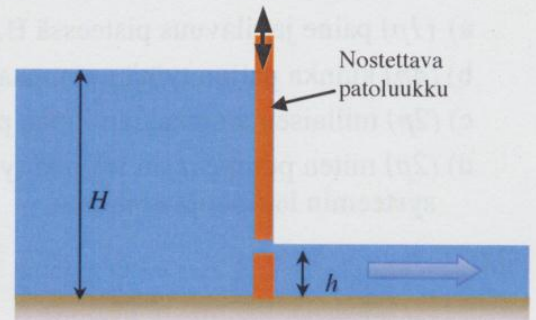


1. Vastaa vaihtoehtoisesti joko kohtaan a) tai b). Kaikki voivat vastata kohtaan c).
- Teräslanka (pituus $L_0 = 1,0 \text{ m}$, poikkipinta-ala $A = 3 \text{ mm}^2$, massa $m = 20,0 \text{ g}$) on jännitetty vaakasuoraan kahden tuen välille. Langan jännitys 20°C :n lämpötilassa on 100 mN . Lankaa nykäistään sivulle, jolloin se alkaa värähdellä.
- a) (3p) Määritä millä taajuudella lanka voi värähdellä.
- b) (5p) Määritä millä taajuudella lanka voi värähdellä, jos langan ja sitä ympäröivän ilman lämpötila laskee 0°C :een. Tukirakenteiden lämpötila ei muutu. Avuksi: Hooke'n laki kytkee jännityksen ja venymän kimmokertoimen avulla. $F/A = E \Delta L/L$
- c) (1p) Mikä on syntyvän äänen aallonpituus ilmassa edellä laskemassasi tapauksessa?

2. Vastaa vaihtoehtoisesti joko kohtaan a) tai b). Kaikki voivat vastata kohtaan c)

Kastelukanavan virtausta voidaan rajoittaa patoluukulla nostamalla tai laskemalla luukku oheisen halkileikkauksen mukaisesti. Virtaus kulkee kuvassa vasemmalta oikealle. Kanavan ja siinä olevan luukun leveys $w = 2,0 \text{ m}$. Pohjassa olevan kiinteän padon korkeus $h = 25 \text{ cm}$.



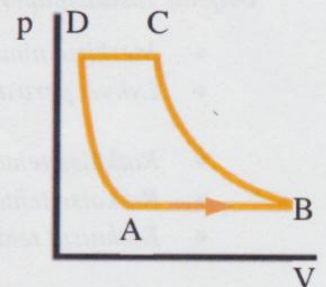
- a) (4p) Määritä veden virtausnopeus, kun yläjuoksulla veden korkeus $H = 1,2 \text{ m}$ ja luukun alareuna nostetaan korkeudelle $d+h$ pohjasta, jolloin vedelle jää kulkuaukko, jonka korkeus $d = 5,0 \text{ cm}$.
- b) (6p) Sateiden jälkeen yläjuoksulta virtaa tunnissa 20000 m^3 vettä. Määritä kuinka korkea kulkuaukko tarvitaan, jotta pinnankorkeus ennen patoa ei ylittäisi arvoa $H = 3,5 \text{ m}$.
- c) (2p) Mitä tapahtuu virtausnopeudelle sulkuportin jälkeen, jos
- I. pinnan korkeus yläjuoksulla nousee
 - II. ilmanpaine kasvaa
 - III. sulkuportti lasketaan kiinni kiinteään patoon ja sen yläosasta avataan d :n korkuinen aukko viereisen pikkukuvan mukaisesti
- Kussakin tapauksista I, II ja III, vain mainittu asia muuttuu ja muut tiedot säilyvät ennallaan. Vastaa kuhunkin ilmoittamalla "kasvaa", "pysyy ennallaan" tai "pienenee". c-kohdan vastauksia ei tarvitse perustella.



3. Vastaa alakohtaan a) ja sen lisäksi kahteen muuhun alakohtaan.

Braytonin kiertoprosessia voidaan käyttää sekä lentokoneiden suihkumoottoreissa että niiden matkustamon ilmastoinnissa. Tarkastellaan kuvassa esitettyä kiertoa ABCD ja oletetaan sen prosessit palautuviksi ja kaasu ideaalikaasuksi. Osaprosessit DA ja BC ovat adiabaattisia.

- a) (1p) Onko kyseessä suihkumoottori vai lämpöpumppu?
- b) (2p) Mitä voit sanoa lämmön siirtymisestä ja sen suunnasta eri osaprosessien aikana?
- c) (4p) Mitä voit sanoa sisäenergian mahdollisesta muuttumisesta ja muutoksen suunnasta osaprosessien AB ja BC aikana?
- d) (3p) Milloin kaasun entropia on pienimmillään?



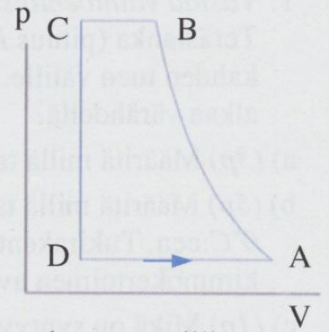
4. Vastaa kolmeen alakohtaan.

Polkupyörän pumppua mallinnetaan oheisen kuvan neliosaisella kiertoprosessilla seuraavasti.

- Pumppuun vedetään 25°C :ista ilmaa ilmanpaineessa
- Mäntä työnnetään sisään niin nopeasti, että kaasu ei ehdi vaihtaa lämpöä ympäristönsä kanssa.
- Kun paine nousee riittävän korkeaksi renkaassa oleva venttiili aukeaa ja kaasua virtaa renkaaseen vakioaineessa $p_{\text{rengas}} = 250 \text{ kPa}$, kun mäntää työnnetään edelleen sisään
- Loppu kaasu virtaa renkaaseen pumpun tilavuuden säilyessä vakiona, jonka jälkeen renkaan venttiili sulkeutuu. Tämä vaihe on approksimaatio.

Pumpun tilavuus suurimmillaan on $V_{\text{max}} = 0,20 \text{ l}$ ja pienimmillään $V_{\text{min}} = 0,005 \text{ l}$. Ilmaa tarkastellaan kaksiatomisena ideaalikaasuna. Määritä

- (1p) paine ja tilavuus pisteessä B.
- (4p) kuinka paljon työtä pumppaaja tekee yhden kierroksen aikana.
- (2p) millaisen ainemäärän ilmaa pumppu voi työntää kierroksen aikana renkaaseen.
- (2p) miten pumppaajan tekemä työ muuttuu, vai muuttuuko, jos vaihe AB tehdään niin hitaasti, että systeemin lämpötila ei muutu.



Vakioita:

Avogadron vakio	$6,2 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Bolzmännin vakio	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Ilman adiabaattivakio	1,4
Kaasuvakio	8,31 J/K
Normaali-ilmanpaine	101 kPa
Putoamiskiihtyvyyden Maan pinnalla	$9,81 \text{ m/s}^2$
Teräksen kimmokerroin	210 GPa
Teräksen lämmönjohtavuus	46 W/Km
Teräksen pituuden lämpölaajenemiskerroin	$12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Äänen nopeus ilmassa @0°C	331 m/s
Äänen nopeus ilmassa @20°C	343 m/s

Ohjeita vastauspapereita varten

- Merkitse nimi, tutkinto-ohjelma, opiskelijanumero ja kurssin koodi jokaiseen paperiin.
- Lyhyet perustelut ratkaisuille vaaditaan, ellei tehtävässä toisin mainita.
- Ratkaise tehtävät 1 ja 2 samalle paperiarkille, kumpikin tehtävä omalle sivulleen.
- Ratkaise tehtävät 3 ja 4 samalle paperiarkille (eri sivuille), mutta eri arkille kuin tehtävät 1 ja 2.
- Ratkaisut tehtäviin 1 ja 2 palautetaan eri pinoon kuin ratkaisut tehtäviin 3 ja 4.
- Tentissä saa olla mukana yksi vaaleankeltainen arkki muistiinpanoja ja YO-kokeessa hyväksyttävä laskin.
- Muistiinpanoarkin yläreunassa tulee olla opiskelijan nimi ja opiskelijanumero.
- Muistiinpanot palautetaan tentin mukana yhdessä tehtävien 3 ja 4 kanssa.