Exercice 1

La quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une quantité d'eau de masse m_1 est :

$$Q_1 = 100\ c\ m_1\ ,$$

avec c la chaleur spécifique de l'eau ($c = 4185$ J.kg^{-1}.K^{-1}).

La vaporisation de l'eau implique un changement d'état. Ainsi la quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser cette même quantité d'eau de masse m_1 est :

$$Q_2 = m_1\ L_v\ ,$$

avec L_v l'enthalpie de vaporisation de l'eau ($L_v = 2257.\ 10^3$ J.kg^{-1}).

Ainsi le rapport des deux donne :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{100\ c}{L_v} = 0.19\ .$$

Exercice 2

Au contact de la glace à 0°C, le plomb à 150°C libère une quantité de chaleur telle que :

$$Q = 150\ c_{plomb}\ m_{plomb}\ ,$$

correspondant à la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer une masse m_{eau} d'eau de l'état solide à l'état liquide, telle que :

$$Q = m_{eau}\ L_f\ ,$$

avec L_f l'enthalpie de fusion de l'eau ($L_f = 333$ J.kg^{-1}).

Ainsi on retrouve la masse d'eau fondue :

$$m_{eau} = \frac{150\ c_{plomb}\ m_{plomb}}{L_f} = 29.1\ g\ .$$

Exercice 3

Une quantité de chaleur transmise par conduction au travers d'un mur fait intervenir la loi de Fourier, de sorte que :

$$\Delta Q = k_T\ A\ \frac{\Delta T}{L}\ \Delta t = 2.02\ 10^3\ J\ .$$

Exercice 4

Dans le corps humain, les hydrates de carbone (aussi appelés glucides) sont stockés dans le corps humain à hauteur de 98 %. Ainsi seuls 98 % de l'énergie libérée par ces hydrates de carbone sera utilisée lors d'un effort physique, soit 4.02 kcal/g (soit 401.8 kcal pour 100 g).
Si l'homme consomme 150 kcal/h en courant, il devra donc courir :

$$\frac{401.8\ kcal}{150\ kcal/h} = 2.68\ h\ .$$

Exercice 5

Ce problème peut se résoudre par analyse dimensionnelle. On désire exprimer la température T_f de l'eau sortant du chauffe-eau, en fonction de la température T_i de l'eau entrant, du débit Q et de la puissance P de la résistance chauffante.

Les unités des différentes grandeurs sont :

$[T_i] = K$
$[T_f] = K$
$[Q] = m^3.s^{-1}$
$[P] = W = J.s^{-1}$

De façon à ce que la relation que l'on cherche soit homogène en terme d'unités, il est nécessaire d'introduire d'autres grandeurs telles que la chaleur spécifique de l'eau c et la masse volumique de l'eau ρ :

$[c] = J.kg^{-1}.K^{-1}$
$[\rho] = kg.m^{-3}$

Ainsi :

$$[T_f] - [T_i] = [Q]^a\ [P]^b\ [c]^c\ [\rho]^d\ ,$$

soit

$$K = \left(\frac{m^3}{s}\right)^a \left(\frac{J}{s}\right)^b \left(\frac{J}{kg\ K}\right)^c \left(\frac{kg}{m^3}\right)^d\ .$$

Pour que l'équation ci-dessus soit homogène dimensionnellement, il faut trouver les valeurs de a, b, c et d. Il vient donc que $c = -1$ de sorte que :

$$K = \left(\frac{m^3}{s}\right)^a \left(\frac{J}{s}\right)^b \left(\frac{kg\ K}{J}\right) \left(\frac{kg}{m^3}\right)^d\ .$$

De même $b = 1$ afin que les J s'annulent :

$$K = \left(\frac{m^3}{s}\right)^a \left(\frac{J}{s}\right) \left(\frac{kg\ K}{J}\right) \left(\frac{kg}{m^3}\right)^d .$$

Pour faire se compenser les kg il faut que $d = -1$

$$K = \left(\frac{m^3}{s}\right)^a \left(\frac{J}{s}\right) \left(\frac{kg\ K}{J}\right) \left(\frac{m^3}{kg}\right) .$$

Enfin, $a = -1$

$$K = \left(\frac{s}{m^3}\right) \left(\frac{J}{s}\right) \left(\frac{kg\ K}{J}\right) \left(\frac{m^3}{kg}\right) .$$

Ainsi on obtient la relation qui lie T_f en fonction de T_i, Q et P

$$[T_f] - [T_i] = [Q]^{-1}\ [P]\ [c]^{-1}\ [\rho]^{-1}$$

$$T_f = T_i + \frac{P}{Q\ c\ \rho} .$$