



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2017/2018. ГОДИНЕ.



VII  
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије и Министарство просвете  
науке и технолошког развоја Републике Србије  
ЗАДАЦИ

ДРЖАВНИ НИВО  
Параћин  
28-29.04.2018.

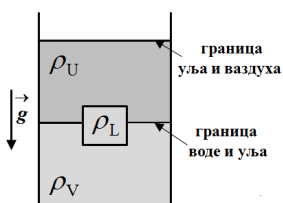
1. У познатој трци модификованих аутомобила стаза се састоји од две међусобно паралелне праволинијске коловозне траке једнаких дужина  $L = 402 \text{ m}$  (растојање од стартне до циљне линије). Такмичар А поседује аутомобил константног убрзања  $a_A = 15,6 \text{ m/s}^2$  и максималне брзине  $v_A = 108 \text{ m/s}$ , док такмичар В поседује аутомобил константног убрзања  $a_B = 14,9 \text{ m/s}^2$  и максималне брзине  $v_B = 114 \text{ m/s}$ . Предњи делови аутомобила поклапају се са стартном линијом а такмичари истовременемо започињу кретање из мировања. Одредити рачунским путем који ће такмичар, А или В, победити у трци. Аутомобили убрзавају док не постигну максималну брзину, а време сваког такмичара се мери од почетка његовог кретања до тренутка када се његов предњи део поклопи са циљном линијом.

2. Телу масе  $m = 4,5 \text{ kg}$  које је мировало на дну стрме равни саопштена је брзина интензитета  $v_0 = 1,5 \text{ m/s}$  и истовремено почела да делује сила  $\vec{F}$ , као што је приказано на слици 2, тако да се тело креће уз стрму раван константном брзином. Коefицијент трења између тела и стрме равни је  $\mu = 0,25$ . Од почетка кретања до тренутка када тело пређе пут  $s = 11 \text{ m}$  дуж стрме равни, одредити: а) колики рад изврши сила  $\vec{F}$  на путу  $s$ , б) снагу коју развија сила  $\vec{F}$ , в) рад који изврши гравитациона сила. Димензије тела занемарити. Нагибни угао непокретне стрме равни је  $30^\circ$ .

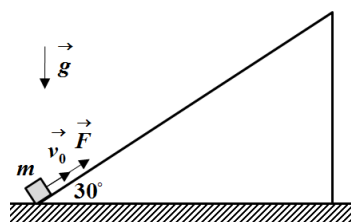
3. У непокретној посуди облика квадрата површине основе  $S_p = 4 \text{ dm}^2$  у којој се налазе две течности вода и уља, на граници воде и уља плива комад леда. Лед је облика квадрата запремине  $V = 2 \text{ dm}^3$ . а) Одредити однос запремине леда који се налази у води и укупне запремине леда (слика 1). Затим се сав лед истопаи, и сав прелази у воду, при чему је маса воде добијене топљењем леда једнака маси леда. Одредити: б) запремину воде која је добијена топљењем леда, и в) за колико се повећа висина на којој се налази граница воде и уља у односу на дно посуде. Густина воде је  $\rho_V = 1000 \text{ kg/m}^3$ , густина уља је  $\rho_U = 800 \text{ kg/m}^3$ , а густина леда је  $\rho_L = 920 \text{ kg/m}^3$ . Течности су хомогене и не мешају се.

4. Ка мети масе  $M$  која мирује на хоризонталној подлози по којој може да клизи без трења креће се у хоризонталном правцу метак масе  $m$ . Интензитет брзине метка непосредно пред улазак у мету је  $v_1$ . Након тога метак је прошао кроз средиште мете не мењајући правац и смер кретања, а интензитет његове брзине након проласка кроз мету је  $v_2$ . Сила отпора која је деловала на метак приликом проласка кроз мету је константног интензитета. Одредити укупан рад који изврши сила отпора приликом датог процеса. Отпор ваздуха занемарити. Мета је у сталном контакту са подлогом. Сматрати да се масе метка и мете не мењају, и занемарити димензије метка. Величине  $M$ ,  $m$ ,  $v_1$  и  $v_2$  сматрати познатим.

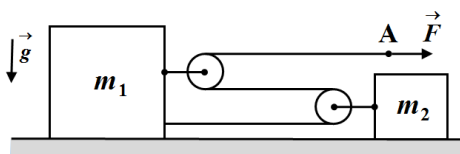
5. У систему са слике 3 масе тела су  $m_1 = 5 \text{ kg}$  и  $m_2 = 4 \text{ kg}$ . На слободан крај нити (тачка А) делује сила  $\vec{F}$  константног интензитета  $F = 2 \text{ N}$  у правцу и смеру као што је приказано на слици. Одредити убрзање тачке А нити у односу на непокретну подлогу. Пре почетка деловања силе тела су мировала, а нит је била затегнута и у положају као на слици. Масу неистегљиве нити, масе котурова и трење у систему занемарити. Котурови су чврсто везани за тела, делови нити су у сваком тренутку у хоризонталном положају, а нит је затегнута. Тела су у сталном контакту са подлогом.



Слика 1



Слика 2



Слика 3

Сваки задатак носи 20 поена. За убрзање Земљине теже узети  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Уз решење сваког задатка приложити и одговарајућу слику са јасно дефинисаним физичким величинама, нарочито оним које нису уобичајене.

Задатке припремио: Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2017/2018. ГОДИНЕ.



**VII**  
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије и Министарство просвете,  
науке и технолошког развоја Републике Србије  
РЕШЕЊА

ДРЖАВНИ НИВО  
Параћин  
28-29.04.2018.

- 1.** Пuteви које такмичари А и В пређу до постизања максималне брзине су редом  $s_A = \frac{v_A^2}{2a_A} \approx 373,8 \text{ m}$  и  $s_B = \frac{v_B^2}{2a_B} \approx 436,1 \text{ m}$ . Дакле такмичар А постиже, а такмичар В не постиже максималну брзину пре достизања циљне линије. Време такмичара В је стога  $t_B = \sqrt{\frac{2L}{a_B}} \approx 7,35 \text{ s}$  [6+1п]. Такмичар А убрзава до постизања максималне брзине, а затим се том брзином креће до циљне линије, тако да је његово време  $t_A = \sqrt{\frac{2s_A}{a_A}} + \frac{L-s_A}{v_A}$  [7п] при чему је  $s_A = \frac{v_A^2}{2a_A}$  [2п] тако да је  $t_A = \frac{L}{v_A} + \frac{v_A}{2a_A} \approx 7,18 \text{ s}$  [1+1п]. Како је  $t_A < t_B$  у трци побеђује такмичар А [2п].

- 2.** Како се тело креће брзином константног интензитета ( $v_0 = 1,5 \text{ m/s}$ ) дуж стрме равни следи да је интензитет силе  $\vec{F}$  једнак  $F = \frac{mg}{2} + \mu \frac{mg\sqrt{3}}{2} \approx 31,6 \text{ N}$ . а) Рад силе  $\vec{F}$  на путу  $s$  је  $A = (\frac{1}{2} + \frac{\mu\sqrt{3}}{2})mgs \approx 348 \text{ J}$  [5+2п]. б) Снага коју развија сила  $\vec{F}$  је  $P = (\frac{1}{2} + \frac{\mu\sqrt{3}}{2})mgv_0 \approx 47,4 \text{ W}$  [5+2п]. ц) Рад гравитационе силе је  $A_g = -\frac{mgs}{2} \approx -243 \text{ J}$  [4+2п].

- 3.** а) Означимо са  $n$  тражени однос  $n = V_1/V$ , где је  $V_1$  запремина леда која се налази у води. Означимо са  $V_2$  запремину леда која се налази у уљу, при чему је  $V_1 + V_2 = V$ . Једначина равнотеже леда је  $\rho_L Vg = \rho_V V_1g + \rho_U V_2g$  [3п] односно  $\rho_L = \rho_V \frac{V_1}{V} + \rho_U (1 - \frac{V_1}{V})$  тако да је  $n = \frac{\rho_L - \rho_U}{\rho_V - \rho_U} = 0,6$  [4+1п]. б) Запремина воде  $V'$  која се добије када се сав лед истопи добија се из услова  $\rho_L V = \rho_V V'$  тако да је  $V' = \frac{\rho_L V}{\rho_V} = 1,84 \text{ dm}^3$  [1+1п]. в) Део запремине воде  $V'$  добијен топљењем леда попуни запремину  $nV$  коју је заузимао лед у води, а остатак образује слој воде запремине  $V' - nV$  и узрокује повећање висине на којој се налази граница воде и уља у односу на дно посуде за  $\Delta h$ , тј. важи  $V' - nV = S_p \Delta h$  [8п], тако да је  $\Delta h = \frac{V' - nV}{S_p} = 0,16 \text{ dm}$  [1+1п].

- 4.** Једначина кретања метка је  $ma = -F_{ot}$  [3п], док је једначина кретања мете  $Mb = F_{ot}$  [3п]. Означимо са  $v$  брзину мете у тренутку када је брзина метка  $v_2$  и са  $t$  време кретања метка кроз мету. Кинематичка једначина кретања метка је  $v_2 = v_1 + at$  [2п], а мете  $v = bt$  [2п]. Из претходних једначина следи  $\frac{v_2 - v_1}{a} = \frac{v}{b}$ , односно  $\frac{m(v_1 - v_2)}{F_{ot}} = \frac{Mv}{F_{ot}}$ , тако да је брзина мете  $v = \frac{m(v_1 - v_2)}{M}$  [4п]. Укупан рад силе отпора једнак је  $A_{ot} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$  [4п] тј.  $A_{ot} = \frac{m}{2}(v_2^2 + \frac{m(v_1 - v_2)^2}{M} - v_1^2)$  [2п].



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2017/2018. ГОДИНЕ.



5. Једначине кретања тела су редом  $m_1 a_1 = 3F$  [5п] и  $m_2 a_2 = 2F$  [5п]. Означимо са  $x_1$  померај тела масе  $m_1$ , а са  $x_2$  померај тела масе  $m_2$ . Услед помераја тела масе  $m_1$  ослободи се део нити дужине  $3x_1$ , а услед помераја тела масе  $m_2$  ослободи се део нити дужине  $2x_2$  што омогућава померање тачке А нити за  $x_A = 3x_1 + 2x_2$ . Како тела започињу кретање из мировања важи  $x_1 = \frac{a_1 t^2}{2}$  и  $x_2 = \frac{a_2 t^2}{2}$ , при чему је  $x_A = \frac{a_A t^2}{2}$ , тако да је веза између убрзања тачке А нити и убрзања тела  $a_A = 3a_1 + 2a_2$  [7п]. На основу претходног је  $a_A = \frac{9F}{m_1} + \frac{4F}{m_2} = 5,6 \text{ m/s}^2$  [2+1п].

