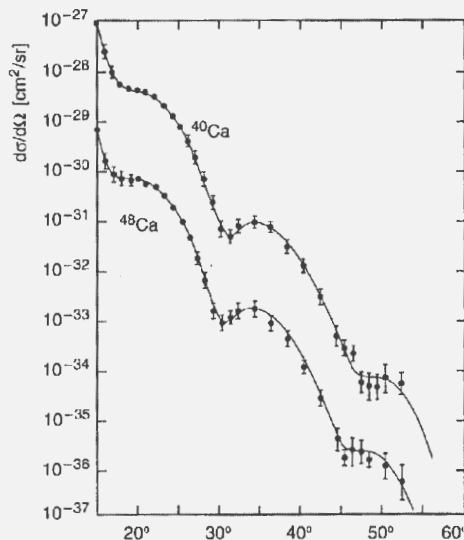


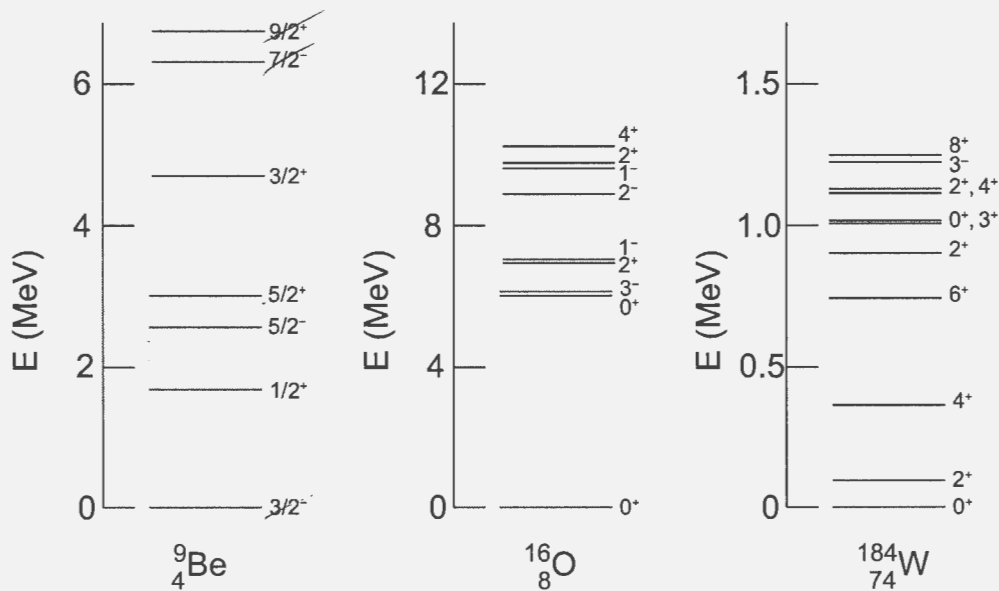
Vastaa valintasi mukaan korkeintaan **kolmeen** (3) tehtävään! Voit vastata suomeksi, ruotsiksi tai englanniksi. Kokeessa saa käyttää tavallista funktiolaskinta.

1. Tässä tehtävässä paneudumme ytimien staattisiin ominaisuuksiin kuten kokoon, varausjakaamaan ja massaan.
 - a) Kuvassa 1 on esitetty elektronien differentiaalinen sirontavaikutusala ^{40}Ca - ja ^{48}Ca -ytimistä sirontakulman θ funktiona. Mitä johtopäätöksiä voit kuvan perusteella tehdä kyseisten ytimien koosta ja varausjakaumasta? Vertaa tuloksiasi Rutherfordin sirontavaikutusalan antamiin ennusteisiin sekä siihen, mitä olet kurssilla asiasta oppinut. (3p)
 - b) Ytimien koon voi määrittää myös mitattujen massojen avulla. Tarkastellaan nyt isotooppeja ^{15}N sekä ^{15}O , joiden massat ovat 15,000109 u sekä 15,003065 u. Arvioi Weizsäckerin semiempiirisen massakaavan avulla kyseisten ytimien sidosenergioiden erotusta. Määritä tämän avulla kummankin ytimen koko, jos oletetaan ytimien olevan tasaisesti varattuja palloja. Muista, että Weizsäckerin massakaava rakentuu tilavuustermistä, pintatermistä, Coulombin termistä, asymmetriatermistä sekä paritutumistermistä, joilla kullakin on omanlaisensa Z - ja A -riippuvuus. (3p)



Kuva 1: Elektronien differentiaalinen sirontavaikutusala ^{40}Ca - ja ^{48}Ca -ytimistä sirontakulman θ funktiona. Yhtenäiset viivat ovat mittauspisteisiin tehtyjä sovituksia.

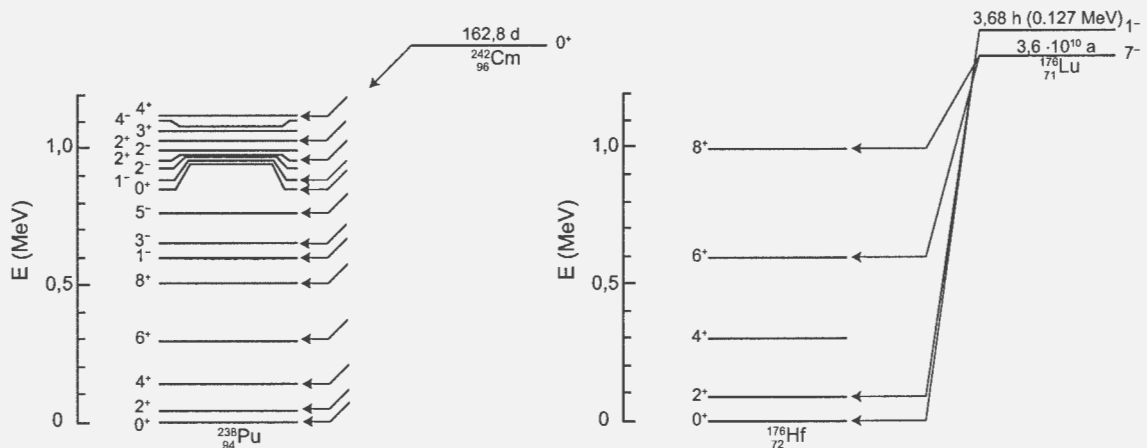
2. Kuvassa 2 on esitetty osa energiatasokaavioista fuusioreaktoriin maailmasta tutuille isotoopeille ^9_4Be , $^{16}_8\text{O}$ sekä $^{184}_{74}\text{W}$; kussakin tapauksessa näkyviin on listattu perustila sekä 6-10 alinta viritystilaa. Selitä kurssilla oppimiesi ydinmallien avulla mahdollisimman monen tilan spin-pariteetti. Kerro myös, miksi berylliumin, hapen ja volframin viritystilat ovat energialtaan niin erisuuria. (6p)



Kuva 2: Isotooppien ${}^9\text{Be}$, ${}^{16}\text{O}$ ja ${}^{184}\text{W}$ alimmat energiatilat sekä tilojen spin–pariteetit. Huomaa, että energia-asteikko on eri kullekin isotoopille.

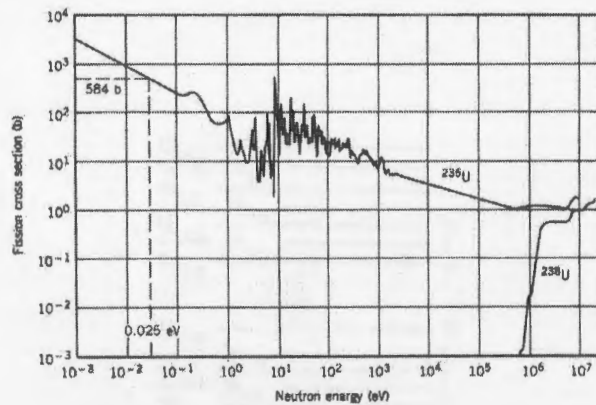
3. Epästabiilit ytimet voivat muuttua toisiksi ytimiksi esimerkiksi α - tai β -hajoamisen avulla.

- Vertaile α - ja β -hajoamista toisiinsa kvanttimekaniikan näkökulmasta. Miten hajoamisia mallinnetaan? Millaisia ennusteita käytetyt mallit antavat α - ja β -aktiivisten isotooppien puoliintumisajoille sekä lopputuloksena syntyvien hiukkasten kineettisille energioille? (3p)
- Kuvassa 3 on esitetty isotooppien ${}^{242}_{96}\text{Cm}$ ja ${}^{176}_{71}\text{Lu}$ hajoamiskaaviot; jälkimmäisessä tapauksessa hajoaminen voi tapahtua sekä perustilalta että ensimmäiseltä viritustilalta mutta eri puoliintumisajoilla. Mitä voit sanoa eri hajoamisten suhteellisista todennäköisyyksistä? Miksi joitain hajoamisia – vastaavat puuttuvia nuolia hajoamiskaavioissa – ei ole havaittu kokeellisesti? Perustele vastauksesi huolellisesti. (3p)



Kuva 3: Isotooppien ${}^{242}_{96}\text{Cm}$ ja ${}^{176}_{71}\text{Lu}$ hajoamiskaaviot sekä kunkin tilan spin–pariteetti.

4. Ydinreaktioiden yhteydessä puhuimme paljon suorista reaktioista sekä väliydinreaktioista. Kerro yksityiskohtaisesti, mitä kummallakin reaktiityypillä tarkoitetaan sekä mitä eroja suorilla reaktioilla ja väliydinreaktioilla on ja miten nämä eroavaisuudet havaitaan kokeellisesti. Mitä tarkoitetaan tässä yhteydessä resonanssireaktioilla: mistä on kyse, miten resonanssit havaitaan kokeellisesti ja mitä informaatiota ne meille antavat? Tarkastellaan lopuksi kuvassa 4 esitettyjä indusoitujen fissioreaktioiden $n + {}^{235}_{92}\text{U}$ ja $n + {}^{238}_{92}\text{U}$ vaikutusaloja energian funktiona. Selitä kummankin käyrän keskeiset piirteet käyttämällä hyväksesi tietoja suorien reaktioiden, väliydinreaktioiden sekä resonanssireaktioiden ominaisuuksista. (6p)



Kuva 4: Indusoitujen fissioreaktioiden $n + {}^{235}\text{U}$ ja $n + {}^{238}\text{U}$ vaikutusalat tulevan neutronin energian funktiona.

Aputietoja:

Ympyräaukon (säde R) muodostaman diffraktiokuvion kulmaleveys (aallonpituus λ)

$$\sin \theta = \frac{0,61\lambda}{R}$$

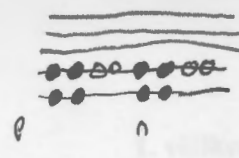
Tasaisesti varatun pallon (säde R) Coulombin energia

$$V = \frac{3}{5} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$m_p = 1,00727647 \text{ u}, m_n = 1,00866501 \text{ u}, m_e = 5,485803 \cdot 10^{-4} \text{ u},$$

$$1 \text{ u} \approx 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \approx 931,5 \text{ MeV}/c^2, e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}, c \approx 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

KÄÄNNÄ

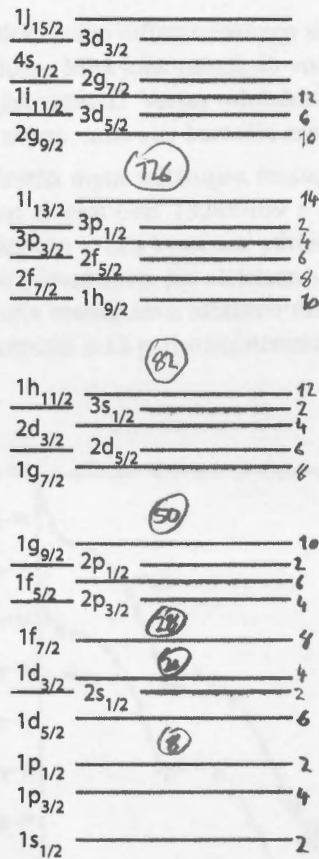


fy-0.3243 Ydin- ja ainefysiikan kysymykset
Hakola, Katri-Suomi

Vuotta valmiiksi arvokas kokeen tulos. (7) välttämättä Valt. väkiv. arvokas. välttämättä ja mielen
pää. Kokeesta on käytetty monia kokeita.

1. Tässä tehtävässä perustetaan jaksotus sääntöjä ja selitetään niiden käyttöä, vertaamalla
ja määrittä.

a) Kuva 5 on jaksotus
sääntöjen P ja S
mukaan lasketut ja
määrätyt energiatilat
b) Valokkeen avulla
on mitattu ^{12}C :n
säteilyä ^{12}C :n
säteilyä ^{12}C :n
säteilyä ^{12}C :n
säteilyä ^{12}C :n
säteilyä ^{12}C :n



Kuva 5: Kuorimallin mukaiset energiatilat nl_j . Pienintä energiaa vastaa tila $1s_{1/2}$.