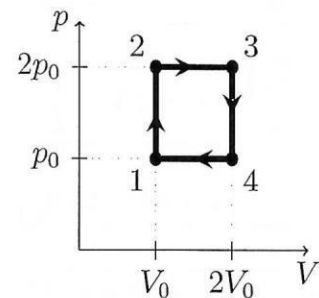


Tentti 2.5.2022

- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Kokeessa saa olla mukana itse käsin kirjoitettu lunttilappu (yksi A4, molemmat puolet). Lunttilappu tulee palauttaa koepaperin mukana.
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.
- Jos suoritat Yliopistofysiikan sijaan vanhaa Insinöörifysiikkaa, niin mainitse tästä vastauspaperissasi.

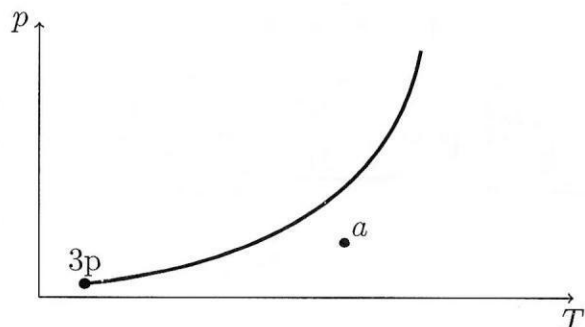
- ① Kitaran kieli on 55.0 cm pitkä ja sen massa on 20.0 g. Kieli on kiristetty voimalla 1620 N.
- Laske aaltojen etenemisvauhti kielessä.
  - Kielessä on viritettynä perustaaajuutta vastaava seisova aalto (eli normaalimoodi, jossa  $n = 1$ ). Tällöin kielen puolivälissä oleva piste P on yksinkertaisessa harmonisessa liikkeessä, jonka amplitudi on 2.9 mm. Mikä on pisteen P maksimivauhti poikittaisessa harmonisessa liikkeessään?
- ② Mikroaaltouunin säteilyteho on 700.0 W. Laitat uuniin lasillisen eli 2.0 dl vettä, jonka lämpötila on 20.0°C.
- Kauanko menee ennen kuin vesi alkaa kiehumään, jos vesi absorboi kaiken uunin säteilyn?
  - Paljonko aikaa kuluu vielä lisää ennen kuin kaikki vesi on muuttunut vesihöyryksi? Vedelle ominaislämpökapasiteetti on 4190 J/kgK, sulamislämpö 334 kJ/kg, höyrystymislämpö 2260 kJ/kg, kiehumispiste normaalipaineessa 100°C ja tiheys  $1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .
- ③ Tutkit 24.2 metrin pituista teräksistä rautatiekiskoa sen lämpötilan kasvaessa 10.0°C → 35.0°C. Teräksen pituuden lämpölaajenemiskerroin on  $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .
- Mikä olisi kiskon pituuden muutos lämpötilamuutoksessa sen ollessa irrallaan? (2p)
  - Kisko onkin hitsattu kiinni muihin kiskoisiin niin että sen pituus ei pääse muuttumaan, vaikka lämpötila kasvaa. Kuinka suuri jännitys (yksikkönä Pa) kiskoon syntyy lämpötilamuutoksen johdosta, jos jännitys lämpötilassa 10°C on nolla? Teräksen Youngin moduuli eli kimmokerroin  $Y = 210 \text{ GPa}$ . (4p)
- ④ Lämpövoimakoneessa kaksiatominen ideaalikaasu ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ) käy läpi viereisessä kuvassa esitetyn, neljästä vaiheesta koostuvan syklin  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ . Kuvaajassa  $V_0 = 1.2$  litraa ja  $p_0 = 1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- Laske kaasun tekemä työ syklin aikana.
  - Laske systeemin ottama lämpö vaiheissa  $1 \rightarrow 2$  ja  $2 \rightarrow 3$ .
  - Laske koneen hyötysuhde. Vihje: Systeemi ottaa lämpöä vain prosesseissa  $1 \rightarrow 2$  ja  $2 \rightarrow 3$ .



⑤ Vastaa lyhyesti

a) Vesi virtaa tasaisesti vaakasuorassa putkessa, jonka halkaisija pienenee nopeasti puoleen. Miten veden virtausnopeus muuttuu halkaisijan pienentyessä? Miksi sama ei päde kaasun virtaukselle?

b) Viereisessä  $pT$ -kuvaajassa on osa veden höyrystymiskäyrää. Merkitty piste (3p) on veden kolmoispiste. Eräänä iltana veden suhteellinen osapaine ilmassa ja ilman lämpötila vastaavat pistettä a. Kerro mitä suhteelliselle ilmankosteudelle tapahtuu, kun ilman lämpötila pienenee nopeasti.



$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,  
 $p_{\text{atm}} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  
 $R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,  
 $k_B = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  
 $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ,  
 $0 \text{ K} = -273.15^\circ \text{ C}$ ,  
 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$

$Y = \frac{F_{\perp}/A}{\Delta l/l_0}$      $p = \frac{dF_{\perp}}{dA}$      $B = -\frac{\Delta p}{\Delta V/V_0}$

$I = \frac{1}{2} B \omega k A^2 = \frac{p_{\text{max}}^2}{2\rho v}$      $f_L = f_s \frac{v \pm v_L}{v \pm v_s}$

$p = p_o + \rho gh$      $\frac{dV}{dt} = Av$

$\beta = (10\text{dB}) \log_{10} \frac{I}{10^{-12} \text{ W/m}^2}$

$p + \rho gy + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{vakio}$

$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$

$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$      $x = A \cos(\omega t + \phi)$

$Q = mc\Delta T$      $Q = nC\Delta T$      $Q = \pm mL$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$      $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$      $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$

$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_H - T_C}{L}$      $H = Ae\sigma(T^4 - T_s^4)$

$\phi = \arctan\left(-\frac{v_{ox}}{\omega x_0}\right)$      $A = \sqrt{x_o^2 + \frac{v_{ox}^2}{\omega^2}}$

$pV = nRT$      $M = N_A m$

$K_{\text{tr}} = \frac{3}{2} nRT$      $v_{\text{rms}} = \sqrt{(v^2)_{\text{av}}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

$x = Ae^{-(b/2m)t} \cos(\omega't + \phi)$      $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$

$C_V = \frac{\#\text{vap.aste}}{2} R$      $C_p = C_V + R$      $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$      $v = f\lambda = \frac{\omega}{k}$

$\nu = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{V} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{RT} p_{\text{H}_2\text{O}}$      $\text{RH} = \frac{\nu}{\nu_m} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_m}$

$y(x, t) = A \cos(kx \pm \omega t)$

$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$      $\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$

$\frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2}$

$e = \frac{W}{Q_H} = 1 + \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \left| \frac{Q_C}{Q_H} \right|$

$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$      $P_{\text{av}} = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2$      $\lambda_n = \frac{2L}{n}$

$K = \frac{|Q_C|}{|W|} = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}$      $e_{\text{Carnot}} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$

$p(x, t) = BkA \sin(kx \pm \omega t)$

$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$

$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$      $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$      $v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$

$pV^\gamma = \text{vakio}$      $TV^{\gamma-1} = \text{vakio}$

$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$

$T_2 - T_1$

$\Delta T =$