

МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ  
РЕПУБЛИЧКИ ЦЕНТАР ЗА ТАЛЕНТЕ БЕОГРАД И СИСТЕМ РЕГИОНАЛНИХ ЦЕНТАРА  
СРБИЈЕ  
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

*Задачи за Регионално такмичење даровитих ученика основних школа Србије,  
школске 2013/2014. године  
11. мај 2014.*

**IV разред средње школе**

1. У референтном систему  $S$  догађај 1 се десио у тачки са  $x$  – координатом  $x_1$ , а догађај 2 касније, после времена  $\Delta t = 1\text{ s}$ , у тачки са  $x$  – координатом  $x_2$ , при чему је  $x_2 - x_1 = 4.8 \times 10^8\text{ m}$ . У систему  $S'$  који се креће брзином  $V$  усмереном дуж  $x$  – осе у односу на систем  $S$ , догађај 2 се десио  $\Delta t' = 1\text{ s}$  пре догађаја 1. Наћи брзину  $V$ . (МФ 96) **(14 поена)**

2. Електрони убрзани напонем  $U = 1000\text{ V}$  улеђу у простор хомогеног магнетног поља јачине  $B = 0.01\text{ T}$ . Магнетно поље је нормално на правац кретања електрона, тако да се електрони крећу по кружним путањама радијуса  $R = 1.0665\text{ cm}$ . Израчунати:

- а) однос  $e/m$  за електрон узимајући да су електрони нерелативистички;
- б) однос  $e/m$  за електрон узимајући да су електрони релативистички;
- в) релативну грешку при рачунању  $e/m$  помоћу нерелативистичке апроксимације. (ОТ 2004) **(15 поена)**

3.  $\gamma$  квант се комптоновски расеје уназад ( $\varphi = \pi$  је угао расејања) на мирујућем електрону. Ако се зна да је електрон у узмаку ултарелативистички, доказати да је енергија расејаног  $\gamma$ -кванта независна од енергије упадног  $\gamma$ -кванта. (МФ 69, ОТ 2007) **(14 поена)**

4.  $I$  – Сопствено време живота честице је  $2\text{ }\mu\text{s}$ . Колико времена живи таква честица у референтном систему у којем је њена кинетичка енергија дупло већа од енергије мировања? (2 поена)

- а)  $4\text{ }\mu\text{s}$
- б)  $1\text{ }\mu\text{s}$
- в)  $6\text{ }\mu\text{s}$
- г)  $0.67\text{ }\mu\text{s}$
- д)  $18\text{ }\mu\text{s}$
- ђ) не знам. **(3 поена)**

II – Како се мењају кинетичка и потенцијална енергија електрона у водониковом атому при преласку из једног у друго стационарно стање ако се при том преласку емитује фотон?

- а) кинетичка енергија расте, потенцијална опада;
- б) потенцијална енергија расте, кинетичка опада;
- в) обе расту;
- г) обе опадају;
- д) не мењају се;
- ђ) не знам. **(2 поена)**

III – За ласере са оптичким пумпањем погодни су кристали чији активни атоми (они у којима се дешавају стимулисане емисије фотона) имају:

а) широк апсорпциони спектар и узан емисиони спектар;

б) узан апсорпциони спектар и широк емисиони спектар;

в) узан апсорпциони и узан емисиони спектар;

г) широк емисиони и широк апсорпциони спектар;

**(2 поена)**

д) не знам.

**Напомена 1:** Елементарно наелектрисање  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$  (2. задатак)

**Напомена 2:** Сва решења детаљно објаснити!

**Напомена 3:** Уколико у 4. задатку се заокружи нетачан одговор одузима се 0,5 бода. Уколико се одговори **не знам**, не губе се бодови.

---

Задатке је припремила: Нора Тркља, Универзитет у Београду – Физички факултет

Рецензент: др Драгољуб Цуцић, Регионални центар за таленте „Михајло Пупин“

***Свим такмичарима желимо успешан рад!***

**Решења задатака за IV разред средње школе**

1. Веза између тренутака у којима су се догађаји десили у два референтна система је на основу Лоренцових трансформација  $t'_1 = \frac{t_1 - \frac{V}{c^2}x_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$  (3п) и  $t'_2 = \frac{t_2 - \frac{V}{c^2}x_2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$  (3п), одакле се одузимањем ових једначина добија:  $-\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{V}{c^2}(x_2 - x_1)}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$  (4п). Квадрирањем претходне једнакости се добија квадратна једначина по V чија су решења  $V = 0$  и  $V = \frac{12}{13}c$  (2п). Прво решење очигледно нема смисла, па је  $V = 2.8 \times 10^8 \frac{m}{s}$  (2п).

2. а) Кинетичка енергија електрона након убрзавања је  $\frac{mv^2}{2} = eU$  (2п). За кретање електрона у хомогеном магнетном пољу важи  $\frac{mv^2}{r} = evB$  (1п). Специфично наелектрисање електрона у нерелативистичком приступу износи  $(e/m)_{ner} = 2U/R^2B^2$  (2п). Заменом нумеричких вредности добија се  $(e/m)_{ner} = 1.75836 \times 10^{-11} C/kg$  (1п).

б) Уколико су електрони релативистички, важи  $\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 = eU$  (2п). За кретање оваквих електрона у магнетном пољу важи  $evB = \frac{mv^2}{R\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  (1п) Специфично наелектрисање износи  $(e/m)_{rel} = 2U/(R^2B^2 - U^2/c^2)$  (2п). Заменом нумеричких вредности добија се  $(e/m)_{rel} = 1.76008 \times 10^{-11} C/kg$  (1п).

в) Релативна грешка је  $\delta = |(e/m)_{rel} - (e/m)_{ner}|/(e/m)_{rel} = U^2/c^2 B^2 R^2$ , тј.  $\delta = 0.1\%$  (3п).

3. За  $\phi = \pi$  закони одржања енергије и импулса дају  $h\nu + m_e c^2 = h\nu' + E$  (3п) и  $h\nu/c = p_e - h\nu'/c$  (3п). За енергију узмакнутог електрона у ултрарелативистичком случају важи  $E \gg m_0 c^2$  (2п) па је  $E = ((p_e c)^2 + (m_e c^2)^2)^{1/2} \approx p_e c$  (3п). Заменом овог израза у законе одржања добија се  $h\nu' = m_e c^2 / 2 = E_0 / 2$  (3п) што показује да је енергија расејаног  $\gamma$ -кванта независна од енергије упадног  $\gamma$ -кванта.

4. I - в) (3п)

II - г) (2п)

III - а) (2п)