$ La température élevée s'explique par la nécessité d'avoir des gaz et certainement par une volonté d'accroître le rendement, $\textcircled{I7}$.
Quant à la pression

fin.