

1. Selitä yhdellä virkkeellä, joka voi sisältää myös kaavan, seuraavat asiat (1 p/kohta):

- lämpö,
- ideaalikaasun sisäenergia,
- termodynamiikan 1. pääsääntö,
- lämpövoimakone,
- Carnot'n kone, ja
- entropia.

2. Vesi valuu hanan suuaukosta nopeudella 0,50 m/s suoraan alaspäin. Kuinka kaukana hanan suuaukon alapuolella vesisuikun poikkeileikkauksen halkaisija on puolet hanan suuaukon halkaisijasta? Oleta ideaalinen virtaus.

3. Yksinkertainen harmoninen aalto on muotoa

$$y(x, t) = (0,030 \text{ m}) \cdot \sin\left(2,2 \frac{\text{rad}}{\text{m}} x - 3,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right).$$

- Mikä on aallon nopeus (myös suunta)?
 - Mikä on aallonpituus, taajuus ja jaksonaika?
 - Mikä on lanka-alkion suurin poikkeama ja suurin poikittainen nopeus?
4. Männyssä sylinterissä on 0,250 mol happea paineessa $2,40 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ja lämpötilassa 355 K . Kaasu laajenee ensin isobaarisesti kaksinkertaiseen tilavuuteen, jonka jälkeen se puristetaan isotermisesti takaisin alkuperäiseen tilavuuteensa, ja lopuksi kaasu jäädytetään isokoorisesti alkuperäiseen tilaansa. Oleta ideaalikaasukäyttäytyminen.
- Piirrä kiertoprosessin pV -kuvaaja. (1 p.)
 - Laske kaasun lämpötila isotermisessä puristuksessa. (1 p.)
 - Laske kaasun suurin paine. (1 p.)
 - Laske männy kaasun tekemä työ yhden kierroksen aikana. (3 p.)
5. Ideaalinen ottoprosessi koostuu adiabaattisesta puristuksesta (a→b), isokoorisesta palamisesta (b→c), adiabaattisesta kaasun laajenemisesta (c→d) ja isokoorisesta jäähdytyksestä (d→a).
- Piirrä kiertoprosessin pV -kuvaaja ja merkitse kuvaan, missä kohdissa kiertoprosessia kone ottaa vastaan ja missä luovuttaa lämpöä. Perustelut.
 - Laske ideaalisen ottomoottorin terminen hyötysuhde, kun moottorin puristussuhde on $V_a/V_b = 8,0$. Lämpökapasiteettisuhde $\gamma = 1,40$.

Merkitse opiskelijanumerosi (myös kirjain), nimesi, koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen päivämäärä jokatseen suorituspaperiisi.

Vakiot

| | |
|---------------------------|--|
| Absoluuttinen nollapist | $T_0 = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Avogadron luku | $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| Boltzmannin vakio | $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ |
| Normaali ilmanpaine (atm) | $p_0 = 1,013 \text{ bar}$ |
| Painovoiman kiihtyvyy | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ |
| Stefan-Boltzmannin vakio | $\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$ |
| Veden tiheys | $\rho_v = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ |
| Yleinen kaasuvakio | $R = 8,3143 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ |

Kaavat

| | | | |
|--|---|--|--------------------------------------|
| $\rho = \frac{m}{V}$ | $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$ | $p = \frac{F}{A}$ | $p = p_0 + \rho gh$ |
| $v = f\lambda$ | $f = \frac{1}{T}$ | $\omega = 2\pi f$ | $k = 2\pi/\lambda$ |
| $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ | $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ | $T = 2\pi\sqrt{I/(mgd)}$ | |
| $K = \frac{1}{2}mv^2$ | $K_{\text{vib}} = \frac{1}{2}kx_0^2$ | | |
| $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ | $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$ | $v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$ | $I = \frac{P_{\text{av}}}{A}$ |
| $\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega^2 x(t)$ | $\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$ | | |
| $Av = \text{vakio}$ | $p + \rho gy + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{vakio}$ | | |
| $f_n = n \frac{v}{2L}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) | $f_n = n \frac{v}{4L}$ ($n = 1, 3, 5, \dots$) | | |
| $\beta = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I}{I_0}$ | $f = \frac{v \pm v_r}{v \mp v_s} f_0$ | | |
| $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ | $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$ | $\frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L_0}$ | $\Delta p = -B \frac{\Delta V}{V_0}$ |
| $H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_h - T_c}{L}$ | $H = Ae\sigma T^4$ | | |
| $Q = C\Delta T = cm\Delta T$ | $Q = mL$ | $pV = nRT = Nk_B T$ | $U = f \frac{1}{2} nRT$ |
| $W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$ | $\Delta U = Q - W$ | $C_p = C_v + nR$ | $C_v = \frac{dU}{dT}$ |
| $pV^\gamma = \text{vakio}$ ($Q = 0$) | $W_{12} = \frac{1}{\gamma-1} (p_1 V_1 - p_2 V_2)$ ($Q = 0$) | | $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ |
| $\epsilon = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{ Q_c }{Q_h}$ | $\epsilon_C = 1 - \frac{T_c}{T_h}$ | $\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$ | $S = k_B \ln w$ |