Le 7: För: Q 1, 6, 7, 8, 9, 11, Le: 55, 56, 10, 7, 3 Hem; 45, 13, 9, 51, 16, 40, 43, 27

---

55. En stålbalk har 3,000 cm i diameter vid −10,00°C. En kopparring har en inre diameter 2,992 cm vid −10,00°C. Vid vilken gemensam temperatur kommer ringen glida på ~~låset~~.

$L_{Br} = 2.992 \cdot 10^{-2}$ m
$L_{St} = 3.000 \cdot 10^{-2}$ m
$\alpha_{Br} = 19 \cdot 10^{-6}$
$\alpha_{St} = 11 \cdot 10^{-6}$

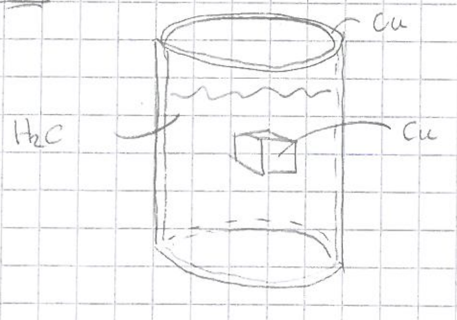
$$\begin{cases} \Delta L_{St} = L_{St}\alpha_{St}\Delta T \\ \Delta L_{Br} = L_{Br}\alpha_{Br}\Delta T \\ \Delta L_{Br} = \Delta L_{St} + 0.008 \end{cases}$$

$$L_{Br}\alpha_{Br}\Delta T = L_{St}\alpha_{St}\Delta T + 0{,}008 \cdot 10^{-2}\,\text{m}$$

$$\Delta T = \frac{0.008 \cdot 10^{-2}\,\text{m}}{L_{Br}\alpha_{Br} - L_{St}\alpha_{St}} = 335.45$$

Svar: $\Delta T = 335°C$

56



$m_{skål} = 150 \cdot 10^{-3}$ kg
$m_{Cu} = 300 \cdot 10^{-3}$ kg (Hot)
$m_{water} = 260 \cdot 10^{-3}$ kg

$T_{i,water} = 20.0°C$

$T_{i,skål} = 20.0°C$

$m_{steam} = 5 \cdot 10^{-3}$ kg

$Q_v = L_v \cdot m$
$Q = c(T_f - T_i)$

(a.) Hur mycket värme överförs till vatten

$Q_{H_2O} = C_{H_2O} m_{H_2O}(100-20) + L_{v_{H_2O}} m_{H_2O} = 1.00 \cdot 260 \cdot 80 + 2256 \cdot 5.0 \cdot 10^{-3} / 4.19 = 21$

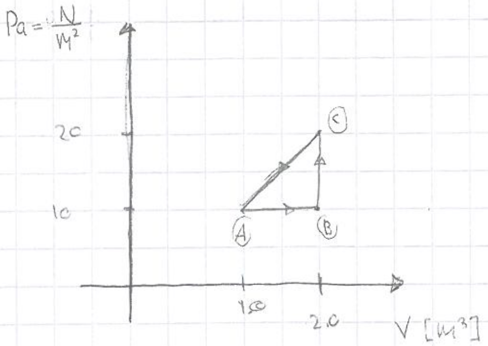
(b.) Hur mycket till skålen?

$Q_{Cu} = C_{Cu} M_{Cu}(100-20) = 0.0923 \cdot 150 \cdot 80 = 2215{,}2$ Cal

(c.) Vad väger Cylindern initialt

$-(Q_{H_2O} + Q_{Cu}) = C_{Cu} M_{skål}(100 - T_i) \iff T_i = \dfrac{Q_{H_2O} + Q_{Cu} + C_{Cu} M_{skål} 100}{C_{Cu} M_{skål}} = 988°C$

10. Ett termodynamiskt system tas från läge A till B till C & till A. enligt pV-diagram. Den vertikala skalan definieras av $p_s = 20$ Pa & horisontell av $V_s = 2.0 m^3$. Slutför diagram & beräkna W för system enligt graf.



	Q	W	ΔE_{int}
A → B	(a)	(b)	+
	+	+	+
B → C	+	(c)	(d)
	+	0	+
C → A	(e)	(f)	(g)
	−	−	−

Samband

$$\begin{cases} W = \int_{V_1}^{V_f} p\, dV \\ \Delta E_{int} = E_{int,f} - E_{int,1} = Q - W \\ V = \text{konstant} \Rightarrow \Delta E_{int} = Q \quad , \quad \text{Cyklisk process} \Rightarrow \Delta E = 0 \\ P = \text{konstant} \Rightarrow \text{tillförd värme } \Delta Q \Rightarrow dV > 0 \end{cases}$$

(a)(b) Man tillför värme från reservoar som uträttar arbete på cylindern med kulhagel.
∴ $Q > 0$, $W > 0$

(c)(d) Konstant volym ⇒ $W = 0$, $\Delta E_{int} = Q \Rightarrow E_{int} > 0$

(e)(f)(g) Kompression ⇒ $W < 0$, $\Delta E_{int} = 0$ för cykliska processer ⇒ $\Delta E_{int} < 0$
∴ $\begin{cases} Q - W < 0 \\ W < 0 \end{cases} \Rightarrow Q < W < 0$

(h.) W_{net} ges av area under område $W_{net} = \int_{V_1}^{V_f} p\, dV$ = "arean under graf" $= \int_{A}^{B} p\, dV + \int_{C}^{A} p\, dV =$

$$= \int_{A}^{B} p\, dV - \int_{A}^{C} p\, dV = (2.0m^3 - 1.0m^3) \cdot 10\,Pa - \frac{3}{2}(2.0m^3 - 1.0m^3)\, 10\,Pa =$$

$$= -\frac{1}{2}(2.0m^3 - 1.0m^3)\, 10\,Pa = -5.0\, m^3 Pa = -5.0\, Nm = -5.0\, J$$

Svar: $W = -5.0\, J$

9 En liten elektrisk värmare används för att värma 170g vatten. Den är märkt 180 W. Beräkna tidsåtgången för att värma vattnet från 23,0°C till 100°C.

∴ Givet: $P_{cond} = 180\,W = \frac{Q}{t}$, $T_f = 100°C$, $T_i = 23,0°C$, $c_{H_2O} = 4187 \frac{J}{kgK}$

$m = 170 \cdot 10^{-3}\,kg$

Vi använder formeln $Q = m\,c_{H_2O}(T_f - T_i) = 170 \cdot 10^{-3}\,kg \cdot 4187 \frac{J}{kgK} \underbrace{(100°C - 23°C)}_{\Delta K = \Delta °C} =$

$= 54807{,}83\ J$

∴ $t = \frac{Q}{P_{cond}} = 304{,}48\ s \approx 5{,}04\ min$

Svar $t = 304\,[s]$

---

51 En vattenvärmare drivs av solljus. Den är uppbyggd av vattenledningar omgivna av transparent material. Antag att systemets effekt är 25%, dvs att 80% av solenergin som värmer systemet går som energiförlust.
Vilken area krävs för att höja temperaturen av 200 l vatten från 20° till 40° på en timme om infallande solljus har intensiteten 750 W/m^2

Krav på värmeenergin ges av $Q = \rho_{H_2O} V \cdot c_{H_2O} \cdot (T_f - T_i) = 1.000 \frac{kg}{dm^3} \cdot 200\,dm^3 \cdot 4187 \frac{J}{kgK} \underbrace{(40°C - 20°C)}_{\Delta K = \Delta C} =$

$= 16748\ kJ$

Den krävda effekten ges $P_{cond} = \frac{Q}{t} = \frac{16748\,kJ}{3600\,s} = 4.65222\,kW$

Solenergi har effektiviteten $\varepsilon = 0.25$ i system så $P_{sol} \cdot \varepsilon = P_{cond} \Rightarrow P_{sol} = \frac{P_{cond}}{\varepsilon} = 18.608\,kW$

Arean ges av samband mellan intensitet & effekt $I = \frac{P}{A} \Rightarrow A = \frac{P_{sol}}{I} = 26{,}584\ m^2 \approx 27\,m^2$

Svar: Arean som krävs är ca $27\ m^2$

45 Vid vilken temperatur är Fahrenheitskalan = Celsiusskalan i förhållandet

(a) $3x\,F = x\,C°$, (b) $x°F = \frac{x}{3}°C$

Omvandling sker $T_F = \frac{9}{5}T_C + 32°$

skala 1:3 ; $3x = \frac{9}{5}x + 32° \iff \frac{15-9}{5}x = 32 \iff x = \frac{5}{6}\cdot 32 = \frac{16\cdot 5}{3} = \frac{80}{3} \approx 27°$

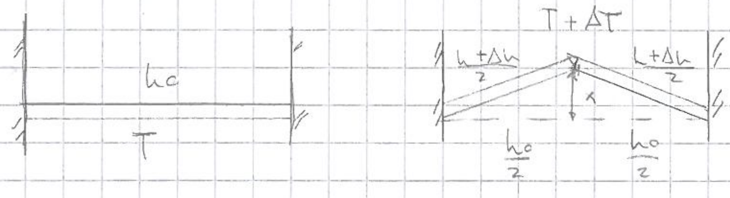
∴ $27°C = 80°F$

skala 3:1 ; $x = \frac{27x}{5} + 32° \iff -\frac{22}{5}x = 32° \iff x = \frac{-5}{22}\cdot 32° = -7{,}3$

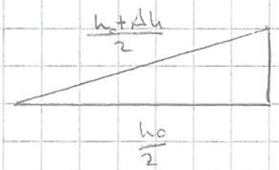
$-7{,}3°F = -22°C$

---

13 Som resultat av temperaturökning på 64°C spricker en balk i sitt centrum. Den fixa längden är $L_0 = 3.77$m & Den linjära expansionskoefficienten för balken är $\alpha = 25\cdot 10^{-6}/C°$. Finn höjden x.



Formel ger $\Delta L = L\alpha\Delta T = 3.77m\cdot\frac{25}{10^6 °C}\cdot 64°C = 0.006032$

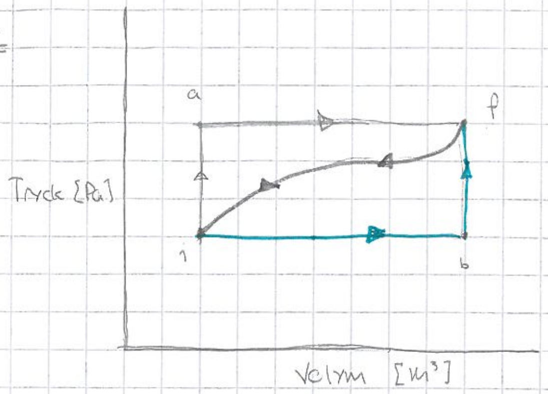


$$x = \sqrt{\left(\frac{L_0+\Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L_0}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{L_0\Delta L}{2} + \frac{\Delta L^2}{4}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3.77m\cdot 0.006032m}{2} + \frac{0.006032^2}{4}} = 0.1066\ldots \approx 11\text{ cm}$$

Svar: Buktnaden är 11 cm hög

7



Ett system tas från läge i till f längs väg iaf, $Q = 100$ cal, $W = 40$ cal
ibf, $Q = 72$ cal

(a.) Vad är W längs ibf

(b.) Om $W = -26$ cal för fi, Vad är Q för sträckan.

(c.) Om $E_{int,i} = 20$ cal, vad är $E_{int,f}$?

Om $E_{int,b} = 44$ cal, vad är Q för (d.) Väg ib
(e.) Väg bf

Lösning

(a.) Sträckan bf har konstant volym så $W_{bf} = 0$
I en cykel gäller $\Delta E_{internal} = 0$ så $\Delta E_{int,iaf} = \Delta E_{int,ibf}$

$\forall$ sträckor gäller $\Delta E_{int} = Q - W$

$\Delta E_{int,iaf} = Q_{iaf} - W_{iaf} = 100\text{ cal} - 40\text{ cal} = 60\text{ cal} = \Delta E_{int,ibf}$

$\therefore \quad W_{ibf} = Q_{ibf} - \Delta E_{int,ibf} = 72\text{ cal} - 60\text{ cal} = \underline{12\text{ cal}}$

(b.) Vi räknar nu på sträckan ibfi, $\because$ en cykel $\Rightarrow \Delta E_{internal} = 0$

$\Delta E_{int,ibfi} = \Delta E_{int,ibf} + \Delta E_{int,fi} \iff \Delta E_{int,fi} = \Delta E_{int,ibfi} - \Delta E_{int,ibf} = -\Delta E_{int,ibf}$
$= -60\text{ cal}$

För sträckan fi gäller $\Delta E_{int,fi} = Q_{fi} - W_{fi} \Rightarrow Q_{fi} = \Delta E_{int,fi} + W_{fi} = -60\text{ cal} - 26\text{ cal} = \underline{-86\text{ cal}}$

(c.) Längs väg iaf är $\Delta E_{int} = 60$ cal $\Rightarrow E_{int,f} = E_{int,i} + \Delta E_{int,iaf} = 20\text{ cal} + 60\text{ cal} = \underline{80\text{ cal}}$

(d.) $Q_{ib} = \Delta E_{int,ib} + W_{ib} = E_{int,b} - E_{int,i} + W_{ibf} = 44\text{ cal} - 20\text{ cal} + 12\text{ cal} = 36\text{ cal}$

(e.) $Q_{bf} = \Delta E_{int,bf} + \underbrace{W_{bf}}_{=0} = E_{int,f} - E_{int,b} = 80\text{ cal} - 44\text{ cal} = 36\text{ cal}$

Svar: a.) $W_{ibf} = 12$ cal d.) $Q_{ib} = 36$ cal

b.) $Q_{fi} = -86$ cal e.) $Q_{bf} = 36$ cal

c.) $E_{int,f} = 80$ cal

(3) Ett vanligt fönster ska bytas ut mot ett med bättre isolering. Följande data finns:

Wold

L_o := "thickness" $= 4 \cdot 10^{-3}$ m (glas)

Wnew

$L_{N,1} = 4 \cdot 10^{-3}$ m $= L_{N,3}$ (glas)

$L_{N,2} = 1,2 \cdot 10^{-2}$ m (luft)

Beräkna energiförlusten i W/m^2 när utomhustemperatur är $-20°F$ & Innetemp $72°F$

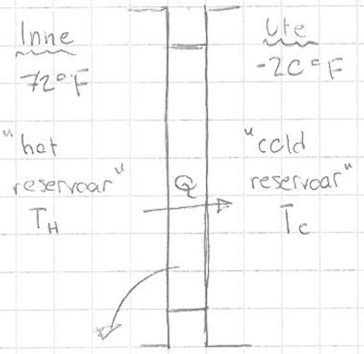
Vi vill beräkna P_{cond} i W/m^2 så division med A i formel, $k = k_{glass} = 1.0$

$$\left[\begin{array}{l} T_F = \frac{9}{5} T_C + 32° \iff T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32°) \\ T = \frac{5}{9}(T_F - 32°) + 273.15 \end{array}\right]$$

$$\therefore \quad \frac{P_{cond}}{A} = k \, \frac{T_H - T_C}{L} = 1.00 \frac{W}{mK} \frac{\left(\left(\frac{5}{9}(72-32) + 273.15\right) K - \left(\frac{5}{9}(-20-32) + 273.15\right) K\right)}{4.0 \cdot 10^{-3} m} =$$

$$= 12777{,}77\ldots \; 13 \frac{kW}{m^2}$$

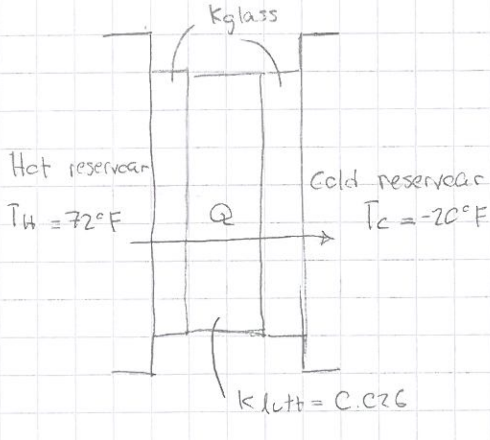
Gammalt fönster



k = konduktivitets konstant

$$\left[P_{cond} = \frac{Q}{t} = kA \, \frac{T_H - T_C}{L} \right]$$

Nytt fönster



$$\left[P_{cond} = \frac{A(T_H - T_C)}{\Sigma(L/k)} \right]$$

$$\frac{P_{cond}}{A} = \frac{T_H - T_C}{\Sigma L/k} = \frac{T_H - T_C}{\frac{L_{N,1}}{k_{glass}} + \frac{L_{N,2}}{k_{luft}} + \frac{L_{N,3}}{k_{glass}}} =$$

$$= \frac{\left(\frac{5}{9}(72-32) + 273.15\right) K - \left(\frac{5}{9}(-20-32) + 273.15\right) K}{\frac{4 \, m}{10^3 \cdot 1{,}0 \frac{W}{mK}} + \frac{1.2 \, m}{10^2 \cdot 0.026 \frac{W}{mK}} + \frac{4 \, m}{10^3 \cdot 1.0 \frac{W}{mK}}} \approx 108{,}85\ldots = 0.11 \frac{kW}{m^2}$$

Svar: gammalt fönster $\Rightarrow$ Energiförlust $= 13 \frac{kW}{m^2}$

nytt fönster $\Rightarrow$ Energiförlust $= 0{,}11 \frac{kW}{m^2}$

16 Antag att 200 J:s arbete utraättas på ett system & 80 cal "extraheras" ur systemet som som värme. Med avseende på första termo-lagen, vad är värdena på W, Q & ΔE_{int}

Första lagen $\Rightarrow \quad \Delta E_{int} = E_{int,f} - E_{int,i} = Q - W$

$Q = -80\ cal \cdot 4.1868 \frac{J}{cal} = -334,944\ J$

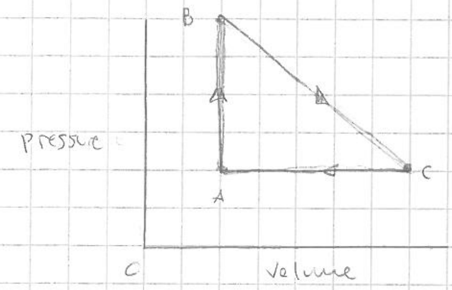
$W_{on\ system} = -W_{from\ system} \Rightarrow \quad W = -200\ J$

$\Delta E_{int} = -334,944\ J - (-200\ J) = -134.944\ J$

Svar: $Q = -335\ J$, $W = -200\ J$, $\Delta E_{int} = -135\ J$

---

40 En gas är instängd i en sluten kammare & genomgår pV-cykeln som visas. Bestäm ΔE orsakad av ΔQ vid sträckan CA om energin som adderas vid sträckan $Q_{AB} = 25,0\ J$, ingen energi tillförs under adibiatisk sträcka BC & $W_{net} = 15,0\ J$



Givet $Q_{AB} = 25,0\ J$
$W_{net} = 15,0\ J$

Cyklisk process ger $\quad Q = W, \quad \Delta E_{int} = 0$

konstant volym ger $\quad W_{CA} = 0, \quad \Delta E_{int,CA} = Q_{CA}$

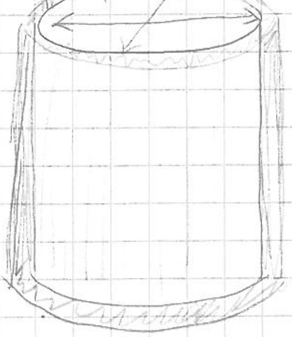
Adibiatisk process ger $\quad Q_{BC} = 0, \quad \Delta E_{int,BC} = -W_{BC}$

$\therefore \quad Q_{net} \overset{\text{cyklisk}}{=} 15,0\ J = Q_{AB} + \underbrace{Q_{BC}}_{\text{adibiatisk}} + Q_{CA} = 25,0\ J + 0\ J + Q_{CA} \iff Q_{CA} = 15,0\ J - 25,0\ J =$

$= -10\ J$

Svar: $Q_{CA} = -10\ J$

43



En kopparstång med dimension enligt bild har en ända i kokande vatten & den andra i 0°C -is.

(a.) I vilken takt... överförs energin från stången

(b.) ... smälter isen?

Formel ger $P_{cond} = \frac{Q}{t} = kA\frac{T_H - T_C}{h}$

$P_{cond} = 401 \frac{W}{mK} \cdot 6,0 \cdot 10^{-4}\ m^2 \frac{(100-0)K}{0,6 m} = 40,1\ W = \frac{40 J}{s}$

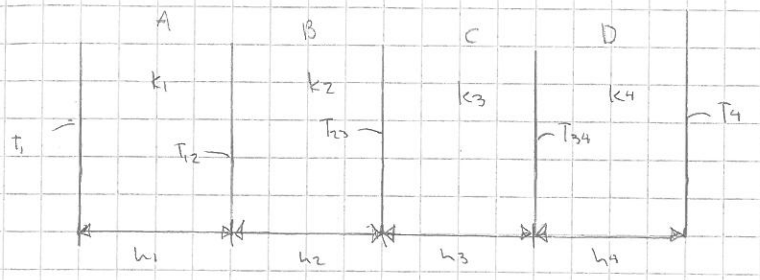
Smälttakt: $h_{f,H_2O} = 333 kJ/kg$ $\quad Q = hm \Rightarrow 40 = 333 \cdot 10^3 m \Rightarrow m = 1,204 \cdot 10^{-4}$ kg

$= 0,1204$ g

Svar: $P_{cond} = 40 W$

$P_{smält} = 0,1204\ g/s$

27



Givet

$k_1 = 0{,}060$ W/mK
$k_3 = 0{,}040$ W/mK
$k_4 = 0{,}12$ W/mK

$h_1 = 1{,}2 \cdot 10^{-2}$ m
$h_3 = 5{,}6 \cdot 10^{-2}$ m
$h_4 = 4{,}0 \cdot 10^{-2}$ m

$T_1 = 30°C$
$T_{12} = 25°C$
$T_4 = -10°C$

Sökt T_{34}!

Formel: $P_{cond} = \frac{A(T_H - T_C)}{\sum (h/k)}$

Stationärt tillstånd ger $P_A = P_B = P_C = P_D = P_{tot}$

$$P_A = P_D \Leftrightarrow \frac{k_1 (T_1 - T_{12})}{h_1} = \frac{k_4 (T_{34} - T_4)}{h_4} \Leftrightarrow \left(\frac{k_1}{k_4} \cdot \frac{h_4}{h_1} \cdot (T_1 - T_{12}) + T_4 \right) = T_{34}$$

$$\Rightarrow T_{34} = \frac{0{,}060 \text{ W/mK}}{0{,}120 \text{ W/mK}} \cdot \frac{4 \text{ cm}}{1{,}2 \text{ m}} \cdot (30°C - 25°C) + (-10°C) = -1{,}6666\ldots \approx -1{,}7°C$$

Svar: Temperaturövergången $T_{34} = -1{,}7°C$