ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

I РАЗРЕД

ОКРУЖНИ НИВО
13.03.2011.

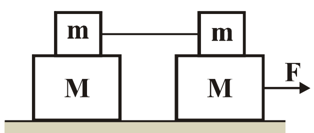
1. Систем од четири блока се налази на глаткој подлози као на слици 1. Горњи блокови су међусобно повезани неистегљивом нити занемарљиве масе. Коефицијент трења између горњег блока масе m и доњег блока масе M је μ. На доњи десни блок делује хоризонтална сила константног интензитета F као на слици 1. Одредити убрзање свих блокова у систему. **(20п)**
(Млади физичар бр. 30)

2. У подножју стрме равни се налази лоптица која мирује. Лоптици се саопшти нека почетна брзина тако да се она почне кретати од подножја ка врху стрме равни. На растојању $l = 30\,\mathrm{cm}$ од подножја стрме равни лоптица се нађе два пута: после $t_1 = 1\,\mathrm{s}$ и после $t_2 = 2\,\mathrm{s}$ рачунајући од почетка кретања. Одредити почетну брзину лоптице и интензитет њеног убрзања. Сматрати да је интензитет убрзања лоптице константан и да је кретање лоптице праволинијско. **(20п)**

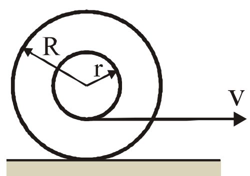
3. Калем са намотаним концем се налази на хоризонталном столу по коме може да се котрља без клизања (слика 2). Спољашњи полупречник калема је $R = 5\,\mathrm{cm}$, а унутрашњи $r = 3\,\mathrm{cm}$. Одредити интензитет и смер брзине којом ће се кретати оса калема ако се крај конца вуче у хоризонталном правцу константном брзином у односу на подлогу $v = 2\,\mathrm{m/s}$ и у смеру као на слици 2. **(20п)**

4. У систему приказаном на слици 3 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 по глаткој подлози без трења. Сматрати да су блокови 1 и 3 у сваком тренутку у међусобном контакту. Занемарити све силе трења у систему. Ако је систем кренуо из стања мировања, одредити убрзања за сва три блока у односу на подлогу. **(20п)**

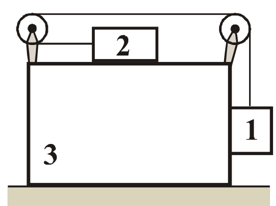
5. На магнетофонску траку је од њеног почетка до краја снимљено укупно $N = 45$ кратких песама од којих свака песма, при нормалном преслушавању, има исту дужину трајања од $\tau = 60\,\mathrm{s}$. Сматрати да су песме снимљене на траку једна иза друге тј. да нема временске паузе између песама. Трака се може брзо премотавати константом угаоном брзином са једног калема на други. За овакво брзо премотавање траке, од њеног почетка до краја, је потребно време од $T_1 = 165\,\mathrm{s}$. Одредити редни број песме на коју ће се наићи ако се изврши овакво брзо премотавање траке у трајању од $T_2 = 110\,\mathrm{s}$, (трака се премотава од њеног почетка). Полупречник калема са потпуно намотаном траком је $R = 25\,\mathrm{mm}$, а без намотане траке је $r = 10\,\mathrm{mm}$. При нормалном преслушавању траке линијска брзина намотавања траке на калем је константна. **(20п)**



Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.

Задатке припремио: *мр Зоран Мијић,* Институт за физику, Београд
Рецензент: *Проф. др Мићо Митровић,* Физички факултет, Београд
Председник Комисије за такмичење ДФС: *Проф. др Мићо Митровић,* Физички факултет, Београд

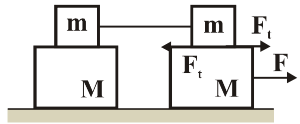
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије

I РАЗРЕД **ОКРУЖНИ НИВО 13.03.2011.**

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

P1. Ако је интензитет силе F довољно велики прво ће доћи до проклизавања горњег десног блока масе m тако да се десни блок масе M креће убрзањем $a_1 = (F - \mu mg)/M$ **(3п)** док се преостала три блока крећу заједно убрзањем $a_2 = \mu mg/(M + 2m)$ **(3п)**. Критична вредност интензитета силе F при којој долази до проклизавања блока се налази из услова $a_1 \geq a_2$ **(3п)** одакле се добија $F_k = 2\mu m(m + M)g/(2m + M)$ **(7п)**. Дакле, ако је $F > F_k$ десни блок масе M се креће убрзањем a_1, а преостала три блока убрзањем a_2. У случају да је $F \leq F_k$ нема проклизавања горњег блока па се цео систем блокова креће као целина убрзањем $a = F/2(m + M)$ **(4п)**.



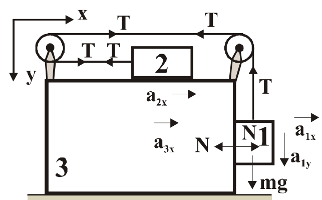
Слика 1

P2. *I начин:* Брзина куглице након времена t_1 је $v_1 = v_0 - at_1$ **(2п)**, а након времена t_2 је $v_2 = v_0 - at_2$ **(2п)** при чему важи $v_1 = -v_2$ **(2п)** јер брзине имају супротне смерове. Из претходног се добија $2v_0 = a(t_1 + t_2)$ **(2п)**. Како је убрзање константно пут l који куглица пређе за време t_1 је једнак $l = v_{sr}t_1$ **(2п)** где је $v_{sr} = (v_0 + v_1)/2$ **(2п)** средња брзина на том путу, одакле се добија $2l/t_1 = 2v_0 - at_1$ **(2п)**. Решавањем претходног система једначина се налази $a = 2l/t_1t_2 = 0{,}3\,\text{m/s}$ **(3п)** и $v_0 = l(t_1 + t_2)/t_1t_2 = 0{,}45\,\text{m/s}$ **(3п)**.

II начин: Брзина куглице након времена t_1 је $v_1 = v_0 - at_1$ **(2п)**. Након што се куглица заустави почне да се спушта низ стрму раван и на истом растојању l од подножја достиже брзину $v_2 = v_1$ **(2п)** где је $v_2 = a(t_2 - t_1)/2$ **(2п)**. Из претходног следи $2v_0 = a(t_1 + t_2)$ **(2п)**. Како је убрзање константно пут који куглица пређе за време t_1 је једнак $l = v_{sr}t_1$ **(2п)** где је $v_{sr} = (v_0 + v_1)/2$ **(2п)**, одакле се добија $2l/t_1 = 2v_0 - at_1$ **(2п)**. Решавањем претходних једначина се налази $a = 2l/t_1t_2 = 0{,}3\,\text{m/s}$ **(3п)** и $v_0 = l(t_1 + t_2)/t_1t_2 = 0{,}45\,\text{m/s}$ **(3п)**.

P3. Померање краја конца зависи од померања осе калема и промене дужине конца услед намотавања (одмотавања) на калем у току кретања. При једном обртају калема његова оса се помери за растојање $2R\pi$, а дужина конца од калема до његовог краја се смањи за дужину $2r\pi$. Како је $R > r$ крај конца се помера на ону страну на коју се креће оса калема. Брзина кретања осе калема је $v_1 = 2R\pi/T$ **(4п)**, а брзина смањивања дужине конца је $u = 2r\pi/T$ **(4п)** тј. $u = v_1 r/R$ **(2п)** где је T време за које калем направи пун обртај. Брзина краја конца је $v = v_1 - u = v_1(R - r)/R$ **(5п)** одакле се налази да се оса калема креће удесно **(2п)** брзином $v_1 = vR/(R - r) = 5\,\text{m/s}$ **(3п)**.

P4. Једначине кретања блока 1 у односу на подлогу су $ma_{1x} = N$ **(2п)** и $ma_{1y} = mg - T$ **(2п)**, блока 2 $ma_{2x} = -T$ **(2п)**, док за блок 3 важи $ma_{3x} = T - N$ **(2п)** (слика 2). Из услова неистегљивости конца важи $\Delta x_1 = \Delta x_3$ одакле следи да је хоризонтална компонента убрзања блока 1 једнака убрзању блока 3 тј. $a_{1x} = a_{3x} = a_3$ **(1п)**. Такође мора да важи $\Delta y_1 = \Delta x_3 - \Delta x_2$ тј. $a_{1y} = a_{1x} - a_{2x}$ **(2п)**. Из претходних једначина се налази $a_{1x} = a_3 = g/5$ **(2п)**, $a_{1y} = 3g/5$ **(2п)** односно укупно убрзање за блок 1 је $a_1 = \sqrt{a_{1x}^2 + a_{1y}^2} = g\sqrt{2/5}$ **(3п)**. Убрзање блока 2 је $a_2 = -2g/5$ **(2п)**.



Слика 2.

P5. При премотавању траке константом угаоном брзином радијус намотаног дела $\tilde{r}$ расте линеарно са временом t $(t < T_1)$ од r до R тј. важи $\tilde{r} = r + t(R - r)/T_1$ па је након премотавања за време T_2 радијус намотане траке $r_1 = r + T_2(R - r)/T_1$ **(5п)**. При нормалном преслушавању траке, површина попречног пресека калема на који се намотава трака у зависности од времена t је $S = r^2\pi + dvt$ где је d дебљина траке, а v брзина намотавања траке па се за неко време T_3 достиже тај радијус r_1 тј. важи $r_1^2\pi = r^2\pi + dvT_3$ **(4п),** а када се све песме преслушају важи $R^2\pi = r^2\pi + dvN\tau$ **(4п)**. Из претходног се налази време T_3

$T_3 = N\tau\left[\left(r + \frac{T_2}{T_1}(R - r)\right)^2 - r^2\right] \Big/ (R^2 - r^2)$ **(5п)** па се редни број песме налази делећи протекло време са дужином трајања сваке песме тј. $k = T_3/\tau \approx 25{,}7$ **(1п)**, дакле премотавањем се долази до 26 песме **(1п)**.