

I La température du maçon

I.1 Rappel de la loi de la conduction

Q1 $\vec{J}_q = -\lambda \vec{\text{grad}} T$

$[\Phi] = [\vec{J}_q] \cdot [d\vec{S}]$

$\Rightarrow [\vec{J}_q] = \frac{[\Phi]}{L^2}$

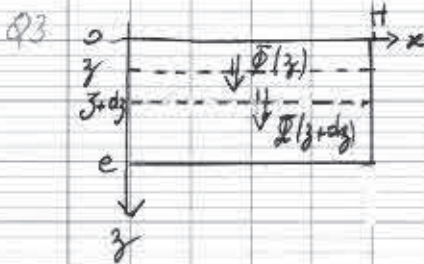
et $[\Phi] = \text{Puissance} = [\vec{F}][\vec{v}]$

$\Rightarrow [\Phi] = \text{W} \cdot \frac{\text{L}^2}{\text{s}^3}$

$$[\lambda] = \frac{[\vec{J}_q]}{[\text{grad} T]} \Rightarrow [\lambda] = \frac{[\Phi]}{\frac{\text{L}^2 \text{W}}{\text{L} \cdot \text{s}^3}} = \frac{\text{P}}{\text{TL}} = \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$$

Q2 Par définition $\vec{J}_q = -\lambda \vec{\text{grad}} T$ et $T(\eta, t) = T(z, t)$

$\Rightarrow \vec{J}_q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \vec{e}_z$

 $\vec{J}_q$ dépend de z et t et est porté par l'axe ($\vec{e}_z$)système S: tranche de matériau comprise entre z et $z+dz$

1er principe :

$$U(S(t+dt)) - U(S(t)) = \delta Q^{\text{ad}} + \underbrace{\delta W}_{=0 \text{ incompressible}}$$

$$\Rightarrow c_p H L dz \frac{\partial T}{\partial t} dt = (\Phi(z) - \Phi(z+dz)) dt \Rightarrow c_p H L dz \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial \Phi}{\partial z} dz \quad (1)$$

$$\text{Notons que } \Phi(z) = \iint_{S, HL} \vec{J}_q(z) \cdot d\vec{S} = \int_0^H \int_0^L J_q(z, t) \cdot dx dy \Rightarrow \Phi(z) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \cdot HL$$

$$\text{Ainsi: (1)} \Leftrightarrow c_p H L \frac{\partial T}{\partial t} = + \lambda H L \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right|$$

Q4 En régime stationnaire $\frac{\partial T}{\partial t} = 0 \Rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \Rightarrow T = Az + B$

et $\frac{\partial T}{\partial z} = A$

$$\vec{J}_q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \vec{e}_z = -\lambda A \vec{e}_z \quad \text{ainsi } \vec{J}_q \text{ est un vecteur constant.}$$

Q5 Cdt° aux limites : $\begin{cases} T(0) = T_{\text{entr}} = B \\ T(e) = T_{\text{sortie}} = Ae + B \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} B = T_{\text{entr}} \\ A = \frac{T_{\text{sortie}} - T_{\text{entr}}}{e} \end{cases}$$

$$T(z) = \frac{T_{\text{sortie}} - T_{\text{entr}}}{e} z + T_{\text{entr}}$$

$$\Phi = -\lambda \frac{\partial T}{\partial y} HL \Rightarrow \Phi = +\lambda HL \frac{T_{\text{entrée}} - T_{\text{sortie}}}{e}$$

Q6 T_i | Φ | T_e
matériau
En régime permanent le flux thermique est proportionnel à $T_i - T_e$.

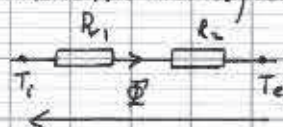
$$T_i - T_e = R_{th} \cdot \Phi_{th}$$

Dans notre cas :

$$R_{th} = \frac{T_{\text{entrée}} - T_{\text{sortie}}}{\Phi} \Rightarrow R_{th} = \frac{e}{\lambda HL}$$

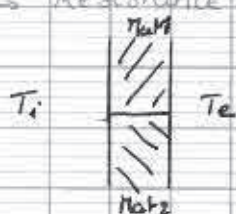
→ Résistance thermique en série

lorsque l'on suppose 2 matériaux entre T_i et T_e , ils seront traversés par le même flux thermique. Le schéma électrique équivalent :



$$T_i - T_e = (R_1 + R_2) \Phi \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2$$

→ Résistance thermique en parallèle



Les 2 matériaux ne sont pas traversés par le même flux thermique. Par contre ils sont soumis à la même différence de températures

$$\begin{aligned} T_i - T_e &= R_1 \Phi_1 \\ T_i - T_e &= R_2 \Phi_2 \end{aligned} \quad \text{et} \quad \Phi_{\text{tot}} = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$Q7 \quad R = \frac{T_i - T_e}{\varphi} = \frac{e}{\lambda S} \Rightarrow \lambda_{\text{equiv}} = \frac{e \varphi}{(T_i - T_e) S}$$

I2 Équilibre thermique d'une brèche

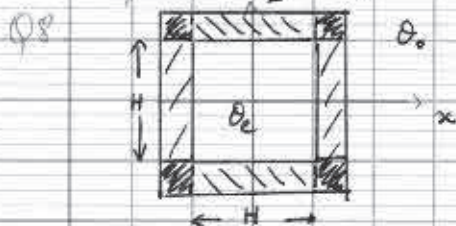
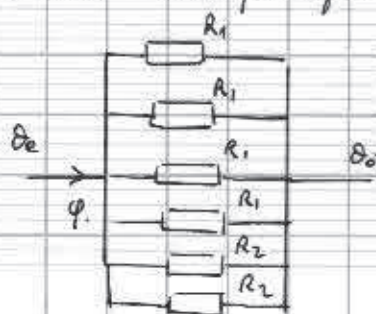


schéma électrique équivalent :



$$R_1 = \frac{e}{\lambda_{\text{equiv}} HL}$$

$$R_2 = \frac{e}{\lambda_{\text{equiv}} H^2}$$

$$R_{diff} = \left(\frac{4}{R_1} + \frac{2}{R_2} \right)^{-1} \Rightarrow R_{diff} = \frac{e}{2\lambda_{eff} (2L+H)}$$

$e = e_r \quad R_{diff} = 1.9 \text{ W}^{-1}\text{K}$
 $e = e_m \quad R_{diff} = 9.10^{-2} \text{ W}^{-1}\text{K}$

Q9 loi de Newton:

$$\vec{j}_q = -h(T_{ext} - T_{air})\vec{n}$$

$$\varphi_{cor}^{cv} = \iint_{S_{tot}} \vec{j}_q \cdot \vec{n} \, dS$$

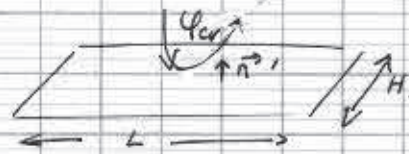
$$\varphi_{cor}^{cv} = +h(T_{ext} - T_{air}) \cdot S_{tot}$$

En sachant que nous avons 4 surfaces S : LH et 2 surfaces $S' = H^2$

$$\varphi_{cor}^{cv} = h(T_{ext} - T_{air}) \cdot (2H(2L+H))$$

$$\Rightarrow R_{cv} = \frac{1}{2hH(2L+H)}$$

$$R_{cv} = 0.19 \text{ W}^{-1}\text{K}$$

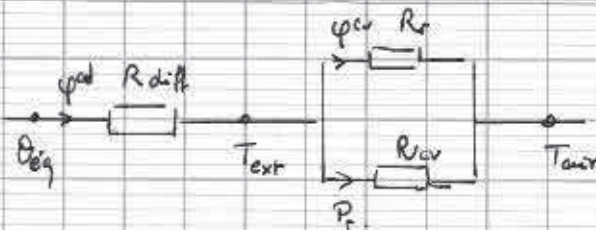


Q10 $P_r = KA(T_{ext} - T_{air})$

$$R_r = \frac{1}{P_r} \Rightarrow R_r = \frac{1}{KA} = \frac{1}{2kH(2L+H)}$$

$R_r = 0.145 \text{ W}^{-1}\text{K}$

Q11



$$R = R_{diff} + \frac{R_{cv} \cdot R_r}{R_{cv} + R_r}$$

$$R_1 = 1.9 \text{ W}^{-1}\text{K} \quad \text{et} \quad R_2 = 0.19 \text{ W}^{-1}\text{K}$$

Q12 Air: $T_0 = 5^\circ\text{C}$

En confort climatique la brebis perd autant d'énergie, qu'elle en pdt.

→ perte thermique: $\varphi = \frac{Q_{ep} - T_{air}}{R_A}$ et $Q_{ep} = T_{int}$
 $T_{air} = T_0$

→ perte par évaporation: $\varphi^{ev} = \dot{m} \cdot \Delta H_{vap}$

Donc $P_{m0} = \frac{T_{int} - T_0}{R_1} + \dot{m} \Delta H_{vap}$

Il peut endoquer → comme pour une brebis tondue ΔH_{vap}

$$\text{AN } P_{m0} = 18 \text{ W}$$

Q13 Ainsi $P_{m0}' = \frac{T_{int} - T_0}{R_2} + \dot{m} \Delta H_{vap}$

après la tonte pour $T_0 = 5^\circ\text{C}$

$$P_{m0}' = 200 \text{ W}$$

13. Déséquilibre thermique d'une brebis

Q14a. Système : Brebis non tondue : (masse d'eau $m_b = \rho H^2 L$; $T(t)$)

1^{er} principe appliqué à la brebis

$$H(S(t+dt)) - H(S(t)) = \delta Q^{th} + \delta Q^{ev} + \delta Q^{met.}$$

$$\Rightarrow c \rho H^2 L \left(\frac{dT}{dt} \right) dt = \delta Q^{th} + \delta Q^{ev} + \delta Q^{met.}$$

avec : $\rightarrow \delta Q^{th} = - \frac{T(t) - T_{air}}{R_1} dt$ perte thermique

$\rightarrow \delta Q^{ev} = ?$ perte par évaporation d'après la question Q12

$$\delta Q^{ev} = - \dot{m} \Delta H_{vap} dt = - \left(P_m - \frac{P_{eq} - P_0}{R_1} \right) dt$$

$\rightarrow \delta Q^{metab.} = + P_m dt$ apport par le métabolisme.

$$\text{Bilan } c \rho H^2 L \frac{dT}{dt} = - \frac{T - T_{air}}{R_1} - P_m + \frac{P_{eq} - P_0}{R_1} + P_m$$

$$\Rightarrow \left| \frac{dT}{dt} + \frac{1}{R_1 c \rho H^2 L} (T - T_{air}) = \frac{1}{c \rho H^2 L} (P_m - P_m) + \frac{1}{R_1 c \rho H^2 L} (P_{eq} - T_0) \right|$$

$$\text{par analogie : } \tau_1 = R_1 c \rho H^2 L \quad \text{et} \quad T_1 - T_{air} = R_1 (P_m - P_m) + (P_{eq} - T_0)$$

Q14b. Changement de variable $\theta = T - T_{air} \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \frac{dT}{dt}$

L'équation devient : $\frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{\tau_1} \theta = (T_1 - T_{air}) \frac{1}{\tau_1}$

La solution : $\theta = \theta_p + \theta_g$

$\rightarrow \theta_g$ solution générale de l'équation homogène

$$\frac{d\theta_g}{dt} + \frac{1}{\tau_1} \theta_g = 0 \Rightarrow \theta_g = k e^{-t/\tau_1}$$

$\rightarrow \theta_p$ solution particulière de l'équation totale

$$\frac{d\theta_p}{dt} = 0 \Rightarrow \theta_p = (T_1 - T_{air})$$

$$\text{Bilan : } \theta = T - T_{air} = T_1 - T_{air} + k e^{-t/\tau_1}$$

$$\Rightarrow T(t) = T_1 + k e^{-t/\tau_1}$$

$$\text{Cdt° aux limites : } T(0) = \theta_{eq} = T_1 + k \Rightarrow k = -T_1 + \theta_{eq}$$

$$\boxed{T(t) = T_1 + (\theta_{eq} - T_1) e^{-t/\tau_1}}$$

$$\text{Q14c } \tau_1 = 7,2 \cdot 10^5 \text{ s} = 8,3 \text{ jours}$$

$$T_1 = 41^\circ\text{C} \quad \text{pour l'air à } 17^\circ\text{C}$$

17 Q15. D'après la question Q12, la puissance délivrée par le métabolisme s'écrit :

$$P_m = \frac{T_{int} - T_{air}}{R_1} + \dot{m} \Delta H_{vap}$$

et $P_{m0} = \frac{T_{int} - T_0}{R_1} + \dot{m} \Delta H_{vap}$.

$$\text{Ainsi : } P_m - P_{m0} = \frac{T_0 - T_{air}}{R_1} \Rightarrow T_{air} = T_0 - (P_m - P_0) R_1$$

$$\text{Sachant que : } T_{min} < T_{air} < T_{max} \Rightarrow T_{min} < T_0 - (P_m - P_0) R_1 < T_{max}$$

$$\Rightarrow T_{min} - T_0 < - \frac{P_m - P_0}{R_1} < T_{max} - T_0 \Leftrightarrow (T_0 - T_{max}) R_1 < P_m - P_0 < (T_0 - T_{min}) R_1$$

$$\Rightarrow \left| P_{m0} + \frac{T_0 - T_{max}}{R_1} < P_m < P_{m0} + \frac{T_0 - T_{min}}{R_1} \right| \Rightarrow 13W < P_m < 25W$$

Q16 Système Preh's conduite

$$1^{\text{er}} \text{ principe : } H(S(t+dt)) - H(S(t)) = \delta Q \Rightarrow c_p L H^2 \frac{dT}{dt} = \frac{\delta Q}{dt}$$

de la même façon qu'à la question Q14a

$$\rightarrow \delta Q^{th} = - \frac{T - T_{air}}{R_2} dt$$

$$\rightarrow \delta Q^{ev} = - (\dot{m} + \dot{m}') \Delta H_{vap} dt = - 3 \dot{m} \Delta H_{vap} dt \text{ car } T_{air} > 5^\circ C.$$

Or bien que dans l'énoncé il est précisé que $T_{air} > 5,1^\circ C$.

$$\rightarrow \delta Q^{met} = P_m \cdot dt$$

Bilan : $c_p L H^2 \frac{dT}{dt} = - \frac{T - T_{air}}{R_2} - 3 \dot{m} \Delta H_{vap} + P_m$

avec $\dot{m} \Delta H_{vap} = P_{m0} - \frac{\theta_{ep} - T_0}{R_1}$

$$\Rightarrow \frac{dT}{dt} + \frac{T - T_{air}}{R_2 c_p L H^2} = \left(\frac{P_m - 3P_{m0}}{c_p L H^2} + \frac{3(\theta_{ep} - T_0)}{R_1 c_p L H^2} \right)$$

$$\Rightarrow \left| \frac{dT}{dt} + \frac{1}{\tau_2} (T - T_{air}) = \frac{T_2 - T_{air}}{\tau_2} \right|$$

avec $\tau_2 = R_2 c_p L H^2$ et $T_2 - T_{air} = R_2 (P_m - 3P_{m0}) + 3(\theta_{ep} - T_0) \frac{R_2}{R_1}$

avec

avec $\dot{m}$ et $\dot{m}'$

$$\rightarrow \frac{G_2}{G_1} = \frac{R_2}{R_1} = 0.05.$$

$$G_2 \ll G_1$$

L'établissement du régime permanent est beaucoup plus rapide pour la brebis tondue. Elle risque donc un coup de chaud ou de froid plus rapidement.

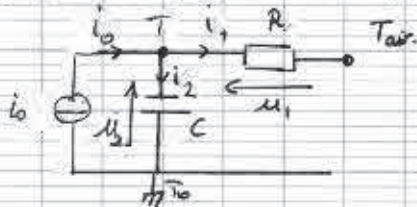
$$\rightarrow T_2 = T_{air} + R_2(P_m - 3P_{m0}) + 3(\theta_{ep} - T_0) \frac{R_2}{R_1}$$

La brebis est dans de bonne condition si $T_2 = \theta_{ep}$

$$\Rightarrow T_{air} = \theta_{ep} - R_2(P_m - 3P_{m0}) - 3(\theta_{ep} - T_0) \frac{R_2}{R_1}$$

$$AN: T_{air, max} = T_{air}(P_m = 13W) = 36,8^\circ C$$

Q17 situation (1) $\frac{dT}{dt} + \frac{1}{G_1}(T - T_{air}) = \frac{1}{G_1}(T_1 - T_{air})$



$$i_0 = i_1 + i_2$$

$$u_1 = (T - T_{air}) = R_2 i_1$$

$$u_2 = \frac{Q}{C} \Rightarrow i_2 = C \frac{du_2}{dt}$$

$$u_2 = T - T_0$$

$$i_0 = \frac{T - T_{air}}{R} + C \frac{dT}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{dT}{dt} + \frac{1}{RC}(T - T_{air}) = \frac{i_0}{C}$$

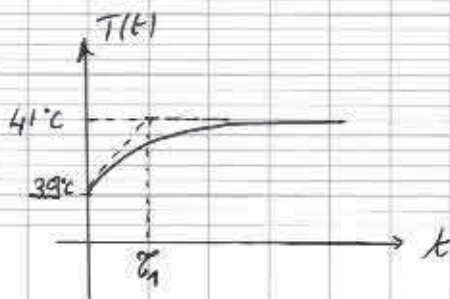
Par analogie nous avons: R_1 ; $C = \frac{G_1}{R_1}$ et $i_0 = \frac{T_1 - T_{air}}{R_1}$

situation (2) $\frac{dT}{dt} + \frac{1}{G_2}(T_{air} + T) = \frac{T_2 - T_{air}}{G_2}$

le schéma est le même avec $R = R_2$; $C = \frac{G_2}{R_2}$ et $i_0 = \frac{T_2 - T_{air}}{R_2}$

Courbe $T(t)$ situat° (1): $T(t) = T_1 + (\theta_{ep} - T_1)e^{-t/G_1}$

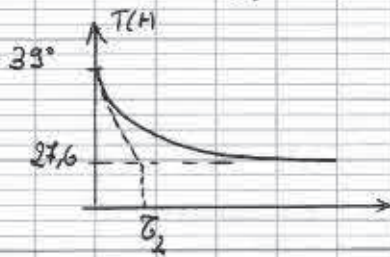
$$T_1 = 41^\circ C; G_1 = 0,3 \text{ jours}$$



Brebis non tondue dans l'air à $17^\circ C$

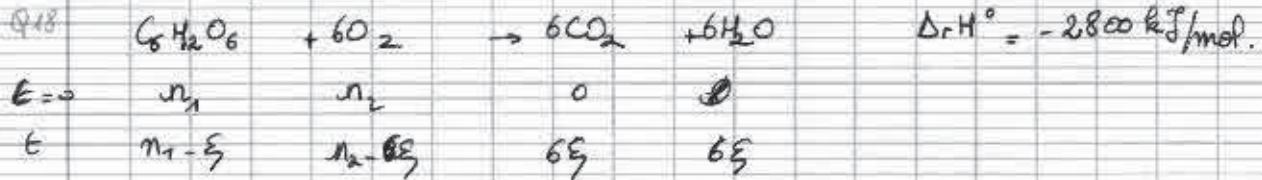
→ Courbe $T(t)$ situation (2).

$$T = T_2 + (T_1 - T_2) e^{-t/\tau_2}$$



$$\tau_2 = 2,4 \text{ s}$$

$$T_2 = 27,6^\circ\text{C}$$



Lorsque la brebis est dans des conditions de confort, elle a besoin de produire une puissance P_{m0} .

Durant 1 minute cela revient à une production d'énergie :

$$E = P_{m0} \cdot \Delta t \quad \text{avec } \Delta t = 60 \text{ s}$$

Lorsqu'il mole de glucose est consommée, 6 moles d' O_2 le sont et le métabolisme a produit une énergie $E' = -\Delta_r H^\circ$.

le nombre de moles d' O_2 nécessaire à produire E est :

$$n_{\text{O}_2} = \frac{E}{E'} \cdot 6 = \frac{6 P_{m0} \Delta t}{-\Delta_r H^\circ} \quad n_{\text{O}_2} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Dans 1 litre d' O_2 nous avons $n'_{\text{O}_2} = \frac{P_0 V}{RT_0}$

La brebis doit donc respirer un volume d'air V_B :

$$V_B = \frac{n_{\text{O}_2}}{n'_{\text{O}_2}} \cdot V_0 \Rightarrow V_B = n_{\text{O}_2} \cdot \frac{RT_0}{P_0}$$

$$\Rightarrow V_B = \frac{6 P_{m0} \Delta t}{-\Delta_r H^\circ} \cdot \frac{RT_0}{P_0} \Rightarrow V_B = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_B = 5,3 \text{ mL}$$

à noter
de 2008/12

Tr4 Repose des grappe de brebis

Q19 Surface en contact avec l'air pour 1 brebis : $2H(H+2L)$

6 brebis : $12H(H+2L) = S_0 = 12H^2(1+x)$

Cas	1.	1'	2	2'
S	$2H^2 + 24LH$	$12H^2 + 14LH$	$4H^2 + 18LH$	$6H^2 + 16LH$
$S_0 - S$	$10H^2$	$10H^2 \cdot x$	$8H^2 + 6H^2x$	$6H^2 + 8H^2x$
$S_0 - S_{AN}$ $x = 3.3$	$10H^2$	$33 \cdot H^2$	$27,8H^2$	$32,4 \cdot H^2$

* La conductance : $\frac{(G_r + G_v) G_{diff}}{G_{diff} + G_r + G_v}$ est proportionnelle à la surface de contact avec l'air

⇒ Le dispositif permettant d'avoir la conductance la plus faible correspond au dispositif permettant la plus grande diminution de $S_{contact}$ soit le cas 1'

* $\varphi_0 \rightarrow S_0$
 $\varphi_0' \rightarrow S_0'$

$$\frac{\varphi_0 - \varphi_0'}{\varphi_0} = \frac{S_0 - S_0'}{S_0} = \frac{5x}{6(1+x)} = 0,36.$$

↘ relative de 36 %.

* Le brebis au bord du groupe vont se refroidir ⊕ vite que celles au centre. Elles ont donc intérêt à intervertir leur place afin de préserver l'ensemble du groupe.

Partie II La Voie du Newton

II.1 Ouve

Q10 * Système le tympan (m) Réf (O, x, y, z) Galiléen

BAD:



- force de frottement: $\vec{f} = -\alpha \frac{dx}{dt} \vec{e}_x$
- $\vec{N} = N(t) \cdot \vec{e}_n$
- $\vec{E} = -kx \vec{e}_x$ force de rappel
- $\vec{F} = -p.S. \vec{e}_x$ surpression.
- $\vec{P}_0$
- $\vec{R}$ réaction de maintien du tympan. } forces $\perp$ à Ox

PFD appliqué au tympan. (projection sur Ox)

$$m \ddot{x} = -\alpha \frac{dx}{dt} - kx - pS = + N(t)$$

$$\ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \frac{k}{m} x = -\frac{pS}{m} + \frac{N(t)}{m}$$

De la même façon pour l'oreille interne

$$m' \ddot{x}' = -\alpha' \dot{x}' - k' x' + pS' \Rightarrow \ddot{x}' + \frac{\alpha'}{m'} \dot{x}' + \frac{k'}{m'} x' = \frac{pS'}{m'}$$

Notons que $p = \gamma \frac{p_0}{V_0} (-S'x' + Sx)$

$$\Rightarrow \begin{cases} \ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \frac{k}{m} x = -\gamma \frac{p_0 S}{V_0 m} (-S'x' + Sx) + \frac{N(t)}{m} \\ \ddot{x}' + \frac{\alpha'}{m'} \dot{x}' + \frac{k'}{m'} x' = +\gamma \frac{p_0 S'}{V_0 m'} (-S'x' + Sx) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \frac{k}{m} x = \frac{m'}{m} (\Omega_c^2 x' - \Omega_0'^2 x) + \frac{N(t)}{m} & (1) \\ \ddot{x}' + \frac{\alpha'}{m'} \dot{x}' + \omega_0'^2 x' = -\Omega_0'^2 x' + \Omega_c^2 x & (2) \end{cases}$$

$$\underline{N(t)} = N_0 e^{j(\omega t)} ; \underline{x} = \underline{X_0} e^{j(\omega t)} \text{ et } \underline{x'} = \underline{X_0'} e^{j(\omega t)}$$

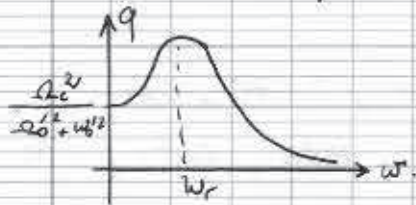
$$\begin{aligned} (1) \Leftrightarrow & \left(\left(\frac{k}{m} - \omega^2 \right) \underline{x} = \frac{m'}{m} (\Omega_c^2 \underline{x}' - \Omega_0'^2 \underline{x}) + \frac{N}{m} \right. \\ (2) & \left. (\omega_0'^2 - \omega^2) \underline{x}' = -\Omega_0'^2 \underline{x}' + \Omega_c^2 \underline{x} \right. \end{aligned}$$

$$\Rightarrow (2) \Leftrightarrow \underline{X_0'} (\Omega_0'^2 + \omega_0'^2 - \omega^2) = \Omega_c^2 \underline{X_0}$$

$$\Rightarrow \boxed{q = \frac{\underline{X_0'}}{\underline{X_0}} = \frac{\Omega_c^2}{\Omega_0'^2 + \omega_0'^2 - \omega^2}}$$

résonance γ max $\Rightarrow \omega_r = 1 - \gamma + \omega_0$

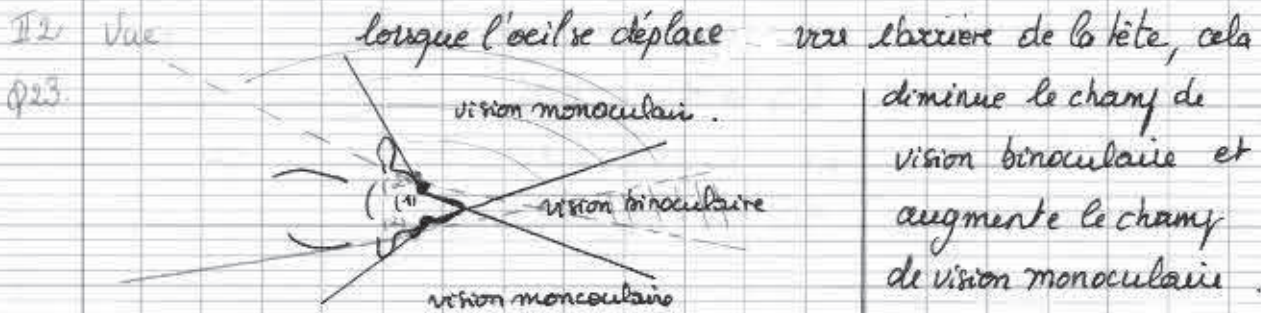
Frottement : la présence de frottement rend l'amplitude de résonance non infinie. Ils ont également une influence sur le facteur de qualité.



Q22 $f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\Omega_0'^2 + \omega_0'^2}$ $\Omega_0' = \sqrt{\gamma \cdot S' \cdot P_0 / m' \cdot V_0}$ $\omega_0' = \sqrt{\frac{R'}{m'}}$

$(2\pi f_r)^2 = \gamma \cdot \frac{S' \cdot P_0}{m' \cdot V_0} + \frac{k}{m'}$ $\Rightarrow V_0 = \frac{\gamma S'^2 P_0}{m' ((2\pi f_r)^2 - \frac{R'}{m'})} = 0,6 \text{ mm}^3$

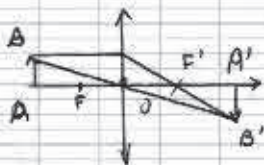
Quel est le sens de la dernière question.



Notons que le berger se tient à l'arrière du troupeau : Si le mouton a la tête relevée, ce dernier n'est pas dans son champ de vision. Il n'a donc pas peur.

- Si les moutons ont la tête baissée (Action de brouter), ils perçoivent derrière eux une ombre. Ils ont donc peur et préfèrent avancer vers les endroits $\odot$ éclairés à savoir devant eux.

Q24



PR : mouton $\overline{OA} = 2\text{m}$ $\overline{OA'} = d$

$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f_A}$ $\Rightarrow f_{A,m} = \frac{\overline{OA'} \cdot \overline{OA}}{\overline{OA} - \overline{OA'}} = 24,7 \text{ mm}$

homme $\overline{OA} \rightarrow \infty$ $\overline{OA'} = d = f_{A,h} = 15 \text{ mm}$

PP : mouton : $\overline{OA} = -5\text{cm}$ $\Rightarrow f_{A,m}' = 16,7 \text{ mm}$

homme $\overline{OA} = -15\text{cm}$ $\Rightarrow f_{A,h}' = 13,6 \text{ mm}$

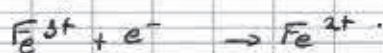
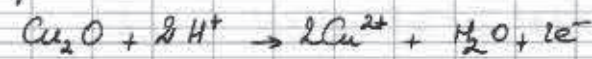
$PA = \frac{1}{f_A'} - \frac{1}{f_A}$

$\Rightarrow PA_{\text{Homme}} = 6,3$

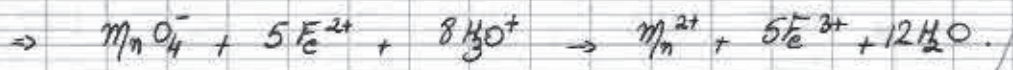
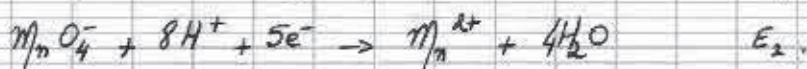
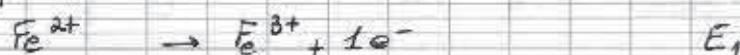
$PA_{\text{mouton}} = 13,4$

Partie III La composition du lait.

Q25 Etape 2:



Etape 3:



Est d'équilibre $K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]^5 [\text{Mn}^{2+}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]^8 [\text{Fe}^{2+}]^5 [\text{MnO}_4^-]}$

de plus $E_1 = E_1^0 + \frac{0,06}{1} \log \left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} \right)$

$$E_2 = E_2^0 + \frac{0,06}{5} \log \left(\frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]} \right)$$

à l'équilibre $E_1 = E_2 \Rightarrow E_2^0 - E_1^0 = \frac{0,06}{5} \log \left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]^5 [\text{Mn}^{2+}]}{[\text{Fe}^{2+}]^5 [\text{H}_3\text{O}^+]^8 [\text{MnO}_4^-]} \right)$

$$\Rightarrow K = 10^{\frac{5}{0,06} (E_2^0 - E_1^0)} \quad \text{AN : } K = 10^{61} \gg 1$$

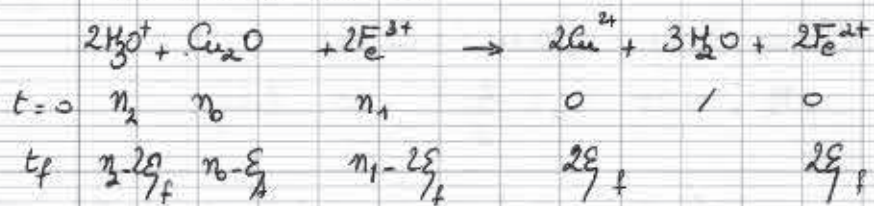
Q26 → liquide bleu sucrant. Cela traduit l'excès de liqueur de Fehling. Tout le lactose a donc été oxydé.

→ permanganate de potassium: (MnO_4^- ; K^+). Il peut réagir avec l'eau.

→ Isoler l'oxyde cuivreux, et ne pas obtenir un produit sec. Cu_2O en contact avec l'air peut s'oxyder.

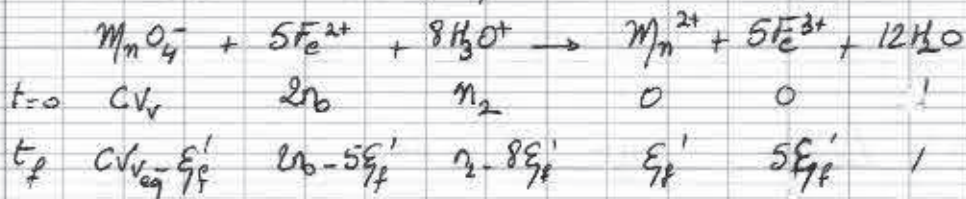
→ la couleur rose provient des ions permanganate ne pouvant réagir. Le dosage est fini. Il n'y a plus de Fe^{2+} à doser.

Q27 Réaction 2: on mélange Cu_2O (solide rouge) avec du Fe^{3+} , jusqu'à sa dissolution totale.



$\rightarrow \xi_f = n_0$ et $2\xi_f = n_1 \Rightarrow n_1 = 2\xi_f = 2n_0$.

Puis nous dosons les Fe^{2+} produits:



$\rightarrow \xi_f' = \text{CV}_v$ et $5\xi_f' = 2n_0$.

$\Rightarrow 5\text{CV}_{\text{eq}} = 2n_0 \Rightarrow n_0 = \frac{5\text{CV}_{\text{eq}}}{2}$ nombre de mole de Cu_2O de départ

$m_{\text{Cu}} = 2n_0 \cdot M_{\text{Cu}}$ Masse de cuivre de départ

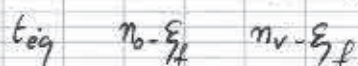
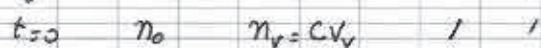
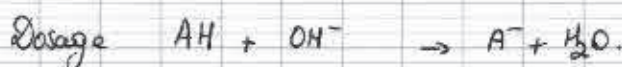
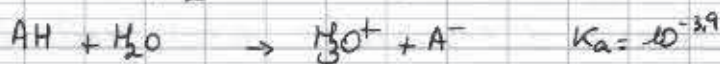
$m_{\text{Cu}} = 5\text{CV}_{\text{eq}} M_{\text{Cu}}$ avec $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g/mol}$.

lait: 48 g/L de lactose.

le protocole prévoit d'analyser 5 mL de lait $\Rightarrow m = 240 \text{ mg}$ de lactose

$\Rightarrow m_{\text{Cu}} = 67 \text{ mg}$

$\Rightarrow V_{\text{req}} = \frac{m_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}} \cdot 5} \Rightarrow V_{\text{req}} = 10,5 \text{ mL}$



$n_0 = \xi_f = n_v$

nombre de moles d'acide lactique dans 10 ml de lait : $n_0 = n_{\text{veg}} = C V_{\text{veg}}$

" " " " 1 L de lait : $n'_0 = \frac{C V_{\text{veg}}}{10^{-2}}$

masse d'acide lactique dans 1 L de lait :

$$m'_0 = \frac{C V_{\text{veg}}}{10^{-2}} \cdot M_{\text{HA}} = \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-2}} \cdot 90 = 2,1 \text{ g.}$$

Conclusion : le degré Dornic de ce lait est de 21° . Il n'est pas frais

Remarque : Seule Dornic. de concentration choisie permet une simplification de la relation et

$$D = V_{\text{veg}} \cdot 10.$$

Q29 Lactose $\xrightarrow{+H_2O}$ 4 HA.

- Notons que la production de 4 mole d'HA, s'accompagne de la consommation de 1 mole de lactose.

pour le lait dont le degré D vaut $21^\circ D$, nous avons

$$n'_0 = \frac{C V_{\text{veg}}}{10^{-2}}$$

$\Rightarrow$ Cela s'est accompagné de la consommation de n''_0 moles de lactose

$$n''_0 = \frac{C V_{\text{veg}}}{4 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow m''_0 = \frac{C V_{\text{veg}}}{4 \cdot 10^{-2}} \cdot M_{\text{lactose}} = 2 \text{ g}$$

- Pour le lait dosé à la question 28.

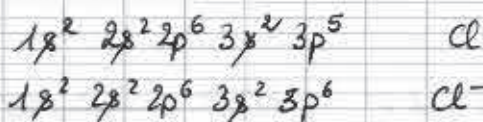
48g/L de lactose $\Rightarrow$ dans 1L nous avons 0,14 mole de lactose.

Si nous laissons le lactose se transformer en acide lactique, nous devrions obtenir $4(0,14) = 0,56$ mole d'AH.

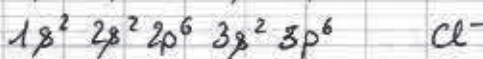
$\Rightarrow$ la masse d'AH dans 1L de lait serait : 50,5g $\Rightarrow$ un degré dornic de $505^\circ D$. !!

Partie IV Bien être animal

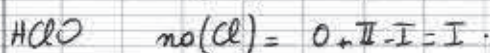
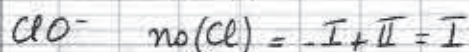
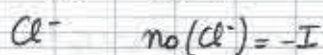
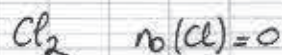
Q30 $Z=17$



Cl

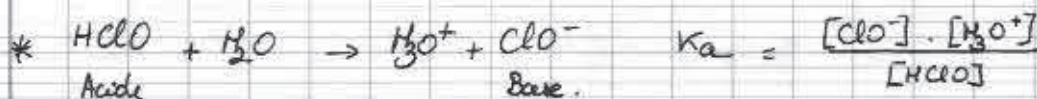


Cl⁻

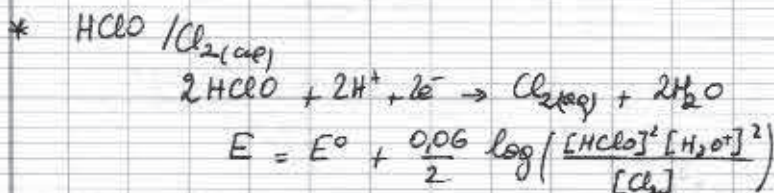


Q31

Espèce	A	B	C	D
*	HClO	Cl ₂	Cl ⁻	ClO ⁻

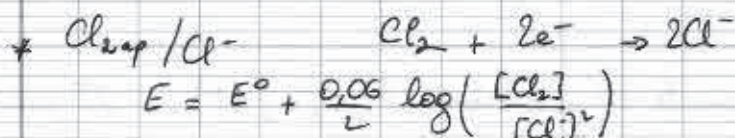


posée
de sur le domaine frontière $[ClO^-]_{DF} = [HClO]_{DF} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
 $\Rightarrow [H_3O^+]_{DF} = K_a \Rightarrow pH_a = pH_{DF} \Rightarrow pH_a = 7,5$



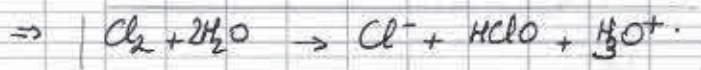
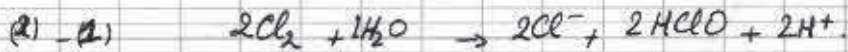
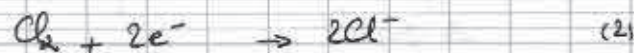
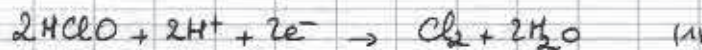
Au niveau du domaine frontière $[Cl_2]_{DF} = C$ or $[HClO]_{DF} = C$
 $E_{DF} = E^0 + \frac{0,06}{2} \log (C [H_3O^+]_{DF}^2) = E^0 - 0,06 pH_{DF} + 0,03 \log(C)$

$\Rightarrow E_{DF} = 1,56 \text{ V pour } pH_{DF} = 0 \Rightarrow E^0 = 1,59 \text{ V}$

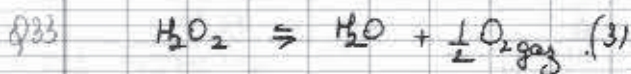
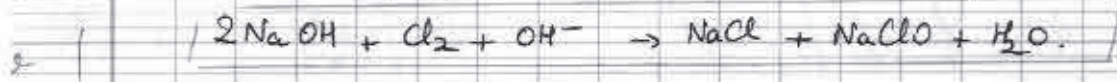


Au niveau du domaine frontière $E_{DF} = E^0 + \frac{0,06}{2} \log \left(\frac{1}{C} \right)$
 $E_{DF} = 1,42 \text{ V} \Rightarrow E^0 = 1,39 \text{ V}$

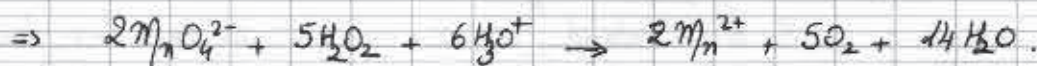
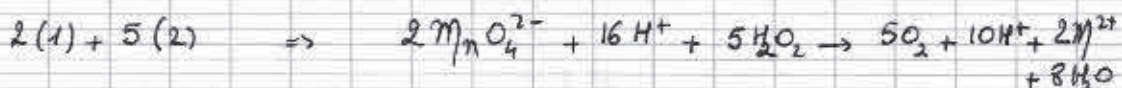
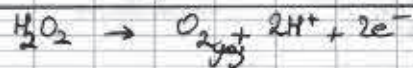
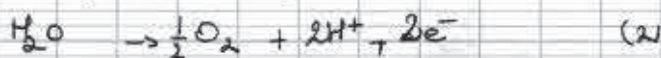
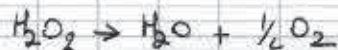
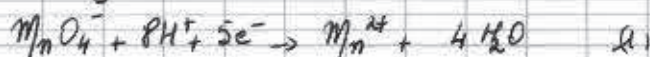
Q32 * Réaction de dismutation du dichlore:



$$K = 10^{\frac{-1,59 + 1,39}{0,06}} = 10^{-3,3}$$



Réaction de dosage:



$$t=0 \quad C_1 V_1 \quad C_0 V \quad n_0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

$$t_{\text{eq}} \quad C_1 V_1 - 2\xi_{\text{eq}} \quad C_0 V - 5V\xi_{\text{eq}} \quad n_0 - 6\xi_{\text{eq}} \quad 2\xi_{\text{eq}} \quad 5\xi_{\text{eq}} \quad 1$$

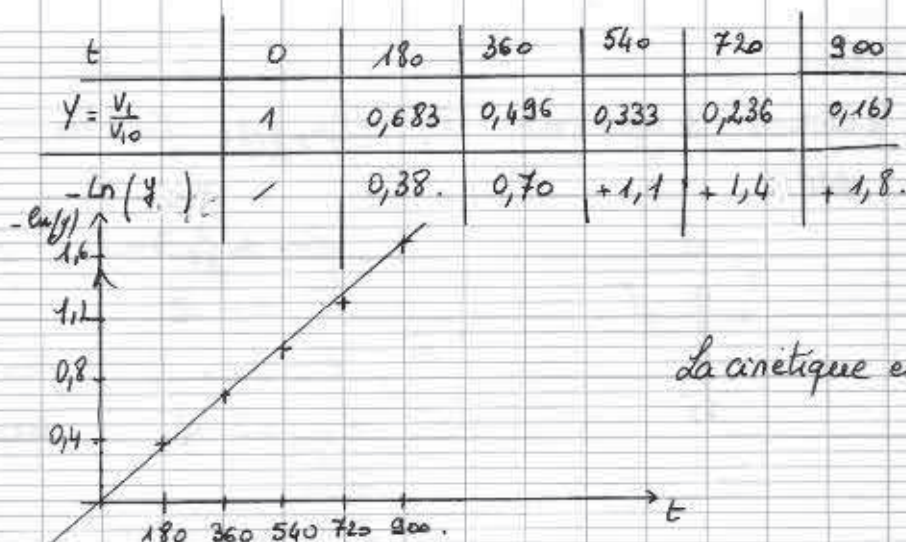
$$\xi_{\text{eq}} = \frac{C_1 V_1}{2} = \frac{C_0 V}{5} \Rightarrow \boxed{C_0 = \frac{5}{2} \cdot \frac{C_1}{V} V_1}$$

Reaction (3) d'ordre 1 $v = k[\text{H}_2\text{O}_2] = -\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt}$

$$\int_{\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{[\text{H}_2\text{O}_2]}}^{\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}_2]}} d\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}_2]} = -\int_0^t k dt$$

$$\Rightarrow \boxed{[\text{H}_2\text{O}_2] = [\text{H}_2\text{O}_2]_0 e^{-kt}}$$

$$\boxed{V_1 = V_{10} e^{-kt}}$$



La cinétique est bien d'ordre 1.

Q34 • la pente de la courbe tracée est $p = k$ car

$$-\ln y = kt$$

$k = 1,97 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ à $2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ obtenu à l'aide d'une régression linéaire à la calculatrice.

• temps de $\frac{1}{2}$ réaction

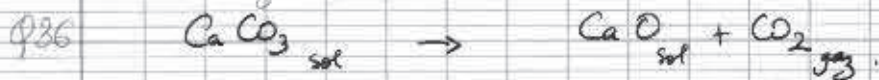
$$V_{1/2} = \frac{V_{10}}{2} = V_{10} \cdot e^{-kt_{1/2}} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = 5 \text{ min. } 47 \text{ s}$$

Q35 k est lié à l'énergie d'activation.

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}} \Rightarrow \frac{k(348)}{k(298)} = 5 \Leftrightarrow e^{-E_a \left(\frac{1}{RT_{348}} - \frac{1}{RT_{298}} \right)}$$

$$\Rightarrow E_a = 28 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

IV Chauffage des murex



Q37 $\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) + \Delta_f H^\circ(\text{CaO}) - \Delta_f H^\circ(\text{CaCO}_3)$

$$\Delta_r H^\circ = +150 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S^\circ = S_m^\circ(\text{CO}_2) + S_m^\circ(\text{CaO}) - S_m^\circ(\text{CaCO}_3)$$

$$\Delta_r S^\circ = 150 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$\Delta_r H^\circ > 0$ la réaction est endothermique

$\Delta_r S^\circ > 0$ Au cours de la réaction le désordre augmente.

la réaction ne peut pas être auto-entretenu en mt adiabatique car elle est endothermique donc consommatrice d'énergie thermique

Q38. $\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ$.

$$K = \exp\left(-\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}\right) = \frac{P_{\text{CO}_2}}{p^\circ} \Rightarrow P_{\text{CO}_2} = p^\circ \exp\left(-\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}\right)$$

$$P_{\text{CO}_2}(T_{1000\text{K}}) = p^\circ \exp\left(-\frac{150 \cdot 10^3 - T_{1000} \cdot 150}{RT_{1000}}\right) \approx p^\circ$$

à $T_{1000\text{K}}$, $\Delta_r G^\circ(T_{1000\text{K}}) = 0$ et $K = 1$ donc 1000K est la température d'inversion.

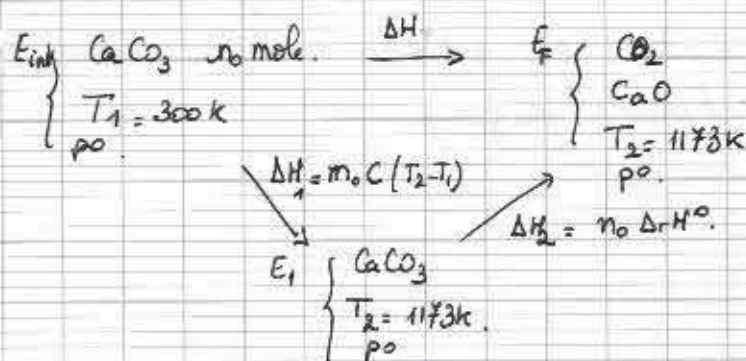
lorsque $T > T_{1000\text{K}}$ $K > K(T_{1000\text{K}})$ Ceci est favorable à la fabrication de chaux vive.

- $P_{\text{CO}_2} < P_{\text{CO}_2}(T_{1000\text{K}}) \Rightarrow Q < K$. Cela conduit à un déplacement d'équilibre dans le sens de formation du CO_2 . Cette condition est favorable à la formation de chaux vive.
- Si on ajoute à Pression totale cste, un autre élt gazeux (inerte) cela revient à $\downarrow P_{\text{CO}_2}$. Même effet que précédemment.

Q39

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\dot{m}}{M_{\text{CaCO}_3}} = 20 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g/mol}$$



$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 \Rightarrow \Delta H = n_0 C (T_2 - T_1) + n_0 \Delta_r H^\circ$$

$$\Rightarrow P_R = \frac{\Delta H}{dt} = \dot{m}_0 C (T_2 - T_1) + \dot{n}_0 \cdot \Delta_r H^\circ \Rightarrow P_R = 4,5 \cdot 10^3 \text{ kW}$$

Q40



$$\text{pH} = 12,3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12,3} \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 \Rightarrow [\text{Ca}^{2+}] = 0,0125 \text{ mol/L}$$