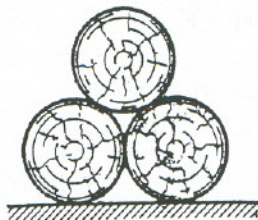
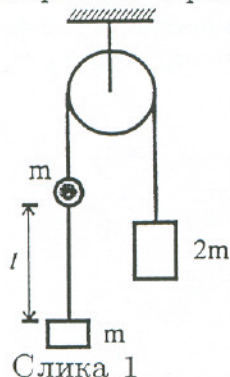


ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА  
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ ЦРНЕ ГОРЕ  
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

39. САВЕЗНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ

VII разред

1. Балон се креће вертикално наниже константном брзином  $u = 2\text{ m/s}$ . Из балона се баца куглица, вертикално навише, почетном брзином  $v_0 = 10\text{ m/s}$  у односу на земљу. Израчунати растојање између куглице и балона када она достигне максималну висину у односу на земљу. Наћи време од тренутка избацавања куглице до њеног повратка у балон.
2. Две куглице од истог материјала падају кроз ваздух. Полупречник прве од њих је четири пута мањи од полупречника друге. Сматрајући да је отпор ваздуха сразмеран квадрату полупречника и квадрату брзине тела, наћи однос брзина куглица када оне достигну константну брзину падања. (Запремина куглице сразмерна је трећем степену полупречника.)
3. Преко идеалног котура занемарљиве масе, пребачена је неистегљива, лака, дугачка нит. О један крај нити обешено је тело масе  $2m$ , а о други куглица и тег једнаких маса  $m$ , на почетном међусобном растојању  $\ell$ , као на слици 1. Куглица може да клизи дуж нити, при чему је сила трења између ње и нити константна и износи  $F_{tr}$ . Ако је у почетном тренутку систем мировао, наћи брзину којом ће куглица ударити у тег.
4. На непокретну мету масе  $M$ , која се налази на глаткој хоризонталној подлози по којој може да клизи без трења, удара метак масе  $m$  који се креће паралелно подлози брзином  $\vec{v}$ . Дубина продирања метка у мету је  $d$ , а мета је заједно са метком наставила да клизи по подлози. Уз претпоставку да је сила кочења која је деловала на метак константна, наћи њен интензитет  $F$  и коначну брзину мете са метком  $\vec{V}$ .
5. Три једнака дрвена цилиндра (балвана) постављена су као на слици 2. Наћи минималну вредност коефицијента трења  $\mu$  између балвана да би они остали непокретни. Претпоставити да клизање балвана по поду није могуће.



Напомена: За убрзање Земљине теже узети  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: др Иван Манчев

Рецензент: др Драган Гајић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

**Решење задатака за Савезно такмичење ученика  
основних школа школске 2003/04. године**

VII разред

1. У односу на балон тело се баца вертикално навише брзином  $V_0 = v_0 + u$ . Максималну висину у односу на земљу тело достиже после времена  $t = v_0/g$ . Растојање између тела и балона тада је једнако путу који тело пређе у односу на балон:

$$\ell = V_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = (v_0 + u)t - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{v_0(v_0 + u)}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0(v_0 + 2u)}{2g} = 7m.$$

Време које треба телу да стигне до највише тачке у односу на балон је  $t' = \frac{V_0}{g} = \frac{v_0 + u}{g}$ . Исто толико времена му треба и да падне из највише тачке у балон, па је тражено време  $\tau = 2t' = \frac{2(v_0 + u)}{g} = 2,4s$ .

2. Куглице достигну константну брзину падања када сила отпора буде једнака сили земљине теже:  $kr_1^2 v_1^2 = m_1 g$ ,  $kr_2^2 v_2^2 = m_2 g$ . Однос брзина је

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_1 r_2^2}{m_2 r_1^2}} = \sqrt{\frac{\gamma r_1^3 r_2^2}{\gamma r_2^3 r_1^2}} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \frac{1}{2}.$$

3. Једначине кретања за мало тело, куглицу и велико тело су:  $T - mg = ma$ ,  $mg - F_{tr} = ma_1$ ,  $2mg - T' = 2ma$ . Због идеалности мора да буде  $T' = F_{tr} + T$ . Из друге једначине се може наћи убрзање  $a_1$ , а из преостале две убрзање  $a$ . Да би се нашао брзина којом куглица удари у тег, потребно је одредити релативно убрзање куглице у односу на тег, а то је  $a_{rel} = a + a_1 = \frac{4}{3}(g - \frac{F_{tr}}{m})$ . Брзина је  $v = \sqrt{2a_{rel}\ell} = \sqrt{\frac{8\ell}{3}(g - \frac{F_{tr}}{m})}$ .

4. Интензитет убрзања метка је  $a = F/m$  и важи  $V = v - at = v - Ft/m$ , где је  $t$  време од уласка метка у мету до њеног заустављања у односу на мету. На мету делује сила интензитета  $F$  (у правцу и смеру вектора  $\vec{v}$ ), па је интензитет убрзања мете  $A = F/M$  и важи  $V = At = Ft/M$ . Решавањем горњих једначина добијамо  $V = v/(1 + M/m)$ . Ако са  $D$  означимо пут који мета пређе за време  $t$ , онда важи  $V^2 = 2AD$ , односно  $D = V^2/2A$ , док за метак важи  $V^2 = v^2 - 2a(d + D)$ , па након замене израза за  $D$  и коришћења  $a/A = M/m$  добијамо  $V^2 = v^2 - 2ad - MV^2/m$ , одакле је  $a = (v^2/2 - V^2/2 - MV^2/2m)/d$ , односно  $F = ma = (mv^2/2 - mV^2/2 - MV^2/2)/d$ . Ако искористимо добијени израз за  $V$ , коначно добијамо  $F = \frac{mM}{m+M} \frac{v^2}{2d}$ . Тражене величине можемо да добијемо и коришћењем закона одржања енергије.

5. На доњи леви цилиндар делују следеће силе:  $F$  сила притиска од стране горњег цилиндра;  $F_{tr}$  сила трења између цилиндара;  $f_{tr}$  сила трења између цилиндра и подлоге;  $Q$  тежина;  $N$  сила реакције. За равнотежу цилиндра неопходно је да: 1) сума момената у односу на тачку  $O$  буде нула тј.  $F_{tr}r - f_{tr}r = 0$ , где је  $r$  радијус цилиндра; 2) сума пројекција сила на хоризонталну осу једнака нули,  $f_{tr} + F_{tr}\frac{\sqrt{3}}{2} - F\frac{1}{2} = 0$ . Узимајући да је  $F_{tr} = \mu F$ , и искључивањем  $f_{tr}$  из горњих једначина налазимо

$$\mu \geq \frac{1/2}{1 + \sqrt{3}/2} = 2 - \sqrt{3} = 0,27.$$

