

TY-3.1182 Fysiikka IB, tentti 22.5.2013

Vaalentehtävien käsin kirjoitettu muistilappu (arkki koko A4) on sallittu. Muistilapussa täytyy lukea kurssin koodi ja nimi, tentin päivämäärä, sekä opiskelijan nimi ja opiskelijanumero.

Yhtiöpiirakirjoituksissa hyväksytyt laskin on myös sallittu. Taulukkokirjat eivät ole sallittuja.

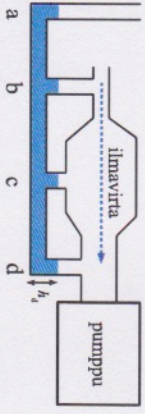
Perustele vastauksesi selkeästi tehtävissä 2–5.

Tehtävä 1. (6 p.)

Vastaa seuraaviin monivalintatehtäviin. Kirjoita kunkin vastauksesi omalle rivilleen vastauspaperissasi. Oikeasta vastauksesta kuhunkin kohtaan saa kaksi pistettä, vääristä tai puutteellisista vastauksista ei anneta eikä vähennetä pisteitä.

- 1.1 Ideaalikaasun lämpötila muuttuu arvosta T_1 arvoon T_2 ($> T_1$) palautumattomassa prosessissa kahden termodynaamisen tasapainotilan välillä. Mikä tai mitkä seuraavista väittämistä ovat tosia:
 - a) Ideaalikaasun sisäenergia kasvaa.
 - b) Prosessin aikana kaasun täytyy vastaanottaa lämpöä ympäristöstään.
 - c) Kaasun hiukkasten keskinääräinen liike-energia kasvaa.
 - d) Jos käytyä prosessi on isobaarinen, kaasun tilavuuden täytyy kasvaa.
 - e) Kaasun entropian muutos on suurempi, kuin tehdessä sama tilamuutos jonkin palautuvan prosessin kautta.

1.2 Ilma virtaa alla kuvatussa putkessa pumpun vaikutuksesta nuolen osoittamaan suuntaan. Kun pumpun on pois päältä, putkessa olevien nestepepsäiden (värjätty alue) korkeudet ovat samat. Kun pumpu kytketään päälle, nestepepsäiden pinnat asettuvat kaikki eri korkeuksille. Mikä on tällöin nestepepsäiden korkeuksien suuruusjärjestys?



- a) $h_c > h_a > h_d > h_b$
- b) $h_a > h_b > h_d > h_c$
- c) $h_d > h_c > h_b > h_a$
- d) $h_b > h_d > h_c > h_a$
- e) $h_a > h_c > h_d > h_b$

1.3 Ptkittävän mekaanisen aallon ritama saapu kahden fluidivälittämän rajapinnan. Olkoon fluidi 1 aallon tulopuolen väliaine ja fluidi 2 aallon kulutuspuolen näiden rajapinnan toisella puolella oleva väliaine. Fluidien massatiheydet ovat likimäärin samat, mutta fluidin 2 puristuskertoin B on kaksi kertaa niin suuri kuin fluidin 1 vastaava. Kun aalto ylittää fluidien rajapinnan, mikä tai mitkä seuraavista aallon ominaisuuksista liittyvistä väittämistä ovat tosia:

- a) Aallonpituus muuttuu.
- b) Taajuus muuttuu.
- c) Vaihepeus muuttuu.
- d) Aallon taittumiskulma on pienempi kuin tulokulma.
- e) Aallon taittumiskulma on suurempi kuin tulokulma.

Tehtävä 2. (6 p.)

Tarkastelemaan lämpövoimakonetta, jonka käyttöaineena on kaksiatomista ideaalikaasua. Konen toimintasykli koostuu kolmesta kvasistaatilisesta osaprosessista: (1) isoterminen puristus tilavuudesta $V_1 = 0,025 \text{ m}^3$ tilavuuteen $V_2 = 0,01 \text{ m}^3$ lämpötilassa $T_1 = 350 \text{ K}$ ja paineessa $P_1 = 1 \text{ bar}$;

- (2) isokoortinen lämmitys lämpötilaan T_2 ; (3) adiabaattinen jäähdytys takaisin kohtaan (1) alkutilaan.
 - a) Määritä käyttöaineen ainemääritä n .
 - b) Määritä kiertoprosessin lämpötila T_2 .
 - c) Lasketa lämpövoimakonon hyötysuhde e .
 - d) Mikä on suurin mahdollinen hyötysuhde lämpötilojen T_1 ja T_2 välillä toimivalle lämpövoimakonelle, e_{max} ? Vertaa tätä edellisen kohdan (c) tulokseen.

Tehtävä 3. (6 p.)

Alumiinikuppiin, jonka massa on 200 g ja lämpötilä $T_a = 15^\circ\text{C}$, kaadetaan 250 g vettä, jonka lämpötila on $T_v = 100^\circ\text{C}$. Alumiinin ominaislämpökapasiteetti on $c_a = 900 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, ja nestemäisen veden vastaava $c_v = 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$.

- a) Määritä vesi/alumiinikuppi-systeemin loppulämpötila T_f , kun lämpöhäviöt ympäristöön voidaan olettaa häviävän pieniksi.
- b) Mikä on tässä lämpötilojen tasoitumisprosessissa systeemin entropian muutos, $\Delta S = \Delta S_v + \Delta S_a$?

Tehtävä 4. (6 p.)

Pienen suhkuälteen jalustassa oleva pumpu nostaa vettä putkessa, jonka halkaisija on $1,0 \text{ cm}$. Korkeudella $1,2 \text{ m}$ lähtöastastaan vesi suihkuaa suutimesta (halkaisija $0,50 \text{ cm}$) pystysuoraan ilmaan korkeudella 15 cm . Oletetaan, että viskositeetin vaikutus veden virtaukseen on häviävän pieni, ja että virtaus putkessa on laminaarinen. Mikä on tällöin suhkuälteen pumpun mittapaine?

Tehtävä 5. (6 p.)

Hyvin pitkä lanka (lineaarinen massatiheys $\mu = 2,0 \text{ g/m}$) on venytettyä positiivisella x -akselilla voimalla $F_T = 5 \text{ N}$. Lanka kytketään toisesta päästään ($x = 0$) yksinkertaiseen harmoniseen värähtelijään, jonka taajuus on 100 Hz , ja joka värähtelee lanka vastaan kohtisuoraan amplitudilla $A = 2,0 \text{ mm}$. Ajankhetkellä $t = 0$ harmonisen värähtelijän poikkeama on suurimmillaan positiivisessa suunnassa.

- a) Esitä värähtelijän tuottaman aallon poikkeama $D(x,t)$ kuvaava kaava.
- b) Kuinka suuri on langan poikkeama tasapainoasemasta ajankhetkellä $t = 5,0 \text{ ms}$ ja etäisyydellä $2,7 \text{ m}$ harmonisesta värähtelijästä?

Hyödyllisiä tuomionvakioita:

- kaasuvakio $R = 8,3145 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$
- Boltzmannin vakio $k_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
- normaali-puotoamiskiihtyvyyys $g = 9,807 \text{ m/s}^2$
- Avogadron vakio $N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$