

FYS.102 Yliopistofysiikka 2 (Tuta, Tijo, Rob / Niemi)

tentti 6.5.2025

Kokeessa on sallittua käyttää seuraavia apuvälineitä:

- fysiikan ohjesääntöjen mukainen funktiolaskin.
 - A4-kokoinen, opiskelijan nimellä varustettu, käsin kirjoitettu "muistilappu".
- Lappu palautetaan vastauspaperin välissä.

1. Teräksisen rautatiekiskon pätkän pituus lämpötilassa 15.0°C on $l_0 = 4.00\text{ m}$.

a) Kiskonpätkä lojuu käyttämättömänä ratapihalla. Mikä on kiskon pituuden muutos alkuperäiseen nähden, kun $T = 35^{\circ}\text{C}$?

b) Sama kisko on myöhemmin hitsattu kiinni muihin kiskoihin niin, ettei sen pituus pääse muuttumaan, vaikka lämpötila kasvaa. Kuinka suuri jännitys (Pascalleissa) kiskoon syntyy kuumana kesäpäivänä ($T = 35^{\circ}\text{C}$), jos lämpötilassa 15°C jännitys on nolla?

Teräksen pituuden lämpölaajenemiskerroin $\alpha = 1.20 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ ja sen kimmokerroin eli Youngin moduuli on 205 GPa .

2. Kitaran kieli on 55.0 cm pitkä ja sen massa on 20.0 g . Kieli värähtelee perustaajuudellaan 220 Hz eli normaalimoodissa $n = 1$.

a) Millä voimalla kieli on kiristetty?

b) Kielen keskipiste tekee harmonista värähtelyliikettä. Ajan hetkellä $t = 0$ se on ääriasennossaan 1.5 mm päässä tasapainoasemasta. Mikä on keskipisteen paikka ajan hetkellä $t = 2.0\text{ ms}$?

c) Värähdellessään perustaajuudella kieli synnyttää ääniaallon ympärillään olevaan ilmaan, jonka lämpötila on 20°C . Mikä on syntyvän ääniaallon aallonpituus?

3. Sylinterin muotoinen ämpäri, säde 10.2 cm ja korkeus 25.5 cm , on täynnä vettä. Ämpärin alareunaan tehdään viilto (leveys 1.0 mm ja pituus 28.0 mm), jolloin vesi ämpäristä vuotaa hitaasti pois.

a) Laske sopivia approksimaatioita käyttäen nopeus, jolla vedenpinta laskee ämpäriissä.

b) Perustele lyhyesti a-kohdassa tekemäsi oletukset.

4. 5.20 moolia ideaalikaasua on laitettu säiliöön, jonka tilavuus pääsee muuttumaan. Säiliön sisään viedään 8.0 minuutin ajan lämpöä, niin että lämpövirta säiliöön on 8.5 W . Ideaalikaasun lämpötila $T = 310\text{ K}$ pysyy lämmön viennin ajan vakiona.

a) Hahmottele karkeasti, miltä prosessi näyttää pV -diagrammissa.

b) Laske kaasun tekemä työ lämmön siirtymisen aikana.

c) Laske kaasun lopputilavuus ja -paine, kun sen alkutilavuus oli 120 litraa .

Muista että ideaalikaasun sisäenergia riippuu vain lämpötilasta.

5. Carnot'n koneen kuuma lämpövarasto sisältää kiehuvaa vettä, ja kylmä lämpövarasto sisältää suuren tilavuuden vettä ja jäätä termisessä tasapainossa. Molemmat lämpövarastot ovat normaalissa ilmanpaineessa. 8.0 minuutin aikana kone sulattaa 0.160 kg jäätä.

a) Mikä on koneen hyötysuhde?

b) Kuinka suuren työn Carnot'n kone tänä aikana tekee?

Jään sulamislämpö (eli ominaissulamislämpö) $L = 3.34 \cdot 10^5\text{ J/kg}$.

Vakioita:

$$g = 9.80\text{ m/s}^2$$

$$R = 8.3145\text{ J/mol K}$$

$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}\text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$p_{\text{atm}} = 1.013 \cdot 10^5\text{ Pa}$$

$$k_B = 1.381 \cdot 10^{-23}\text{ J/K}$$

$$0\text{ K} = -273.15^{\circ}\text{C}$$

$$\gamma_{\text{ilma}} = 1.40$$