Exercice 1 :

S_1, S_2 et S_3 :

$Q = m \times C \times (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) \Rightarrow (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) = \frac{Q}{m \times C} \Rightarrow \theta_{finale} = \frac{Q}{m \times C} + \theta_{initiale}$

S_1 : θ_{finale}=56° .

S_2 : θ_{finale}=9° .

S_3 : θ_{finale}=10°

(valeurs arrondies au degré près comme celle de la température initiale)

Calorimètre : $Q = K \times (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) \Rightarrow (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) = \frac{Q}{K} \Rightarrow \theta_{finale} = \frac{Q}{K} + \theta_{initiale}$

θ_{finale}=5,6°

Exercice 2 :

a. Il y a échange d'énergie par transfert thermique entre la masse m_1=0,200kg d'eau chaude, qui passe de θ_1=75°C à θ_f, et la masse m_2=0,200kg d'eau froide, qui passe de θ_2=20°C à θ_f.

Chaleur reçue par l'eau chaude : $Q_1=m_1.C_{eau}.(\theta_f-\theta_1)$ (négative)

Chaleur reçue par l'eau froide : $Q_2=m_2.C_{eau}.(\theta_f-\theta_2)$ (positive)

Si on néglige les pertes thermiques on a

$Q_1+Q_2=0$ d'où

$m_1.C_{eau}.(\theta_f-\theta_1)+m_2.C_{eau}.(\theta_f-\theta_2)=0$

On en déduit $\theta_f = \frac{m_1\theta_1+m_2\theta_2}{m_1+m_2}$=48°C

On vient ainsi de montrer que, pour un échange thermique entre deux systèmes constitués d'un même matériau, la température finale est ainsi la moyenne des températures initiales, pondérée par les masses. Dans ce cas particulier où les deux masses étaient égales, la température finale est la moyenne des températures initiales.

b. La démarche est la même et θf=35°C

Exercice 3

a. Même démarche qu'à l'exercice 2 et θ_f=32,4°C

b. Il y a cette fois échange d'énergie par transfert thermique entre trois systèmes :

- eau initialement à θ_1=20,6°C,
- eau initialement à θ_2= 51,3°C
- récipient initialement à θ_1= 20,6°C puisqu'en équilibre thermique avec l'eau à 20,6°C .

Chaleur reçue par la masse m_1=400g d'eau initialement à θ_1=20,6°C : $Q_1=m_1.C_{eau}.(\theta_f-\theta_1)$

Chaleur reçue par la masse m_2=250g d'eau initialement à θ_2=51,3°C $Q_2=m_2.C_{eau}.(\theta_f-\theta_2)$

Chaleur reçue par le récipient : $Q_3=K\ (\theta_f-\theta_1)$

Si on néglige les pertes thermiques : $Q_1+Q_2+Q_3=0$

$m_1.C_{eau}.(\theta_f-\theta_1)+m_2.C_{eau}.(\theta_f-\theta_2)+K.(\theta_f-\theta_1)=0$

$m_1.C_{eau}..\theta_f-m_1.C_{eau}..\theta_1+m_2.C_{eau}..\theta_f-m_2.C_{eau}..\theta_2+K.\theta_f-K.\theta_1=0$

$\theta_f(C_{eau}.(m_1+m_2)+K)-C_{eau}\ (m_1\theta_1+m_2\theta_2)-K.\theta_1=0$

$\theta_f(C_{eau}.(m_1+m_2)+K)=C_{eau}\ (m_1\theta_1+m_2\theta_2)+K.\theta_1$

$\theta_f = \frac{C_{eau}(m_1\theta_1+m_2\theta_2)+K\theta_1}{C_{eau}(m_1+m_2)+K}$=31,7°C

Exercice 4

a. $Q=m.C_{eau}.(\theta_f-\theta_i)=\rho.V.\ C_{eau}.(\theta_f-\theta_i)$=1 × 1 × 4180 ×(100 - 18) = 3,4.10^5 J

b. $P=\frac{Q}{\Delta t}\Leftrightarrow \Delta t=\frac{Q}{P}=\frac{3{,}4.10^5}{1800}$=190 s = 3 min 10 s

Exercice 5

a. $Q=m.C_{eau}.(\theta_f-\theta_i)=\rho.V.\ C_{eau}.(\theta_f-\theta_i)$=1 × 250 × 4180 × (60-20) = 4,18.10^7 J soit 4,18.10^7/3,6.10^6 =11,6 kWh.

b. $P=\frac{Q}{\Delta t}=\frac{11;6}{6}=1,9$ kW = 1,9.10^3 W

c. Même démarche qu'à l'exercice 2 avec $m_1=\rho.V_1$=1 × 40 = 40 kg d'eau initialement à θ_1=20℃, et $m_2=\rho.V_2=\rho.(V-V_1)$=1 × (250 - 40) = 210 kg d'eau à θ_2=60℃. On obtient θf=53,6℃=54℃.

d. $Q=m.C_{m\ eau}.(\theta_f-\theta_i)$= 250 × 4180 ×(60 - 53,6) = 6,7.10^6 J . C'est également la valeur de l'énergie thermique nécessaire pour réchauffer 40 kg d'eau de 20℃ à 60℃.

e. $\Delta t=\frac{Q}{P}$=3,5.10^3 s (presque 1h)

Exercice 6

a. $Q_{air}=m_{air}.C_{air}.(\theta_f-\theta_i)=\rho_{air}.V_{air}.\ C_{air}.(\theta_f-\theta_i)$=1,25 × (11 × 7 × 3) × 1,00.10^3 × (20 - 0) =5,8.10^6 J

b. $Q_{beton}=m_{beton}.C_{beton}.(\theta_f-\theta_i)=\rho_{beton}.V_{beton}.\ C_{beton}.(\theta_f-\theta_i)$ avec $V_{béton}$=56m^3 (=volume extérieur-volume intérieur).
Q_{beton}=2,3.10^3 × 56 × 0,80.10^3 × (10 - 0) =1,0.10^9 J

c. On constate que Q_{beton} / Q_{air} ≈ 200 : il faut donc beaucoup plus d'énergie thermique pour réchauffer les parois que l'air intérieur, même quand comme ici la température finale des parois est inférieure à celle de l'air intérieur (le calcul est évidemment assez approximatif car la température n'est pas uniforme à l'intérieur des parois, cependant il est raisonnable de postuler comme ici que leur température moyenne est intermédiaire entre la température intérieure et la température extérieure)

d. Un transfert thermique égal à la moitié de la valeur obtenue à la question *a* est perdu en une heure. $P=\frac{Q}{\Delta t}=\frac{2{,}9.10^6}{3600}$=1,6.10^3 W

Exercice 7

a,b et c **:** $Q=m.C.(\theta_f-\theta_i)$ en utilisant la valeur de la capacité thermique massique correspondant à l'état physique aux températures considérées (a : liquide, b:solide, c : vapeur).

a : 14 kJ. b: 1,7 kJ c: 2,8 kJ.

d: gaz → liquide : $Q= - m.L_v$ = -226 kJ e. solide → liquide : $Q= m.\ L_f$ = 33,3 kJ.

f. La transformation se décompose en 5 étapes :

vapeur d'eau à 120 ℃ → vapeur d'eau à 100℃ :
$Q=m.C_g(\theta_f-\theta_i)$= 0,100 × 1,41 × (100-120) =-2,02 kJ

vapeur d'eau à 100℃ → eau liquide à 100℃ : $Q= - m.L_v$ = -226 kJ eau liquide à 100℃ $\rightarrow$ eau liquide à 0℃ : $Q=m.C_{eau}(\theta_f-\theta_i)$= 0,100 $\times$ 4,18 $\times$ (0-100) = - 41,8 kJ

eau liquide à 0℃ $\rightarrow$ glace (eau solide) à 0℃ : $Q= - m.\ L_f$ = - 33,3 kJ

glace à 0℃ $\rightarrow$ glace à -20 ℃ : $Q=m.C_s(\theta_f-\theta_i)$=0,100 $\times$ 2,10 $\times$ (-20-0) = -4,2 kJ

Total : - 308 kJ

Exercice 8 :

La transformation se décompose en 3 étapes :

glace à -30℃ $\rightarrow$ glace à 0℃ : $Q=m.C_s(\theta_f-\theta_i)$=0,250 $\times$ 2,10 $\times$ (0-(-30)) = 15,8 kJ

glace à 0℃ $\rightarrow$ eau liquide à 0℃ : $Q= m.\ L_f$ = 0,250 $\times$ 333 = 83,3 kJ

eau à 0° $\rightarrow$ eau à 100℃ : $Q=m.C_{eau}(\theta_f-\theta_i)$=0,250 $\times$ 4,18 $\times$ (100 - 0) =105 kJ

Total : 204 kJ

Exercice 9

Analyse de la situation :

Système n°1 : 200 L d'eau du réservoir.
•Transformation : élévation de température de θ_{i1}=10℃ à θ_f=50℃
•Chaleur Q_1 reçue : $Q_1=\rho.V.C_{eau}(\theta_f-\theta_{i1})$=1000.0,2.4180 (50-10)=3,34.10^7 J

Système n°2 : la masse m de vapeur (m étant l'inconnue à déterminer)
•Transformation :
- refroidissement à l'état de vapeur de θ_{i2}=150℃ à $\theta_{liquéfaction}$=100℃ :
  chaleur recue : $m.C_{vapeur}.(\theta_{liquéfaction}-\theta_{i2})$
- puis liquéfaction (à 100℃) :
  chaleur reçue $-m.L_V$ (bien penser au signe)
- puis refroidissement à l'état liquide de 100℃ à 50 ℃.
  chaleur reçue $m.C_{eau}.(\theta_f-\theta_{liquéfaction})$

•Donc la chaleur totale Q_2 reçue par la vapeur est :
$Q_2=m.C_{vapeur}.(\theta_{liquéfaction}-\theta_{i2}) - m.L_V + m.C_{eau}.(\theta_f-\theta_{liquéfaction})$ =
$m\times(1,41.10^3(100-150)-2,26.10^6+4,18.10^3(50-100))=m\times(-2,54.10^6)$ en J si m est en kg.

La phrase "on néglige la capacité thermique des parois du réservoir" signifie qu'on peut négliger la chaleur absorbée par le réservoir lui-même.
Si on néglige les autres pertes on peut donc considérer que l'ensemble est isolé et n'échange pas d'énergie avec l'extérieur :
$Q_1+Q_2=0$
$m.(-2,54.10^6)$+ 3,34.10^7 =0
$m = \frac{3,34.10^7}{2,54.10^6}$ =<u>13 kg</u>

Exercice 10 - aide et résultats numériques

Système n°1 : 250 kg de vapeur d'eau

- Transformation : refroidissement de 120 °C à 100°C, puis liquéfaction à 100°C, puis refroidissement de 100°C à 25°C.
- Chaleur reçue Q_1

Système n°2 : une quantité inconnue , à déterminer, d'eau de la rivière (on peut déterminer sa masse ou son volume, il n'est pas précisé si on doit donner un débit massique ou volumique).

- Transformation : réchauffement de 15°C à 25°C
- Chaleur reçue Q_2

On suppose l'ensemble isolé (on néglige les pertes) : $Q_1+Q_2=0$

Résultats intermédiaires : $Q_1= - 6{,}5.10^8$ J. $Q_2=m \times 4{,}18.10^4$ (en J si m est en kg)

On trouve $m = 1{,}6.\ 10^4$ kg = 16 t

Il faut donc pomper 16 tonnes d'eau par heure, ou encore $V=\frac{m}{\rho}$=16 m^3 d'eau par heure