



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.

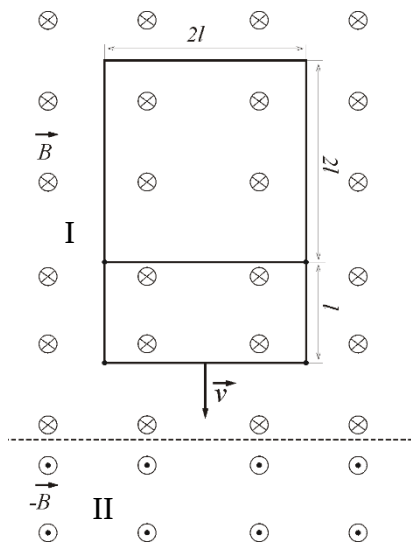


VIII
РАЗРЕД

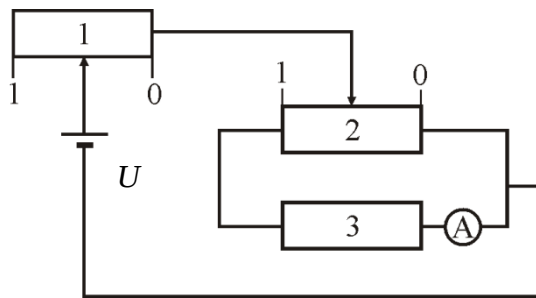
Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

СФО
13-14.05.2024.

1. Правоугаони метални рам димензија $2l$ са $3l$ са хоризонтално причвршћеним проводником који се налази на удаљености l од доње стране рама, помера се константном брзином v кроз гранични део области I и II. У области I је присутно магнетно поље индукције B , које је нормално на површину рама, а у области II је присутно магнетно поље истог интензитета као у I, али супротног смера (слика 1). Одредити промену интензитета силе која делује на рам при премештању из области I у област II. Метални рам је направљен од истог материјала специфичне отпорности ρ_0 и површине попречног пресека S . Област II је много већа од димензија рама. **(10 поена)**



Слика 1



Слика 2

2. Реостат 1, потенциометар 2, отпорник 3 и амперметар повезани су у коло са извором једносмерне струје, занемарљиве унутрашње отпорности на начин приказан на слици 2. Реостат и потенциометар имају једнаке дужине, али различите укупне (максималне) отпорности, док је отпорност отпорника 3 једнака укупној (максималној) отпорности потенциометра 2. У почетку се покретни контакт реостата налазио у положају a , читавајући од нуле, а потенциометра у положају b . У неком тренутку покретни контакт потенциометра 2 је премештен до краја лево, а а на ново растојање улево премештен је и контакт реостата 1, при чему је промена растојања контаката на реостату једнака промени положаја контаката на потенциометру. Показивања амперметра пре и после премештања контаката су била иста. Одредите однос укупних отпорности потенциометра 2 и реостата 1. Занемарити унутрашњу отпорност амперметра. **(10 поена)**

3. Проблеми са кондензаторима.

а) Раван ваздушни кондензатор, капацитивности $C_0 = 100 \text{ pF}$, прикључен је на извор сталног напајања напона $U = 100 \text{ V}$. Када се кондензатор напунио, извор је искључен, а између плоча је до половине убачен диелектрик релативне диелектричне константе $\epsilon_r = 4$. Одредити напон између плоча кондензатора после убацивања диелектрика. **(2,5 поена)**

б) Једна електрода равног ваздушног кондензатора површине $S = 100 \text{ cm}^2$ је учвршћена, док је друга окачена о опругу константе крутости $k = 11,275 \text{ N/m}$, слика 3б. Када је кондензатор није прикључен на извор напајања, растојање између његових електрода је $d = 2 \text{ mm}$. Када се кондензатор прикључи на извор напајања U , опруга ће се истегнути за $x = 0,3 \text{ mm}$. Одредити



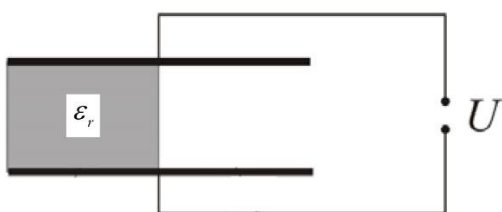
ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.



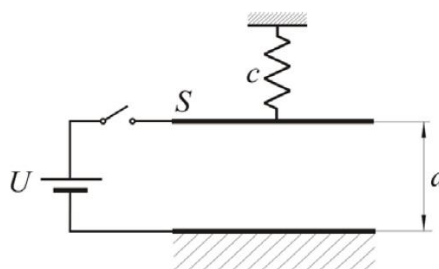
напон извора U . Ефекте крајева занемарити. Сила којом се плоче кондензатора међусобно привлаче износи $F = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 S$. (2,5 поена)

в) Наелектрисана честица масе $m = 0,01\text{g}$ налази се у равнотежи у хомогеном електричном пољу хоризонталног равног кондензатора, слика 3в. Кондензатор је прикључен на напон $U = 20\text{kV}$, док је растојање између плоча $d = 5\text{cm}$. Одредити наелектрисање честице. (1,5 поена)

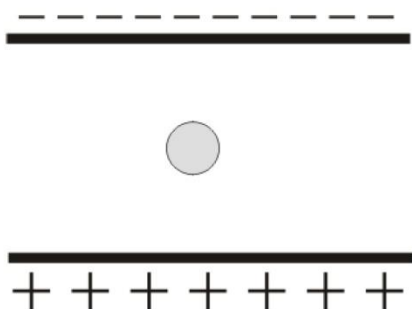
4. Кутија хомогено распоређене масе m има два ослонаца облика полуваљака који се налазе на међусобном растојању d (слика 3). Кофицијент трења између левог ослонаца и подлоге је μ_1 , а између десног ослонаца и подлоге μ_2 . На средину леве стране кутије делује сила F . Колика је висина кутије, уколико се она креће равномерно? (Полупречници ослонаца су много мањи од њиховог међусобног растојања, као и од висине кутије.) (8,5 поена)



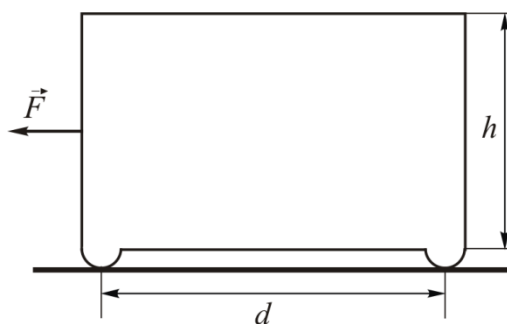
Слика уз Задатак 3а



Слика уз Задатак 3б



Слика уз Задатак 3в



Слика уз Задатак 4



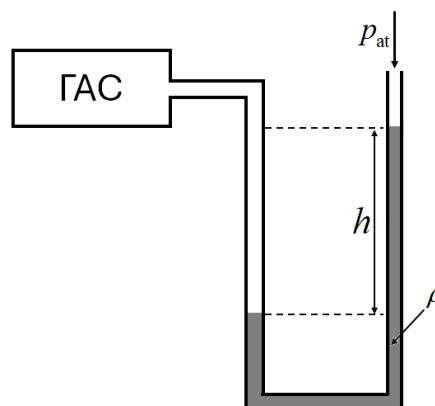
Код наредних задатака треба заокружити тачан одговор. Сваки тачан одговор вреди 1,5 поена. Задаци се не бодују парцијално!

5. Када се ниво течности густине ρ у десном краку цеви облика слова U спусти за $h/3$, притисак гаса ће се:

(1,5п)

- а) Повећати за $\rho gh/3$
- б) Смањити за $\rho gh/3$
- в) Повећати за $2\rho gh/3$
- г) Смањити за $2\rho gh/3$
- д) Остати непромењен.

Запремина гаса у цевчици је занемарљива у односу на запремину гаса у суду, а површина попречног пресека цевчице је свуда иста.



6. Када бакарна коцка масе m прими количину топлоте Q температура јој се промени за Δt . Како се промени температура уља двоструко веће масе од масе бакарне коцке, ако уље преда околина четири пута већу количину топлоте него што је бакарна коцка примила? Специфични топлотни капацитет бакра C је десет пута мањи од специфичног топлотног капацитета уља. (1,5п)

- а) Повећа се за $\Delta t/5$
- б) Смањи се за $5\Delta t$
- в) Смањи се за $\Delta t/5$
- г) Повећа се за $5\Delta t$.

7. Две мале куглице истоимено наелектрисане количинама наелектрисања q_1 и q_2 , интерагују силом F_1 када се налазе на растојању r . Уколико се куглице додирну па удаље на растојање $r/2$ интераговаће силом F_2 . Какав је однос $\frac{F_2}{F_1}$? (1,5п)

- а) $(q_1 + q_2) / q_1 q_2$
- б) $(q_1 + q_2)^2 / q_1 q_2$
- в) $q_1 q_2 / (q_1 + q_2)^2$
- г) $(q_1 + q_2)^2 / 4q_1 q_2$.

8. Испред танког сабирног сочива жижне даљине $f = 40$ cm, на главну оптичку осу, постављен је предмет на растојање $p = 3f/4$ од центра сочива. Лик овог предмета је: (1,5п)

- а) имагинаран, увећан
- б) реалан, умањен
- в) имагинаран, умањен
- г) реалан, увећан.



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.



9. Број осцилација које направе два математичка клатна за исто време t разликује се за $\Delta n = 4$. Уколико су клатна дужина $l_1 = 9$ cm и $l_2 = 25$ cm, колико осцилација су направила клатна за време t ? (1,5п)

- а) $n_1 = 5$; $n_2 = 3$
- б) $n_1 = 6$; $n_2 = 10$
- в) $n_1 = 3$; $n_2 = 5$
- г) $n_1 = 10$; $n_2 = 6$.

10. Са терасе висине $H = 10$ m избачено је тело вертикално навише брзином $v_0 = 19,62$ m/s. Након $t = 4,2$ s од тренутка избацивања тела, однос кинетичке енергије и потенцијалне енергије тела у односу на површину Земље износи: (1,5п)

- а) $E_k / E_p = 4,04$
- б) $E_k / E_p = 0,25$
- в) $E_k / E_p = 2,09$
- г) $E_k / E_p = 0,73$.

11. У стаклену чашу масе $m_1 = 250$ g температуре $t_1 = 22$ °C насута је вода температуре $t_2 = 45$ °C. Топлотна равнотежа се брзо успоставила и температура воде у чаши износила је тада $t = 36$ °C. Специфични топлотни капацитети стакла и воде износе $c_1 = 900$ J/kgK и $c_2 = 4\,200$ J/kgK, по реду. Густина воде износи $\rho = 1\,000$ kg/m³. Колико износи запремина насуте воде у чашу? (1,5п)

- а) 73,2 ml
- б) 91,5 ml
- в) 83,3 ml
- г) 69,4 ml.

12. Тело масе $m = 0,2$ kg окачено о крај еластичне опруге осцилује одређеном фреквенцијом. Колику масу треба додати том телу, да би се фреквенција његовог осциловања смањила четири пута? (1,5п)

- а) 0,8 kg
- б) 3 kg
- в) 3,2 kg
- г) 1,6 kg.



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.



13. Колико износи интензитет резултујуће јачине електричног поља у тачки која се налази на средини између две мале наелектрисане куглице наелектрисања $q_1 = 15 \mu\text{C}$ и $q_2 = -23 \mu\text{C}$?

Куглице се налазе у вакууму, и растојање између њих је $r = 20 \text{ cm}$. Узети да је $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$.

(1,5п)

- а) $44,3 \text{ MN/C}$
- б) $24,2 \text{ MN/C}$
- в) $39,3 \text{ MN/C}$
- г) $34,2 \text{ MN/C}$.

14. Камион се креће праволинијски константном брзином v ка непокретном зиду и емитује звучне таласе фреквенције $\nu_i = 440 \text{ Hz}$, а истовремено региструје одбијене од зида звучне таласе фреквенције $\nu_r = 500 \text{ Hz}$. Колика је брзина камиона којом се приближава зиду? Брзина звука је $u = 330 \text{ m/s}$.

(1,5п)

- а) 30 m/s
- б) 16 m/s
- в) 21 m/s
- г) 25 m/s .

Задатке припремили: др Биљана Максимовић, Физички факултет, Београд (1,2), др Нора Боца Тркља, Физички факултет, Београд (3,4) и Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац (5-14)

Рецензенти: Проф. др Иван Манчев, ПМФ, Ниш, Проф. др Маја Стојановић, ПМФ, Нови Сад и Доц. др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац

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

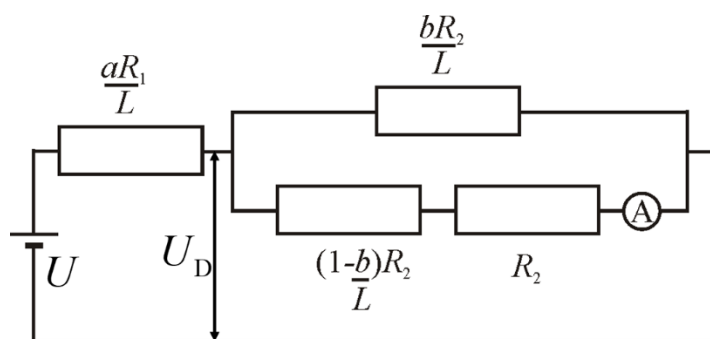
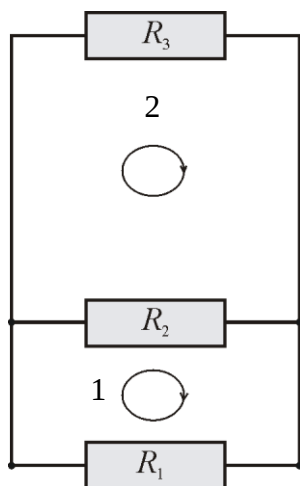
Свим такмичарима желимо успешан рад !



VIII
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА

СФО
13-14.05.2024.



1. Променом магнетног поља кроз контуру, индукуоваће се електромоторна сила $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, тј.

прво ће се у доњем делу рама 1 индукувати $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} = -\frac{2B\Delta S_1}{\Delta t} = -2B \times 2lv = -4Bvl$ [1] јер се поље

мења од $-B$ до B . Отпорности делова рама у колу су: $R_1 = \frac{4\rho l}{S}$ [0,5], $R_2 = \frac{2\rho l}{S}$ [0,5] и $R_3 = \frac{6\rho l}{S}$

[0,5]. У првом случају је граница између области у доњој контури, а у другом случају у горњој. Уколико се посматра контура 2 у њој нема промене ЕМС када контура 1 прелази из једног дела поља у други део, па је $U_3 = U_2$, тј. $I_3 R_3 = I_2 R_2$ [0,5], $I_1 = I_2 + I_3$ [0,5], $(I_1 - I_2)R_3 = I_2 R_2$, и одавде

следи $I_1 R_3 = I_2 (R_2 + R_3)$, тј. $I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_1 = \frac{3}{4} I_1$ и $I_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_1 = \frac{1}{4} I_1$. Применом 2. Кирхофовог

правила за контуру 1 имамо $I_1 R_1 + I_2 R_2 = |\varepsilon_1|$ [0,5], тј. $I_1 (R_1 + \frac{3}{4} R_2) = |\varepsilon_1|$, па се добија $\frac{11}{2} \frac{\rho l}{S} I_1 = 4Bvl$

и одавде имамо да су струје $I_1 = \frac{8}{11} \frac{BvS}{\rho}$ [0,5], $I_2 = \frac{6}{11} \frac{BvS}{\rho}$ [0,5], $I_3 = \frac{2}{11} \frac{BvS}{\rho}$ [0,5]. Амперова сила

која делује на рам има смер нагоре и њен интензитет је $F = F_1 + F_2 + F_3 = 2Bl(I_1 + I_2 + I_3) = \frac{32}{11} \frac{B^2 v l S}{\rho}$ [0,5]. Када преградни проводник буде пресекао

границу области магнетних поља у контури 2 ће се индукувати ЕМС, а у контури 1 се неће мењати поље па ће индукција бити једнака нули. Због тога ће отпорници R_1 и R_2 бити везани паралелно

па је $U'_1 = U'_2$, $I'_1 R_1 = I'_2 R_2$ [0,5], $I'_3 = I'_1 + I'_2$ [0,5], $(I'_3 - I'_2)R_1 = I'_2 R_2$, $I'_3 R_1 = I'_2 (R_1 + R_2)$.

$I'_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I'_3 = \frac{2}{3} I'_3$, $I'_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I'_3 = \frac{1}{3} I'_3$. Применом 2. Кирхофовог правила за 2. контуру

имамо $I'_2 R_2 + I'_3 R_3 = |\varepsilon_2|$ [0,5], $I'_3 (R_3 + \frac{2}{3} R_2) = |\varepsilon_2|$, па је $\frac{22}{3} \frac{\rho l}{S} I'_3 = 4Bvl$, тј. струје су $I'_3 = \frac{6}{11} \frac{BvS}{\rho}$

[0,5], $I'_2 = \frac{4}{11} \frac{BvS}{\rho}$ [0,5], $I'_1 = \frac{2}{11} \frac{BvS}{\rho}$ [0,5]. Амперова сила ће бити усмерена навише, а њен



интензитет ће бити $F' = F'_1 + F'_2 + F'_3 = 2Bl(I'_1 + I'_2 + I'_3) = \frac{24}{11} \frac{B^2 v l S}{\rho}$ [0,5]. Стога, интензитет силе се

мења од F до F' и износи $\Delta F = F - F' = \frac{8}{11} \frac{B^2 v l S}{\rho}$ [0,5].

2. Евивалентна схема кола приказана је на слици, па је укупна отпорност кола $R_u = R_a + R_b$ [0,5],

при чему је $R_a = \frac{a}{L} R_1$ [0,5], а L је дужина потенциометра. За други део отпорности важи

$$\frac{1}{R_b} = \frac{1}{\frac{b}{L} R_2} + \frac{1}{R_2 + \left(1 - \frac{b}{L}\right) R_2} = \frac{L}{b R_2} + \frac{L}{R_2(2L - b)} = \frac{2L^2}{b R_2(2L - b)} \quad \text{тј.} \quad [0,5],$$

$R_b = \frac{b R_2(2L - b)}{2L^2} = \left(1 - \frac{b}{2L}\right) \frac{b}{L} R_2$ [0,5]. Стога је укупна отпорност $R_u = \frac{a}{L} R_1 + \left(1 - \frac{b}{2L}\right) \frac{b}{L} R_2$ [0,5], а

струја кроз амперметар $I_A = \frac{U_D}{R_2 + \left(1 - \frac{b}{L}\right) R_2} = \frac{U_D}{\left(2 - \frac{b}{L}\right) R_2}$ [0,5]. Напон на делу струјног кола где је

паралелна веза је $U_D = U - \frac{a}{L} R_1 I$ [0,5], при чему је U напон на извору, а струја $I = \frac{U}{R_u}$. Сређивањем

претходних израза се добија $U_D = U \left(1 - \frac{a}{L} \frac{R_1}{R_u}\right)$ [0,5],

$$I_A = \frac{U \left(1 - \frac{a}{L} \frac{R_1}{R_u}\right)}{\left(2 - \frac{b}{L}\right) R_2} = \frac{U \left(R_u - \frac{a}{L} R_1\right)}{\left(2 - \frac{b}{L}\right) R_u R_2} = U \frac{\frac{b}{2L}}{\frac{a}{L} R_1 + \left(1 - \frac{b}{2L}\right) \frac{b}{L} R_2} \quad [2].$$

После премештања контаката имамо $I_A = I'_A$ [0,5], а можемо да заменимо са a' , b са L , док $a' - a = L - b$. Из једнакости струја се

$$\text{добија} \quad U \frac{\frac{b}{2L}}{\frac{a}{L} R_1 + \left(1 - \frac{b}{2L}\right) \frac{b}{L} R_2} = U \frac{\frac{L}{2L}}{\frac{a'}{L} R_1 + \left(1 - \frac{L}{2L}\right) \frac{L}{L} R_2}, \quad \frac{\frac{b}{L} R_1 + \left(1 - \frac{b}{2L}\right) \frac{b}{L} R_2}{\frac{a'}{L} R_1 + \frac{1}{2} R_2} = \frac{L}{a' R_1 + \frac{1}{2} R_2}, \quad \text{тј.}$$

$\left(\frac{a}{b} - \frac{a'}{L}\right) R_1 = \left(\frac{1}{2} - 1 + \frac{b}{2L}\right) R_2$ [1]. Пошто је $a' = L + a - b$, тада важи $\left(\frac{a}{b} - 1 + \frac{a}{L} + \frac{b}{L}\right) R_1 = -\frac{1}{2} \left(1 - \frac{b}{L}\right) R_2$,

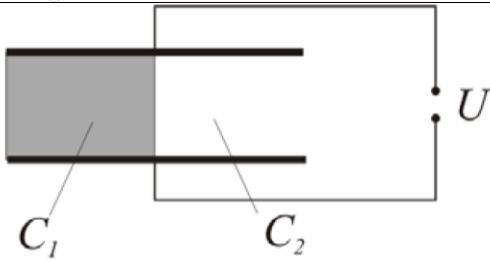
тј. $\left(\frac{a}{b} - 1\right) \left(1 - \frac{b}{L}\right) R_1 = -\frac{1}{2} \left(1 - \frac{b}{L}\right) R_2$ [1], па је тражени однос $\frac{R_2}{R_1} = 2 \left(1 - \frac{a}{b}\right)$ [1,5].

3. а) Капацитет равног плочастог кондензатора је $C_0 = \varepsilon_0 S / d$ [0,25п]. После укључивања извора и увлачења диелектрика добија се паралелна веза два кондензатора C_1 и C_2 , чији је еквивалентни

капацитет збир појединачних капацитивности $C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{2d} = \frac{\varepsilon_r}{2} C_0$ [0,25п] и $C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{2d} = \frac{C_0}{2}$ [0,25п],

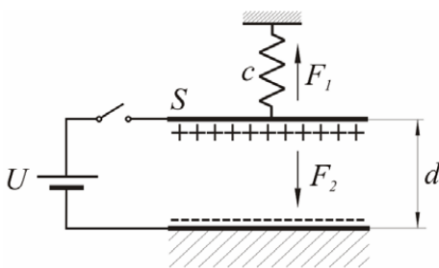
тј. $C_e = C_1 + C_2 = \frac{C_0}{2} (\varepsilon_r + 1)$ [0,25п]. Укупна количина наелектрисања пре и после увлачења

диелектрика је иста, због чега је $Q = C_0 U = C_e U'$ [0,5п], одакле је $U' = \frac{C_0}{C_e} U = 40 \text{ V}$ [1п].

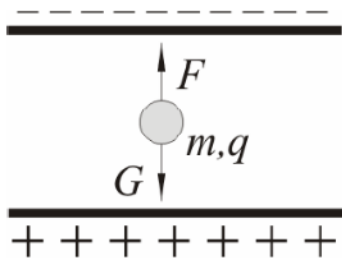


3б) Нека је сила којом опруга делује на плочу $F_1 = kx$ [0,5п]. Привлачна сила између облога кондензатора је $F_2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 S$ и како је $E = \frac{U}{d-x}$ [0,25п], услед равнотеже $F_1 = F_2$, добијамо да је

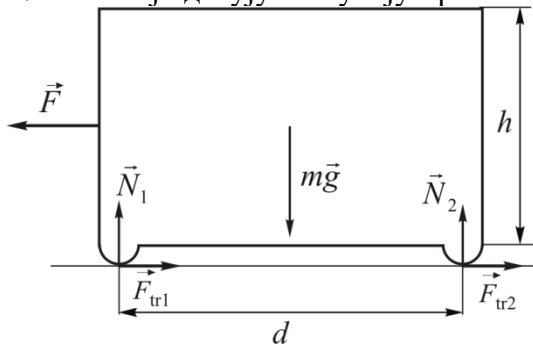
$$kx = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{U^2 S}{(d-x)^2} \text{ [0,25п]}. \text{ Из последње релације добијамо } U = \sqrt{\frac{2kx(d-x)^2}{\epsilon_0 S}} = 470 \text{ V [0,5+1п]}.$$



3в) Услов за равнотежу честице је једнакост електричне и гравитационе силе $qE = mg$ [0,25п], где је $E = \frac{U}{d}$, одакле је $q = \frac{mgd}{U} = 0,254 \text{ nC [0,25+1п]}.$



4. Силе које делују на кутију приказане су на слици. Кутија се креће равномерно, па важи: $F =$



$F_{\text{tr}1} + F_{\text{tr}2} = \mu_1 N_1 + \mu_2 N_2$ [1,5п]. Услов равнотеже сила које делују у вертикалном правцу је $mg = N_1 + N_2$ [1,5п]. Услов равнотеже момената сила у односу на десни ослонац: $F \frac{h}{2} + mg \frac{d}{2} = N_1 d$, па је $N_1 = \frac{Fh}{2d} + \frac{mg}{2}$ [2п]. Из претходних једначина следи $N_2 = \frac{mg}{2} - \frac{Fh}{2d}$ и $F = \mu_1 \left(\frac{Fh}{2d} + \frac{mg}{2} \right) + \mu_2 \left(\frac{mg}{2} - \frac{Fh}{2d} \right)$ [1,5п], па је $h = \frac{F - \frac{mg}{2}(\mu_1 + \mu_2)}{\frac{F}{2d}(\mu_1 - \mu_2)}$ [2п].



**ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.**



5. У почетку притисак гаса износи $p_1 = p_{at} + \rho gh$, а након спуштања нивоа течности у десном краку цеви притисак гаса износи $p_2 = p_{at} + \frac{1}{3}\rho gh$. Из претходне две релације следи $p_1 - p_2 = \frac{2}{3}\rho gh$, тј. тачан одговор је под **г**) Смањити за $2\rho gh/3$.

6. За бакарну коцку важи релација $Q = mc\Delta t$, а за уље важи релација $4Q = 2m10c\Delta t'$, при чему уље предаје количину топлоте па се хлади, а $\Delta t'$ је промена температуре уља. Из претходне две релације добија се $\Delta t' = \Delta t/5$, па закључујемо да је тачан одговор под **в**) Смањи се за $\Delta t/5$.

7. Пре додиривања куглице интерагују силом $F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, а пошто су се додирнуле и удаљиле куглице интерагују силом $F_2 = k \frac{((q_1 + q_2)/2)^2}{(r/2)^2}$. Из претходне две релације следи да је однос сила $F_2 / F_1 = (q_1 + q_2)^2 / q_1 q_2$, па закључујемо да је тачан одговор под **б**) $(q_1 + q_2)^2 / q_1 q_2$.

8. За сабирно сочиво важи релација $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$, где је l удаљеност lika од центра сочива. Следи да је $l = \frac{pf}{p-f} = -120$ cm, и пошто се за l добио негативан број значи да је лик имагинаран, и пошто је $\frac{l}{p} > 1$ значи да је лик увећан, тј. тачан одговор је под **а**) Имагинаран, увећан.

9. За осциловање математичких клатна важе релације: $\frac{t}{n_1} = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$; $\frac{t}{n_2} = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$ и $n_1 = n_2 + \Delta n$, где су n_1 и n_2 број осцилација првог и другог клатна за исто време t , по реду. Из претходне три релације следи да је $n_1 = \frac{\Delta n \sqrt{l_2}}{\sqrt{l_2} - \sqrt{l_1}} = 10$ и $n_2 = 6$, тј. тачан одговор је под **г**) $n_1 = 10$; $n_2 = 6$.

10. Максимална висина коју тело достиже у односу на земљу износи $H_{\max} = H + \frac{v_0^2}{2g} = 29,62$ m, и то након $t_1 = \frac{v_0}{g} = 2$ s од тренутка избацивања. Од тренутка када се тело нађе на максималној висини до тренутка када је потребно одредити однос кинетичке и потенцијалне енергије преостало је $t_2 = 2,2$ s. Кинетичка енергија након 4,2 s од тренутка избацивања износи $E_k = \frac{1}{2}m(gt_2)^2$, док потенцијална енергија у том тренутку износи $E_p = mg(H_{\max} - \frac{1}{2}gt_2^2)$, па је њихов однос једнак $\frac{E_k}{E_p} = \frac{gt_2^2}{2H_{\max} - gt_2^2} = 4,04$, тј. тачан одговор је под **а**) $E_k / E_p = 4,04$.



**ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2023/2024. ГОДИНЕ.**



11. Пошто се топлотна равнотежа брзо успоставила, нема топлотних губитака па важи релација $m_1 c_1 (t - t_1) = \rho V_2 c_2 (t_2 - t)$. Следи да је $V_2 = \frac{m_1 c_1 (t - t_1)}{\rho c_2 (t_2 - t)} \approx 83,33 \text{ ml}$, дакле тачан одговор је под **в)** 83,3 ml.

12. Фреквенција осциловања тела пре додавања масе дефинисана је релацијом $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$, а после додавања масе Δm фреквенција осциловања тела дефинисана је релацијом $\frac{\nu}{4} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m + \Delta m}}$. Из претходне две релације следи да је $\Delta m = 15m = 3 \text{ kg}$, тј. тачан одговор је под **б)** 3 kg.

13. Јачине електричних поља у тачки на средини између наелектрисања износе $E_1 = k \frac{q_1}{(r/2)^2}$ и $E_2 = k \frac{q_2}{(r/2)^2}$, где је $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. У посматраној тачки вектори јачина електричних поља су истог правца и истог смера. На основу претходног, интензитет резултујуће јачине електричног поља износи $E = E_1 + E_2 = \frac{k}{(r/2)^2} (q_1 + q_2) = 34,2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$, па је тачан одговор под **г)** 34,2 MN/C.

14. До непокретног зида стижу и од њега се одбијају звучни таласи фреквенције ν_p , па важе следеће релације: $\nu_p = \nu_i \frac{u}{u - v}$ и $\nu'_p = \nu_p \frac{u + v}{u}$. Из претходне две релације следи да је $\nu = u \frac{\nu'_p - \nu_i}{\nu'_p + \nu_i} \approx 21 \text{ m/s}$, дакле тачан одговор је под **в)** 21 m/s.