



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ



I РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2010.

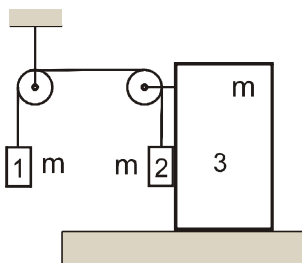
1. У систему приказаном на слици 1 масе сва три блока су једнаке и износе m . Блокови 1 и 2 су повезани безмасеном неистегљивом нити која је пребачена преко два идеална котура. Масе котурова, као и трење у њима занемарити. Блок 3 може да се креће без трења по подлози. Сматрати да су блокови 2 и 3 у сваком тренутку у међусобном контакту, али да између њих нема трења. Ако је систем кренуо из стања мировања, одредити убрзања за сва три блока. (20п)

2. Воз укупне масе M се креће по прузи праволинијски константном брзином. У неком тренутку последњи вагон масе m се откачи од воза и након што пређе пут s заустави. На ком растојању од вагона у тренутку његовог заустављања се налази воз, ако је вучна сила воза за све време кретања константна (дакле пре и после одвајања вагона вучна сила воза остаје иста). (20п)
(Млади физичар бр. 21)

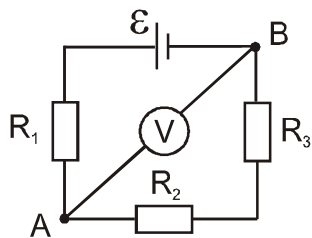
3. На слици 2 је приказано електрично коло сачињено од извора електромоторне силе $\varepsilon = 100\text{ V}$ и отпорника $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 200\Omega$ и $R_3 = 300\Omega$. Између тачака А и В прикључен је волтметар унутрашње отпорности $R_v = 2000\Omega$. Одредити вредност напона који мери волтметар. Унутрашњи отпор извора се може занемарити. (20п)

4. На глатком хоризонталном столу налази се даска дужине $l = 1,2\text{ m}$ и масе $M = 1,6\text{ kg}$. На једном крају даске је постављено мало тело масе $m = 0,4\text{ kg}$ (слика 3). Коефицијент трења између тела и даске је $\mu = 0,3$. У почетном тренутку цео систем мирује. Одредити минималну почетну брзину v_0 коју треба саопштити дасци у хоризонталном смеру као на слици да би тело склизнуло са ње. Димензије тела у односу на димензије даске се могу занемарити, а за убрзање Земљине теже узети $g = 10\text{ m/s}^2$ (20п)

5. У систему са слике 4 одредити интензитет и смер убрзања сваког блока у односу на подлогу. Блокови су међусобно идентични и имају исту масу. Нити су неистегљиве и у сваком тренутку вертикалне, а масе нити и котурова се могу занемарити. Занемарити све силе трења и сматрати да се систем почео кретати из стања мировања. (20п)



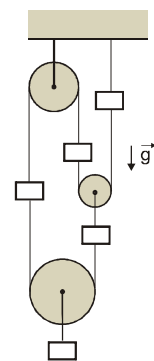
Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.



Слика 4.

Задатке припремио: *мр Зоран Мијић*, Институт за физику, Београд

Рецензент: *Проф. др Александар Срећковић*, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: *Проф. др Мићо Митровић*, Физички факултет, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ

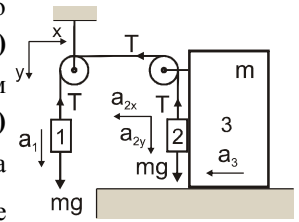


I РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2010.

P1. Убрзање блока 1 једнако је вертикалној компоненти убрзања блока 2 (слика 1) односно $a_1 = a_{2y}$ (1п). Једначина кретања блока 1 је $ma_1 = mg - T$ (2п), а како је $a_{2x} = a_3$ (1п) кретање система блокова 2 и 3 као целине дуж хоризонталне осе је описано једначином $2ma_{2x} = T$ (3п). Из услова неистегљивости конца мора да важи $\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta x_2 = 0$ (3п) одакле следи $a_1 + a_{2y} - a_{2x} = 0$ (3п). Решавањем система претходних једначина за тражена убрзања се налази $a_1 = g/5$ (2п) $a_3 = 2g/5$ (2п). Интензитет убрзања блока 2 је $a_2 = \sqrt{a_{2x}^2 + a_{2y}^2} = g/\sqrt{5}$ (3п).

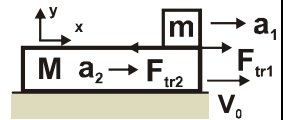


Слика 1

P2. Воз се креће константном брзином па вучна сила воза и сила трења морају имати исти интензитет тј. $F_v = F_{tr} = \mu Mg$ (3п). Након одвајања вагона од воза, а како према услову задатка вучна сила воза остаје константна, воз почиње да се креће једнако убрзано тј. важи $(M - m)a_1 = F_v - (F_{tr} - \mu mg)$ (3п) одакле је убрзање воза $a_1 = \mu mg / (M - m)$ (3п) (изабран је позитиван смер x осе у смеру кретања воза). Једначина кретања вагона је $ma_2 = -\mu mg$ (2п) па је убрзање вагона $a_2 = -\mu g$ (1п) тј. вагон се након одвајања креће равномерно успорено. Вагон се, у односу на воз, креће релативним убрзањем $a_r = a_1 - a_2 = \mu g + \mu mg / (M - m)$ (2п) па је тражено растојање између вагона и воза $L = a_r t^2 / 2$ (2п) где је t протекло време од одвајања до заустављања вагона. За исто време вагон пређе пут $s = a_2 t^2 / 2$ (2п). Из последње две једначине се налази $L/s = a_r / a_2$ односно коначно $L = sM / (M - m)$ (2п).

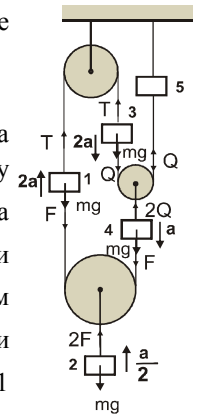
P3. Волтметар ће показивати напон U_{AB} који је једнак разлици електромоторне силе извора и напона на отпору R_1 тј. $U_{AB} = \varepsilon - IR_1$ (5п) где је I јачина струје која протиче кроз отпор R_1 . Редно повезани отпорници R_2 и R_3 су паралелно везани са отпорником R_v па је еквивалентни отпор између тачака A и B $R_{AB} = R_v(R_2 + R_3) / (R_v + R_2 + R_3)$ (5п). Отпорник R_1 је редно везан са R_{AB} па је еквивалентни отпор целог система $R_e = R_1 + R_v(R_2 + R_3) / (R_v + R_2 + R_3)$ (5п). За јачину струје у колу се сада добија $I = \varepsilon / R_e$ (3п) па је коначно вредност траженог напона $U_{AB} = \varepsilon - IR_1 = \varepsilon(1 - R_1/R_e) = 80 \text{ V}$ (2п).

P4. Дасци се саопшти брзина v_0 у смеру x осе тако да тело проклиза по дасци па је једначина кретања тела у односу на подлогу $ma_1 = F_{tr1}$ (1п), а како је $F_{tr1} = \mu mg$ (1п) то је $a_1 = \mu g$ (1п) (слика 2). За кретање даске у односу на подлогу важи $Ma_2 = -F_{tr2}$ (1п) тј. $a_2 = -\mu mg / M$ (1п) (јер је $|\vec{F}_{tr1}| = |\vec{F}_{tr2}|$). Дакле, тело се креће једнако убрзано у смеру x осе док се даска креће једнако успорено. Након времена t тело достиже брзину $v_1 = \mu gt$ (1п), а даска брзину $v_2 = v_0 - \mu mgt / M$ (1п) и у критичном тренутку t_k када се брзине даске и тела изједначе нема више проклизавања тела по дасци. Из услова $v_1 = v_2$ (2п) налази се тај критични тренутак $t_k = Mv_0 / \mu g(M + m)$ (3п) (очигледно директно зависи од v_0). За време t_k тело пређе пут $s_1 = \mu g t_k^2 / 2$ (1п), а даска $s_2 = v_0 t_k - \mu mgt_k^2 / 2M$ (1п). Да би тело склизнуло са даске мора да важи $s_2 - s_1 \geq l$ (3п) одакле се налази минимална вредност почетне брзине $v_0 \geq \sqrt{2\mu gl(1 + m/M)} = 3 \text{ m/s}$ (3п).



Слика 2.

P5. Силе које делују на поједине блокове, као и њихова убрзања (која следе из услова неистегљивости конца) приказана су на слици 3. Нека је убрзање блока 4 $a_4 = a$, очигледно су убрзања блокова 1 и 3 $a_1 = a_3 = 2a$ (1п) док је убрзање блока 2 $a_2 = a/2$ (1п). Једначина кретања блока 1 је $2ma = T - F - mg$ (2п), а блока 2 $ma/2 = 2F - mg$ (2п) одакле се налази $F = (ma + 2mg)/4$ (2п) и $T = (9ma + 6mg)/4$ (2п). Кретање блока 3 је описано једначином $2ma = mg + Q - T$ (2п) одакле следи $Q = (17ma + 2mg)/4$ (2п). За кретање блока 4 важи $ma = mg + F - 2Q$ (2п) одакле се добија убрзање $a = a_4 = 2g/37$ (2п). Коначно убрзања блокова 1 и 3 су $a_1 = a_3 = 4g/37$ (1п), а блока 2 $a_2 = g/37$ (1п) са смеровима као на слици 3 (блок 5 се очигледно не креће).



Слика 3.