

LTT-3307 SÄTEILYFYSIIKKA

Tentti 21.10.2010

Hannu Eskola

1. Vertaile neljää annosmittausperiaatetta:

- ionisaatiokammio
- termoluminesenssi
- filmi
- diodi

luettelemalla niiden edut ja haitat ja käyttötarkoitukset.

2. a. Luonnosteletyypillinen röntgenputkesta saatavan röntgensäteilykeilan energiapektri.
b. Mihin vuorovaikutusmekanismeihin spektrin muoto perustuu?
c. Mikä putken parametri määrää spektrin maksimienergian?
d. Miten spektrin muotoa matalilla energioilla voidaan säädellä?

3. a. Neutronin ja materian vuorovaikutusmekanismit.
b. Mikä on niiden merkitys lääketieteessä?

4. Millä menetelmillä voidaan valmistaa radioaktiivisia aineita? Mitä näin valmistettuja aineita hyödynnetään sädehoidossa ja lääketieteellisissä kuvauksissa?

5. Compton-sirontakokeissa on havaittu, että fraktionaalinen muutos aallonpituudessa on 1.0 prosenttia, kun sirontakulma on 60° . Mikä oli alkuperäisten fotonien aallonpituus, ja mikä olisi aallonpituus 90° kulmaan sironneille fotoneille?

LTT-3307 RADIATION PHYSICS

Examination, October 21st, 2010

Hannu Eskola

1. Compare four dosimetric principles:

- ionization chamber
- thermoluminescence
- film
- diode

by expressing their advantages and applications.

2. a. Sketch the energy spectrum of a typical X-ray beam obtained from an X-ray tube.
b. Which interaction mechanisms are responsible for the shape?
c. Which tube parameter defines the maximum energy of the X-rays?
d. In which way the shape of the spectrum at low energies is modified?

3. a. Interaction mechanisms of neutron and matter.
b. What is the relevance of those in medicine?

4. What kinds of methods are used to produce radionuclides? Which of these nuclides are used in radiation therapy and medical imaging?

5. In a Compton scattering experiment it is found that the fractional change in wavelength is 1.0 percent when the scattering angle is 60° . What was the wavelength of the incident photons, and what would be the wavelength of the photons scattered through an angle of 90° ?

COLLECTION OF FORMULAE FOR EXAMINATIONS OF RADIATION PHYSICS

$$E_{kin} = \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2}mv^2, \quad v = \text{velocity}$$

$$p = mv, \quad v = \text{velocity}$$

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$E = hv = \frac{hc}{\lambda}, \quad v = \text{frequency}$$

$$E_B = Zm_p c^2 + (A-Z)m_n c^2 - Mc^2 = (Zm_p + (A-Z)m_n - M)c^2$$

$$hv' = hv \frac{1}{1 + \frac{hv}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)}$$

$$\frac{1}{hv'} - \frac{1}{hv} = \frac{1}{m_e c^2} (1 - \cos \theta), \quad v = \text{frequency}$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta), \quad \lambda_c = 2.43 * 10^{-12} \text{ m}$$

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad v = \text{velocity}$$

$$E_{tot,rel} = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4}$$

$$N = \frac{m \cdot N_A}{M}$$

$$A = \lambda N$$

$$N_B(t) = \frac{N_{0A} \lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} (e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t}) \quad \text{Decay of } A \rightarrow B \rightarrow C$$

$$I = I_0 e^{-\mu \cdot x} = I_0 e^{-\frac{\mu}{\rho} \cdot \rho \cdot x}$$

$$h = 6.626076 * 10^{-34} \text{ Js} = 4.135669 * 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$c = 3 * 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1.6021773 * 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1093897 * 10^{-31} \text{ kg} = 5.4857990 * 10^{-4} \text{ u}$$

$$m_p = 1.6726231 * 10^{-27} \text{ kg} = 1.0072765 \text{ u}$$

$$m_n = 1.6749286 * 10^{-27} \text{ kg} = 1.0086650 \text{ u}$$

$$m_H = 1.007825 \text{ u}$$

$$m_D = 2.014102 \text{ u}$$

$$m_{He} = 4.002603 \text{ u}$$

$$u = 1.6605402 * 10^{-27} \text{ kg}$$

$$N_A = 6.0221367 * 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$