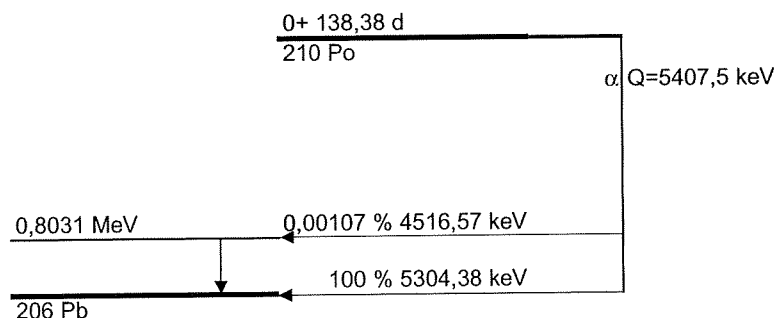


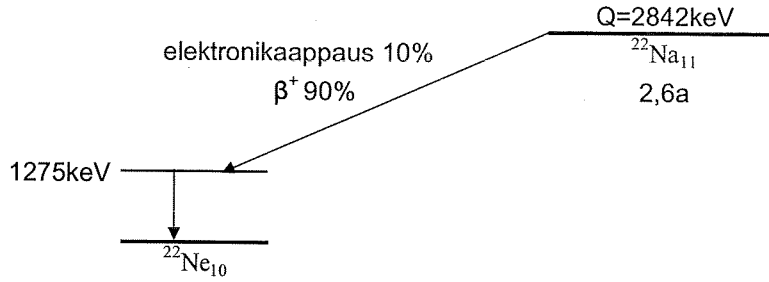
Tutkintotodistuksen saamisen perusedellytyksenä on vastaaminen kaikkiin kysymyksiin sekä vähintään arvosana hyvä. Pelkän kurssin läpäisyn vaatimukset ovat lievemmät (esim. vastattujen tehtävien lukumäärä).

1. ST-ohje 5.4 koskee säteilylähteiden kauppaa. Selosta lyhyesti myyjän ja luovuttajan velvollisuudet ja vastuut. Mainitse kaksi esimerkkiä milloin säteilylähteiden kauppaan liittyvissä laitteissa ei tarvita turvallisuushupaa.
2. a) Säteilyn aiheuttamien biologisten haittavaikutusten päätyypit ja tärkeimmät solutason vuorovaikutusmekanismit, joista haitat aiheutuvat. (3p.).  
b) Säteilyn tärkeimmät lääketieteelliset sovellukset. (3p.)
3. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:
  - (a) Miten neutroneja ilmaistaan?
  - (b) Säteilysuojelun kolme peruseriaatetta.
  - (c) Mitkä nuklidit ovat hankalimpia ydinjätteen loppusijoituksessa?
  - (d) Mikä tai mitä on ALI?
  - (e) Joditablettien käyttö säteilyvaaratilanteissa
  - (f) Työntekijöiden säteilyannosten valvontaan käytettävät dosimetrit.
4. Agentti 007 on saanut tehtäväkseen eliminoida kiusallisen entisen kollegansa. Hän päätyy käyttämään  $^{210}\text{Po}$ :n vesiliukoista suolaa. Kuinka monta grammaa  $^{210}\text{Po}$ :a hän vähintään tarvitsee myrkyntekemiseen. Tässä oletetaan, että myrkyä ei tiputella lentokoneisiin eikä hotellihuoneisiin.  $^{210}\text{Po}$ -yhdisteiden siirtokerroin on 0,5. Perustele arviosi! Tässä  $^{210}\text{Po}$ :n hajoamiskaavio:



5. 5 MBq  $^{22}\text{NaCl}$ -liuosta joutuu elimistöön. Kuinka suuri säteilyannos tästä aiheutuu? Standardi-ihminen painaa 70 kg, massasta 60 % on vettä, kudoksen suolakonsentraatio on 0.9 % ja päivittäinen suolan käyttö on 15 g. Kuinka suuri osa säteilyrasituksesta voidaan välttää lisäämällä suolan kulutusta 30 g/d (eli käytetäänkin 45 g/d)? Pidätydy käyttämään alla olevan hajoamiskaavion ja oheisten taulukkojen tietoja.

KÄÄNNÄ



## ERÄITÄ VAKIOITA

Avogadron luku:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Elektronin varaus:  $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Ilman keskimääräinen ionisaatioenergia: 33.7 eV

	$\sigma_t$ m <sup>2</sup>	$\sigma_f$ m <sup>2</sup>	$N$ atomia/kg	$f$
happi	$0,39 \cdot 10^{-27}$	$1,61 \cdot 10^{-28}$	$2,69 \cdot 10^{25}$	0,111
hiili	$0,47 \cdot 10^{-27}$	$1,30 \cdot 10^{-28}$	$6,41 \cdot 10^{24}$	0,142
vety	$2,04 \cdot 10^{-27}$	$0,68 \cdot 10^{-28}$	$5,98 \cdot 10^{25}$	0,500
typpi	$9,91 \cdot 10^{-27}$	$1,58 \cdot 10^{-28}$	$1,49 \cdot 10^{24}$	0,124
natrium	$3,32 \cdot 10^{-27}$	$1,63 \cdot 10^{-28}$	$3,93 \cdot 10^{22}$	0,080
kloori	$1,59 \cdot 10^{-27}$	$2,06 \cdot 10^{-28}$	$1,70 \cdot 10^{22}$	0,053

Taulukossa  $\sigma_t$  on aineen elastinen sirontavaikutusalala termisille neutroneille ja  $\sigma_f$  14 MeV:n neutroneille,  $N$  aineen atomien lukumäärä pehmeässä kudoksessa ja  $f$  keskimääräinen rekylyytimelle siirtynyt osuus neutronin energiasta kun neutronin energia on suuri verrattuna ytimen energiaan.

Energia MeV	Kerroin cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	Energia MeV	Kerroin cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	Energia MeV	Kerroin cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>
0.001	4.96	0.10	0.0252	1.0	0.0308
0.015	1.36	0.15	0.0276	1.5	0.0281
0.020	0.544	0.20	0.0297	2.0	0.0257
0.030	0.154	0.30	0.0317	3.0	0.0225
0.040	0.0677	0.40	0.0325	4.0	0.0203
0.050	0.0409	0.50	0.0327	5.0	0.0188
0.060	0.0312	0.60	0.0326	6.0	0.0178
0.080	0.0255	0.80	0.0318	8.0	0.0163
				10.0	0.0154

Taulukossa on fotonin energia-absorptio massavaimennuskertoimen kudokselle.

Reaktio:  $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$  (neutroni on terminen), vaikutusala: 1,82 barn, massaero: 0,63 MeV

Reaktio:  $^1\text{H}(n,\gamma)^2\text{H}$  (neutroni on terminen), vaikutusala: 0,332 barn, massaero: 2,23 MeV