

Tutkintotodistuksen saamisen perusedellytyksenä on vastaaminen kaikkiin kysymyksiin sekä vähintään puolet maksimipistemäärästä. Pelkän kurssin läpäisyn vaatimukset ovat lievemmat (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 turvallisuuslupaa.
2. Matti Meikäläistäkin koettelee ionisoiva säteily. Selosta pääpiirteittäin
  - (a) Säteilyn aiheuttamien biologisten haittavaikutusten päätyypit ja tärkeimmät solutason vuorovaikutusmekanismit, joista haitat aiheutuvat.
  - (b) Suomen lainsäädännön mukaiset säteilyannosrajat normaaliväestöllä.
  - (c) Paljonko suomalaisten vuosittainen säteilyannos on keskimäärin, mistä ne pääosin aiheutuvat ja montako syöpää näistä arvioit aiheutuvan?
3. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:
  - (a) Annoskertymä ja kollektiivinen annos
  - (b) Säteilysuojelun kolme peruseriaatetta.
  - (c) INES-luokitus ja mainitse esimerkki
  - (d) Mikä tai mitä on kerma?
  - (e) Joditablettien käyttö säteilyvaaratilanteissa
  - (f) Työntekijöiden säteilyannosten valvontaan käytettävät dosimetrit.
4. Laske  $^{137}\text{Cs}$ :n säteilytysnopeusvakio, kun sen kermanopeusvakio on  $78.1 \frac{\text{nGy m}^2}{\text{MBq h}}$ .  $^{137}\text{Cs}$  hajoaa  $\beta^-$ -hajonnalla ( $E_{\text{max}}=513 \text{ keV}$ ) ja hajoamisen yhteydessä vapautuu  $662 \text{ keV}$ :n gamma.
5. Punainen kryptoniiitti  $^{314}_{128}\text{Rkr}$  hajoaa stabiilin sinisen kryptoniiitin  $^{310}_{126}\text{Bkr}$  perustilalle puoliintumisajalla 1,5 tuntia. Punaisen ja sinisen kryptoniiitin massaero on 8,7 MeV. Kemiallisesti punainen kryptoniiitti muistuttaa suuresti natriumia. Kuinka monta grammaa punaista kryptoniiittikloridia täytyy syödä, jotta saa  $\text{LD}_{50/30}$ -annoksen. Kloorin atomipaino on 35,5 ja kryptoniiittiyhdisteiden siirtokerroin on 1,0.

## 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 rekylytimelle 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-absorption massavaimennuskerroin kudokselle.

Reaktio  $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$  (neutroni on terminen)

vaikutusalala: 1,82 barn

massaero: 0,63 MeV

$^1\text{H}(n,\gamma)^2\text{H}$  (neutroni on terminen)

vaikutusalala: 0,332 barn

massaero: 2,23 MeV