

**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ СРБИЈЕ**
 Задачи за републичко такмичење ученика средњих
 школа школске 2002/2003. године
 I разред

1. Куглица улеће у простор између две вертикалне плоче које се крећу удесно једнаким брзинама $u = 2 \text{ m/s}$ (слика 1). Почетна брзина куглице је хоризонтална и износи $v = 3 \text{ m/s}$. Ако се куглица еластично одбија од плоча, одредити брзину куглице након њеног одбијања од десне плоче. Расстојање између плоча је $l = 0,1 \text{ m}$. У почетном тренутку куглица се налази насупрам десне плоче. (15 поена)

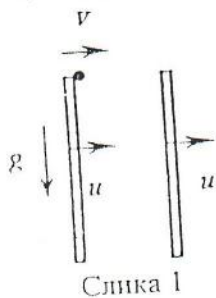
2. Танак хомогени штап масе m и дужине l налази се на симетрично распоређеним ослоњима (слика 2). Расстојање између ослоњаца, који се налазе на хоризонталној подлози, је d . Десни ослонац се брзо уклони. Колики ће бити интензитет силе којом штап делује на леви ослонац, непосредно после уклањања десног ослоњаца? Момент инерције штапа у односу на осу која пролази кроз додирну тачку штапа и ослоњаца је $I = \frac{ml^2}{12} + \frac{md^2}{4}$. (15 поена)

3. Коefицијенти трења између левих и десних ослоњаца комоде и хоризонталне подлоге су μ_1 и μ_2 респективно. Да би се комода покренула удесно, на њу је потребно деловати силом минималног интензитета F , чији је правац паралелан са подлогом, а нападна тачка се налази на средини десног зида комоде (слика 3). Колики је минимални интензитет силе, чији је правац паралелан са подлогом, којом се мора деловати на средину левог зида комоде да би се она покренула удесно? Сматрати да је комода хомогена коцка. (20 поена)

4. За осовину хомогеног ваљка масе $m_1 = 4 \text{ kg}$, који се налази на дугачкој, непокретној стрмој равни нагибног угла 30° , причвршћена је неистегљива нит (слика 4). За други крај нити пребачене преко лаког котура причвршћен је тег масе $m_2 = 0,5 \text{ kg}$. У тренутку $t = 0$ центру ваљка саопштена је почетна брзина $1,47 \text{ m/s}$, усмерена низ стрму равни, а паралелна са њом. Коefицијент трења између ваљка и стрме равни је $\sqrt{3}/4$. Момент инерције хомогеног ваљка у односу на осу која пролази кроз његов центар је $I = \frac{mR^2}{2}$. Одредити:

- време које протекне од почетка кретања до тренутка када ваљак престане да проклизава по подлози;
- брзине центра ваљка у тренуцима $t_1 = 0,1 \text{ s}$ и $t_2 = 0,3 \text{ s}$.

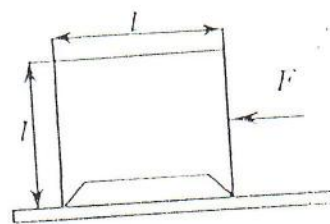
(25 поена)



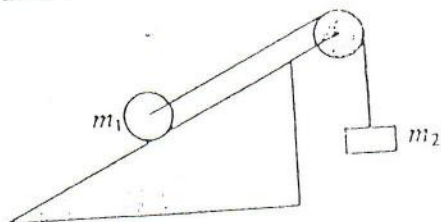
Слика 1



Слика 2



Слика 3



Слика 4

Задатке припремио Бранислав Цветковић
 Рецензент проф. др. Александар Срећковић
 Председник комисије др. Мићо Митровић

5. Ради мерења убрзања тела изведен је следећи експеримент. На подлогу, која се налази под углом у односу на хоризонталу, постављено је тело које може да се котрља по њој. Дигиталним мерачем времена, чији су сензори постављени на почетку и крају пута, мерена су времена потребна телу да пређе задата растојања, без почетне брзине. Времена су мерена по три пута за свако растојање. У табели су дате вредности пута и измерених времена. Најмања вредност времена, која се може поуздано измерити дигиталним мерачем, износи 0.01 s. (25п.)

s [cm]	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0
t_i [s]	1.24	1.79	2.19	2.51	2.83	3.10
	1.28	1.78	2.20	2.48	2.86	3.10
	1.25	1.81	2.20	2.55	2.83	3.10

- Наћи теоријску зависност између мерених физичких величина.
- Нацртати график ове зависности.
- Користећи график, или метод најмањих квадрата, израчунати убрзање тела и његову апсолутну грешку.

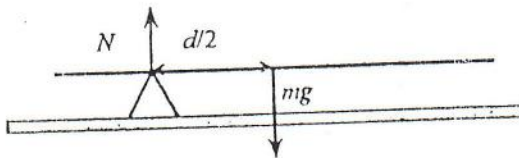
Задатак припремила: Андријана Жекић
 Рецензент: Мићо Митровић
 Председник комисије: Мићо Митровић

**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ СРБИЈЕ**
Решења задатака са окружног такмичења ученика средњих
школа школске 2002/2003. године
I разред

1. У систему везаном за плоче хоризонтална компонента брзине куглице је константна по интензитету, а њен смер се мења након судара са плочама : $|v_x'| = v - u$. 2п Дуж вертикале на куглицу делује сила теже па се њена брзина са временом мења по закону: $v_y' = gt$. 3п Време које протекне од улетања куглице до првог одбијања од десне плоче је: $t_1 = \frac{l}{v-u}$ До другог одбијања од десне плоче протекне време : $t_2 = t_1 + \frac{2l}{v-u}$. Време које протекне до n -тог одбијања је: $t_n = \frac{(2n-1)l}{v-u}$. 5п Хоризонтална компонента брзине куглице у лабораторијском систему након n -тог одбијања од десне плоче је: $v_x = 2u - v = 1 \frac{m}{s}$ 1п Вертикална компонента брзине је: $v_y = gt_n = \frac{g(2n-1)l}{v-u} = 8,83 \frac{m}{s}$ 1п Брзина куглице

је: $v = \sqrt{(2u-v)^2 + \frac{g^2(2n-1)^2 l^2}{(v-u)^2}}$; 2п $v = 8,89 \frac{m}{s}$. 1п

2.

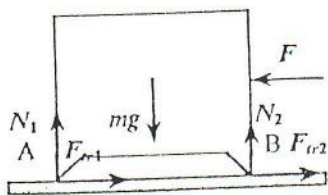


1п

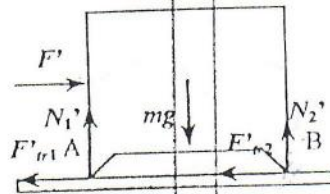
Једначине кретања штапа су: $ma = mg - N$; 4п $I\alpha = \frac{mgd}{2}$, 4п где је I момент инерције штапа у односу на осу која пролази кроз тачку ослоња. $I = \frac{m}{4} \left(\frac{l^2}{3} + d^2 \right)$. Како је : $a = \alpha \frac{d}{2}$, 2п решавањем система једначина добија се:

$$N = \frac{mgl^2}{l^2 + 3d^2} \quad .4п$$

3.



1п



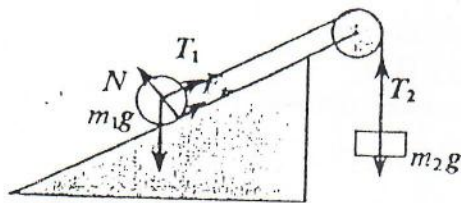
1п

Када се комада помера улево услови равнотеже сила по хоризонтали и вертикали су: $F = F_{f1} + F_{f2}$; $F = \mu_1 N_1 + \mu_2 N_2$; 1п $mg = N_1 + N_2$. 1п Услов равнотеже момената у односу на тачку А је: $F \frac{l}{2} + N_2 l = mg \frac{l}{2}$. 4п

Даље је: $F = \frac{mg(\mu_1 + \mu_2)}{2 - \mu_1 + \mu_2}$. 2п

Ако се комада помера удесно услови равнотеже сила по хоризонтали и вертикали су: $F' = F'_{f1} + F'_{f2}$; $F' = \mu_1 N_1' + \mu_2 N_2'$; 1п $mg = N_1' + N_2'$. 1п Услов равнотеже момената у односу на тачку В је: $F' \frac{l}{2} + N_1' l = mg \frac{l}{2}$. 4п

Даље је: $F' = \frac{mg(\mu_1 + \mu_2)}{2 + \mu_1 - \mu_2}$. 2п Дакле: $F' = \frac{F(2 - \mu_1 + \mu_2)}{2 + \mu_1 - \mu_2}$ 2п



1п

ваљак, у почетку кретања, проклизава по стрмој равни, а након тренутка када је испуњен услов $v(t) = \alpha(t)R$, ваљак ставља да се котрља низ стрму раван без клизања. 2п

начине кретања ваљка, када он проклизава по стрмој равни су: $m_1 a = \frac{m_1 g}{2} - T - \frac{m_1 g \sqrt{3}}{2} \mu$; 1п $I \alpha = F_r R$. 1п

начина кретања тега је: $m_2 a = T - m_2 g$. 1п

брзање центра ваљка је: $a = \frac{m_1(1 - \mu\sqrt{3}) - 2m_2}{2(m_1 + m_2)} g$; $a = 0$. 2п Угаоно убрзање ваљка је: $\alpha = \frac{\mu\sqrt{3}}{R} g$. 1п

вредност брзине центра ваљка од времена док он проклизава по стрмој равни је: $v(t) = v_0 + at$. 1п

вредност угаоне брзине ваљка од времена је: $\alpha(t) = \alpha t$. 1п

време које које протекне од почетка кретања до тренутка када престане проклизавање је: $t = \frac{v_0}{\alpha R - a}$

$\frac{2 v_0 (m_1 + m_2)}{g (m_1 (3\mu\sqrt{3} - 1) + m_2 (2\mu\sqrt{3} + 2))}$ 2п Заменом бројних вредности добија се: $t = 0,2 \text{ s}$. 1п

кон престанка проклизавања једначине кретања ваљка су: $m_1 a' = \frac{m_1 g}{2} - T - F_r$; 1п $I \alpha' = F_r R$; 1п $a' = \alpha' R$; 1п

начина кретања тега је: $m_2 a' = T - m_2 g$. 1п

брзање центра ваљка је: $a' = \frac{m_1 - 2m_2}{3m_1 + 2m_2} g$. 2п

коначне брзине центра ваљка су:

$v(t) = v_0 + at$; 1п $v(t_1) = 1,47 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. 1п $v(t_2) = v_0 + at + a'(t_2 - t)$; 2п $v(t_2) = 1,70 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. 1п

Задатке припремио Бранислав Цветковић
Рецензент проф. др. Александар Срећковић
Председник комисије др. Мићо Митровић

Зависимость квадратичного времени от длины

$t^2 [s^2]$

1000

800

600

400

200

0

20

30

40

60

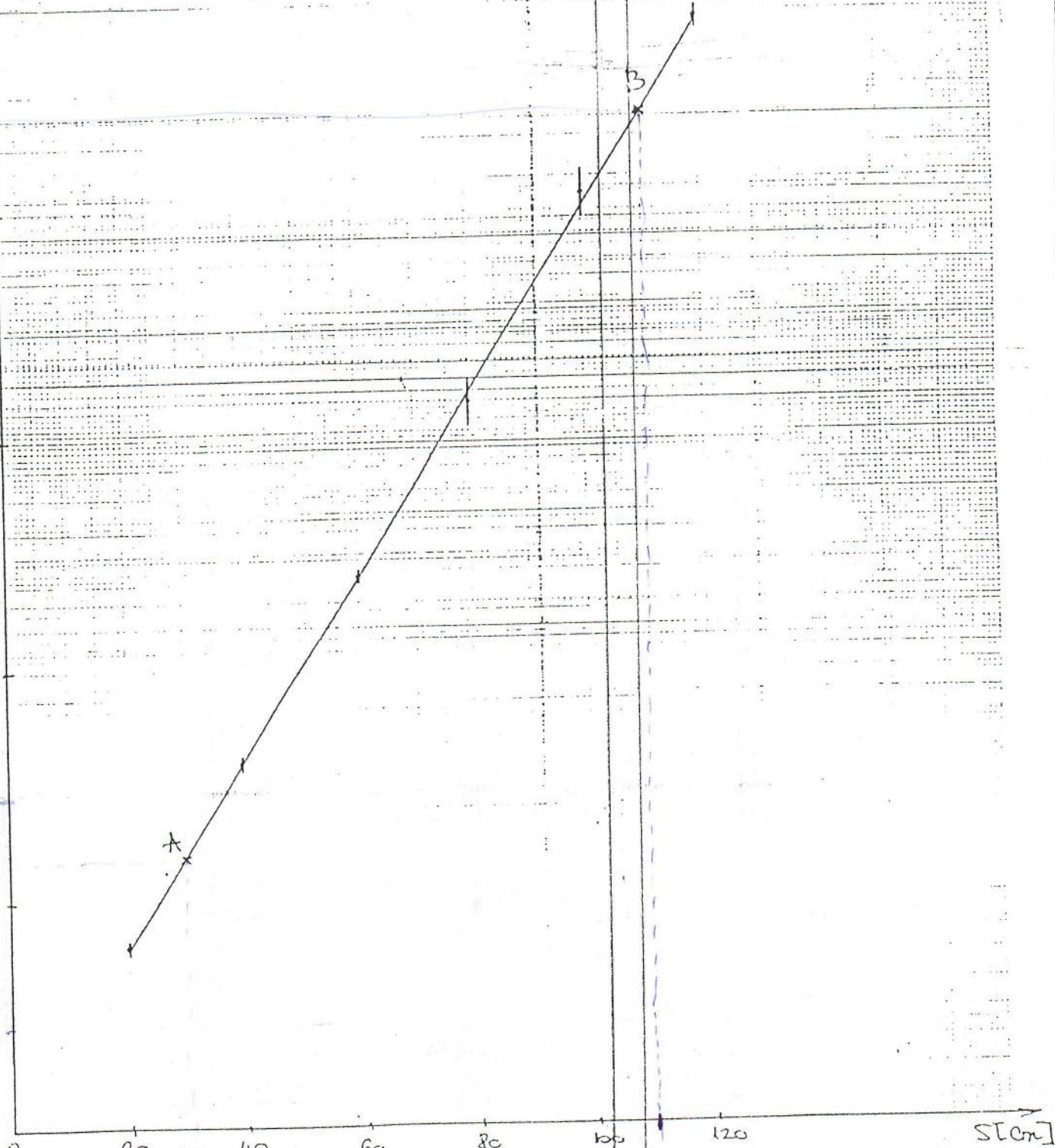
80

100

110

120

$S [cm]$



A

B