

Calorimétrie

Corrigés

Y. Fracheboud

10 avril 2025

CA138

bois }
brique } · 3
béton } : 4

$$24 : 4 + 5 \cdot 3 = \underline{\underline{21 \text{ cm}}}$$

CA141

$$m_1 = 100 \text{ kg} \quad T_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 25 \text{ kg} \quad T_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$m_3 = 5 \text{ kg} \quad T_3 = 60^\circ\text{C}$$

T_f : température finale.

$$m_1 (T_{f1} - T_1) = m_2 (T_2 - T_{f1})$$

$$m_1 \cdot T_{f1} - m_1 \cdot T_1 = m_2 \cdot T_2 - m_2 \cdot T_{f1}$$

$$m_1 \cdot T_{f1} + m_2 \cdot T_{f1} = m_2 \cdot T_2 + m_1 \cdot T_1$$

$$T_{f1} = \frac{m_2 \cdot T_2 + m_1 \cdot T_1}{m_1 + m_2} = \frac{25 \cdot 20 + 100 \cdot 10}{100 + 25} = 12^\circ\text{C}$$

$$T_{f2} = \frac{m_3 \cdot T_3 + m_1 \cdot T_1}{m_1 + m_3} = \frac{5 \cdot 60 + 100 \cdot 10}{100 + 5} = 12.38^\circ\text{C}$$

Il vaut mieux ajouter 5 l d'eau à 60°C

CA144

$E_{\text{recue}} = E_{\text{donnée}} ; E = m \cdot c \cdot \Delta T ; T_f = \text{Température finale}$

$$E_{\text{recue}} = 0.356 \cdot 4180 \cdot (T_f - 25)$$

$$E_{\text{donnée}} = 0.451 \cdot 4180 \cdot (32 - T_f)$$

$$0.356 \cdot 4180 (T_f - 25) = 0.451 \cdot 4180 (32 - T_f)$$

$$0.356 T_f - 8.9 = 14.432 - 0.451 T_f$$

$$(0.356 + 0.451) T_f = 14.432 + 8.9$$

$$0.807 T_f = 23.332$$

$$T_f = \frac{23.332}{0.807} = \underline{\underline{28.91 \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

CA145

On mélange d'abord 400g à 20°C et 200g à 30°C :

$$0.4 \cdot 4180 \cdot (T_f - 20) = 0.2 \cdot 4180 \cdot (30 - T_f)$$

$$0.4 T_f - 8 = 6 - 0.2 T_f$$

$$0.6 T_f = 14 \Rightarrow T_f = 23.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

On obtient 600g à 23,3°C qu'on mélange avec 500g à 50°C :

$$0.6 (T_f - 23.3) = 0.5 (50 - T_f)$$

$$1.1 T_f = 39 \Rightarrow T_f = \underline{\underline{35.5 \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

CA146

$T_{\text{équilibre}} < T_{\text{Cu}} \Rightarrow T_{\text{Sn}} < T_{\text{Cu}} \quad (\text{Sn: étain})$

$$m_{\text{Cu}} \cdot c_{\text{Cu}} (T_{\text{Cu}} - T_e) = m_{\text{Sn}} \cdot c_{\text{Sn}} (T_e - T_{\text{Sn}})$$

$$95 \cdot 490 (1200 - 1199) = 5 \cdot 240 (1199 - T_{\text{Sn}})$$

$$46'550 = 1200 (1199 - T_{\text{Sn}})$$

$$46'550 = 1438800 - 1200 T_{\text{Sn}}$$

$$1200 T_{\text{Sn}} = 1'392'250$$

$$T_{\text{Sn}} = \frac{1'392'250}{1200} = \underline{\underline{1160.2 \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

CA148a) m_{50} = masse d'eau à 50°C

$$\Delta T_1 = 13^\circ; \Delta T_2 = 7^\circ; m_{30} = 120$$

$$m_{50} \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta T_1 = m_{30} \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta T_2$$

$$m_{50} = \frac{m_{30} \cdot \Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{120 \cdot 7}{13} = \underline{\underline{64.6 \text{ l}}}$$

b) a: masse d'eau à 15° ; b: masse d'eau à 60°C

$$\begin{cases} a \cdot C_{\text{eau}} \cdot (37 - 15) = b \cdot C_{\text{eau}} (60 - 37) \\ a + b = 120 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a \cdot 22 = b \cdot 23 \\ a + b = 120 \Rightarrow b = 120 - a \end{cases}$$

$$a \cdot 22 = (120 - a) \cdot 23$$

$$22a = 2760 - 23a \quad | +23a$$

$$45a = 2760 \Rightarrow a = 61.3$$

$$b = 120 - 61.3 = \underline{\underline{58.7 \text{ l}}}$$

CA149

$$a) \quad E_A = 0.6 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_f - 30)$$

$$E_B = 0.4 \cdot C_{\text{eau}} (30 - 10) = 33440 \text{ J}$$

$$E_A = E_B$$

$$2508 (T_f - 30) = 33440$$

$$2508 \cdot T_f - 75240 = 33440$$

$$2508 \cdot T_f = 108680$$

$$T_f = \underline{\underline{43.3^\circ\text{C}}}$$

$$b) \bar{E}_B = 0.4 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (30-10) = 33440 \text{ J}$$

$$\bar{E}_C = 0.2 \cdot C_? \cdot (90-20) = 14 \cdot C_?$$

$$\bar{E}_B = \bar{E}_C$$

$$14 C_? = 33440 \Rightarrow C_? = \frac{33440}{14} = 2388.6 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$$

C'est probablement de la glycérine

CA150

$$C_{\text{pyrex}} = 830 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\bar{E} \text{ libérée par le bûcher} : 0.2 \cdot 830 (22-5) = 2822 \text{ J}$$

$$\bar{E} \text{ libérée par l'eau} : 0.5 \cdot 4180 (22-5) = 35530 \text{ J}$$

$$\bar{E} \text{ totale libérée} : 2822 + 35530 = \underline{\underline{38352 \text{ J}}}$$

CA151

$$\bar{E} = M_{\text{acier}} \cdot C_{\text{acier}} (T_{\text{Eq.}} - T_{\text{acier}}) + M_{\text{pyrex}} \cdot C_{\text{pyrex}} \cdot$$

$$(T_{\text{Eq.}} - T_{\text{pyrex}}) = M_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} (T_{\text{iceau}} - T_{\text{Eq.}})$$

$$0.02 \cdot 460 (72-20) + 0.2 \cdot 830 (72-20) = 0.2 \cdot 4180 \cdot (T_{\text{iceau}} - 72)$$

$$478.4 + 8632 = 836 (T_{\text{iceau}} - 72)$$

$$9110.4 = 836 T_{\text{iceau}} - 60192$$

$$836 T_{\text{iceau}} = 69302.4$$

$$T_{\text{iceau}} = \frac{69302.4}{836} = \underline{\underline{82.9 \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

CA153

$$M_{Pb} \cdot C_{Pb} (T_c - T_{iPb}) = M (T_{ieau} - T_c) + M_{eau} \cdot C_{eau} \cdot (T_{ieau} - T_c)$$

$$0.22 \cdot 130 (T_c - 20) = 72(60 - T_c) + 0.3 \cdot 4180 \cdot (60 - T_c)$$

$$28.6 T_c - 572 = 4320 - 72 T_c + 75240 - 1254 T_c$$

$$28.6 T_c + 1254 T_c + 72 T_c = 4320 + 75240 + 572$$

$$1354.6 T_c = 80132 \Rightarrow T_c = \underline{\underline{59.6}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

CA154

$$M_{air} \cdot C_{air} (T_{ia} - T_E) = M_{eau} \cdot C_{eau} (T_E - T_{ieau})$$

$$T_{ia} = \frac{M_{eau} \cdot C_{eau} (T_E - T_{ieau})}{M_{air} \cdot C_{air}} + T_E$$

$$= \frac{0.8 \cdot 4180 (17 - 12)}{0.185 \cdot 129} + 17 = \underline{\underline{717.6}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

CA156

$$m_{eau} \cdot C_{eau} (T_c - T_{ieau}) = M_{Ag} \cdot C_{Ag} (T_{iAg} - T_c)$$

$$0.4 \cdot 4180 (46 - 20) = M_{Ag} \cdot 235 (350 - 46)$$

$$43472 = M_{Ag} \cdot 71440$$

$$m_{Ag} = \frac{43472}{71440} \approx \underline{\underline{0.609}} \text{ Kg}$$

- b. Il faudrait également chauffer le calorimètre
 \Rightarrow la masse d'argent serait plus élevée.

CA162

$$a) \quad m_1 = 0.099 \text{ kg}; \quad m_2 = 0.072 \text{ kg}; \quad T_1 = 15^\circ\text{C},$$

$$T_2 = 50^\circ\text{C}; \quad T_e = 28^\circ\text{C}$$

$$m_1 \cdot C \cdot (T_e - T_1) + \mu (T_e - T_1) = m_2 \cdot C \cdot (T_2 - T_e)$$

$$\mu (T_e - T_1) = m_2 \cdot C \cdot (T_2 - T_e) - m_1 \cdot C \cdot (T_e - T_1)$$

$$\mu = \frac{m_2 \cdot C \cdot (T_2 - T_e) - m_1 \cdot C \cdot (T_e - T_1)}{T_e - T_1}$$

$$= \frac{0.072 \cdot 4180 \cdot (50 - 28) - 0.099 \cdot 4180 \cdot (28 - 15)}{28 - 15}$$

$$= \underline{95.5} \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$b) \quad m_{eau} \cdot C_{eau} (T_e - T_{i_{eau}}) + \mu (T_e - T_{i_{calcein\grave{e}he}}) =$$

$$m_{Pb} \cdot C_{Pb} (T_{i_{Pb}} - T_e)$$

$$0.12 \cdot 4180 \cdot 9 + 95.5 \cdot 9 = 0.568 \cdot 130 \cdot (T_{i_{Pb}} - 24)$$

$$5373.9 = 73.84 \cdot T_{i_{Pb}} - 1772.16$$

$$T_{i_{Pb}} = \underline{96.8}^\circ\text{C}$$

CA163

$$m_1 = 0.5 \text{ kg} ; m_2 = 0.5 \text{ kg} ; T_1 = 16^\circ\text{C} ; T_2 = 65^\circ\text{C}, \\ T_e = 40^\circ\text{C}$$

$$m_1 \cdot C \cdot (T_e - T_1) + \mu (T_e - T_1) = m_2 \cdot C \cdot (T_2 - T_e)$$

$$\mu (T_e - T_1) = m_2 \cdot C \cdot (T_2 - T_e) - m_1 \cdot C \cdot (T_e - T_1)$$

$$\mu = \frac{m_2 \cdot C \cdot (T_2 - T_e) - m_1 \cdot C \cdot (T_e - T_1)}{T_e - T_1}$$

$$= \frac{0.5 \cdot 4180 \cdot (65 - 40) - 0.5 \cdot 4180 \cdot (40 - 16)}{40 - 16}$$

$$= \underline{\underline{87.1}} \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

CA164

$$\frac{45}{4180} = 0.0108 \text{ kg} = \underline{\underline{10.8}} \text{ g}$$

CA166

$$m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} (T_e - T_{i\text{eau}}) + \mu (T_e - T_{i\text{eau}}) = m_{\text{acier}} \cdot C_{\text{acier}} \cdot (T_{i\text{acier}} - T_e)$$

$$m_{\text{acier}} = \rho_{\text{acier}} \cdot V = 7850 \cdot 14 \cdot 10^{-6} = 0.1099 \text{ kg}$$

$$0.6 \cdot 4180 (T_e - 20) + 44 (T_e - 20) = 0.1099 \cdot 460 (80 - T_e)$$

$$2508 \cdot T_e - 50160 + 44 \cdot T_e - 880 = 4044.32 - 50.554 \cdot T_e$$

$$2602.554 \cdot T_e = 55084.32$$

$$T_e = \underline{\underline{21.2^\circ\text{C}}}$$

CA178

a) Palier à $\sim 1070^\circ\text{C}$ \rightarrow σ (Température de fusion = 1064°C)

b) Palier à -197°C \rightarrow azote (fusion à -198°C)

c) Palier à 35°C \rightarrow ether (ébullition à 35°)

CA180

$$m_{\text{Fe}} \cdot C_{\text{Fe}} \cdot \Delta T = m_{\text{eau}} \cdot L_{\text{feau}}$$

$$m_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{Fe}} \cdot C_{\text{Fe}} \cdot \Delta T}{L_{\text{feau}}} = \frac{0.3 \cdot 449 \cdot 95}{3.3 \cdot 10^5} = 0.0388 \text{ kg} \\ = \underline{\underline{38.8 \text{ g}}}$$

CA181

chauffer la glace de -8 à 0°C : $m \cdot C \cdot \Delta T = 0.5 \cdot 260 \cdot 8 = 8260 \text{ J}$

faire fondre la glace: $m \cdot L_f = 0.5 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 165000 \text{ J}$

chauffer l'eau de 0 à 20° : $m \cdot C \cdot \Delta T = 0.5 \cdot 4180 \cdot 20 = 41800 \text{ J}$

total: 215060 J

CA1821° Chauffer la glace de -12 à 0 °C :

$$E = m \cdot C \cdot \Delta T = 0.3 \cdot 2060 \cdot 12 = 7416 \text{ J}$$

2° faire fondre la glace :

$$E = m \cdot L_f = 0.3 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 99'000 \text{ J}$$

3° Chauffer l'eau de 0 à 100 °C :

$$E = m \cdot C \cdot \Delta T = 0.3 \cdot 4180 \cdot 100 = 125'400 \text{ J}$$

4° Vaporiser l'eau :

$$E = m \cdot L_v = 0.3 \cdot 23 \cdot 10^5 = 690'000 \text{ J}$$

$$E_{\text{totale}} = 7416 + 99'000 + 125'400 + 690'000 = \underline{\underline{921'816 \text{ J}}}$$

CA183

$$m (T_{\text{fus}} - T_c) = m_{\text{glace}} \cdot L_f + m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} (T_e - T_{\text{iceau}})$$

$$981 (24 - 12) = m_{\text{glace}} \cdot 3.3 \cdot 10^5 + m_{\text{eau}} \cdot 4180 (12 - 0)$$

$$m_{\text{glace}} = m_{\text{eau}}$$

$$11772 = m_{\text{glace}} (3.3 \cdot 10^5 + 50'160)$$

$$m_{\text{glace}} = \frac{11772}{380'160} = 0.0310 \text{ kg} = \underline{\underline{31.0 \text{ g}}}$$

CA184

$$m \cdot 18 + m_{\text{glace}} \cdot C_{\text{glace}} \cdot 18 + m_{\text{glace}} \cdot L_f = m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} \cdot 76$$

$$32 \cdot 18 + 0.105 \cdot 2060 \cdot 18 + 0.105 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = m_{\text{eau}} \cdot 4180 \cdot 76$$

$$39'119.4 = m_{\text{eau}} \cdot 317'680$$

$$m_{\text{eau}} = \frac{39'119.4}{317'680} = 0.1231 \text{ kg} = \underline{\underline{123.1 \text{ g}}}$$

CA187

$$a) m_{\text{glace}} \cdot (c_{\text{glace}} \cdot (T_E - T_{i\text{glace}}) + m_{\text{glace}} \cdot L_f) = m_{\text{eau}} \cdot (c_{\text{eau}} \cdot (T_{i\text{eau}} - T_c))$$

$$0.4 \cdot 2060 \cdot 18 + 0.4 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = m_{\text{eau}} \cdot 4180 \cdot 50$$

$$m_{\text{eau}} = \frac{1.46832 \cdot 10^5}{2.09 \cdot 10^5} = 0.7025 \text{ kg} = \underline{\underline{702.5 \text{ g}}}$$

$$b) \text{Chauffer le calorimètre à } 0^\circ\text{C: } 50 \cdot 10 = 500 \text{ J}$$

$$\text{" " la glace à } 0^\circ\text{C: } 0.1 \cdot 2060 \cdot 10 = 2060 \text{ J}$$

$$\text{faire fondre la glace: } m \cdot L_f = 0.1 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 3.3 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\text{total: } 3.556 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$3.556 \cdot 10^4 = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T \Rightarrow m_{\text{eau}} = \frac{3.556 \cdot 10^4}{4180 \cdot 70} =$$

$$0.1215 \text{ kg} = \underline{\underline{121.5 \text{ g}}}$$

CA188- Chauffer le Pyrex de -18 à 100°C :

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T = 0.1 \cdot 830 \cdot 118 = 9794 \text{ J}$$

- Chauffer la glace de -18 à 0°C :

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T = 0.15 \cdot 2060 \cdot 18 = 5562 \text{ J}$$

- Faire fondre la glace:

$$E = m \cdot L_f = 0.15 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 49500 \text{ J}$$

- Chauffer l'eau de 0 à 100°C :

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T = 0.15 \cdot 4180 \cdot 100 = 62700 \text{ J}$$

- Vaporiser l'eau:

$$E = m \cdot L_v = 0.15 \cdot 23 \cdot 10^5 = 345000 \text{ J}$$

$$E_{\text{totale à fournir:}} 472556 \text{ J}$$

$$E_{\text{chimique consommée:}} \frac{E_u}{\eta} = \frac{472556}{0.23} = 2054591 \text{ J}$$

$$E_{\text{chim}} = m \cdot H \Rightarrow m = \frac{E}{H} = \frac{2054591}{46 \cdot 10^6} = 0.0447 \text{ kg}$$

$$= \underline{\underline{44.7 \text{ g}}}$$

CA190

a) Pour faire fondre 1.5 kg d'étain à 25°, il faut lui fournir:

$$E = m \cdot C \cdot \Delta T + m \cdot L_f$$

Température de fusion de l'étain : 232°C

$$1.5 \cdot 227 (232 - 25) + 1.5 \cdot 0,602 \cdot 10^5 = 160783,5 \text{ J}$$

En refroidissant de 340 à 232°C, 20 kg d'étain liquide fournissent $m \cdot C \cdot \Delta T = 20 \cdot 240 (340 - 232)$
 $= 518400 \text{ J}$

⇒ permet de faire fondre l'étain solide et d'augmenter sa température à une température d'équilibre T_e

$$20 \cdot 240 (340 - T_e) = 160783,5 + m \cdot C (T_e - 232)$$

$$1,632 \cdot 10^6 - 4800 T_e = 160783,5 + 1,5 \cdot 240 (T_e - 232)$$

$$1,632 \cdot 10^6 - 4800 T_e = 160783,5 + 360 T_e - 83520$$

$$1,632 \cdot 10^6 - 7,72635 \cdot 10^4 = 360 T_e + 4800 T_e$$

$$1554736,5 = 5160 T_e \Rightarrow T_e = \frac{1554736,5}{5160} = \underline{\underline{301,3^\circ\text{C}}}$$

b) La température d'équilibre serait plus haute, car le crouset a donné de l'énergie

CA191

a) En fondant la glace absorbe:

$$0.05 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 16'500 \text{ J}$$

à l'équilibre

$$16'500 + m_{\text{glace}} \cdot C_{\text{ea}} (T_e - 0) = m_{\text{ea}} \cdot C_{\text{em}} (20 - T_e) + m_{\text{calo}} (20 - T_e)$$

$$16'500 + 0.05 \cdot 4180 \cdot T_e = 0.3 \cdot 4180 (20 - T_e) + 80 (20 - T_e)$$

$$16'500 + 209 T_e = 25080 - 1254 T_e + 1600 - 80 T_e$$

$$209 T_e + 1254 T_e + 80 T_e = 25080 + 1600 - 16'500$$

$$1543 T_e = 10'180$$

$$T_e = \frac{10180}{1543} \hat{=} 6.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$b) \frac{80 \cdot 20 + 0.3 \cdot 4180 \cdot 20}{3.3 \cdot 10^5} = 0.0808 \text{ kg} = \underline{\underline{80.8 \text{ g}}}$$

CA192

pour atteindre 0°C l'acier absorbe: $0.4 \cdot 460 \cdot 18 = 3312 \text{ J}$ en refroidissant à 0°C l'eau dégage:

$$0.1 \cdot 4180 \cdot 5 = 2090 \text{ J} \Rightarrow \underline{\underline{\text{oui de l'eau gèle}}}$$

à l'équilibre:

$$3312 = 2090 + m_{\text{glace}} \cdot L_f = 2090 + m_{\text{glace}} \cdot 3.3 \cdot 10^5$$

$$m_{\text{glace}} = \frac{3312 - 2090}{3.3 \cdot 10^5} = 0,0037 \text{ kg} = \underline{\underline{3.7 \text{ g}}}$$

CA193

Pour faire fondre 150 g de glace à -15°C , il faut lui donner:

$$0.15 \cdot 2060 \cdot 15 + 0.15 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 54135 \text{ J}$$

En refroidissant à 0°C , le bac et l'eau dégagent:

$$0.25 \cdot 897 \cdot 55 + 0.2 \cdot 4180 \cdot 55 = 58313,75 \text{ J}$$

\Rightarrow toute la glace fond.

à l'équilibre:

$$54135 + M_{\text{glace}} \cdot C_{\text{eau}} (T_e - 0) = M_{\text{alu}} \cdot C_{\text{alu}} (55 - T_e)$$

$$+ M_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} \cdot (55 - T_e)$$

$$54135 + 0.15 \cdot 4180 \cdot T_e = 0.25 \cdot 897 (55 - T_e) + 0.2 \cdot 4180 (55 - T_e)$$

$$54135 + 627 T_e = 12333,75 - 224,25 T_e + 45980 - 836 T_e$$

$$627 T_e + 224,25 T_e + 836 T_e = 12333,75 + 45980 - 54135$$

$$1687,25 T_e = 4178,75 \Rightarrow T_e = \frac{4178,75}{1687,25} = \underline{\underline{2,5^{\circ}\text{C}}}$$