

Tutkintotodistuksen perusedellytyksenä on vastata kaikkiin kysymyksiin ja saada vähintään puolet kokonaispistemäärästä ja kustakin kysymyksestä vähintään pistemäärä 2(6). Pelkän kurssin läpäisyn vaatimukset ovat lievemmat (esim. vastattujen tehtävien lukumäärä).

1. Ohjeessa ST 1.1 käsitellään ionisoivan säteilyn käyttöä ja luonnonsäteilyä koskevia yleisiä turvallisuusperiaatteita.

- (a) Luettele tärkeimmät säteilysuojelua koskevat suomalaiset ja kansainväliset säädökset ja niiden välinen hierarkia.
- (b) Mainitse ainakin viisi tekijää joilla hyvää turvallisuuskulttuuria säteilytoiminnassa luodaan ja ylläpidetään.
- (c) Ohjeessa on muutamia säteilyn käyttöä koskevia kieltoja. Luettele kolme esimerkkiä.

2. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

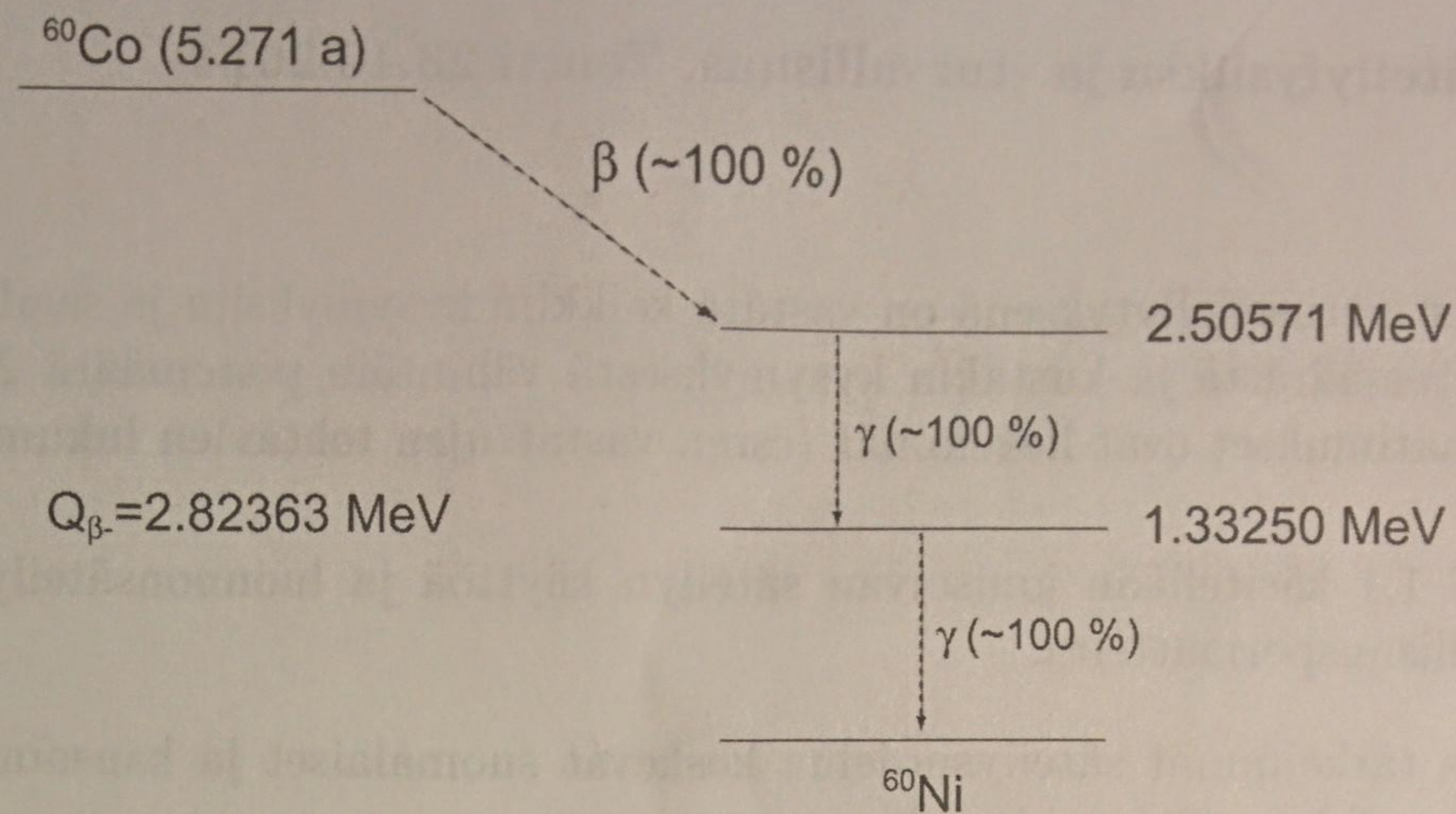
- (a) Määrittele efektiivinen annos.
- (b) Luettele viisi vastaavan johtajan keskeistä tehtävää.
- (c) Beetasäteily ja sitä vastaan suojautuminen.
- (d) Dosimetri
- (e) INES luokitus.
- (f) Kallioperään sijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen leviämiseesteet.

3. Keskimääräinen suomalainen altistuu useampaa kautta säteilyyn.

- (a) Miten keskimääräinen säteilyannos jakautuu. Radon on tunnettu riskitekijä - paljonko ilman radonpitoisuuden viitearvo on?
- (b) Terveystieteissä annokset saattavat voimakkaastikin vaihdella. Esitä muutama esimerkki terveydenhuollon eri toimenpiteistä ja arvioi niiden aiheuttama potilas-kohtainen annos.
- (c) Väestölle on asetettu säteilyaltistuksen enimmäisarvot. Mitkä ne ovat? Vertaa näitä sekä alakohdissa a-b olevia lukuarvoja että ydinlaitosten ympäristövaikutusta koskevaa ns. altistuneimmalle henkilölle asetettua rajaa.

4. Perusmiehen massa on 70 kg, hänen vesipitoisuutensa 0,6 l/kg ja vedenkulutus 3 l/d. Kehoon on joutunut vesiliukoista alfa-aktiivista radioaktiivista ainetta, jonka puoliintumisaika on 20 d. Kuinka suuri osuus efektiivisen annoksen kertymästä voidaan välttää, jos veden kulutus lisätään 4,5 litraan vuorokaudessa?

5. Laske ^{60}Co -isotoopin kermanopeusvakio. Hajoamiskaavio on alla.



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. Ilman tiheys (NTP): $1,28 \text{ kg/m}^3$

	σ_t m^2	σ_f m^2	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 σ_t on aineen elastinen sirontavaikutusalala termisille neutroneille ja σ_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^2g^{-1}	Energia MeV	Kerroin cm^2g^{-1}	Energia MeV	Kerroin cm^2g^{-1}
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), 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