

---

---

**Tfy-3.1182 Fysiikka IB, tentti 20.12.2013**

Vaaleankeltainen käsinkirjoitettu muistilappu (arkki kokoa A4) on sallittu. Muistilapussa täytyy lukea kurssin koodi ja nimi, tentin päivämäärä, sekä opiskelijan nimi ja opiskelijanumero.

Ylioppilaskirjoituksissa hyväksytyt laskin on myös sallittu.

Taulukkokirjat eivät ole sallittuja.

Perustele vastauksesi selkeästi.

---

---

**Tehtävä 1.** (6 p.)

a) Määrittele omin sanoin termodynaaminen suure *entropia*.

b) Selitä omin sanoin termodynamiikan termit *palautuva (reversiibeli) prosessi* ja *palautumaton (irreversiibeli) prosessi*, sekä niiden yhteys todellisiin termodynaamisiin prosesseihin luonnossa.

c) Pitkittäisen mekaanisen aallon rintama saapuu kahden fluidiväliaineen rajapintaan. Olkoon fluidi 1 aallon tulopuolen väliaine ja fluidi 2 aallon kulkusuuntaan nähden rajapinnan toisella puolella oleva väliaine. Fluidien massatiheydet ovat likimäärin samat, mutta fluidin 2 puristuskerroin  $B$  on kaksi kertaa niin suuri kuin fluidin 1 vastaava. Kun aalto ylittää fluidien rajapinnan, miten aallon taajuus, aallonpituus ja vaihenopeus muuttuvat? Onko aallon taittumiskulma tässä tapauksessa suurempi kuin sen tulokulma?

**Tehtävä 2.** (6 p.)

Alumiinikuppiin, jonka massa on 250 g ja lämpötilä  $T_a = 20^\circ\text{C}$ , kaadetaan 300 g vettä, jonka lämpötilä on  $T_v = 100^\circ\text{C}$ . Alumiinin ominaislämpökapasiteetti on  $c_a = 900 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , ja nestemäisen veden vastaava  $c_v = 4186 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

a) Määritä vesi/alumiinikuppi-systeemin loppulämpötilä  $T_f$ , kun lämpöhäviöt ympäristöön voidaan olettaa häviävän pieniksi.

b) Mikä on tässä lämpötilojen tasoittumisprosessissa systeemin entropian muutos,  $\Delta S = \Delta S_v + \Delta S_a$ ?

**Tehtävä 3.** (6 p.)

Tarkastellaan lämpövoimakonetta, jonka käyttöaineena on yksiatomista ideaalikaasua. Koneen toimintasykli koostuu neljästä kvasistaattisesta osaprosessista:

(1) Isobaarinen puristus tilavuudesta  $2V_0$  tilavuuteen  $V_0$ .

(2) Isokoorinen paineen nosto arvosta  $P_0$  arvoon  $3P_0$ .

(3) Isobaarinen laajeneminen tilavuudesta  $V_0$  tilavuuteen  $2V_0$ .

(4) Isokoorinen paineen lasku arvosta  $3P_0$  arvoon  $P_0$ .

a) Määritä tämän lämpövoimakoneen hyötysuhde  $e$ .

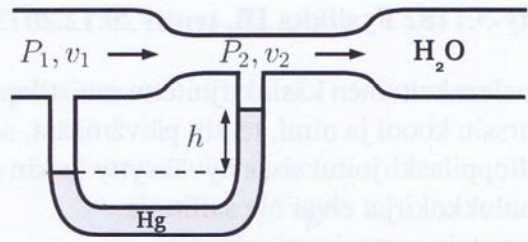
b) Määritä toimintasyklin korkein ( $T_H$ ) ja matalin ( $T_L$ ) lämpötilä.

c) Määritä yllä kuvaillun lämpövoimakoneen ja edellisen kohdan lämpötilojen välillä toimivan Carnot'n lämpövoimakoneen hyötysuhteiden suhde,  $e/e_{\text{Carnot}}$ .

**KÄÄNNÄ**

**Tehtävä 4.** (6 p.)

Paine-eroa venturiputkessa mitataan yksinkertaisella U-manometrillä (kts. viereinen kuva). U-putkessa olevan elohopean (massatiheys  $\rho_{\text{Hg}} = 13,54 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) pintojen korkeusero venturiputken eri osien liitospisteiden välillä on  $h = 8,0 \text{ cm}$ . Veden virtausnopeus paksussa kohtaa venturiputkea on  $1,4 \text{ m/s}$ , ja putken halkaisija tällä kohtaa on  $12,0 \text{ cm}$ . Mikä on veden virtausnopeus ohuessa kohtaa venturiputkea ja mikä on putken ohuen kohdan halkaisija?

**Tehtävä 5.** (6 p.)

- a) Ilmassa etenevän pitkittäisen aallon (taajuus  $f = 880 \text{ Hz}$ ) nopeus on  $345 \text{ m/s}$ . Mikä on tämän aallon aallonpituus  $\lambda$ ? Kuinka paljon aikaa tarvitaan, jotta tietyn pisteen kohdalla aallon vaihe muuttuu  $150^\circ$ ?
- b) Köydessä etenevää aaltoa kuvaa kaava  $D(x, t) = 0,56 \sin(9,1x + 42t)$ , jossa  $D$  ja  $x$  on annettu metreissä ja aika  $t$  sekunneissa. Laske tälle aallolle: a) aallonpituus  $\lambda$ ; b) taajuus  $f$ ; c) nopeus (suuruus ja suunta); d) amplitudi  $A$ ; ja e) köyden osien maksimi- ja minimivauhdit.

Hyödyllisiä luonnonvakioita:

kaasuvakio  $R = 8,3145 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

Boltzmannin vakio  $k_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

normaaliputoamiskiihtyvyys  $g = 9,807 \text{ m/s}^2$

Avogadron vakio  $N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$