7 Värme och temperatur

701. Temperaturändringen $\Delta T = (50 - 20)$ K = 30 K
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 2{,}0 \cdot 30$ kJ = 251 kJ

Svar: 250 kJ

702. $E = c \cdot m \cdot \Delta T$

$$c = \frac{E}{m \cdot \Delta T} = \frac{22}{0{,}350 \cdot 26} \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} = 2{,}4 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

Svar: 2,4 kJ/(kg · K)

703. 2 dl = 0,2 liter vatten väger 0,2 kg.
Glöggens temperatur sänks från 82 °C till 37 °C, dvs. en temperaturändring av (82 – 37) °C = 45 °C = 45 K.
Glöggen avger värmen
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}2 \cdot 45$ kJ = 38 kJ
Denna energi överförs till Pär.

Svar: 38 kJ

704. Poolens volym är $14 \cdot 1{,}8$ m^3 = 25,2 m^3
1 m^3 vatten väger 1000 kg.
Vattnet i poolen väger $25{,}2 \cdot 1000$ kg = 25200 kg.
Vattnet ska värmas (26 – 18) °C = 8 °C = 8 K.
För detta krävs tillförsel av energi
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 25200 \cdot 8$ kJ $= 8{,}4 \cdot 10^5$ kJ =
= 840 MJ

Svar: 840 MJ

705-709. Se lärobokens facit.

710. a) Diagrammet visar att temperaturen har höjts från 20 °C till 140 °C på 10 minuter, dvs. en temperaturändring på 120 K.
10 minuter = 600 s.
På denna tid har kopparn tillförts energin
$E = P \cdot t = 1200 \cdot 600$ J = 720 kJ
$E = c \cdot m \cdot \Delta T$

$$c = \frac{E}{m \cdot \Delta T} = \frac{720}{14{,}000 \cdot 120} \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} = 0{,}43 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

b) Om tillförd effekt hade varit hälften så stor och mängden koppar dubbelt så stor, så hade det tagit fyra gånger så lång tid att värma upp kopparen. Linjens lutning hade endast varit en fjärdedel så stor.
c) Då hade det tagit längre tid att värma upp kopparen och linjen hade inte lutat så brant uppåt. Lutningen hade dessutom minskat allt mer ju varmare kopparen hade blivit.

Svar: a) 0,43 kJ/(kg · K)   b), c) se ovan

711. Blandningen får temperaturen x °C.
Det vatten som Isabella häller i avger värmen
$c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot 4{,}0 \cdot (50 - x)$
Vattnet i akvariet kommer att värmas upp och upptar värmen
$c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot 60 \cdot (x - 17)$
Avgiven värme = upptagen värme
$c \cdot 4{,}0 \cdot (50 - x) = c \cdot 60 \cdot (x - 17)$
$4{,}0 \cdot (50 - x) = 60 \cdot (x - 17)$
$200 - 4x = 60x - 1020$

$$64x = 1220 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{1220}{64} \text{ °C} = 19 \text{ °C}$$

Svar: 19 °C

712. Vattnet värms från 14 °C till 100 °C.
Temperaturhöjningen är $\Delta T = (100 - 14)$ °C = 86 °C.
2,5 dl vatten väger 0,25 kg.
För att värma vattnet åtgår energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}25 \cdot 86$ kJ = 89,87 kJ
För att överföra denna energimängd på tiden
t = 3 min 20 s = 200 s krävs effekten

$$P = \frac{E}{t} = \frac{89{,}87 \cdot 10^3}{200} \text{ W} = 449 \text{ W}$$

Verkningsgraden är $\eta = \frac{P_{\text{nyttig}}}{P_{\text{tillförd}}} = \frac{449}{800} = 0{,}56$

Svar: 0,56

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

713. a) Vattnet värms från 10 °C till x °C.
Temperaturhöjningen är ΔT = (x – 10) °C
Vattnet upptar värmen
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 2{,}5 \cdot (x - 10)$ kJ
Stenens temperatur sjunker från 600 °C till x.
Den varma stenen avger värmen
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}9 \cdot 1{,}5 \cdot (600 - x)$ kJ
Upptagen värme = avgiven värme
$4{,}18 \cdot 2{,}5 \cdot (x - 10) = 0{,}9 \cdot 1{,}5 \cdot (600 - x)$
$10{,}45x - 104{,}5 = 810 - 1{,}35x$
$11{,}8x = 914{,}5$

$$x = \frac{914{,}5}{11{,}8} = 77{,}5$$

Temperaturen blev 78 °C.
b) Se lärobokens facit.

Svar: a) 78 °C b) –

714-715. Se lärobokens facit.

716. a) Specifika smältentalpiteten för is är l_s = 334 kJ/kg.
För att smälta 15 g is krävs energin
$E = l_s \cdot m = 334 \cdot 0{,}015$ kJ = 5,0 kJ
b) Smältvattnets temperatur ska höjas från 0 °C till 37 °C, en temperaturhöjning ΔT = 37 °C.
För detta krävs energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}015 \cdot 37$ kJ = 2,3 kJ

Svar: a) 5,0 kJ b) 2,3 kJ

717. Se lärobokens facit.

718. Ångbildningsentalpiteten för vatten vid temperaturen 20 °C är 2450 kJ/kg.
5,8 m^3 vatten väger 5800 kg.
För att förånga denna mängd vatten krävs energin
$E = l_å \cdot m = 2450 \cdot 5800$ kJ = 14 GJ

Svar: 14 GJ

719. Vi betraktar i detta sammanhang snö som likvärdigt med is. Specifika smältentalpiteten för is är l_s = 334 kJ/kg.
För att smälta 30000 ton = $3 \cdot 10^7$ kg is krävs energin
$E = l_s \cdot m = 334 \cdot 3 \cdot 10^7$ kJ = $1{,}0 \cdot 10^{10}$ kJ = 10 TJ
1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J

$$10 \text{ TJ} = \frac{10 \cdot 10^{12}}{3{,}6 \cdot 10^6} \text{ kWh} = 2{,}8 \cdot 10^6 \text{ kWh} = 2{,}8 \text{ GWh}$$

Svar: 10 TJ (2,8 GWh)

720. a) Aluminium har specifika värmekapaciteten c = 0,90 kJ/(kg · K). Dess smältpunkt är 660 °C.
Vi låter rummets temperatur vara 20 °C. Aluminiumets temperatur ska först höjas ΔT = (660 – 20) °C = 640 °C.
För det krävs tillförsel av energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}90 \cdot 1500 \cdot 640$ kJ = 864 MJ
b) Smältentalpiteten för aluminium är l_s = 396 kJ/kg.
Smältvärmet är $E = l_s \cdot m = 396 \cdot 1500$ kJ = 594 MJ

Svar: a) 860 MJ b) 590 MJ

721. Se lärobokens facit.

722. 80 m^3 vatten väger 80000 kg.
Kylvattnet har upptagit energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 80000 \cdot 10$ kJ = $3{,}34 \cdot 10^6$ kJ
Ångbildningsentalpiteten för vatten är $l_å$ = 2260 kJ/kg.
Då x kg vatten kondenserar avges energin
$E = l_å \cdot x = 2260 \cdot x$ kJ
Avgiven energi = upptagen energi

$$2260 \cdot x = 3{,}34 \cdot 10^6 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{3{,}34 \cdot 10^6}{2260} = 1480$$

Ca 1500 kg vattenånga kondenseras.

Svar: 1500 kg

723. Specifika smältentalpiteten för is är l_s = 334 kJ/kg.
Isens volym är $1893 \cdot 10^6 \cdot 0{,}20\ m^3 = 3{,}8 \cdot 10^8\ m^3$.
Isens densitet är ρ = 920 kg/m^3
Isen väger $m = 920 \cdot 3{,}8 \cdot 10^8$ kg = $3{,}5 \cdot 10^{11}$ kg.
Vi antar att isens temperatur är 0 °C.
För att smälta denna is krävs energin
$E = l_s \cdot m = 334 \cdot 3{,}5 \cdot 10^{11}$ kJ = $1{,}2 \cdot 10^{14}$ kJ =
= $1{,}2 \cdot 10^{17}$ J
1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J

$$1{,}2 \cdot 10^{17} \text{ J} = \frac{1{,}2 \cdot 10^{17}}{3{,}6 \cdot 10^6} \text{ kWh} = 3{,}2 \cdot 10^{10} \text{ kWh} = 32 \text{ TWh}$$

Svar: $1{,}2 \cdot 10^{17}$ J (32 TWh)

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

724. Koppar har densiteten ρ = 8933 kg/m^3.
2,5 m^3 koppar har massan
$m = \rho \cdot V = 8933 \cdot 2{,}5$ kg = 22333 kg
Smältpunkten för koppar är 1085 ^{o}C, dess specifika värmekapacitet c = 0,387 kJ/(kg · K) och dess smältentalpitet l_s = 208 kJ/kg.
För att höja temperaturen hos kopparen från 20 ^{o}C till smältpunkten åtgår energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T =$
$= 0{,}387 \cdot 22333 \cdot (1085 - 20)$ kJ = $9{,}2 \cdot 10^6$ kJ
För att sedan smälta kopparen krävs ytterligare energi
$E = l_s \cdot m = 208 \cdot 22333$ kJ = $4{,}6 \cdot 10^6$ kJ
Totalt erfordras således energin
$(9{,}2 \cdot 10^6 + 4{,}6 \cdot 10^6)$ kJ = $1{,}4 \cdot 10^7$ kJ = 14 GJ

Svar: 14 GJ

725. Densiteten för mjölk är 1023 kg/m^3. Specifika värmekapaciteten för mjölk är c = 3,85 kJ/(kg · K).
2 dl = 0,2 l = 0,2 dm^3 = 0,0002 m^3
2 dl mjölk väger $1023 \cdot 0{,}0002$ kg = 0,2046 kg
För att värma 2 dl mjölk från 8 ^{o}C till 82 ^{o}C åtgår energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 3{,}85 \cdot 0{,}2046 \cdot (82 - 8)$ kJ = 58,29 kJ
Anta att x kg vattenånga med temperaturen 100 ^{o}C dels kondenserar till flytande vatten, dels svalnar till 82 ^{o}C.
Då avges vid kondensationen energin
$E_1 = l_å \cdot m = 2260 \cdot x$ kJ och vid avsvalningen
$E_2 = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot x \cdot (100 - 82)$ kJ = $75{,}24 \cdot x$
Avgiven värme = upptagen värme
$2260 \cdot x + 75{,}24 \cdot x = 58{,}29$
$2335{,}24 \cdot x = 58{,}29$
$$x = \frac{58{,}29}{2335{,}24} = 0{,}025$$
0,025 kg = 25 g vatten sprutas in i mjölken.

Svar: 25 g

726-729. Se lärobokens facit.

730. Tvärsnittsarean A = 10 km^2 = $10 \cdot 10^6$ m^2
Luftströmmens hastighet är
$$80 \text{ km/h} = \frac{80}{3{,}6} \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}.$$
På 1 s förflyttar den sig sträckan s = 22 m
Volymen av denna luft är
$V = A \cdot s = 10 \cdot 10^6 \cdot 22$ m^3 = $2{,}2 \cdot 10^8$ m^3
Luftens densitet är r = 0,4 kg/m^3.
Luften väger $2{,}2 \cdot 10^8 \cdot 0{,}4$ kg = $8{,}8 \cdot 10^7$ kg.
Om hastigheten är 80 km/h = 22 m/s blir rörelseenergin
$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{8{,}8 \cdot 10^7 \cdot 22^2}{2} \text{ J} = 2{,}2 \cdot 10^{10} \text{ J}$$
Detta är energi under 1 s.
Effekten är således $2{,}2 \cdot 10^{10}$ W = 22 GW

Svar: 22 GW

731-734. Se lärobokens facit.

735. Vi uppskattar Vänern som ett rätblock med längden 80 km, bredden 70 km och med djupet 20 m. Vänerns volym är då $V = 80000 \cdot 70000 \cdot 20$ m^3 = $1{,}1 \cdot 10^{11}$ m^3.
Vattens densitet är 1000 kg/m^3. Vänerns vatten väger
$1000 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{11}$ kg = $1{,}1 \cdot 10^{14}$ kg.
Anta också att temperaturen sänks med 10 ^{o}C.
Då avges värmet
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{14} \cdot 10$ kJ = $5 \cdot 10^{15}$ kJ =
= $5 \cdot 10^{18}$ J
1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J
$$5 \cdot 10^{18} \text{ J} = \frac{5 \cdot 10^{18}}{3{,}6 \cdot 10^6} \text{ kWh} = 1{,}3 \cdot 10^{12} \text{ kWh} = 1300 \text{ TWh}$$

Svar: $5 \cdot 10^{18}$ J (1300 TWh)

736-738. Se lärobokens facit.

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

739. a) I Sverige rör vi oss österut med hastigheten 800 km/h och i Kongo rör vi oss österut med hastigheten 1700 km/h. Skillnaden i rotationshastighet är (1700 – 800) km/h = 900 km/h

b) Hastighetsändringen $900 \text{ km/h} = \frac{900}{3,6} \text{ m/s} = 250 \text{ m/s}$

sker på tiden 6 h = 6 · 600 s = 21600 s
Medelaccelerationen är

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{250}{21600} \text{ m/s}^2 = 0,012 \text{ m/s}^2$$

c) Om jag väger 70 kg är kraften
$F = m \cdot a = 70 \cdot 0,012 \text{ N} = 0,81 \text{ N}$
Eftersom hastighetsökningen är riktad åt öster så är även kraften det.
d) Då är kraften riktad åt väster.
e) På sydpolen är hastigheten noll. En resa till Kongo innebär en hastighetsökning på

$$1700 \text{ km/h} = \frac{1700}{3,6} \text{ m/s} = 472 \text{ m/s}$$

12 h = 12 · 600 s = 43200 s
Medelaccelerationen är

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{472}{43200} \text{ m/s}^2 = 0,011 \text{ m/s}^2$$

Medelkraften $F = m \cdot a = 70 \cdot 0,011 \text{ N} = 0,77 \text{ N}$
är riktad åt öster.

Svar: a) 900 km/h b) 0,012 m/s^2 c) 0,81 N, riktad åt öster d) åt väster e) 0,77 N riktad åt öster

740-748. Se lärobokens facit.

749. a) Luften accelereras åt det håll där det låga trycket befinner sig.
b) Om tryckskillnaden är 1,4 Pa/m, kommer tryckskillnaden att vara 1,4 · 0,92 Pa = 1,288 Pa på ett luftpaket med 0,92 m sida.
Sidoytan av luftpaketet har arean
$A = 0,92^2 \text{ m}^2 = 0,8464 \text{ m}^2$
Luftpaketet utsätts därför av en nettokraft
$F = p \cdot A = 1,288 \cdot 0,8464 \text{ N} = 1,09 \text{ N}$
Det utsätts då för en acceleration

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1,09}{1,00} \text{ m/s}^2 = 1,09 \text{ m/s}^2$$

Svar: a) åt det låga trycket b) 1,1 m/s^2

750-751. Se lärobokens facit.

752. a) 20 $^{\circ}$C = (20 + 273) K = 293 K
24 $^{\circ}$C = (24 + 273) K = 297 K
Om trycket är konstant är volymen proportionell mot temperaturen i kelvin.

$$\frac{297}{293} = 1,014$$

Temperaturen ökar således med ca 1,4 %.
Då ökar även luftpaketets volym med 1,4 %.

b) $\rho = \frac{m}{V}$

Om volymen ökar och massan är konstant så minskar densiteten. Om volymen ökar med 1,4 % så blir den nya densiteten $\rho' = \frac{m}{1,014 \cdot V} = 0,987 \cdot \frac{m}{V}$

Densiteten minskar med 1,3 %.
c) Det påverkas av en lyftkraft. Eftersom volymen har ökat kommer lyftkraften att öka.
Om volymen tidigare var V och denna volym har ökat till $1,014 \cdot V$, så har lyftkraften enligt Arkimedes princip ökat med $F = \rho \cdot g \cdot V = 1,29 \cdot 9,82 \cdot (1,014 \cdot V - V) =$
$= 1,29 \cdot 9,82 \cdot 0,014 \cdot V == 0,17 \cdot V$

Svar: a) Volymen ökar med 1,4 % b) Densiteten minskar med 1,3 % c) Luften påverkas av en lyftkraft.

753. a) Specifika ångbildningsentalpiteten för vatten vid temperaturen 20 $^{\circ}$C är $l_å = 2450$ kJ/(kg · K).
Då 1,5 g vatten förångas vid denna temperatur avges energin $E_å = l_å \cdot m = 2450 \cdot 0,0015 \text{ kJ} = 3,7 \text{ kJ}$
Denna energi avges till den omgivande luften med massan 1,00 kg som då värms upp. Specifika värmekapaciteten för luft är $c = 1,01$ kJ/(kg · K).
$E_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 1,01 \cdot 1,00 \cdot \Delta T \text{ kJ} = 3,7 \text{ kJ}$

$$\Delta T = \frac{3,7}{1,01 \cdot 1,00} \ ^{\circ}\text{C} = 3,7 \ ^{\circ}\text{C}$$

b) Se lärobokens facit.

Svar: a) Temperaturen ökar 3,7 $^{\circ}$C b) –

754. Se lärobokens facit.

755. Det går 2,3 minuter fortare om man använder lock.
2,3 minuter = 2,3 · 60 s = 138 s
Energi $E = P \cdot t = 1500 \cdot 138 \text{ J} = 207 \text{ kJ}$

Svar: 210 kJ

756. Se lärobokens facit.

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

757. 38 ml = 38 cm^3

Svavelsyra har densiteten 1,84 g/cm^3.

38 cm^3 svavelsyra har massan 1,84 · 38 g = 70 g
Specifika värmekapaciteten för svavelsyra är
c = 1,38 kJ/(kg · K).

Att höja temperaturen på 38 ml svavelsyra 55 ^oC kräver tillförsel av energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 1{,}38 \cdot 0{,}070 \cdot 55$ kJ = 5,3 kJ

Svar: 5,3 kJ

758-764. Se lärobokens facit.

765. Avgiven värme är
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 2{,}5 \cdot 10^6 \cdot 2{,}4$ kJ = $2{,}5 \cdot 10^7$ kJ =
= 25 GJ

Svar: 25 GJ

766. a) Temperaturändringen är 70 ^oC.
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 1{,}5 \cdot 70$ kJ = 439 kJ
b) Smältentalpiteten för is är l_s = 334 kJ/kg.
Att smälta 1,5 kg nollgradig is kräver energin
$E = l_s \cdot m = 334 \cdot 1{,}5$ kJ = 501 kJ
c) Ångbildningsentalpiteten för vatten är $l_å$ = 2260 kJ/kg.
Att förånga 1,5 kg vatten med temperaturen 100 ^oC kräver energin
$E = l_å \cdot m = 2260 \cdot 1{,}5$ kJ = 3390 kJ = 3,4 MJ
d) Specifika värmekapaciteten för tenn är
c = 0,23 kJ/(kg · K).
Smältentalpiteten för tenn är l_s = 59 kJ/kg.
Smältpunkten är 232 ^oC.
Att höja temperaturen på tennet från 20 ^oC till 233 ^oC, dvs. 213 K kräver energin
$E_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}23 \cdot 1{,}5 \cdot 213$ kJ = 73,5 kJ
Att sedan smälta tennet kräver energin
$E_2 = l_s \cdot m = 59 \cdot 1{,}5$ kJ = 88,5 kJ
Total energi $E_1 + E_1$ = (73,5 + 88,5) kJ = 162 kJ

Svar: a) 440 kJ b) 500 kJ c) 3,4 MJ d) 0,16 MJ

767-768. Se lärobokens facit.

769. Ångbildningsentalpiteten för vatten vid temperaturen 100 ^oC är $l_å$ = 2450 kJ/kg.

Att förånga 60 g vatten med temperaturen 20 ^oC kräver energin
$E = l_å \cdot m = 2450 \cdot 0{,}060$ kJ = 147 kJ

Svar: 0,15 MJ

770-771. Se lärobokens facit.

772. a) Då temperaturen på 2,0 liter vatten sänks 12 ^oC bortförs energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 2{,}0 \cdot 12$ kJ = 100 kJ
b) Då vattnet sedan fryser bortförs ytterligare
$E = l_s \cdot m = 334 \cdot 2{,}0$ kJ = 668 kJ
Totalt bortförs således (100 + 668) kJ = 768 kJ

Svar: a) 100 kJ b) 770 kJ

773-777. Se lärobokens facit.

778. Hälften av 4950 m^3 är 2475 m^3.
Om denna mängd luft ska bytas varje timme innebär det att luftvolymen 2475 · 24 · 90 m^3 = $5{,}346 \cdot 10^6$ m^3 luft byts under 90 dagar.
Luftens densitet är 1,3 kg/m^3.
Luften väger alltså $1{,}3 \cdot 5{,}346 \cdot 10^6$ kg = $6{,}9 \cdot 10^6$ kg.
Specifika värmekapaciteten för luft är
c = 1,01 kJ/(kg · K).
Att höja temperaturen på luften 28 ^oC kräver energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 1{,}01 \cdot 6{,}9 \cdot 10^6 \cdot 28$ kJ = $2{,}0 \cdot 10^8$ kJ
1 kWh = 3,6 MJ

$$2{,}0 \cdot 10^8 \text{ kJ} = \frac{2{,}0 \cdot 10^{11}}{3{,}6 \cdot 10^6} \text{ kWh} = 55000 \text{ kWh}$$

Låt energipriset vara 1,5 kr/kWh.
Kostnaden för uppvärmningen är då
1,5 · 55000 kr = 82000 kr

Svar: 80000 kr

779-780. Se lärobokens facit.

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

781. a) Koppar har specifika värmekapaciteten
c = 0,39 kJ/(kg · K).
Kopparnubben ökar sin temperatur med 25 ^{o}C.
Den tar då upp energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}39 \cdot 0{,}0004 \cdot 25$ kJ = 3,9 J
b) Friktionskraften F_f utför ett arbete av 3,9 Nm.

$$W = F_f \cdot s \quad \Rightarrow \quad F_f = \frac{W}{s} = \frac{3{,}9}{0{,}013} \text{ N} = 300 \text{ N}$$

Svar: a) 3,9 J b) 300 N

782. Kaffe har i detta sammanhang samma egenskaper som vatten. Om temperaturen på vatten sänks 15 ^{o}C förlorar vattnet energi i proportion till mängden. En kanna kaffe är en försumbar mängd jämfört med en simbassäng.
Koppar har specifika värmekapaciteten
c = 0,39 kJ/(kg · K).
Om temperaturen på 1 ton koppar sänks 15 ^{o}C förlorar kopparen energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}39 \cdot 1000 \cdot 15$ kJ = 5850 kJ
En viss mängd vatten m_v ska förlora lika mycket energi vid en temperatursänkning 15 ^{o}C.
Energin är $E = c \cdot m_v \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot m_v \cdot 15$ kJ = 5850 kJ

$$m_v = \frac{5850}{4{,}18 \cdot 15} \text{ kg} = 93 \text{ kg}$$

Det är bara massan hos en tunna vatten.
Simbassängen förlorar mest energi.

Svar: B (simbassängen)

783. Se lärobokens facit.

784. a) Molvikten för C är 12 g/mol och för O_2 32 g/mol.
Molvikten för CO_2 är således
(12 + 32) g/mol = 44 g/mol.
För varje kolatom bildas 1 CO_2-molekyl.

För varje kg kol bildas då $\frac{44}{12} = 3{,}7$ kg koldioxid .

0,63 kg kol motsvarar 0,63 · 3,7 = 2,3 kg koldioxid.
b) Koldioxid har densiteten 1,98 kg/m^3.
2,3 kg koldioxid upptar således volymen

$$\frac{2{,}3}{1{,}98} \text{ m}^3 = 1{,}2 \text{ m}^3$$

c) 0,039 % av 1,0 m^3 = 0,00039 m^3
d) Om man ska dubbla koldioxidhalten i 1 m^3 luft så måste man tillföra 0,00039 m^3 CO_2.
e) Tillförsel av 1,2 m^3 CO_2 kommer att fördubbla halten

koldioxid i $\frac{1{,}2}{0{,}00039} = 3000$ m^3 luft

f) Bilen förbrukar 0,8 · 1500 = 1200 liter bensin.
Eftersom 1 l bensin fördubblar koldioxidhalten i 3000 liter luft kommer utsläppen från bilen att fördubbla koldioxidhalten i 1200 · 3000 = 3,6 miljoner m^3 luft.

Svar: a) 2,3 kg b) 1,2 m^3 c) 0,00039 m^3
d) 0,00039 m^3 e) 3000 m^3 f) 3,6 · 10^6 m^3

785. a) Från diagrammet kan vi avläsa att temperaturen har stigit från 20 ^{o}C till 580 ^{o}C, dvs. med 560 ^{o}C, på tiden 10 minuter = 600 s.
Tillförd energi under denna tid är
$E = P \cdot t = 1400 \cdot 600$ J = 840 kJ
Låt specifika värmekapaciteten för aluminium vara c.
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot 1{,}65 \cdot 560$ kJ = 840

$$c = \frac{840}{1{,}65 \cdot 560} \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} = 0{,}91 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

b) Om värme avges till omgivningen innebär det att inte att de 840 kJ som värmaren har avgivit har använts för att värma aluminiumet. Vi får därför ett för högt värde på specifika värmekapaciteten.
c) Vid temperaturen 660 ^{o}C börja aluminiumet att smälta. Temperaturen är konstant 660 ^{o}C under hela smältningen.

Svar: a) 0,91 kJ/(kg · K) b) för högt c) aluminiumet smälter

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

786. $77{,}6\ \text{km}^3 = 77{,}6 \cdot 10^9\ \text{m}^3$
$1\ \text{m}^3$ vatten väger 1000 kg.
Vätterns vatten väger $77{,}6 \cdot 10^{12}$ kg.
Att höja temperaturen på vattnet från 4 °C till 10 °C, dvs. med 6 °C kräver en tillförsel av energi av
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 77{,}6 \cdot 10^{12} \cdot 6\ \text{kJ} = 2 \cdot 10^{15}\ \text{kJ} =$
$= 2 \cdot 10^{18}\ \text{J}$
1 kWh = 3,6 MJ

$$2 \cdot 10^{18}\ \text{kJ} = \frac{2 \cdot 10^{18}}{3{,}6 \cdot 10^{6}}\ \text{kWh} = 5 \cdot 10^{11}\ \text{kWh} = 500\ \text{TWh}$$

Svar: $2 \cdot 10^{18}$ J (500 TWh)

787-788. Se lärobokens facit.

789. a) För att värma 5,5 liter vatten 80 °C krävs energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 5{,}5 \cdot 80\ \text{kJ} = 1800\ \text{kJ} = 1{,}8\ \text{MJ}$
Vedens energiinnehåll är 18 MJ/kg men man kan bara tillgodogöra sig 0,05 · 18 MJ/kg = 0,9 MJ/kg
För att värma soppan krävs alltså

$$\frac{1{,}8}{0{,}9} = 2\ \text{kg ved}.$$

b) Om verkningsgraden är 15 % kan man tillgodogöra sig 0,15 · 18 MJ/kg = 2,7 MJ/kg från veden.

Det krävs då endast $\frac{1{,}8}{2{,}7} = 0{,}67\ \text{kg ved}$.

I förhållande till tidigare går det åt $\frac{0{,}67}{2{,}0} = 0{,}33$ av den ved man använt tidigare. Man har alltså sparat 67 %.
c) Man skulle kunna spara stora delar av skogsbeståndet.

Svar: a) 2 kg b) 67 % c) –

790. Läskedryck är huvudsakligen vatten.
Om 33 cl (som väger 0,33 kg) kyls från 23 °C till 7 °C, dvs. med 16 °C, avges energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}33 \cdot 16\ \text{kJ} = 22\ \text{kJ}$
Detta sker på 5 minuter = 300 s.

Effekten $P = \frac{E}{t} = \frac{22 \cdot 10^3}{300}\ \text{W} = 74\ \text{W}$

Svar: 70 W

791. Specifika värmekapaciteten för luft är
$c = 1{,}01$ kJ/(kg · K).
Anta att luftens temperatur från början är 20 °C och alltså ska öka med 35 °C.
Luftens densitet är 1,29 kg/m^3. 15000 m^3 luft väger
$m = 1{,}29 \cdot 15000\ \text{kg} = 19350\ \text{kg}$
Energi som måste tillföras är
$E_{\text{nyttig}} = c \cdot m \cdot \Delta T = 1{,}01 \cdot 19350 \cdot 35\ \text{kJ} = 684\ \text{MJ}$
Eftersom verkningsgraden bara är 40% måste mer energi tillföras.

$$E_{\text{tillförd}} = \frac{684}{0{,}40}\ \text{MJ} = 1710\ \text{MJ}$$

Svar: 1,7 GJ

792. Se lärobokens facit.

793. Nyttig effekt är tillförd effekt multiplicerat med verkningsgraden. $P_{\text{nyttig}} = 1200 \cdot 0{,}82\ \text{W} = 984\ \text{W}$
För att koka upp 1,7 liter vatten med rumstemperatur 20 °C krävs tillförsel av energi. $\Delta T = 80$ K
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 1{,}7 \cdot 80\ \text{kJ} = 568\ \text{kJ}$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{568 \cdot 10^3}{984}\ \text{s} = 578\ \text{s} = \frac{578}{60}\ \text{min} = 9{,}6\ \text{min}$$

Svar: 10 minuter

794. a) Låt sluttemperaturen vara x °C.
24 cl = 240 cm^3 = 0,24 dm^3. Detta vatten väger 0,24 kg.
Vattnet temperaturen 14 °C har avgivit energi
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}24 \cdot (14 - x)\ \text{kJ}$
Smältentalpiteten för is är 334 kJ/kg.
När isen smälter upptas värmen
$E = c_s \cdot m = 334 \cdot 0{,}025\ \text{kJ} = 8{,}35\ \text{kJ}$
När sedan smältvattnet värms upp till x °C upptas värmen $E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}025 \cdot (x - 0)\ \text{kJ}$
Avgiven värme = upptagen värme
$4{,}18 \cdot 0{,}24 \cdot (14 - x) = 8{,}35 + 4{,}18 \cdot 0{,}025 \cdot x$
$14{,}0448 - 1{,}0032x = 8{,}35 + 0{,}1045x$
$1{,}1077x = 5{,}6948$

$$x = \frac{5{,}6948}{1{,}1077}\ ^{\circ}\text{C} = 5{,}1\ ^{\circ}\text{C}$$

b) Då isen smält väger vattnet i glaset
$m = (0{,}24 + 0{,}025)\ \text{kg} = 0{,}265\ \text{kg}$
Temperaturskillnaden $\Delta T = (8{,}3 - 5{,}1)\ \text{K} = 3{,}2\ \text{K}$ motsvarar en energimängd av
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}265 \cdot 3{,}2\ \text{kJ} = 3{,}5\ \text{kJ}$

Svar: a) 5,1 °C b) 3,5 kJ

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

795. Soppan antas ha samma egenskaper som vatten.
Vi kan inte veta soppans temperatur då den tas från frysen, men vi antar att den är frusen med temperaturen 0 °C. För att smälta soppan (vattnet) åtgår energin
$E = c_s \cdot m = 334 \cdot 1{,}5$ kJ = 501 kJ

För att sedan koka upp soppan till 100 °C krävs ytterligare energi.
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 1{,}5 \cdot 627$ kJ
Totala energiåtgång är (501 + 627) kJ = 1128 kJ.
I verkligheten nog ännu mer eftersom det sker värmeförluster under det att soppan tinar och under uppvärmningen. Säkert har soppan också haft lägre temperatur än 0 °C då den togs ur frysen.

Svar: 1,2 MJ

796. Då 1,0 dl (= 0,10 kg) vatten svalnar 20 °C avges värmen
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}10 \cdot 8{,}36$ kJ
När detta vatten fryser till is avges värmen
$E = c_s \cdot m = 334 \cdot 0{,}10$ kJ = 33,4 kJ
Totalt avges energin E = (8,36 + 33,4) kJ = 41,76 kJ
Detta sker på 2 minuter = 120 s
Avgiven effekt är

$$P = \frac{E}{t} = \frac{41{,}76 \cdot 10^3}{120} \text{ W} = 348 \text{ W}$$

Svar: 350 W

797-799. Se lärobokens facit.

7100. a) Energin som krävs för att höja temperaturen på 2 liter (dvs. 2 kg) 10-gradigt vatten till kokpunkten, dvs. en höjning av temperaturen 90 °C är
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 2 \cdot 90$ kJ = 752,4 kJ

Effekten $P = \frac{E}{t}$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{752{,}4 \cdot 10^3}{1200} \text{ s} = 627 \text{ s} = \frac{627}{60} \text{min} = 10 \text{ min}$$

b) För att få 2 liter 100-gradigt vatten att koka bort måste energin $E = c_å \cdot m = 2260 \cdot 2$ kJ = 4520 kJ tillföras.
Med samma effekt som tidigare tar det tiden

$$t = \frac{E}{P} = \frac{4520 \cdot 10^3}{1200} \text{ s} = 3767 \text{ s} = \frac{3767}{3600} \text{ h} = 1 \text{ h}$$

Det tar alltså ytterligare 1 h.
c) Se lärobokens facit.

Svar: a) 10 minuter b) ytterligare 1 h c) –

7101. Se lärobokens facit.

7102. a) Isens albedo är 0,85. Det innebär att 85 % av instrålningen reflekteras. Vi räknar på 1 m² av sjöns yta.
Densiteten för is är 920 kg/m³.
Isens volym är $V = 1 \cdot 0{,}4$ m³ och dess massa
$m = 920 \cdot 0{,}4$ kg = 368 kg.
Anta att isens temperatur är nollgradig.
Specifika värmekapaciteten för is är 2,2 kJ/(kg · K).
För att smälta isen krävs tillförsel av energin
$E = c_s \cdot m = 334 \cdot 368$ kJ = 120000 kJ
Instrålad effekt är $P = 140 \cdot 0{,}15$ W = 21 W.

Tiden $t = \frac{E}{P} = \frac{120000 \cdot 10^3}{21} \text{ s} = 5{,}9 \cdot 10^6 \text{ s} =$

$$= \frac{5{,}9 \cdot 10^6}{3600 \cdot 24} \text{ dygn} = 68 \text{ dygn}$$

b) Se lärobokens facit.

Svar: a) 68 dygn b) –

7103. Energin beräknas med uttrycket $E = c \cdot m \cdot \Delta T$
Stenen. Anta att dess massa är 0,4 kg och att dess temperatursänkning när den läggs i handen är 700 °C.
Specifika värmekapaciteten för sten är ca 0,8 kJ((kg · K).
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}8 \cdot 0{,}4 \cdot 700$ kJ = 224 kJ
Amuletten kan vara gjord av guld med specifika värmekapaciteten 0,13 kJ((kg · K).
Den kan tänkas väga 0,5 kg. Låt oss räkna med att temperaturskillnaden även nu är 700 °C.
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 0{,}13 \cdot 0{,}5 \cdot 700$ kJ = 46 kJ

Svar: stenen: 0,2 MJ, amuletten 0,05 MJ

7104. a) Den nyttiga effekt som utvecklas är 200 W.
Eftersom detta endast utgör 25 % av den totala effekten kommer 75 %, dvs. 600 W att resultera i uppvärmning av kroppen.
Under 1 h utvecklas för uppvärmning energin
$E = P \cdot t = 600 \cdot 3600$ J = 2,16 MJ
Kroppens temperatur skulle då öka med ΔT.
Vi räknar med massan 70 kg. $E = c \cdot m \cdot \Delta T$

$$\Delta T = \frac{E}{c \cdot m} = \frac{2{,}16 \cdot 10^6}{3558 \cdot 70} \text{ K} = 8{,}7 \text{ K} = 8{,}7 \text{ °C}$$

Kroppstemperaturen skulle stiga med 8-9 °C.
b) Vid temperaturen 37 °C är specifika ångbildningsentalpiteten för vatten 2420 kJ/kg.
Låt svetten väga m.
$E = c_s \cdot m = 2420 \cdot m$ kJ = 2,16 MJ

$$m = \frac{E}{c_s} = \frac{2{,}16 \cdot 10^6}{2420 \cdot 10^3} \text{ kg} = 0{,}9 \text{ kg},$$

vilket motsvarar ca 1 l.

Svar: a) ca 8-9 °C b) ca 1 l

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

7105. 1500 liter vatten med temperaturen 63 °C kyls till 42 °C.
Vatten med massan m värms då från 12 °C till 42 °C.
Avgiven värme $E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 1500 \cdot (63 - 42)$
Upptagen värme $E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot m \cdot (42 - 12)$
Avgiven värme = upptagen värme
$4{,}18 \cdot 1500 \cdot (63 - 42) = 4{,}18 \cdot m \cdot (42 - 12)$
$1500 \cdot 21 = 30 \cdot m$

$$m = \frac{1500 \cdot 21}{30}\ \text{kg} = 1050\ \text{kg}$$

Vi tillförs 1050 liter 12-gradigt vatten till 1500 liter 63-gradigt och får då (1500 + 1050) l = 2550 l duschvatten.

Svar: 2600 l

7106. a) Energin som krävs för att koka upp 3 dl vatten (med temperaturen 20 °C) är
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}3 \cdot 80$ kJ = 100,32 kJ
Solstrålningen till 1 m^2 är ca 900 kWh/år.

$$900\ \text{kWh/år} = \frac{900}{365 \cdot 24}\ \text{kWh/h} = 103\ \text{W}$$

Till 0,8 m^2 är den ca 103 · 0,8 W = 82 W

$$P = \frac{E}{t}$$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{100{,}32 \cdot 10^3}{82}\ \text{s} = 1223\ \text{s} = \frac{1223}{60}\ \text{min} = 20\ \text{min}$$

b) Om 3 dl te som väger 0,3 kg svalnar 35 °C avges energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}3 \cdot 35$ kJ = 43,89 kJ
Detta sker på 22 minuter. Effekten är

$$P = \frac{E}{t} = \frac{43{,}89 \cdot 10^3}{22 \cdot 60}\ \text{W} = 33\ \text{W}$$

Avsvalningen sker med 33 W medan uppvärmningen ger 82 W. Det bör kunna gå att koka vatten, men det tar lite längre tid.

Svar: a) ca 20 min   b) Ja, det bör kunna gå

7107. Flytande kväve förångas vid temperaturen –196 °C.
Ångbildningsentalpiteten är 199 kJ/kg.
När 7 kg flytande kväve förångas upptas värmen
$E = c_å \cdot m = 199 \cdot 7$ kJ = 1393 kJ
Då x kg vatten fryser avges värmen
$E = c_s \cdot m = 334 \quad x$ kJ
Upptagen värme = avgiven värme
334   x = 1393

$$x = \frac{1393}{334} = 4{,}2$$

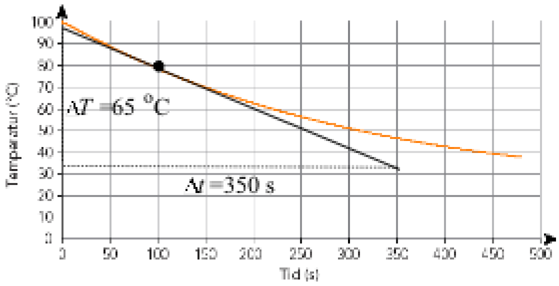
Man kan frysa ca 4 kg vatten.

Svar: 4 kg

7108. a) Vi likställer kaffe med vatten i beräkningarna.
Vi låter mätperioden omfatta tiden till 480 s.
Vid tiden $t = 0$ är temperaturen $T = 100$ °C och vid tiden 480 s är $T = 38$ °C. $\Delta T = (100 - 38)$ K = 62 K.
Kaffet har under 480 s avgivit energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}25 \cdot 62$ kJ = 64,79 kJ, dvs. i

$$\text{genomsnitt}\ \frac{64{,}79 \cdot 10^3}{480}\ \text{J/s} = 135\ \text{J/s} = 135\ \text{W}$$

b) Vi drar en tangent till kurvan i den punkt där $t = 100$ s. Lutningen hos denna tangent anger att i detta ögonblick är temperaturändringen $\Delta T = 65$ °C på tiden $t = 350$ s



$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4{,}18 \cdot 0{,}25 \cdot 65$ kJ = 68 kJ
Den momentana effekten är

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{68 \cdot 10^3}{350}\ \text{W} = 194\ \text{W}$$

Svar: a) 130 W   b) 190 W

7109. Det varma vattnet avger under 1 s värmen
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot x \cdot (A - D)$
Under samma tid upptar det kalla vattnet värmen
$E = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot y \cdot (D - B)$
Avgiven värme = upptagen värme
$c \cdot x \cdot (A - D) = c \cdot y \cdot (D - B)$
$x \cdot (A - D) = y \cdot (D - B)$ (1))
Vi har dessutom att $x + y = z \Rightarrow y = z - x$ (2)
Vi sätter in detta värde på y i ekv. (1) och får
$x \cdot (A - D) = (z - x) \cdot (D - B)$
Vi utvecklar och löser ut x:
$xA - xD = zD - zB - xD + xB$
$xA = zD - zB + xB$
$xA - xB = zD - zB$

$$x(A - B) = zD - zB \quad \Rightarrow \quad x = \frac{zD - zB}{A - B} = \frac{z(D - B)}{A - B}$$

Detta värde sätts in i ekv. (2):

$$y = z - \frac{z(D - B)}{A - B} = \frac{z(A - B)}{A - B} - \frac{z(D - B)}{A - B} =$$

$$= \frac{z(A - B) - z(D - B)}{A - B} = \frac{z(A - B - D + B)}{A - B} = \frac{z(A - D)}{A - B}$$

Svar: $x = \dfrac{z(D - B)}{A - B}, \quad y = \dfrac{z(A - D)}{A - B}$

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid

7110. Av de 0,34 kg glögg så är 0,11 · 0,34 kg = 0,0374 kg etanol och 0,89 · 0,34 kg = 0,3026 kg vatten.
Etanol har den specifika värmekapaciteten 2,43 kJ/(kg · K).
Vi antar att temperaturen är 20 ^{o}C från början.
Etanol kokar vid temperaturen 78 ^{o}C och vatten vid 100 ^{o}C.
Vi tillför hela tiden effekten P = 1200 W.
Efter tiden t kokar etanolen. Den har då upptagit energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T$ = 2,43 · 0,0374 · (78 – 20) kJ = 5,27 kJ
Under samma tid har vattnet upptagit energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T$ = 4,18 · 0,3026 · (78 – 20) kJ = 74,57 kJ
Glöggen har alltså upptagit energin
E = (5,27 + 74,57) kJ = 79,84 kJ

$$t = \frac{E}{P} = \frac{79{,}84 \cdot 10^3}{1200} \text{ s} = 67 \text{ s}$$

När etanolen kokar är temperaturen konstant 78 ^{o}C.
Specifika ångbildningsentalpiteten för etanol är 841 kJ/kg. För att koka bort etanolen behöver vi alltså tillföra energin $E = c_{å} \cdot m$ = 841 · 0,0374 kJ = 31,5 kJ

Det tar tiden $t = \frac{E}{P} = \frac{31{,}5 \cdot 10^3}{1200} \text{ s} = 26 \text{ s}$.
Det har nu gått (67 + 26) s = 93 s.
Under de återstående (180 – 93) s = 87 s gäller att all etanol har kokat bort och att vi bara har vatten kvar.
Om temperaturen ökar med ytterligare (100 – 78) ^{o}C = 22 ^{o}C börjar vattnet koka.
För detta krävs tillförsel av energin
$E = c \cdot m \cdot \Delta T$ = 4,18 · 0,3026 · 22 kJ = 27,8 kJ
Det sker på tiden t där

$$t = \frac{E}{P} = \frac{27{,}8 \cdot 10^3}{1200} \text{ s} = 23 \text{ s}$$

Det har nu gått ((87 + 23) s = 110 s. Under de därpå följande 70 s kokar vattnet och temperaturen är konstant 100 ^{o}C.
Diagrammet: se lärobokens facit.

<u>Svar: Se lärobokens facit.</u>

© Fraenkel, Gottfridsson, Jonasson och Gleerups Utbildning AB
Detta material ingår som en del i Impuls webb
Materialet får skrivas ut, kopieras och användas under giltig licenstid