

**MINISTARSTVO PROSVETE I SPORTA REPUBLIKE SRBIJE I  
DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE**

**Zadaci za opštinsko takmičenje iz fizike učenika srednjih  
škola**

**školske 2004/2005 godine**

**IV razred**

1. Tri voza, A, B i C, mogu se kretati po tri međusobno paralelna koloseka. Voz A stoji, a voz C se kreće brzinom  $v = 0,6c$  u odnosu na A. Voz B se kreće u istom smeru kao voz C, nešto sporije od njega. Putnik u vozu B konstatuje da vagon voza C prođe pored njega za isti interval vremena  $\Delta t^*$  kao i vagon voza A. Za koje vreme  $\Delta t$  pored putnika iz voza C prođe vagon voza A? Kad vozovi stoje, svi vagoni su iste dužine (20 b.)
2. Ekscitovano jezgro, koje ima masu  $M_1$ , miruje u nekom inercijalnom referentnom sistemu S. Jezgro se deekscituje emisijom  $\gamma$ -kvanta prelazeći u osnovno stanje u kojem ima masu manju od  $M_1$  za neki iznos  $E_0/c^2$ . Kolika je energija prelaska  $E_0$ , ako je egzaktna vrednost energije emitovanog kvanta  $E$ , u odnosu na sistem S? (20 b.)
3. Pri nekoj graničnoj vrednosti usporavajućeg napona (zaustavni napon), fotostruja sa površine litijuma (izlazni rad  $A = 2,38$  eV) osvetljenog svetlošću talasne dužine  $\lambda_0 = 260$  nm se prekida. Promenivši talasnu dužinu svetlosti  $n = 1,5$  puta, utvrđeno je da je zaustavni napon veći  $\eta = 2$  puta. Kolika je vrednost Plankove konstante? Brzina svetlosti je  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, elementarno naelektrisanje  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C. (Na osnovu zadatka iz Mladog fizičara br. 27). (20 b.)
4. Čestica mase  $m$  kreće se nerelativistički u centralno-simetričnom polju po kružnoj orbiti. Potencijalna energija čestice je  $U = (1/2)kr^2$ , gde je  $r$  rastojanje čestice od izvora sile a  $k$  je konstanta. Koristeći Borov uslov kvantovanja, odrediti dozvoljene radijuse orbita i energije čestice. (20 b.)
5. Foton energije  $E$  i elektron kreću se jedan u susret drugome duž istog pravca, pri čemu je de Broljeva talasna dužina elektrona jednaka talasnoj dužini fotona. Kolika je brzina elektrona posle rasejanja? (20 b.)

Zadatke pripremio: mr Dragan Redžić  
Recenzent: mr Đorđe Spasojević  
Predsednik komisije: dr Mićo Mitrović

**MINISTARSTVO PROSVETE I SPORTA REPUBLIKE SRBIJE I  
DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE**

**Rešenja zadataka sa opštinskog takmičenja iz fizike učenika  
srednjih škola školske 2004/2005 godine**

**IV razred**

1. Neka je  $V_C$  intenzitet brzine voza C u odnosu na voz B, i  $V_A$  intenzitet brzine voza A u odnosu na voz B. Iz uslova zadatka imamo  $\Delta t^* = L_0(1 - V_C^2/c^2)^{1/2}/V_C = L_0(1 - V_A^2/c^2)^{1/2}/V_A$ , gde je  $L_0$  dužina vagona kad voz stoji. Sledi da  $V_C = V_A = V$ , (5b) kao i da vozovi A i C imaju tačno suprotne brzine u odnosu na voz B. (3b) Iz relativističkog zakona sabiranja brzina sledi  $v = (V + V)/(1 + V \cdot V/c^2)$ , odnosno  $v + vV^2/c^2 - 2V = 0$ . (6b) Rešenje kvadratne jednačine koje ima fizičkog smisla:  $V = (c^2/v)\check{S}1 - (1 - v^2/c^2)^{1/2}\check{C} = c/3$  (2b), pa je  $\Delta t^* = 2\sqrt{2}L_0/c$ . (2b) Traženo vreme  $\Delta t = L_0(1 - v^2/c^2)^{1/2}/v = (2^{1/2}/3)\Delta t^*$ . (2b).
2. Masa jezgra u osnovnom stanju je  $M_2 = M_1 - E_0/c^2$ . (1b) Zakon održanja impulsa:  $E/c = P$ ; (4b) zakon održanja energije:  $M_1c^2 = (c^2P_J^2 + M_2^2c^4)^{1/2} + E$ . (5b) Iz prethodnih jednačina sledi  $(M_1^2 - M_2^2)c^4 = 2M_1c^2E$ , odnosno  $E_0^2 - 2E_0M_1c^2 + 2M_1c^2E = 0$  (5b) Odbacujući fizički besmisleno rešenje kvadratne jednačine ( $M_2$  ne može biti negativno) nalazimo  $E_0 = M_1c^2\check{S}1 - (1 - 2E/M_1c^2)^{1/2}\check{C}$ . (5b)
3. Iz jednačine fotoefekta,  $hc/\lambda_0 = A + mv^2/2$ , i definicije zaustavnog napona,  $mv^2/2 = eU_z$ , sledi  $hc/\lambda_0 = A + eU_z$ ; (5b) odgovarajuća jednačina za svetlost nove talasne dužine  $\lambda_0/n$  glasi:  $hcn/\lambda_0 = A + e\eta U_z$ . (5b) Iz poslednje dve jednačine nalazimo  $h = A\lambda_0(\eta - 1)/c(\eta - n)$  (5b)  $\approx 6,60 \cdot 10^{-34}$  Js. (5b)
4. Pri pomeranju čestice iz tačke na rastojanju  $r$  od centra sile u neku proizvoljno blisku tačku na rastojanju  $r + \Delta r$  od centra, rad sile jednak je negativnoj promeni potencijalne energije, pa je  $F(r)\Delta r = U(r) - U(r + \Delta r) = -kr\Delta r - k(\Delta r)^2/2$ , odakle sledi (podelivši poslednju jednačinu sa  $\Delta r$  i uzimajući zatim limes  $\Delta r \rightarrow 0$ )  $F(r) = -kr$ . (5b) Mora biti  $k > 0$  (privlačna sila), inače kružna orbita ne bi bila moguća. (2b) Pošto sila nema tangencijalnu komponentu, tangencijalno ubrzanje čestice je nula, dakle čestica vrši ravnomerno kružno kretanje. (1b) Iz  $mv^2/r = kr$  nalazimo  $r = v/\omega$ , gde  $\omega \equiv (k/m)^{1/2}$ . Uslov kvantovanja orbitalnog momenta količine kretanja  $mvr = n\hbar$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$ , (3b) pa je  $r_n = (n\hbar/(m\omega))^{1/2} = \check{S}n\hbar/(mk)^{1/2}\check{C}^{1/2}$ . (3b) Energetski nivoi se nalaze iz  $E = mv^2/2 + U = \dots = kr^2 = kn\hbar/m\omega$ , odnosno  $E_n = n\hbar\omega = n\hbar(k/m)^{1/2}$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$ . (6b)
5. Pre rasejanja, impulsi fotona i elektrona su istog intenziteta ( $p_e = h/\lambda_e$ ,  $p_f = E/c = \dots = h/\lambda_f$ , pa iz  $\lambda_e = \lambda_f$  sledi  $p_e = p_f = p$ ). (5b) pa je ukupni impuls sistema nula kako pre tako i posle rasejanja. (4b) Iz zakona održanja energije:  $cp + (c^2p^2 + m^2c^4)^{1/2} = cp' + (c^2p'^2 + m^2c^4)^{1/2}$ , gde  $p = E/c$ , sledi da je  $p' = p$ . (7b) (Pretpostavka da postoje rešenja veća ili manja od  $p$  dovodi do kontradikcije.) (1b) Iz  $E/c = mv(1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  dobija se  $v = c/\check{S}1 + (mc^2/E)^2\check{C}^{1/2}$ . (3b)

Zadatke pripremio: Dragan Rexić  
Recenzent: mr Đorđe Spasojević  
Predsednik komisije: dr Mičo Mitrović