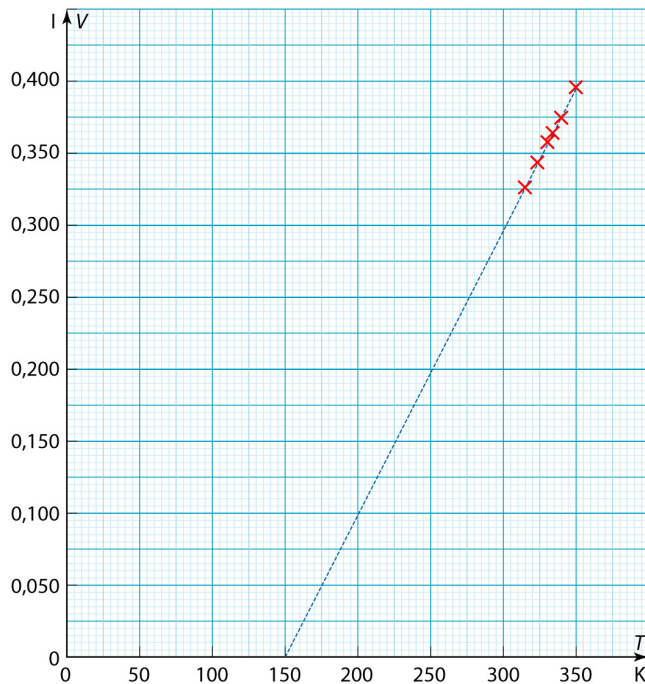


TEHTÄVIEN RATKAISUT

- 11-1.** Kun lämpötila ei muutu, kaasujen yleisestä tilanyhtälöstä $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ seuraa Boylen lain mukaan yhtälö $p_1 V_1 = p_2 V_2$. Säiliössä olevan kaasun loppupaineen suuruus on

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{220 \text{ kPa} \cdot 250 \text{ dm}^3}{150 \text{ dm}^3} \approx 370 \text{ kPa}.$$

- 11-2.** a) Kun mittaustulokset siirretään T , V -koordinaatistoon, kuvaajaksi tulee suora. Näin ollen suureiden välillä on lineaarinen riippuvuus $V \sim T$.
- b) Suoran pitäisi leikata T -akseli absoluuttisessa nolapisteesä. Nyt suora leikkaa T -akselin kohdassa 150 K. Kyseessä on jokin systemaattinen mittausvirhe.



11-3. $V_1 = 2,0 \text{ l}$, $t_1 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $V_2 = 2 V_1$.

Vakiopaineessa yleisestä kaasulaista

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ seuraa } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

jossa lämpötilat ovat kelvineissä. Lämpötila alussa on

$$T_1 = (273,15 + 22) \text{ K} = 295,15 \text{ K, joten kaasun lämpötila lopussa on}$$

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot V_2}{V_1} = \frac{295,15 \text{ K} \cdot (1,25 \cdot 2 \text{ l})}{2 \text{ l}} = 368,938 \text{ K.}$$

Kaasun lämpötila lopussa on celsiusasteina

$$(368,938 - 273,15) \text{ }^\circ\text{C} = 95,7875 \text{ }^\circ\text{C} \text{ eli kaasun lämpötila on lopussa}$$

$$95,7875 \text{ }^\circ\text{C} - 22 \text{ }^\circ\text{C} \approx 74 \text{ }^\circ\text{C} \text{ korkeampi kuin alussa.}$$

11-4. $T_1 = (20 + 273,15) \text{ K} = 293,15 \text{ K}$, $T_2 = (85 + 273,15) \text{ K} = 358,15 \text{ K}$.

Vakiotilavuudessa yleisestä kaasulaista $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ seuraa $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, josta

saadaan

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{358,15 \text{ K}}{293,15 \text{ K}} \approx 1,22.$$

Kaasun tilavuus on kasvanut 22 %.

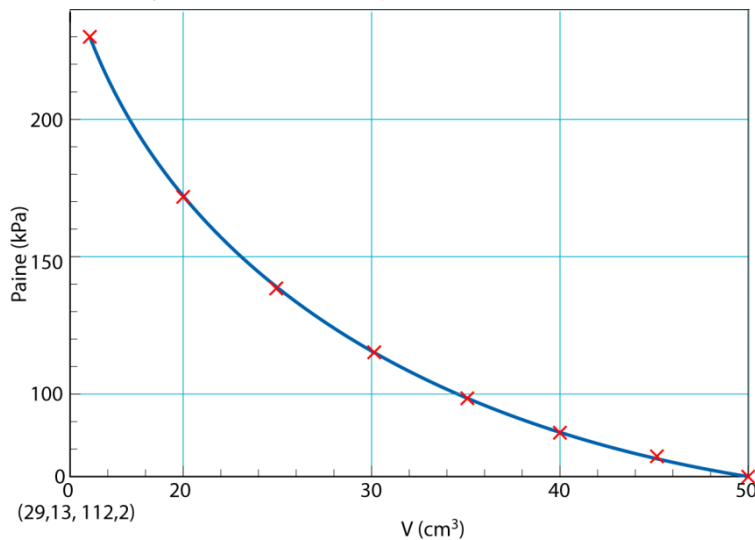
11-5. a) Kaasun paineen riippuvuus kaasun lämpötilasta:

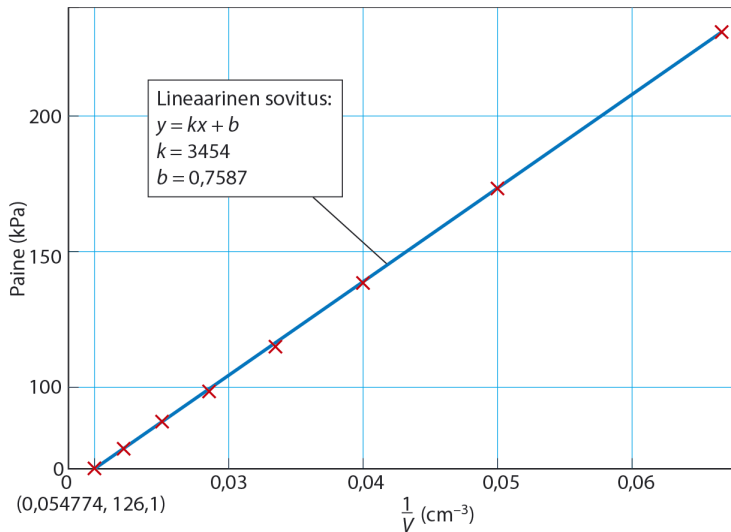


b) Kun kaasun lämpötila on 17 °C, kaasun paine on 1,9 bar.

c) Paine alenee nestekaasupulloon liitettyssä paineenalennusventtiilissä
 $1900 \text{ mbar} - 1013 \text{ mbar} - 30 \text{ mbar} = 857 \text{ mbar} \approx 0,9 \text{ bar}$.

11-6. a) Käytetään mittausohjelmaa.





Ensimmäisessä kuvassa mittausohjelman sovitus $p = \text{vakio} / V$ sopii

hyvin mittauspisteisiin. Jälkimmäisessä kuvassa paineen p ja suureen $1 / V$ välinen riippuvuus on lineaarinen eli $p \sim 1 / V$.

Molemmat kuvaajat osoittavat, että $pV = \text{vakio}$ eli vakiolämpötilan kaasulaki on voimassa.

b) Ensimmäisestä kuvasta voi mittausohjelman avulla lukea, että kun tilavuus on $42,0 \text{ cm}^3$, paine on $85,6 \text{ kPa}$.

c) Ensimmäisestä kuvasta voi lukea, että kun paine on 120 kPa , tilavuus on 29 cm^3 .

11-7. Koska pullon tilavuus ei muutu, yleisen kaasulain $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

perusteella pullossa olevalle ilmalle on voimassa yhtälö $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. Tästä

saadaan pullossa olevan ilman paineeksi

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{102,1 \text{ kPa} \cdot (273,15 - 18) \text{ K}}{(273,15 + 25) \text{ K}} = \frac{102,1 \text{ kPa} \cdot 255,15 \text{ K}}{298,15 \text{ K}} \approx 87,375 \text{ kPa}.$$

Korkkiin kohdistuva voima on ulkoisen ilmanpaineen korkkiin kohdistaman voiman F_1 ja pullon sisällä olevasta paineesta aiheutuvan voiman F_2 erotus:

$$\begin{aligned} F &= F_1 - F_2 = p_1 A - p_2 A = (p_1 - p_2) A \\ &= (101,325 \text{ kPa} - 87,375 \text{ kPa}) \cdot 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &\approx 6,0 \text{ N}. \end{aligned}$$

Voiman suunta on pulloon päin.

11-8. a) Luokassa olevan ilman massa on
 $m = \rho V$

$$\begin{aligned} &= 1,293 \text{ kg/m}^3 \cdot 11 \text{ m} \cdot 8,5 \text{ m} \cdot 2,7 \text{ m} \\ &= 1,293 \text{ kg/m}^3 \cdot 252 \text{ m}^3 \\ &\approx 330 \text{ kg}. \end{aligned}$$

b) Luokan tilavuus on $V_1 = 252 \text{ m}^3$. Koska paine oletettiin vakioksi, seuraa yleisestä tilanyhtälöstä $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ yhtälö $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, josta saadaan

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{252 \text{ m}^3 \cdot 298,15 \text{ K}}{292,15 \text{ K}} \approx 257,2 \text{ m}^3.$$

Näin ollen luokasta on poistunut ilmaa

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 257,2 \text{ m}^3 - 252 \text{ m}^3 \approx 5,2 \text{ m}^3.$$

11-9. Kun pullosta poistetaan pumpulla ilmaa, ilmanpaine pullon sisällä laskee pienemmäksi kuin ilmapallon sisällä. Ilmapallo laajenee, jolloin paine sen sisällä pienenee Boylen lain $pV = \text{vakio}$ mukaisesti.

TESTAA, OSAATKO S. 103

1. c 2. b, c 3. b 4. c 5. a, c, d 6. a, b, c, d 7. b 8. c 9. a, b, c 10. a, b 11. a, c 12. c