

## Yleisiä ohjeita tenttiin

- Merkitse nimi ja opiskelijanumero jokaiseen paperiin.
- Merkitse kurssin nimi ja koodi vastauspaperiin.
- Jos olet tehnyt laboratoriotyöosuuden syksyllä 2017, kerro se selvästi vastauspaperissa.
- Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulle; tehtävän alakohdat samalle sivulle.
- Lyhyet perustelut ratkaisuille vaaditaan, ellei tehtävässä toisin mainita.
- Jos vastaat useampaan alakohtaan kuin on sallittu, viimeiset alakohdat jätetään arvostelematta.
- Tentissä saa olla mukana yksi vaaleankeltainen arkki muistiinpanoja ja YO-kokeessa hyväksyttävä laskin.
- Muistiinpanoarkin yläreunassa tulee olla opiskelijan nimi ja opiskelijanumero.

### 1. Vastaa kahteen alakohtaan.

Tasainen kerros jäämursketta ( $m = 250 \text{ g}$ ,  $T_j = -15^\circ\text{C}$ ) asetetaan huonosti eristävän levyn (pinta-ala  $36 \text{ cm}^2$ , paksuus  $5,0 \text{ mm}$ ) päälle ja ympäröidään hyvin lämpöä eristävällä astialla. Levyn alapinta tuodaan lämpökontaktiin astian kanssa, jossa on koko prosessin ajan kiehuva vettä.

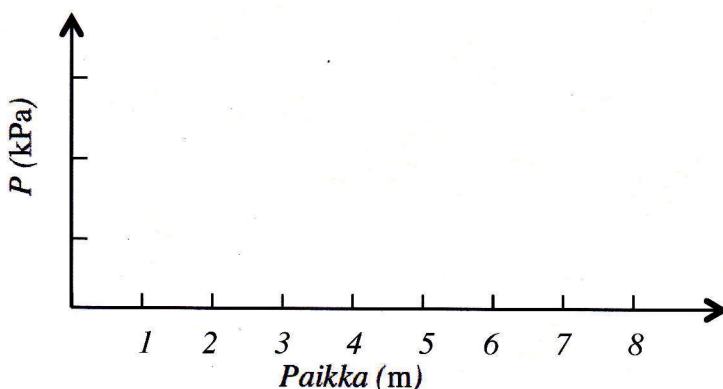
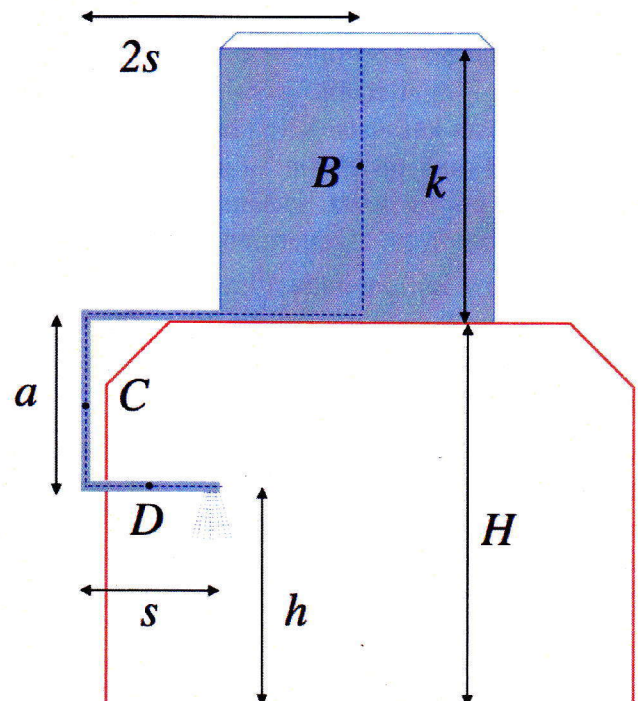


- Määritä kuinka paljon lämpöä tarvitaan, jotta jää saadaan sulatettua. (3p)
- Määritä entropian muutos jäälle prosessin aikana. (6p)
- Kello käynnistetään, kun jääpalan sulaminen alkaa. Havaitaan, että 55 s kuluttua jäätä ei ole enää jäljellä. Määritä eristelevyn lämmönjohtavuus. (4p)

### 2. Vastaa joko kohtaan a) tai b).

Ylhäältä avoin vesitankki on talon katolla oheisen kuvan mukaisesti ja sen pohjalta lähtee vesijohto suihkuhuoneeseen. Tankin tilavuus on  $8,0 \text{ m}^3$ . Kuvassa annetut mitat ovat  $H = 3,5 \text{ m}$ ,  $k = 2,5 \text{ m}$ ,  $h = 2,0 \text{ m}$ ,  $a = 1,5 \text{ m}$  ja  $s = 1,0 \text{ m}$  ja sen lisäksi tiedetään, että veden virtausnopeus putkessa on  $8,9 \text{ m/s}$ .

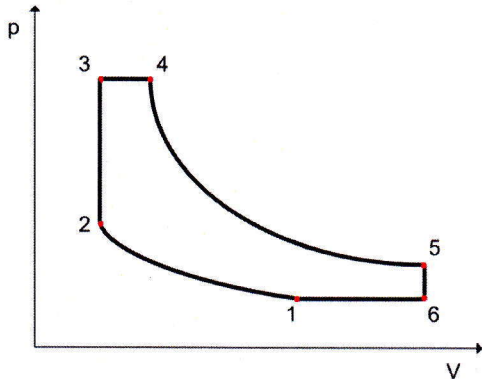
- Miten suhtautuvat pisteissä B, C ja D mitatut paineet  $p_B$ ,  $p_C$  ja  $p_D$  toisiinsa ja ilmanpaineeseen  $p_i$ . Vastauksessa voit antaa paineiden suuruusjärjestyksen tai kaikki kuusi vertailua erikseen. Vastausta ei tarvitse perustella. (6p)
- Esitä graafisesti vedessä vallitseva paine kuljettaessa tankin huipulta kuvan katkoviivaa pitkin suihkun suuttimeen. Graafissa on käytävä ilmi paineen suuruus. Alla on valmis pohja graafille. (10p)



3. Vastaa kahteen alakohtaan.

Toyotan hybridiautojen polttomoottoreissa käytetään Atkinson-kiertoa, jonka  $pV$ -kuvaaja on ohessa (kierto 1-2-3-4-5-6-1). Kierto koostuu kuudesta prosessista, joista kaksi on adiabaattisia. Oleta moottorissa oleva kaasu ideaalikaasuksi.

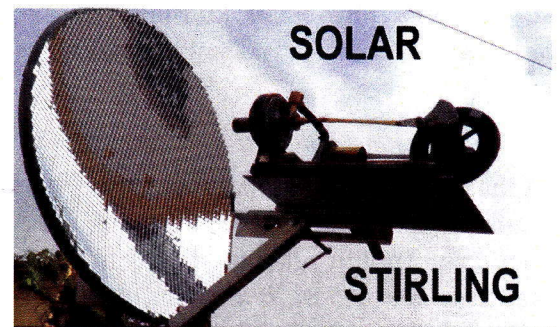
- a) Minkä prosessien aikana systeemi tekee työtä? (4p)
- b) Merkitse alla olevaan taulukoon kunkin prosessin kohdalle (esimerkiksi X) jos vasemmalla oleva väittä-mä pitää paikkansa. Vastauksia ei tarvitse perustella. Voit käyttää joko tätä taulukkoa tai kopioida sen vastauspaperiin. (6p)
- c) Perustelee kolmen peräkkäisen prosessin lämmönsiirrot. (8p)



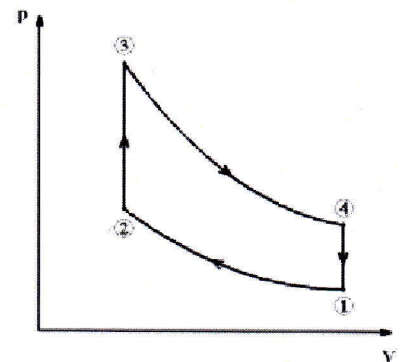
Prosessin aikana moottori	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-1
ottaa lämpöä						
luovuttaa lämpöä						
ei ota eikä luovuta lämpöä						

4. Vastaa kahteen alakohtaan.

Stirling moottori koostuu vauhtipyörästä, kahdesta sylinteristä, joista toista lämmitetään ja toista jäähdytetään, sekä moottorin sisällä olevasta kaasusta, joka tässä tehtävässä on typpeä. Moottorin kaasutilavuus on täysin suljettu, joten se ei polttomoottorin tapaan ota polttoainetta sisäänsä. Oheisessa kuvassa lämmitys tehdään auringon säteilyenergian avulla ja jäähdytys ilmassa.



Stirling-prosessin periaatteellinen  $pV$ -graafi on ohessa. Moottorissa olevan kaasun tilavuus vaihtelee välillä  $V_1 = 160 \text{ cm}^3$  ja  $V_2 = 45 \text{ cm}^3$  ja se toimii lämpötilojen  $T_1 = T_2 = 27^\circ\text{C}$  ja  $T_3 = T_4 = 650^\circ\text{C}$  välillä. Pisteessä 1 systeemi on ilmanpaineessa.



- a) Määritä moottorin sisällä oleva ainemäärä. (3p)
- b) Määritä yhden kierroksen aikana koneen tekemä nettotyö. (5p)
- c) Määritä kiertoprosessin hyötysuhde. (5p)

Vakioita:

Absoluuttinen nollapiste	-273,15 °C	Ilman adiabaattivakio 1,40
Avogadron vakio	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Jään lämmönjohtavuus $2,0 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Bolzmannin vakio	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	Jään ominaislämpö $2100 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,
Kaasuvakio	$8,314 \text{ J K}^{-1}$	Jään sulamislämpö $333 \text{ kJ kg}^{-1}$
Normaali-ilmanpaine	101 kPa	Typen ominaislämpö vakiotilavuudessa $\frac{5}{2} R$
Putoamiskiihtyvyys Maan pinnalla	$9,81 \text{ m s}^{-2}$	Veden höyrystymislämpö $2260 \text{ kJ kg}^{-1}$
Stefan-Boltzmanin vakio	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$	Veden ominaislämpö $4190 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$