ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ

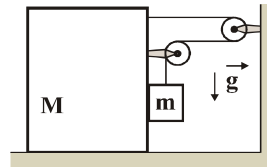
Друштво физичара Србије
Министарство просвете и науке Републике Србије

I РАЗРЕД

ОКРУЖНИ НИВО
10.03.2012.

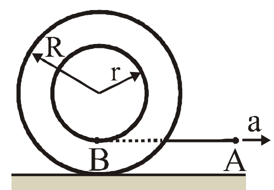
ЗАДАЦИ

1. У систему приказаном на слици 1 познате су масе блокова M и m. Блокови су повезани безмасеном неистегљивом нити која је пребачена преко два идеална котура. Масе котурова, као и трење у њима занемарити. Блок M може да се креће по глаткој подлози без трења. Сматрати да су блокови M и m у сваком тренутку у међусобном контакту и да је коефицијент трења између блокова μ. Ако је систем кренуо из стања мировања, одредити убрзање блока M у односу на подлогу. **(20п)**



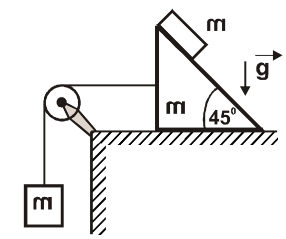
Слика 1.

2. Калем са намотаним танким неистегљивим концем мирује на хоризонталном столу (слика 2). Спољашњи полупречник калема је R, а унутрашњи r. У почетном тренутку слободан крај намотаног конца (тачка А) се почне вући, у односу на подлогу, константним убрзањем a у хоризонталном правцу као на слици 2, а калем се почне котрљати без клизања. Сматрати да оса калема не мења правац током котрљања калема, као и да је ненамотани део конца увек паралелан са подлогом. Ако је у почетном тренутку дужина ненамотаног дела конца била $\overline{AB} = L_0$ одредити време за које ће се дужина ненамотаног дела конца променити за n пута. **(15п)**



Слика 2.

3. На глаткој хоризонталној подлози се налази клин масе m и нагибног угла $\alpha = 45^\circ$, на којем у почетном тренутку мирује блок масе m (слика 3). Клин је повезан са другим блоком масе m безмасеном неистегљивом нити, која је пребачена преко идеалног котура занемарљиве масе. Ако је систем почео да се креће из стања мировања, одредити убрзање клина у односу на подлогу и силу затезања конца. Занемарити све силе трења у систему. **(25п)**

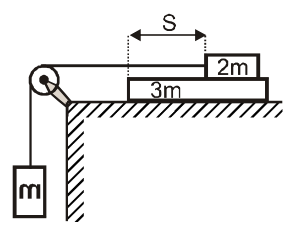


Слика 3.

4. У систему приказаном на слици 4 блок масе $2m$ се налази на дасци масе $3m$ удаљен од ивице даске $S = 49\ cm$. Блок је повезан са другим блоком масе m неистегљивом безмасеном нити која је пребачена преко идеалног котура занемарљиве масе. Ако се систем пусти да почне да се креће из стања мировања, блок проклизава по дасци, а даска се креће по површини стола. Коефицијент трења између блока и даске је $\mu_1 = 0{,}35$ а између даске и површине стола $\mu_2 = 0{,}1$. Одредити:

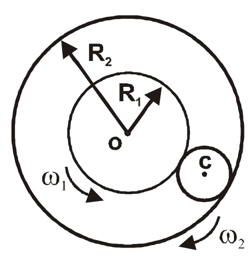
а) убрзање блокова у односу на подлогу

б) време за које блок масе $2m$ стигне до ивице даске (*Сматрати да за то време даска не стигне до котура*) **(20п)**



Слика 4.

5. Два концентрична зупчаника радијуса R_1 и R_2 ротирају у хоризонталној равни око своје централне осе симетрије (тачка О на слици 5) константним угаоним брзинама у супротним смеровима. Интензитет угаоне брзине зупчаника радијуса R_1 је ω_1, а зупчаника радијуса R_2 је ω_2. Између два зупчаника се налази мањи трећи зупчаник који је у сваком тренутку у контакту са оба већа зупчаника. Одредити интензитет угаоне брзине трећег зупчаника у односу на своју централну осу симетрије (тачка С). Сматрати да нема проклизавања између зупчаника. **(20п)**



Слика 5.

Задатке припремио: *др Зоран Мијић*, Институт за физику, Београд
Рецензент: *др Невена Пуач*, Институт за физику, Београд
Председник Комисије за такмичење за средње школе: *др Александар Крмпот*, Институт за физику, Београд

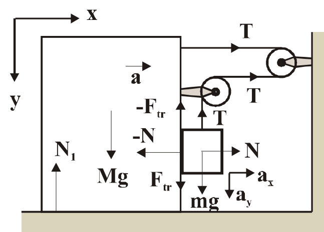
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2011/2012. ГОДИНЕ

Друштво физичара Србије
Министарство просвете и науке Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

I РАЗРЕД

ОКРУЖНИ НИВО
10.03.2012.

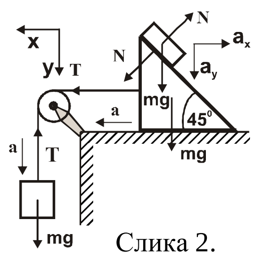
P1. Једначине кретања блока m су $ma_x = N$ **(3п)** и $ma_y = mg - F_{tr} - T$ **(3п)** где је $F_{tr} = \mu N$ **(1п)**, док за блок масе M важи $Ma = 2T - N$ **(3п)**. Како су блокови у сталном међусобном контакту имају иста убрзања дуж хоризонталне осе па важи $a_x = a$ **(1п)**, док из услова неистегљивости конца следи $2\Delta x = \Delta y$ **(1п)** одакле се налази веза између убрзања $2a = a_y$ **(4п).** Решавањем претходних једначина добија се $T = (M+m)a/2$ **(2п)** и коначно убрзање блока M је $a = 2mg/[M + (5+2\mu)m]$ **(2п)**.



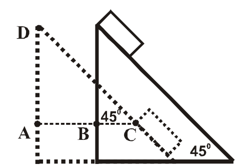
Слика 1.

P2. Како је $R > r$ крај конца (тачка А) се помера на ону страну на коју се креће оса калема, дакле удесно. Пошто нема проклизавања, у тренутку када је брзина осе калема v_0 угаона брзина котрљања калема је $\omega = v_0/R$. У том тренутку брзина тачке B је $v_B = v_0 - \omega r = v_0(R-r)/R$ **(4п)** одакле се закључује да се дужина слободног конца током времена смањује. Убрзање тачака А и B је једнако услед неистегљивости конца тј. $a_B = a$ па се из претходног за убрзање осе калема добија $a_0 = aR/(R-r)$ **(4п)**. Током времена долази до намотавања конца па важи $L(\tau) = L_0 - (a_0 - a)\tau^2/2$ **(4п)**, одакле се за промену конца од $L(\tau) = L_0/n$ коначно налази тражено време $\tau = \sqrt{2L_0(n-1)(R-r)/nar}$ **(3п)**.

P3. На слици 2 су приказане релевантне силе које делују у систему и претпостављени смерови кретања. Услед неистегљивости конца интензитети убрзања клина и доњег блока су једнаки па је једначина кретања доњег блока $ma = mg - T$ **(3п)**, а клина $ma = T + N/\sqrt{2}$ **(3п)**. За блок који клизи по клину важи $ma_x = N/\sqrt{2}$ **(3п)** и $ma_y = mg - N/\sqrt{2}$ **(3п)**. На слици 3 је приказан систем клин-блок у два различита тренутка времена одакле се види да је клин прешао пут $\overline{AB}$ који је пропорционалан убрзању a, док је блок прешао у хоризонталном правцу пут $\overline{BC}$ пропорционалан убрзању a_x и у вертикалном правцу пут $\overline{AD}$ пропорционалан убрзању a_y. Како је троугао ACD једнакокраки **(1п)** важи $\overline{AB} + \overline{BC} = \overline{AD}$ односно $a_y = a + a_x$ **(5п)**. Решавањем претходних једначина за убрзање клина се добија $a = 3g/5$ **(5п)**, док је сила затезања конца $T = 2mg/5$ **(2п)**.

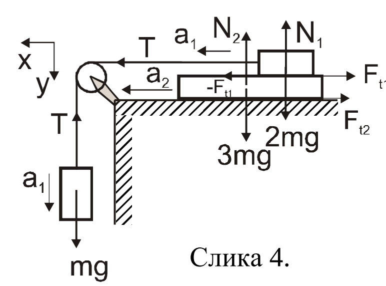


Слика 2.



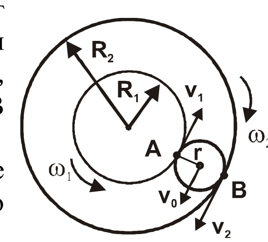
Слика 3.

P4. Кретање доњег блока у односу на непокретну подлогу у систему на слици 4 је описано једначином $ma_1 = mg - T$ **(2п)**, блока на дасци $2ma_1 = T - F_{t1}$ **(2п)**, а за кретање даске важи $3ma_2 = F_{t1} - F_{t2}$ **(2п)**. Како је $F_{t1} = 2\mu_1 mg$ **(2п)** и $F_{t2} = 5\mu_2 mg$ **(2п)** за убрзање блокова у односу на подлогу се налази $a_1 = g(1-2\mu_1)/3 = g/10$ **(2п)**, а за убрзање даске $a_2 = g(2\mu_1 - 5\mu_2)/3 = g/15$ **(2п)**. Релативно убрзање блока који клизи по дасци у односу на даску је $a_r = a_1 - a_2 = g(1 - 4\mu_1 - 5\mu_2)/3 = g/30$ **(3п)** па се за тражено време за које блок пређе пут S налази $t = \sqrt{2S/a_r} \approx 1{,}73$ s **(3п)**.



Слика 4.

P5. Како између зупчаника нема проклизавања брзине додирних тачака трећег зупчаника са два већа зупчаника (тачке А и B на слици 5) су $v_1 = \omega_1 R_1$ **(2п)** и $v_2 = \omega_2 R_2$ **(2п)**. Ако се центар трећег зупчаника креће брзином v_0 као на слици 5, онда за брзину тачке А важи $v_1 = \omega_0 r - v_0$ **(4п)**, а за брзину тачке B $v_2 = v_0 + \omega_0 r$ **(4п)** где је $r = (R_2 - R_1)/2$ **(2п)** полупречник трећег зупчаника.
Из претходног се за интензитет угаоне брзине обртања трећег зупчаника око своје осе симетрије налази $\omega_0 = (v_1 + v_2)/2r$ **(4п)** односно коначно $\omega_0 = (\omega_1 R_1 + \omega_2 R_2)/(R_2 - R_1)$ **(2п)**.



Слика 5.