

FY3 koe 240125 vastaukset

2.1

Opiskelijaan kohdistuu maan aiheuttama painovoima mikä aiheuttaa paineen

$$A = 170 \text{ cm}^2 = 1,7 \text{ dm}^2 = 0,017 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{65 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,017 \text{ m}^2} = 37508 \text{ Pa} \approx 38 \text{ kPa}$$

2.2

Tangon pituus talvella saadaan lämpölaajenemisen suureyhtälöstä

$$l = l_0 + l_0 \alpha_{Al} \Delta T$$

$$l_0 = 15,00 \text{ m}, \alpha_{Al} = 23,2 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}, \Delta T = (-25,0 - 22,0)^\circ\text{C} = -47,0^\circ\text{C}$$

Alkuaine	Tiheys (20 °C) 10^3 kg/m^3	Pituuden lämpötilakerroin $10^{-6}/\text{K}$
alumiini	2,70	23,2

$$l = 14,9836 \text{ m} \approx 14,98 \text{ m}$$

2.3

Lasketaan ensin kuinka paljon energiaa kuluu veden lämmittämiseen.

$$c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, (2,2 \text{ dl vettä}) m = 0,22 \text{ kg}, \Delta T = 100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}$$

$$Q = cm\Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 0,22 \text{ kg} \cdot 80^\circ\text{C} = 73,744 \text{ kJ} = 43744 \text{ J}$$

Tehon lausekkeesta voidaan ratkaista aika t

$$P = \frac{Q}{t} \parallel \cdot t \Leftrightarrow Pt = Q \parallel : P \Leftrightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{43744 \text{ J}}{1200 \text{ W}} = 61,45 \text{ s} \approx 61 \text{ s} (1 \text{ min})$$

3.1

Makuualustan ensisijainen tehtävä on talviaikaan antaa riittävä eristys maanpinnan kylmyyttä vastaan. Kehosi on 37 asteinen, kun maanpinta on -5 ja -15 asteen välillä. Lämpötilaerot pyrkivät tasaantumaan ja ilman riittävää eristystä kylmetyt nopeasti.

3.2

Makuualustan tulee olla riittävän paksu. Ilma on hyvä eriste. Hyvä makuualusta ei ole täysin kiinteä, vaan se sisältää pieniä ilmataskuja, jotka eristävät hyvin.

3.3

Uloshengityksesi sisältää rutkasti vesihöyryä. Uloshengittäessäsi makuupussin sisällä kerääntyy makuupussiin uloshengityksen johdosta paljon vesihöyryä, joka tiivistyy makuupussin sisäpintaan kostuttaen makuupussin. Tämä kosteus pyrkii yön aikana haihtumaan makuupussin sisältä. Haihtuminen sitoo energiaa, joka tällöin viilentää ympäristöään, eli sinua makuupussin sisällä.

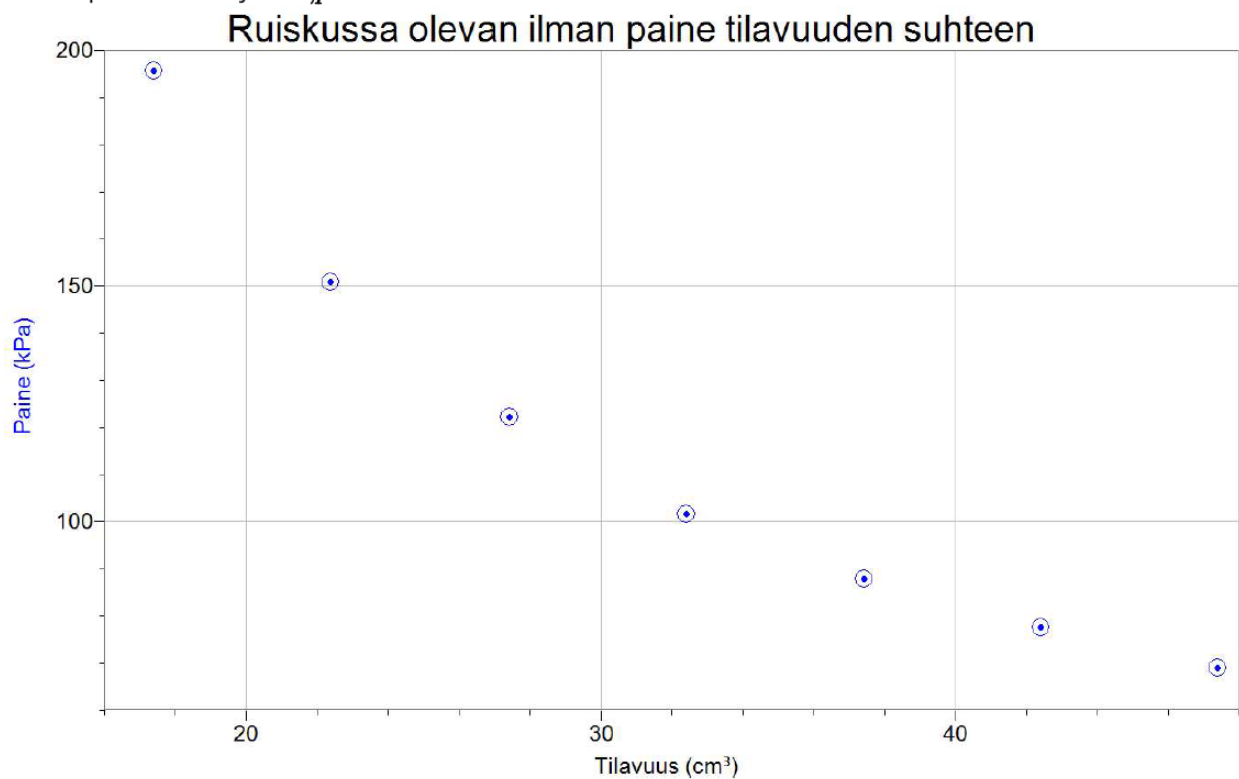
3.4

Ensimmäinen tärkeä ominaisuus on suojata mahdolliselta lumisateelta, jotta pysytte yön aikana kuivina. Päällä täytyy siis olla riittävän suuri katto.

Toinen tärkeä ominaisuus on tuulelta suojautuminen. Tuuli lisää pakkasen purevuutta ja ilma voi tuntua huomattavasti kylmemmältä tuulisella säällä.

4.1

Mittauspisteet esitettynä V,p -koordinaatistossa.



4.2

V,p -koordinaatiston mittauspisteistä nähdään, että tilavuuden kasvaessa paine pienenee. Mittauspisteisiin sopii hyvin $p = \frac{A}{V}$ muotoa oleva funktio.

```
Automaattinen sovitus: Datasarja | Paine (kPa)
Paine (kPa) = A/x
A: 3357 +/- 20,02
Korrelaatio: 0,9991
RMSE: 1,930
```

Paine ja tilavuus ovat kääntäen verrannollisia toisiinsa.

4.3

```

Interpolaatiolaskuri
Kääntäen verrannollinen fit for Datasarja|Paine (kPa)
Datasarja | Paine (kPa): 111,884835872
Datasarja | Tilavuus (cm³): 30
    
```

Kuvaajaa interpoloimalla saadaan paineeksi ruiskussa 110 kPa, kun ilman tilavuus oli 30 cm³.

4.4

Mäntään vaikuttavan voiman suuruus on $F = pA$, jossa p on ilmanpaine ruiskussa ja A on ruiskun männän pinta-ala.

Paine leviää tasaisesti kaasuisa, joten ruiskun sisällä olevan ilman paine on joka kohdassa sama. Paine männän kohdalla on kohdassa 6.3 määritetty paineen arvo $p = 111,88 \text{ kPa}$.

Mäntään vaikuttavaksi voimaksi saadaan

$$\begin{aligned}
 F &= p \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \\
 &= 111,88 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,0285 \text{ m}}{2}\right)^2 \\
 &= 71,3726889616 \text{ N} \\
 &\approx 71 \text{ N}.
 \end{aligned}$$

5.1

Paine $p = 8,0 \text{ bar}$. tilavuus $V = 40 \text{ l} = 40 \text{ dm}^3$, hapen moolimassa

$$M(O_2) = 2 \cdot M(O) = 2 \cdot 16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ ja lämpötila } T = 20^\circ \text{C} = 293,15 \text{ K}$$

Ainemäärä saadaan ideaalikaasulaista:

$$PV = nRT \quad ||: (RT) \Leftrightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{8,0 \text{ bar} \cdot 40 \text{ dm}^3}{0,08314 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293,15 \text{ K}} = 13,129 \text{ mol} \approx 13 \text{ mol}$$

5.2

Lasketaan ensin paljonko pullossa on happea normaalipaineisena. Käytetään yleistä kaasulakia.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ ja koska lämpötila on vakio niin}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad ||: P_2 \Leftrightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{8,0 \text{ bar} \cdot 40 \text{ dm}^3}{1,01325 \text{ bar}} = 315,8 \text{ dm}^3$$

Kun happea kulutettiin 40 l niin sitä oli enää jäljellä

$$315,8 \text{ dm}^3 - 40 \text{ dm}^3 = 275,8 \text{ dm}^3$$

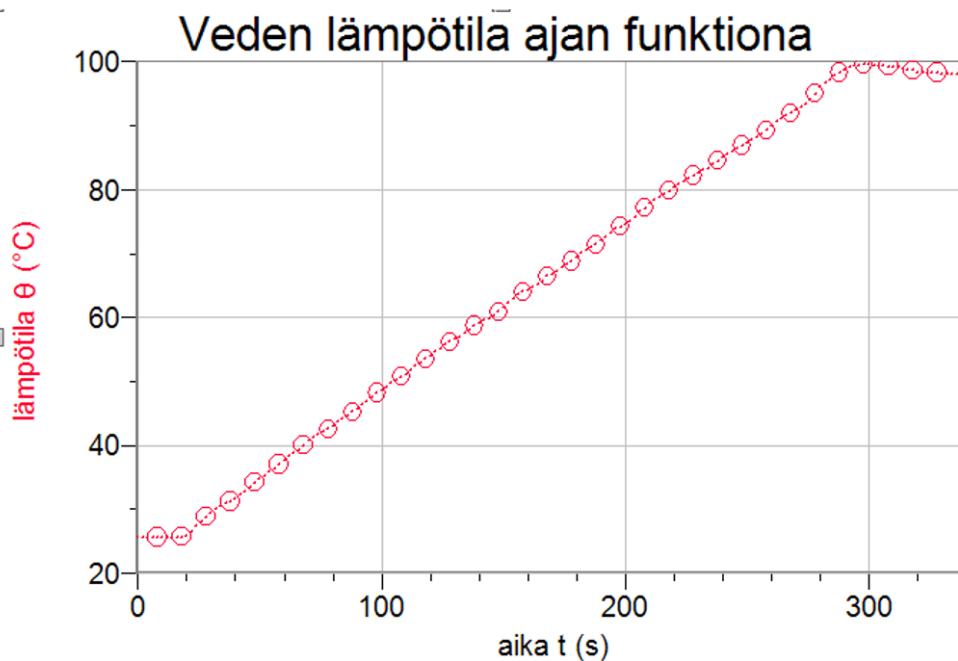
Lasketaan minkä paineen jäljelle jäänyt happi ottaa pullossa nyt

$$P_1 = 1,01325 \text{ bar}, V_1 = 275,8 \text{ l}, V_2 = 40 \text{ l}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad ||: V_2 \Leftrightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1,01325 \text{ bar} \cdot 275,8 \text{ l}}{40 \text{ l}} = 6,986 \text{ bar} \approx 7,0 \text{ bar}$$

Voi myös laskea ainemäärien erotuksen avulla.

6.1



6.2

Veden massa $m = 1527 \text{ g}$, ominaislämpökapasiteetti $c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$ ja kuvaajasta lämpötilan muutos $\Delta T = 100^\circ \text{C} - 25^\circ \text{C} = 75^\circ \text{C}$. Vesi vastaanotti lämpöenergian

$$Q = cm\Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{C}} \cdot 1,527 \text{ kg} \cdot 75^\circ \text{C} = 479,85 \text{ kJ} \approx 480 \text{ kJ}$$

6.3

Kuvaajasta luettuna veden lämpeneminen kesti $t = 295 \text{ s} - 18 \text{ s} = 277 \text{ s}$

Teho $P = 1900 \text{ W}$, edellisen tehtävän mukaa vesi vastaanotti energiaa $Q = 479,85 \text{ kJ}$

Hyötysuhde saadaan suureyhtälöstä

$$\eta = \frac{Q_{\text{hyöty}}}{Q_{\text{kok}}} = \frac{Q_{\text{hyöty}}}{Pt} = \frac{479850 \text{ J}}{1900 \text{ W} \cdot 277 \text{ s}} = 0,911 \approx 91 \%$$

7.1

Ilmalämpöpumppu on jäähdytyskone, mikä siirtää lämpöenergiaa kylmemmästä lämpösäiliöstä lämpimämpään lämpösäiliöön. Toiminta on vastoin lämpöopin I pääsääntöä ja vaatii näin ulkoista työtä, minkä kompressorin tekee sähköverkosta ottamansa energian avulla.

Jäähdytystoiminnolla kompressorin 1 puristaa sisäyksiköltä 5 tulevan kylmäaineen höyryn korkeampaan paineeseen, jolloin myös höyryn lämpötila nousee. Kuuma höyry kulkee seuraavaksi ulkoyksikköön 3, jossa yksikön läpi puhallettava ulkoilma lauhduttaa höyryn, jolloin höyry nesteytyy. Lämpöenergiaa siis siirtyy ulkoilmaan.

Nesteytynyt kylmäaine kulkee seuraavaksi paisuntaventtiin 4 läpi, jolloin nesteen paine laskee. Matalapaineinen neste kulkee seuraavaksi sisäyksikköön 5, jossa se alkaa kiehua. Kiehumiseen tarvittavan energian se ottaa yksikön läpi puhallettavasta sisäilmasta, jäähdyttäen sisäilmaa. Lämpöenergiaa siirtyy siis sisäilmasta kylmäaineeseen. Höyrystynyt kylmäaine menee kompressorille ja kierto alkaa uudelleen.

7.2

Neliventtiin 2 avulla lämpöpumpun toiminta voidaan vaihtaa jäähdytykseltä lämmitykselle, jolloin kylmäaineen kiertosuunta myös muuttuu päinvastaiseksi. Toimintaan vaaditaan edelleen ulkoista työtä kuten jäähdytyksessäkin.

Kompressori puristaa ulkoyksiköltä tulevan kylmäaineen höyryn korkeampaan paineeseen, jolloin myös höyryn lämpötila nousee. Kuuma höyry menee sisäyksikköön, jossa yksikön läpi puhallettava huoneilma lauhduttaa höyryn, mikä nesteytyy. Lämpöenergiaa siirtyy kylmäaineesta huoneeseen.

Nesteytynyt kylmäaine menee kuristusventtiin läpi, jolloin sen paine laskee. Matalapaineinen kylmäaine alkaa höyrystyä ulkoyksikössä ottaen lämpöenergiaa yksikön läpi puhallettavasta ulkoilmasta. Lämpöenergiaa siirtyy siis ulkoilmasta kylmäaineeseen. Höyrystynyt kylmäaine menee kompressorille ja kierto alkaa alusta.

Ilmalämpöpumpun toiminnan keskeisessä osassa on siis kylmäaineen olomuodon muutokset ja niihin liittyvät lämpöenergian siirtymät.

7.3

Esim. jääkaappi, pakastin, vesi-ilma lämpöpumppu, maalämpöpumppu, auton ilmastointilaite

8.1

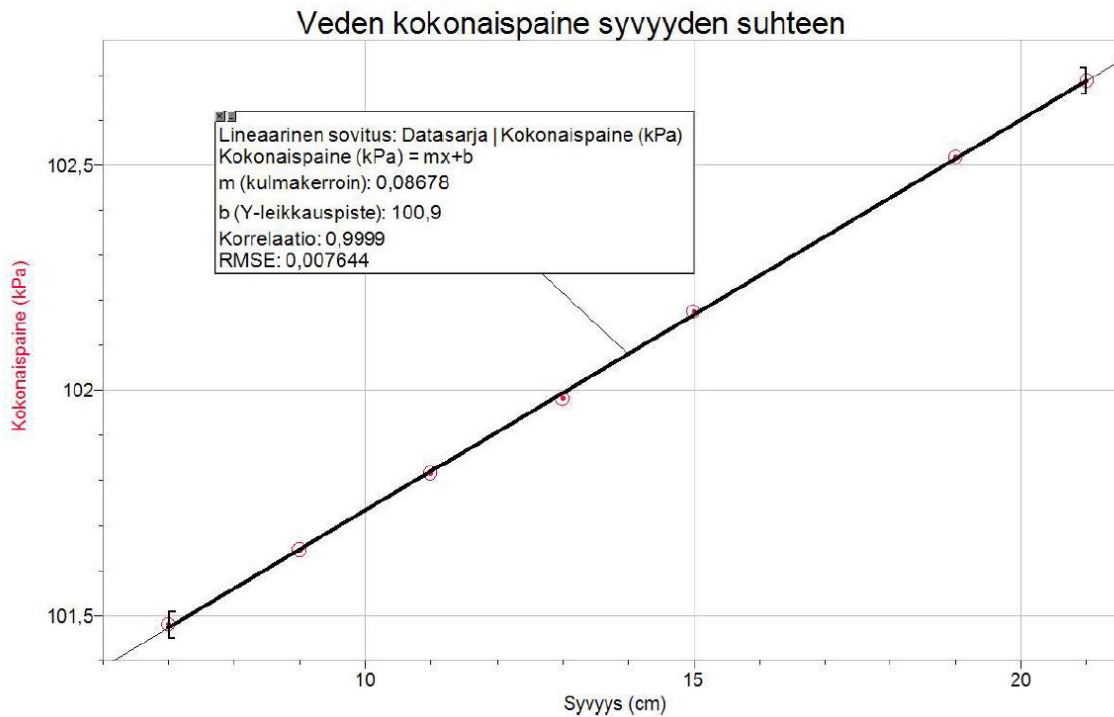
Ilmanpaine johtuu ilmakehän omasta painosta.

8.2

Veden hydrostaattinen paine johtuu veden omasta painosta.

8.3

Paine kasvaa tasaisesti eli mittauspisteet ovat likimain suoralla. Sovitetaan mittauspisteisiin suora.



8.5

Lineaarinen sovitus: Datasarja | Kokonaispaine (kPa)
Kokonaispaine (kPa) = $mx+b$
m (kulmakerroin): 0,08678
b (Y-leikkauspiste): 100,9
Korrelaatio: 0,9999
RMSE: 0,007644

Mittauspisteisiin sovitetun suoran yhtälö on $p = 0,08678 \frac{\text{kPa}}{\text{cm}} \cdot h + 100,9 \text{ kPa}$.

Suoran yhtälön vakiotermi **100,9 kPa** ilmaisee ilmanpaineen suuruuden mittauksen aikana. Ilmanpaine mittauksen aikana oli 101 kPa.

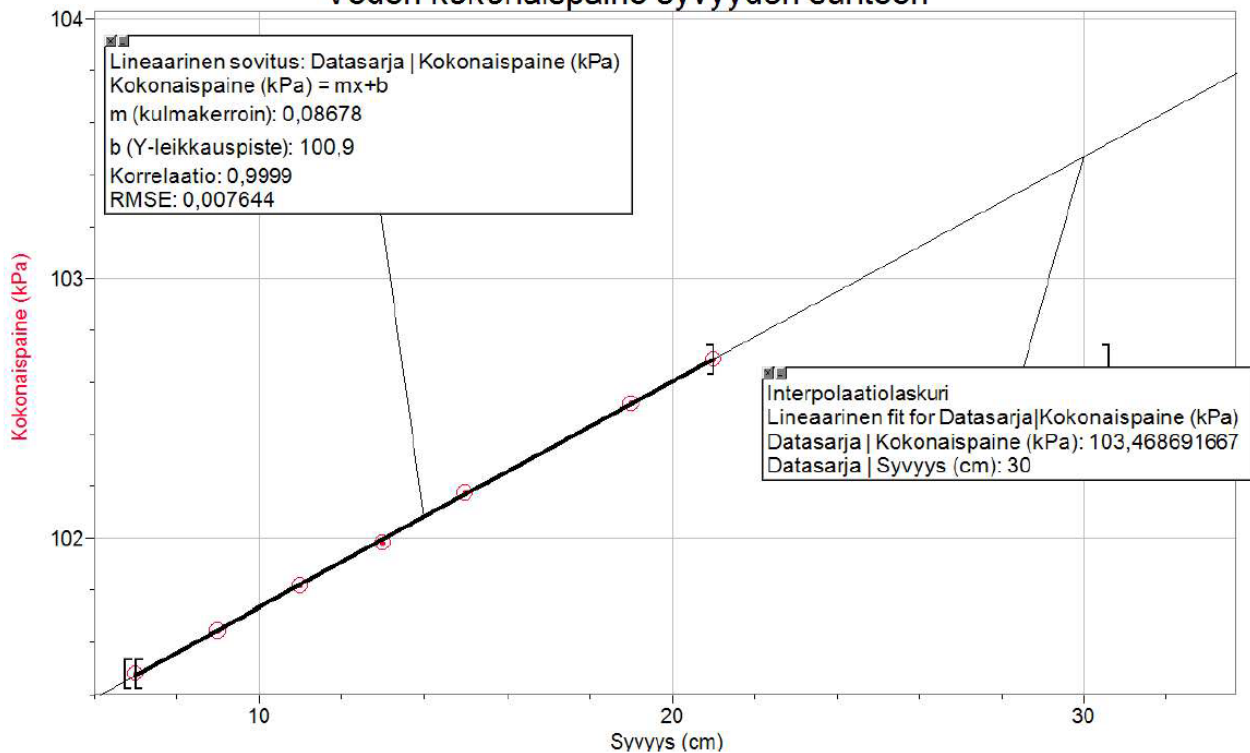
8.6

Veden kokonaispaine p koostuu hydrostaattisesta paineesta p_h ja ilmanpaineesta p_i .

$$p = p_h + p_i$$

Veden kokonaispaine syvyydellä 30 cm saadaan ekstrapoloimalla kuvaajaa.

Veden kokonaispaine syvyyden suhteen



Hydrostaattinen paine syvyydellä 30 cm oli

$$p_h = p - p_i$$

$$103,46869 \text{ kPa} - 100,9 \text{ kPa} = 2,56869 \text{ kPa}.$$

Voima, jonka veden hydrostaattinen paine kohdisti mittalasin pohjaan oli

$$F = p_h \cdot A$$

$$= p_h \cdot \pi \cdot r^2$$

$$= 2,56869 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,048 \text{ m}}{2}\right)^2$$

$$= 4,648 \ 191 \ 916 \ 81 \text{ N}$$

$$\approx 4,6 \text{ N}.$$