## Correction exercices

Th 3
Ch 2
Ex 1

### Ex 2 p334

1) L'eau et le soleil → transfert par rayonnement.
L'eau et le sable → " " conduction
l'eau et l'air → transfert par convection

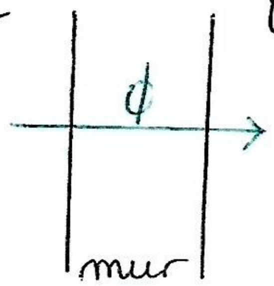
2) Sens : du soleil vers l'eau > 0 car l'eau reçoit

du sable vers l'eau > 0 "

de l'air vers l'eau > 0 "

### Ex 5 p334

$\theta_i = 19°C$ $\theta_e = 10°C$




habitation

$\phi = 30 W$

Formule : $\phi = \dfrac{T_c - T_f}{R_{th}}$

$\Leftrightarrow R_{th} = \dfrac{T_c - T_f}{\phi}$ ici $T_c = \theta_i$, $T_f = \theta_f$

$R_{th} = \dfrac{19 - 10}{30}$

$R_{th} = 3{,}0 \times 10^{-1}\ °C.W^{-1}$

### Ex 11 p335

$T = 323 K$ ; $T_e = 293 K$ ; $h = 10 W.m^{-2}.K^{-1}$ ; $S = 1{,}0 m^2$

$\phi = 10 \times 1{,}0 \times (293 - 323) = -3{,}0 \times 10^2 W$

Ex 13 p 335

1) four $\xrightarrow[\text{(par rayon}^{t}\text{)}]{\phi \text{ radiatif}}$ Système : tasse + café : $\xrightarrow{\phi \text{ convectif}}$ air du four ②

2) C'est l'air.

3) $Q$ rayonn$^t$ $> 0\,J$ (reçoit du four) $Q$ convection $< 0\,J$ (donne à l'air) $\Rightarrow$

1er principe de la Thermodynamique
$\Delta U = W + Q$
$\Delta U = W + Q_{ray} + Q_{conv}$
avec $W = 0\,J$
Le système se réchauffe donc l'énergie interne augmente et $\Delta U > 0$
donc
$Q_{ray} + Q_{conv.} > 0$
$Q_{ray} > |Q_{conv}|$
$\phi_{ray} > |\phi_{conv}|$

Ex 15 p 335

1) On sait que $\phi = \dfrac{Q}{\Delta t}$ or $\phi = hS(\theta_{ext} - \theta)$

ainsi : $Q = hS(\theta_{ext} - \theta) \times \Delta t$

2) On suppose que le lait est incompressible et au repos donc, d'après le 1er principe de la thermo : $\Delta U = \underbrace{W}_{=0 \text{ car pas de } W \text{ du chauffe bib. sur le lait}} + Q$

donc $\Delta U = Q$

or $\Delta U = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$ car système incomp.

$(\theta_f - \theta_i) = \Delta\theta$

ainsi : $Q = m \times c \times \Delta\theta$

3) On a : $m \times c \times \Delta\theta = hS \times (\theta_{ext} - \theta) \times \Delta t$

$$mc\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = hS(\theta_{ext} - \theta)$$

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{hS}{mc} \times (\theta_{ext} - \theta)$$

or $\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \simeq \frac{d\theta}{dt}$ quand t est tout petit

donc $\underbrace{\frac{d\theta}{dt}}_{y'} = \underbrace{-\frac{hS}{mc}}_{a}\,\underbrace{\theta}_{y} + \underbrace{\frac{hS}{mc}\theta_e}_{b}$ → équation dif !

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{hS}{mc}\theta = \frac{hS}{mc}\theta_e$$

on va remplacer $\theta$ par la solution et voir si on retrouve $\frac{hS}{mc}\theta_e$

point math : $(a+b)' = a' + b'$

$(e^{At})' = Ae^{At}$

4) Si $\theta = \underbrace{(\theta_i - \theta_e)\, e^{-\frac{hS}{mc}\times t}}_{\text{dérivée}} + \underbrace{\theta_e}_{\text{dérivée} = 0}$

alors $\frac{d\theta}{dt} = -\frac{hS}{mc}(\theta_i - \theta_e)\, e^{-\frac{hS}{mc}t} + 0$

d'où $\frac{d\theta}{dt} + \frac{hS}{mc}\theta = \cancel{-\frac{hS}{mc}(\theta_i - \theta_e)\, e^{-\frac{hS}{mc}t}} + \cancel{\frac{hS}{mc}(\theta_i - \theta_e)\, e^{-\frac{hS}{mc}t}} + \frac{hS}{mc}\theta_e$

$= \frac{hS}{mc}\theta_e$

on retrouve bien $\frac{hS}{mc}\theta_e$ donc

$\theta = (\theta_i - \theta_e)\, e^{-\frac{hS}{mc}t}$ est bien solution.

5) $\theta_i = 5°C$ ; $\theta_e = 50°C$ ; $\theta = 30°C$

a- On cherche t ; on sait que $\theta = (\theta_i - \theta_e)\, e^{-\frac{hS}{mc}\times t} + \theta_e$

$\Leftrightarrow \theta - \theta_e = (\theta_i - \theta_e) \times e^{-\frac{hS}{mc}\times t}$

$$\Leftrightarrow \frac{\theta-\theta_e}{\theta_i-\theta_e} = e^{-\frac{hS}{mc}\times t}$$

or $\ln(e^A) = A$

$$\ln\left(\frac{\theta-\theta_e}{\theta_i-\theta_e}\right) = -\frac{hS}{mc} \times t$$

$$-\frac{mc}{hS} \times \ln\left(\frac{\theta-\theta_e}{\theta_i-\theta_e}\right) = t$$

g → kg

$$t = -\frac{350\times10^{-3}\times 4{,}2\times10^{3}}{300\times 270\times10^{-4}} \times \ln\left(\frac{30-50}{5-50}\right) = 147\,s$$

$cm^2 \rightarrow m^2$

$1\,cm = 10^{-2}\,m$

donc $(1cm)^2 = (10^{-2}m)^2$

$1^2 cm^2 = (10^{-2})^2\,m^2$

$1\,cm^2 = 10^{-4}\,m^2$

$t = 147\,s$

b_ ($t = 2{,}45$ min)

L'indication dit "moins de 3 minutes" donc c'est conforme

Ex 18 p 337

1) Système : {Semelle du fer} on la suppose incompressible et au repos donc :

d'après le 1er principe de la thermo :

$$\Delta U_{i\to f} = \underbrace{W}_{=0J} + Q = Q = \phi\times\Delta t = h\times S\times(\theta_{ext}-\theta)\times\Delta t$$

car le transfert a lieu par convection

Th3
Ch2
Ex
5

or, le système étant incompressible :

$$\Delta U_{i\to f} = m \times c \times (\theta_f - \theta_i) = m \times c \times \Delta\theta$$

ainsi $\quad m \times c \times \Delta\theta = h \times S \times (\theta_{ext} - \theta) \times \Delta t$

ainsi $\quad m \times c \times \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t} = h \times S \times (\theta_{ext} - \theta)$

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{h \times S}{m \times c} \times (\theta_{ext} - \theta)$$

or $\dfrac{\Delta\theta}{\Delta t} = \dfrac{d\theta}{dt}$ pour de petites variations

donc $\quad \underbrace{\dfrac{d\theta}{dt}}_{y'} = \underbrace{-\dfrac{h \times S}{m \times c}}_{a} \times \underbrace{\theta}_{y} + \underbrace{\dfrac{h \times S}{m \times c} \times \theta_{ext}}_{b}$

2) Ainsi :

$$\theta = k \times e^{-\frac{hS}{mc} \times t} - \frac{\cancel{\frac{hS}{mc}}\ \theta_{ext}}{-\cancel{\frac{hS}{mc}}}$$

solution
$\theta = k e^{at} - \dfrac{b}{a}$

$$\theta = k \times e^{-\frac{hS}{mc} \times t} + \theta_{ext}$$

or à $t = 0\,s$ : $\theta_0 = 210\,°C$

et à $t = 0\,s$ : $\theta_0 = k \times \underbrace{e^{-\frac{hS}{mc} \times 0}}_{=1} + \theta_{ext} = k + \theta_{ext}$

$\Rightarrow k = \theta_0 - \theta_{ext}$

ainsi : $\boxed{\theta = (\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{hS}{mc} t} + \theta_{ext}}$

Th3
Ch2
Ex
6

3) On a : $\theta_f = 150°C$

On cherche $t$ pour que $\theta = \theta_f$ :

$$\theta_f = (\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{hS}{mc}t} + \theta_{ext}$$

$$\theta_f - \theta_{ext} = (\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{hS}{mc}t}$$

$$\frac{\theta_f - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}} = e^{-\frac{hS}{mc} \times t}$$

on veut enlever exponentielle
⇒ on utilise ln.

$\ln(e^A) = A$

$$\ln\left(\frac{\theta_f - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right) = \ln\left(e^{-\frac{hS}{mc} \times t}\right)$$

$$\ln\left(\frac{\theta_f - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right) = -\frac{hS}{mc} \times t$$

$$-\ln\left(\frac{\theta_f - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right) = \frac{hS}{mc} \times t$$

$$\left(-\ln\left(\frac{\theta_f - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right)\right) \times \frac{mc}{hS} = t$$

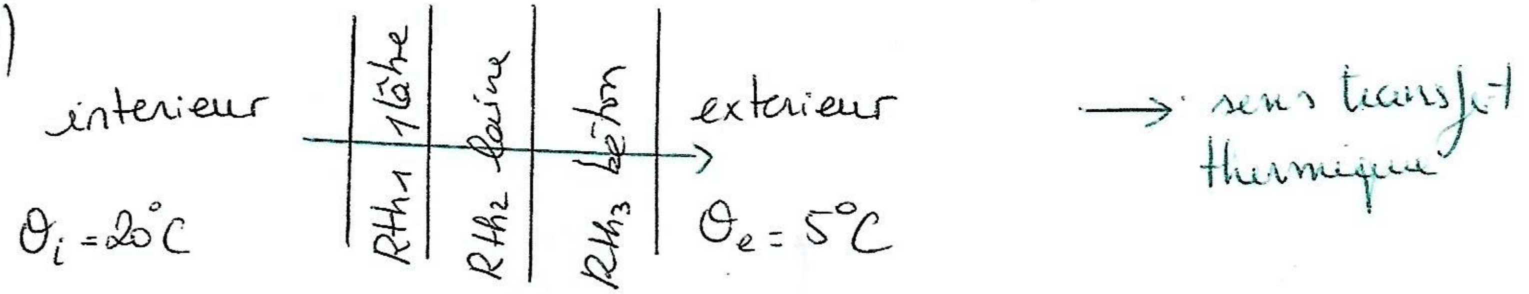
$$t = -\frac{mc}{hS} \ln\left(\frac{\theta_f - \theta_{ext}}{\theta_0 - \theta_{ext}}\right)$$

$$t = -\frac{500 \times \overset{g \to kg}{10^{-3}} \times 450}{50 \times 0{,}025} \times \ln\left(\frac{150-25}{210-25}\right)$$

$t = 71\,s$ : le fer mettra 71s à refroidir

Ex 19 p 337

1)




2) mode de transfert = conduction

3) $R_{th} = R_{th_1} + R_{th_2} + R_{th_3}$

$R_{th} = 0{,}039 + 0{,}125 + 0{,}013$

$R_{th} = 0{,}177\ °C.W^{-1}$

4) Par def : $\phi = \dfrac{\theta_i - \theta_f}{R_{th}}$

$$\phi = \frac{20-5}{0{,}177} = 85W$$

5) Si le mur avait été seulement en béton :

$$\phi = \frac{20-5}{0{,}013} = 1{,}2 \times 10^3 W$$

→ le béton seul est beaucoup moins isolant.

Ex 21p 338

Th3
Ch2
Ex
8

1) a- $\theta_i = 15°$ et $\theta_f = 65°C$

Système : {eau dans le ballon}

le système est au repos et incompressible.

La seule énergie reçue par le système est l'énergie électrique notée $E_{élec}$ ; on néglige les pertes

donc $\Delta U = E_{élec}$ et, comme le système est incompressible $\Delta U = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$

ainsi :

$$E_{élec} = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$$

$$P \times \Delta t = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$$

$$\Delta t = \frac{\rho \times V \times c \times (\theta_f - \theta_i)}{P}$$

$L \rightarrow m^3$

$$\Delta t = \frac{1000 \times 200 \times 10^{-3} \times 4180 \times (65 - 15)}{2200}$$

$$\Delta t = 1{,}9 \times 10^4 \text{ s} \simeq 5{,}3 \text{ h}$$

b - 5,3 h = 5 h 18 min → ok !

2) a- Formule : $\phi = \dfrac{T_2 - T_1}{R_{th}}$ ici $T_2 = 65°C$, $T_1 = 20°C$

$$\phi = \frac{T_2 - T_1}{\frac{e}{\lambda \times S}} = \frac{T_2 - T_1}{e} \times \lambda \times S$$

$$\phi = \frac{(65 - 20) \times 0{,}036 \times 2{,}9}{70 \cdot 10^{-3}}$$ mm → m

$\phi = 67 \text{ W}$

b) $\phi = \dfrac{Q}{\Delta t}$

$$\underbrace{Q}_{Wh} = \underbrace{\phi}_{W} \times \underbrace{\Delta t}_{h}$$

$$Q = 67 \times 24 = \underline{1{,}6.10^3 \text{ W.h}}$$