

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

tentti 10.5.2023

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 10.0°C on $l_0 = 4.00\text{ m}$.

a) Kiskonpätkä lojuu käyttämättömänä ratapihalla. Mikä on kiskon pituuden muutos alkuperäiseen nähden, kun $T = 35^\circ\text{C}$? (2p)

b) Sama kisko on myöhemmin hitsattu kiinni muihin kiskoihin niin, ettei sen pituus pääse muuttumaan, vaikka lämpötila kasvaa. Kuinka suuri jännitys (Pascaleissa) kiskoon syntyy kuumana kesäpäivänä ($T = 35^\circ\text{C}$), jos lämpötilassa 10°C jännitys on nolla? (4p)

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

2. Laituriin köydellä kiinnitetty vene liikkuu aallokon mukana pystysuorassa liikkeessä siten, että liikkeen matalimman ja korkeimman kohdan korkeusero on 34 cm. Liike aiheuttaa köyteen etenevän aallon, jonka aallonpituus on 1.9 m ja jaksonaika on 4.5 s.

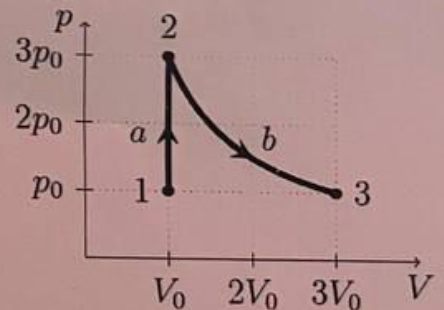
a) mikä on aallon etenemisnopeus köydessä? (1p)

b) Kirjoita aaltofunktio $y(x, t)$ köydessä etenevälle aallolle. (3p)

c) Mikä on veneen pystysuoran liikkeen maksimivauhti? (2p)

3. Laakeassa avoimessa vesisäiliössä veden pinta on korkeudella 15.0 m maan pinnan yläpuolella. Säiliöstä otetaan vettä maan pinnalla kulkevan putken (P) kautta painepesuriin. Putkessa P veden virtausnopeus on 12.0 m/s. Laske ylipaine putkessa P. Perustele laskussa käyttämäsi oletukset ja approksimaatiot. Veden tiheys on $1.00 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$. (6p)

4. Ideaalikaasu tekee oheisen kuvan mukaisen prosessin, joka koostuu kahdesta eri vaiheesta: isokoorinen prosessi a ja isoterminen prosessi b. Kuvaajan akseleilla $p_0 = 220\text{ kPa}$ ja $V_0 = 8.4\text{ litraa}$. Aloituspisteessä 1 systeemin lämpötila on 32°C . Kaasun molaarinen ominaislämpö voidaan vakiotilavuudessa laskea kaavalla $C_V = \frac{5}{2}R$.



a) Laske kaasun ainemäärä. (1p)

b) Laske kaasun tekemä työ prosesseissa a ja b. (3p)

c) Laske kaasun sisäenergian muutos koko prosessissa eli $U_3 - U_1$. (2p)

5. Insinööri ehdottaa lämpökoneetta, joka ottaa $2.6 \cdot 10^8\text{ J}$ lämpöä kuumasta lämpöhauteesta ($T = 400\text{ K}$), tekee 42 kWh:n ($1\text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6\text{ J}$) mekaanisen työn ja siirtää loput lämmöstä kylmään lämpöhauteeseen ($T = 250\text{ K}$). Onko ehdotus uskottava? Perustele termodynamiikan toisella pääsäännöllä ja tarkastelemalla koneen hyötysuhdetta. (6p)

Vakioita:

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

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

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

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

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

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

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