

# OSNOVE NUKLEARNE FIZIKE – MEĐUISPIT 03.05.2019.

IME I PREZIME: \_\_\_\_\_ JMBAG: \_\_\_\_\_

1. Zaokružite je li tvrdnja TOČNA ili NETOČNA. (14 bodova) (Nema negativnih bodova.)

1.1.	Vjerojatnost raspada jezgre potpuno je neovisna o trenutku njenog formiranja.	TOČNO	NETOČNO
1.2.	Snop fotona ne gubi energiju dok prolazi kroz materiju, samo gubi na intenzitetu.	TOČNO	NETOČNO
1.3.	Sve jezgre jednog radioaktivnog niza nastaju raspadima koji počinju od jezgre najdužeg vremena poluraspada u nizu.	TOČNO	NETOČNO
1.4.	Gotovo sva energija nabijenih čestica gubi se kroz kulonsku interakciju s elektronima u atomu.	TOČNO	NETOČNO
1.5.	Gama-raspad predstavlja elektromagnetsko zračenje kod kojeg se ne mijenja redni broj i atomska masa jezgre.	TOČNO	NETOČNO
1.6.	Teške nabijene čestice pri prolasku kroz materiju gube energiju vršeći ionizaciju.	TOČNO	NETOČNO
1.7.	Pod dosegom prodiranja teške nabijene čestice kroz materiju podrazumijevamo put koji ona prevali u materiji do zaustavljanja.	TOČNO	NETOČNO
1.8.	Kod prodiranja elektromagnetskog zračenja kroz materiju energija se ne gubi postepeno i zato elektromagnetsko zračenje nema određenog dosega.	TOČNO	NETOČNO
1.9.	Tvorba parova je proces u kojem foton iščezava, a njegova se energija troši na stvaranje para elektron - pozitron.	TOČNO	NETOČNO
1.10.	Fotoelektrični efekt je moguć samo na slobodnim elektronima u atomu.	TOČNO	NETOČNO
1.11.	Model kapljice je model atomske jezgre koji analogno površinskoj napetosti klasičnoga fluida atomsku jezgru teškoga elementa zamišlja kao kap tekućine promjenljiva oblika.	TOČNO	NETOČNO
1.12.	Comptonovo raspršenje gama-zraka je raspršenje na vezanim elektronima u atomu.	TOČNO	NETOČNO
1.13.	Beta-raspad jezgre ${}^A_ZM$ možemo pisati kao: ${}^A_ZM \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}M + {}^4_2He$ .	TOČNO	NETOČNO
1.14.	Vrijeme poluraspada je vrijeme za koje se raspadne 0,693 od početnog broja jezgara.	TOČNO	NETOČNO

①  $E_0, E_{\text{kin}}, \frac{E}{E_0}, v, \rho = ?$

$E_{\text{kin}} = 6.55 \cdot 10^{-13} \text{ J}, \quad 1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}, \quad 1 \text{ J} = 6.25 \cdot 10^{12} \text{ eV}$

$V(r) = - \int_{\infty}^r \vec{E}(r) d\vec{r} = - \int_{\infty}^r \frac{F}{q} dr \quad | \cdot q \rightarrow qV(r) = - \int_{\infty}^r F dr$

$E_0 = mc^2 = 8.195 \cdot 10^{-14} \text{ J}$

$E_0 = 0.511 \text{ MeV}$

$E = E_{\text{kin}} + E_0 = 4.605 \text{ MeV}$

$\frac{E}{E_0} = \frac{\gamma mc^2}{mc^2} = \gamma = 9$

De Broglie

$\rho = \frac{h}{\lambda} = \frac{2\pi h}{2\pi \lambda} = h k$

②

${}^4_2\text{He}$

$E_1 = 12 \text{ MeV}$

$E_2 = 15 \text{ MeV}$

$R = 1.8 E - 6.8$

$E_0 = 3.5 \text{ MeV}$

③  $\lambda = 0.577 \mu\text{m} = 0.577 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

$E = h \frac{c}{\lambda} = 3.445 \cdot 10^{-19} = 2.15 \text{ eV}$



①  $E_0, E_{\text{kin}}, \frac{E}{E_0}, v, p = ?$

$E_{\text{kin}} = 6.55 \cdot 10^{-13} \text{ J}, \quad 1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}, \quad 1 \text{ J} = 6.25 \cdot 10^{12} \text{ eV}$

$V(r) = - \int_{\infty}^r \vec{E}(r) d\vec{r} = - \int_{\infty}^r \frac{F}{q} dr \quad | \cdot q \rightarrow qV(r) = - \int_{\infty}^r F dr$

$E_0 = mc^2 = 8.195 \cdot 10^{-17} \text{ J}$

$E_0 = 0.511 \text{ MeV}$

$E = E_{\text{kin}} + E_0 = 4.605 \text{ MeV}$

$\frac{E}{E_0} = \frac{\gamma mc^2}{mc^2} = \gamma = 9$

De-Broglie

$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{2\pi h}{2\pi \lambda} = h k$

②

${}^4_2\text{He}$

$E_1 = 12 \text{ MeV}$

$E_2 = 15 \text{ MeV}$

$Q = 1.8 E - 6.8$

$E_0 = 3.5 \text{ MeV}$

③  $\lambda = 0.577 \mu\text{m} = 0.577 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

$E = h \frac{c}{\lambda} = 3.445 \cdot 10^{-19} = 2.15 \text{ eV}$

2. Klasičan račun za Rutherfordovo raspršenje daje izraz:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left( \frac{2Zze^2}{4\pi\epsilon_0 M_0 V^2} \right)^2 \frac{1}{16 \sin^4 \theta/2}$$

Što predstavljaju fizikalne veličine u izrazu?

$\theta$	<u>kut raspršivanja</u>	(1 bod)
$Ze$	<u>veloj izlaze alfa čestice</u>	(1 bod)
$ze$	<u>veloj <del>izlaze alfa čestice</del></u>	(1 bod)
$M_0$	<u>masa alfa čestice</u>	(1 bod)
$V$	<u>brzina alfa čestice</u>	(1 bod)

→ veloj alfa

Zadaci:

1. Odredite energiju mirovanja (u MeV), ukupnu energiju (u MeV), brzinu i količinu gibanja el  
kinetičke energije  $E_{kin} = 6,55 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ . (4 boda)

2. U području između 12 MeV i 15 MeV ovisnost između dometa i energije alfa čestice ( ${}^4\text{H}$   
približno je dana relacijom

$$R = 1,8E - 6,8$$

**Formule:**  
**Relativistika:**

$$E = E_{kin} + E_0 = \gamma E_0 = \gamma mc^2$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

$$\beta = v/c$$

$$p = \gamma mv$$

Radično nabijene čestice ima brzina:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{M_1 Z_1^2}{M_2 Z_2^2}$$

Fotoelektrični efekt:

$$E_f = W_f + E_{kin}$$

$$E_f = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

Polumjer jezgre:

$$R = R_0 A^{1/3}$$

Kvadrupolni moment elip

**Konstante:**

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

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

2. Klasičan račun za Rutherfordovo raspršenje daje izraz:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left( \frac{ZZ'e^2}{4\pi\epsilon_0 M_e v^2} \right)^2 \frac{1}{16 \sin^4 \theta/2}$$

Što predstavljaju fizikalne veličine u izrazu?

$\theta$  \_\_\_\_\_ (1 bod)

$Z$  \_\_\_\_\_ (1 bod)

$e$  \_\_\_\_\_ (1 bod)

$M_e$  \_\_\_\_\_ (1 bod)

$v$  \_\_\_\_\_ (1 bod)

Zadaci:

1. Odredite energiju mirovanja (u MeV), ukupnu energiju (u MeV), brzinu i količinu gibanja elektrona kinetičke energije  $E_{kin} = 6,55 \cdot 10^{-16} \text{ J}$  (4 boda)

2. U području između 12 MeV i 15 MeV ovisnost između dometa i energije alfa čestice ( ${}^4\text{He}$ ) u zraku, približno je dana relacijom

$$R = 1,8E - 6,8$$

gdje je  $R$  dan u cm, a  $E$  u MeV. Koliki će biti domet protona u zraku ako mu je energija 3,5 MeV? (2 boda)

3. „Crvena granica“ fotoelektričnog efekta za kalij javlja se kod valne duljine od 0,577  $\mu\text{m}$ . Odredite minimalnu energiju kvanta svjetlosti potrebnu za oslobađanje fotoelektrona iz danog metala. Energije izraziti u eV. (2 boda)

4. Mjerenjem je utvrđeno da je polumjer jezgre germanija (Ge) dvostruko veći od polumjera jezgre berilija  ${}^9\text{Be}$ . Koliko nukleona je sadržano u Ge? (1 bod)

5. Koliki je efektivni broj protona koji sudjeluju pri formiranju kvadrupolnog momenta elipsoidne jezgre lutecija  ${}^{175}\text{Lu}$  kojoj je kvadrupolni moment  $700 \text{ fm}^2$ ?  $R_0 = 1,07 \text{ fm}$ . (3 boda)

6. Eksperimentalni podaci dobiveni mjerenjem raspršenja nabijenih čestica na jezgri omogućuju određivanje dva nuklearna parametra: polumjer  $R$  i površinsku debljinu jezgre  $t$  definirano kao interval polumjera na kome gustoća nuklearne materije padne s 90% na 10% sredinje vrijednosti  $\rho_0$ . Raspodjela gustoće jezgre dobro se opisuje funkcijom

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + e^{(r-R)/a}}$$

Ako je parametar  $a = 0,55 \text{ fm}$  za sve jezgre s  $A > 16$ , odredite površinsku debljinu jezgre  $t$  u fm. (4 boda)