ii) $E_2 = E_{p2} + E_{k2} = 0 + \frac{1}{2} m v_2^2$
$= \frac{1}{2} \cdot 1{,}1\,kg \cdot (3{,}1\,\frac{m}{s})^2 \approx 45{,}5455\,J \approx \underline{46\,J}$

b) Mekaanisesta energiasta häviää pudotuksessa:
$E_1 - E_2 \approx 55{,}3608\,J \approx 55\,J$

10.8 $m = 2{,}5\,kg$; $c = 4{,}19\,\frac{kJ}{kg°C}$; $t_1 = 85{,}0°C$; $t_2 = 35{,}0°C$

Veden <u>sisäenergia pienenee</u>:

$Q = cm\Delta t = 4{,}19\,\frac{kJ}{kg°C} \cdot 2{,}5\,kg \cdot (85{,}0°C - 35{,}0°C) = 523{,}75\,kJ$
$\approx \underline{520\,kJ}$

10.10 $W = -22\,kJ$, $Q = 51\,kJ$

Lämpöopin I pääsääntö:

$\Delta U = Q + W = 51\,kJ - 22\,kJ = \underline{29\,kJ}$ (kasvaa 29 kJ)

10.11 $V_1 = 0{,}50\,m^3$; $V_2 = 2{,}0\,m^3$; $p = 4{,}0\,bar$

Kaasun laajetessaan tekemä työ:

$W = p\Delta V = 4{,}0 \cdot 10^5\,Pa\,(2{,}0\,m^3 - 0{,}50\,m^3) = 6{,}0 \cdot 10^5\,J = \underline{600\,kJ}$

10.16 a) V ; V vakio $\Rightarrow W = 0$

b) V ; — " —

c) ½ ; V kasvaa $\Rightarrow$ kaasu tekee työtä (W = pinta-ala)

d) ½ ; T vakio $\Rightarrow \Delta U = \underbrace{W}_{<0} + \underbrace{Q}_{>0} = 0$ (sisäenergia ei muutu)

e) ½ ; p pienenee

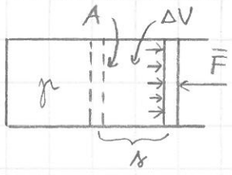
f) ½

g) ½ ; V pienenee

h) ½ ; V pienenee $\Rightarrow$ kaasua puristetaan ulkopuolelta kaasun päälle ja tehdään työtä (W = kuvaajan alle jäävä pinta-ala)

i) ½ ; T pienenee $\Rightarrow$ sisäenergia U pienenee

10.17



a) Olkoon männän pinta-ala A

jos mäntä liikkuu vakionopeudella:

$\sum \vec{F} = \vec{0}$

$\Rightarrow pA - F = 0 \Leftrightarrow F = pA$

Voima F tekee matkalla s työn:

$W = Fs = p\underbrace{A \cdot s}_{\Delta V} = p\Delta V$

b) $W_s = p\Delta V + \frac{1}{6} p\Delta V = \frac{7}{6} p\Delta V$
$= \frac{7}{6} \cdot 120 \cdot 0{,}133\,322 \cdot 10^3\,Pa \cdot 70 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}\,m^3$
$\approx 1{,}30656\,J \approx \underline{1{,}3\,J}$

c) $P = \frac{W}{t} = \frac{76\,W_s}{t} = \frac{76 \cdot 1{,}30656\,J}{60\,s} \approx 1{,}65497\,W \approx \underline{1{,}7\,W}$

11.6 $\eta_A = \frac{W}{Q_1} = \frac{12\,MJ}{60\,MJ} = 0{,}2$

$\eta_B = \frac{W}{Q_1} = \frac{8{,}6\,MJ}{36\,MJ} \approx 0{,}239$

$\Big\}$ <u>B</u>

11.11 a) 1 turvevoimalaitos on lämpövoimakone

b) 1 ydin — " — — " —

c) 3 lämpöpumpun ottaa sähköstä ulkoisen työn avulla energiaa ja siirtää sitä lämpösäiliöön

d) – vesivoimalaitos ei ole lämpökone

11.18 $T_1 = (20{,}0 + 273{,}15)\,K = 293{,}15\,K$

$T_2 = (2{,}0 + 273{,}15)\,K = 275{,}15\,K$

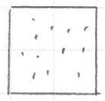
a) $\varepsilon_{max} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{293{,}15\,K}{293{,}15\,K - 275{,}15\,K} \approx 16{,}2861 \approx \underline{16}$

b) $\varepsilon = 0{,}2\,\varepsilon_{max} = 0{,}2 \cdot 16{,}2861 \approx 3{,}25722 \approx \underline{3}$

12.5
- tasaisesti veteen sekoittunut muste kasautuu yhteen pisteeseen
- lattialle olevat lasipalaset kerääntyvät yhteen muodostaen lasin jäkä monse pöydälle
- kylmästä ulkoilmasta veritaa lämpöä lämpimään huoneeseen avoimen ikkunan kautta

12.10 <u>4</u> Kaikkea termistä energiaa (lämpöenergiaa) ei voi muuttaa työksi.

13.5



$p_1 = 220\,kPa$
$V_1 = 250\,dm^3$

$p_2 = ?$
$V_2 = 150\,dm^3$

Oletetaan että kaasu käyttäytyy ideaalikaasun tavoin:

$pV = \underbrace{nRT}_{vakio}$ T vakio $\Rightarrow p_1V_1 = p_2V_2$ (Boylen laki)

$\Leftrightarrow p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{220\,kPa \cdot 250\,dm^3}{150\,dm^3} \approx 366{,}667\,dm^3 \approx \underline{370\,dm^3}$

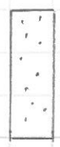
13.7 $T_1 = 270\,K$; $T_2 = 30\,000\,K$

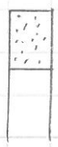
Oletetaan ilman käyttäytyvän ideaalikaasun tavoin ja paineen pysyvän vakiona:

$pV = nRT \quad |:(pT) \Leftrightarrow \frac{V}{T} = \underbrace{\frac{nR}{p}}_{vakio} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad |\cdot\frac{T_2}{V_1}$ (Charlesin laki)

$\Leftrightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{30\,000\,K}{270\,K} \approx 111{,}111 \approx 100$-kertaiseksi

14.6





$V_1 = 75\,cm^3$ $\quad V_2 = 33\,cm^3$

$p_1 = p_0 = 1{,}01325\,bar$ $\quad p_2 = ?$

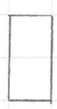
$T_1 = (18 + 273{,}15)\,K = 291{,}15\,K$ $\quad T_2 = (37 + 273{,}15)\,K = 310{,}15\,K$

Oletetaan ilman käyttäytyvän ideaalikaasun tavoin:

$pV = nRT \quad |:T \Leftrightarrow \frac{pV}{T} = nR$ (vakio) $\Leftrightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

$\Leftrightarrow p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{V_2T_1} = \frac{1{,}01325\,bar \cdot 75\,cm^3 \cdot 310{,}15\,K}{33\,cm^3 \cdot 291{,}15\,K}$
$\approx 2{,}45312\,bar \approx \underline{2{,}5\,bar}$

14.7



p_0

$T_1 = (25 + 273{,}15)\,K = 298{,}15\,K$ $\quad T_2 = (-25 + 273{,}15)\,K = 248{,}15\,K$

$p_1 = p_0 = 101{,}3\,kPa$ $\quad p_2 = ?$

Koska lasipullo on jäykkä, voidaan olettaa sen tilavuuden pysyvän vakiona (1,5 l). Oletetaan ilman käyttäytyvän ideaalikaasun tavoin:

$pV = nRT \quad |:(VT) \Leftrightarrow \frac{p}{T} = \frac{nR}{V}$ (vakio) $\Leftrightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad |\cdot T_2$

$\Leftrightarrow p_2 = \frac{p_1T_2}{T_1} = \frac{101{,}3\,kPa \cdot 248{,}15\,K}{298{,}15\,K} \approx 84{,}3119\,kPa$
$\approx \underline{84{,}3\,kPa}$

Muovipullo ei ole jäykkä, vaan sen seinämät voivat joustaa sisään päin. Tällöin pullon tilavuus pienenee paine-eron vaikutuksesta, eikä paine pullossa laske niin alas kuin lasipullon tapauksessa.

14.8 $V = 10\,dm^3$; $n = 1{,}0\,mol$; $T = 293\,K$; $M = 48{,}00\,\frac{g}{mol}$

a) $N = N_A \cdot n = 6{,}02214 \cdot 10^{23}\,\frac{1}{mol} \cdot 1{,}0\,mol \approx \underline{6{,}0 \cdot 10^{23}\,kpl}$