

1 & 2) $[\lambda] = M.L.T^{-3}.\Theta^{-1}$ $\vec{j}_Q(z,t) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \vec{e}_z$

3) $\mu c S dz \frac{\partial T}{\partial t} = S (j_Q(z,t) - j_Q(z+dz,t)) \rightarrow \mu c \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial j_Q}{\partial z} \rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} - \frac{\mu c}{\lambda} \frac{\partial T}{\partial t} = 0$

4 & 5) En régime stationnaire, $\frac{d^2 T}{dz^2} = 0$ et \vec{j}_Q est **uniforme** $\varphi_{z\gamma} = HL j_{Q,z} = \frac{\lambda HL}{e} (T_e - T_s)$

6 & 7) $R_{diff} = \frac{T_e - T_s}{\varphi_{z\gamma}} = \frac{e}{\lambda HL}$ $\lambda_l = \frac{e\varphi}{S(T_c - T_f)}$

Deux résistances thermiques sont en **série si la même puissance** thermique traverse les deux matériaux et sont en **parallèle** si les deux matériaux sont soumis à la **même différence de température**.

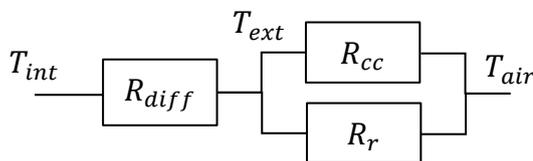
8) Nous sommes en présence de six résistances en parallèle : $\frac{1}{R_{diff}} = \frac{\lambda_l}{e} (2H^2 + 4HL) \rightarrow$

$$R_{diff} = \frac{e}{2\lambda_l H(H+2L)} \quad R_{diff}^M = 1,8 \text{ K.W}^{-1} \quad R_{diff}^m = 9,1 \cdot 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$$

9) Une erreur de signe entache l'expression donnée et la phrase introduisant la loi de Newton est maladroite (contrairement à un flux, un vecteur n'est ni reçu, ni donné).

Là encore, six résistances sont en parallèle : $\frac{1}{R_{cc}} = h(2H^2 + 4HL) \rightarrow R_{cc} = \frac{1}{2hH(H+2L)} = 0,18 \text{ K.W}^{-1}$

10 & 11) $R_r = \frac{1}{2KH(H+2L)} = 0,14 \text{ K.W}^{-1}$ $R_1 = 1,9 \text{ K.W}^{-1}$ et $R_2 = 0,17 \text{ K.W}^{-1}$



$$R = R_{diff} + \frac{1}{2H(H+2L)(K+h)}$$

12 & 13) La température de la brebis étant constante, p_{m0} est la somme des puissances sortantes :

$$p_{m0,1} = \frac{\theta_{eq} - T_0}{R_1} + \dot{m} \Delta h_{vap}^0 = 18 \text{ W} \quad p_{m0,2} = \frac{\theta_{eq} - T_0}{R_2} + \dot{m} \Delta h_{vap}^0 \sim 200 \text{ W} \text{ (Epuisement)}$$

14) $\mu c LH^2 \frac{dT}{dt} = p_m - \frac{T(t) - T_{air}}{R_1} - \dot{m} \Delta h_{vap}^0 \Leftrightarrow \frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{\mu c LH^2 R_1} = \frac{\theta_{eq} + R_1(p_m - p_{m0,1}) - T_0}{\mu c LH^2 R_1}$

$$\rightarrow \tau_1 = \mu c LH^2 R_1 \quad \text{et} \quad T_1 - T_{air} = \theta_{eq} + R_1(p_m - p_{m0,1}) - T_0$$

$$T(t) = (\theta_{eq} - T_1) e^{-\frac{t}{\tau_1}} + T_1 \quad \tau_1 = 7,2 \cdot 10^5 \text{ s} = 8 \text{ j } 8 \text{ h} \quad T_1 = 51 \text{ }^\circ\text{C}$$

La situation est intenable, la puissance apportée par le métabolisme doit diminuer.

15) Dans le document page 3 et 4, la brebis non tondue reste dans sa zone d'adaptation pour une température extérieure variant de $-8 \text{ }^\circ\text{C}$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$. C'est cet intervalle qui est choisi par la suite.

Il faut que $T_1 = \theta_{eq} \Leftrightarrow p_m = p_{m0,1} + \frac{T_0 - T_{air}}{R_1} \rightarrow 7,5 \text{ W} < p_m < 25 \text{ W} \text{ } (-8 \text{ }^\circ\text{C} < T_{air} < 25 \text{ }^\circ\text{C})$

$$16) \quad \mu c L H^2 \frac{dT}{dt} = p_m - \frac{T(t) - T_{air}}{R_2} - 3\dot{m}\Delta h_{vap}^0 \Leftrightarrow \frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{\mu c L H^2 R_2} = \frac{3\theta_{eq} + R_2(p_m - 3p_{m0,2}) - 3T_0}{\mu c L H^2 R_2}$$

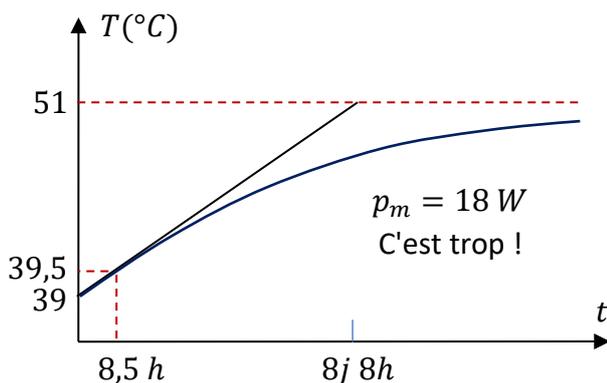
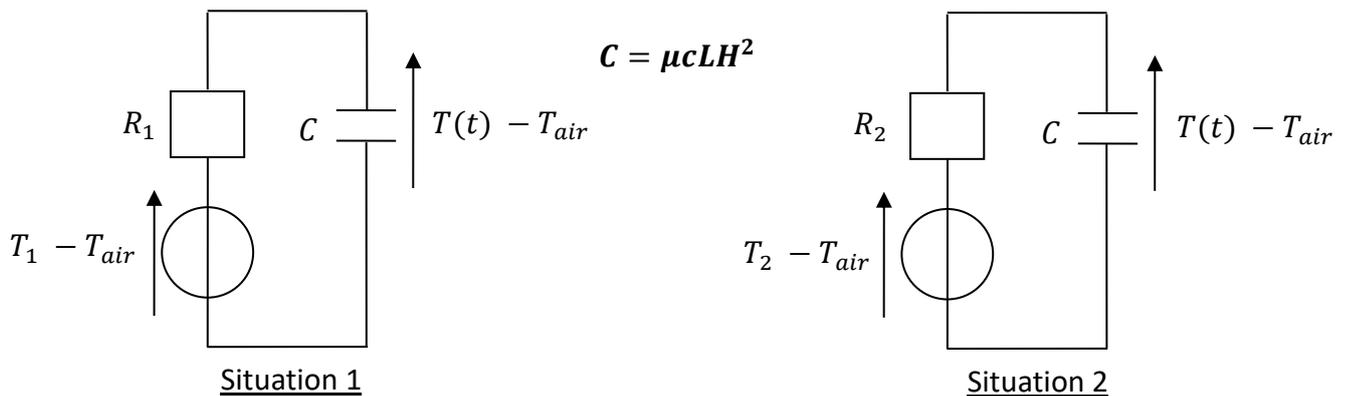
$$\rightarrow \tau_2 = \mu c L H^2 R_2 = \tau_1 \frac{R_2}{R_1} < \tau_1 \quad \text{et} \quad T_2 - T_{air} = 3(\theta_{eq} - T_0) + R_2(p_m - 3p_{m0,2})$$

L'évolution de la température est plus rapide.

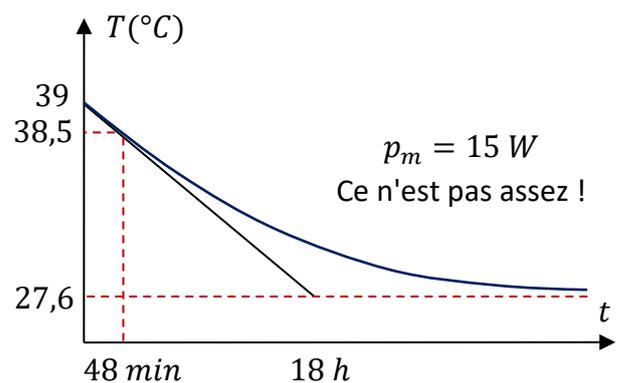
Cela explique la mort des jeunes agneaux par hypothermie, d'autant plus que leur volume est plus petit.

Si $T_2 = \theta_{eq} \rightarrow T_{air} = 3T_0 - 2\theta_{eq} + R_2(3p_{m0,2} - p_m) < 38^\circ\text{C}$ car $p_m > 7,5\text{ W}$ (Une bonne sieste)

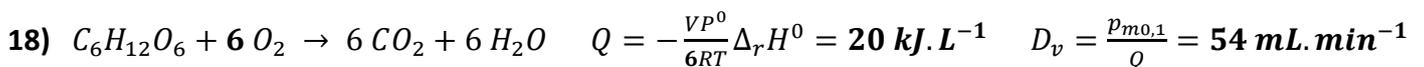
17) Les situations se modélisent avec un condensateur thermique et un générateur thermique.



Avec $p_m = 12\text{ W}$, la limite serait $39,5^\circ\text{C}$



Avec $p_m = 82\text{ W}$, la limite serait $38,5^\circ\text{C}$



$$19) \quad \Delta\Sigma_1 = 10H^2 < \Delta\Sigma_2 = (8 + 6X)H^2 < \Delta\Sigma_{2'} = (6 + 8X)H^2 < \Delta\Sigma_{1'} = 10XH^2$$

Le cas 1' correspond à la plus forte diminution de la surface. Or la conductance $G = \frac{1}{R}$ est proportionnelle à la surface donc le cas 1' est la configuration à privilégier.

Le terme d'évaporation étant négligeable, la puissance est proportionnelle à G donc à Σ :

$$\frac{\Delta p_m}{p_m} = \frac{\Delta G}{G} = \frac{\Delta\Sigma}{\Sigma} = \frac{5X}{6(1+2X)} = 36\% \quad \text{C'est très efficace !}$$

Les brebis situées aux extrémités dépensent plus d'énergie, **un roulement est nécessaire.**

Tous ceux qui dorment à trois dans un lit savent que la meilleure place est celle du milieu ...

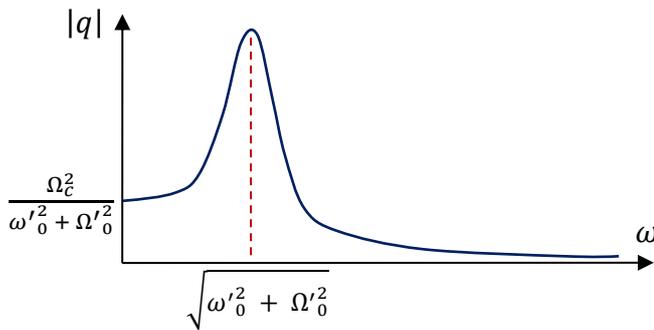
20) On applique la deuxième loi de Newton au tympan et à l'oreille interne :

$$\ddot{x} + \frac{\alpha}{m} \dot{x} + \left(\frac{k}{m} + \frac{\gamma P_0 s^2}{mV_0} \right) x - \frac{ss' \gamma P_0}{mV_0} x' = \frac{N(t)}{m} \quad \dot{x}' + \frac{\alpha'}{m'} \dot{x}' + \left(\frac{k'}{m'} + \frac{\gamma P_0 s'^2}{m'V_0} \right) x' - \frac{ss' \gamma P_0}{m'V_0} x = 0$$

21 & 22) $q = \frac{\Omega_c^2}{\omega'^2_0 + \Omega'^2_0 - \omega^2}$ L'oreille interne entre en résonance pour $\omega = \sqrt{\omega'^2_0 + \Omega'^2_0}$

Les frottements ont tendance à limiter l'amplitude des oscillations.

Si on en tenait compte, **q ne tendrait pas vers l'infini** à la résonance $\left(q = \Omega_c^2 / \sqrt{(\omega'^2_0 + \Omega'^2_0 - \omega^2)^2 + \left(\frac{\alpha' \omega}{m'} \right)^2} \right)$



Si les frottements sont faibles, la pulsation de résonance a très peu changé.

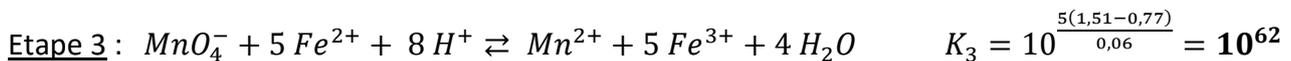
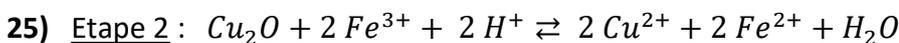
$$V_0 = 5,9 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3 = 0,59 \text{ mm}^3$$

La résonance auditive humaine se situe plus bas (entre 1 et 2 kHz). Il est donc logique que le mouton entende des sons de fréquence **supérieure à 20 kHz**.

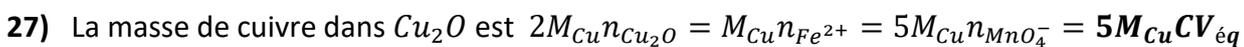
23) Les moutons font **tourner** (et non déplacent ...) leurs yeux vers l'arrière afin de diminuer l'angle mort. En se plaçant ainsi, le berger est craint et provoque l'avancée du troupeau sans pour autant l'effrayer.

$$24) f_{max}^{mou} = \frac{d_{PR}}{d+PR} \sim d = 25 \text{ mm} \quad f_{min}^{mou} = \frac{d_{PP}}{d+PP} = 17 \text{ mm} \rightarrow \Delta V^{mou} = 19 \delta$$

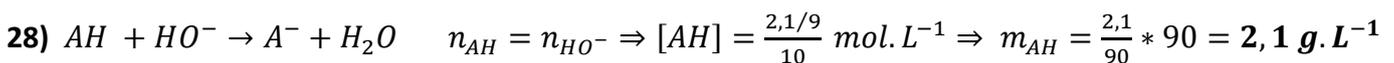
$$f_{max}^{hum} = d = 15 \text{ mm} \quad f_{min}^{hum} = \frac{d_{PP}}{d+PP} = 14 \text{ mm} \rightarrow \Delta V^{hum} = 6,7 \delta < \Delta V^{mou}$$



26) Le liquide bleu témoigne de l'**excès** de liqueur de Fehling. La solution de permanganate doit être fraîche car l'ion permanganate **oxyde** (lentement) l'**eau** en dioxygène. On isole l'oxyde cuivreux car il témoigne de la quantité de lactose initiale. Il faut le protéger du **dioxygène de l'air** car celui-ci l'oxyderait. A la fin du dosage, les ions permanganates sont **en excès**, ils colorent la solution en rose.



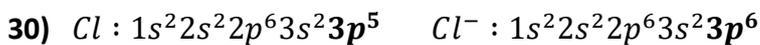
Notre prise d'essai contient 240 mg de lactose donc $V_{éq} = \frac{67 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 63,5 \cdot 0,02} L = 11 \text{ mL}$



Ce lait **n'est pas frais**. Les choix de la concentration ($\frac{1}{9} \text{ mol} \cdot L^{-1}$) et du volume de solution à titrée (10 mL) permettent d'affirmer que le **nombre de millilitre** de soude versé à l'équivalence est égal au **degré Dornic**.



Le degré final sera 24 fois plus grand : $5,1 \cdot 10^2 \text{ } ^\circ D$



Les nombres d'oxydation du chlore dans Cl_2 , Cl^- , ClO^- et $HClO$ sont respectivement **0**, **-1**, **1** et **1**.



$$E_{HClO/Cl_2} = E_{HClO/Cl_2}^0 + 0,03 \log \left(\frac{[HClO]^2}{[Cl_2]} \right) - 0,06 \text{ pH} \quad E_{Cl_2/Cl^-} = E_{Cl_2/Cl^-}^0 + 0,03 \log \left(\frac{[Cl_2]}{[Cl^-]^2} \right)$$

L'énoncé manque de précision concernant la concentration de tracé.

Quelle est la convention à l'origine de ce diagramme ?

Résolution simplifiée (très probablement celle attendue) : Toutes les concentrations sont égales à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ quel que soit le nombre d'atomes de chlore dans la molécule ou l'ion.

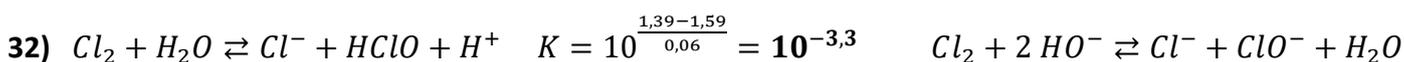
$$E_{HClO/Cl_2}^0 = 1,59 \text{ V} \quad E_{Cl_2/Cl^-}^0 = 1,39 \text{ V}$$

Résolution "old school" avec une convention réaliste s'appuyant sur la conservation de la matière :

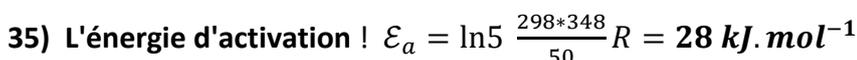
La somme des concentrations atomiques vaut $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, seules deux espèces sont présentes sur une frontière et il y a équipartition en atome de ces deux espèces.

$$[HClO] + 2[Cl_2] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{et} \quad [HClO] = 2[Cl_2] \quad \rightarrow \quad E_{HClO/Cl_2}^0 = 1,59 \text{ V}$$

$$[Cl^-] + 2[Cl_2] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{et} \quad [Cl^-] = 2[Cl_2] \quad \rightarrow \quad E_{Cl_2/Cl^-}^0 = 1,39 \text{ V}$$



Procédons à une régression linéaire de la fonction $\ln(V_1(t))$: Elle est excellente ! $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = 3,5 \cdot 10^2 \text{ s}$



$\Delta_r H^0 = 150 \text{ kJ.mol}^{-1}$ Endothermique ! L'auto-entretien n'est même pas envisageable, d'où le four ...

$$38) \Delta_r G^0 = 150 \cdot 10^3 - 150T = -RT \ln \frac{P_{CO_2}^{éq}}{P^0} \rightarrow P_{CO_2}^{éq} = \exp \left(18,1 - \frac{18,1 \cdot 10^3}{T} \right) P^0 = P^0$$

Si $P_{CO_2} < P_{CO_2}^{éq}$, il y a rupture d'équilibre et $\Delta_r G = RT \ln \frac{P_{CO_2}}{P_{CO_2}^{éq}} < 0 \rightarrow$ La réaction est favorisée (totale)

En ajoutant, à partir de l'équilibre, un gaz inerte à pression constante, la conclusion est la même ($P_{CO_2} \searrow$)

39) La puissance thermique nécessaire est consommée par la réaction endothermique et l'échauffement du réactif. Nous allons suivre un raisonnement type "température de flamme" en supposant P constante :

$$P_{th} = \frac{D_m}{M_{CaCO_3}} \Delta_r H^0 + D_m c \Delta T = 4,6 \text{ MW}$$



$$[HO^-] = 2[Ca^{2+}] = 2 \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = 2,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \rightarrow \text{pH} = 12,3 \quad \text{Ouf ! On a eu chaud ...}$$