

Merkitse jokaiseen suorituspaperiisi nimesi, opiskelijanumerosi, koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen päivämäärä.

Itse tehdyt muistiinpanot yhdellä A4-arkilla on sallittu.

Laskimen ja taulukkokirjojen käyttö on kielletty.

Muista palauttaa tenttimuistiinpanosi tenttipaperin välissä, max 2 p.

Jokaisesta tehtävästä voi saada 8 pistettä, yhteensä max 40 p.

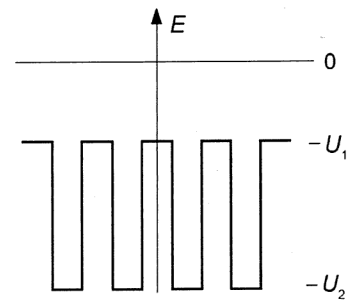
Muista aina perustella käyttämäsi kaavat sekä kaikki esittämäsi vastaukset.

1. Valitse jokaisessa kohdassa mielestäsi oikea vaihtoehto ja perustele lyhyesti valintasi (2 p/kohta).
 - a) Yksittäisestä raosta ei synny varjostimelle diffraktiominimiä, kun
 - (A) käytetty aallonpituus on suurempi kuin raon leveys.
 - (B) käytetty aallonpituus on pienempi kuin raon leveys.
 - (C) Diffraktiominimi syntyy aina riippumatta aallonpituudesta ja raon leveydestä.
 - b) Diffraktiohilassa rakojen lukumäärän kasvattaminen
 - (A) pienentää päämaksimien välimatkaa.
 - (B) pienentää päämaksimien korkeutta.
 - (C) pienentää päämaksimien leveyttä.
 - c) Kaksoisrakokokeessa vain toisen raon intensiteettiä kasvatetaan kaiken muun pysyessä ennallaan. Tällöin kaksoisrakokokeen interferenssikuvio
 - (A) häviää ja varjostimella nähdään pelkästään tasaista valaistusta.
 - (B) pysyy muuten muuttumattomana, mutta maksimien ja minimien paikat vaihtuvat.
 - (C) pysyy muuten muuttumattomana, mutta interferenssikuvion intensiteetti kasvaa.
 - d) Kun elektronimikroskoopin aallonpituutta pienennetään, niin
 - (A) laitteiston havaintotarkkuus heikkenee.
 - (B) laitteiston havaintotarkkuus paranee.
 - (C) laitteiston havaintotarkkuus ei muutu.

2. Epävakaa hiukkanen (keskimääräinen elinaika $\tau = 2,2 \mu\text{s}$, massa $m = 106 \text{ MeV}/c^2$) syntyy ilmakehässä korkeudella 3,0 km mitattuna maan inertiaalikoordinaatistossa, kun kosmisen säteilyn hiukkanen törmää ilmakehän molekyyliin. Hiukkanen liikkuu syntymisensä jälkeen nopeudella $v = 0,995c$ kohti maata, jolloin Lorentzin tekijä $\gamma = 10,0$. Valonnopeus $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
 - a) Kuinka kauan maan inertiaalikoordinaatistossa hiukkaselta kuluu aikaa tulla maan pinnalle? (1 p)
 - b) Kuinka kauan hiukkasen omassa inertiaalikoordinaatistossa hiukkaselta kuluu aikaa tulla maan pinnalle? Voidaanko kyseinen hiukkanen havaita maan pinnalla? (3 p)
 - c) Mikä on hiukkasen energia maan inertiaalikoordinaatistossa mitattuna? Anna vastauksesi yksikössä MeV. (2 p)
 - d) Mikä on hiukkasen energia hiukkasen omassa inertiaalikoordinaatistossa? Anna vastauksesi yksikössä MeV. (2 p)

KÄÄNNÄ

3. Hiukkanen, jonka massa on m , on äärettömän syvässä yksiulotteisessa potentiaaliuopassa, jonka leveys on L . Systemi absorboi fotonin, jonka energia on $3,0 \text{ eV}$ ja aallonpituus 410 nm . Tällöin hiukkanen siirtyy perustilaltaan ($n = 1$) kolmannelle viritystilalleen ($n = 4$).
- Kuinka monta erilaista aallonpituutta emissiospektrissä voi esiintyä, kun viritystila purkautuu? (2 p)
 - Laske emittoituvien fotonien kaikki mahdolliset energiat. Anna vastauksesi elektroni-voltteina. (3 p)
 - Millä aallonpituusvälillä systeemin lähettämä sähkömagneettinen säteily on? (3 p)
4. a) Mitkä ovat atomissa olevan elektronin neljä kvanttilukua? Mitkä ovat näiden kvanttilukujen mahdolliset arvot? Miten atomin energiatasot määräytyvät näistä kvanttiluvuista?
 b) Miten atomin energiatasot muuttuvat, kun atomi laitetaan ulkoiseen magneettikenttään? Miten muutos näkyy atomin spektrissä?
5. Tarkastellaan metallien elektronirakennetta oheisen kuvan yksiulotteisten äärellisten potentiaaliuoppien mallissa, jossa kuopat jatkuvat jaksollisena molempiin suuntiin.
- Kuvaile, miten ratkaisisit Schrödingerin yhtälön elektronille ($E < 0$) ko. potentiaalissa. (3 p)
 - Piirrä oheinen kuva vastauspaperiisi ja hahmottele elektronin energiatilat kuvaan. (2 p)
 - Miten metallin Fermi-energia E_F ja työfunktio W_0 määritellään? Merkitse myös nämä energiat kuvaan. (3 p)



Huom. Schrödingerin yhtälön ratkaisua ei tarvitse esittää, ratkaisun ja saatavien tulosten kuvaus on riittävä.