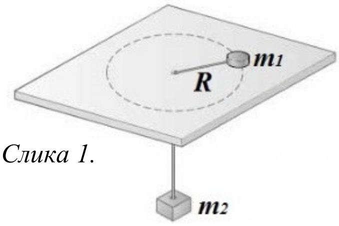
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2016/2017.ГОДИНЕ

I РАЗРЕД

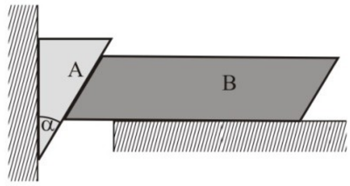
Друштво физичара Србије
Министарство просвете и науке Републике Србије
ЗАДАЦИ-фермионска категорија

ОКРУЖНИ НИВО
26.02.2017.



Слика 1.

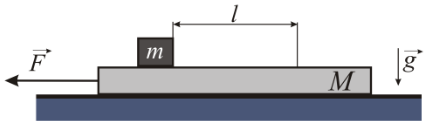
1. За један крај лаке неистегљиве нити везан је пак (диск) масе m_1, који лежи на глаткој хоризонталној подлози по којој може да се креће без трења. Нит је провучена кроз мали отвор у равни (занемарљивих димензија), а за њен други крај везано је тело масе m_2. Пак све време ротира у равни тако да му је центар масе на кругу радијуса R, док друго тело (m_2) мирује (слика 1). Наћи брзину пака ако се трење између нити и подлоге у свим тачкама контакта занемарује. **[20п]**



Слика 2.

2. Клин A масе m_A са углом α=30° једном страном се ослања на глатки непокретни вертикални зид, а другом страном се ослања на глатку призму B масе m_B, која се без трења креће по непокретној хоризонталној подлози. Наћи убрзање клина a_A и призме a_B у описаном положају, илустрованом на слици 2. Трење између клина и призме, клина и вертикалног зида као и призме и подлоге је занемарљиво. **[20п]**

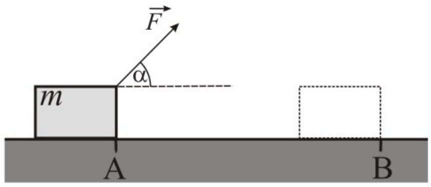
3. Ања је почела да ради задатке са окружног такмичења између девет и десет часова, а предала је рад између једанаест и дванаест часова, у тренутку када су велика и мала казаљка на часовнику замениле своја места (у односу на почетни тренутак). Наћи колико времена је Ања радила задатке и колико је још могла да их ради, ако се зна да је такмичење трајало до 13h. **[20п]**



Слика 3.

4. Даска масе $M = 2kg$ мирује на глаткој хоризонталној подлози, а на њој мирује тело масе $m = 1kg$ (слика 3). У тренутку $t_0 = 0$ на даску почне да делује хоризонтална сила $F = 5N$ улево. После колико времена од тренутка t_0 ће тело масе m да пређе пут l=1m у односу на даску ако се све време налази на њој. Коефицијент трења између даске и тела је $\mu = 0,1$ (g=9,81m/s^2). **[20п]**

5. Тело масе m=2kg у почетном тренутку t_0=0 мирује на хоризонталној равни. Од тренутка t_0 на њега делује вучна сила $\vec{F}$ под углом α= 45° у односу на хоризонталу, као на слици 4. Тело почиње кретање од тачке A, а зауставља се у тачки B. Коефицијент трења између тела и подлоге на првој половини пута је μ_1, док је на другој половини $\mu_2=2\mu_1=0,2$. Ако сила престаје да делује на половини пута између A и B одредити убрзање тела на првој и другој половини пута и наћи интензитет вучне силе F. **[20п]**



Слика 4.

Задатке припремили:др *Петар Мали*, ПМФ, Нови Сад, *Светислав Мијатовић,*Физички факултет, Београд, *Зоран П. Поповић*, Физички факултет, Београд
Рецензент: *Зоран П. Поповић*, Физички факултет, Београд
Председник Комисије за такмичење за средње школе: Доц. др *Божидар Николић,* Физички факултет, Београд

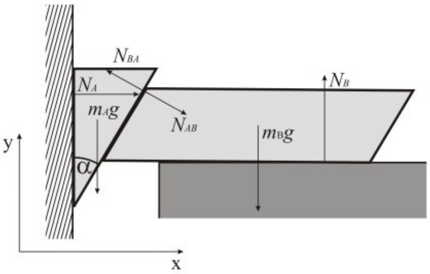
I РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете и науке Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА- фермионска категорија

ОКРУЖНИ НИВО
26.02.2017.

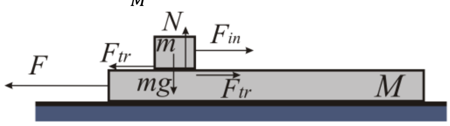
Р1. Из услова да тег мирује следи да пак непрестано кружи брзином константног интензитета по кружној путањи. Одатле следи да је сила затезања једнака центрифугалној $T = F_{cf}$ тј. $T = \frac{m_1 v^2}{R}$**[6п]**. Пошто тег мирује налазимо да је $m_2 g = T$ **[6п]**, а из ове две једначине добије се веза $m_2 g = \frac{m_1 v^2}{R}$**[5п]**, одакле се налази тангенцијална брзина пака $v = \sqrt{gRm_2/m_1}$**[3п]**.

Р2. Једначине кретања клина су $x: 0 = N_A - \frac{N_{BA}\sqrt{3}}{2}$, $y: m_A a_A = mg - \frac{N_{BA}}{2}$ **[5п]** а за призму $x: \frac{N_{AB}\sqrt{3}}{2} = m_B a_B$, $y: N_B = \frac{N_{AB}}{2} + m_B g$ **[5п]** и важи да је $N_{BA} = N_{AB}$ **[1п].** Однос путева које за исто време пређу клин и призма су , $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \sqrt{3}$ **[1п],** одакле се добије однос њихових убрзања $a_A = a_B\sqrt{3}$ **[2п]**. Решавањем датог система једначина добија се $a_A = \frac{3m_A g}{3m_A + m_B}$ **[3п]** $a_B = \frac{\sqrt{3}m_A g}{3m_A + m_B}$**[3п]**.



Р3. Нека је ω_1 угаона брзина велике казаљке, а ω_2 угаона брзина мале казаљке, при чему знамо да важи $\omega_1 = 12\omega_2$ **[2п]** и да је $\omega_1 = 2\pi$ по часу **[1п]**. Обележимо угао између мале и велике казаљке у почетном тренутку са φ_1. Након времена t Ања преда рад и у том тренутку су мала и велика казаљка замениле своја места у односу на почетни положај. Тада важи $\omega_2 t = \varphi_1$, $\omega_1 t = 4\pi - \varphi_1$ **[6п]**, одакле се добија време од почетка израде до предаје рада $t = \frac{4\pi}{\omega_1+\omega_2} = 1{,}85$h **[1п]**. Нека је φ_2 угао између мале казаљке у тренутку када је Ања предала задатке и казаљки у 12h. У том случају је $\omega_2 t' = \varphi_2$, $\omega_1 t' = \varphi_1 + \varphi_2$ **[6п]**. Односно $t' = \frac{\omega_2}{\omega_1-\omega_2}\frac{4\pi}{\omega_1+\omega_2}$ **[2п]**, одакле се заменом бројних вредности добија t'=0,17h **[1п]**. Ања је могла да ради још 1,17h **[1п]**.

Р4. Једначина кретања даске је $Ma_M = F - F_{tr}$, где је a_M убрзање. Одатле добијамо $a_M = \frac{F-F_{tr}}{M}$ **[3п]**. На мало тело у неинерцијалном систему везаном за даску делује инерцијална сила $F_{in} = ma_M$ **[1п]**, у смеру приказаном на слици. Кретање малог тела описано је једначинама $ma_m = F_{in} - F_{tr}$ **[3п]** и $N = mg$ **[1п]**, где је a_m убрзање малог тела у односу на даску. Из услова да је $F_{tr} = \mu N$ **[2п]** добијамо систем једначина $Ma_M = F - \mu mg$ **[2п]** и $ma_m = ma_M - \mu mg$ **[2п]**. Решавањем датог система једначина добије се $a_m = \frac{F}{M} - \mu g(1 + \frac{m}{M})$ **[3п]**. Тражено време, потребно да тело које равномерно убрзава без почетне брзине, пређе пут l је $t = \sqrt{\frac{2l}{a_m}} = \sqrt{\frac{2lM}{F-\mu g(m+M)}} = 1{,}39s$ **[3п]**



Р5. На првој половини пута важи $ma_1 = \frac{F\sqrt{2}}{2} - \mu_1(mg - \frac{F\sqrt{2}}{2})$ **[4п].** Одатле је $F = \sqrt{2}\frac{(a_1+\mu_1 g)m}{1+\mu_1}$ **[4п].** Брзина тела након пређене прве половине пута је $v = \sqrt{2a_1\frac{s}{2}}$ **[2п]**. На другој половини пута је $ma_2 = \mu_2 mg$ **[4п]**. Интензитет успорења на другој половини пута је a_2=1,962m/s^2 **[1п]**. Брзина на половини пута се такође може изразити и као $v = \sqrt{2a_2\frac{s}{2}}$ **[2п]**. Одатле закључујемо да је $a_1 = a_2$=1,962m/s^2 **[2п]**, при чему тело на првој половини пута убрзава, а на другој успорава.Заменом у израз за силу добија се F=7,57N **[1п]**.

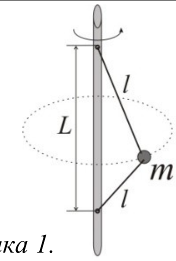
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2016/2017.ГОДИНЕ

Друштво физичара Србије
Министарство просвете и науке Републике Србије
ЗАДАЦИ-бозонска категорија

IРАЗРЕД

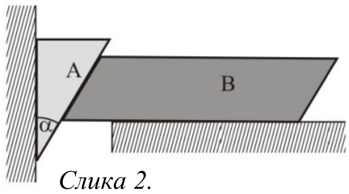
ОКРУЖНИ НИВО
26.02.2017.

1.Тело масе m=4kg занемарљивих димензија окачено је преко две неистегљиве и лаке нити истих дужина l=2m за вертикално постављену шипку као на слици 1. Тачке на којима су нити везане за шипку међусобно су удаљене L=3m. Шипка ротира око своје осе, а тело ротира у хоризонталној равни константном брзином 6 m/s. Током ротације нити су све време затегнуте и нема намотавања нити на шипку. Колике су силе затезања горње (T_1) и доње нити (T_2)? (g=9,81 m/s^2)**[20п]**



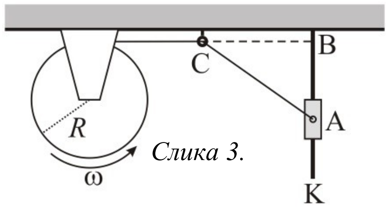
Слика 1.

2. Клин A масе m_A са углом α=30° једном страном се ослања на глатки непокретни вертикални зид, а другом страном се ослања на глатку призму B масе m_B, која се без трења креће по непокретној хоризонталној подлози. Наћи убрзање клина a_A и призме a_B у описаном положају, илустрованом на слици 2. Трење између клина и призме, клина и вертикалног зида као и призме и подлоге је занемарљиво.**[20п]**



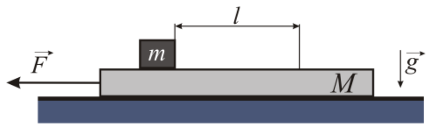
Слика 2.

3. Клизач може да клизи слободно по шипки дуж правца KB. Клизач је у тачки A везан неистегљивом нити, која пролази кроз мали непокретни прстен C, а намотана је на котур који ротира константном угаоном брзином ω у правцу приказаном на слици 3. Испрекидана дуж BC ортогонална је на шипку. Наћи брзину клизача у функцији растојања AB=x, ако је BC=a, а радијус котура је R.**[20п]**



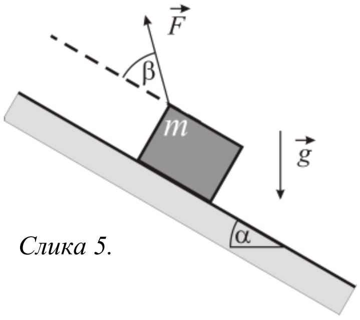
Слика 3.

4. Даска масе $M = 2kg$ мирује на глаткој хоризонталној подлози, а на њој мирује тело масе $m = 1kg$ (слика 4). У тренутку $t_0 = 0$ на даску почне да делује хоризонтална сила $F = 5N$ улево. После колико времена од тренутка t_0 ће тело масе m да пређе пут l=1m у односу на даску ако се све време налази на њој. Коефицијент трења између даске и тела је $\mu = 0{,}1$ (g=9,81 m/s^2).



Слика 4.

5. Тело масе $m = 1kg$ налази се на непокретној стрмој равни нагибног угла $\alpha = 30^o$. Коефицијент трења између тела и стрме равни је $\mu = 0{,}1$. На тело делује сила F као на слици 5, где је $\beta = 45^o$. Колики би требало да буде интензитет силе F да би се тело кретало навише (уз стрму раван) константном брзином? (g=9,81 m/s^2).



Слика 5.

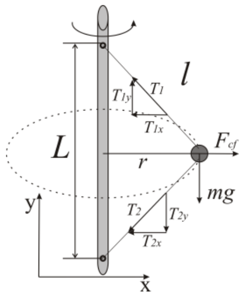
Задатке припремили:др *Петар Мали*, ПМФ, Нови Сад, *Светислав Мијатовић,*Физички факултет, Београд, *Зоран П. Поповић*, Физички факултет, Београд
Рецензент: *Зоран П. Поповић*, Физички факултет, Београд
Председник Комисије за такмичење за средње школе: Доц. др *Божидар Николић,*Физички факултет, Београд

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2016/2017.ГОДИНЕ

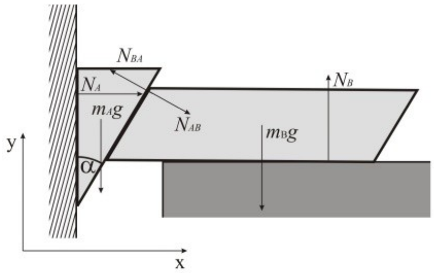
I РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете и науке Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА -бозонска категорија

ОКРУЖНИ НИВО
26.02.2017.



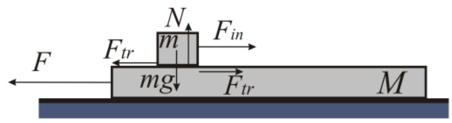
P1. Из сличности троуглова налазе се пројекције сила затезања конца 1 и 2 дуж x осе су $T_{1x} = \frac{T_1 r}{l}$ и $T_{2x} = \frac{T_2 r}{l}$ **[1п]** і дуж y осе $T_{1y} = \frac{T_1 L}{2l}$ и $T_{2y} = \frac{T_2 L}{2l}$ **[1п]**. Једначине којима је описано кретање тела масе m дуж поменутих оса су y: $\frac{T_1 L}{2l} = mg + \frac{T_2 L}{2l}$ **[4п]**, x: $\frac{mv^2}{r} = \frac{(T_1+T_2)r}{l}$ **[4п].** Радијус кружнице коју описује тело је $r = \sqrt{l^2 - (L/2)^2}$ **[2п]**. Решавањем овог система једначина добију се коначне формуле за интензитете сила затезања нити $T_1 = lm\left(\frac{2v^2}{4l^2-L^2} + \frac{g}{L}\right)$ **[3п]**, $T_2 = lm\left(\frac{2v^2}{4l^2-L^2} - \frac{g}{L}\right)$ **[3п]**, а заменом бројних вредности добија се $T_1 = 108{,}4\ N$ **[1п]** $T_2 = 56{,}1\ N$ **[1п].**



P2. Једначине кретања клина су $x: 0 = N_A - \frac{N_{BA}\sqrt{3}}{2}$, $y: m_A a_A = mg - \frac{N_{BA}}{2}$ **[5п]** а за призму x: $\frac{N_{AB}\sqrt{3}}{2} = m_B a_B$, $y: N_B = \frac{N_{AB}}{2} + m_B g$ **[5п]** и важи да је $N_{BA} = N_{AB}$ **[1п].** Однос путева, које за исто време пређу клин и призма, су $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \sqrt{3}$ **[1п],** одакле се добије однос њихових убрзања $a_A = a_B\sqrt{3}$ **[2п]**. Решавањем датог система једначина добија се $a_A = \frac{3m_A g}{3m_A + m_B}$ **[3п]** $a_B = \frac{\sqrt{3}m_A g}{3m_A + m_B}$**[3п].**

P3. Нит се намотава брзином $v = R\omega$ **[5п]** и вуче клизач који се по шипки креће брзином v_x. Из услова да је нит неистегљива клизач се у правцу нити креће брзином v ка тачки C. Из сличности троуглова налази се однос брзине клизача ка тачки C и дуж шипке је $v/v_x = \frac{x}{l}$ **[8п]**, где је $l = \sqrt{x^2 + a^2}$ **[2п]** дужина нити од тачке C до клизача (A) , одакле се добије брзина шипке дуж клизача $v_x = \frac{vl}{x} = \frac{v\sqrt{x^2+a^2}}{x}$ **[5п].**

Други начин: Нека је у тренутку t $AC = l$. У тренутку $t + \Delta t$ је $AC = l - \omega R \Delta t$ **[5п]**. Нека се за време Δt клизач померио за Δx дуж правца KB. Тада можемо да применимо питагорину теорему за троугао ΔABC у тренуцима t и $t + \Delta t$. Добијамо $a^2 = l^2 - x^2$, односно $a^2 = (l - \omega R \Delta t)^2 - (x - \Delta x)^2$ **[5п]**. Изједначавањем десних страна, а потом елиминацијом квадрата малих величина добија се $2lR\omega = 2x\frac{\Delta x}{\Delta t} = 2xv_x$ **[5п]**, одакле је $v_x = \frac{lR\omega}{x} = R\omega\frac{\sqrt{a^2+x^2}}{x}$ **[5п].**



P4. Једначина кретања даске је $Ma_M = F - F_{tr}$, где је a_M убрзање. Одатле добијамо $a_M = \frac{F - F_{tr}}{M}$ **[3п]**. На мало тело у неинерцијалном систему везаном за даску делује инерцијална сила $F_{in} = ma_M$ **[1п]**, у смеру приказаном на слици. Кретање малог тела описано је једначинама $ma_m = F_{in} - F_{tr}$ **[3п]** и $N = mg$ **[1п]**, где је a_m убрзање малог тела у односу на даску. Из услова да је $F_{tr} = \mu N$ **[2п]** добијамо систем једначина $Ma_M = F - \mu mg$ **[2п]** и $ma_m = ma_M - \mu mg$ **[2п]**. Решавањем датог система једначина добије се $a_m = \frac{F}{M} - \mu g\left(1 + \frac{m}{M}\right)$ **[3п]**. Тражено време потребно да тело, које равномерно убрзава без почетне брзине, пређе пут l је $t = \sqrt{\frac{2l}{a_m}} = \sqrt{\frac{2lM}{F - \mu g(m+M)}} = 1{,}39s$ **[3п].**

P5. Из услова да се тело креће равномерно следи да је збир свих сила које делују на њега нула **[4п]**. Разлагањем сила на правце постављене дуж и нормално на стрму раван добију се редом једначине: $F\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{mg}{2} - \mu N = 0$, **[4п]** $\frac{mg\sqrt{3}}{2} - F\frac{\sqrt{2}}{2} = N$ **[4п]**. Решавањем датог система налази се интензитет $F = \frac{mg(1+\mu\sqrt{3})}{\sqrt{2}(1+\mu)}$ **[6п]**, одакле након замене бројних вредности добијамо $F = 7{,}4N$ **[2п]**.