1. Куглица која је кренула из тачке A брзином интензитета v_0, стиже у тачку B брзином истог интензитета, јер се те две тачке налазе на истој хоризонтали **[2п]**. Да би се после еластичног судара са зидом у тачки B куглица вратила по истој трајекторији којом је дошла, брзина куглице мора бити ортогонална на зид у тачки B. Исто важи за следеће одбијање куглице у тачки A. Из тога закључујемо да брзина куглице заклапа угао θ са хоризонталом у тачкама A и B. **[4п]**. Компоненте брзине у тачки A су $v_{\mathrm{A}x} = \frac{v_0\sqrt{3}}{2}$ **[2п]** и $v_{\mathrm{A}y} = \frac{v_0}{2}$ **[2п]**. Време, $t/2$, за које куглица прелази половину хоризонталног растојања између тачака A и B добија се из услова да је $v_{\mathrm{C}y} = 0$, $\frac{t}{2} = \frac{v_{\mathrm{A}y}}{g} = \frac{v_0}{2g}$ **[3п]**. Растојање између тачака A и B је $l = v_{\mathrm{A}x}t = \frac{v_0^2\sqrt{3}}{2g}$, одакле је брзина $v_0 = \sqrt{\frac{2lg}{\sqrt{3}}}$ **[3п]**. Хоризонтална компонента брзине је све време иста, тако да је брзина минимална у тачки C где је y-компонента брзине једнака нули, и максимална у тачкама A и B, где је y-компонента брзине максимална. Максимална и минимална брзина су $v_{\max} = v_0 = \sqrt{\frac{2lg}{\sqrt{3}}}$ **[2п]** и $v_{\min} = v_{\mathrm{A}x} = \sqrt{\frac{lg\sqrt{3}}{2}}$ **[2п]**.

2. Силе које делују у разматраном систему приказане су на слици (Слика 2). Претпоставићемо да се у односу на непокретног посматрача тело m_3 креће навише, а котур B наниже убрзањем a. Нека се у односу на котур B тело m_1 креће наниже убрзањем a', а тело m_2 навише истим убрзањем. Котур B је лак, па важи: $T_2 = 2T_1$ **[2п]**. (Силе $\vec{T}_1'$ и $\vec{T}_1$ имају исти интензитет.) Једначине кретања тела су: $m_3a = T_2 - m_3g = 2T_1 - m_3g$ **[4п]**, $m_1(a+a') = m_1g - T_1$ **[4п]**, и $m_2(a-a') = m_2g - T_1$ **[4п]**. Решавањем добијеног система једначина по непознатим a', a и T_1 добијамо тражено убрзање: $a = \frac{4m_1m_2 - m_3(m_1+m_2)}{4m_1m_2+m_3(m_1+m_2)}g$ **[3п]** и силу затезања: $T_1 = \frac{4m_1m_2m_3}{4m_1m_2+m_3(m_1+m_2)}g$ **[3п]**.

3. На слици (Слика 3) приказане су силе које делују на разматрани систем. У вертикалном правцу силе које делују на свако од тела су у равнотежи, одатле налазимо: $N_i = m_ig$, $(i = 1,2,3)$ **[2п]**. Из претходних једначина добијамо силе трења клизања које делују на свако од тела: $F_{ti} = \mu N_i = \mu m_i g$, $(i = 1{,}2{,}3)$ **[2п]**. Сва три тела се крећу једнаким убрзањем a, па су њихове једначине кретања у хоризонталном правцу: $m_1a = F_{e1} - F_{tr1}$ **[2п]**, $m_2a = F_{e2} - F_{e1} - F_{t2}$ **[2п]**, $m_3a = F - F_{e2} - F_{t3}$ **[2п]**. Добијен је систем од три једначине који се може решити по непознатим a, F_{e1} и F_{e2}. За убрзање сваког од тела добијамо: $a = F/(m_1+m_2+m_3) - \mu g = 1{,}02\,\mathrm{m/s^2}$ **[4п]**, док су силе еластичности једнаке: $F_{e1} = \frac{Fm_1}{m_1+m_2+m_3}$ и $F_{e2} = \frac{F(m_1+m_2)}{m_1+m_2+m_3}$. Из везе силе еластичности и истегнутости опруге добијамо коначно: $\Delta x_1 = F_{e_1}/k = \frac{Fm_1}{k(m_1+m_2+m_3)} = 16{,}7\,\mathrm{cm}$ **[3п]** и $\Delta x_2 = F_{e_2}/k = \frac{F(m_1+m_2)}{k(m_1+m_2+m_3)} = 30{,}0\,\mathrm{cm}$ **[3п]**.

4. Нека је интензитет брзине центра ваљка v_{C}, а угаона брзина ротације ваљка око своје осе ω. Додирна тачка ваљка и подлоге мирује пошто се ради о котрљању без проклизавања, па важи: $v_{\mathrm{A}} = v_{\mathrm{C}} - \omega R = 0$ **[3п]**. Брзина тачке у којој ваљак додирује даску једнака је брзини даске јер нема проклизавања даске по ваљку, па важи: $v_{\mathrm{B}} = v_{\mathrm{C}} + \omega R = v$ **[3п]**. Из претходне две једначине добијамо брзину центра ваљка, $v_{\mathrm{C}} = v/2$ **[2п]** и угаону брзину ротације ваљка $\omega = v/(2R)$ **[2п]**. Време за које даска пређе пут $l = 3R\pi$ је $t = l/v = 3R\pi/v$. За то време тачка K опише угао $\phi = \omega t = 3\pi/2$ **[3п]**. Тачка K у тренутку t има брзину транслације интензитета v_{C} и брзину ротације интензитета v_r које су међусобно ортогоналне (Слика 4). Интензитет брзине ротације је $v_r = \omega r = \frac{vr}{2R}$ **[3п]**. Сабирањем брзине транслације и ротације добијамо укупну брзину тачке K чији је интензитет: $v_{\mathrm{K}} = \sqrt{v_{\mathrm{C}}^2 + v_r^2} = \frac{v}{2}\sqrt{1 + (\frac{r}{R})^2}$ **[4п]**.

5. На слици (Слика 5) нацртане су силе које делују на тело и стрму раван, при чему су са прим обележене силе које далују на стрму раван, а без прима силе које делују на тело. Пошто су сила без прима и њој одговарајућа са примом силе једнаког интензитета, за њихове интензитете користимо исту ознаку без прима.
а) У систему везаном за стрму раван (систем S′) на тело делује инерцијална сила $F_i = ma_i = ma_R$ **[1п]** супротног смера од убрзања стрме равни у односу на подлогу, a_R. Из равнотеже сила које делују на тело у правцу нормалном на стрму раван у систему S′ добијамо силу реакције: $F_N = mg\cos\alpha - F_i\sin\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}mg - \frac{1}{2}ma_R$ **[3п]**. Сила трења клизања између тела и стрме равни је $F_t = \mu F_N = \mu(\frac{\sqrt{3}}{2}mg - \frac{1}{2}ma_R)$ **[1п]**. Једначина кретања стрме равни у систему везаном за подлогу (систем S) је: $Ma_R = F_N\sin\alpha - F_t\cos\alpha = \frac{1}{2}F_N - \frac{\sqrt{3}}{2}F_t$ **[4п]**. Даље се добија $Ma_R = (\frac{\sqrt{3}}{2}mg - \frac{1}{2}ma_R)(\frac{1}{2} - \mu\frac{\sqrt{3}}{2}) = \frac{\sqrt{3}}{8}mg - \frac{1}{8}ma_R$ **[1п]**, па је убрзање стрме равни $a_R = \frac{m\sqrt{3}}{8M+m}g \approx 1\,\mathrm{m/s^2}$ **[2п]**
б) У систему S′ други Њутнов закон дуж стрме равни гласи $ma' = mg\sin\alpha + F_i\cos\alpha - F_t = mg(\frac{1}{2} - \mu\frac{\sqrt{3}}{2}) + ma_R(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\mu)$ **[6п]**. Убрзање тела у односу на стрму раван је: $a' = g(\frac{1}{2} - \mu\frac{\sqrt{3}}{2}) + a_R(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\mu) = \frac{1}{4}g + \frac{7\sqrt{3}}{12}a_R \approx 3{,}46\,\mathrm{m/s^2}$ **[2п]**.

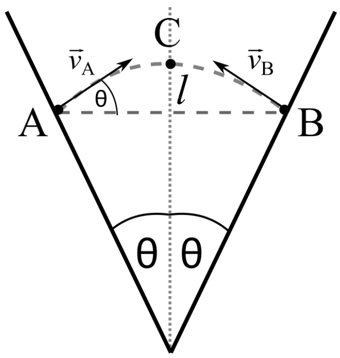
Задатке припремили: *др Бојана Бркић*, *др Биљана Николић*, Физички факултет Универзитета у Београду и *др Дејан Симић*, Институт за физику у Београду; Рецензент: *Филип Георгијевски*, Физички факултет Универзитета у Београду; Председник Комисије за такмичења ученика средњих школа: *Проф. др Имре Гут*, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2025/2026. ГОДИНЕ

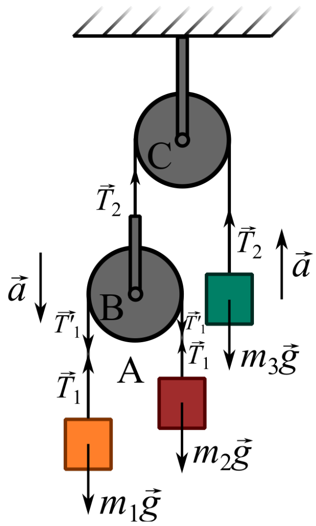
Друштво физичара Србије и
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА – Б КАТЕГОРИЈА

I разред

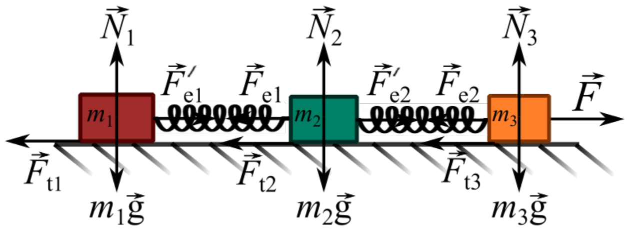
ОКРУЖНИ НИВО
14. март 2026.



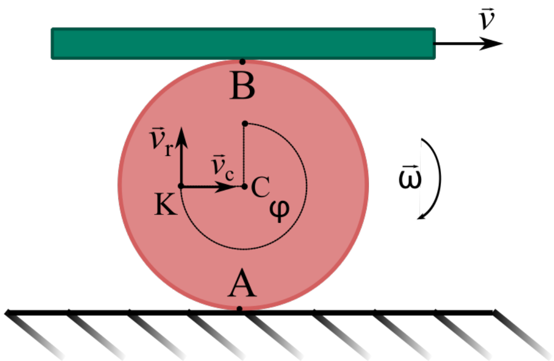
Слика 1



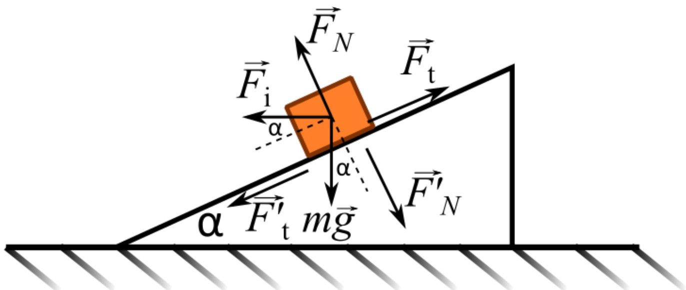
Слика 2



Слика 3



Слика 4



Слика 5

Задатке припремили: *др Бојана Бркић*, *др Биљана Николић*, Физички факултет Универзитета у Београду и *др Дејан Симић*, Институт за физику у Београду; Рецензент: *Филип Георгијевски*, Физички факултет Универзитета у Београду; Председник Комисије за такмичења ученика средњих школа: *Проф. др Имре Гут*, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду