



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.



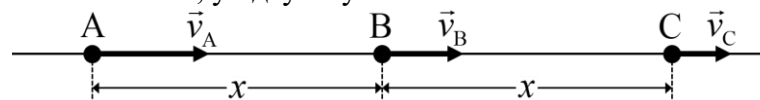
VI
РАЗРЕД

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

ОКРУЖНИ НИВО
20.03.2021.

1. Уколико се на једну еластичну опругу стави тег тежине Q_1 , а на другу еластичну опругу тег тежине $5Q_1$, обе опруге се истегну за по Δl . Уколико се и на једну и на другу опругу окаче тегови једнаких тежина Q_2 , колико износи истезање друге опруге Δl_2 , ако се прва опруга притом истегне за $\Delta l_1 = 2 \text{ cm}$?
2. Трактор са приколицом дужине $l_t = 6 \text{ m}$ се креће константном брзином v_t и пролази поред пешака, који се шета константном брзином $v_p = 0,5 \text{ m/s}$ у истом правцу и смеру као и трактор, за време $t_1 = 2 \text{ s}$. Након тога, крећући се непромењеном брзином, трактор са приколицом пролази поред аутомобила који се креће истим правцем, али супротним смером од кретања трактора. Време мимоилажења трактора са приколицом и аутомобила износи $t_2 = 0,8 \text{ s}$, док је брзина аутомобила $v_a = 36 \text{ km/h}$. Одредити дужину аутомобила l_a . Занемарити димензије пешака у односу на дужину трактора са приколицом.
3. Оливера је прве две петине пута препешачила брзином $v_1 = 1,5 \text{ m/s}$. Две трећине преосталог пута препешачила је брзином $v_2 = 1 \text{ m/s}$. Коликом брзином v_3 је препешачила остатак пута, ако је њена средња брзина на целом путу $v_{sr} = 0,8 \text{ m/s}$?
4. Атлетичар и атлетичарка тренирају на атлетској стази. Када је атлетичар био на удаљености од $s = 50 \text{ m}$ од атлетичарке која је мировала, почео је да трчи ка њој брзином $v_1 = 12 \text{ km/h}$. Након $\Delta t = 5 \text{ s}$ атлетичарка је приметила да атлетичар трчи ка њој, па је почела да трчи од њега брзином $v_2 = 2,5 \text{ m/s}$. Атлетичар и атлетичарка су се кретали дуж истог правца и смера. После колико времена ће атлетичар стићи атлетичарку, рачунајући од тренутка када је атлетичар почео да трчи ка атлетичарки? Колики пут ће атлетичарка прећи док је атлетичар не стигне?

5. Три тела А, В и С су постављена као на слици 1. У одсуству тела С, тела А и В би се сударила после $t_1 = \frac{2}{3} \text{ s}$. У одсуству тела В, тела А и С би се сударила после $t_2 = \frac{1}{2} \text{ s}$. После колико времена би се сударила тела В и С, у одсуству тела А?



Слика 1

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац
Рецензент: проф. др Мирослав Николић, ПМФ Ниш и доц. др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац
Председник комисије: проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.



VI
РАЗРЕД

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

ОКРУЖНИ НИВО
20.03.2021.

1. Пошто је промена дужине опруге сразмерна сили која је истеже или сабија, а однос силе и промене дужине је сталан, онда за прву опругу мора важити да је $\frac{Q_1}{\Delta l} = \frac{Q_2}{\Delta l_1}$ [6п], одатле се добија $Q_1 = \frac{\Delta l Q_2}{\Delta l_1}$ [3п]. За

другу опругу мора важити да је $\frac{5Q_1}{\Delta l} = \frac{Q_2}{\Delta l_2}$ [6п], одатле се добија да истезање друге опруге проузроковано

тегом тежине Q_2 износи $\Delta l_2 = \frac{\Delta l Q_2}{5Q_1} = \frac{\Delta l Q_2}{5\Delta l Q_2} \Delta l_1 = \frac{\Delta l_1}{5} = 0,4 \text{ cm}$ [4+1п].

2. Релативна брзина трактора у односу на пешака је $v_t - v_p$, и да би прошао поред пешака трактор мора прећи растојање l_t и важи да је $l_t = (v_t - v_p)t_1$ [6п]. Релативна брзина трактора у односу на аутомобил је $v_t + v_a$, и да би се трактор и аутомобил мимоишли, трактор мора прећи растојање $l_t + l_a$ и важи да је $l_t + l_a = (v_t + v_a)t_2$ [6п]. Изражавањем брзине трактора из прве релације и заменом у другу релацију, добија

се да је дужина аутомобила $l_a = \left(\frac{l_t}{t_1} + v_p + v_a\right)t_2 - l_t = 4,8 \text{ m}$ [7+1п].

3. Средња брзина на целом путу је $v_{sr} = \frac{s_u}{t_u} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$ [2п], при чему важе следеће релације $t_1 = \frac{s_1}{v_1}$ [1п],

$t_2 = \frac{s_2}{v_2}$ [1п], $t_3 = \frac{s_3}{v_3}$ [1п], $s_1 = \frac{2}{5}s$ [2п], $s_2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{5}s = \frac{2}{5}s$ [2п], $s_3 = s - s_1 - s_2 = \frac{1}{5}s$ [2п]. Комбинацијом

претходних једначина добијамо да је $v_{sr} = 5 / \left(\frac{2}{v_1} + \frac{2}{v_2} + \frac{1}{v_3}\right)$ [3п], одатле је

$v_3 = v_1 v_2 v_{sr} / (5v_1 v_2 - 2v_2 v_{sr} - 2v_1 v_{sr}) \approx 0,34 \text{ m/s}$ [5+1п].

4. ПРВИ НАЧИН Обележимо са t време које је потребно атлетичару да стигне атлетичарку. Путеви које до тада пређу атлетичар и атлетичарка износе $s_1 = v_1 t$ [2п] и $s_2 = v_2(t - \Delta t)$ [2п], по реду. Пошто је растојање између атлетичара и атлетичарке у почетном тренутку s , можемо писати да је $s_1 = s + s_2$ [2п],

односно $v_1 t = s + v_2(t - \Delta t)$ [2п], одатле добијамо израз за време $t = \frac{s - v_2 \Delta t}{v_1 - v_2} = 45 \text{ s}$ [8+1п]. Знајући вредност

за t добијамо да пут који атлетичарка пређе док је атлетичар не стигне износи

$s_2 = (s - v_1 \Delta t) \frac{v_2}{v_1 - v_2} = 100 \text{ m}$ [2+1п].

ДРУГИ НАЧИН Од тренутка када атлетичарка почиње да трчи, атлетичар и атлетичарка су се кретали једно према другом релативним брзинама $v_r = v_1 - v_2$ [3п], док је растојање између њих било $\Delta s = s - v_1 \Delta t$

[3п]. До сусрета ће доћи после $t' = \frac{\Delta s}{v_r} = \frac{s - v_1 \Delta t}{v_1 - v_2}$ [8п], на основу чега је укупно протекло време

$t = \Delta t + t' = \Delta t + \frac{s - v_1 \Delta t}{v_1 - v_2} = 45 \text{ s}$ [2+1п]. Атлетичарка пређе пут $s_2 = v_2 t' = v_2 \frac{s - v_1 \Delta t}{v_1 - v_2} = 100 \text{ m}$ [2+1п].



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.



5. У одсуству тела С, како би се тела А и В сударила, однос брзина мора бити такав да је $v_A > v_B$ [1п], где притом важи да је $x = (v_A - v_B)t_1$ [4п]. Иста ситуација важи у одсуству тела В, тј. како би се тела А и С сударила важи $v_A > v_C$ [1п] и $2x = (v_A - v_C)t_2$ [4п]. На крају у одсуству тела А, како би дошло до судара између тела В и С мора бити $v_B > v_C$ [1п] и $x = (v_B - v_C)t_3$ [4п]. Комбинацијом претходних једначина добија се $t_3 = 1 / \left(\frac{2}{t_2} - \frac{1}{t_1} \right) = \frac{t_1 t_2}{2t_1 - t_2} = 0,4 \text{ s}$ [4+1п].

(У свим задацима признати и друге тачне начине решавања са еквивалентним начином бодовања)



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.

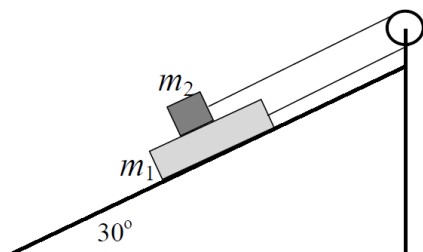


VII
РАЗРЕД

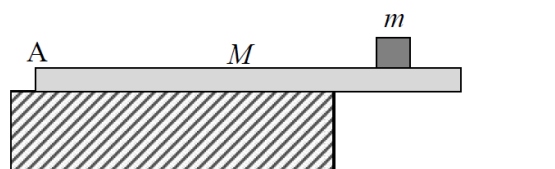
Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког развоја
Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОКРУЖНИ НИВО
20.03.2021.

1. Са платформе висине $h = 35\text{m}$ Ђорђе је пустио тениску лоптицу да слободно пада. Истовремено је, првој лоптици у сусрет вертикално у вис, Реља бацио другу лоптицу са површине земље почетном брзином v_0 . У тренутку судара обе лоптице су имала једнаке брзине по интензитету. Коликом је почетном брзином избачена друга лоптица? Колико дуго су се кретале до судара?
2. Лет балоном пружа изузетан панорамски поглед на земљу. У повратку са лета, док се балон у ком се налазила Нина спуштао вертикално наниже сталном брзином $u = 0,45 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, Нина је вертикално у вис бацила новчић почетном брзином $v_0 = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ у односу на тло. Колико ће бити растојање између балона и новчића у тренутку када новчић достигне максималну висину?
3. Андреј и Душан су кренули на излет панорамском гондолом. Сместивши се у кабину приметили су да се на врху прозорског стакла оријентисаног у правцу и смеру кретања гондоло налази, у стању мировања, капљица борове смоле. Када је кабина почела да се креће капљица смоле је почела да клизи низ стакло у вертикалном правцу. За које време ће се капљица спустити до дна прозорског стакла висине h ? Сматрати да се кабина креће у хоризонталном правцу равномерно убрзано са убрзањем a_1 и да је коефицијент трења између смоле и стакла μ .
4. На непокретној стрмој равни нагиба $\alpha = 30^\circ$ налазе се два тела маса m_1 и m_2 повезана лаким неистегљивим концем, као на слици 1. Колико ће бити убрзање тела ако је коефицијент трења између тела масе m_1 и подлоге μ_1 , а између два тела μ_2 ? Односи маса и коефицијената трења су такви да се тело m_1 креће низ стрму равн.
5. Хомогена мермерна плоча $M = 120\text{kg}$ постављена је као на слици 2. Укупна дужина плоче износи $l = 15\text{m}$, док дужина дела изван подлоге износи $l/3$. На које се максимално растојање од тачке А може ставити терет масе $m = 75\text{kg}$, тако да плоча са теретом остане у равнотежи?



Слика 1



Слика 2

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: проф. др Андријана Жекић, 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 2020/2021. ГОДИНЕ.



VII
РАЗРЕД

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

ОКРУЖНИ НИВО
20.03.2021.

1. Време кретања обе лоптице до судара је исто. Прва до судара прелази пут $s = \frac{1}{2}gt^2$ [4], док друга прелази пут $h - s = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$. [3] Комбиновањем претходних једначина добија се $h = v_0t$. [1] Брзине лоптица непосредно пре судара биће $v^2 = 2gs$ [4] и $v^2 = v_0^2 - 2g(h - s)$, [3] по реду, одакле се добија да је $v_0 = \sqrt{2gh}$, [1] односно да је $v_0 = 26,2 \text{ m/s}$. [1] Време кретања лоптица је $t = h/v_0$, [2] односно $t = 1,34 \text{ s}$. [1]

2. Избачени новчић ће максималну висину у односу на тло достићи после $t = v_0/g$. [5] Брзина избацивања новчића у односу на балон је $v = v_0 + u$, [5] а растојање између балона и новчића једнако је путу који новчић пређе у односу на балон, па је $d = vt - \frac{1}{2}gt^2$. [5] Растојање између балона и новчића у тренутку када новчић достигне максималну висину биће $d = (v_0 + u)t - \frac{1}{2}gt^2$, односно $d = \frac{v_0(v_0 + 2u)}{2g} \approx 1,8 \text{ m}$. [4+1]

3. Једначина кретања капљице смоле масе је $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_r + \vec{N} + \vec{F}_1$. [5] У вертикалном правцу је $ma = mg - F_r$, [5] док је у хоризонталном правцу $ma_1 = N$. [5] (Напомена: ученику који има тачне само скаларне једначине дати свих 15 поена). Из претходних једначина следи да је $ma = mg - \mu a_1$, односно да је тражено убрзање капљице $a = g - \mu a_1$. [2] Пошто капљица клизи у вертикалном правцу без почетне брзине, време за које се спусти до дна прозорског стакла висине h биће $t = \sqrt{2h/(g - \mu a_1)}$. [3]

4. Пошто су спојена лаким и неистегљивим концем, интензитети убрзања оба тела су једнаки. Једначине које описују кретање првог тела су $m_1a = \frac{1}{2}m_1g - T - F_{r1} - F_{r2}$ [3] и $N_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}m_1g + N_2$,

[3] а другог $m_2a = T - \frac{1}{2}m_2g - F_{r2}$ [3] и $N_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}m_2g$. [3]

Интензитети сила трења биће $F_{r1} = \mu_1N_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}\mu_1g(m_1 + m_2)$ [2] и

$F_{r2} = \mu_2N_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}\mu_2m_2g$. [2] Комбиновањем једначина добија се

$$m_1a = \frac{1}{2}m_1g - T - \mu_1g \frac{\sqrt{3}}{2}(m_1 + m_2) - \mu_2gm_2 \frac{\sqrt{3}}{2} \quad [1]$$

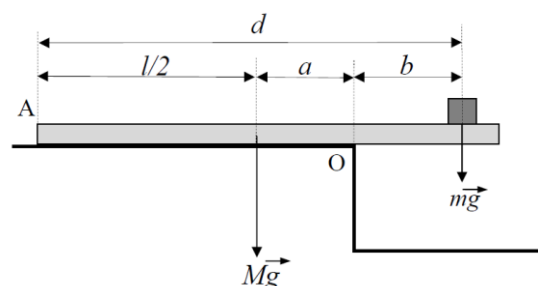
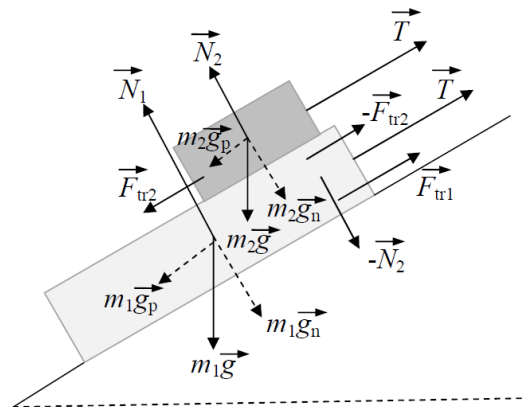
за прво, односно $m_2a = T - \frac{1}{2}m_2g - \mu_2gm_2 \frac{\sqrt{3}}{2}$ [1] за друго тело. Сабирањем претходних једначина добија се убрзање

$$\text{система } a = g \frac{(m_1 - m_2) - \mu_1\sqrt{3}(m_1 + m_2) - 2\mu_2\sqrt{3}m_2}{2(m_1 + m_2)} \text{ или } a = g \frac{(m_1 - m_2) - \sqrt{3}(\mu_1m_1 + \mu_1m_2 + 2\mu_2m_2)}{2(m_1 + m_2)}. \quad [2]$$

5. Први начин: Претпоставите да терет треба поставити као на слици. Једначина равнотеже плоче са теретом у односу на тачку О је $M \cdot g \cdot a = m \cdot g \cdot b$ [10] Одавде следи да је $b = a \frac{M}{m}$. [1] Са слике

се види да је $a = \frac{2l}{3} - \frac{l}{2} = \frac{l}{6}$. [4] Биће дакле, $b = \frac{l}{6} \frac{M}{m}$. Тражено

растојање је $d = \frac{l}{2} + a + b$, [4] односно $d = \frac{l}{6}(4 + \frac{M}{m}) = 14 \text{ m}$. [1]





ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2020/2021. ГОДИНЕ.

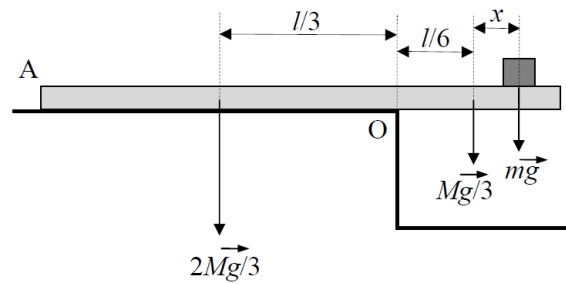


Други начин: Једначина равнотеже плоче са теретом у односу на тачку O је $\frac{2Mg}{3} \cdot \frac{l}{3} = \frac{Mg}{3} \cdot \frac{l}{6} + mg \cdot (\frac{l}{6} + x)$. [10]

Одавде следи да је $x = \frac{l}{6}(\frac{M}{m} - 1)$, [4] односно $x = 1,5\text{m}$. [1]

Тражено растојање биће $d = \frac{2l}{3} + \frac{l}{6} + x$, [4] односно

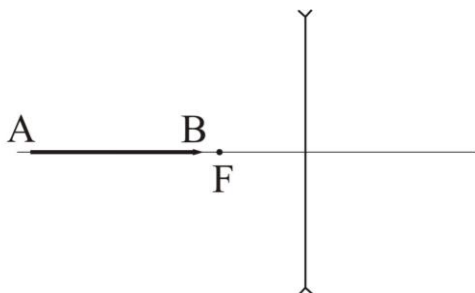
$d = 14\text{m}$. [1] Уколико је неко претпоставио да терет треба поставити са друге стране тежишта дела плоче изван подлоге, добиће негативну вредност за x . Уколико постоји написано образложење и уколико је ученик преостали део задатка урадио тачно, треба га оценити максималним бројем бодова.



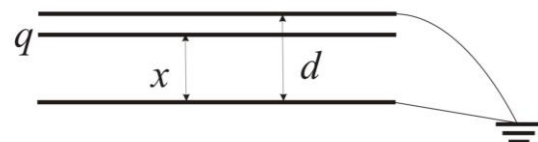


ЗАДАЦИ

1. Маја је окачила на опругу тег тежине $Q_1 = 2 \text{ N}$ и тег непознате тежине Q_2 и приметила да се опруга истегла за $\Delta l_1 = 20 \text{ mm}$. Када је на опругу додала још два тег, сваки тежине по Q_2 , истегнутост опруге је била $\Delta l_2 = 50 \text{ mm}$. Одредити: а) тежину Q_2 , б) масе тегова m_1 и m_2 , в) крутост опруге k .
2. Док је седео поред дрвета, Мали принц се досетио да би могао да измери дужину циновске змије удав која се кретала (гмизала) поред њега. У тренутку када је реп змије био поред дрвета, Мали принц је обележио то место А и почео да се креће ка глави змије. Када је стигао до главе обележио је место Б. Потом је кренуо назад и обележио место Ц где је прошао поред репа удава. Мерећи удаљености означених тачака дужином свога стопала, добио је да растојање тачака А и Б износи $x_1 = 42$ стопе, док удаљеност А и Ц износи $x_2 = 12$ стопа. Одредити дужину змије l у стопама. Колико је пута већа брзина Малог принца у односу на брзину змије? Сматрати да су се и змија и Мали принц кретали праволинијском путањом, и да су брзина удава u и брзина Малог принца v све време биле константне по интензитету. Занемарити време потребно да Мали принц обележи место, као и време окретања.
Напомена: Стопа је дужина принчевог стопала.
3. Конструисати лик стрелице АВ у расипном сочиву са сл. 1.
4. Куглица наелектрисана позитивном количином наелектрисања q , обешена у вакууму о лаку неистегљиву и непроводну нит, налази се у хоризонталном хомогеном електричном пољу. Угао између нити и вертикалне равни је $\alpha = 30^\circ$. Када се у ово поље унесе непроводна течност и куглица потопи у њу, угао одклона од вертикале се не промени ($\alpha = 30^\circ$). Релативна диелектрична константа и густина течности износе ϵ_r и ρ_0 , по реду. Одредите густину материјала ρ од ког је направљена куглица.
5. Плоче равног кондензатора приказаног на сл. 2 налазе се у вакууму на растојању d . Обе плоче се уземље, а на растојању x од једне плоче унесе се метална плоча занемарљиве дебљине, чије је наелектрисање q ($0 < x < d$). Одредити наелектрисања на обе плоче кондензатора. Занемарити ефекте крајева кондензатора.
Напомене: Сва решења детаљно објаснити. Сваки задатак носи по 20 поена.



Слика 1



Слика 2

Свим такмичарима желимо успешан рад !

Задатке припремила: Биљана Максимовић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Маја Стојановић, ПМФ, Нови Сад

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



VIII РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
Решења задатака за VIII разред

ОКРУЖНИ НИВО
20.3.2021.

1. а) Из једначине $\frac{Q_1 + Q_2}{\Delta l_1} = \frac{Q_1 + 3Q_2}{\Delta l_2}$ [7] се добија $Q_2 = Q_1 \frac{(\Delta l_2 - \Delta l_1)}{(3\Delta l_1 - \Delta l_2)} = 6 \text{ N}$ [2+1].

б) $m_1 = Q_1 / g \approx 0.204 \text{ kg}$ [1+1], $m_2 = Q_2 / g \approx 0.612 \text{ kg}$ [1+1] в) $k = (Q_1 + Q_2) / \Delta l_1 = 400 \text{ N/m}$ или $k = (Q_1 + 3Q_2) / \Delta l_2 = 400 \text{ N/m}$ [5+1].

2. Време потребно да Мали принц пређе растојање од тачке А до тачке Б у систему везаном за змију је $t_1 = \frac{l}{v-u}$ [3],

а време да пређе растојање од Б до Ц је $t_2 = \frac{l}{v+u}$ [3]. У систему везаном за дрво $t_1 = \frac{x_1}{v}$ [3] и $t_2 = \frac{x_1 - x_2}{v}$ [3].

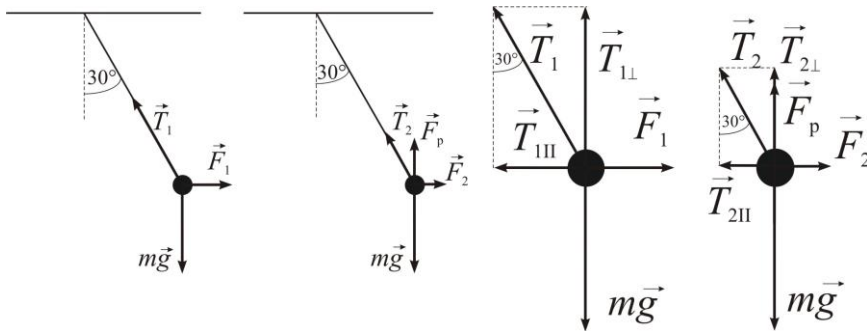
Решавањем система једначина $l = \frac{30v + 30u}{v}$ и $l = \frac{42v - 42u}{v}$, добија се $v = 6u$ [4] и $l = 35$ стопа [4].

3. Пошто се стрелица налази на главној оптичкој оси, може се искористити да су ликови тачака које су на вертикали на оптичку осу сочива такође на вертикали на њу. Из тачака С и D које су на нормали на оптичку осу и на истом растојању од сочива као и тачке А и В, повлачимо карактеристичне зраке. [5] Ликови ових тачака С' и D' [5] су такође на нормали на главну оптичку осу, па се ликови крајева стрелице А' и В' налазе у пресеку тих нормала са оптичком осом. [10]

4. У првом случају је $mg = T_1 \frac{\sqrt{3}}{2}$ [3] и $F_1 = \frac{T_1}{2}$ [3]. У другом случају је $mg = F_p + T_2 \frac{\sqrt{3}}{2}$ [3] и $F_2 = \frac{T_2}{2}$ [3]. Заменом сила

затезања нити у претходним једначина добија се $mg = F_1 \sqrt{3}$ и $mg = F_p + F_2 \sqrt{3}$. Користећи везу између сила

$F_2 = \frac{F_1}{\epsilon_r}$ [3], добија се $mg = F_p + \frac{mg}{\epsilon_r}$, па је $\rho = \frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \rho_0$ [5].



5. Збир индукованих наелектрисања на уземљеним плочама кондензатора је $q_1 + q_2 = -q$ [3]. Капацитет првог

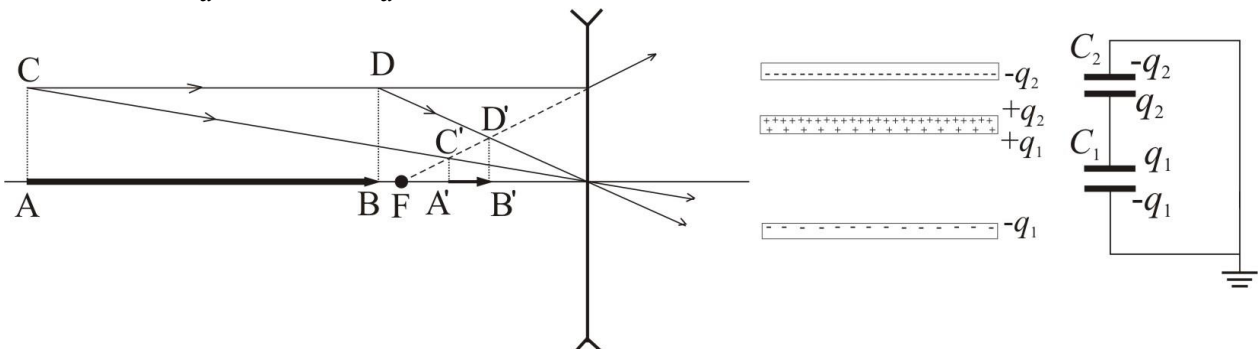
кондензатора је $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{x}$ [3], а другог

$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}$ [3]. Напон између

уземљених плоча је нула. То значи да су напони на кондензаторима једнаки по апсолутној вредности, па је

$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$ [3], тј. из $\frac{C_1}{C_2} = \frac{d-x}{x}$ и $\frac{C_1}{C_2} = \frac{q_1}{q_2}$, добија се $xq_1 = (d-x)q_2$ [2]. Наелектрисање $q_1 = -q - q_2$ и $q_1 = \frac{(d-x)}{x} q_2$

па се добија $q_1 = -\frac{d-x}{d} q$ [3], $q_2 = -\frac{x}{d} q$ [3].



Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!