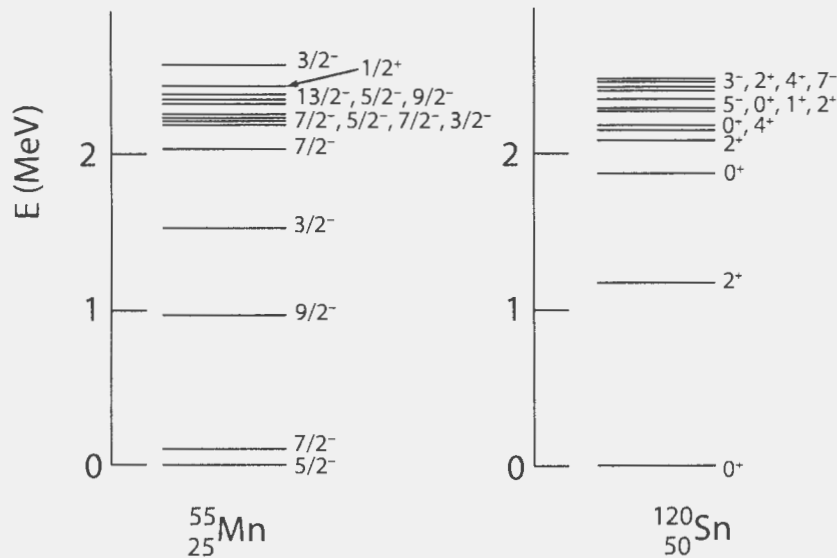


Vastaa valintasi mukaan korkeintaan kolmeen (3) tehtävään! Voit vastata suomeksi, ruotsiksi tai englanniksi. Kokeessa saa käyttää tavallista funktiolaskinta.

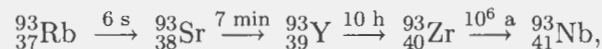
- Kurssin kuluessa on puhuttu monessa eri yhteydessä ytimen spinistä ja pariteetista. Tässä tehtävässä saat soveltaa oppimiasi asioita käytännössä.

  - Deuteronin  ${}^2_1\text{H}$  spin-pariteetin tiedetään olevan  $1^+$ . Deuteronista voimme rakentaa isotoopit  ${}^3_1\text{H}$  sekä  ${}^3_2\text{He}$  lisäämällä ytimeen yhden protonin tai neutronin, jonka ratakulmaliikemäärä deuterotonin massakeskipisteen suhteen on  $l$ . Mitkä ovat tämän perusteella  ${}^3\text{H}$ :n ja  ${}^3\text{He}$ :n perustilojen spin-pariteetin mahdolliset arvot? Mitkä näistä vaihtoehdoista voidaan eliminoida, kun tiedetään kummankin isotoopin perustilan pariteetin olevan parillinen? Mikä olisi mielestäsi kaikkein todennäköisin spin-pariteetin arvo? (3p)
  - Kuvan 1 energiatasokaavioissa on esitetty hyvin yleisten luonnon stabiilien isotooppien  ${}^{55}_{25}\text{Mn}$  ja  ${}^{120}_{50}\text{Sn}$  perustilat sekä 2,5 MeV:a pienemmät viritystilat. Mitä kurssilla esillä olleista lukuisista ydinmalleista käyttäisit selittämään ko. tilojen spin-pariteetit? Perustele vastauksesi huolellisesti. Katso myös kuva 3. (3p)



Kuva 1: Ytimien  ${}^{55}_{25}\text{Mn}$  ja  ${}^{120}_{50}\text{Sn}$  pienienergisimmät tilat.

- Isotoopin  ${}^{235}_{92}\text{U}$  fissionissa syntyy muun muassa rubidiumisotooppia  ${}^{93}_{37}\text{Rb}$ , joka hajoaa muutaman välivaiheen kautta stabiiliksi niobin isotoopiksi  ${}^{93}_{41}\text{Nb}$ . Hajoamisketju on seuraavanlainen:



missä kunkin nuolen yläpuolelle on merkitty sitä edeltävän isotoopin puoliintumisaika. Tekemällä järjeviä oletuksia matkan varrella selvitä, mikä on kunkin isotoopin aktiivisuus 1 tunnin ja 100 vuoden kuluttua. Pääpaino on hyvien ja perusteltujen approksimaatioiden tekemisessä, ei täydellisessä differentiaaliyhtälöiden ratkaisemisessa. Rubidiumytimiä olkoon alkuhetkellä  $t = 0$  yhteensä  $N_0$  kappaletta. Tarvitseeko tarkastelemiasi isotooppeja sisältävää mömmöä loppusijoittaa Posivan Onkaloon? (6p)

3. Tässä tehtävässä tarkastelemme erilaisia ydinreaktiotyyppejä: *suoria reaktioita, väliydinreaktioita* sekä *resonanssireaktioita*. Kerro yksityiskohtaisesti, mistä kussakin reaktiotyypissä on kyse ja miten erityisesti suorat reaktiot ja väliydinreaktiot eroavat toisistaan. Kiinnitä vastauksessasi huomiota käytössä olevaan energiaan, aikavakioihin, vaikutusalaan sekä reaktiotuotteiden energiaspektriin. (4p)

Tarkastele sitten reaktioita  ${}^{90}_{40}\text{Zr}(d,p){}^{91}_{40}\text{Zr}$ ,  ${}^{60}_{28}\text{Ni}(\alpha,n){}^{63}_{30}\text{Zn}$ ,  ${}^{10}_5\text{B}(d,n){}^{11}_6\text{C}$  sekä  ${}^{25}_{12}\text{Mg}(p,p){}^{25}_{12}\text{Mg}$ . Mitkä reaktioista ovat mielestäsi suoria reaktioita, mitkä väliydinreaktiota? Perustele vastauksesi. (2p)

4. Kuvassa 2 on näkyvillä Kaleva-lehdessä viime kesänä julkaistu mielipidekirjoitus sekä fyysikko-veijarin sen perusteella hahmottelema prosessikaavio. Kurssin kuluessa olet kuitenkin oppinut, että homma ei mene aivan tällä lailla. Korjaa kirjoituksessa havaitsemasi selvät virheet ja kerro, miten länsimaiset ydinvoimalat (siis fissiovoimalaitokset) oikeasti toimivat. Käsittele vastauksessasi ainakin sopivien isotooppien valintaa, neutronien roolia fissiossa sekä fissioreaktorin tärkeimpiä komponentteja. (6p)

Kaleva 2.7.2010

## Ydinvoimalan sijoittaminen

**Ydinvoimalan sijoittamista** olisi syytä harkita uudemman kerran.

Uskomaton, miten sokeasti on suhtauduttu asiaan, jota ei pitäisi pitänyt ottaa edes käsitteilyyn. Entäkö Perämereen ja veteen?

Ydinvoima tarvitsee toimikaiken kylä hyvin runsaasti vettä, jonka avulla se turbiinivoimalla hioo uraanipitoisesta kivistä sähköä. Toimenpiteistä syntyy uraanipitoinen radioaktiivisen myrkyllinen liuos, jota sanotaan lauhdevedeksi, joka sitten tavalla tai toisella luhenee mereen.

Onko laukaan tutkintu minne Oikkuhodon lauhdevedet menevät ja mikä vaikutus sillä on siellä alueen pohjavesillä?

Olikohan syytä turkia ennen kuin Perämeren vedet on mus-

tattu radioaktiivisella uraaniliuksella.

Torniojoki, Kemijoki ja Simojokkin laskevat Perämereen ja loihin nousua odotetaan kevään sille alueelle, ja aluetta on detiivisti aina suojeltu pohjoisen elinkeino varten. Kalastus antaa alueen asukkaalle työtä ja toimeentuloa.

**Valitettavasti** on, että asiassa tarvitaan lahjomaton ja puolueetonta asiantuntija-apua ja asia olisi pantava pöydälle kunnes päätäjät on vaihdettu uusin, jotka toivotavasti ymmärtävät, että ydinvoimaloita ei saa rakentaa veteen, josta tulee elinkeino monille. Myös lapset leikkivät ja utuvat vedessä, ja jopa juovat sitä.

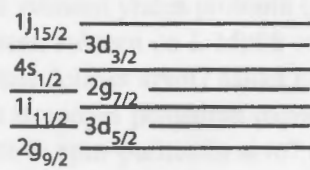
**Tyyne Jaakko**  
toreija  
Oulu

Kuva 2: Kalevassa julkaistu mielipidekirjoitus sekä sen perusteella hahmoteltu prosessikaavio.

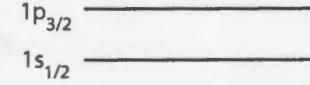
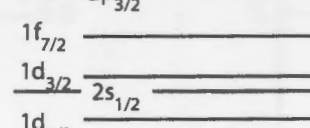
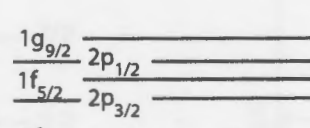
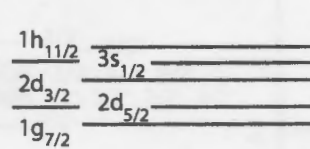
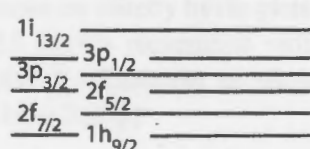
...  
...  
...

1) ...  
...  
...

a) Kuorimallin  $1l$  -kuorin energiatilat vastaavat tilat  $1l$ . ...  
...  
...



b) Kuorin  $1$  vastaa tilat  $1l$ . ...  
...  
...



Kuva 3: Kuorimallin mukaiset energiatilat  $nl_j$ . Pienintä energiaa vastaa tila  $1s_{1/2}$ .

...  
...  
...

...  
...  
...