

# CALORIMETRIE

## EXERCICES

Exercices  
préliminaires Q....

1) + 1,4229 MJ      2) - 41,85 MJ      3) + 34,02 kJ

4) + 1,1844 MJ      5) - 18,36 kJ

6) a) - 645 J      b)  $c \approx 390 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ... c'est du cuivre.

7)  $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta + m \cdot L_v = m \cdot (c \cdot \Delta\theta + L_v) = + 4,51458 \text{ MJ}$

échauffement  
de l'eau  
de 40 à 100°C

changement  
d'état  
"vaporisation"  
à 100°C

8)

$Q = m \cdot c_{\text{glace}} \cdot \Delta\theta + m \cdot L_f + m \cdot c_{\text{liquide}} \cdot \Delta\theta' \times 2$

chaleur reçue  
par la glace  
pour s'échauffer  
de -30°C à 0°C

chaleur reçue  
par la glace  
pour fondre  
à 0°C

chaleur reçue  
par l'eau de fusion  
pour s'échauffer  
de 0°C à 70°C

$Q = (m(c_1 \Delta\theta + L_f + c_2 \Delta\theta')) \times 2$   
 $Q \approx 4,2 \text{ MJ}$

9) a) +559,3 J       $Q = m \cdot c_v \cdot \Delta\theta$       ( $c_v = \frac{c_p}{\gamma}$        $m = n \cdot M$ )       $Q = n \cdot M \cdot \frac{c_p}{\gamma} \cdot \Delta\theta$

b) +783 J       $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta\theta$

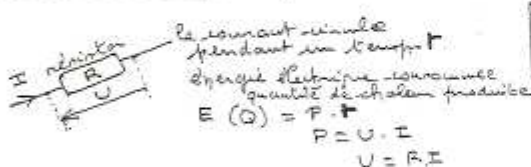
$c_p: \frac{10 \text{ Joule}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \rightarrow \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$c: \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$L: \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$

## Exercices A

① effet Joule: il produit  $R \cdot I^2 \cdot t$ , cette chaleur chauffe l'eau



$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$   
 $t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{R \cdot I^2}$        $t \approx 5445 \text{ s} \dots 1,51 \text{ h}$

②

a) l'eau a besoin de  $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 502,2 \text{ kJ}$ ,  
chaleur obtenue par la combustion de 20g de coke  
dont le pouvoir calorifique est:

$\frac{Q}{m} = 25,11 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} = P_c \text{ (coke)}$

b) la combustion du propane produit  $Q = n(C_3H_8) \cdot P_c$

$Q = \frac{m(C_3H_8)}{M(C_3H_8)} \cdot P_c$

chaleur reçue par l'eau:

$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$

$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta\theta} \approx 71,76 \text{ t}$   
( $\approx 71,76 \text{ m}^3$ )

("théoriquement" car il y a des pertes)

③ a) la chaleur latente de vaporisation étant  $L_v = 2257 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$   
la chaleur latente de liquéfaction est

$L_f = -L_v$

la quantité de chaleur récupérée par condensation de la vapeur d'eau est:

b)  $P_{CS} = P_{CI} + m \cdot |L_f|$        $Q = m \cdot L_f \approx -9,028 \text{ MJ}$   
 $|P_{CS}| \approx 1367 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$

④.  $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$   
 $m = \rho \cdot V \times 0,9$

$Q = 0,9 \cdot \rho \cdot V \cdot c \cdot (\theta_2 - \theta_1)$   
 pour 1 heure = t

$Q = 1909845 \text{ J}$   
 $= 1,909845 \text{ MJ}$   
 $= 530,5125 \text{ Wh}$   
 $\approx 0,53 \text{ kWh}$

( $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$   
 $3600 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{h}$ )

$P = \frac{Q}{t} = 530,5 \text{ W} (\approx 0,53 \text{ kW})$

à cette perte thermique par renouvellement d'air  
 s'ajoute  
 les pertes thermiques par conduction à travers les parois...

⑤

5.1) l'énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} M \cdot v^2$   
 est « théoriquement » transformée en énergie thermique dans les cylindres.  
 $Q = 4m \cdot c \cdot \Delta\theta$  (chaleur reçue par les cylindres)  
 $m = \rho \cdot V$  par cylindre  
 $V = e \cdot S = \pi R^2$   
 $\Delta\theta = \frac{1}{8\pi \rho \cdot e \cdot R^2 \cdot c} M \cdot v^2$   
 $\Delta\theta \approx 39,6^\circ\text{C}$

5.2) l'énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$  est transformée en énergie thermique

$E_c = 225 \text{ J}$  la balle reçoit  $Q = 225 \text{ J}$ , cette chaleur

• chauffe la balle jusqu'à  $327^\circ\text{C}$

$q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 195 \text{ J} < 225 \text{ J}$

b- • puis fond une partie(?) de la balle

$q' = m' \cdot L_f$   $m' = \frac{Q - q}{L_f} = 1,33 < 53$

$\theta_2 = 327^\circ\text{C}$  (mélange de plomb fondu et de plomb solide)

c- la fusion totale demande une quantité de chaleur

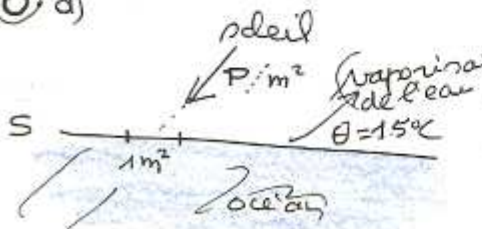
l'échauffement a besoin de  $q'' = m \cdot L_f = 1135$   
 $q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 195 \text{ J}$

$q'' + q = 308 \text{ J}$  fournir par l'énergie cinétique de la balle

$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} \approx 351 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

⑥ a)



chaque  $\text{m}^2$  reçoit  $\frac{P}{2}$

la surface totale reçoit  $\frac{P}{2} \cdot S$  (W)

quantité de chaleur reçue par seconde pendant  $t = 1 \text{ h}$   $Q = \frac{P}{2} \cdot S \cdot t$

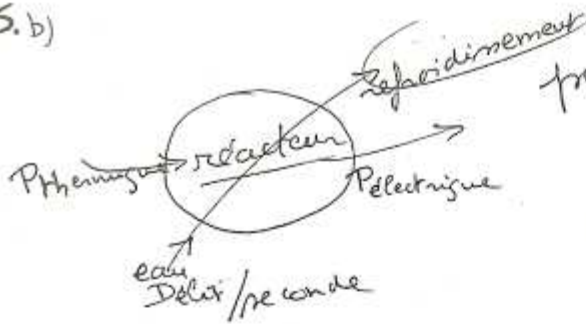
cette quantité de chaleur permet la vaporisation d'une masse d'eau  $m$

$Q = m \cdot L_v$

$m = \frac{P/2 \cdot S \cdot t}{L_v}$

$m \approx 9878 \cdot 10^6 \text{ t}$

6. b)



puissance consommée par l'eau de refroidissement  
 $P = P_H - P_e = 2700 \text{ MW}$

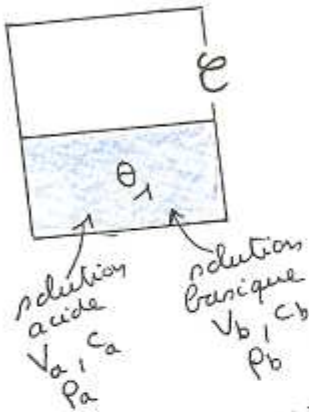
par seconde la quantité de chaleur captée par l'eau est  $2700 \text{ MJ/s}$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{Q}{m \cdot c} \approx 12,9^\circ\text{C}!$$

c)

chaleur de réaction  $Q_p$



$$\left( \begin{array}{l} V_a = V_b = V \\ \rho_a = \rho_b = \rho \end{array} \right)$$

réaction chimique de neutralisation entre les deux solutions



$$(\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1)$$

$Q_p$  à pression constante  $Q_p$

$$Q_p = m_a \cdot c_a \cdot \Delta\theta + m_b \cdot c_b \cdot \Delta\theta + E \cdot \Delta\theta$$

$$Q_p = \frac{m_a \cdot c_a + m_b \cdot c_b}{2 \rho \cdot V} \cdot \Delta\theta + E \cdot \Delta\theta$$

$$Q_p = (2 \cdot \rho \cdot V + E) \cdot \Delta\theta \quad Q_p \approx 1,2 \text{ kJ}$$

## 7. séchage du bois

$$a) H_1 = \frac{m_{\text{bois}} - m_{\text{bois anhydre}}}{m_{\text{bois anhydre}}} \times 100 = \frac{m - m_a}{m_a} \times 100 = \frac{m_{\text{eau}}}{m_a} \times 100$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{initialement} \quad H_1 = 60\% \text{ (ou } 0,6) \\ \text{finalement} \quad H_2 = 15\% \text{ (ou } 0,15) \end{array} \right.$$

$$H = \frac{m - m_a}{m_a}$$

(< 1)

$$H \cdot m_a = m - m_a$$

$$m_a + H \cdot m_a = m$$

$$m_a (1 + H) = m$$

$$m_a = \frac{m}{1 + H}$$

masse de bois quand  $H_1 = 0,6$

$$m_a = \frac{m}{1 + H_1} = 18,75 \text{ t} = m_a$$

masse d'eau qui s'évapore quand H passe de  $H_1$  à  $H_2$

$$H_2 = \frac{m' - m_a}{m_a}$$

$$m' - m_a = H_2 \cdot m_a \quad m' = m_a \cdot (1 + H_2)$$

masse de bois quand  $H_2 = 0,15$

$$m_e = m - m' = 8,4375 \text{ t}$$

$$b) Q = m_e \cdot L_v \approx 20,6 \text{ GJ} \dots \rightarrow \text{giga...}$$



$$c) H_3 = 0,10$$

$$H_3 = \frac{m'' - m_a}{m_a}$$

$$H_3 \cdot m_a = m'' - m_a$$

$$m'' = m_a \cdot (1 + H_3)$$

$$m'' = 2,0625 \text{ t}$$

même de bois quand

$$H_3 = 0,10$$

$m'_e = m' - m_a$   
 $2,813 \text{ t}$   
 représente la  
 masse d'eau totale  
 à l'entrée de l'étuve

masse d'eau qui  
 s'évapore artificiellement  
 $m''_e = m' - m''$   
 $= 0,9375 \text{ t}$

$$d) Q = m_a \cdot c_a \cdot \Delta\theta + m'_e \cdot c_e \cdot \Delta\theta + m''_e \cdot L_v$$

$$Q = (m_a \cdot c_a + m'_e \cdot c_e) \cdot \Delta\theta + m''_e \cdot L_v$$

$$Q \approx 6657,7 \text{ MJ} \quad (6,6577 \text{ GJ})$$

e)  $Q$  théorique

$$Q_{\text{réel}} = Q_{H_3} + \frac{5}{100} \cdot Q_{H_3} = Q_{H_3} (1 + 0,05) = 1,05 \cdot Q_{H_3}$$

$$Q \approx 6990 \text{ MJ}$$

$$P = \frac{Q}{t} \quad 0,243 \text{ MW}$$

f) résumons

$m_{\text{bois}}^{\text{initiale}} = 30 \text{ t}$

$$H = 60\% \rightarrow 10\%$$

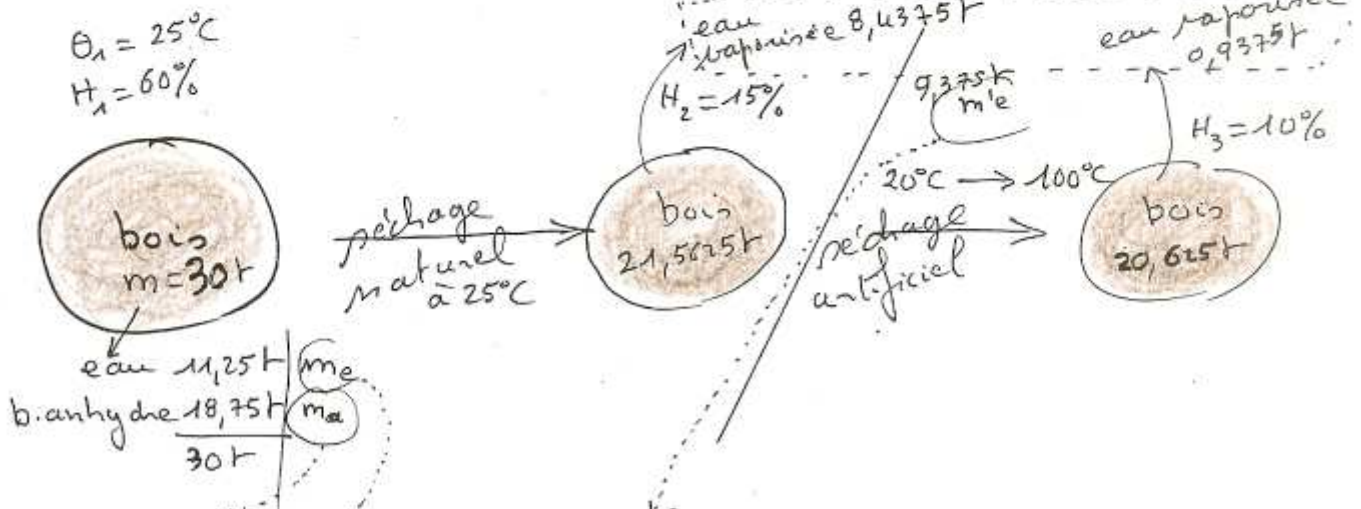
$$m_a = 18,75 \text{ t}$$

$$m_{\text{bois}}^{\text{finale}} = m'' = 20,625 \text{ t - avec } H = 10\%$$

$$m_{\text{d'eau vaporisée}} : m_e + m'_e = 9,375 \text{ t}$$

$$m_{\text{eau}} = m - m_a = 11,25 \text{ t}$$

totale



$$Q = (m_a \cdot c_a + m_e \cdot c_e) \cdot \Delta\theta + m'_e \cdot L_v \approx 28525,9 \text{ MJ théorique}$$

$$Q_{\text{réel}} = Q_{\text{théorique}} \times 1,05 \approx 29952 \text{ MJ}$$

$$t = \frac{Q}{P} \approx 34,24 \text{ h}$$

(34h 14min 20s) !

## EXERCICES B

①

a)  $m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_e - \theta_1) + m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta_e - \theta_2) = 0$   
 chaleur échangée par l'eau<sub>1</sub>      chaleur échangée par l'eau<sub>2</sub>

$$\theta_e = \frac{m_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot \theta_2}{m_1 + m_2}$$

b)  $m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta'_e - \theta_1) + m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta'_e - \theta_2) = 0$

$E \cdot (\theta'_e - \theta_1)$   
 chaleur échangée par le calorimètre et ses accessoires (thermomètre, agitateur...)

dans l'équation

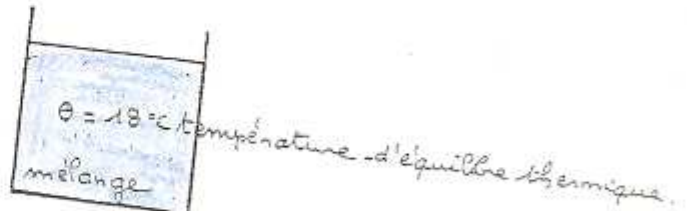
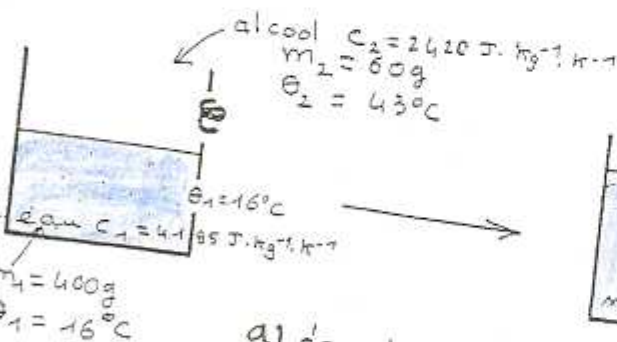
$$E = -c_1 \frac{m_1 \cdot (\theta'_e - \theta_1) + m_2 \cdot (\theta'_e - \theta_2)}{\theta'_e - \theta_1}$$

c)  $(m'_1 \cdot c_1 + E) \cdot (\theta - \theta'_1) + m \cdot c \cdot (\theta - \theta'_2) = 0$   
 chaleur échangée par le calorimètre et l'eau      chaleur échangée par le métal

$$c = - \frac{(m'_1 \cdot c_1 + E) \cdot (\theta - \theta'_1)}{m \cdot (\theta - \theta'_2)}$$

(réponses :  $\theta_e \approx 32,8^\circ\text{C}$  ;  $E \approx 94,1 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  ;  $c \approx 445 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

②

a) équation calorimétrique

l'eau et le calorimètre

"captent" de la chaleur

l'alcool

"cède" de la chaleur

calorimètre récipient adiabatique  
 qui évite les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.

équation du 1<sup>er</sup> degré à 1 inconnue ...  
 $E \cdot (\theta - \theta_1) = -m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta - \theta_1) - m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta - \theta_2)$

b)  $E = m \cdot c$

$$c = \frac{E}{m} \approx 360 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\sum Q_i = 0$$

$$= 0$$

principe de la conservation de l'énergie

$$E = - \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta - \theta_2) + m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta - \theta_1)}{(\theta - \theta_1)}$$

$$E \approx 14,1 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

③

a)  $m \cdot c \cdot \Delta \theta$   
 chaleur perdue  
 par l'eau de  
 la bouteille

$$m \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta) + m_1 \cdot L_v = 0$$

chaleur reçue  
 par l'eau du  
 lingon pour s'évaporer à 30°C.

$$\theta_1 = \theta - \frac{m_1 \cdot L_v}{m \cdot c}$$

b)  $m \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta) + m_2 \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta_0) = 0$   
 chaleur reçue  
 par l'eau froide

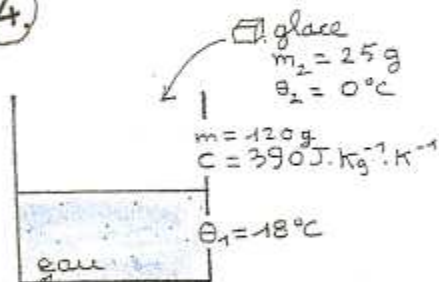
$$m_2 = m \cdot \frac{(\theta - \theta_1)}{\theta_1}$$

c)  $m \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta) + m_3 \cdot (L_f + c \cdot (\theta_1 - \theta_2)) = 0$   
 chaleur reçue  
 par la glace  
 pour fondre...  
 pour réchauffer  
 l'eau de fusion

$$m_3 = \frac{m \cdot c \cdot (\theta - \theta_1)}{L_f + c \cdot \theta_1}$$

(réponses:  $\theta_1 \approx 20,9^\circ\text{C}$ ;  $m_2 \approx 33,1\text{kg}$ ;  $m_3 \approx 362\text{g}$ )

④



pour que la glace fonde entièrement  
 il faut qu'elle reçoive  
 $Q_2 = m_2 \cdot L_f = 8325\text{ J}$

si l'eau et le calorimètre  
 se refroidissent jusqu'à  $0^\circ\text{C}$  ils  
 cèdent  $23461,4\text{ J} >> 8325\text{ J}$

le calorimètre contient donc  
 de l'eau à plus de  $0^\circ\text{C}$ .

$$(m_1 \cdot c_1 + m \cdot c) \cdot (\theta - \theta_1) + m_2 \cdot L_f + m_2 \cdot c_1 \cdot (\theta - \theta_2) = 0$$

chaleur cédée par l'eau  
 et le calorimètre

chaleur reçue  
 par la glace  
 pour fondre  
 à  $0^\circ\text{C}$

chaleur reçue  
 par l'eau de fusion  
 pour s'échauffer

$$\theta = \frac{(m_1 \cdot c_1 + m \cdot c) \cdot \theta_1 - m_2 \cdot L_f + m_2 \cdot c_1 \cdot \theta_2}{m_1 \cdot c_1 + m \cdot c + m_2 \cdot c_1}$$

$$\theta \approx 10,7^\circ\text{C}$$

⑤ d)

quand toute la glace est fondue elle est à  $0^\circ\text{C} = \theta_0$   
pour un minimum d'eau.

$$\begin{aligned} 100\text{g} &= m_1 \\ 2100\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} &= c_1 \\ -10^\circ\text{C} &= \theta_1 \\ 335 \times 10^3\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1} &= L_f \end{aligned}$$

la glace reçoit de la chaleur

$$Q_1' \text{ pour s'échauffer} + Q_1' \text{ pour fondre}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_0 - \theta_1) + m_1 \cdot L_f$$

(si  $m > 84,5\text{g}$  la température d'équilibre sera  $> 0^\circ\text{C}$ .)

$$\begin{aligned} m & \\ c &= 4185\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \\ \theta &= +10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

l'eau cède de la chaleur

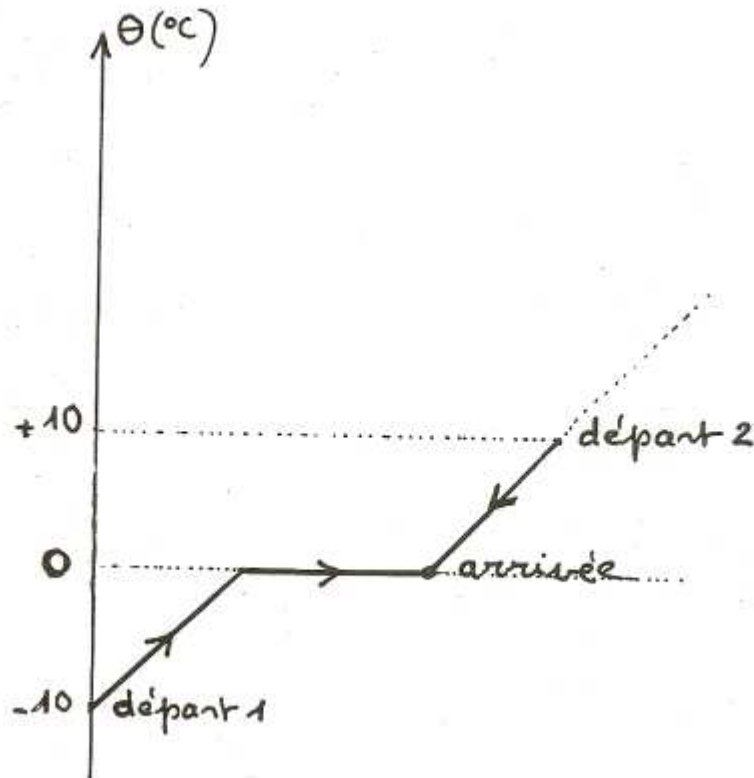
pour refroidir

$$m \cdot c \cdot (\theta_0 - \theta)$$

= 0

= 0

$$m = -m_1 \cdot \frac{c_1 \cdot \theta_1 + L_f}{c \cdot \theta} \quad m \approx 85,1\text{ g}$$





b) la vapeur se liquéfie (... on dit aussi se condense) à  $100^\circ\text{C}$ , puis l'eau obtenue à  $100^\circ\text{C}$  se refroidit jusqu'à  $50^\circ\text{C} = \theta_3$ .  
 la chaleur cédée est reçue par la certaine masse d'eau à  $5^\circ\text{C} = \theta_2$  pour se réchauffer jusqu'à  $50^\circ\text{C}$ . (masse d'eau obtenue)  $m_2$

la vapeur cède de la chaleur l'eau reçoit de la chaleur  
 pour se liquéfier  $Q_1$  + pour refroidir (l'eau obtenue)  $Q_1'$  + pour se réchauffer  $Q_2$  = 0

$$m_1 \cdot L_f + m_1 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_1) + (m_2 + m_3) \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2) = 0$$

(pour m'avoir qu'une inconnue  $m_1$  dans cette équation)  $m_2 = m_3 - m_1$

$$m_1 = \frac{-m_3 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2)}{L_f + c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} \quad \text{car } c \cdot \theta_3 - c \cdot \theta_3 = 0 \quad m_1 \approx 7,1 \text{ kg}$$

pour résoudre cette équation de la forme  $a \cdot m_1 = b$   
 • il faut mettre tous les termes en  $m_1$   $(m_1 = \frac{b}{a})$   
 dans un membre, tous les autres termes dans l'autre membre.

$$m_1 \cdot L_f + m_1 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_1) + (m_3 - m_1) \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2) = 0$$

$$\dots + m_3 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2) - m_1 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2) = 0 \rightarrow$$

$$m_1 \cdot L_f + m_1 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_1) - m_1 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2) = -m_3 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2)$$

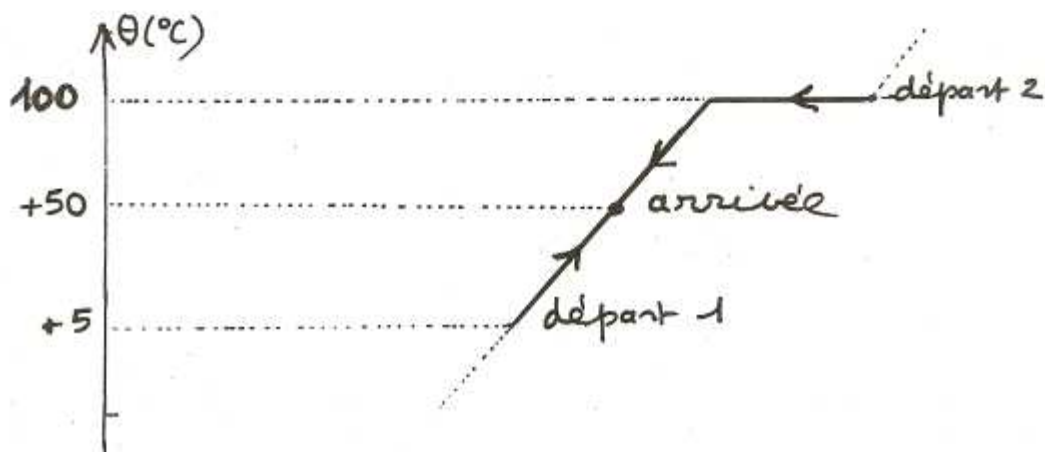
• puis on factorise  $m_1$

$$m_1 \cdot (L_f + c \cdot (\theta_3 - \theta_1) - c \cdot (\theta_3 - \theta_2)) = -m_3 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2)$$

il y a des simplifications

$$m_1 = \frac{-m_3 \cdot c \cdot (\theta_3 - \theta_2)}{L_f + c \cdot (\theta_3 - \theta_1) - c \cdot (\theta_3 - \theta_2)}$$

simplification





6.

mélange

c)

alcool

$$m_1 = 100 \text{ g}$$

$$C_1 = 2424 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\theta_1 = 18^\circ \text{C}$$

eau

$$m_2 = 320 \text{ g}$$

$$C_2 = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\theta_2 = 47^\circ \text{C}$$

l'échange de chaleur se fait uniquement entre l'alcool qui capte de la chaleur et l'eau qui cède de la chaleur.

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 \cdot C_1 \cdot (\theta - \theta_1) + m_2 \cdot C_2 \cdot (\theta - \theta_2) = 0$$

température d'équilibre

$$a) \quad \theta = \frac{m_1 \cdot C_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot C_2 \cdot \theta_2}{m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2}$$

$$\theta \approx 42,55^\circ \text{C}$$

b) si  $C_1 = C_2$

$$\theta = \frac{m_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot \theta_2}{m_1 + m_2}$$

d) échauffement du mélange de  $\Delta\theta = 23^\circ \text{C}$

$$Q = (m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2) \cdot \Delta\theta \approx 36377 \text{ J}$$

$\epsilon_1$   $\epsilon_2$   
capacités thermiques  
de l'alcool et de l'eau

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = \epsilon$$

capacité thermique  
du mélange

$$(m_1 + m_2) \cdot C$$

$$m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2 = (m_1 + m_2) \cdot C$$

e)

$$C = \frac{m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2}{m_1 + m_2}$$

$$C \approx 3766 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$f) \quad m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2 = (m_1 + m_2) \cdot C$$

$$m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2 = \epsilon$$

## BTS

X<sub>1</sub>

1)  $m_e = \text{masse d'eau à éliminer} = m_1 \times \frac{25}{100} = 5 \cdot 10^3 \text{ kg}$

2) a-  $Q_1 = m_e \cdot c \cdot (\theta_2 - \theta_1) \approx 1,88 \cdot 10^9 \text{ J}$

b-  $Q_2 = m_e \cdot L_v \approx 1,13 \cdot 10^{10} \text{ J}$

c-  $Q = Q_1 + Q_2 \approx 1,32 \cdot 10^{10} \text{ J}$

3) a-  $Q' = Q \times \frac{40}{100} \approx 5,27 \cdot 10^9 \text{ J}$

b-  $P = \frac{\sum Q_i}{t} = \frac{Q + Q'}{t} \approx 7,12 \cdot 10^4 \text{ W} \quad (71,2 \text{ kW})$

X<sub>2</sub>

1)  $M \cdot (c_s \cdot (\theta_2 - \theta_0) + L_3) + m \cdot (c_v \cdot (\theta_2 - \theta_1) + L_1) = 0$

$\Sigma Q_{\text{échange}}$

échauffement du soufre solide à 115°C

fusion de ce soufre à 115°C

refroidissement de la vapeur d'eau

condensation de cette vapeur

quantité de chaleur reçue

quantité de chaleur donnée

2)  $V = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot V_0$

$V = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} \cdot V_0$

$V \approx 4,6 \text{ m}^3$

$m = \frac{-M \cdot (c_s \cdot (\theta_2 - \theta_0) + L_3)}{c_v \cdot (\theta_2 - \theta_1) + L_1}$

$m \approx 41,3 \text{ kg}$

$(\text{H}_2\text{O})$

3)  $V' \cdot P = m' \cdot (c_e \cdot (\theta_1 - \theta_3) + L_2)$

quantité de chaleur fournie par la combustion

quantité de chaleur nécessaire pour le réchauffement de l'eau et la vaporisation de cette eau à 160°C

$m \times 2000$

$V' = \frac{2000 m \cdot (c_e \cdot (\theta_1 - \theta_3) + L_2)}{P}$

$V' \approx 5394 \text{ m}^3$  de gaz naturel (méthane  $\text{CH}_4$ )

EXTRAITS BTSscbh 1993

- 1/  $Q = m \cdot L_v \dots 867 \text{ kJ}$   
 $m = (d \cdot V) \text{ masse du fluide}$
- 2/  $\text{puissance} \dots \text{énergie m\u00e9canique pendant 1 seconde}$   
 $P = Q/3600 \dots 241 \text{ W}$   
 $(1 \text{ h} = 3600 \text{ s})$
- 3/ la chaleur permettant la vaporisation du fluide est prise \u00e0 l'air int\u00e9rieur.  
 la temp\u00e9rature de celui-ci diminue.
- 4/ ... la paroi est donc \u00e0 adiabatique  
 $Q = m \cdot C \cdot \Delta \theta \dots 271 \text{ kJ}$   
 $m = \rho \cdot V \text{ masse d'air}$   
 $V = L \cdot e \cdot h$
- $t = \frac{Q}{P} \dots 18,7 \text{ min}$

cec 1996

- 1)  $Q = m \cdot C \cdot \Delta T = 1,7415 \text{ MJ} \dots \text{pour } 1 \text{ h} = t$   
 $\boxed{P = \frac{Q}{t}}$   $\rightarrow J$   
 $\rightarrow S$   $\approx 484 \text{ W}$   $\leftarrow \text{puissance : \u00e9nergie d\u00e9pens\u00e9e par unit\u00e9 de temps}$
- 2)  $P_{\text{moyenne}} = P - p \approx 11,516 \text{ kW (avant)}$   
 $\approx 5,016 \text{ kW (apr\u00e8s)}$

b 1999

1.  $x$  : pouvoir calorifique ou chaleur de combustion  
 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $E = n(PE) \cdot x$   
 $\text{\u00e9nergie produite}$   
 $E = \frac{m(PE)}{M(PE)} \cdot x \rightarrow \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
2.  $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$   
 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} M(PE) = 12 \times 500 + 1 \times 1000$   
 $E \approx 218,36 \text{ kJ}$
- 6  $E' = E \times \frac{30}{100} = E \times 0,3$   $E' \approx 65,5 \text{ kJ}$   
 $\text{\u00e9nergie \u00e9lectrique obtenue}$
- $\leftarrow \text{ampoule de } 60 \text{ W}$  : puissance  $P$  de l'ampoule  
 $t = 10 \text{ min (affich\u00e9)}$   
 $\boxed{t = \frac{E'}{P}}$   $\rightarrow \text{kJ}$   
 $\rightarrow \text{W}$   $t \approx 18,2 \text{ min}$   
 $\text{\u00e9lectrique}$

eb 2000

- 1)  $m_b = \rho_b \cdot V$   
 $V = e \cdot S$   
 $\boxed{m_b = \rho_b \cdot e \cdot S} = 3600 \text{ kg}$
- 2)  $\boxed{Q = m_b \cdot C_b \cdot \Delta \theta} \approx 4,968 \text{ MJ}$
- 3)  $\boxed{\Delta t = \frac{Q}{\Phi}}$   $\rightarrow J$   
 $\rightarrow W$   $\approx 2,76 \text{ h}$



af 2002

$$1) \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \rightarrow \text{J (ou } ^\circ\text{C)}$$

$$m = \rho \cdot V \rightarrow \text{m}^3$$

$$V = L \cdot l \cdot h$$

$$2) \quad P = \frac{Q}{t} \rightarrow \text{J}$$

$$W \rightarrow \text{J}$$

$$Q \approx 3,879 \text{ MJ}$$

$$P \approx 1,0775 \text{ kW}$$

b 2002

$$Q_a = m \cdot c_a \cdot \Delta \theta \rightarrow \text{J (ou } ^\circ\text{C)}$$

$$m = \rho_a \cdot V_a \rightarrow \text{m}^3 (V = L \cdot l \cdot h)$$

$$\rho_a \rightarrow \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$Q_a = 5,775 \text{ MJ}$$

$$Q_b = m \cdot c_b \cdot \Delta \theta$$

$$m = \rho_b \cdot V_b$$

$$Q_b = 1,03 \cdot 10^3 \text{ MJ}$$

$$V_b = (L + 2e) \cdot (l + 2e) \cdot (h + 2e) = L \cdot l \cdot h$$

$$V_b \approx 55,824 \text{ m}^3$$

b 2004

relation des gaz parfaits

$$1. \quad \left\{ \begin{array}{l} P \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ \rightarrow \text{température absolue (K)} \\ \rightarrow \text{constante des gaz parfaits (J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \\ \rightarrow \text{quantité de matière (mol)} \\ \rightarrow \text{volume gazeux (m}^3) \\ \rightarrow \text{pression (Pa)} \end{array} \right.$$

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$$

$$n \approx 2,4 \text{ mol}$$

$$T = \theta + 273$$

$$T \approx 300 \text{ K}$$

2.

transformations adiabatique(s)  $A \rightarrow B$  et  $C \rightarrow D$

$$Q = 0$$

Transformation isobare  $B \rightarrow C$  (pression constante)

$$Q_p = n \cdot c_p \cdot (T_C - T_B)$$

$$Q_p \approx 2,4 \cdot 29,1 \cdot (900 - 572)$$

$$Q_p \approx 22907 \text{ J (chaleur reçue)}$$

Transformation isochore  $D \rightarrow A$  (volume constant)

$$Q_v = n \cdot c_v \cdot (T_A - T_D)$$

$$Q_v \approx 2,4 \cdot 20,8 \cdot (300 - 568)$$

$$Q_v \approx -13329 \text{ J (chaleur cédée)}$$

car on a

$$Q_m + Q_v \approx +9528 \text{ J}$$

c.e.c 2004

1)



15% V = V<sub>1</sub> = 15 L = 15 · 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>  
 $P_1 = 45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 réservoir contenant du GPL  
 $\theta = 15^\circ \text{C}$   
 $V = 150 \text{ L}$

85% · V = 85 L = V<sub>2</sub> = 85 · 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>

$\rho = 560 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$m = \rho \cdot V_2 \rightarrow \text{m}^3$   
 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$m = 47,6 \text{ kg}$

b-  $M(\text{gaz}) = 50 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} (2,817 \text{ mol})$

$(T = \theta + 273 = 288 \text{ K})$

$m(\text{gaz}) = n \cdot M$   
 $m = \frac{P \cdot V \cdot M}{R \cdot T} \rightarrow \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$m \approx 0,141 \text{ kg}$   
 $\approx 141 \text{ g}$

2)

GPL liquide  $\xrightarrow{0,16 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}}$  GPL gazeux  
 $m = \rho \cdot V = 89,6 \text{ g}$

... pour réaliser cette vaporisation à 15°C il faut fournir de la chaleur Q.

$Q = m \cdot L_v \rightarrow \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$   
 $\text{puissance } P = \frac{Q}{t} = \frac{m \cdot L_v}{t} = P \rightarrow \text{W}$   
 $P \approx 545 \text{ W}$

b 2006

1)  $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta \theta$   
 $\text{kg}$   
 $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$   
 $^\circ \text{C} (\text{K})$   
 $\Delta \theta = \theta_c - \theta_f = 40^\circ \text{C} (40 \text{ K})$

$Q = 50160000 \text{ J}$

$Q \approx 13,93 \text{ kWh}$

$\frac{Q}{W_h} = \frac{P \cdot t}{W_h} = \frac{P}{W_h} \cdot t$   
 $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ J}$   
 $1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ J}$

2) rendement 40% =  $\eta$   
 $\frac{Q'}{Q} = \eta$   
 quantité de chaleur reçue par le capteur journalière

$Q' \approx 34,83 \text{ kWh/jour}$

3) a- moins ensoleillé  $E_{min} = 6 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1}$

$$\frac{Q}{E_{min}} = \sum \text{surface de capteurs} \cdot h^2$$

$$S \approx 5,8 \text{ m}^2$$

b-  $S \approx 8 \text{ m}^2 (> 5,8 \text{ m}^2)$   
 17. D'après la nécessité min de chaleur  
 - quel est ensoleillement ( $\theta_F = 55^\circ \text{C}$ )  
 l'eau sera moins chaude.

$$Q_{regue} = E_{min} \times 8 = 24 \text{ kWh} \cdot \text{jour}^{-1}$$

$$Q_{capté par l'eau} = Q_{regue} \cdot \eta = 24 \cdot 0,4 = 9,6 \text{ kWh} \cdot \text{jour}^{-1}$$

(40%) (34 560 000 J) (< 50 160 000 J)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta \theta = \frac{Q}{m \cdot c}$$

$$\Delta \theta \approx 27,6^\circ \text{C} (\theta_c - \theta_F)$$

$$(\theta_c = \theta_F + \Delta \theta)$$

$$\theta \approx 42,6^\circ \text{C}$$

e.b 2008

1) volume des vêtements:  
 $(7,6 \times 7,6 - 7,594 \times 7,594) \times 2 = 0,182 \text{ m}^3$   
 Masse :  $m = \rho \cdot V$   $m \approx 18,2 \text{ kg}$

2)  $Q = m \cdot c \cdot (\theta_F - \theta_i)$   $Q = 18,2 \times 3500 \cdot (15 - 5)$   
 $Q = 3,185 \cdot 10^6 \text{ J}$   
 car la chaleur est donnée.

Calorimétrie

3) Durée minimale :  $\frac{50}{10} = 5 \text{ h}$

$$4) |Q'| = \frac{3,185 \cdot 10^6 \times 3,2 \cdot 10^3}{2} = 5,096 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$P = \frac{|Q'|}{t}$$

$$P = \frac{5,096 \cdot 10^9}{5 \times 3600} \approx 2,83 \cdot 10^5 \text{ W}$$

scbh 2008

$$1) \phi = \frac{E}{F}$$

$$\phi = \frac{9,96 \times 3,6 \cdot 10^6 \times 5}{3620}$$

$$\phi \approx 4,98 \cdot 10^4 \text{ W}$$

$$2) \phi' = \phi - 34800$$

$$3) |Q| = m \cdot c \cdot (\theta_F - \theta_i)$$

$$\theta_F - \theta_i = \Delta \theta = \frac{Q}{m \cdot c}$$

$$\Delta \theta = \frac{34800 \times 60}{50 \times 4,18 \cdot 10^3}$$

$$\Delta T = \Delta \theta = 10^\circ \text{C} (10 \text{ K})$$