

Relevé 1 : extraire ce TWD HA 10.19

1. Interpréter de la loi de Joule

$$j = \rho_0 = - \nabla \text{grad}(T)$$

$$[j]_{\text{cell}} = \text{puissance surfacique} = \frac{[P]_{\text{cell}}}{L^2}$$

$$[j]_{\text{cell}} = \frac{H \cdot L \cdot T \cdot L \cdot T^{-1}}{L^2} = H \cdot T^{-1}$$

$$[\nabla \text{grad} T] = \frac{P}{L}$$

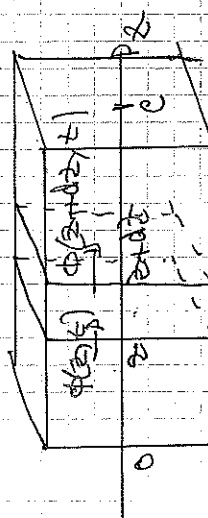
$$[j] = \frac{H \cdot L \cdot T^{-1}}{e} = H \cdot L \cdot T^{-1} \cdot e^{-1}$$

$$\text{car } T(H, t) = T(z, t)$$

$$\rho_0 = - \nabla \text{grad}(T) = - \nabla \frac{\partial T}{\partial z}$$

$\rho_0(H, t)$ dépend de z et de t

Q1



On note $\phi(z, t)$ la puissance thermique traversant la section d'abscisse z .

$$\phi(z, t) = j_z(z, t) \cdot L$$

On réalise un bilan d'énergie entre t et $t+dt$ sur la branche comprise entre z et $z+dz$.

Entre t et $t+dt$:

$$pc + L dz dT = pc + L dz \frac{\partial T}{\partial t} dt = (\phi(z, t) - \phi(z+dz, t)) dt$$

(2)

$$pc + L dz \frac{\partial T}{\partial t} = - \frac{\partial \phi}{\partial z} dz = - L \frac{\partial j_z}{\partial z} dz = - L \frac{\partial}{\partial z} \left(j_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) dz$$

$$\text{Donc } pc \frac{\partial T}{\partial t} = - L \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

Q4 - En régime stationnaire $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ d'où $\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial z} = A$ constante

$$\text{Donc } j_z = - \nabla \frac{\partial T}{\partial z} = - L A \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \text{ indépendant de } z$$

$$Q5 - T(z) = Az + B$$

$$T(z=0) = T_{\text{entrée}} = B$$

$$T(z=L) = T_{\text{sortie}} = AL + T_{\text{entrée}}$$

$$\text{Donc } T(z) = \frac{T_{\text{sortie}} - T_{\text{entrée}}}{L} z + T_{\text{entrée}}$$

$$\phi = - \nabla \frac{\partial T}{\partial z} L = - L A = \frac{L(T_{\text{sortie}} - T_{\text{entrée}})}{L}$$

$$Q6 - R_{th} = \frac{T_{\text{entrée}} - T_{\text{sortie}}}{\phi}$$

$$R_{th} = \frac{1}{A} \frac{L}{L}$$

Une association de résistances thermique en série correspond à un ensemble de matériaux traversés par un même flux thermique.

Une association de résistances thermiques en parallèle correspond à un ensemble de matériaux soumis à la même différence de température.

$$\text{association série : } R_{\text{eq}} = \sum R_{thi}$$

$$\text{association en parallèle : } \frac{1}{R_{\text{eq}}} = \sum \frac{1}{R_{thi}}$$

Q7 - Un échangeur étant traversé par un flux d, d'après la Q5 -

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{\text{eau}} \frac{1}{S(T_c - T_f)}$$

II Equilibre thermique d'une brique :

Q8 - Les transports à travers chaque côté du parallélépipède se réalisent par une résistance thermique

$$R_{\text{air}} = R_{\text{eau}} = R_1 = \frac{1}{\dot{Q}_{\text{eau}} \frac{F}{H}}$$

des côtés, le haut et le bas sont isolés par une résistance thermique

$$R_2 = \frac{1}{\dot{Q}_{\text{air}} \frac{F}{H}}$$

les 6 résistances thermiques sont en parallèle :

$$\frac{1}{R_{\text{th}}} = \frac{6}{R_1 + R_2} = \frac{6}{\frac{1}{\dot{Q}_{\text{eau}} \frac{F}{H}} + \frac{1}{\dot{Q}_{\text{air}} \frac{F}{H}}}$$

$$R_{\text{th}} = \frac{1}{2 \dot{Q}_{\text{eau}} \frac{F}{H} (1 + \frac{\dot{Q}_{\text{air}}}{\dot{Q}_{\text{eau}}})}$$

Avant la fonte : $R_{\text{th}} = \frac{10 \cdot 10^{-2}}{2 \times 0,04 \times 90 \cdot 10^2 (1 + 30 \cdot 10^{-2})}$

$R_{\text{th}} = 1,94 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

Après la fonte : $R_{\text{th}} = 950 - 2 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

Q9 - La surface totale en contact avec l'air est $S = 2xH + 4LH$

La flux total conducto - convectif vaut :

$$\dot{Q}_{\text{cc}} = 2xH(T_c - T_{\text{air}}) + 4LH(T_c - T_{\text{air}})$$

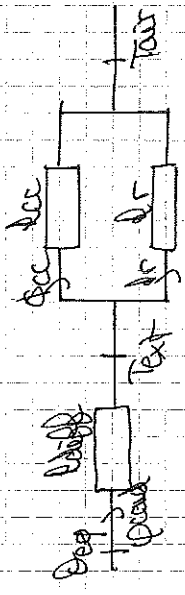
A.N : $R_{\text{cc}} = 0,18 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

Q10 - La puissance totale sortant par rayonnement vaut $P_r = K(LH + 4LH)(T_c - T_{\text{air}})$

D'où $P_r = \frac{T_c - T_{\text{air}}}{R_r} = \frac{1}{2xH(1 + 4L)}$

A.N : $R_r = 0,14 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

Q11 - On obtient le schéma équivalent :



La résistance équivalente vaut :

$$R = R_{\text{cc}} + \frac{R_r R_1}{R_r + R_1}$$

A.N : brique non fondue $R = 1,9 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

brique fondue $R = 0,17 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

Q12 - En régime stationnaire, le métabolisme de la brique doit fournir la puissance requise par transfert thermique et celle nécessaire à la fonte.

(5)

$$p_{no} = \frac{T_{air} - T_0}{R_1} + \dot{m} \Delta_{vap} H$$

juste avant la tente: $p_{no} = 17,9 \text{ W}$

après la tente:

$$p_{no} = \frac{T_{int} - T_0}{R_2} + \dot{m} \Delta_{vap} H = \frac{T_{int} - T_0}{R_2} + \dot{m} \Delta_{vap} H$$

$$p_{no} = 200 \text{ W} \quad (T_{int} = 5,1^\circ\text{C})$$

III. Déséquilibre thermique d'une pièce:

ex 4 - a - On applique le 1^{er} principe à la pièce entre t et $t+dt$:

$$dU = \Sigma Q_{reçu}$$

$$dU = p_{c\text{th}} L dT = \Sigma Q_{apport} + \Sigma Q_{chaud} + \Sigma Q_{refroidi}$$

$$p_{c\text{th}} L \frac{dT}{dt} = p_{prom} + p_{rés} + p_{transp}$$

$$p_{c\text{th}} L \frac{dT}{dt} = \frac{T_{air} - T(t)}{R_1} + p_m - \dot{m} \Delta_{vap} H$$

$$\text{or } p_{no} = \frac{T_{int} - T_0}{R_1} + \dot{m} \Delta_{vap} H$$

$$\Rightarrow \dot{m} \Delta_{vap} H = p_{no} - \frac{T_{int} - T_0}{R_1}$$

$$p_{c\text{th}} L \frac{dT}{dt} = \frac{T_{air} - T(t)}{R_1} + p_m - p_{no} + \frac{T_{int} - T_0}{R_1}$$

$$\frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{p_{c\text{th}} L R_1} = \frac{p_m - p_{no}}{p_{c\text{th}} L} + \frac{T_{int} - T_0}{p_{c\text{th}} L R_1}$$

on pose

$$\frac{1}{\tau_1} = p_{c\text{th}} L R_1 \quad T_i - T_{air} = T_{eq} - T_0 + \dot{m}(p_m - p_{no})$$

(6)

On obtient:

$$\left[\frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{\tau_1} \right] = \frac{T_i - T_{air}}{\tau_1}$$

b - solution particulière T_i

$$+ T(t) - T_{air} = T_i - T_{air} + A e^{-t/\tau_1}$$

$$T(t=0) = T_{eq} \Rightarrow A = T_{eq} - T_i$$

$$T(t) = T_i + (T_{eq} - T_i) e^{-t/\tau_1}$$

$$c - \text{AN} \quad \tau_1 = 403 \times 4200 \times (20 \cdot 10^{-2})^2 \times 1,9$$

$$\frac{\tau_1}{2} = 718 \text{ s} \quad \text{soit } 8,3 \text{ s}$$

$$T_i = 19 + 17 - 5 = 31^\circ\text{C}$$

d - d'après la Q14 -

$$p_m = p_{no} + \frac{T_i - T_{air} - T_{eq} + T_0}{R_1}$$

On veut que $T_i = T_{eq}$ d'où

$$p_m = p_{no} + \frac{T_0 - T_{air}}{R_1}$$

AN:

$$\text{pour } T_{air} = -10^\circ\text{C} \Rightarrow p_m = 17,9 + \frac{5+8}{1,1}$$

$$p_m = 24,7 \text{ W}$$

$$\text{pour } T_{air} = 15^\circ\text{C} \quad p_m = 11,6 \text{ W}$$

$$\text{D'où } 11,6 \text{ W} < p_m < 24,7 \text{ W}$$

OK - On réalise le même montage qu'en Q1a -

$$p_{C+L} \frac{dT}{dt} = \frac{T_{air} - T(t)}{R_d} + p_m - (n_{in} \dot{m} / \dot{m}_{vap}) H$$

$$\frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{p_{C+L} R_d} = \frac{(p_m - n_{in} \dot{m} / \dot{m}_{vap}) H}{p_{C+L} R_d}$$

$$C_L = p_{C+L} L A_d \quad T - T_{air} = R_d (p_m - n_{in} \dot{m} / \dot{m}_{vap}) H$$

$$\frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{C_L} = \frac{T - T_{air}}{C_L}$$

$$\frac{C_L}{0.1} = \frac{L}{R_d} = 0.09$$

La température de la brêche tendue varie beaucoup plus rapidement que celle de la brêche non tendue.

On observe $T - T_{air}$

$$T_{air} = T_{eq} - R_d (p_m - n_{in} \dot{m} / \dot{m}_{vap}) H$$

La température T_{air} correspond à p_m mini d'où $T_{air} = 36,8^\circ C$.

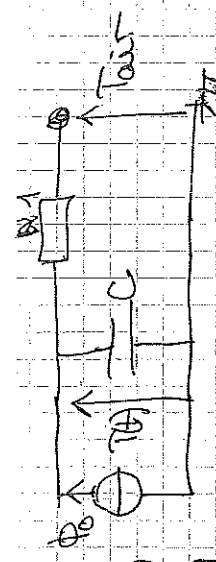
On observe $\frac{dT}{dt} = h_1 C$ avec $C = p_{C+L}$ capacité thermique de la brêche

$$\text{On a : } C \frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_{air}}{R_d} = \frac{T - T_{air}}{R_d}$$

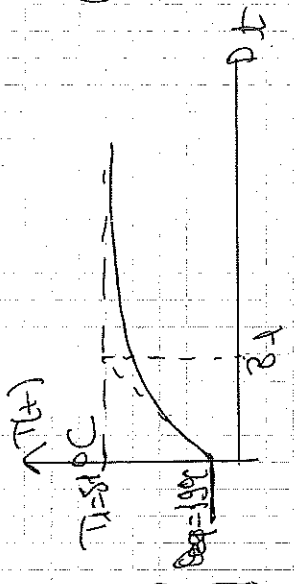
Analogie à une loi des résistances type

$$I_0 = C \frac{dU}{dt} + \frac{U - U_0}{R_d} \quad \left[C \frac{dT_0}{dt} + \frac{T_0 - T_{air}}{R_d} \right] \quad \text{On a } \frac{dT_0}{dt} = \frac{dT}{dt}$$

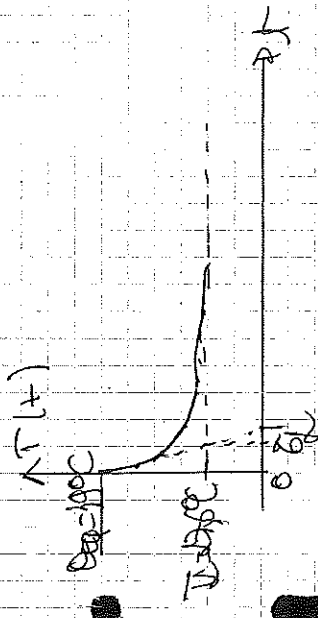
$$\text{avec } \phi_0 = \frac{T - T_{air}}{R_d} \quad (8)$$



Même schéma dans le cas d'un empilage de brêches et $\phi_0 = \frac{T - T_{air}}{R_d}$.



Cas d'un empilage de brêches non tendues $T_{air} = 36,8^\circ C$ $T_1 = 81^\circ C$ $\tau = 8,1 \mu s$



$T_1 \approx 0,7^\circ C$ brêches tendues

$$\frac{Q_{12}}{EF} = \frac{C_H U_0}{n_1} + \frac{C_L}{n_2} = 60 \frac{C_L}{n_2} + 60 \frac{H_0}{n_2}$$

$$\text{Pour 1L de } O_2, n_{O_2} = n = \frac{PV}{RT} = \frac{105 \times 10^{-3}}{8,314 \times 278}$$

$$n = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{L'énergie apportée } Q = - \frac{1}{2} \Delta T H_0$$

$$\text{Pour 1L d'oxygène } \Rightarrow \frac{Q}{n} = \frac{H_0}{n}$$

$$Q = 50,1 \text{ J pour litre de } O_2$$

On average 40-45% of the population
is least or even better informed
of the state of records

20	25	100
40	45	100
100	100	100

50-100%
50-100%
50-100%

Seit dem letzten Mal habe
25 Mineralwasser - 1
53,10 € x 0,2105 = 11,17 €

III de d of de

[illegible]

6 arbres répandus sur le terrain.

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

la conductance thermique sera d'autant plus faible que la surface de contact avec l'air est faible. Les briques ont intérêt à se regrouper dans le cas 1.

En aura donc une variation relative des flux pondée

$$\frac{0.011}{0.022} = \frac{0.01}{0.02} = \frac{1}{2} = 0.5$$

les besoins en dette et qu'une de regroupe-
ment au sein des porteurs plus importants
et ainsi éviter d'intervenir dans l'acte