

Kokeessa on sallittua käyttää seuraavia apuvälineitä:

- laskin, jossa ei ole muistitoimintaa. Laskimen on löydyttävä sallittujen laskinten listalta tai laskimen malli kirjattava muistiin tenttiä palauttaessa.

- A4-kokoinen, 1-puoleinen, opiskelijan nimellä varustettu, käsinkirjoitettu "lunttilappu".

Lappu palautetaan vastauspaperin välissä.

Jos olet suorittanut laskuharjoitukset ennen syksyä 2024, kirjoita tenttipaperiin kohtaan "huomioita tarkastajalle" laskuharjoitusten suoritusvuosi ja kurssin luennoitsija.

1. Sellon kielen perustaajuus on $f = 220$ Hz. Kun kieltä näppäillään keskeltä, keskipiste on yksinkertaisessa harmonisessa liikkeessä, jonka amplitudi $A = 0.35$ cm. Määritä kulmataajuus sekä kielen keskipisteen suurin nopeus ja kiihtyvyyys.
2. Teräksisen rautatiekiskon pätkän pituus lämpötilassa 15.0°C on $l_0 = 4.00$ m.
 - a. Kiskonpätkä lojuu käyttämättömänä ratapihalla. Mikä on kiskon pituuden muutos suhteessa alkuperäiseen pituuteen kun $T = 35.0^\circ\text{C}$? (3 p)
 - 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? (3 p)Teräksen pituuden lämpölaajenemiskerroin $\alpha = 1.20 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ja sen kimmokerroin eli Youngin moduuli on 210 GPa.
3. Isoon vesisäiliöön puhkaistaan pieni reikä, jonka läpimitta on $d = 6.0$ mm. Reikä on 14.0 m vesisäiliön vedenpinnan tason alapuolella. Vesisäiliö on ylhäältä avoin. Määritä veden nopeus ja tilavuusvirta, kun vesi virtaa reiästä. Selitä tekemäsi oletukset.
4. Suunnittele lämpövoimakone, joka tekee nettotyön ympäristöön. Kone käyttää neljää ideaalikaasuprosessia: adiabaattista, isotermistä, isobaarista ja isokoorista prosessia on kutakin käytettävä kerran, mutta saat valita järjestyksen. **Älä laske mitään.**
 - a. Piirrä syklin pV -kuvaaja. Nimeä prosessit kuvaan. (1p)
 - b. Selitä, miten sisäenergia muuttuu, mihin siirtyy lämpöä ja mihin tehdään työtä (eli minkä merkkisiä ovat ΔU , Q ja W) jokaiselle prosessille **erikseen** (4p) sekä syklille **yhteensä** (1p).
5. Insinööri ehdottaa lämpökoneita, joka ottaa $2.6 \cdot 10^8$ J lämpöä kuumasta lämpöhauteesta ($T = 400$ K), tekee 42 kWh:n ($1\text{kWh} = 3.6 \cdot 10^6$ J) mekaanisen työn ja siirtää loput lämmöstä kylmään lämpöhauteeseen ($T = 250$ K). Onko ehdotus uskottava? Perustele termodynamiikan toisella pääsäännöllä ja tarkastelemalla koneen hyötysuhdetta. (6 p)

Luonnonvakioita kääntöpuolella.