



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО  
12.02.2009.

1. (МФ 96-2) У референтном систему  $S$  догађај 1 се десио у тачки са  $x$ -координатом  $x_1$ , а догађај 2 после времена  $\Delta t = 1\text{ s}$  у тачки са  $x$ -координатом  $x_2$ , при чему је  $x_2 - x_1 = 4,5 \cdot 10^8\text{ m}$ . 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  $V$ . (15п)
2. Сијалица отпорности  $R_s = 100\ \Omega$  и променљиви отпорник  $R$  су редно везани и прикључени на напон од  $U = 100\text{ V}$ . Променљиви отпорник може имати вредности отпора од  $0\ \Omega$  до  $1\text{ k}\Omega$ . Колика највећа снага може да се издвоји на отпорнику  $R$ , а колика на сијалици? (25п)
3. Волфрамова куглица, полупречника  $r = 1\text{ cm}$ , се налази у вакууму. Колико износи максимално наелектрисање куглице када се изложи ултраљубичастом зрачењу таласне дужине  $\lambda = 200\text{ nm}$ ? Излазни рад за волфрам је  $A_i = 4,5\text{ eV}$ . (22п)
4. Воз пође из станице равномерно убрзано. Посматрач који се налази поред пруге на почетку композиције установи да је први вагон поред њега прошао за време  $t_1$ . Колико ће времена трајати пролазак  $n$ -тог вагона поред посматрача? Сваки вагон је исте дужине. (15п)
5. Идеални гас масе  $m$  се налази на температури  $T_1$ . Гас се хлади изохорски док притисак не опадне  $k$  пута. Затим се гас изобарски шири док температура не достигне почетну вредност  $T_1$ . Представити овај процес на  $pV$  дијаграму. Одредити промену унутрашње енергије, рад који изврши гас и размењену количину топлоте у целом процесу ако је моларна маса гаса  $M$ . (23п)

Потребне константе:

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

Планкова константа  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ Js}$

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

Диелектрична пропустљивост вакуума  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$

Задатке припремио: др Александар Крмпот, Институт за физику, Београд

Рецензент: др Борђе Спасојевић, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО  
12.02.2009.

1. Веза између тренутака у којима су се догађаји догодили у два референтна система је на основу Лоренцових трансформација  $t'_1 = (t_1 - Vx_1/c^2)/\sqrt{1-V^2/c^2}$  (1п) и  $t'_2 = (t_2 - Vx_2/c^2)/\sqrt{1-V^2/c^2}$  (1п) одакле је  $\Delta t' = t'_2 - t'_1 = [\Delta t - V(x_2 - x_1)/c^2]/\sqrt{1-V^2/c^2}$  (5п). Одавде се квадрирањем добија квадратна једначина (3п) по  $V$  чија су решења  $V = 0$  и  $V = 12c/13$  (3п). Прво решење нема смисла, па је  $V = 2,8 \cdot 10^8$  m/s (2п).

2. Јачина струје кроз сијалицу и отпорник зависи од отпора  $R$  и једнака је  $I(R) = U/(R_s + R)$  (1п) па су снаге које се издвајају на сијалици и отпорнику  $P_s(R) = I^2(R)R_s = U^2R_s/(R_s + R)^2$  (3п) и  $P_R(R) = I^2(R)R = U^2R/(R_s + R)^2$  (3п), респективно. Снага на сијалици је максимална када је отпор минималан,  $R = 0\Omega$  (4п), те је  $P_{s\max} = U^2/R_s = 100$  W (3п). Снага на отпору  $R$  је максимална када је њен извод  $dP_R(R)/dR = U^2(R_s - R)/(R_s + R)^3 = 0$  (5п), тј за  $R = R_s$  (3п). Она износи  $P_{R\max} = U^2/4R_s = 25$  W (3п).

3. Због фотоелектричног ефекта електрони напуштају куглицу са кинетичком енергијом  $mv^2/2 = hc/l - A_i$  (3п). Како који електрон напусти куглицу њено позитивно наелектрисање расте те настало електрично поље кочи електроне. Када је куглица наелектрисана наелектрисањем  $q$ , њен потенцијал је  $j = q/4\pi\epsilon_0 r$  (3п), те је  $E_p = -ej = -eq/4\pi\epsilon_0 r$  (4п) потенцијална енергија електрона непосредно изван куглице, а укупна енергија  $E = mv^2/2 - eq/4\pi\epsilon_0 r$  (4п). Током кретања електрона изван куглице његова укупна енергија се одржава. Све док је она већа од нуле електрони могу да се бесконачно удаље од куглице. У супротном, електрично поље ће зауставити електрон, па га затим вратити на куглицу. Тако видимо да наелектрисање куглице расте све док укупна енергија електрона не постане једнака нули. Тада је  $q = 4\pi\epsilon_0 r (hc/l - A_i)/e = 1.9$  pC (8п).

4. Овде је реч о равномерно убрзаном кретању без почетне брзине за које је пређени пут  $s = at^2/2$ . Нека је  $l$  дужина једног вагона. Тада први вагон прође поред посматрача у тренутку  $t_1 = \sqrt{2l/a}$  (2п),  $(n - 1)$ -ви вагон у  $t_{n-1} = \sqrt{2(n-1)l/a} = t_1\sqrt{n-1}$  (4п), а  $n$ -ти вагон у  $t_n = \sqrt{2nl/a} = t_1\sqrt{n}$  (4п), тако да  $n$ -ти вагон пролази поред посматрача за време  $\Delta t_n = t_n - t_{n-1} = t_1(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$  (5п).

5. Описани процес на  $pV$  дијаграму изгледа као на слици (2п). Промена унутрашње енергије од стања 1 до стања 3 је  $\Delta U = nC_V\Delta T = 0$  (4п) јер је  $T_3 = T_1$ . У изохорском процесу се не врши рад,  $A_{12} = 0$  (2п). Рад се врши само током изобарског процеса 2-3 те је укупан рад  $A = A_{23} = p_2(V_3 - V_2) = p_1(V_3 - V_1)/k$  (2п). За тачку 1 важи једначина стања  $p_1V_1 = nRT_1$  (1п) одакле је  $V_1 = nRT_1/p_1$  (1п). За тачку 3 важи једначина стања,  $p_2V_3 = nRT_3$  (1п) односно  $p_1V_3/k = nRT_1$  (1п), јер је по условима задатка  $p_2 = p_1/k$  и  $T_3 = T_1$ . Одавде је  $V_3 = knRT_1k/p_1$  (1п). Заменом нађених запремина у израз за рад добија се  $A = nRT_1(k-1)/k = mRT_1(k-1)/Mk$  (4п). По I принципу термодинамике је  $Q = \Delta U + A$ , те је  $Q = mRT_1(k-1)/Mk$  (4п) пошто је  $\Delta U = 0$ .

