

FYS-1160 Fysiikka S 2 (Partanen)
Tentti 14.4. 2014

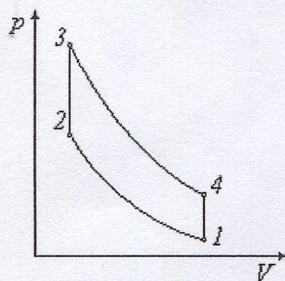
Tentissä saa olla mukana funktiolaskin, joka ei ole ohjelmoitava. Opiskelijalla ei saa olla tentissä mukana kaava- tai taulukkokirjaa.

- Ääniaalto, jonka taajuus on 1000 Hz, etenee nopeudella 343 m/s.
 - Laske vaihe-ero kahden pisteen välillä, joiden välinen etäisyys $\Delta x = 60,0$ cm aallon etene-
missuunnassa. (3 p.)
 - Kuinka kaukana toisistaan ovat sellaiset pisteet, joiden välinen vaihe-ero on 90° (pienin
mahdollinen etäisyys)? (3 p.)
- Lasiprismaa ja diffraktiohilaa voidaan molempia käyttää valkoisen valon hajottamiseen spektriä,
jossa valon eri väriset komponentit näkyvät varjostimella eri kohdissa. Kerro, miten prisma ja dif-
fraktiohila muodostavat valkoisesta valosta spektrin. Vertaile myös prisman ja hilan varjostimelle
muodostamia spektrikuvioita toisiinsa.
- Pakastimesta otettu pussillinen marjoja sulatetaan mikroaaltouunissa. Jäisten marjojen massa on
250 g ja lämpötila -18°C . Mikroaaltouuni lämmittää ja sulattaa marjoja 180 W:n teholla. Marjat
ovat uunissa 9 min 20 s. Mikä on marjojen lämpötila, kun ne otetaan uunista? Marjat ovat lähes
kokonaan vettä. Veden ominaislämpökapasiteetti $4,19$ kJ/(kg·K), jään ominaislämpökapasiteetti
 $2,09$ kJ/(kg·K), veden sulamislämpö on 333 kJ/kg
- Diesel-moottorin sylinterissä on ilmaa, joka puristetaan männän avulla adiabaattisesti. Oletetaan
ilman käyttäytyvän termodynaamisesti ideaalikaasun tavoin. Ilman tilavuus, lämpötila ja paine
ennen puristamista ja tilavuus puristamisen jälkeen on taulukossa 1.

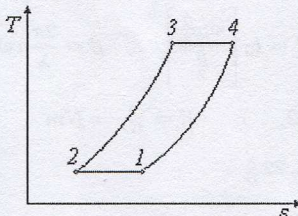
	V	T	p
tila 1	$800,0 \text{ cm}^3$	0°C	$1,00 \text{ atm}$
tila 2	$60,0 \text{ cm}^3$	T_2	p_2

Ilman adiabaattivakio $\gamma = 1,40$ ($= C_p/C_v$)
 $R = 8,3145 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$
 $1,00 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa}$.

- Laske kaasun paine p_2 ja lämpötila T_2 puristamisen jälkeen. (2 p.)
 - Kuinka paljon työtä mäntä tekee kaasuun puristamisen aikana? (2 p.)
 - Kuinka paljon kaasun sisäinen energia muuttuu puristamisen aikana? (2 p.)
- Stirling-prosessi kehitettiin 1800-luvun alussa voimakoneprosessiksi, mutta tällä periaatteella toi-
mivat koneet eivät monimutkaisen rakenteensa ja suuren kokonsa takia olleet kilpailukykyinen
polttoainemootoreiden kanssa. Voimakonekäytössä Stirling-prosessilla on kuitenkin etuja polttomoot-
oreihin nähden: koska prosessi on suljettu, polttoaineena voidaan käyttää lähes mitä tahansa.
Palaminen voi tapahtua jatkuvasti, jolloin olosuhteet ovat optimaaliset ja savukaasut puhtaat.
Kone toimii tasaisesti ja lähes äänettömästi. Stirling-prosessi soveltuu hyvin biopolttoaineiden
polttamiseen, joten tulevaisuudessa sen käyttö saattaa lisääntyä.
 - Kuvassa 1 ja 2 on esitetty syklinen Stirling-prosessi pV- ja Ts-diagrammeissa (s=entropia).
Kuvaile, mitä prosesseissa $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 4$ ja $4 \rightarrow 1$ polttoaineelle tapahtuu termody-
naamisesti, kun prosessia käytetään lämpövoimakoneessa. (2 p.)
 - Missä prosessin vaiheessa systeemi ottaa lämmön Q_H ja missä vaiheessa se luovuttaa huk-
kalämmön Q_C ? Perustele käyttäen termodynamiikan 1. pääsääntöä. (4 p.)



Kuva 1.



Kuva 2.

Vakioita moolinen kaasuvakio $R = 8,314 \text{ J/(mol K)}$, Avogadron vakio $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$,
 valon tyhjiönopeus $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, Boltzmannin vakio $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$