



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

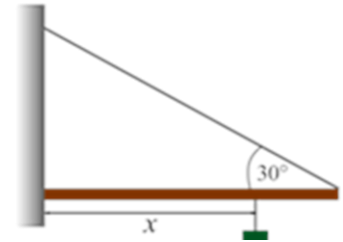
Министарство просвете, науке и технолошког
развија Републике Србије

VIII
РАЗРЕД

СФО
11-12.05.2022.

ЗАДАЦИ

1. Један крај хомогеног штапа дужине 1 m постављен је уз вертикални зид. Други крај је помоћу лаке жице прикачен за зид тако да жица заклапа угао од 30° са штапом (слика). Коефицијент трења између краја штапа и зида је $\mu = 0,4$. Тело, које има дупло мању масу од штапа, закачено је за штап као што је приказано на слици. Наћи минималну вредност растојања x да би штап био у равнотежи у хоризонталном положају. Колики треба да буде минималан коефицијент трења између штапа и зида да би тело могло да се закачи на растојању $x = 30\text{ cm}$, а да притом штап не проклиза?



2. Метални штап масе m постављен је нормално на две паралелне, глатке, металне жице нагнуте под углом од 30° , као стрма раван. Жице су на растојању l и спојене преко отпорника отпорности R . Цео систем се налази у хомогеном магнетном пољу индукције B усмереном вертикално навише. Колику почетну брзину v_0 треба саопштити штапу низ стрму раван да би се он све време кретао равномерном брзином?

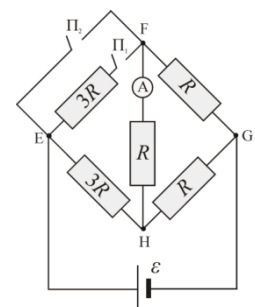
3. а) Комад дрвета масе 2 kg склизне са узвишења приказаног на слици. Закривљени део пута је идеално гладак, а хоризонтални део дужине 30 m је груб и коефицијент трења између грубог дела и дрвета је $0,2$. Комад дрвета почиње кретање са висине 4 m изнад хоризонталне подлоге. Колики пут дрво пређе на хоризонталном делу пута до заустављања? Колики су рад силе трења и гравитационе силе на целом путу?



б) Млеко, које се налази у амбалажи облика квадрата чију основу чини квадрат старанице $a = 7\text{ cm}$ и чија је висина $c = 20\text{ cm}$ испуњава половину тог паковања. Паковање је постављено тако да лежи на хоризонталној подлози на једној својој правоугаоној страни. Сматрајући да је густина млека приближно једнака $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$, израчунати минималан рад потребан да се квадрат преврне око своје дуже ивице c . Занемарити масу амбалаже. *Помоћ:* Тежиште троугла дели тежишну дуж у односу $2:1$.

4. У гвозденом суду облика шупљег правог кружног ваљка затвореног са доње стране налази се вода температуре $t_v = 41^\circ\text{C}$. Спољашњи полупречник и висина суда су $r = 16\text{ cm}$ и $h = 40\text{ cm}$, по реду, а дебљине вертикалног зида и дна суда су $a = 1\text{ cm}$ и $b = 2\text{ cm}$, по реду. Ниво воде се налази $h_1 = 5\text{ cm}$ од врха суда. Ковач у суд пусти сечиво од челика температуре $t_c = 300^\circ\text{C}$, при чему вода у суду достигне ниво који се налази $h_2 = 4,5\text{ cm}$ од врха суда. Након тога ковач брзо у суд убаци комад алуминијума температуре $t_A = 10^\circ\text{C}$. Након успостављања топлотне равнотеже између суда, воде, сечива и комада алуминијума температура воде је износила $t = 42^\circ\text{C}$. Претпоставити да цео процес убацивања у воду и успостављања топлотне равнотеже траје веома кратко, тако да се може занемарити размена топлоте система са околином. Густине гвожђа, воде, челика и алуминијума редом износе $\rho_G = 7800\text{ kg/m}^3$, $\rho_V = 1000\text{ kg/m}^3$, $\rho_C = 7600\text{ kg/m}^3$ и $\rho_A = 2700\text{ kg/m}^3$. Специфични топлотни капацитети гвожђа, воде, челика и алуминијума редом износе $c_G = 444\text{ J/kgK}$, $c_V = 4200\text{ J/kgK}$, $c_C = 460\text{ J/kgK}$ и $c_A = 900\text{ J/kgK}$. За колико се подигао ниво воде због убацивања комада алуминијума у суд?

5. Отпорници R , $3R$, идеални амперметар и извор електромоторне силе ε су повезани у електрично коло на начин приказан на слици. Одредити: а) вриједност струје коју показује амперметар при различитим комбинацијама прекидача Π_1 и Π_2 (затворен-отворен), б) смер струје у грани FH у свим поменутих случајевима и в) када ће показивање на амперметру да буде максимално? Унутрашњу отпорност извора сматрати занемарљивом.



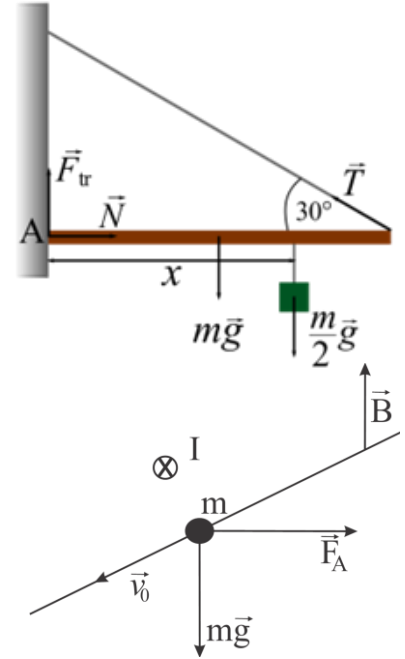


**VIII
РАЗРЕД**

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
Решења задатака за VIII разред

СФО
11-12.05.2022.

1. Равнотежа сила у хоризонталном и вертикалном правцу $N = T \frac{\sqrt{3}}{2}$,
 $F_{\text{тр}} = \frac{3}{2}mg - \frac{1}{2}T$. За силу статичког трења важи $F_{\text{тр}} \leq \mu N$, одакле се
добија да је $T \geq \frac{3mg}{1 + \mu\sqrt{3}}$. Равнотежа момената сила у односу на крај
штапа А $mg \frac{l}{2} + \frac{m}{2}gx = \frac{T}{2}l$. Заменом израза за силу затезања у овај израз,
добија се да је тражено растојање $x \geq \frac{2 - \mu\sqrt{3}}{1 + \mu\sqrt{3}}l$, па је минимална вредност
 $x = 77 \text{ cm}$. Ако се тело закачи на растојању $x = 30 \text{ cm}$, онда је
коэффициент трења $\mu \geq \frac{2l - x}{(l + x)\sqrt{3}}$. Минимална вредност за коју штап не
проклизава је $\mu = 0,75$.

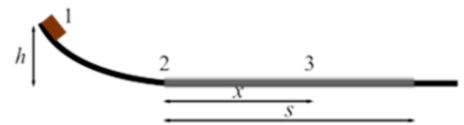


2. $I = \frac{\epsilon_{\text{ind}}}{R}$ Индукована електромоторна сила $\epsilon_{\text{ind}} = \frac{B\sqrt{3}}{2}lv_0 \Rightarrow I = \frac{B\sqrt{3} \cdot l \cdot v_0}{2R}$.

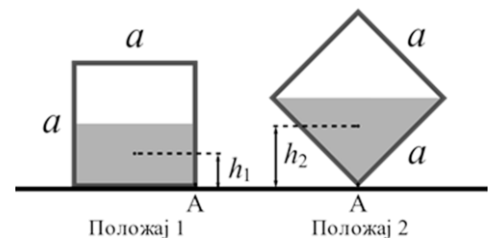
$$\frac{mg}{2} = F_A \frac{\sqrt{3}}{2} = IB \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Уврштавањем израза за јачину струје, након сређивања добија се да је
почетна брзина $v_0 = \frac{2mgR}{3B^2l^2}$.

3. а) На слици су означени положаји 1, 2 и 3 претпостављајући да ће се
дрво зауставити пре краја грубог дела пута. На закривљеном делу
пута не делују сила трења ни отпора средине па важи закон одржања механичке енергије $U_1 + T_1 = U_2 + T_2$. Како
је $T_1 = U_2 = 0$, онда је $T_2 = U_1 = mgh$. Рад силе трења на закривљеном делу пута је 0 пошто је подлога глатка.
Укупан рад силе трења једнак је раду на хоризонталном делу, $A_{\text{тр}} = T_3 + U_3 - T_2 - U_2 = -T_2 = -mgh$. Са друге
стране, сила трења је $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$ ($N = mg$), а пређени пут до заустављања x , па је рад силе трења
 $A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}x = -\mu mgx$. Комбиновањем два израза за рад, добија се $x = \frac{h}{\mu} = 20 \text{ m}$. Како је $x < s = 30 \text{ m}$
почетна претпоставка је добра. Рад силе трења је $A_{\text{тр}} = -80 \text{ J}$. Рад гравитационе силе на хоризонталном делу
пута је 0, тако да је рад те силе на целом путу једнак раду на закривљеном делу пута $A_{\text{гр}} = mgh = 80 \text{ J}$.



- б) На слици је приказан пресек квадрата. Да би се квадрат преврнуо уз
минималан рад потребно га је полако поставити у положај 2 после чега
ће сам пасти. Рад је једнак промени гравитационе потенцијале
енергије између положаја 1 и 2, $A = U_2 - U_1 = mg(h_2 - h_1)$. Центар
месе квадрата налази се на $h_1 = \frac{a}{4}$. Центар масе троугла се налази у



- тежишту, а тежиште дели тежишну дуж у односу 2:1. Тежиште се
поклапа са висином троугла, која је једнака половини дијагонале
квадрата, па је $h_2 = \frac{2}{3} \frac{a\sqrt{2}}{2}$. Маса млека је $m = \rho V = \rho \frac{a^2 c}{2}$.



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.**



Минималан рад је $A = \rho g \frac{a^3 c}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{3} - \frac{1}{4} \right) \approx 75,5 \text{ mJ}$

4. Запремина и маса гвозденог суда редом износе $V_G = r^2 \pi h - (r-a)^2 \pi (h-b) \approx 0,0053 \text{ m}^3$ [1+1п] и $m_G = \rho_G V_G \approx 41,34 \text{ kg}$ [1+1п]. Запремина и маса воде у суду редом износе $V_V = (r-a)^2 \pi (h-h_1-b) \approx 0,0233 \text{ m}^3$ [1+1п] и $m_V = \rho_V V_V \approx 23,3 \text{ kg}$ [1+1п]. Запремина и маса сечива редом износе $V_C = (r-a)^2 \pi (h_1-h_2) \approx 0,000353 \text{ m}^3$ [1+1п] и $m_C = \rho_C V_C \approx 2,68 \text{ kg}$ [1+1п]. Након успостављања топлотне равнотеже температура система суда, воде, сечива и комада алуминијума износи t , и важи релација $m_C c_C (t_C - t) = m_G c_G (t - t_V) + m_V c_V (t - t_V) + m_A c_A (t - t_A)$ [2п], одакле је

$$m_A = \frac{m_C c_C (t_C - t) - m_G c_G (t - t_V) - m_V c_V (t - t_V)}{c_A (t - t_A)} = 7 \text{ kg} \text{ [1+1п]}. \text{ Важе релације } V_A = \frac{m_A}{\rho_A} \text{ [1п]} \text{ и } V_A = (r-a)^2 \pi \Delta h$$

[1п], одакле следи да се ниво воде подигао због убацивања комада алуминијума у суд за $\Delta h = \frac{m_A}{\rho_A (r-a)^2 \pi} = 0,03669 \text{ m} \approx 3,67 \text{ cm}$ [1+1п].

5. У случају када је прекидач Π_1 затворен, а прекидач Π_2 отворен у грани EF је прикључен отпорник $3R$, па је шема кола симетрична у односу на EG. Тада је струја $I_1 = 0$ [2].

Када су оба прекидача отворена еквивалентна шема кола је као на слици а. Отпорност паралелне везе у делу кола је $\frac{1}{R_{e1}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R}$, па је $R_{e1} = \frac{2R}{3}$ [2]. Напон на крајевима HG је $U_{HG} = \frac{\varepsilon}{3R + R_{e1}} R_{e1} = \frac{2\varepsilon}{11}$ [2]. Струја коју показује

амперметар износи $I_2 = \frac{U_{HG}}{3R} = \frac{2\varepsilon}{33R}$ [2], а смер струје је од H ка F [2].

Када је Π_2 затворен, а Π_1 произвољно затворен или отворен, еквивалентна шема кола је као слици б. Еквивалентна отпорност дела кола означеног на слици је $\frac{1}{R_{e2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{4}{3R}$, тј. $R_{e2} = \frac{3R}{4}$ [2]. Напон на крајевима FH је

$U_{FH} = \frac{\varepsilon}{R + R_{e2}} R_{e2} = \frac{3\varepsilon}{7}$ [2]. Струја коју показује амперметар је $I_3 = \frac{U_{FH}}{R} = \frac{2\varepsilon}{11R}$ [2]. Смер струје је од F ка H [2].

Примјећујемо да је највећа вриједност струје коју показује амперметар I_3 [2].

