

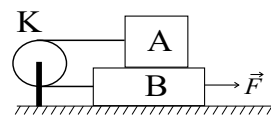
**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И  
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

**Задаци за републичко такмичење ученика средњих школа  
школске 1999/2000. год.**

**I разред**

1. На спортским такмичењима се последњих двадесетак година користи нова техника скока увис која се састоји у томе да скакач прескаче летвицу са леђне стране пребацујући преко летвице постепено део по део тела. На успореном снимку скока се види да прво преко летвице прелазе скакачеве руке, глава, затим грудни део, а потом и остатак тела. Објасните зашто се новом техником могу прескочити веће висине него старом, у којој се преко летвице пребацује одједном цело тело. Ако скакач висине  $l = 1.80\text{ m}$  прескаче старом техником  $h = 1.75\text{ m}$ , колику висину би прескочио новом техником? Узмите да је скакачево тело идеално савитљиво и хомогено. (20 п.)
2. Колики је период обиласка око Земље сателита чији је полупречник путање четири пута мањи од полупречника путања геостационарних сателита? Геостационарни су они сателити који се увек налазе изнад исте тачке на површини Земље. (15 п.)
3. Куглицу обешену о нит дужине  $l$  пустимо из положаја у коме је нит затегнута и хоризонтална. На удаљености  $h$  испод тачке у којој је нит причвршћена забијен је ексер. Колика треба да буде удаљеност  $h$  да би куглица направила бар један круг око ексера? (20 п.)

4. Тело А масе  $m$  повезано је помоћу неистегљиве нити, пребачене преко идеалног котура К, са телом В масе  $m$ . Нит и котур К имају занемарљиву масу, а коефицијент трења клизања између два тела и између тела В и подлоге је  $\mu$  (слика 1). На тело В делује константна сила  $\vec{F}$  чији интензитет износи  $F = 6\mu mg$ . Нађите убрзања оба тела у односу на подлогу. (20 п.)



Слика 1

5. На куглицу која пада у близини Земљине површине делује сила отпора ваздуха чији интензитет је дат са  $F = k(r)v$ , где је  $k(r)$  нека функција полупречника куглице  $r$ , а  $v$  је интензитет брзине куглице. Примећено је да за куглице које су пуштене да падају са довољне висине постоји максимална брзина коју могу да достигну. Након достизања ове брзине куглице се крећу равномерно праволинијски. Објасните ову појаву. На основу резултата експеримента (табела 1) у коме су измерени интензитети максимално достигнутих брзина  $v_m$  за куглице различитих полупречника  $r$ , нађите функцију  $k(r)$ . У експерименту су коришћене куглице густине  $\rho = 4500\text{ kg/m}^3$ . За интензитет убрзања Земљине теже узмите  $g = 9.81\text{ m/s}^2$ . (25 п.)

$r$ [mm]	$v_m$ [m/s]
1	1.51
2	2.98
3	4.50
4	6.02
5	7.49

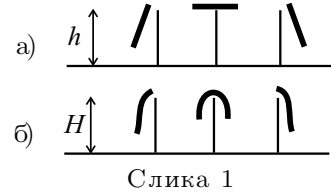
Табела 1

Задатке припремио: Антун Балаж  
Рецензент: др Сунчица Елезовић-Хаџић  
Председник комисије: др Мићо Митровић

# ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

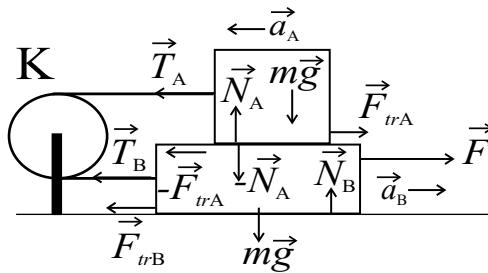
## Решења задатака са републичког такмичења ученика средњих школа школске 1999/2000. год. I разред

1. Прескачући летвицу старом техником (слика 1а), скакач одједном претвара сву своју енергију  $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mgl$ , где је  $m$  маса скакача, а  $v_0$  интензитет његове брзине у тренутку одвајања од тла, у потенцијалну енергију  $mgh$  **5 п**. Ако користи нову технику (слика 1б), сву енергију претвара у  $mg(H - l/4)$  **10 п**, где је  $H$  висина летвице, пошто је центар масе скакача спуштен за  $l/4$  у односу на летвицу у највишој тачки. Дакле,  $H = h + l/4$  **3 п**, па би новом техником скакач прескочио  $H = 2.20\text{ m}$  **2 п**.

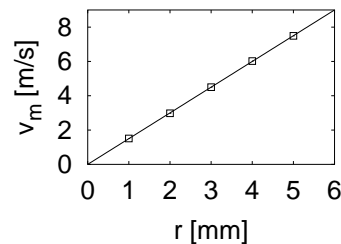


Слика 1

2. За сателит масе  $m$ , полупречника путање  $r$  и периода ротације  $T$  је  $\gamma mM_z/r^2 = 4\pi^2 mr/T^2$  **5 п**, односно  $\gamma M_z/r^3 = 4\pi^2/T^2$ , где је  $M_z$  маса Земље. За геостационарни сателит је  $\gamma M_z/r_g^3 = 4\pi^2/T_z^2$ , где је  $r_g$  полупречник геостационарне путање, а  $T_z = 1$  дан **3 п**. Видимо да важи  $T^2/T_z^2 = r^3/r_g^3$ , па за  $r = r_g/4$  добијамо  $T = T_z/8$  **5 п**, односно  $T = 3\text{ h}$  **2 п**.
3. Када куглица први пут прође кроз најнижу тачку А, полупречник њене трајекторије постаје  $l - h$ . Да би направила бар један круг, у највишој тачки В, која је сада на висини  $2(l - h)$  **3 п** у односу на А, мора да важи  $mv_B^2/(l - h) > mg$  **6 п**, где је  $v_B$  интензитет брзине куглице у тачки В. Из закона одржања енергије  $mv_B^2/2 + 2mg(l - h) = mgl$  **6 п** следи  $v_B^2 = 4gh - 2gl$ , па горњи услов постаје  $h > 3l/5$  **4 п**. Наравно, мора да важи и  $h < l$  **1 п**, па је коначно  $l > h > 3l/5$ .
4. Уз ознаке са слике 2, због особина нити и котура је  $|\vec{a}_A| = |\vec{a}_B| = a$  **1 п** и  $|\vec{T}_A| = |\vec{T}_B| = T$  **1 п**. Једначине кретања за тело А су  $ma = T - F_{trA}$  **3 п** и  $0 = mg - N_A$  **3 п**, а за тело В важи  $ma = F - F_{trA} - F_{trB} - T$  **3 п** и  $0 = mg + N_A - N_B$  **3 п**. Интензитети сила трења су  $F_{trA} = \mu N_A$  **2 п** и  $F_{trB} = \mu N_B$  **2 п**. Из једначина за вертикални правац следи  $N_A = mg$  и  $N_B = 2mg$ , па сада једначине за хоризонтални правац постају  $ma = T - \mu mg$  и  $ma = 3\mu mg - T$ , одакле је  $a = \mu g$  **2 п**.



Слика 2



Слика 3

5. Из једначине кретања куглице следи  $ma = mg - k(r)v$  **5 п**, где је  $a$  интензитет њеног убрзања, а  $m$  маса. Ако је куглица пуштена са довољне висине, односно ако не падне пре тога, достићи ће брзину  $\vec{v}_m$  за коју важи  $mg - k(r)v_m = 0$  **2 п**. У том тренутку убрзање куглице биће једнако нули, па се у наредном тренутку њена брзина неће променити, а и убрзање ће остати једнако нули. Дакле, куглица ће наставити да се креће равномерно праволинијски брзином  $\vec{v}_m$  **3 п**. Из горњег услова следи  $k(r) = mg/v_m = \frac{4}{3}\pi\rho g r^3/v_m$ . Експериментални подаци (слика 3) **5 п** дају  $v_m = Ar$  **3 п**, где је  $A \approx 1.5 \cdot 10^3\text{ s}^{-1}$  **2 п**. Сада је  $k(r) = Cr^2$  **3 п**, а  $C = \frac{4}{3}\pi\rho g/A \approx 123\text{ kg m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  **2 п**.

Задатке припремио: Антун Балаж  
Рецензент: др Сунчица Елезовић-Хаџић  
Председник комисије: др Мићо Митровић