



VII
РАЗРЕД

**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.**

Друштво Физичара Србије

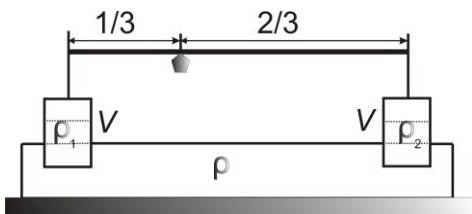
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије



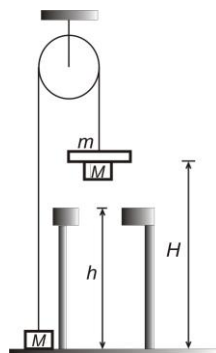
ДРЖАВНИ НИВО
6.04.2019.

ЗАДАЦИ

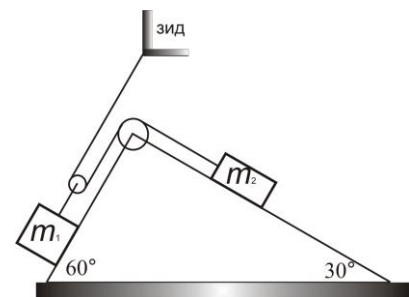
1. На лакој полузи су уравнотежена два квадра истих димензија, тако да ослонац дели полугу у размери 1:2, а квадрати су уроњени у течност густине ρ трећином своје запремине (слика 1). Густина квадра ближег ослонцу је $\rho_1 = 900 \text{ kg/m}^3$. Ако су квадрати уроњени у исту течност са две трећине своје запремине да би се одржала равнотежа ослонац полуге се мора померити тако да дели полугу у размери 1:3. Израчунати густину течности (ρ) и густину материјала од којег је направљен други квадрат (ρ_2).
2. За време $t_1 = 1.5 \text{ s}$ тело је равномерно убрзано прешло пут $s_1 = 7.5 \text{ m}$, при чему се његова брзина повећала три пута у односу на почетну. У наредних $t_2 = 3 \text{ s}$ тело се креће равномерно успорено, успорењем чији је интензитет четири пута мањи од интензитета убрзања на првом делу пута. Одредити брзину тела после времена $t = t_1 + t_2$. Израчунати интензитет успорења тела.
3. Хомогена коцка странице a лежи на хоризонталној подлози. У првом случају коцка пређе пут $2a$ тако што је дечак преврће око њене ивице без проклизавања. У другом случају тај исти пут коцка пређе тако што је дечак у хоризонталном правцу гура по подлози. Израчунати за коју вредност коефицијента трења клизања на путу $2a$ ће извршени рад дечака при превртању коцке бити 1.5 пута већи него при њеном клизању. Колики је рад силе Земљине теже у првом, а колики у другом случају?
4. Два тела масе $M = 0.2 \text{ kg}$ повезана су помоћу неистегљиве нити занемарљиве масе пребачене преко котура. У почетном тренутку на десно тело стави се претег претег масе $m = 0.1 \text{ kg}$ тако да је његов доњи део на висини $H = 1.4 \text{ m}$ од подлоге (види слику 2). Када доњи део претега стигне до висине $h = 1 \text{ m}$ у односу на подлогу, он остаје на непомичној препреци. Претег је у облику прстена кроз који се нит слободно креће, тако да систем везаних тегова наставља кретање. Израчунати брзину десног тела масе M у тренутку одвајања претега од њега. Израчунати време које протекне од тренутка када претег остане на препреци и тренутка када десно тело додирне подлогу. Занемарити масу котура, сва трења у систему.
5. Систем приказан на слици 3 почне да се креће из стања мировања. Одредити брзину тела масе $m_1 = 1 \text{ kg}$ у тренутку када тело масе $m_2 = 0.5 \text{ kg}$ пређе пут $s_2 = 2 \text{ m}$. Коефицијент трења клизања између тела и стрме равни је $\mu = 0.2$. Стрма раван је непомична, нити су безмасене и неистегљиве. Занемарити масу котураова и трење у њиховој оси.



Слика 1



Слика 2



Слика 3

За убрзање Земљине теже узети $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремила: др Бранислава Мисаиловић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



VII
РАЗРЕД

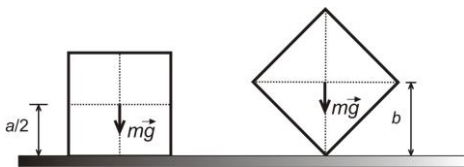
Друштво Физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
РЕШЕЊА

ДРЖАВНИ НИВО
06.04.2019.

1. Нека је дужина полуке d . Масе су $m_1 = \rho_1 V$, за квадар густине ρ_1 и $m_2 = \rho_2 V$, за квадар густине ρ_2 . У првом случају ако је $d = L + 2L$ услов за равнотежу је $(m_1 g - \rho V g / 3)L = (m_2 g - \rho V g / 3)2L$, односно $(\rho_1 V g - \rho V g / 3)L = (\rho_2 V g - \rho V g / 3)2L$ [5]. У другом случају ако је $d = l + 3l$ услов за равнотежу је $(\rho_1 V g - 2\rho V g / 3)l = (\rho_2 V g - 2\rho V g / 3)3l$ [5]. Из претходних једначина следи да је $\rho = 3(2\rho_2 - \rho_1)$ [4] $4\rho = 3(3\rho_2 - \rho_1)$ [4]. Тражене густине су: $\rho_2 = 3\rho_1 / 5 = 540 \text{ kg/m}^3$ [1], $\rho = \rho_2 = 540 \text{ kg/m}^3$ [1].

2. Пређени пут за време t_1 је $s_1 = v_0 t_1 + a_1 t_1^2 / 2$ [3] одакле је $a_1 = 2(s_1 - v_0 t_1) / t_1^2$ [3]. Из услова задатка $v_1 = 3v_0$, убрзање је $a_1 = (v_1 - v_0) / t_1$ [3]. Комбинацијом последња два обрасца добија се да је $v_0 = a_1 t_1 / 2$ [2]. Сменом v_0 у образац за убрзање добија се $a_1 = s_1 / t_1^2 \approx 3.33 \text{ m/s}^2$ [3]. На другом делу пута почетна брзина је $v_1 = 3a_1 t_1 / 2$ [1], успорење је $a_2 = a_1 / 4 \approx 0.83 \text{ m/s}^2$ [1]. Брзина после времена $t = t_1 + t_2$ је $v_2 = v_1 - a_2 t_2 \approx 5 \text{ m/s}$ [3+1].

3. За превртање коцке око ивице је потребно да се коцка из хоризонталног положаја подигне тако да дијагонала стране коцке буде вертикална (видети слику, $b = a\sqrt{2} / 2$) јер ће после тога коцка сама пасти. При једном превртању дечак изврши рад $A = E_{p2} - E_{p1} = m g a \sqrt{2} / 2 - m g a / 2 = m g a (\sqrt{2} - 1) / 2$ [6]. Коцку је потребно преврнути два пута, па је извршени рад $A_1 = 2A = m g a (\sqrt{2} - 1)$ [1]. За клизање по подлози потребно је да дечак изврши рад $A_2 = 2\mu m g a$ [5]. По услову задатка је $A_1 = 1.5A_2$, одакле је тражена вредност коефицијента трења клизања $\mu = (\sqrt{2} - 1) / 3 \approx 0.138$ [3+1]. Рад силе Земљине теже при превртању коцке је $A_{mg1} = 2(-m g a (\sqrt{2} - 1) / 2 + m g a (\sqrt{2} - 1) / 2) = 0$ [2], а при клизању $A_{mg2} = 0$ [2], јер сила делује нормално на правац кретања.



4. Једначина кретања за цео систем до тренутка одвајања претега од десног тела је $(2M + m)a = mg$ [3], одакле је убрзање система $a = mg / (2M + m) \approx 1.96 \text{ m/s}^2$ [3]. Време потребно да тело пређе пут $H - h$ је $t_1 = \sqrt{2(H - h) / a} \approx 0.64 \text{ s}$. Када се претег одвоји од десног тела, систем наставља да се креће брзином коју има у том тренутку, $v^2 = 2a(H - h)$ [3], одакле је $v = \sqrt{2a(H - h)} \approx 1.25 \text{ m/s}$ [3+1]. Тражено време да тело пређе пут h је $t_2 = h / v \approx 0.8 \text{ s}$ [6+1].

5. Једначине кретања тела масе m_1 и m_2 су: $m_1 a_1 = m_1 g \sqrt{3} / 2 - T_1 - F_{tr1}$ [2], $m_2 a_2 = T_2 - m_2 g / 2 - F_{tr2}$ [2], а силе трења су $F_{tr1} = \mu m_1 g / 2$ [2], $F_{tr2} = \mu m_2 g \sqrt{3} / 2$ [2] поштујући редослед. За силе затезања важи да је $T_1 = 2T_2$, а из односа пређених путева $s_2 = 2s_1$ (где је $s_1 = a_1 (\Delta t)^2 / 2$ и $s_2 = a_2 (\Delta t)^2 / 2$) следи однос убрзања $a_2 = 2a_1$

[5]. Из претходних једначина следи вредност убрзања $a_1 = \frac{m_1 (\sqrt{3} - \mu) - 2m_2 (\mu \sqrt{3} + 1)}{2(m_1 + 4m_2)} g \approx 0.303 \text{ m/s}^2$ [5], и

тражена брзина $v = \sqrt{2a_1 s_1} \approx 0.778 \text{ m/s}$ [2].

