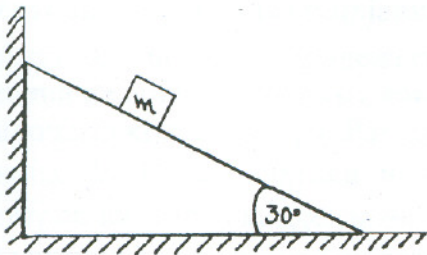


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ
ПМФ - ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ НОВИ САД

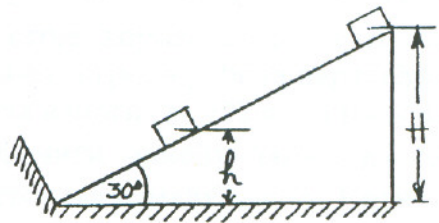
Задаци за Републичко такмичење ученика
основних школа школске 2000/01. године

VII разред

1. На клину чији је нагибни угао стрме равни $\alpha = 30^\circ$ налази се тело масе $m = 4 \text{ kg}$ (видети слику 1). Одредити силу којом клин делује на вертикални зид ако је коефицијент трења између тела и клина $\mu = 0,1$. Трење између клина и подлоге занемарити.
2. Тег масе m окачен је о плафон лифта чија је маса $M = 100 \text{ kg}$. Тег се налази на растојању $h = 1,5 \text{ m}$ од пода лифта. Лифт се креће наврше под утицајем силе $F = 1500 \text{ N}$. Ако се нит изненада скида колико времена протекне од тренутка кидања нити до пада тегу на под?
3. Полуга је у равнотежи када су са једне и друге стране ослоња окачена неистегљивим нитима два тегу различитих маса од истог материјала. Показати да равнотежа неће бити нарушена ако се тегови потопе у воду.
4. Низ фиксирану стрму раван нагибног угла $\alpha = 30^\circ$ клизи еластично тело. На крају спушта тело еластично удара у зид, који је постављен нормално у односу на стрму раван, а затим се поново подиже уз раван до висине $h = 0,5 \text{ m}$. Коефицијент трења између тела и равни је $\mu = 0,2$. Наћи почетну висину H са које је тело почело да се креће (видети слику 2).
5. У току пете секунде равномерно успореног кретања тело прелази $S = 5 \text{ m}$ и на крају пете секунде тело се зауставља. Колики пут је прешло тело у току треће секунде кретања?



Слика 1



Слика 2

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

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: др Иван Манчев

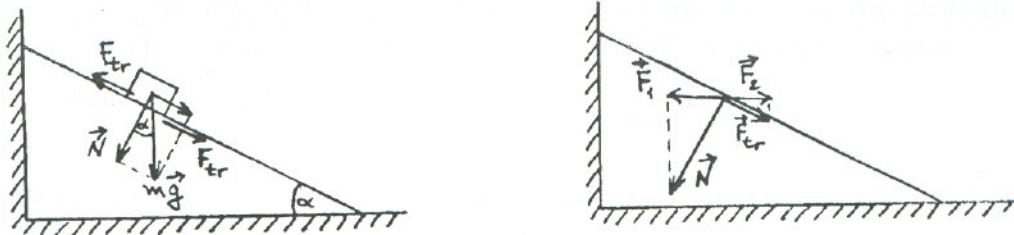
Рецензент: др Мирослав Николић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

Решење задатака за Републичко такмичење ученика
основних школа школске 2000/01. године

VII разред

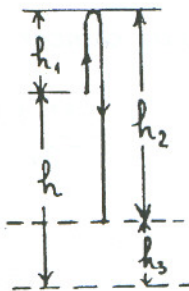
1. Тело m делује на клин нормалном компонентом силе земљине теже $N = mg\frac{\sqrt{3}}{2}$. На тело m делује сила трења $F_{tr} = \mu N$, али иста сила трења само скупротног смера делује и на клин сагласно трећем Њутновом закону (видети слику).



Нека је F_1 хоризонтална компонента силе N односно $F_1 = \frac{1}{2}N$, а F_2 хоризонтална компонента силе трења: $F_2 = F_{tr}\frac{\sqrt{3}}{2} = \mu N\frac{\sqrt{3}}{2}$. Сила којом клин врши притисак на вертикални зид је

$$F = F_1 - F_2 = \frac{mg}{4}(\sqrt{3} - 3\mu) = 0,358mg = 14,32 \text{ N.}$$

2. Нека је у моменту кидања нити брзина лифта (а самим тим и брзина тела) v_1 . За посматрача са земље (непокретни систем референце) тело ће ићи невише у току времена $t_1 = v_1/g$ прелазећи пут $h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{gt_1^2}{2}$. Затим тело слободно пада прелазећи пут $h_2 = \frac{1}{2}g(t_u - t_1)^2$, при чему t_u означава укупно време кретања тела. За време t_u под лифта се подигао за $h_3 = v_1 t_u + \frac{1}{2}a_1 t_u^2 = gt_1 t_u + \frac{1}{2}a_1 t_u^2$, где је a_1 убрзање лифта (у односу на земљу) које налазимо из једначине за кретање лифта, после пуцања нити $F - Mg = Ma_1$ и оно износи $a_1 = F/M - g = 5 \text{ m/s}^2$.



На основу слике имамо да је $h_3 + h_2 = h + h_1$ односно $gt_1 t_u + \frac{1}{2}a_1 t_u^2 + \frac{gt_u^2}{2} - gt_1 t_u + \frac{gt_1^2}{2} = h + \frac{gt_1^2}{2}$ што након сређивања добијамо

$$\frac{1}{2}t_u^2(a_1 + g) = h, \quad (1)$$

а одатле је тражено време

$$t_u = \sqrt{\frac{2h}{a_1 + g}} = \sqrt{\frac{2hM}{F}} = 0,45 \text{ s.}$$

Напоменимо да за посматрача који се налази у лифту тело слободно пада убрзањем $a_1 + g$ јер лифт и тег имају супротно усмерена убрзања, тако да одмах може да се пише једначина (1) и да се нађе време t_u .

3. Нека су тегови масе m_1 и m_2 на растојањима ℓ_1 и ℓ_2 од ослоња када је полука у равнотежи. За случај када су тегови у ваздуху важи

$$m_1 g \ell_1 = m_2 g \ell_2, \quad \text{тј.} \quad m_1 \ell_1 = m_2 \ell_2.$$

У случају када су тегови у води јавља се и сила потиска, па су моменти сила

$$M_1 = m_1 g \ell_1 - \rho_v V_1 g \ell_1, \quad M_2 = m_2 g \ell_2 - \rho_v V_2 g \ell_2,$$

где је ρ_v густина воде. Разлика момената је

$$M_2 - M_1 = (m_2 \ell_2 - m_1 \ell_1)g + \rho_v g (V_1 \ell_1 - V_2 \ell_2) = \rho_v g (V_1 \ell_1 - V_2 \ell_2).$$

Како је $V_1 \ell_1 = V_2 \ell_2$ јер је $\frac{m_1}{\rho} \ell_1 = \frac{m_2}{\rho} \ell_2$ односно $m_1 \ell_1 = m_2 \ell_2$ следи да је $M_2 - M_1 = 0$ што значи да су моменти исти и да ће полука остати у равнотежи.

4. Према закону одржања енергије потенцијална енергија тела $E_p = mgH$ делимично се троши на вршење рада против силе трења (наниже тело прелази пут $S_1 = 2H$ а навише пут $S_2 = 2h$), а делимично на подизање тела на висину h . Дакле,

$$mgH = F_{tr} 2H + F_{tr} 2h + mgh,$$

где је F_{tr} сила трења

$$F_{tr} = \mu mg \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

На основу ових једначина налазимо тражену висину

$$H = h \frac{mg + 2F_{tr}}{mg - 2F_{tr}} = h \frac{1 + \mu\sqrt{3}}{1 - \mu\sqrt{3}} = 1,03 \text{ m.}$$

5. На основу релација $v = v_{05} - a\Delta t_5 = 0$ и $S = v_{05}\Delta t_5 - \frac{1}{2}a\Delta t_5^2$ следи да је $S = \frac{1}{2}v_{05}\Delta t_5$ односно брзина на почетку пете секунде $v_{05} = 10 \text{ m/s}$, (при чему је $\Delta t_5 = 1 \text{ s}$). Из израза $v_{05} - a\Delta t_5 = 0$ је успорење $a = 10 \text{ m/s}^2$, док је почетна брзина $v_0 = at_5 = 50 \text{ m/s}$, где је $t_5 = 5 \text{ s}$. У току прве три секунде и у току прве две секунде кретања тело прелази путеве $S_3 = v_0 t_3 - \frac{1}{2}at_3^2$, $S_2 = v_0 t_2 - \frac{1}{2}at_2^2$, а у току треће секунде прелази пут $x = S_3 - S_2 = v_0(t_3 - t_2) - \frac{1}{2}a(t_3^2 - t_2^2) = 25 \text{ m}$.