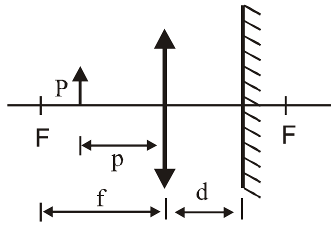
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије

I РАЗРЕД | **ЗАДАЦИ** | **ОКРУЖНИ НИВО 7.03.2009.**

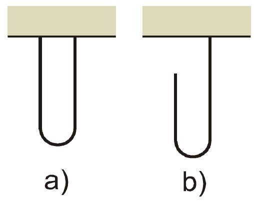
1. Даска масе M налази се на глаткој хоризонталној подлози, а на њој два блока чије су масе m и $2m$ (слика 1). Блокови су повезани безмасеном неистегљивом нити пребаченом преко идеалног котура који је причвршћен за зид. На десни блок делује хоризонтална сила F као на слици 1. Коефицијент трења између левог блока и даске је исти као између десног блока и даске и износи μ. Одредити убрзања даске и блокова у односу на подлогу. **(20п)**

2. Са једне стране танког сабирног сочива, жижне даљине $f = 20\,\text{cm}$, постављено је равно огледало на растојању $d = 17\,\text{cm}$ од њега. Са друге стране сочива се налази светао предмет, величине $P = 1{,}2\,\text{cm}$ на растојању $p = 0{,}6f$ од сочива (слика 2). Одредити положај и величину реалног лика предмета и скицирати одговарајући график. **(20п)**



Слика 2

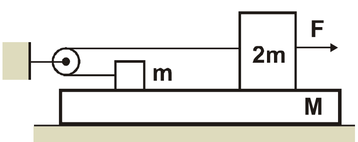
3. Хомоген, танак и савитљив, али неистегљив канап масе m је са оба краја прикачен за међусобно блиске куке на плафону и налази се у стању мировања (слика 3а). У неком тренутку један крај канапа се откачи и почне да пада (слика 3б). Колика је максимална сила којом канап делује на другу куку? Претпоставити да при падању сваки елемент канапа достиже свој коначан вертикалан положај, зауставља се и остаје непокретан. **(20п)**
(Млади физичар бр. 43)



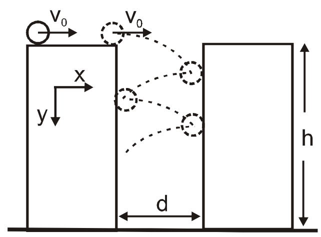
Слика 3.

4. Два једнака непокретна челична блока висине $h = 0{,}5\,\text{m}$ постављена су тако да образују вертикалну пукотину ширине $d = 3\,\text{cm}$. Ка пукотини се котрља мала челична куглица константном брзином $v_0 = 1\,\text{m/s}$ и пропада у њу, неколико пута удара о зидове пукотине и пада на подлогу (слика 4). Полупречник куглице је јако мали па куглицу посматрати као материјалну тачку. Ако се удари куглице о зидове пукотине могу сматрати апсолутно еластичним (интензитет брзине куглице се при судару не мења), одредити колико ће пута куглица ударити о зидове пукотине пре пада на подлогу. Занемарити отпор ваздуха, а за убрзање Земљине теже узети $g = 10\,\text{m/s}^2$. **(20п)**

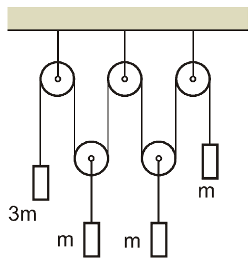
5. У систему са слике 5 одредити интензитет и смер убрзања сваког блока у односу на подлогу. Нити су неистегљиве и у сваком тренутку вертикалне, а масе нити и котурова се могу занемарити. Занемарити све силе трења и сматрати да се систем почео кретати из стања мировања. **(20п)**



Слика 1.



Слика 4.



Слика 5.

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

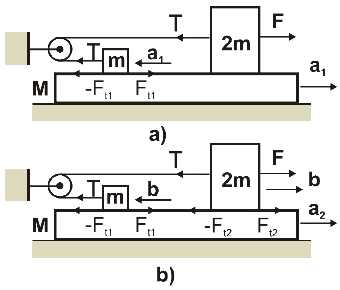
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије

I РАЗРЕД **ОКРУЖНИ НИВО 7.03.2009.**

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

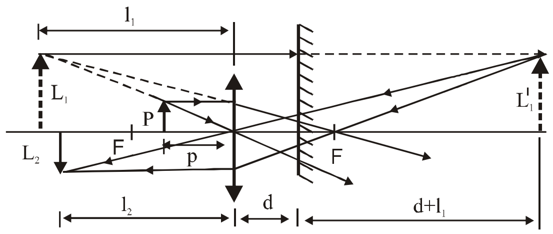
Р1. За мале вредности F цео систем мирује, а са повећањем интензитета долази до проклизавања блокова. Јасно је да ће прво проклизати мањи блок па ће се већи блок и даска кретати заједно убрзањем a_1, према једначини $(M+2m)a_1 = F - T - \mu mg$ **(2п)** (слика 1а), а мањи блок истим убрзањем, али супротног смера при чему важи $ma_1 = T - \mu mg$ **(2п)**. У овом случају интензитет убрзања је $a_1 = (F - 2\mu mg)/(M+3m)$ **(2п)** и закључујемо да за $F \le 2\mu mg$ систем мирује **(1п).** Критичну вредност силе у тренутку проклизавања већег блока налазимо из једначине $Ma_{kr} = F_{t2} - F_{t1} \Rightarrow M\left(F_{kr} - 2\mu mg\right)/(M+3m) = \mu mg$



Слика 1.

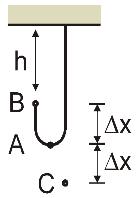
одакле је $F_{kr} = 3\mu mg(1 + m/M)$ **(3п).** Дакле у случају када је сила $F > F_{kr}$ долази и до проклизавања већег блока па важи $Ma_2 = \mu mg$ **(2п)**, $2mb = F - T - 2\mu mg$ **(2п)** $mb = T - \mu mg$ **(2п)** (a_2 - убрзање даске, b - убрзање блокова). Из претходног се за овај случај добија (слика 1b) $a_2 = \mu mg/M$ **(2п)** и $b = (F - 3\mu mg)/3m$ **(2п).**

Р2. Коначан реалан лик приказан је на слици 2. Удаљеност имагинарног лика L_1 од центра сочива је $l_1 = pf/(f-p) = 30\,\mathrm{cm}$ **(3п)** Удаљеност имагинарног лика $L_1^{'} = L_1$ у огледалу од сочива је $l_1^{'} = 2d + l_1 = 64\,\mathrm{cm}$ **(2п)**. Коначно реалан лик је удаљен од сочива за $l_2 = l_1^{'}f/(l_1^{'} - f) \approx 29{,}1\,\mathrm{cm}$ **(3п).** Како је увећање $L_2/L_1^{'} = l_2/l_1^{'}$ **(2п)** коначно се за величину реалног лика добија $L_2 = l_1 l_2 P/l_1^{'}p \approx 1{,}36\,\mathrm{cm}$ **(3п).** Тачно скицирану слику 2 бодовати са **(7п)**. *Напомена: Слику 2 није потребно цртати у одговарајућој размери.*



Слика 2.

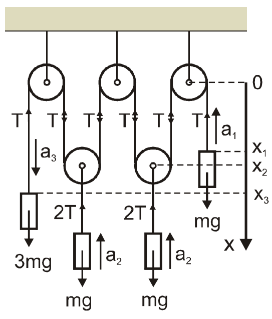
Р3. Максимална вредност силе којом канап делује на куку једнака је збиру тежине канапа mg и допунске силе услед падања канапа. Посматрајмо један тренутак времена у току падања канапа као на слици 3. Брзина левог краја канапа, тачка B, је $\sqrt{2gh}$ **(2п)**. Импулс малог дела канапа AB дужине Δx је $p = \Delta mv = m\Delta x\sqrt{2gh}/L$ **(2п)** (L - укупна дужина канапа, $\Delta x << L$), а како до заустављања у тачки C (тада је $p = 0$) делић пређе пут $2\Delta x$ то је време које протекне до заустављања делића канапа $t = 2\Delta X/\sqrt{2gh}$ **(4п).** Допунска сила којом канап делује на куку је $F = \Delta p/\Delta t = \Delta m \cdot v/\Delta t \Rightarrow F = mgh/L$ **(4п)**, а максимална је за гранични случај $h = L$ и износи $F = mg$ **(4п).** Из претходног се за тражену максималну силу којом канап делује на куку добија $F_{\max} = 2mg$ **(4п)**



Слика 3

Р4. Пут који пређе куглица до првог судара је $d = v_0 t_1$ **(3п)**, а дуж вертикале је $s_1 = gt_1^2/2$. Пређени пут дуж вертикалне осе после n-тог судара је $s_n = g(nt_1)^2/2$ **(5п)**. У тренутку додира са подножјем важи $h = gn^2d^2/2v_0^2$ **(5п)** одакле је $n = v_0\sqrt{2h}/(d\sqrt{g}) \approx 10{,}5$ **(5п)** дакле, куглица укупно направи 10 судара **(2п).**

Р5. Ако претпоставимо да се блокови крећу као на слици 4. једначине кретања крајњих блокова су $ma_1 = T - mg$ **(2п)** и $3ma_3 = 3mg - T$ **(2п)**. Очигледно је да два средња блока имају једнака убрзања и једначину кретања $ma_2 = 2T - mg$ **(2п)**. Ако положаје котурова и два крајња блока означимо као на слици 4, из услова задатка мора да важи $\Delta x_1 + 4\Delta x_2 + \Delta x_3 = 0$ **(2п)** из које се налази веза међу убрзањима блокова $a_3 = 4a_2 + a_1$ **(2п)**. Решењем претходних једначина добијају се тражена убрзања $a_1 = -5g/14$ **(3п)** $a_2 = 2g/7$ **(3п)** и $a_3 = 11g/14$ **(3п)**. Из претходног је јасно да крајњи блокови имају убрзања a_1 и a_3 у смеру x осе, док се два средња блока крећу убрзањем a_2 у супротном смеру **(1п)**.



Слика 4.