1. Norsk: I et rom har vi en temperatur T = 25°C og relativ fuktighet ϕ = 50%.
   (a) Hvor mye vanndamp er det i luften (i gram/m^3)?
   (b) Hva er partialtrykket til vanndampen i luften?
   (c) Hvis totaltrykket i rommet er 1,01 x 10^5 Pa, hva er partialtrykket til tørrluften i rommet?

   English: In a room we have a temperature T = 25°C and relative humidity ϕ = 50%.
   (a) How much water vapor is in the air (in grams/m^3) ?
   (b) What is the partial pressure of the water vapor in the air?
   (c) If the total pressure in the room is 1.01 x 10^5 Pa, what is the partial pressure of the dry air in the room?

Fasit:
(a) Fra tabell 13.6 i boken er metningsdamptettheten ρ_s = 23,0 g/m^3
Og vanndamptettheten er $\rho_v = \phi\ \rho_s$ = 0,50 x 23,0 g/m^3 = 11,5 g/m^3
(b) Også fra tabell 13.6 får vi metningsvanndamptrykket: $P_s = 3{,}17 \times 10^3$ Pa
Og partialtrykket til vanndamp er $P_v = \phi\ P_s$ = 0,50 x $3{,}17 \times 10^3$ Pa = $1{,}59 \times 10^3$ Pa
(c) Det totale trykket i rommet er trykket av tørr luft pluss trykket av vanndamp $P_{tot} = P_{tl} + P_v$
Trykket til den tørre luften er $P_{tl} = P_{tot} - P_v$ = 1,01 x 10^5 Pa – 0,0159 x 10^5 Pa
P_{tl} = 0,994 x 10^5 Pa.

English:
(a) From the table 13.6 in the book the saturation vapor density is ρ_s = 23.0 g/m^3
    And the water vapor density is $\rho_v = \phi\ \rho_s$ = 0.50 x 23.0 g/m^3 = 11.5 g/m^3
(b) Also from table 13.6 we get the saturation water vapor pressure: $P_s = 3.17 \times 10^3$ Pa
    And the partial pressure of water vapor is $P_v = \phi\ P_s$ = 0.50 x 3.17×10^3 Pa = 1.59×10^3 Pa
(c) The total pressure in the room is the pressure of dry air plus the pressure of water vapor
    $P_{tot} = P_{tl} + P_v$ The pressure of the dry air is $P_{tl} = P_{tot} - P_v$ = 1.01 x 10^5 Pa – 0.0159 x 10^5 Pa
    Ptl = 0.994 x 10^5 Pa.

2. Norsk: En blokk på 0,250 kg av et rent materiale oppvarmes fra 20,0°C til 65,0°C ved å tilføre 4,35 kJ energi. Beregn den spesifikke varmekapasiteten c og identifiser stoffet som det mest sannsynlig er sammensatt av (se tabell 14-1)

   English: A block of 0.250 kg of a pure material is heated from 20.0°C to 65.0°C by adding 4.35 kJ of energy. Calculate the specific heat capacity c and identify the substance of which it is most likely composed (see Table 14-1)

   Fasit:
   Materialet varmes opp fra T = 20,0°C til 65,0°C, $\Delta T = T_f - T_i$ = 65,0°C - 20,0°C = 45,0°C
   Bruk formelen Q = m c ΔT og løs den for spesifikke varmekapasiteten c
   $$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{4.35 \times 10^3\ \mathrm{J}}{0.250\ kg \cdot 45°C} = 387\ \mathrm{J/kg°C}$$

   Se på tabell 14.1 og dette materialet er mest sannsynlig kobber.

English:
The material is heated from T = 20.0°C to 65.0°C, $\Delta T = T_f - T_i$ = 65.0°C - 20.0°C = 45.0°C
Use the formula $Q = m\,c\,\Delta T$ and solve for the specific heat capacity c

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{4.35 \times 10^3\ \mathrm{J}}{0.250\ kg \cdot 45°C} = 387\ \mathrm{J/kg°C}$$

Look at table 14.1 and this material is most likely copper.

3. Norsk: Varme isstykke:
   a. Hvor stor varmeoverføring er nødvendig for å øke temperaturen på et isstykke på 0,200 kg fra −20,0 °C til 130°C inkludert energien som trengs for faseendringer?
   b. Hvor mye tid kreves for hvert trinn, forutsatt en konstant 20,0 kJ/s varmeoverføringshastighet?
   c. Lag en graf over temperatur kontra tid for denne prosessen.

English: Heating a piece of ice:
a. How much heat is required to raise the temperature of a 0.200 kg block of ice from −20.0°C to 130°C including the energy needed for phase changes?
b. How much time is required for each step, assuming a constant 20.0 kJ/s heat transfer rate?
c. Make a graph of temperature versus time for this process.

Fasit:
There are 5 steps in the heating process which must be calculated separately:
1) Heat the ice from T_i = −20.0°C to the melting point T = 0.0°C
2) Melt the ice to water
3) Heat the water from T = 0.0°C to the boiling temperature T = 100.0°C
4) Evaporate the water from liquid to vapor
5) Heat the vapor from T = 100.0°C to the final temperature T_f = 130°C

The heat calculations:

1) Heat up the ice: use heat capacity of ice c_{is} = 2090 J/kg°C
   Varme isen: bruke varmekapasiteten til is c_{is} = 2090 J/kg°C

   $Q_{ice} = m\, c_{is}\, \Delta T$
   $\Delta T = T_f - T_i$ = 0.0°C – (−20.0°C) = 20.0°C
   Q_{ice} = 0.200 kg · 2090 J/kg°C · 20.0°C = 8.36 x 10^3 J

2) Melt the ice: use latent heat of fusion for water (energy to melt the ice to water)
   Smelt isen: bruk latent fusjonsvarme for vann (energi for å smelte isen til vann)
   L_f = 334 x 10^3 J/kg
   $Q_{melt} = m\, L_f$ = 0.200 kg · 334 x 10^3 J/kg = 6.68 x 10^3 J

3) Heat up the melted ice: use heat capacity of water c_w = 4186 J/kg°C
   Varm opp den smeltede isen: bruk varmekapasiteten til vannet c_w = 4186 J/kg°C
   $Q_{water} = m\, c_w\, \Delta T$
   $\Delta T = T_f - T_i$ = 100.0°C – 0.0°C = 100.0°C
   $Q_{water} = m\, c_w\, \Delta T$ = 0.200 kg · 4186 J/kg°C · 100.0°C = 83.7 x 103 J

4) Evaporate the water: use latent heat of vaporization for water $L_v = 2256 \times 10^3$ J/kg
Fordamp vannet: bruk latent fordampningsvarme for vann $L_v = 2256 \times 10^3$ J/kg
$Q_{vap} = m\, L_v = 0.200 \text{ kg} \cdot 2256 \times 10^3 \text{ J/kg} = 451 \times 10^3 \text{ J}$

5) Heat the water vapor: use heat capacity of steam $c_{steam} = 2020$ J/kg°C
Here we will assume constant pressure P = 1 atm
Varm opp vanndampen: bruk varmekapasiteten til damp $c_{steam} = 2020$ J/kg°C
Her vil vi anta konstant trykk P = 1 atm

$\Delta T = T_f - T_i = 130.0°C - 100.0°C = 30.0°C$
$Q_{steam} = m\, c_{steam}\, \Delta T = 0.200 \text{ kg} \cdot 2020 \text{ J/kg°C} \cdot 30.0°C = 12.1 \times 10^3 \text{ J}$

Total heat for the whole process / Varmen for hele processen:

$Q_{tot} = Q_{ice} + Q_{melt} + Q_{water} + Q_{vap} + Q_{steam} = 622 \times 10^3 \text{ J} = 622 \text{ kJ}$ z

b) Time for each step: Tid for hvert trinn $\dot{Q} = 20.0$ kJ / s

$$Q = \dot{Q} \cdot t$$

$$t = \frac{Q}{\dot{Q}}$$

$t_1 = \frac{8.36\ kJ}{20.0\ kJ/s} = 0.42\ s$ heat ice / opvarm is

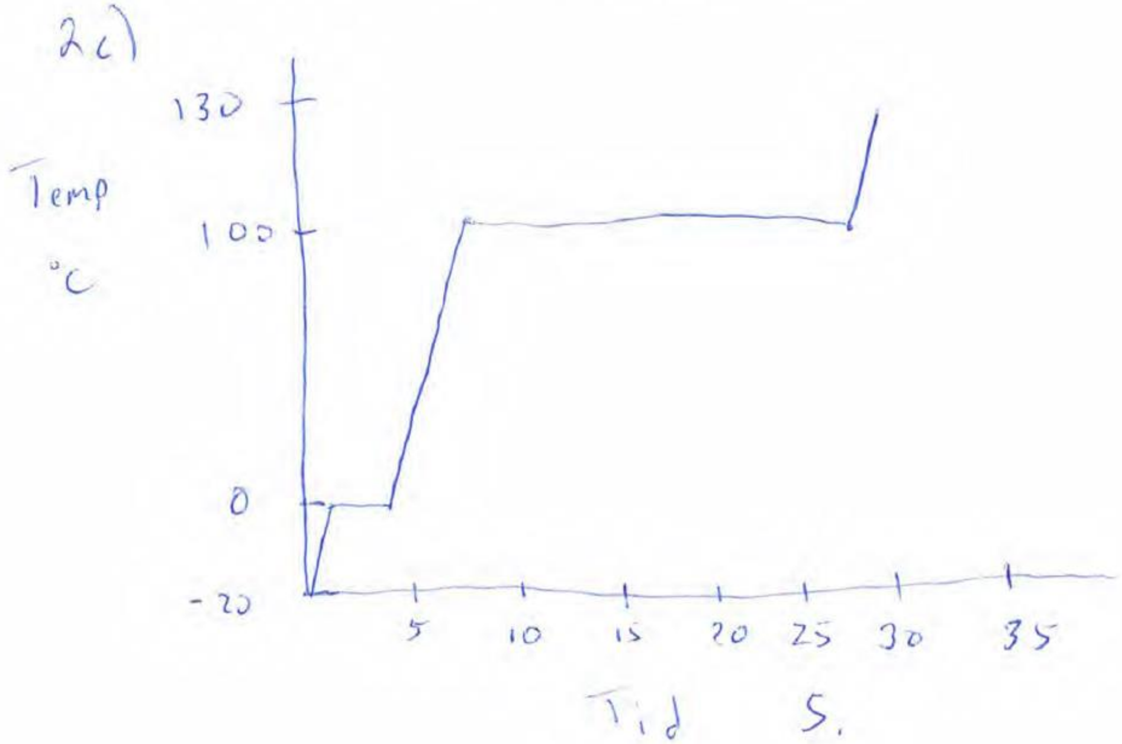
$t_2 = \frac{66.8\ kJ}{20.0\ kJ/s} = 3.3\ s$ melt ice / smelter is

$t_3 = \frac{83.7\ kJ}{20.0\ kJ/s} = 4.2\ s$ heat water / opvarm vann

$t_4 = \frac{451\ kJ}{20.0\ kJ/s} = 22.6\ s$ evaporate water / fordamper vann

$t_5 = \frac{12.1\ kJ}{20.0\ kJ/s} = 0.6\ s$ heat water vapor / opvarm vanndamp

Total time / total tid: 31.2 Seconds


2c)
130
Temp
°C
100
0
-20
5
10
15
20
25
30
35
Tid s.