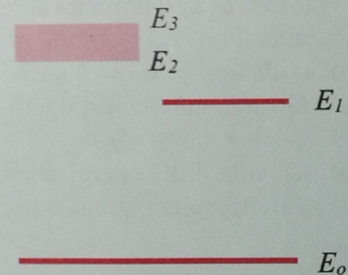


Yleisiä ohjeita tenttiin

- Merkitse jokaiseen vastauspaperiin nimesi, opiskelijanumerosi, kurssin nimi ja koodi.
- Lyhyet perustelut ratkaisuille vaaditaan, ellei tehtävässä toisin mainita.
- Jos vastaat useampaan alakohtaan kuin on sallittu, viimeinen alakohta jätetään arvostelematta.
- Tentissä saa olla mukana yksi vaaleankeltainen arkki muistiinpanoja ja laskin, jota ei voi kytkeä verkkoon.
- Muistiinpanoarkki palautetaan tenttipaperin välissä ja sen yläreunassa tulee olla nimi ja opiskelijanumero.

1. ^{64}Cu -isotoopin aktiivisuus pienenee arvosta 37 GBq arvoon 5,1 GBq 35 tunnin aikana. Määritä isotoopin hajoamisvakio. (5p)
2. Kauan sitten kaukaisella galaksilla eräältä planeetalta lähetettiin luotain yksisuuntaiselle, planeetalta tehtyjen mittausten mukaan 30 valovuoden matkalle. Luotaimen matkanopeus oli 0,6 c. Selvitä kuinka pitkän matkan luotain kulki oman matkamittarinsa mukaan ja kuinka kauan matka kesti luotaimen kellon mukaan? (6p)
3. Neodyymiseostetusta YAG-laserista saadaan monokromaattista säteilyä. YAG on lyhenne yttrium-alumiini-granaatista, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. Oheiseen kuvaan on piirretty oleellinen osa Nd:YAG-laserin energiatiloista. Energioiden E_2 ja E_3 välillä on energiavyö. Suuruuksista tiedetään, että $E_1 - E_0 = 1,16 \text{ eV}$, $E_2 - E_0 = 1,63 \text{ eV}$ ja $E_3 - E_0 = 1,70 \text{ eV}$.
 - a) Selvitä laserin toimintaperiaate annetun energiatasokaavion avulla. (9p)
 - b) Kuinka suuri on laserin lähettämän säteilyn aallonpituus? (3p)



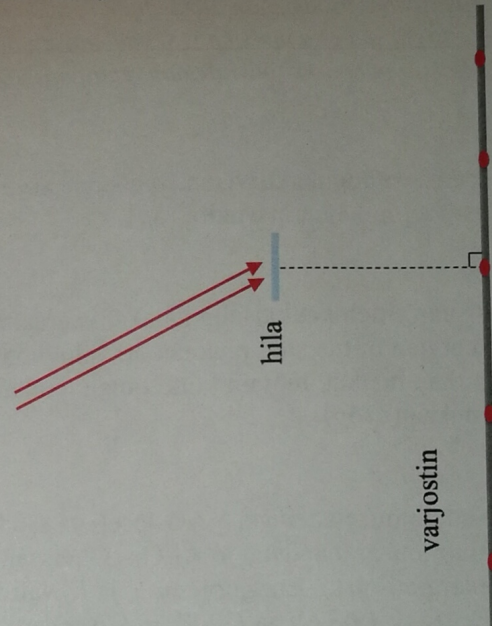
Vakioita:

Atomimassayksikkö	$1,6605388 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadron vakio	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Bohrin säde	53 pm
Boltzmannin vakio	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Coulombin vakio	$8,99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Elektronin massa	$9,109382 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elektronin varaus	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Kaasuvakio	8,314 J/K
Neutronin massa	$1,6749272 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Planckin vakio	$6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Protonin massa	$1,6726216 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Stefan-Boltzmannin vakio	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4} \text{ m/s}^2$
Tyhjön peramiabilitetti	$8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

4. Vastaa yhteen alakohtaan

Punaisesta laserista saatava valo saapuu vinosti alaviistosta hilaan oheisen kuvan mukaisesti. Tarkastellaan kaukana hilan takana olevalla varjostimella näkyviä punaisia pisteitä. Voit käyttää seuraavia merkintöjä: valon aallonpituus λ , hilan rakojen välimatka a , hilan rakojen lukumäärä N , varjostimen etäisyys hilasta d .

- Selvitä, miksi varjostimella näkyy punaisia pisteitä, jotka eivät sijaitse symmetrisesti katkoviivan ylä- ja alapuolella? (8p)
- Määritä, missä kulmassa valon tulee tulla hilalle, jotta katkoviivan ja varjostimen leikkauspisteessä näkyy kuvan mukaisesti punainen piste, kun vakioilla on arvot $a = 250 \text{ nm}$, $\lambda = 550 \text{ nm}$, $N = 850$ ja $d = 0,80 \text{ m}$. (5p)



5. Vastaa a-kohtaan ja joko b-tai c-kohtaan.

Elektroni on kuvan mukaisessa puoliäärettömässä potentiaalikuopassa alueella I. Potentiaali paikassa $x = 0$ kasvaa äärettömän suureksi. Kuopan leveys on a , ja potentiaalivallin leveys b . Kuopan pohjalla potentiaali on $U_b = -3,0 \text{ eV}$ ja vallin maksimi on korkeudella $U_v = 5,3 \text{ eV}$. Elektronin energia alueella I voi saada arvoja $E_1 = -2,6 \text{ eV}$, $E_2 = -1,6 \text{ eV}$, $E_3 = 0,1 \text{ eV}$ ja $E_4 = 2,5 \text{ eV}$.

- Osoita, että Schrödingerin yhtälön ratkaisu elektronille, jonka energia on E_1 , alueessa II on muotoa $\psi(x) = A e^{-\alpha x}$. (5p)
- Määritä millä energioilla olevia fotoneja kuopassa olevat elektronit voivat absorboida? (6p)
- Selvitä, miten kuopassa eri energioilla olevat elektronit voivat päästä pois kuopasta? (9p)

