

Tentti 07.12.2023

Sallittu tenttivarustus: kirjoitusvälineet ja laskin.

Tentin maksimipistemäärä on 90 pistettä. Eri tehtävien ja niissä olevien alakohtien pisteytys on esitetty kunkin tehtävän kohdalla. Tentin kesto on 3 h, joten 1 piste vastaa nimellisesti 2 minuutin työmäärää.

Tämän tentin perusteella voidaan myöntää säteilyturvallisuusvastaavan (STV) tutkintotodistus. Sen minimi-edellytyksenä on arvosana 3, mikä taataan 2/3:lla maksimipistemäärästä (60/90). STV:n toimintatyyppi-kohtainen osaamisala on STM-asetuksen 1044/2018 mukainen teollisuuden ja tutkimuksen säteilytoiminnan osaamisala 1: umpilähde- ja röntgentoiminta (pl. hiukkaskiihdyttimet) sekä avolähteiden käyttö laboratoriossa säteilylähteiden luokassa 3.

### Tehtävä 1 (18p)

Vastaa **lyhyesti** seuraaviin kysymyksiin.

- Mitkä ovat säteilyn käytön kolme yleistä pääperiaatetta? Miten tulkitset niitä omin sanoin? (6p)
- Luettele kaikki Suomen lainsäädännön mukaiset säteilyannosrajat täysi-ikäisille säteilytyöntekijöille ja muulle väestölle. Millä perusteella päätetään, kumpia rajoja noudatetaan? (6p)
- Mikä on suomalaisten keskimääräinen säteilyannos vuosittain ja mistä se koostuu? (6p)

### Tehtävä 2 (18p)

Vastaa **lyhyesti** seuraaviin kysymyksiin.

- Miten ionisoivan säteilyn pitkäaikaisvaikutuksia tutkitaan? Mitä pitkäaikaisvaikutuksia tutkimuksissa on löydetty? (6p)
- Suomessa sovelletaan korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoitukseen KBS-3V-konseptia. Selosta konseptin pääpiirteet. (6p)
- Selosta säteilylaissa määrätyt toimenpiteet säteilyturvallisuuspoikkeaman yhteydessä ja sen jälkeen. (6p)

### Tehtävä 3 (18p)

Määrittele tai kuvaile **lyhyesti** seuraavat termit.

- Ilmakermanopeusvakio. (3p)
- Turvallisuuskulttuuri. (3p)
- INES-luokitus. (3p)
- Tuikeilmaisina. (3p)
- Radonkorjaus. (3p)
- Ydinvoimalaitoksen YVA-menettelyn pääpiirteet. (3p)



#### Tehtävä 4 (18p)

Reuman hoitoon käytettävää dysprosium-165:ttä on joutunut pieni pisara hoitajan iholle. Pisanan aktiivisuus on 5 kBq ja hajoamiskaavion mukaan  $^{165}\text{Dy}$  hajoaa lähes puhtaalla  $\beta^-$ -hajonnalla stabiiliksi  $^{165}\text{Ho}$ :ksi noudattaen 2,33 tunnin puoliintumisaikaa. Prosessin Q-arvo on 1290 keV ja  $\beta^-$ -säteilyn kantama voidaan arvioida alla olevalla kaavalla [STUK-kirjasarja, kirja 1, luku 1].

- Laske ekvivalenttiannoksen kertymä, jos pisara jää iholle. Perustele laskusi ja tekemäsi oletukset. (12p)
- Hoitaja pesee pisanan pois 1 tunnin altistuksen jälkeen. Kuinka suuren osuuden säteilyaltistuksesta hän näin välttää? (6p)

Elektronin kantama ilmaistaan usein pinta-alamassayksiköissä. Kokeellisiin tuloksiin sovittamalla on saatu kantaman ( $\text{g cm}^{-2}$ ) lausekkeet

$$R_{\rho} = \begin{cases} 0,412 E^{1,254 - 0,0954 \ln E}, & \text{kun } 0,01 \text{ MeV} \leq E \leq 2,5 \text{ MeV} \\ 0,53 E - 0,106, & \text{kun } E > 2,5 \text{ MeV ja } R_{\rho} > 1,2 \text{ g cm}^{-2} \end{cases} \quad (1.39)$$

Tässä beetasäteilyn maksimienergiaa on merkitty  $E$ :llä (MeV).

#### Tehtävä 5 (18p)

- Erittäin pitkä ohut suora teräsputki, jonka seinämän paksuus on 1 mm, kuljettaa radioaktiivista jäähdytysvettä.  $^{24}\text{Na}$ -aktiivisuus putken vedessä on 40 MBq/m. Laske efektiivisen annoksen kertymä työntekijälle, joka työskentelee yhden kokonaisen työvuoden eli 1600 tuntia 5 metrin päässä putkesta.  $^{24}\text{Na}$ :n hajoamiskaavio on alla. Perustele tekemäsi oletukset. (15p)
- Onko jatkuva työ tuossa paikassa sallittua nykyisen säteilylainsäädännön mukaan? (3p)

