



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ.



IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2010.

1. Крећући се по хоризонталној равни, куглица-пројектил налети на куглицу-мету двапут мање масе која мирује. После потпуно еластичног судара куглица-пројектил настави да се креће под углом $\alpha=\pi/6$ у односу на првобитни правац кретања. Ако се занемари трење између куглица и подлоге, наћи угао који заклапа правац кретања куглице-мете након судара са првобитним правцем кретања куглице-пројектила. (25п)
2. На којем растојању од танког сабирног сочива, жижне даљине f , треба поставити тачкасти предмет на оптичку осу тако да растојање између предмета и његовог реалног лика буде минимално? Колико је то растојање? (15п)
3. (М.Ф. 96) Електрони убрзани напоном $U=1000V$ улећу у простор хомогеног магнетног поља јачине $B=0,01T$. Магнетно поље је нормално на правац кретања електрона, те се они крећу по кружним путањама полупречника $R=1,0665cm$. Наћи изразе и израчунати бројне вредности за:
 - а) однос наелектрисања и масе електрона e/m сматрајући електроне нерелативистичким
 - б) однос наелектрисања и масе електрона e/m узимајући у обзир релативистичке формуле
 - в) релативну грешку рачунања e/m приликом нерелативистичке апроксимације. (25п)
4. Релативистичка честица се креће брзином v' у односу на систем S' , у равни $OX'Y'$, по правцу који заклапа угао $\theta'=60^\circ$ са X' осом. Посматрач из система S види да се честица креће по правцу који заклапа угао $\theta=30^\circ$ са X осом. Колика је брзина v' , ако се систем S' креће брзином $u=c/3$ у односу на S , у смеру X осе? (15п)
5. Колико зареза по јединици дужине треба да има дифракциона решетка да би се већ у другом реду дифракционог спектра могле раздвојити првих 15 линија Балмерове серије водониковог атома? Ридбергова константа је $1,097 \cdot 10^7 m^{-1}$. Моћ разлагања дифракционе решетке је дата формулом $\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN$ где су λ и $\lambda+\Delta\lambda$ таласне дужине које треба раздвојити, k је број дифракционог реда и N је број зареза по јединици дужине (20п).

Задатке припремио: *мр Александар Крмпот*, Институт за физику, Београд

Рецензент: *др Ђорђе Спасојевић*, Физички факултет, Београд

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

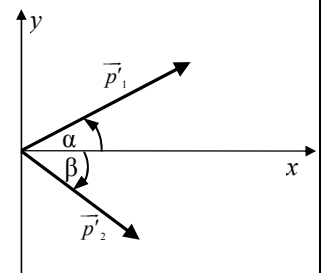
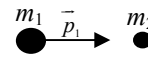


IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2010.

1. Како нема трења енергија и импулс система се одржавају: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$ (1п) и $\vec{p}_1 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$ (1п). Нека је x оса изабрана у правцу и смеру кретања пројектила. Разлагањем импулса по x и y оси добијамо x : $m_1 v_1 = m_1 v_1' \cos \alpha + m_2 v_2' \cos \beta$ (3п); y : $m_1 v_1' \sin \alpha = m_2 v_2' \sin \beta$ (3п). Заменом услова $m_1 = m_2/2$ овај систем се своди на $v_1^2 = v_1'^2 + \frac{v_2'^2}{2}$ (1) (2п); $v_1 - v_1' \cos \alpha = \frac{v_2'}{2} \cos \beta$ (2) (2п); $v_1' \sin \alpha = \frac{v_2'}{2} \sin \beta$ (3) (2п) - види слику. Квадрирањем последње две једначине и њиховим сабирањем добија се: $v_1'^2 - 2v_1' v_1 \cos \alpha + v_1^2 = \frac{v_2'^2}{4}$ (3п). Када се из једначине (1) изрази $\frac{v_2'^2}{2}$ и замени у последњу једначину, добија се: $v_1'^2 - 2v_1' v_1 \cos \alpha + v_1^2 = \frac{v_1^2 - v_1'^2}{2}$ (3п). Из ње следи $v_1' = \frac{v_1}{\sqrt{3}}$ (1п). Заменом у (1) добија се $v_2' = v_1 \frac{2}{\sqrt{3}}$ (1п). Сада из (3) следи $\sin \beta = 1/2$ (2п) односно $\beta = \pi/6$ (1п)



2. Пошто је лик реалан онда се предмет и лик налазе са различитих страна сочива па је њихово међусобно растојање $x = p + l$ (2п), где су p и l растојања предмета и лика од сочива, респективно. Из једначине сочива $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$ (2п), за удаљеност лика се добија $\frac{1}{l} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} = \frac{p-f}{pf}$ (2п), па је међусобно растојање лика и предмета у зависности од удаљености предмета од сочива $x(p) = p + \frac{pf}{p-f} = \frac{p^2}{p-f}$ (2п).

Минимум ове функције се добија из $\frac{dx(p)}{dx} = 0$ (1п) тј. $\frac{2p(p-f) - p^2}{(p-f)^2} = \frac{p(p-2f)}{(p-f)^2} = 0$ (2п) одакле следи да је $p = 2f$ (2п). Заменом добијеног резултата у почетну функцију $x(p)$ добија се међусобно растојање између лика и предмета $x = 4f$ (2п).

3. а) Кинетичка енергија електрона након убрзавања је $mv^2/2 = eU$ (2п). За кретање електрона у хомогеном магнетном пољу важи $mv^2/R = evB$ (3п). Следи да је $(e/m)_{ner} = 2U/R^2 B^2$ (2п), односно $(e/m)_{ner} = 1,75836 \cdot 10^{-11} \text{ C/kg}$ (1п).

б) Уколико су електрони релативистички, кинетичка енергија је $mc^2 / \sqrt{1-v^2/c^2} - mc^2 = eU$ (3п). За кретање оваквих електрона у магнетном пољу важи $mv^2 / (R\sqrt{1-v^2/c^2}) = evB$ (4п). Следи да је $(e/m)_{rel} = 2U / (R^2 B^2 - U^2/c^2)$ (4п), односно $(e/m)_{rel} = 1,76008 \cdot 10^{-11} \text{ C/kg}$ (1п).

в) Релативна грешка је $\delta = \left| \left(\frac{e}{m} \right)_{rel} - \left(\frac{e}{m} \right)_{ner} \right| / \left(\frac{e}{m} \right)_{rel} = U^2 / c^2 B^2 R^2$ (4п) тј. $\delta \approx 0,1\%$ (1п).



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ.



4. Обзиром да је $v_x = \frac{v'_x + u}{1 + \frac{uv'_x}{c^2}}$ (3п) и $v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - (u/c)^2}}{1 + \frac{uv'_x}{c^2}}$ (3п)

следи $\operatorname{tg} \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v'_y \sqrt{1 - (u/c)^2}}{v'_x + u}$ (3п), односно $\operatorname{tg} \theta = \frac{v' \sin \theta' \sqrt{1 - (u/c)^2}}{v' \cos \theta' + u}$ (3п),

одакле је $v' = u \frac{\operatorname{tg} \theta}{\sin \theta' \sqrt{1 - (u/c)^2} - \operatorname{tg} \theta \cos \theta'} = \frac{2}{3(2\sqrt{2} - 1)} c = 0,365c$ (3п)

5. Првих 15 линија Балмерове серије је раздвојено ако су раздвојене 14. и 15. линија (3п). Таласне дужине тих линија се налазе из Балмерове формуле $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ где је $m=2$ (2п), док су $n=16$ за 14. линију (2п) и $n=17$ за 15. линију (2п). Заменом претходних вредности добија се $\lambda_{14}=370,4\text{nm}$ (3п), а $\lambda_{15}=369,7\text{nm}$ (3п). Моћ разлагања дифракционе решетке је дата формулом $\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN$ где су λ и $\lambda+\Delta\lambda$ таласне дужине

које треба раздвојити, k је број дифракционог реда и N је број зареза по јединици дужине, односно број осветљених зареза. Узевши да је $\lambda=370,4\text{nm}$ и $k=2$ добија се да је $N=265$ (5п).

Напомена: $N=265$ се добија када се у формулу за моћ разлагања уврсти λ_{14} . Ако се за рачун искористи λ_{15} добиће се број зареза 264. Без умањивања поена признати и овај резултат.