



# IV

Друштво физичара Србије  
Министарство просвете Републике Србије

ОКРУЖНИ НИВО  
18.03.2023.

## РАЗРЕД

ЗАДАЦИ – Бета категорија

1. [15 поена] Позитрон (честица која има исту масу као и електрон, али наелектрисање  $+e$ ) из стања мировања се убрзава у електричном пољу потенцијалне разлике  $U = 0.5 \text{ MV}$ . Одредити де Брољеву таласну дужину позитрона на изласку из електричног поља.

2. [20 поена] Дифракција светлости на прорезу је проблем који се третира законима таласне оптике, где се светлост посматра као талас. На основу де Брољевог дуализма материје, третирајмо светлост у овом проблему честично, како би проценили ширину централног дифракционог максимума,  $l$  (слика). У поставци дифракционог проблема као на слици, ширина прореза  $d$  се може поистоветити са неодређеношћу координате фотона дуж  $x$  осе, у којој можемо локализовати фотон. Узимајући да је неодређеност импулса фотона једнака самој вредности импулса и полазећи од релација неодређености, проценити ширину централног дифракционог максимума за зелену ласерску светлост таласне дужине  $\lambda = 532 \text{ nm}$ . Дифракција се посматра на  $L = 5 \text{ m}$  удаљеном екрану, при чему светлост пролази кроз прорез ширине  $d = 10 \mu\text{m}$ . Разматрати случај Фраунхоферове дифракције, за коју важи да је  $L \gg l$ .

3. [25 поена] Посматрајмо кретање честице у потенцијалној јами чији је потенцијал облика  $V(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq L \\ \infty, & x < 0 \wedge x > L \end{cases}$ . Квантна честица у оваквом потенцијалу се налази у везаном стању и може имати само одређене дозвољене дискретне вредности енергије. За дозвољене вредности енергије, честица се може описати стојећим де Брољевим таласом, са чворовима на зидовима јаме.

а) [5 поена] одредити минималну енергију коју квантна честица може имати.

б) [5 поена] одредити израз за енергију честице која има  $n$ -ту дозвољену вредност енергије.

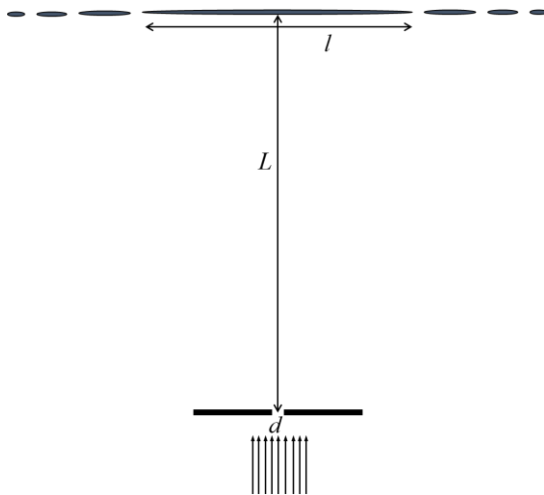
в) [5 поена] одредити енергију фотона коју честица емитује при прелазу из  $m$ -тог у  $n$ -то енергетско стање ( $m > n$ ), занемарујући притом узмак честице.

г) [10 поена] својствене таласне функције квантне честице у бесконачно дубокој потенцијалној јами су облика  $\psi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}, & 0 \leq x \leq L, n = 1, 2, 3, \dots \\ 0, & x < 0 \wedge x > L \end{cases}$ . Одредити највероватнији положај,

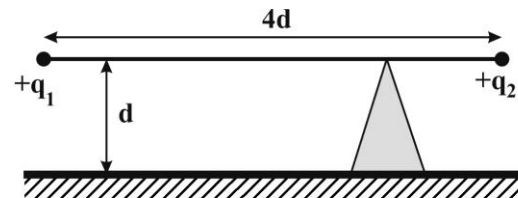
тј. координату  $x$ , на којем честицу можемо наћи са највећом вероватноћом, уколико се она налази у првом побуђеном стању.

4. [20 поена] Метална плоча се налази у електричном пољу, чије су линије силе нормалне на површину плоче и усмерене од ње. Јачина поља мења се по закону  $E = kx$ , где је  $k$  константа, а  $x$  растојање од плоче. Наћи време и пређени пут до заустављања електрона избаченог са површине плоче светлосћу таласне дужине  $\lambda$ . Излазни рад за дати метал је  $A_1$ . Сматрати да је електрон излетео из плоче у правцу нормале и да је поље саме плоче занемарљиво. (Млади физичар 54.)

5. [20 поена] Две металне куглице једнаких маса  $m$  спојене су крутим штапом од изолатора, занемарљиве масе и дужине  $4d$ . Штап је постављен на шиљасте сталак висине  $d$ , као на слици, тако да формирају теразије с односом кракова 3:1. Лева куглица је наелектрисана позитивним наелектрисањем  $q_1$ . Овакве теразије стављене су на бесконачну хоризонталну металну плочу и све се налази у вакуму. Коликим наелектрисањем треба наелектрисати другу куглицу да би се успоставила равнотежа? У решењу користити услове:  $q_1 = 11,7 \text{ C}$ ,  $d^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1^2}{mg}$ .



Слика уз задатак 2.



Слика уз задатак 5.

**Напомене:** Сва решења детаљно објаснити.

**Свим такмичарима желимо успешан рад !**

При решавању задатака можете користити:

брзина светлости у вакууму  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s ; Планкова константа  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J · s ; наелектрисање електрона  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C ; маса електрона  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg

Задатке припремили:(1,4,5) Проф. др Имре Гут, Департман за физику, Нови Сад(2,3); доц. др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац  
Рецензент: Проф. др Ненад Стевановић, ПМФ Крагујевац  
Председник комисије: Проф. др Имре Гут, Департман за физику, Нови Сад