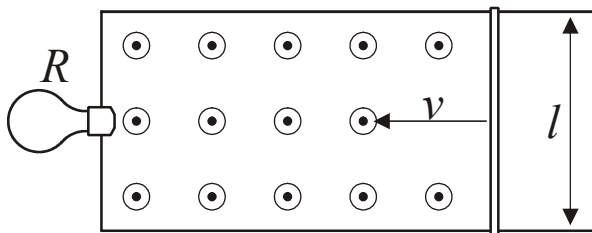




1. Колики је рад потребно уложити да би се честици масе мировања m_0 , повећала брзина са $v_1 = 0,3c$ на $v_2 = 0,6c$? Наћи количник овог рада и рада који би се, при истим условима, добио према класичној физици. (20п)
2. (МФ 105) По крутим металним жицама креће се шипка дужине $l = 1,25\text{m}$ као што је приказано на слици. Шипка се креће улево сталном брзином $v = 3,1\text{m/s}$. Жице су спојене преко сијалице на којој се развија снага $5,3\text{W}$ и чији је електрични отпор $R = 12\Omega$. Систем се налази у хомогеном магнетном пољу, које има правац и смер назначен на слици. Одредити интензитет магнетне индукције B . Колики је интензитет и какви су правац и смер спољашње силе којом се мора деловати на шипку да би се она кретала на описани начин? (20п)
3. Спектар Сунца је приближно исти као спектар апсолутно црног тела при чему је таласна дужина која одговара максимуму интензитета зрачења $\lambda_m = 480\text{nm}$. Наћи снагу топлотног зрачења Сунца као и време за које ће се маса Сунца смањити за 1% услед овог зрачења. Познато је да је маса Сунца $M = 2 \cdot 10^{30}\text{kg}$ и да је полупречник Сунца $R = 7 \cdot 10^8\text{m}$. (Винова константа $b = 2,898 \cdot 10^{-3}\text{Km}$, Штефан-Болцманова константа $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}\text{W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$, брзина светлости $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$) (20п)
4. Комптоновски електрон кинетичке енергије $T=0,23\text{MeV}$ региструје се под углом $\varphi=30^\circ$ у односу на упадни угао γ зрачења. Наћи енергију упадног γ кванта и изразити је у MeV. Енергија мировања електрона је $E_0 = 0,511\text{MeV}$. (20п)
5. Слободан протон се из мировања убрзава до релативистичких брзина напоном $U = 500\text{MV}$. Наћи кинетичку и укупну енергију протона после убрзавања и изразити је у MeV. Наћи такође брзину и импулс протона после убрзавања. Енергија мировања протона је 938MeV . Елементарно наелектрисање је $1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$. (20п)



Задатке припремио: *мр 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 2009/2010. ГОДИНЕ.



IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

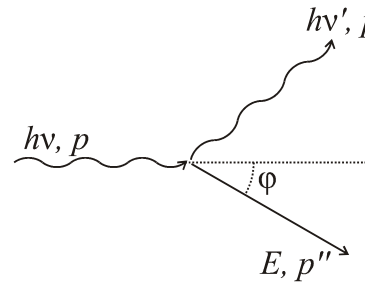
ОПШТИНСКИ НИВО
13.02.2010.

1. Рад уложен на повећање брзине честице једнак је повећању њене енергије, па је $A = \Delta E$ (3п) $= m_2 c^2 - m_1 c^2 = (3п) = m_0 c^2 / \sqrt{1 - v_2^2 / c^2} - m_0 c^2 / \sqrt{1 - v_1^2 / c^2}$ (4п) $\approx 0,20 m_0 c^2$ (3). Према класичној теорији било би $A' = \Delta E_k' = m_0 v_2^2 / 2 - m_0 v_1^2 / 2 = 0,135 m_0 c^2$ (5п) па тражени количник износи 1,48 (2п).

2. Индукована електромоторна сила услед кретања шипке је $\varepsilon = Blv$ (1п). Јачина струје чији је смер одређен Ленцовим правилом је $I = \varepsilon / R = Blv / R$ (3п). Према Џуловом закону снага која се ослобађа на сијалици је $P = RI^2 = B^2 l^2 v^2 / R$ (4п). Одавде се добија да је јачина магнетног поља $B = \sqrt{PR} / (vl) = 2,1 T$ (4п). Вектор спољашње силе је истог правца и смера као и вектор брзине шипке (2п). Једина снага која се улаже у систем је снага спољашње силе и једнака је јединој снази која се издваја, односно снази сијалице. Стога је интензитет спољашње силе $F = P / v = 1,7 N$ (6п).

3. Како је $P = \sigma T^4$ (1п) снага коју израчи црно тело по јединици своје површине (Штефан-Болцманов закон), то је укупна снага која се израчи са целе површине Сунца $P_{uk} = 4\pi R^2 \sigma T^4$ (3п). Температура Сунца је $T = b / \lambda_m$ (1п) - Винов закон померања, те је $P_{uk} = 4\pi R^2 \sigma (b / \lambda_m)^4 = 4,64 \cdot 10^{26} W$ (4п). Када Сунце израчи енергију ΔE маса му се смањи за $\Delta m = \Delta E / c^2$ (4п). Пошто је $P_{uk} \Delta t = \Delta E$ (2п), то је време за које се за 1% смањи маса Сунца $\Delta t = 0,01 M c^2 \lambda_m^4 / (4\pi R^2 \sigma b^4) = 3,88 \cdot 10^{18} s$, односно $1,23 \cdot 10^{11}$ година (5п).

4. Користећи дату слику, закон одржања енергије $h\nu + m_0 c^2 = h\nu' + E$ и везу $p = h\nu / c$ добијамо $p' = (h\nu - T) / c$ (2п), где је $T = E - m_0 c^2$ кинетичка енергија електрона, док се из одржања импулса $\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}''$ добија $p^2 = p'^2 + p''^2 - 2pp'' \cos \varphi$ (4п). Веза кинетичке енергије и импулса електрона је $p'' = \sqrt{T(T + 2E_0)} / c$ (3п), где је $E_0 = m_0 c^2$ енергија мировања електрона. Заменом нађених израза за импулсе у једначину за закон одржања импулса добија се једначина $(h\nu - T)^2 = (h\nu)^2 + T(T + 2E_0) - 2h\nu \sqrt{T(T + 2E_0)} \cos \varphi$ (3п), чијим решавањем добијамо



$$h\nu = m_0 c^2 / \left(\sqrt{1 + 2m_0 c^2 / T \cos \varphi} - 1 \right) = 0,5 MeV \text{ (6+2п).}$$

5. Укупна енергија протона $E = E_0 + T$ је збир енергије мировања $E_0 = m_0 c^2$ и кинетичке енергије T (2п). Када протон пређе потенцијалну разлику од 500MV његова укупна енергија се повећа за 500MeV и, обзиром да је пре убрзавања протон мировао, ова разлика представља његову кинетичку енергију $T = eU = 500 MeV$ (3п). Стога је укупна енергија протона $E = 938 MeV + 500 MeV = 1438 MeV$ (2п).

Пошто је $E = m_0 c^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2} = E_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$ (2п), брзина протона је $v = c \sqrt{1 - (E_0 / E)^2}$ (3п) $= 0,76c = 2,27 \cdot 10^8 m/s$ (2п), а његов импулс $p = m_0 v / \sqrt{1 - (v/c)^2} = (E/c) \sqrt{1 - (E_0 / E)^2}$ (3п) $= 5,8 \cdot 10^{-19} kgm/s$ (3п).