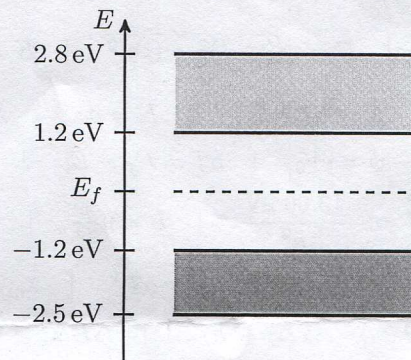


- Ympyröidyt kysymykset (1-5) kuuluvat 2. välikokeeseen.
- Neliöidyt kysymykset (3-7) kuuluvat tenttiin.
- **Välikokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava!**
Jos et ole varma laskimestasi, kysy valvojalta **ennen** kuin aloitat tentin.
- Kääntöpuolella kaavoja ja vakioita.
- Jos olet suorittanut laskuharjoitukset aiemmin (<2014), merkitse suoritusvuosi nimesi viereen.

① a) Selvitä, miten karakteristista K_{α} -röntgensäteilyä syntyy atomeissa, joihin ammutaan suurien energisia elektroneja? b) Erään K_{α} -röntgensäteilyn fotonin energiaksi on mitattu 7.46 keV. Mikä on sen alkuaineen järjestysluku, jonka atomi emittoi kyseisen fotonin?

② Vetyatomi on 3p tilassa ja homogeenisessa magneettikentässä. Tarkastellaan atomin orbitaaliliikkeen aiheuttaman magneettisen dipolin vuorovaikutusta magneettikentän kanssa (vain rataliikkeen, spiniä ei huomioida). a) Kuinka suuri magneettikenttä vaaditaan 3p tilan halkaisemiseksi useaksi tilaksi, joiden välinen energiaero on $2.71 \cdot 10^{-5}$ eV vierekkäisten tilojen välillä? b) Kuinka monta erilaista energiatilaa 3p:stä tällöin syntyy ja mitkä ovat tiloja kuvaavat kvanttiluvut?

③ Oheisessa kuvassa on vyökaavio, jossa on kuvattuna tietyn materiaalin valenssi- ja johtavuusvyöt. Energiat -2.5 eV, -1.2 eV, 1.2 eV ja 2.8 eV kuvaavat vyöiden ala- ja yläreunoja, kun energian nollataso on valittu Fermi-energialle.



a) Mikä on pienin valon aallonpituus, minkä materiaali voi absorboida transitiossa näiden vyöiden välillä?

b) Laske johtavuusvyön pohjalla olevien tilojen miehitystodennäköisyys lämpötilassa 293 K. Kuinka hyvin arvioisit tämän materiaalin johtavan sähköä huoneenlämpötilassa? Perustele!

④ Ydinreaktorin fissioiden tuotteena syntyy $^{140}_{56}\text{Ba}$ ytimiä, jotka β^- -hajoavat $^{140}_{57}\text{La}$ ytimiksi.

a) Laske yhdessä hajoamisessa vapautuva energia.

b) $^{140}_{56}\text{Ba}$:n puoliintumisaika on 12.75 vuorokautta. Jos reaktorin fissioreaktioiden loppuessa reaktorissa on 5.0 kg $^{140}_{56}\text{Ba}$:tä, mikä on reaktorin aktiivisuus Ba:n johdosta?

c) Mikä on Ba-aktiivisuus 365 päivän kuluttua?

Atomien massat: $M(^{140}_{56}\text{Ba})=139.910605$ u, $M(^{140}_{57}\text{La})=139.909478$ u.

⑤ a) Erään pn-liitoksen kyllästysvirta on 0.500 mA lämpötilassa 290 K. Laske liitoksen virta (i) myötäjännitteillä 1.00 mV ja 50.0 mV ja (ii) vastajännitteillä -1.00 mV ja -50.0 mV.

b) Selitä lyhyesti rekombinaatio- ja generaativirtojen (eli diffusio- ja drift-virtojen) avulla, miksi pn-liitos johtaa sähkövirtaa hyvin vain toiseen suuntaan.

⑥ Levossa olevan kappaleen massa on $9600 \text{ MeV}/c^2$. Se hajoaa kahdeksi kappaleeksi, joista ensimmäisen massa on $3700 \text{ MeV}/c^2$ ja kineettinen energia 300 MeV. Laske toisen kappaleen massa, kokonaisenergia ja liikemäärä.

⑦ a) Väriainelaserin orgaanisessa väriainemolekyylissä elektroni pääsee liikkumaan kuten yksiulotteisessa *potentiaalilaatikossa*, jonka pituus on 4.18 nm. Mikä on emittoituvan valon aallonpituus, kun elektroni siirtyy ensimmäiseltä viritetyltä tilalta perustilalle? b) Voiko tämä emittoituva foton aiheuttaa fotoelektronin emission hopeapinnalta? Hopean työfunktio on 4.3 eV. Perustele vastauksesi.

Käännä!