
PHYS-A3120 Termodynamiikka (ENG), tentti 20.2.2015

Luentomoniste, johon on paperin tekstipuolelle tehty käsin merkintöjä on sallittu.

Erilliset taulukot tai muut muistiinpanot eivät ole sallittuja.

Ylioppilaskirjoituksissa hyväksytty laskin on sallittu.

Perustele vastauksesi ellei tehtävässä anneta muuta ohjetta.

Tenttiin ilmoittautuminen on edellytys tenttiin osallistumiselle.

- Lentokoneiden nopeutta mitataan *Pitot-putkella*, joka on lentokoneeseen kiinnitetty toisesta päästään avoin vaakasuora putki. Putken suljetussa päässä on painemittari. Lisäksi laitteeseen kuuluu toinen painemittari, jolla mitataan ympäristön painetta. Ilma virtaa sisään putken avoimesta päästä, pysähtyy saavutettuaan putken suljetun pään ja ohjautuu lopulta ulos putkesta.
 - Kumpi painemittareista näyttää suurempaa lukemaa? Miksi? (3 p.)
 - Kuinka lentokoneen lentokorkeus vaikuttaa nopeusmittaukseen? (1 p.)
 - Pitot-putki asennetaan vahingossa vinoon siten, että putki ei olekaan vaakasuora vaan sen suljettu pää on avointa päätä korkeammalla. Miten tämä vaikuttaa nopeusmittauksen tulokseen? (2 p.)
- Alumiini- ja terässauvaa testataan vetolujuuskokeessa. Sauvat on kiinnitetty toisesta päästä ja niitä vedetään kasvavalla voimalla toisesta päästä. Ensin vedetään alumiinisauvaa ja sen murruttua terässauvaa. Sauvojen poikkileikkaus on ympyrä, jonka säde on alumiinin tapauksessa $r_{Al} = 2,2$ mm ja teräksen tapauksessa $r_{Te} = 1,7$ mm. Molempien sauvojen pituus on $\ell = 0,22$ m.
 - Kumpi sauvoista murtuu pienemmällä voimalla? (2 p.)
 - Kuinka paljon sauvojen pituudet ovat kasvaneet, kun ne murtuvat? (2 p.)
 - Vastaavat sauvat kiinnitetään vierekkäin ja niitä vedetään kasvavalla voimalla yhdessä siten, että sauvojen venymät ovat koko ajan samat. Vetämistä jatketaan siihen asti, kun ensimmäinen sauva murtuu. Kuinka suuri vetävä voima tällöin on? (2 p.)
- Rakenna lämpövoimakone käyttäen seuraavia prosesseja: isobaari, isokoori, isotermi, adiabaatti. Lämpövoimakoneen kierrossa tulee olla kolme osaprosessia, joista jokaisen tulee olla eri prosessi.
 - Piirrä lämpövoimakoneesi työkierto *PV*-tasoon. Nimeä kierron osaprosessit ja merkitse *PV*-tasoon niiden suunnat. (2 p.)
 - Millä prosesseilla koneesi tekee työtä / koneeseesi tehdään työtä? Entä millä prosesseilla koneesi luovuttaa lämpöä / ottaa vastaan lämpöä? (2 p.)
 - Kuinka suuri on lämpövoimakoneesi hyötysuhde sen kierron paineiden ja tilavuuksien avulla lausuttuna, kun koneessa käytettävän kaasun adiabaattivakio on γ ? (2 p.)

KÄÄNNÄ

4. Talon seinä on kaksikerrosrakente, jossa ulompana kerroksena on tiiltä ja sisempänä lasivillaa. Tiilikerroksen paksuus on $\ell_{\text{tilli}} = 0,38 \text{ m}$ ja lasivillan $\ell_{\text{lasivilla}} = 0,23 \text{ m}$. Talon seinien pinta-ala on $A = 150 \text{ m}^2$. Seinän lämpötila ulkoilman puolella on -17°C ja sisätilojen puolella $+21^\circ\text{C}$.
- (a) Kuinka suuri on seinärakenteen U-arvo? (2 p.)
 - (b) Kuinka suuri on teho, jolla lämpöä poistuu talon seinien kautta? (1 p.)
 - (c) Kuinka suuri on lämpötila tiilen ja lasivillan rajapinnalla? (1 p.)
 - (d) Piirrä kuvaaja, josta ilmenee lämpötila seinän sisällä. (2 p.)

Vakioita

Gravitaatiokiihtyvyys on $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Moolinen kaasuvakio on $R = 8,314 \text{ J/(mol K)}$

Boltzmannin vakio on $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Avogadron luku on $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$

Teräksen kimmomoduli on $E_{\text{Te}} = 2,0 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$

Alumiinin kimmomoduli on $E_{\text{Al}} = 0,70 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$

Teräksen vetomurtolujuus on $\sigma_{\text{max,Te}} = 5,0 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$

Alumiinin vetomurtolujuus on $\sigma_{\text{max,Al}} = 2,0 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$

Tiilen lämmönjohtavuus on $k_{\text{tilli}} = 0,84 \frac{\text{J}}{\text{s m K}}$

Lasivillan lämmönjohtavuus on $k_{\text{lasivilla}} = 0,048 \frac{\text{J}}{\text{s m K}}$