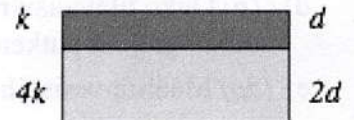


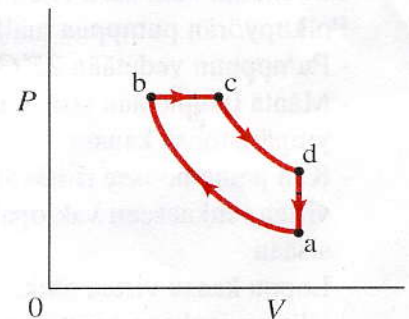
1. Vastaa kaikkiin alakohtiin

- I Ideaalikaasun isotermisessä laajenemisessa systeemiin tuotu lämpö on a) suurempi kuin kaasun tekemä työ, b) yhtä suuri kuin kaasun tekemä työ, c) pienempi kuin kaasun tekemä työ, mutta positiivinen, d) nolla, e) negatiivinen.
- II Kun ideaalikaasun lämpötilaa nostetaan lämpötilasta T_1 lämpötilaan T_2 vakiotilavuudessa, lämpö Q_1 siirtyy kaasuun. Jos saman kaasun lämpötilaa nostetaan lämpötilasta T_1 lämpötilaan T_2 vakioaineessa, kaasuun siirtyneelle lämmölle Q_2 pätee: a) $Q_2 > Q_1$, b) $Q_2 = Q_1$, c) $Q_2 < Q_1$ ja $Q_2 > 0$, d) $Q_2 = 0$, e) $Q_2 < Q_1$ ja $Q_2 < 0$
- III Umpinaisessa lujassa sylinterissä on kaasua. Jos kasvataat kaasun molekyylien neliöllistä keskinopeutta kaksinkertaiseksi, paine kasvaa a) 16-kertaiseksi, b) 4-kertaiseksi, c) 2-kertaiseksi, d) $\sqrt{2}$ -kertaiseksi
- IV Kaksi levyä on päällekkäin. Levyjen paksuudet ovat d ja $2d$ ja niiden materiaalien lämmönjohtavuudet k ja $4k$. Alemman levyn alapinta on lämpötilassa 0°C ja ylemmän levyn yläpinta lämpötilassa 100°C . Levyjen välisen rajapinnan lämpötila on a) 0°C , b) välillä (0°C , 50°C), c) 50°C , d) välillä (50°C , 100°C), e) 100°C
- V Carnot-kone ottaa lämpöä säiliöstä, jonka lämpötila on 400 K ja luovuttaa sitä säiliöön, jonka lämpötila on 300 K . Jos kone tekee 12 kJ työtä kierroksella, kuinka paljon se ottaa lämpöä. a) 9 kJ , b) 16 kJ , c) 24 kJ , d) 48 kJ , e) 100 kJ , f) 400 kJ
- VI Tiiliskivi (tiheys 2700 kg/m^3) ja täsmälleen saman kokoinen jääkappale (tiheys 920 kg/m^3) ovat puolillaan vettä olevassa saavissa. Mitä voit sanoa kappaleisiin kohdistuvan noston keskinäisestä suuruudesta. a) Jääkappaleeseen kohdistuu suurempi noste, b) Noste on yhtä suuri, c) Tiiliskiveen kohdistuu suurempi noste.



2. Vastaa kolmeen alakohtaan

- Viisisylinterinen $2,0$ litran diesel-moottori toimii viereisen kuvan kiertoprosessia abcd käyttäen siten, että prosessit ab ja cd ovat adiabaattisia. Taulukossa on annettu tilamuuttujien arvoja eri pisteissä. Oleta kaasun ominaislämmöksi vakiotilavuudessa $23,8\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ja kaasun adiabaattivakioksi $1,35$. Polttoaineen kulutuksen perusteella voidaan määrittää yhden kierroksen aikana moottorin yhteen sylinteriin tuoduksi lämmöksi $Q = 280\text{ J}$.
- a) (4p) Osoita laskemalla, että yhden sylinterin tekemä nettotyö yhden kierroksen aikana on 167 J .
- b) (1p) Määritä moottorin hyötysuhde
- c) (1p) Selvitä kuinka paljon hyötysuhteessa olisi vielä varaa parantaa, jos koneen käyttölämpötiloja ei muuteta.
- d) (3p) Selvitä, missä kohdassa kiertoa moottorin entropia on pienimmillään.



	$T (^\circ\text{C})$	$V (\text{l})$	$P (\text{kPa})$
a	18	0,400	91
b	528	0,022	4505
c	1108	0,038	4505
d	335	0,400	190

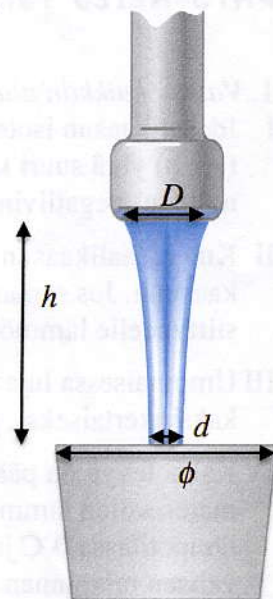
Yleisiä ohjeita tenttiin

- Merkitse nimi ja opiskelijanumero jokaiseen paperiin.
- Merkitse suorittamasi kurssin nimi ja koodi vastauspaperiin.
- Jos suoritat kurssia Tfy-3.1242 Fysiikka IB, merkitse se selvästi jättämääsi vastauspaperiin.
- Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen.
- 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.

3. Vastaa kohtiin a) ja b) sekä niiden lisäksi kahteen muuhun alakohtaan.

Vesihanasta lasketaan vettä ämpäriin, jonka tilavuus on V ja havaitaan ämpäriin täyttyvän ajassa Δt . Putken suuaukon sisähalkaisija on D , ja se on korkeudella h ämpäristä. ($D = 12 \text{ mm}$, $\phi = 32 \text{ cm}$, $h = 75 \text{ cm}$, $\Delta t = 55 \text{ s}$, $V = 9,5 \text{ dm}^3$).

- (1p) Määritä veden virtausnopeus putken suuaukossa.
- (2p) Mitä lakeja tai periaatteita tarvitaan ja mitä oletuksia pitää tehdä kohdan e) ratkaisussa?
- (1p) Onko nesteen virtausnopeus ämpäriin yläreunan tasolla pienempi, yhtä suuri vai suurempi kuin putken suuaukon kohdalla? Vastausta ei tarvitse perustella.
- (1p) Onko tilavuusvirtaus ämpäriin yläreunan tasolla pienempi, yhtä suuri vai suurempi kuin putken suuaukon kohdalla? Vastausta ei tarvitse perustella.
- (3p) Määritä vesisuihkun halkaisija d ämpäriin yläreunan kohdalla.



4. Vastaa kahteen alakohtaan

Keväällä 2013 Ovakon terästehtaalla Imatralla teräksen valuastia rikkoutui ja 65 000 kg sulaa terästä ($T_{\text{teräs}} = 1700^\circ\text{C}$) valui tehdassalin lattialle muodostaen noin 100 m^2 kokoisen kakun.

- (2p) Arvioi millaisella teholla kakku säteili tehdashalliin heti syntymisensä jälkeen. Arviossa voit olettaa emissiviteetille arvon 1,0.
- (3p) Arvioi kuinka paljon vettä ($T_{\text{vesi}} = 10^\circ\text{C}$) palokunnan pitäisi (vähintään) pumpata Vuoksesta ja ruiskuttaa kakun päälle, jotta se jäähtyisi 100°C lämpötilaan. Oleta, tämä on ainoa jäähdyttävä tekijä.
- (4p) Määritä entropian muutos teräkselle sen jäähtyessä 1700°C :sta 100°C :een.

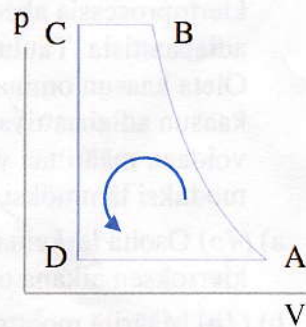
5. Ylimääräinen tehtävä. Tämän tehtävän pisteet otetaan huomioon, vain siinä tapauksessa, että ne ovat suuremmat kuin kerättyjen bonuspisteiden summa. Vastaa kolmeen alakohtaan.

Polkupyörän pumppua mallinnetaan oheisen kuvan kiertoprosessilla, jossa on seuraavat neljä vaihetta:

- 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 vakiopaineessa $p_{\text{renkas}} = 250 \text{ kPa}$, kun mäntää työnnetään 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:

Höyrystymislämpö	teräs	6340 kJ/kg
Höyrystymislämpö	vesi	2260 kJ/kg
Ominaislämpö	kiinteä teräs	450 J kg ⁻¹ K ⁻¹
Ominaislämpö	sula teräs	350 J kg ⁻¹ K ⁻¹
Ominaislämpö	vesi	4,2 kJ kg ⁻¹ K ⁻¹
Sulamislämpö	jää	333 kJ/kg
Sulamislämpö	teräs	289 kJ/kg
Sulamislämpötila	teräs	1400 °C

Avogadron vakio	6,02 · 10 ²³ mol ⁻¹
Bolzmännin vakio	1,38 · 10 ⁻²³ J/K
Ilman adiabaattivakio	1,40
Kaasuvakio	8,314 J/K
Normaali-ilmanpaine	101 kPa
Putoamiskiihtyvyys Maan pinnalla	9,81 m/s ²
Stefan-Boltzmanin vakio	5,67 · 10 ⁻⁸ W m ⁻² K ⁻⁴ m/s ²

Käännä