

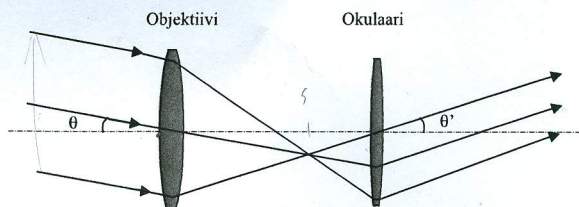
Tentissä saa olla mukana funktiolaskin, joka ei ole ohjelmoitava. Opiskelijalla ei saa olla tentissä mukana kaava- tai taulukkokirjaa. Tehtäväpaperin mukana jaetaan erillinen kaavakokoelma. Luonnonvakioita ja taulukkoarvoja on annettu sivun alalaidassa.¹

Tehtävät 1.-5. kuuluvat 2. välikokeeseen ja tehtävät 4.-8. kuuluvat tenttiin.

1. Jännitetyssä langassa etenee harmoninen aaltoliike, jonka aaltofunktio on

$$y = (15 \text{ cm}) \cos\left(\frac{\pi}{5,0 \text{ cm}} x - \frac{\pi}{12 \text{ s}} t\right)$$

- Laske, millä nopeudella aaltoliike etenee langassa. Eteneekö aalto positiiviseen vain negatiiviseen x -akselin suuntaan? (2p)
 - Laske, kuinka paljon langan väliainehiukkasella kuluu aikaa nousta aallon mukana tasapainotäisyydeltä $y = 0$ amplitudiin $y = 15 \text{ cm}$. Kuinka pitkän matkan aalto etenee tässä ajassa? (2p)
 - Jos samanaikaisesti tässä langassa liikkuisi vastakkaiseen suuntaan täsmälleen samanlainen harmoninen aalto, kuvaile sanallisesti, millainen aalto jännitetyssä langassa näkyisi. Anna myös syntyneen aallon aaltofunktio. (2p)
2. Juna lähestyy kallioon tehtyä tunnelia nopeudella 21,2 m/s. Junankuljettaja soittaa junanpilliä, jonka äänen taajuus on 650,0 Hz. Äänen nopeus ilmassa on 343 m/s.
- Laske pillin äänen taajuus, jonka tunnelin suun vieressä seisova henkilö kuulee. (1p)
 - Junan pillin ääni heijastuu tunnelin suulla kallion seinämästä takaisin kohti juna. Laske heijastuneen äänen taajuus, jonka junankuljettaja kuulee. (2p)
 - Junanpilli lähettää ääntä isotrooppisesti eli yhtä suurella voimakkuudella kaikkiin suuntiin kokonaisteholla 300 W. Laske tunnelin suun vieressä seisovan henkilön kuuleman äänen intensiteettitaso (dB-yksiköissä), kun juna on 100 metrin päässä henkilöstä. Ihmisen kuulokynnys on $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. (3p)
3. a) Selitä, mitä tarkoittaa valon kokonaisheijastus ja milloin kokonaisheijastus voi tapahtua. (3p)
- b) Selitä, mitä tarkoittaa valon lineaarinen polarisaatio. Miten valon lineaarista polarisaatiota voidaan tutkia kokeellisesti? (3p)
4. Kuvamukainen kahden ohuen kuperan linssin yhdistelmä muodostaa teleskoopin. Teleskoopilla katsotaan kaukaisia astronomisia kohteita ja se muodostaa lopullisen kuvan kaukaisesta kohteesta äärettömyyteen. Objektiivinlinssin ja okulaarilinssin välimatka on 1,80 m. Teleskoopin kulmasuurennus on -19,0. Huom! Kuva on vain periaatteellinen, eli kuva ei ole oikeassa mittakaavassa.
- Laske okulaarin ja objektiivin polttovälit. (3 p)
 - Kun Jupiteria katsotaan Maasta, Jupiter näkyy kulma-aukeamassa $0,014^\circ$. Laske objektiivin muodostaman Jupiterin kuvan halkaisija. (1 p)
 - Mainitse jokin muutos, joka teleskooppiin voidaan tehdä, jotta teleskooppi muodostaisi suuremman kuvan kaukaisesta kohteesta, kuten Jupiterista. Kerro lyhyesti, mihin teleskoopin ominaisuuteen tämä muutos vaikuttaa. (2 p)

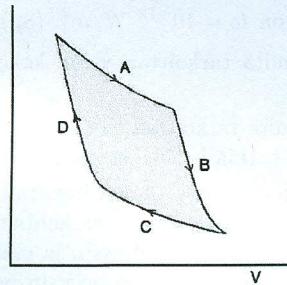


Käännä →

¹moolinen 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 $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, Stefanin-Boltzmannin vakio $\sigma = 5,669 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

Vesi: tiheys $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, ominaislämpökapasiteetti $c = 4,19 \text{ kJ/(kg K)}$, sulamislämpö $L_f = 333 \text{ kJ/kg}$, höyrystymislämpö $L_v = 2260 \text{ kJ/kg}$.

5. a) Lasiprismaa ja diffraktiohilaa voidaan molempia käyttää valkoisen valon hajottamiseen spektriksi, jossa valon eriväriset komponentit näkyvät varjostimella eri paikoissa. Kerro, miten prisma ja diffraktiohila muodostavat valkoisesta valosta spektrin. Vertaile myös prisman ja hilan varjostimelle muodostamia spektrikuviota toisiinsa. (4 p)
- b) Monokromaattista valoa, jonka aallonpituus on $600,0 \text{ nm}$, etenee tasoaaltona ja osuu diffraktiohilaan pinnan normaalin suuntaisesti. Laske, missä kulmassa hilan pinnan normaaliin nähden näkyy 1. ja 2. kertaluvun diffraktiomaksimit. Hila on uurrettu siten, että siinä on 300 uurretta/mm (tarkka arvo). (2 p)
6. Piknikille otetaan mukaan styroksinen kylmälaukku, jonka seinien paksuus on $4,2 \text{ cm}$ ja seinämien kokonaispinta-ala on $1,5 \text{ m}^2$. Laukkuun pakataan $5,5 \text{ kg}$ jäätä, jonka lämpötila on 0°C . Ilman lämpötila on 21°C . Styrox-materiaalin lämmönjohtavuus on $0,030 \text{ W/(m }^\circ\text{C)}$.
- a) Laske, millä teholla lämpöä virtaa ilmasta kylmälaukkuun, kun lämpöä siirtyy vain johtumalla. (3 p)
- b) Laske, monenko tunnin kuluttua kaikki jää on sulanut kylmälaukussa. Laukussa olevan ilman tai ruokien vaikutusta ei oteta huomioon. (3 p)
7. Yksiatomisen ideaalikaasun lämpötilaa nostetaan alkulämpötilasta $25,0^\circ\text{C}$ loppulämpötilaan $30,0^\circ\text{C}$. Kaasun ainemäärä ei muutu.
- a) Ideaalikaasun lämmittäminen voidaan tehdä joko vakiotilavuudessa tai vakioapaineessa. Kumpi prosesseista vaatii enemmän energiaa? Mistä tämä energiaero johtuu? (2p)
- b) Laske isokoorisen ja isobaarisen lämmitysprosessin välinen energiaero, kun ideaalikaasun ainemäärä on $0,200 \text{ mol}$. (2p)
- c) Laske, kuinka paljon $0,200 \text{ mol}$ ideaalikaasun sisäinen energia muuttuu lämmityksen johdosta isokoorisen ja isobaarisen prosessin aikana. (2p)
8. a) Lämpövoimakone toimii Carnot'n kierron periaatteen mukaisesti. Carnot'n kierron periaate on esitetty kuvassa 1 pV-diagrammissa. Kuvaile sanallisesti, mitä Carnot'n kierron eri prosesseissa A, B, C ja D tapahtuu termodynaamisesti. Prosessit A ja C ovat isotermisiä ja prosessit B ja D ovat adiabattisia. (3 p)
- b) Ideaalinen lämpöpumppu, joka noudattaa Carnot'n kiertoa, lämmittää huoneilmaa, jonka lämpötila on 293 K , siirtämällä lämpöä ulkoilmasta sisälle. Jos pumppu tekee työtä 275 J , kuinka paljon kone siirtää lämpöä huoneilmaan, kun ulkoilman lämpötila on 263 K ? Laske myös lämpöpumpun suorituseroin (COP), joka määritellään lämpöpumpun sisäilmaan tuottaman lämpömäärän ja sen tekemän työn suhteena. Miten COP muuttuu, kun ulkoilman lämpötila laskee? (3 p)



W
H
11/11