



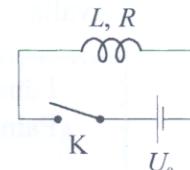
Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärit.

1. Nestekaasupullossa olevan butaanikaasun paine riippuu lämpötilasta taulukon osoittamalla tavalla.

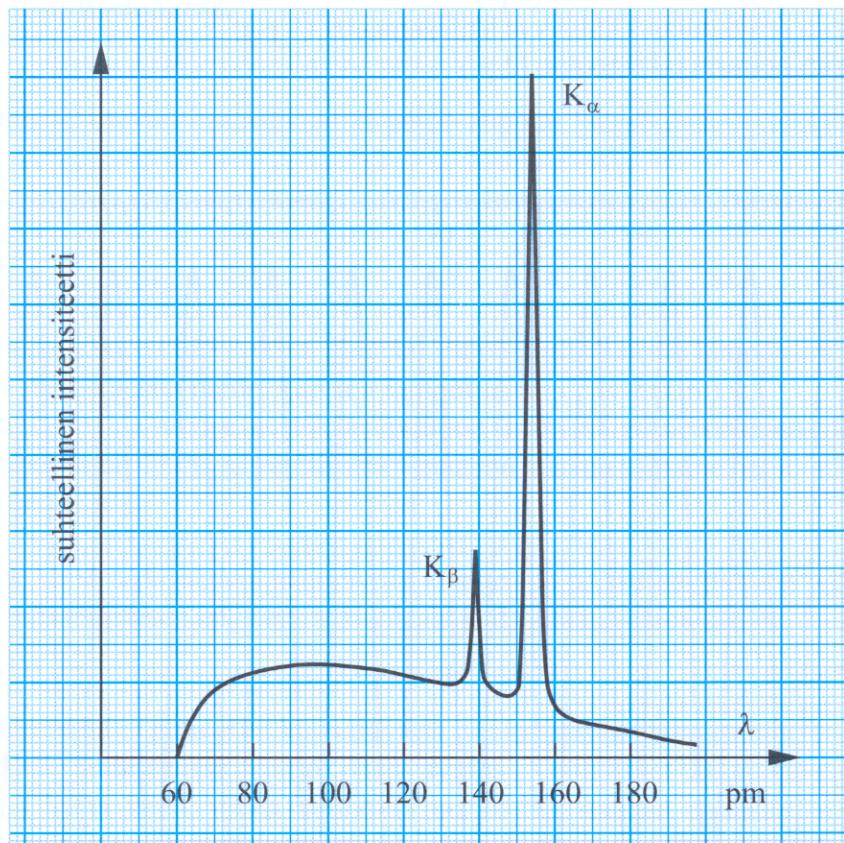
Lämpötila/°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Paine/bar	1,1	1,5	2,1	2,9	3,8	5,0	6,4	8,1	10

- a) Piirrä kuvaaja, joka esittää kaasun paineen riippuvuutta kaasun lämpötilasta. (3 p.)
b) Kuinka suuri on kaasun paine, kun sen lämpötila on $17\text{ }^{\circ}\text{C}$? (1 p.)
c) Kuinka paljon paine alenee nestekaasupulloon liitetyssä paineenalennusventtiilissä, kun pullon lämpötila on $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja venttiilistä virtaavan kaasun ylipaine on 30 mbar? (2 p.)
2. Vastaa lyhyesti, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä: a) radioaktiivinen ydin, b) puoliintumisaika, c) radioaktiivisen näytteen aktiivisuus ja d) ionisoimaton säteily.
3. Kivikaudella ihmisiä ei aina ollut käytettävissä tulenkestäviä keittoastioita. He kuumensivat vettä esimerkiksi puuastioissa keittokivien avulla. Keittokivet kuumennettiin nuotiossa. Astiassa on 2,0 litraa vettä, jonka lämpötila on $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Astiaan pannaan keittokivi, jonka massa on 2,1 kg ja lämpötila $430\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kuinka lämpimäksi vesi lämpenee? Kiven ominaislämpökapasiteetti on $870\text{ J}/(\text{kg}^{\circ}\text{C})$, ja puuastian lämpökapasiteetti on $380\text{ J}/^{\circ}\text{C}$.
4. a) Valon kokonaishiejastuminen
b) Optisen kuidun vaipan taitekerroin on 1,42 ja ytimen 1,55. Valo tulee ilmasta kuidun pähän ja etenee pelkästään kuidun ytimessä. Kuinka suuri valonsäteen tulokulma voi enintään olla?
5. Tutkittaessa filmiltä leijonan hyökkäystä thomsoningassellin (*Gazella thomsoni*) kimppuun havaittiin, että leijonan keskimääräinen kiihtyvyys on $9,5\text{ m/s}^2$ ja gasellin $4,5\text{ m/s}^2$. Leijonan arvioitu huippunopeus on 14 m/s ja gasellin 27 m/s.
 - Piirrä kummankin eläimen nopeuden kuvaaja 10 ensimmäisen sekunnin aikana. (2 p.)
 - Kuinka lähelle leijonan on hiivittävä, jotta sillä olisi mahdollisuus saada gaselli kiinni? (4 p.)

6. a) Tasaisella alustalla vierivien umpinaisen pallon ja sylinterin massa, säde ja nopeus ovat yhtä suuret. Kummalla on suurempi liike-energia?
- b) Miksi on käytettävä vähintään kahta rakettimoottoria, kun halutaan muuttaa ainoastaan avaruusaluksen asentoa?
- c) Miksi avaruusalusta voidaan käänää sen sisällä olevan vauhtipyörän avulla?
7. Levykondensaattori kapasitanssi on $0,60 \text{ nF}$, levyjen pinta-ala on 16 cm^2 ja levyjen välimatka $3,5 \text{ mm}$. Kondensaattori purkautuu vähitellen, koska eristemateriaalina on käytetty sopimaton muovia. Kun kondensaattorin jännite on 180 V , jännite pienenee 40 mV/s vuotovirran takia. Kuinka suuri on käytetyn eristemuovin resistiivisyyys?
8. a) Käämi on kytketty tasajännitelähteeseen oheisen kaavion mukaisesti. Käämin sydänmateriaalina voi olla 1) ilma, 2) alumiini ja 3) rauta. Kytkin K suljetaan. Piirrä samaan koordinaatistoon virran muuttumista esittävä periaatekuvio $I = I(t)$ kussakin tapauksessa. Perustele.
- b) Käämi kytketään säädettyvään vaihtovirtalähteeseen. Minkä vuoksi rautasydämisesä ja alumiinisydämisesä käämisiä tehonkulutus on selvästi suurempi kuin ilmasydämisesä käämisiä, vaikka kussakin tapauksessa käämin virta on säädetty samaksi?
9. a) Radiohiiliajoiutuksen periaate (C-14-menetelmä)
- b) Nykyisin radiohiiliajoiukseen käytetään useimmiten hiukkaskiihdytintä, jolla määritetään suoraan isotooppien ^{14}C ja ^{12}C atomien lukumääräsuhde (isotooppisuuhde) tutkittavassa näytteessä. Vuonna 1991 Tirolista löydetyn muumion, "Jäämies Ötzin", radiohiiliajitus antoi isotooppisuuteksi $6,7 \cdot 10^{-13}$. Mikä olisi muumion ikä tämän tiedon perusteella, kun vastaava isotooppisuuhde esimerkiksi elävässä puussa on $1,2 \cdot 10^{-12}$?
10. Henkilöauto ja maastoauto ovat törmänneet toisiinsa katujen risteyksessä. Poliisin tutkimuksissa saatiin selville seuraavat asiat:
- henkilöauton kokonaismassa oli $1\,650 \text{ kg}$
 - maastoauton kokonaismassa oli $2\,350 \text{ kg}$
 - henkilöauto liikkui ennen törmäystä etelään
 - maastoauto liikkui ennen törmäystä itään nopeudella 42 km/h
 - autot liikkuvat törmäyksen jälkeen yhdessä suuntaan, joka poikkeaa etelästä 35° itään päin.
- Kuinka suuri henkilöauton nopeus oli ennen törmäystä?
11. Ensimmäisessä rakentamassaan syklotronissa vuonna 1931 Ernest Orlando Lawrence käytti magneettia, jolla hän sai aikaan $0,35 \text{ T}$:n suuruisen magneettivuon tiheyden. Kiihdytyskammion säde oli $11,4 \text{ cm}$.
- a) Kuinka suuri oli tällä syklotronilla kiihdytetyjen protonien energia?
- b) Kuinka suuri oli syklotronin kiihdytysjännitteen taajuus?



- +12. a) Mitä on röntgensäteily? (2 p.)
b) Missä tilanteissa röntgensäteilyä syntyy, ja miten sitä saadaan aikaan esimerkiksi tutkimus- ja sairaalakäytöön? (2 p.)
c) Oheisessa kuvassa on röntgenputken säteilyn spektri. Mitä asioita spektristä saadaan selville? (3 p.)
d) Mihin röntgensäteilyn ominaisuuksiin perustuvat sen tärkeimmät sovellukset? (2 p.)



- +13. Lyijykuula ripustettiin riippumaan kevyen langan varassa tietokoneeseen liitetystä voimaanturista. Lyijykuula pantiin heilahtelemaan siten, että ääriasemassa ripustuslanka muodostii 22° kulman pystysuuntaan nähdien. Voima-anturin mittaama voima riippui ajasta oheisen kuvaajan mukaisesti.
- Missä rajoissa ja minkä vuoksi langan jännitysvoima vaihtelee? (2 p.)
 - Piirrä kuviot, joista ilmenevät lyijykuulaan kohdistuvat voimat ääriasennossa ja tasapainokohdassa. (2 p.)
 - Määritä lyijykuulan massa. (2 p.)
 - Määritä lyijykuulan kiihtyvyys ääriasemassa. (1 p.)
 - Määritä heilurin jaksonaika. (2 p.)

