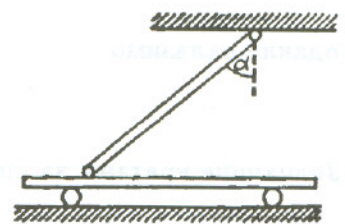
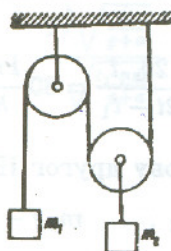
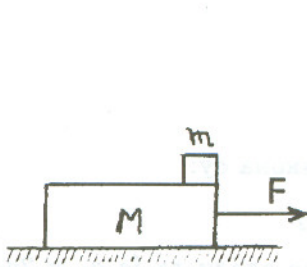


ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА  
35. САВЕЗНО ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА

VII разред

1. На тело масе  $M = 10\text{ kg}$  у облику паралелоипеда дужине  $\ell = 0,5\text{ m}$ , налази се тело масе  $m = 1\text{ kg}$  занемарљивих димензија у односу на паралелоипед. У тренутку  $t = 0$  на тело  $M$  почиње да делује сила  $F = 51\text{ N}$ , а тело  $m$  се налази на ивици паралелоипеда као што је приказано на слици 1. До почетка дејства силе оба тела мирују. Коефицијент трења између тела  $M$  и  $m$  је  $\mu = 0,1$ , а трење између тела  $M$  и подлоге је занемарљиво.
  - а) Одредити потребно време да тело масе  $m$  стигне на други крај паралелоипеда.
  - б) Колики пут за то време прелази тело  $m$  у односу на тло?
2. Растојање између двеју станица трамвај је прешао средњом брзином  $v_{sr} = 72\text{ km/h}$  за  $t = 20\text{ min}$ . Трамвај се прво равномерно убрзавао убрзањем  $a_1$ , затим се кретао равномерно, да би се на крају равномерно успоравао успорењем  $a_2$ . Уколико је на убрзање и успорење укупно утрошено  $t_1 = 4\text{ min}$ , одредити брзину равномерног кретања.
3. Одредити убрзања  $a_1$  и  $a_2$  тела маса  $m_1 = 4\text{ kg}$  и  $m_2 = 2\text{ kg}$  као и силу затезања нити у систему приказаном на слици 2. Масе оба котура, масу нити и трење занемарити.
4. Полука тежине  $Q = 100\text{ N}$  учвршћена је на једном крају, док се другим крајем ослања на колица као што је приказано на слици 3. Угао између полуге и вертикале је  $\alpha = 45^\circ$ . Коефицијент трења између полуге и колица је  $\mu = 0,2$ , а остала трења се занемарују. Одредити хоризонталну силу којом треба да делујемо на колица да би их измакли и то:
  - а) на леву страну;
  - б) на десну страну.
5. Дужина нити једног математичког клатна за  $15\text{ cm}$  је већа од нити другог клатна. Када једно клатно изврши 7 осцилација, друго за исто време изврши једну осцилацију више. Одредити периоде осциловања оба клатна. Да ли ће се однос периода  $T_1/T_2$  променити ако се клатна налазе у лифту који се равномерно убрзава вертикално навише убрзањем  $a$ ?



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

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: др Иван Манчев; Рецензент: др Мирослав Николић  
Председник комисије: др Надежда Новаковић

**ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА**  
**35. САВЕЗНО ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА**

Решење задатака

VII разред

1. У односу на подлогу једначине кретања за једно и друго тело су:

$$F - F_{tr} = Ma_M, \quad F_{tr} = ma_m,$$

где је  $F_{tr}$  сила трења  $F_{tr} = \mu mg = 1 \text{ N}$ . На основу слике имамо:  $S_1 - S_2 = \ell$ , при чему је:  $S_1 = \frac{1}{2}a_M t_x^2$ ,  $S_2 = \frac{1}{2}a_m t_x^2$ . Дакле,  $\frac{t_x^2}{2}(a_M - a_m) = \ell$ , односно

$$t_x = \sqrt{\frac{2\ell}{a_M - a_m}} = \sqrt{\frac{2\ell}{\frac{F - F_{tr}}{M} - \frac{F_{tr}}{m}}} = 0,5 \text{ s}.$$

Задатак може да се реши и на основу следећих релација:

$$A = FS_1 = F_{tr}S_1 - F_{tr}S_2 + \frac{Mv_M^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2},$$

$$v_M = a_M t_x, \quad v_m = a_m t_x,$$

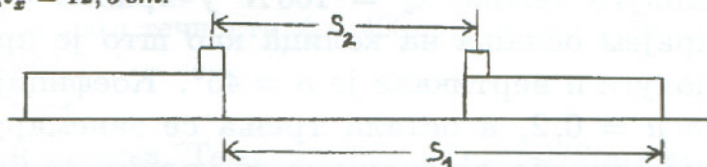
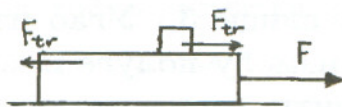
$$F \frac{1}{2} a_M t_x^2 = F_{tr} \ell + \frac{M a_M^2 t_x^2}{2} + \frac{m a_m^2 t_x^2}{2},$$

$$\frac{t_x^2}{2} (F a_M - M a_M^2 - m a_m^2) = F_{tr} \ell,$$

$$\frac{t_x^2}{2} \left( F a_M - M \frac{F - F_{tr}}{M} a_M - m \frac{F_{tr}}{m} a_m \right) = F_{tr} \ell.$$

Након сређивања последњег израза добијамо исти израз за тражено време  $t_x$ .

Пут који пређе тело  $m$  биће:  $S_2 = \frac{1}{2} a_m t_x^2 = 12,5 \text{ cm}$ .



2. Нека су  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  редоследно путеви које трамвај прелази при убрзаном, равномерном и успореном кретању. Средња брзина је:  $v_{sr} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t}$ . Како је:

$$S_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} v t_1 \quad \text{јер је} \quad a_1 = \frac{v}{t_1},$$

$$S_3 = v t_3 - \frac{1}{2} a_2 t_3^2 = \frac{1}{2} v t_3 \quad \text{јер је} \quad a_2 = \frac{v}{t_3},$$

$$S_2 = v(t - t_1), \quad t_1 = t_2 + t_3,$$

израз за средњу брзину постаје:

$$v_{sr} = \frac{\frac{1}{2} v t_1 + v(t - t_1)}{t},$$

одакле налазимо

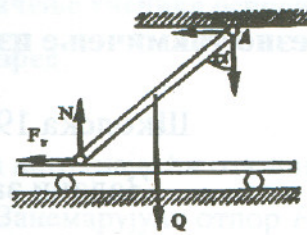
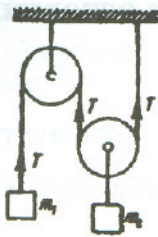
$$v = \frac{2v_{sr}t}{2t - t_1} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

3. Једначине кретања за свако тело на основу другог Њутновог закона су:

$$m_1 g - T = m_1 a_1, \quad m_2 g - 2T = -m_2 a_2.$$

Померај тела  $m_2$  је два пута мањи од помераја тела  $m_1$ , одатле следи да је  $a_1 = 2a_2$ . На основу претходних једначина добијамо:

$$a_2 = \frac{2m_1 - m_2}{4m_1 + m_2} g = 3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad a_1 = 2a_2 = 6,66 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad T = \frac{3m_1 m_2}{4m_1 + m_2} g = 13,33 \text{ N}.$$



4. а) При извлачењу колица на леву страну, на полуку делују следеће силе: тежина полуге, сила реакције колица  $N$ , сила трења  $F_{tr} = \mu N$ , (усмерена лево зато што се полука у односу на колица креће десно); непозната сила реакције у тачки  $A$  (разложена на слици на две компоненте). Услов равнотеже у односу на тачку  $A$  је:

$$Q \frac{l \sqrt{2}}{2} - Nl \frac{\sqrt{2}}{2} - \mu Nl \frac{\sqrt{2}}{2} = 0, \quad \text{односно} \quad \frac{Q}{2} - N(1 + \mu) = 0.$$

Одатле се добија да је  $N = \frac{Q}{2(1+\mu)}$ , а тражена сила је:

$$F \geq F_{tr} = \mu N = \frac{\mu Q}{2(1 + \mu)} = 8,33 \text{ N}.$$

- б) Уколико колица измичемо на десну страну, сила трења  $F_{tr}$  биће усмерена на десну страну, тако да услов равнотеже има облик:

$$Q \frac{l \sqrt{2}}{2} - Nl \frac{\sqrt{2}}{2} + \mu Nl \frac{\sqrt{2}}{2} = 0, \quad \text{односно} \quad \frac{Q}{2} - N(1 - \mu) = 0,$$

а одатле је

$$F \geq F_{tr} = \mu N = \frac{\mu Q}{2(1 - \mu)} = 12,5 \text{ N}.$$

5. Периоди осциловања једног и другог клатна су:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}, \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + \Delta l}{g}}, \quad \Delta l = 15 \text{ cm}.$$

За време  $\tau$  дуже клатно изврши 7, а краће 8 осцилација, тј.  $\tau = 7T_2 = 8T_1$ . На основу ових једначина добијамо за дужину  $l_1 = \frac{\tau^2}{2 \cdot 7 + 1} \Delta l = 49 \text{ cm}$ , што за периоде даје:  $T_1 = 1,39 \text{ s}$  и  $T_2 = 1,59 \text{ s}$ . Однос периода неће се променити ако су клатна у лифту који се убрзава што се види из следеће релације:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g+a}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_1 + \Delta l}{g+a}}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_1 + \Delta l}}.$$