

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

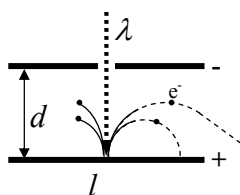
Задачи за општинско такмичење ученика средњих школа

11. фебруар 2007.

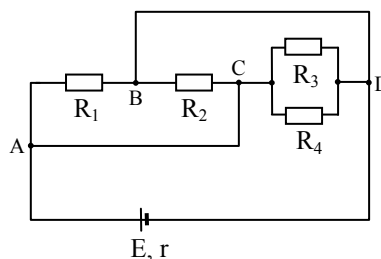
IV разред

1. У систему S_1 , везаном за тело 1, тело 2 се креће брзином $0,8c$, а тело 3 се креће у истом правцу и смеру као тело 2. Којом брзином треба да се креће тело 3 у систему S_1 да би тела 1 и 2 имала исти интензитет брзине у систему везаном за тело 3? (15п)
2. У систему S_1 тело масе m се креће таквом брзином да му је запремина једнака половини запремине мировања. У неком тренутку на њега почне да делује константна сила F , истог правца а супротног смера од вектора брзине. Колико времена Δt треба да делује сила F да би се запремина смањила на $1/3$ запремине мировања? (25п)
3. γ квант се комптоновски расеје уназад ($\varphi = \pi$ је угао расејања) на мирујућем електрону. Ако се зна да је електрон у узмаку ултрарелативистички, доказати да је енергија расејаног γ -кванта независна од енергије упадног γ -кванта. (МФ 69.4.1) (15п)
4. Центар аноде плочастог кондензатора се осветљава ласерским снопом као на слици 1. Напон на кондензатору је $U = 2 \text{ V}$, растојање између плоча је $d = 1 \text{ cm}$, а плоче кондензатора су квадратног облика дужине стране $l = 5 \text{ cm}$. Колика је максимална таласна дужина ласерске светлости, а да електрони још увек могу да напусте кондензатор? Анода је од алуминијума чији је излазни рад $A = 4,28 \text{ eV}$. (25)
5. За коло једносмерне струје са слике 2. одредити укупну снагу која се издваја на отпорницима R_1, R_2, R_3 и R_4 . Електромоторна сила извора је $E = 90 \text{ V}$, а његов унутрашњи отпор $r = 0,55 \Omega$. Отпорности отпорника R_1, R_2, R_3 и R_4 су $10 \Omega, 20 \Omega, 60 \Omega$ и 60Ω , респективно. (20п)

Универзалне константе: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



Слика 1



Слика 2

Задатке припремио: Александар Крмпот, Институт за физику, Београд

Рецензент: др Ђорђе Спасојевић, Физички Факултет, Београд

Председник комисије: др Мићо Митровић, Физички Факултет, Београд

Решења задатака за општинско такмичење ученика средњих школа, 2007.

IV разред

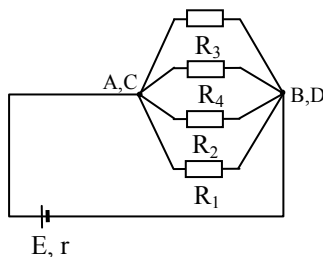
1. Ако са v означимо брзину тела 2, а са u брзину тела 3 у систему S_1 , тада је брзина тела 2 у систему везаном за тело 3 дата са $v' = (v - u)/(1 - vu/c^2)$ (5п). Како интензитет брзине тела 1 у систему везаном за тело 3 износи $-u$, то је $u = (v - u)/(1 - vu/c^2)$ (4п). Из ове једначине се добија квадратна једначина по u , $vu^2 - 2c^2u + vc^2 = 0$ (4п). Физички смисао има само решење мање од c , и оно износи $u = c/2$ (2п).

2. До промене запремине долази због промене димензије дуж правца кретања (4п). Знајући да је промена дужине дата са $l = l_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$ (3п), може да се израчунају брзине на почетку и на крају деловања силе: $v_{1/2} = \sqrt{3}c/2$ и $v_{1/3} = 2\sqrt{2}c/3$ (4п). Пошто је брзина на крају деловања силе већа од почетне, то значи да је тело стало а затим кренуло у супротном смеру (3п). Из $F = \Delta p / \Delta t$ (2п) и $p = mv/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ (3п) добија се да је $t = mv/(F\sqrt{1 - v^2/c^2})$ (2п). Коначно, тражено време је $\Delta t = \frac{mc}{F}(\sqrt{3} + 2\sqrt{2})$ (4п).

3. За $\varphi = \pi$ закони одржања енергије и импулса дају $h\nu + m_e c^2 = h\nu' + E$ (3п) и $h\nu/c = p_e - h\nu'/c$ (4п). За енергију узмакнутог електрона у ултрарелативистичком случају важи $E \gg m_e c^2$ (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 γ -кванта независна од енергије упадног γ -кванта.

4. Кретање избијених електрона у електричном пољу $E = U/d$ кондензатора је аналогно косом хицу, при чему убрзање електрона, уместо g , износи eE/m (6п). Домет косог хица, $D = v^2 \sin(2\alpha) / g = v^2 \sin(2\alpha) / (eE/m)$ (6п), је максималан за $\alpha = 45^\circ$, и износи $D_{\max} = mv^2 / (eE)$ (4п). При $D_{\max} > l/2$, односно $v > (leU / (2md))^{1/2}$, неки од електрона напуштају кондензатор (3п). Да би се електрони ове брзине добили помоћу фотоефекта таласна дужина мора да је $\lambda < hc / (A + leU / (4d)) = 183 \text{ nm}$ (3п+3п).

5. Тачке А и С кола са слике 2 су на истом потенцијалу. Тачке В и D су такође на истом потенцијалу, те се шема кола може трансформисати у шему са слике 3 (7п) по којој су сви отпорници у колу везани паралелно на извор. Њихов укупан отпор је $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$ (3п), односно $R_e = 5,45\Omega$ (2п). Из Омовог закона за цело струјно коло следи да је струја кроз извор $I = \frac{E}{R_e + r} = 15 \text{ A}$ (4п). Укупна снага која се издваја на отпорницима у колу је $P = I^2 R_e = 1226,25 \text{ W}$ (4п). (Напомена: признати нумеричка решења у интервалу од 1226 до 1228 W!)



Слика 3