

Hakola, Kurki-Suonio

Kurssin voi suorittaa vaihtoehdon A tai B mukaisesti.

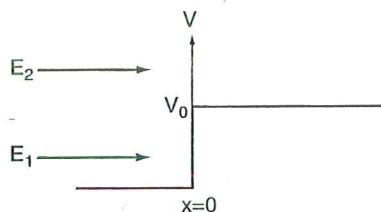
Vaihtoehto A: vastaan jokaiseen tehtävään; kurssiarvosananani määräytyy tämän tentin perusteella eikä laskuharjoituspisteitä oteta huomioon.

Vaihtoehto B: vastaan valintani mukaan korkeintaan neljään tehtävään; kurssiarvosananani määräytyy sekä tämän tentin että laskuharjoituspisteitteni perusteella.

Kirjoita jokaiseen palauttamaasi paperiin, kumman vaihtoehdon olet valinnut! Mikäli tämä ei käy selvästi ilmi tai vaihtoehdosta B huolimatta vastaat viiteen tehtävään, koe arvostellaan vaihtoehdon A mukaisesti. Kokeessa ei saa käyttää laskinta eikä mitään apumateriaalia.

1. Vasemmalta tuleva hiukkassuihku (hiukkasen massa m) osuu yksiulotteiseen potentiaaliportaan (korkeus V_0) alla olevan kuvan mukaisesti kohdassa $x = 0$; energiat E_1 ja E_2 vastaavat kahta fysikaalisesti erilaista tilannetta. Potentiaaliporrasmallin avulla voi tarkastella esimerkiksi seuraavia fysikaalisia systeemejä: (i) Fortuna-laudan reunan osuvat lasikuulat ja (ii) metallikappaleen pinnan läheisyydessä liikuskelevat elektronit. Kerro, miten "hiukkaset" käyttäytyvät kummassakin tapauksessa ja mistä mahdolliset erot mielestäsi johtuvat. (3p)

Ratkaise sitten ajasta riippumaton Schrödingerin yhtälö ja kirjoita reuna- ja jatkuvuusehdot täyttävät aaltofunktiot eri alueissa tapauksessa $E > V_0$. Laske myös transmissio- ja heijastuskertoimet \mathcal{T} ja \mathcal{R} kyseiselle tapaukselle. (5p)



2. Valitse kussakin kohdassa oikea vaihtoehto (a), (b) tai (c). Perustele valintasi lyhyesti! (2p kustakin kohdasta)
 - Hiukkassuihkun siroaminen kiteisestä kiinteästä aineesta: (a) mitä raskaampia hiukkasia käytetään, sitä selvemmin ollaan kvanttimekaanisella alueella; (b) mitä pienempi on atomien välinen etäisyys näytteessä, sitä selvemmin ollaan kvanttimekaanisella alueella; (c) mitä suurempi on tulevan hiukkassuihkun intensiteetti, sitä selvemmin ollaan kvanttimekaanisella alueella.
 - Harmoninen oskillaattori: (a) kvanttimekaanisen harmonisen oskillaattorin perustilan energia on $E = 0$ ja muiden tilojen energiat ovat $E_n = n^2 \hbar \omega$; (b) kvanttimekaanisen harmonisen oskillaattorin perustilassa hiukkanen majoilee todennäköisimmin käännepisteiden kohdalla eli kohdissa, joissa kineettinen energia on nolla; (c) kvanttimekaanisen oskillaattorin perustilassa hiukkanen löytyy yli 15 % todennäköisyydellä käännepisteiden ulkopuoliselta alueelta.
 - Bohrin malli: (a) Bohrin mallissa vetyatomien elektroni kiertää ydintä ympyräradalla ja sen kulmaliikemäärä on \hbar :n moninkerta; (b) Bohrin korrespondenssiperiaatteen mukaan klassinen fysiikka ja kvanttimekaniikka antavat yhteneviä tuloksia pienillä kvanttiluvuilla; (c) Bohrin mallin mukaan vetyatomien energiatilat ovat $E_n = -E_0/n^2$, missä $E_0 \approx 10$ keV.
 - Alfahiukkasten siroaminen kultaytimestä Rutherfordin mallin mukaisesti: (a) sironnan vaikutusala riippuu voimakkaasti alfahidun sirontakulmasta, mutta ei juurikaan sen energiasta; (b) Rutherfordin mallissa kultaydin oletetaan pistemäiseksi ja äärettömän massiiviseksi; (c) mitä pienempi on tulevan alfahidun energia, sitä pienempiä rakenteita on mahdollista tutkia.

KÄÄNNÄ