



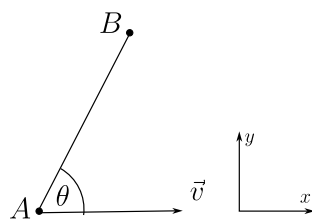
1. (а) На основу Виновог закона померања, таласна дужина λ_m на којој се јавља максимум у емисионом спектру жице чија је температура T_m је $\lambda_m = \frac{b}{T_m}$ **7п**. Одатле следи да је у случају алуминијума максимум на таласној дужини од $\lambda_a = 3,11 \mu\text{m}$ **2п**, за бакар је на $\lambda_b = 2,11 \mu\text{m}$ **2п**, а за волфрам је на $\lambda_v = 790 \text{nm}$ **2п**.
- (б) Таласна дужина емисије волфрама је најближа видљивом спектру електромагнетног зрачења од 400–700 nm. Зато је снага зрачења које емитује волфрамова сијалица у видљивом делу спектра већа него у случају друга два метала, па је зато волфрам најпогоднији за коришћење у сијалицама за расвету просторија **7п**.
- Напомене о бодовању: За тачан одговор волфрам без образложења дати **1п**. За тачан одговор волфрам уз образложење зато што има највећу температуру топлења / најмању таласну дужину максимума дати **2п**. За тачан одговор волфрам уз образложење зато што има таласну дужину максимума најближу видљивом делу спектра дати **4п**. За комплетан горе наведени одговор дати свих **7п**.
2. Поклопац вентила се отвара када притисак у лонцу p задовољава услов $p > p_0 + \frac{mg}{S}$, где је $S = \frac{1}{4}d^2\pi$ ($S = 15,9 \text{mm}^2$) површина попречног пресека вентила. Тада се вентил отвара, део водене паре излази из лонца, што смањује притисак у лонцу и вентил се поново затвара. На овај начин, притисак у лонцу се одржава на вредности $p = p_0 + \frac{mg}{S}$ **7п** ($p = 200,6 \text{kPa}$). Из релације $p = Ae^{-B/T}$ следи да је температура у лонцу $T = -\frac{B}{\ln(\frac{p}{A})}$ **5п**, односно $T = -\frac{B}{\ln(\frac{p_0 + \frac{mg}{S}}{A})}$ **4п** ($T = 393,1 \text{K}$), што даје $T = 120^\circ\text{C}$ **4п**.
3. С обзиром да се кинетичка енергија електрона у фотоэффекту користи на савладавање прага реакције, једначина фотоэффекта се своди на $\frac{hc}{\lambda_{\text{max}}} = W + E_p$ **7п**, одакле је $\lambda_{\text{max}} = 691 \text{nm}$ **2п**. Пошто сваки фотон погађа тачно један електрон, број генерисаних молекула X ће бити једнак броју фотона који падну на лист, одакле закључујемо $G = \Phi S \sin \frac{\theta}{2} = \Phi ab\pi \sin \frac{\theta}{2}$ **9п**, односно $\theta = 2 \arcsin(\frac{G}{\Phi ab\pi}) = 120^\circ$ **2п**.
4. (а) За сферно симетрично тело масе M и полупречника R , друга космичка брзина добија се из услова да је кинетичка енергија на површини једнака по апсолутној вредности гравитационој потенцијалној енергији: $\frac{1}{2}mv_{\text{esc}}^2 = \frac{GMm}{R}$ **2п**, па је $v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ **1,5п**. Шварцшилдов радијус R_s у овој (грубој) интерпретацији добијамо из услова $v_{\text{esc}} = c$ **2п**, тј. $c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$, одакле следи $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ **1,5п**.
- (б) **Први начин.** Уведимо укупну масу $M = M_1 + M_2$ и редуковану масу $\mu = \frac{M_1M_2}{M_1+M_2}$. Релативно кретање је еквивалентно кретању честице масе μ у централном пољу са параметром GM , па за кружну орбиту важи $\mu\omega^2 R = \frac{GM\mu}{R^2}$ **2,5п** (јер је $F = \mu a_{\text{rel}}$ и $a_{\text{rel}} = \omega^2 R$), односно $\omega^2 = \frac{G(M_1+M_2)}{R^3}$. Орбитална фреквенција је $f = \frac{\omega}{2\pi}$, па је $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{G(M_1+M_2)}{R^3}}$ **1п**. Потенцијална енергија система је $U = -\frac{GM_1M_2}{R}$ **1,5п**. За кружну орбиту важи и $T = \frac{1}{2}\mu v_{\text{rel}}^2 = \frac{1}{2}\mu(\omega R)^2$, па убацивањем $\omega^2 = \frac{G(M_1+M_2)}{R^3}$ добијамо $T = \frac{1}{2}\mu \frac{G(M_1+M_2)}{R} = \frac{1}{2} \frac{GM_1M_2}{R}$ **1,5п** (јер је $\mu(M_1 + M_2) = M_1M_2$). Зато је укупна енергија $E = T + U = \frac{1}{2} \frac{GM_1M_2}{R} - \frac{GM_1M_2}{R} = -\frac{1}{2} \frac{GM_1M_2}{R}$ **1,5п**.
- Други начин.** Из Другог Њутновог закона за кретање првог тела следи $M_1R_1\omega^2 = G \frac{M_1M_2}{R^2}$ **2п**, где је ω кружна фреквенца кретања тела, а $R_1 = \frac{M_2R}{M_1+M_2}$ **1п** растојање првог тела од центра масе. Из претходних једначина налазимо $\omega^2 = \frac{G(M_1+M_2)}{R^3}$, односно тражена фреквенца је једнака $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{G(M_1+M_2)}{R^3}}$ **1п**. Укупна енергија система је $E = \frac{1}{2}M_1R_1\omega^2 + \frac{1}{2}M_2R_2\omega^2 - \frac{GM_1M_2}{R}$ **3п**. Коришћењем претходних једначина и чињенице да је растојање другог тела од центра масе $R_2 = \frac{M_1R}{M_1+M_2}$, налазимо $E = -\frac{1}{2} \frac{GM_1M_2}{R}$ **1п**.
- (в) Користећи резултате из првог дела задатка, $R_1 = \frac{2GM_1}{c^2}$ и $R_2 = \frac{2GM_2}{c^2}$ **1п**, добија се $R_{\text{min}} = \frac{2G(M_1+M_2)}{c^2} = \frac{2GM}{c^2}$ **1п**. Максимална орбитална фреквенција се добија за $R = R_{\text{min}}$, па је $f_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM}{R_{\text{min}}^3}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM}{(\frac{2GM}{c^2})^3}} = \frac{c^3}{4\sqrt{2}\pi GM}$ **3п**.
5. Поставимо координатни систем као на слици 1.
- 1. начин** У референтном систему везаном за Земљу x -компонента брзине светлосног зрака је $v'_x = -c \cos \theta'$ **5п**. На основу закона слагања брзина, та брзина у систему везаном за звезду је $v_x = \frac{v'_x + v}{1 + \frac{v v'_x}{c^2}}$ **6п**. Угао θ у систему везаном за звезду је $\cos \theta = -\frac{v_x}{c}$ **3п**. Из претходних једначина следи $\cos \theta = \frac{\cos \theta' - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v \cos \theta'}{c}}$ **3п**, одакле налазимо $\theta - \theta' = 8,43''$ **3п**.



IV разред

Друштво физичара Србије и
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА – БЕТА КАТЕГОРИЈА

ОКРУЖНИ НИВО
14. март 2026.



Слика 1: уз решење задатка 5: A - земља, B - удаљена звезда.

2. начин У референтном систему везаном за Земљу x -компонента брзине светлосног зрака је $v'_x = -c \cos \theta'$, а y -компонента је $v'_y = -c \sin \theta'$ **5п**. На основу закона слагања брзина, те брзине у систему везаном за звезду су $v_x = \frac{v'_x + v}{1 + \frac{vv'_x}{c^2}}$, $v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{vv'_x}{c^2}}$ **6п**. Даље је $\text{tg } \theta = \frac{v_y}{v_x}$ **3п**, односно $\text{tg } \theta = \frac{\text{tg } \theta'}{1 - \frac{v}{c \cos \theta'}}$ **3п**, одакле налазимо $\theta - \theta' = 8,43''$ **3п**.