

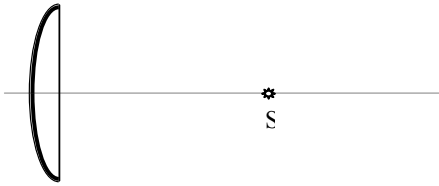
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Задаци за окружно такмичење ученика средњих школа
11. март 2006.
IV разред

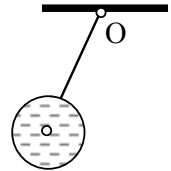
1. Честица масе мировања m_0 и кинетичке енергије T се судара са непокретном честицом исте масе. Наћи масу мировања M_0 и брзину v сложене честице настале везивањем ове две честице у судару. (25 п)

2. У електронском микроскопу се посматрања врше уз помоћ снопа електрона убрзаних убрзавајућим потенцијалом U . Микроскоп раздваја предмете који су на блиском одстојању d , уколико је $d \geq \lambda/2A$, где је λ таласна дужина електрона док је A константа микроскопа. Колика је моћ разлагања d микроскопа константе $A = 0,15$ при убрзавајућем потенцијалу од $U = 100\text{keV}$? Енергија мировања електрона је 511keV , $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$. (25 п)

3. Тачкасти извор светлости **S** је постављен на оптичку осу танког планоконвексног сочива. Извор је постављен 15 cm иза равне стране сочива – види слику. Испупчена страна сочива је посребрена са унутрашње стране, тако да потпуно одбија светлосне зраке који долазе из извора светлости **S**. На ком растојању иза сочива треба поставити равно огледало тако да се сви зраци после одбијања од њега секу у тачки у којој се налази извор **S**? Полупречник кривине испупчене стране сочива је $R = 30\text{cm}$, а индекс преламања је $n = 1,5$. (20 п)



4. Сферна посуда веома танких зидова и полупречника R је сасвим испуњена водом. Посуда је причвршћена за крут штап чија се маса, као и маса посуде може занемарити. Растојање од тачке вешања **O** до центра посуде је l . Колико пута ће се променити период осциловања овог клатна када се вода замрзне? Занемарити вискозност воде и промену њене запремине услед замрзавања. (15 п)



5. Услед загревања хелијум се шири тако да му се запремина мења са притиском по закону $V = aP$, где је a позната константа. При томе се притисак промени од P_1 до P_2 . Одредити колики се део утрошене количине топлоте у овом процесу искористи за промену унутрашње енергије гаса. (15 п)

Задатке саставио: Александар Крмпот

Рецензент: Ђорђе Спасојевић

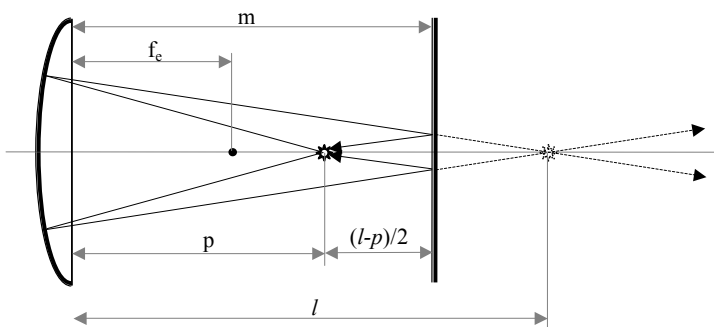
Председник комисије: Мићо Митровић

**Решења задатака за окружно такмичење ученика средњих школа, 2006.г.
IV разред**

1. Енергија покретне честице пре судара је $E_1 = c\sqrt{p_1^2 + m_0^2 c^2} = m_0 c^2 + T$ (4п), а импулс $p_1 = \frac{1}{c}\sqrt{T(T + 2m_0 c^2)}$ (3п). Енергија система је $E = E_1 + E_2 = 2m_0 c^2 + T$ (2п), а импулс $P = p_1$ (1п). У судару се формира сложена честица, која мирује у односу на посматрача који је везан за центар масе. За овог посматрача је импулс система $P' = 0$ (3п). Због $P' = \frac{P - vE/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ (2п), настала честица се креће брзином $v = c^2 P / E = c\sqrt{T/(T + 2m_0 c^2)}$ (4п). Због инваријанте $M_0^2 c^2 = E^2 / c^2 - P^2$ (3п), настала честица има масу $M_0 = 2m_0 \sqrt{1 + T/2m_0 c^2}$ (3п).

2. Кинетичка енергија електрона је $T = 100 \text{ keV}$ (2п), а импулс $p_1 = \frac{1}{c}\sqrt{T(T + 2m_0 c^2)} = 1,786 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}$ (8п). Де Брољева таласна дужина ових електрона је $\lambda = h / p = 3,709 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ (8п), па је моћ разлагања $d \geq \lambda / 0,3 = 1,24 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ (7п).

3. Полазећи од извора S зраци ће проћи кроз сочиво, затим ће се одбити од његове посребрене стране, па ће опет опет проћи кроз сочиво. Еквивалентна жижна даљина овог система (сочиво+издубљено огледало+сочиво) (2п) је одређена са $1/f = 1/f_s + 1/f_o + 1/f_s$, (2п) где је жижна даљина огледала



$f_o = R/2$, (2п) а сочива $f_s = R/(n-1)$ (2п), зато што је радијус кривине равне стране сочива бесконачан (2п). Стога је $f = R/2n = 10 \text{ cm}$ (2п). Као следеће, из $1/f = 1/p + 1/l$ (2п) налазимо положај lika $l = 30 \text{ cm}$ (2п). Да би се сви зраци који формирају лик извора вратили поново у тачку у којој се налази извор, равно огледало треба поставити на половини растојања од

извора до lika (2п), односно удаљење m равнoг огледала од сочива је $m = (p + l)/2 = 22,5 \text{ cm}$ (2п).

4. Пре замрзавања вода у посуди се креће транслаторно, а цео систем се понаша као математичко клатно, периода $T_1 = 2\pi\sqrt{l/g}$ (2п). Када се вода заледи, систем се понаша као круто тело, које осцилује као физичко клатно, периода $T_2 = 2\pi\sqrt{I/mgl}$ (3п). Пошто су маса штапа и посуде занемариве, момент инерције I физичког клатна је практично једнак моменту инерције кугле $I = I_0 + ml^2$ (Штајнерова теорема) (3п), где је $I_0 = 2mR^2/5$ (3п) сопствени момент инерције пуне кугле. Одавде је $T_2/T_1 = \sqrt{1 + 2R^2/5l^2}$ (4п).

5. На основу I закона термодинамике утврђена количина топлоте је $\Delta Q = \Delta U + A$ (2п). Извршени рад $A = a(P_2^2 - P_1^2)/2$ је бројно једнак површини трапеца висине $P_2 - P_1$ и средње линије $a(P_1 + P_2)/2$ (3п). Хелијум је једноатомски гас и његов топлотни капацитет је $C_V = 3nR/2$ (2п). Промена унутрашње енергије хелијума износи $\Delta U = C_V \Delta T = 3a(P_2^2 - P_1^2)/2$ (2п) због $T_i = P_i V_i / nR = a P_i^2 / nR$, (2п) где је $i = 1, 2$. Стога је $\Delta Q = 2a(P_2^2 - P_1^2)$ (2п), па је $\Delta Q / \Delta U = 3/4$ (2п).