



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.

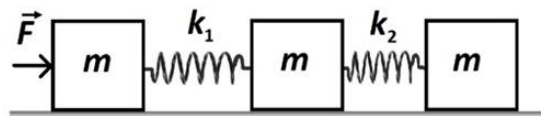


VIII
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

Квалификационо
такмичење
14-15.06.2025.

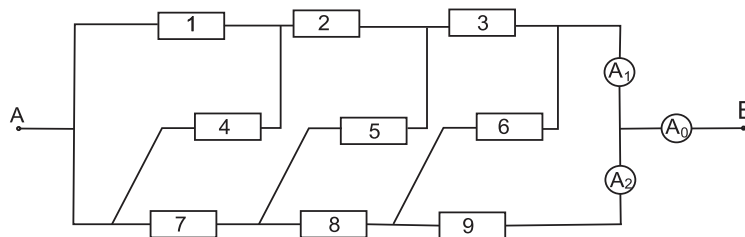
1. Три идентичне коцке леже на хоризонталној подлози и међусобно су повезане опругама коефицијената крутости k_1 и k_2 . На крајње тело почне да делује хоризонтално сила $\vec{F}$, као на слици 1. Након неког времена се цео систем креће константним убрзањем интензитета a . Одредити интензитет силе $\vec{F}$ и деформацију сваке опруге (Δx_1 и Δx_2), уколико је коефицијент трења између сваког тела и подлоге μ , а маса сваке коцке m . (7п)



Слика 1

2. Три мала наелектрисана тела q_1 , q_2 и q_3 налазе се на међусобним растојањима a (q_1, q_2), b (q_2, q_3) и $a + b$ (q_1, q_3), тј. леже на једној правој. Одредити услове које морају да задовољавају наелектрисања тих тела да би наелектрисана тела била у равнотежи (електрична сила на сва три тела била једнака нули). Уколико се растојање a повећа тако да је $a_1 = 2a$, а растојање b и наелектрисање q_3 остану непромењени, наелектрисања q_1 и q_2 треба заменити редом са наелектрисањима q'_1 и q'_2 , да би систем наелектрисаних тела остао у равнотежи. Које од наелектрисања q_1 и q_2 ће морати да претрпи већу промену у том случају? (9п)

3. Електрично коло се састоји од девет једнаких отпорника (1-9) и три идеална амперметра (A_0 , A_1 , A_2). Кроз амперметар A_0 протиче струја $I_0 = 9$ mA. Одредити струје које се читаваја на амперметрима A_1 и A_2 . (9п)



4. У топлотно изолованој посуди налази се $m_0 = 200$ g воде температуре $t_0 = 20$ °C. У воду се стави кугла топлотног капацитета $C_K = 200$ J/°C и температуре $t_k = 98$ °C. После успостављања топлотне равнотеже температура воде у посуди је $t_1 = 35$ °C. Потом се у воду (без вађења прве кугле) стави друга таква иста кугла исте температуре $t_k = 98$ °C, и температура воде у посуди после успостављања топлотне равнотеже износи $t_2 = 47$ °C. Не вадећи прве две кугле, у воду се стави још једна таква иста кугла исте температуре $t_k = 98$ °C. Одредити температуру воде t_3 у посуди након стављања треће кугле и успостављања топлотне равнотеже. Сматрати да је време потребно за спуштање кугле у воду много мање од времена потребног за успостављање топлотне равнотеже. Специфични топлотни капацитет воде је $c_v = 4\,200$ J/kg°C, специфични топлотни капацитет материјала од којег су кугле направљене је $c = 500$ J/kg°C, густина кугли је $\rho_k = 7\,800$ kg/m³, а густина воде је $\rho_0 = 1\,000$ kg/m³. Занемарити топлотни капацитет суда. Топлотни капацитет тела C је у вези са специфичним топлотним капацитетом тела c преко релације $C = c \cdot m$, где је m маса тела. (10п)



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.**



У наредним задацима треба заокружити тачан одговор. Сваки тачан одговор вреди 1,5 поена. Задаци се не бодују парцијално!

5. Испред удубљеног сферног огледала полупречника кривине r , на оптичкој оси, налази се предмет на удаљености $3r/4$ од темена огледала. Како и за колико треба померити предмет дуж оптичке осе да се лик предмета не би формирао? **(1,5п)**

- а) треба га померити од темена огледала за $r/4$
- б) треба га померити ка темену огледала за $r/2$
- в) треба га померити од темена огледала за $5r/4$
- г) треба га померити ка темену огледала за $r/4$

6. У две исте посуде маса M , налазе се једнаке запремине V различитих течности истих температура T . Густина прве течности која се налази у првој посуди је позната и износи ρ_1 , док је густина ρ_2 друге течности која се налази у другој посуди непозната. Уколико обе течности у посудама приме исте количине топлоте Q , температура прве течности биће T_1 , а друге T_2 . Којом релацијом је дефинисана густина ρ_2 друге течности? Специфични топлотни капацитет материјала од кога су посуде направљене је c , а специфични топлотни капацитети прве и друге течности су c_1 и c_2 , по реду. Претпоставити да процеси успостављања топлотних равнотежа између течности и посуда трају веома кратко, тако да се може занемарити размена топлоте система (течност-посуда) са околином. **(1,5п)**

- а) $\rho_2 = \frac{Mc(T_1 - T_2) + \rho_1 V c_1 (T_1 - T)}{V c_2 (T_2 - T)}$
- б) $\rho_2 = \frac{Mc(T_1 + T_2) - \rho_1 V c_1 (T_1 - T)}{V c_2 (T_2 - T)}$
- в) $\rho_2 = \frac{Mc(T_1 + T_2) + \rho_1 V c_1 (T_1 - T)}{V c_2 (T - T_2)}$
- г) $\rho_2 = \frac{Mc(T_1 - T_2) - \rho_1 V c_1 (T_1 - T)}{V c_2 (T - T_2)}$

7. Хидраулична преса која садржи два клипа чије су површине облика круга се користи за истезање и сабијање опруге крутости k . Полупречник кружне површине другог клипа r_2 је дупло већи од полупречника кружне површине првог клипа r_1 . Када се на први клип делује силом F_1 онда се другим клипом опруга истегне за $2\Delta x$. Да би се првим клипом опруга сабила за Δx , коликом силом F_2 треба деловати на други клип? **(1,5п)**

- а) $F_2 = 2F_1$
- б) $F_2 = F_1$
- в) $F_2 = 8F_1$
- г) $F_2 = 4F_1$

8. Суд је испуњен до врха са три течности различитих густина које се не мешају. Прва течност густине ρ_1 испуњава трећину запремине суда, док друга и трећа течност густина ρ_2 и ρ_3 , по реду, испуњавају по половину остатка запремине суда. Средња густина све три течности у суду износи $\rho_{sr} = 1\,050\text{ kg/m}^3$, и важи да је $\rho_1 = 0,8\rho_3$ и $\rho_2 = 0,9\rho_1$. Колико износе густине течности? **(1,5п)**

- а) $\rho_1 = 1\,160\text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 1\,044\text{ kg/m}^3$; $\rho_3 = 1\,450\text{ kg/m}^3$
- б) $\rho_1 = 1\,000\text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 900\text{ kg/m}^3$; $\rho_3 = 1\,250\text{ kg/m}^3$
- в) $\rho_1 = 1\,080\text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 972\text{ kg/m}^3$; $\rho_3 = 1\,350\text{ kg/m}^3$
- г) $\rho_1 = 920\text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 828\text{ kg/m}^3$; $\rho_3 = 1\,150\text{ kg/m}^3$



9. Када се тело масе m окачи о опругу крутости $k_1 = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, оно осцилује са периодом T_1 . Уколико се то тело окачи о опругу крутости k_2 , онда осцилује са периодом T_2 који је трипут краћи од периода T_1 . За колико се разликују крутости опруга? (1,5п)

- а) $\Delta k = 40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
- б) $\Delta k = 45 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
- в) $\Delta k = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
- г) $\Delta k = 35 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

10. Електрон се креће равномерно убрзано убрзањем $a_e = 8 \times 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ под дејством електричне силе у хомогеном електричном пољу плочастог кондензатора чије се плоче налазе на међусобној удаљености од $d = 2 \text{ cm}$. Колико времена би било потребно протону да, у том електричном пољу, без почетне брзине, стигне од позитивне до негативне плоче? Колико износи напон између плоча кондензатора? Елементарно наелектрисање је $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, масе електрона и протона су $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ и $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, по реду. (1,5п)

- а) $t \approx 9,6 \times 10^{-9} \text{ s}$; $U = 91 \text{ V}$
- б) $t \approx 6,8 \times 10^{-9} \text{ s}$; $U = 9,1 \text{ V}$
- в) $t \approx 6,8 \times 10^{-7} \text{ s}$; $U = 91 \text{ V}$
- г) $t \approx 9,6 \times 10^{-7} \text{ s}$; $U = 9,1 \text{ V}$

11. Сергеј је експериментишући математичким клатном дужине $l = 1,4 \text{ m}$ закључио следеће: уколико дужину клатна повећа за Δl , период осциловања се повећа и тада износи T_1 , а уколико дужину клатна смањи за Δl , период осциловања се смањи и тада износи T_2 . Сергеј је уочио да је период продуженог клатна T_1 двапут дужи од периода скраћеног клатна T_2 . Колико износе периоди осциловања T_1 и T_2 ? (1,5п)

- а) $T_1 \approx 1,5 \text{ s}$; $T_2 \approx 0,75 \text{ s}$
- б) $T_1 \approx 6 \text{ s}$; $T_2 \approx 3 \text{ s}$
- в) $T_1 \approx 3 \text{ s}$; $T_2 \approx 1,5 \text{ s}$
- г) $T_1 \approx 9 \text{ s}$; $T_2 \approx 4,5 \text{ s}$

12. Предмет се налази на оптичкој оси сабирног сочива које даје реалан лик предмета чија је величина двапут мања од величине предмета. Уколико се предмет помери дуж оптичке осе ка сочиву за $\Delta p = 15 \text{ cm}$, тада сабирно сочиво даје имагинаран лик предмета чија је величина двапут већа од величине предмета. Колико износи жижна даљина сочива f ? (1,5п)

- а) $f = 12 \text{ cm}$
- б) $f = 6 \text{ cm}$
- в) $f = 36 \text{ cm}$
- г) $f = 18 \text{ cm}$



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.



13. Три мале куглице, наелектрисане једнаким количинама наелектрисуња од по $q = 5 \mu\text{C}$, распоређене су у темена једнакостраничног троугла странице a . На средини једне странице троугла, постављена је четврта мала куглица наелектрисана количином наелектрисуња $Q = 6 \mu\text{C}$. Ако је интензитет резултујуће силе, која делује на четврту куглицу Q , $F = 144 \text{ N}$, колико износи дужина странице троугла? Куглице се налазе у вакууму, и узети да је $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$. (1,5п)

- а) $a = 0,5 \text{ m}$
- б) $a = 0,05 \text{ m}$
- в) $a = 0,5 \text{ cm}$
- г) $a = 10 \text{ cm}$

14. Три аутомобила (црвени, плави и зелени) се крећу дуж правог пута. Плави аутомобил се креће брзином v_p емитујући притом звук фреквенције $\nu_{op} = 5\,000 \text{ Hz}$, а за њим се креће црвени аутомобил брзином $v_c = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ чији путници региструју звучне таласе плавог аутомобила фреквенције $\nu_1 = 5\,072 \text{ Hz}$. Зелени аутомобил се креће брзином $v_z = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ у сусрет плавом аутомобилу емитујући притом звук фреквенције $\nu_{oz} = 4\,500 \text{ Hz}$. Путници плавог аутомобила региструју звучне таласе зеленог аутомобила фреквенције ν_2 . Узети да је брзина звука у ваздуху $u = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Колико износи фреквенција ν_2 ? (1,5п)

- а) $\nu_2 \approx 5\,175 \text{ Hz}$
- б) $\nu_2 \approx 5\,075 \text{ Hz}$
- в) $\nu_2 \approx 5\,125 \text{ Hz}$
- г) $\nu_2 \approx 5\,225 \text{ Hz}$

Задатке припремили: др Нора Боца Тркља, Физички факултет, Београд (1,2), др Биљана Максимовић, 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 Проф. 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 2024/2025. ГОДИНЕ.

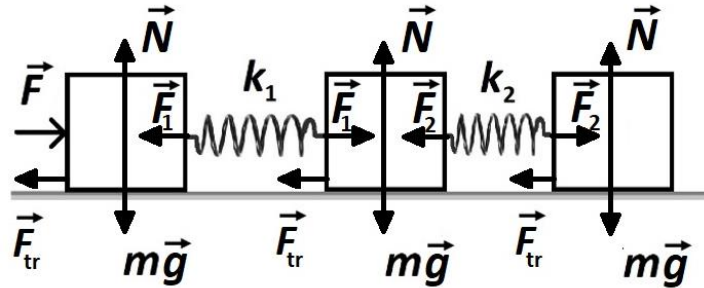


VIII
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА

Квалификационо
такмичење
14-15.06.2025.

1. Коцке су идентичне, па су гравитационе силе које делују на коцке једнаке ($\vec{F}_g = m\vec{g}$), као и силе реакције подлоге ($\vec{N}$), а самим тим и силе трења ($\vec{F}_{tr}$). Прва коцка, преко опруге, делује на другу коцку силом $\vec{F}_1$, а такође и друга коцка делује на прву силом истог интензитета и правца, а супротног смера. Друга коцка, преко опруге, делује на трећу коцку силом $\vec{F}_2$, а такође и трећа коцка делује на другу силом истог интензитета и правца, а супротног смера.

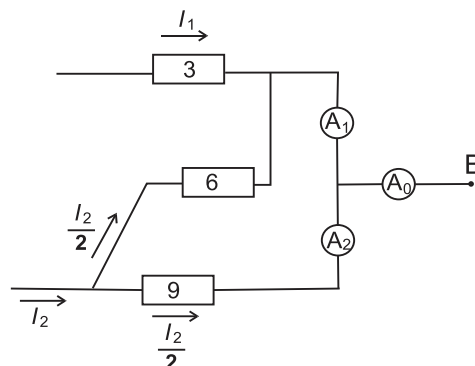
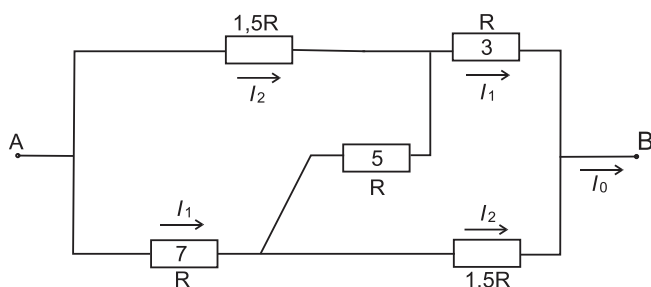


Једначине кретања тела су: за прво тело: $ma = F - F_1 - F_{tr} = F - F_1 - \mu mg$ [1п]; за друго тело: $ma = F_1 - F_2 - F_{tr} = F_1 - F_2 - \mu mg$ [1п]; за треће тело: $ma = F_2 - F_{tr} = F_2 - \mu mg$ [1п]. Сабирањем једначина добија се израз за силу: $F = 3m(a + \mu g)$ [1п]. Следи, на прву опругу делује сила $F_1 = 2m(a + \mu g)$ [0,5п], а на другу опругу сила $F_2 = m(a + \mu g)$ [0,5п]. Деформације опруга износе: $\Delta x_1 = \frac{2m(a + \mu g)}{k_1}$ [1п] и $\Delta x_2 = \frac{m(a + \mu g)}{k_2}$ [1п].

2. Наелектрисања q_1 , q_2 и q_3 су наелектрисања првог, другог и трећег тела, респективно. На основу Кулоновог закона, сила између два тела је: $F = k \frac{q_i q_j}{r^2}$. Да би резултанта сила на свако тело била нула, потребно је да се силе које делују на свако тело међусобно поништавају. То значи да морају бити једнаког интензитета и супротног смера. Ако претпоставимо да су q_1 и q_3 истог наелектрисања (на пример, позитивног), онда ће она деловати одбојно једно на друго. Да би сила којом на тело наелектрисања q_1 делује тело наелектрисања q_3 била поништена, сила којом на прво тело делује тело наелектрисања q_2 мора бити супротна по смеру. То значи да q_2 мора бити супротног наелектрисања од q_1 , односно негативно. Ако су q_1 и q_3 истоимена наелектрисања, онда ће сила којом q_1 делује на q_2 бити супротног смера од силе којом q_3 делује на q_2 , што испуњава услов равнотеже. Дакле, q_1 и q_3 морају бити истог знака, а q_2 супротног знака од њих [2п]. На тело наелектрисања q_1 делују силе које потичу од наелектрисања q_2 и q_3 : $F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{a^2}$ и $F_{31} = k \frac{q_1 q_3}{(a+b)^2}$, оне се међусобно поништавају, а наелектрисања тела 2 и 3 су супротног знака, па је: $q_2 = -q_3 \frac{a^2}{(a+b)^2}$ [2п]. На тело наелектрисања q_2 делују силе које потичу од наелектрисања q_1 и q_3 : $F_{12} = k \frac{q_2 q_1}{a^2}$ и $F_{32} = k \frac{q_2 q_3}{b^2}$, оне се међусобно поништавају, а наелектрисања тела 1 и 3 су истог знака, па је: $q_1 = q_3 \frac{a^2}{b^2}$ [2п]. Уколико се растојање a повећа тако да је $a_1 = 2a$, а растојање b и наелектрисање q_3 остану непромењени, $q'_2 = -q_3 \frac{4a^2}{4a^2 + 4ab + b^2}$ [1п], а $q'_1 = q_3 \frac{4a^2}{b^2} = 4q_1$ [1п]. Наелектрисање q_1 промениће се 4 пута, а наелектрисање q_2 промениће се мање од 4 пута, тако да ће наелектрисање q_1 претрпети већу промену [1п].



3. Отпорници R_1 и R_4 су паралелно везани, а са R_2 редно, па је $R_{142} = R_{1,4} + R_2 = 1,5R$ [1п]. Исто важи и за R_8 , R_6 и R_9 , тј. $R_{698} = R_{6,9} + R_8 = 1,5R$ [1п] (поједностављена шема је приказана испод). Кроз R_3 и R_7 протичу исте струје, па важе релације: $I_1 + I_2 = I_0$ [1п]; $I_2 + I_3 = I_1$ [1п]; $1,5RI_2 = RI_1 + RI_3$ [1п]. Комбинацијом претходних релација добија се $I_1 = 5 \text{ mA}$ и $I_2 = 4 \text{ mA}$. Струја I_2 се дели међу R_6 и R_9 па кроз амперметар A_2 протиче струја $I_{A_2} = \frac{I_2}{2} = 2 \text{ mA}$ [1+1п], а кроз амперметар A_1 протиче струја $I_{A_1} = I_1 + \frac{I_2}{2} = 7 \text{ mA}$ (или $I_{A_1} = I_0 - I_{A_2} = 7 \text{ mA}$) [1+1п].



4. Маса кугле је $m_k = \frac{C_k}{c} = 0,4 \text{ kg}$ [0,5п], а запремина кугле је $V = \frac{m_k}{\rho_k} \approx 51 \text{ ml}$ [0,5п]. Сматрамо да се при убацивању прве кугле не излива вода из посуде и проверимо да ли је то тако. Једначина топлотне равнотеже јесте $c_v m_0(t_1 - t_0) + C_k(t_1 - t_k) = 0$ [1,5п], одакле следи да је $t_1 = \frac{c_v m_0 t_0 + C_k t_k}{c_v m_0 + C_k} = 35^\circ \text{C}$. Добијени резултат указује на то да се вода при убацивању прве кугле не излива [0,5п]. Проверимо да ли се вода излива приликом убацивања друге кугле. Једначина топлотне равнотеже након убацивања друге кугле је (при чему је t'_2 температура воде након успостављања топлотне равнотеже) $c_v m_0(t'_2 - t_1) + C_k(t'_2 - t_1) + C_k(t'_2 - t_k) = 0$ [1,5п], одакле следи да је $t'_2 = \frac{c_v m_0 t_1 + C_k t_1 + C_k t_k}{c_v m_0 + 2C_k} = 45,2^\circ \text{C}$. Из услова задатка, после убацивања друге кугле успостављена температура топлотне равнотеже износи $t_2 = 47^\circ \text{C}$, па се може закључити да се у овом случају део воде излио [0,5п]. Маса воде која се излила је Δm , па је једначина топлотне равнотеже $c_v(m_0 - \Delta m)(t_2 - t_1) + C_k(t_2 - t_1) + C_k(t_2 - t_k) = 0$ [1,5п], одакле следи да је маса воде која је остала у суду $m_0 - \Delta m = \frac{C_k(t_k - t_2) - C_k(t_2 - t_1)}{c_v(t_2 - t_1)} = 155 \text{ g}$, па је $\Delta m = 45 \text{ g}$. Када се убаци трећа кугла, из посуде ће се излити запремина воде која је једнака запремини кугле, тј. излиће се $\Delta m' = 51 \text{ g}$ воде, тако да ће се загревати вода масе $m' = 155 \text{ g} - 51 \text{ g} = 104 \text{ g}$. Тада је једначина топлотне равнотеже $c_v m'(t_3 - t_2) + 2C_k(t_3 - t_2) + C_k(t_3 - t_k) = 0$ [1,5п], одакле следи да је $t_3 = \frac{c_v m' t_2 + 2C_k t_2 + C_k t_k}{c_v m' + 3C_k} \approx 57^\circ \text{C}$ [1+1п].

5. Када се предмет налази у жижи удубљеног сферног огледала, тада се не формира видљив лик предмета. Да би се предмет преместио у жижу огледала, предмет је потребно померити дуж оптичке осе за $\frac{3r}{4} - \frac{r}{2} = \frac{r}{4}$ ка темену огледала, где је узето у обзир да је жижна даљина огледала једнака $\frac{r}{2}$. Дакле, тачан одговор је под г) треба га померити ка темену огледала за $\frac{r}{4}$.



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.**



6. За прву течност у првој посуди важи релација $Q = Mc(T_1 - T) + \rho_1 V c_1 (T_1 - T)$, а за другу течност у другој посуди важи релација $Q = Mc(T_2 - T) + \rho_2 V c_2 (T_2 - T)$. Комбиновањем претходне две релације, добија се да је густина друге течности $\rho_2 = \frac{Mc(T_1 - T_2) + \rho_1 V c_1 (T_1 - T)}{V c_2 (T_2 - T)}$, дакле тачан одговор је под а) $\rho_2 = \frac{Mc(T_1 - T_2) + \rho_1 V c_1 (T_1 - T)}{V c_2 (T_2 - T)}$.

7. Површина првог клипа је $s_1 = r_1^2 \pi$, а површина другог је $s_2 = r_2^2 \pi = (2r_1)^2 \pi$, тј. $s_2 = 4s_1$. Када на први клип делује сила F_1 онда на опругу делује сила $\frac{F_1 s_2}{s_1} = 4F_1$, која опругу истеже за $2\Delta x$, па важи релација $4F_1 = k2\Delta x$. Из последњег израза се закључује да је за сабијање опруге за Δx првим клипом, потребна сила интензитета $2F_1$, тј. на други клип треба деловати силом $F_2 = \frac{2F_1 s_2}{s_1} = 8F_1$, тј. тачан одговор је под в) $F_2 = 8F_1$.

8. Средња густина све три течности у суду дефинисана је изразом $\rho_{sr} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{V}$, где су V запремина суда, а $m_1 = \rho_1 \frac{1}{3}V$, $m_2 = \rho_2 \frac{1}{2} \frac{2}{3}V$ и $m_3 = \rho_3 \frac{1}{2} \frac{2}{3}V$ масе течности. Комбинацијом претходних израза са познатим релацијама $\rho_1 = 0,8\rho_3$ и $\rho_2 = 0,9\rho_1$ за густину треће течности добија се да је $\rho_3 = \frac{3\rho_{sr}}{2,52} = 1\,250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, па надаље следи да је $\rho_1 = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ и $\rho_2 = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Дакле, тачан одговор је под б) $\rho_1 = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $\rho_2 = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $\rho_3 = 1\,250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

9. На основу текста задатка важи релација: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}}}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k_2}}} = 3$, из које следи да је $k_2 = 9k_1$. Следи да је $\Delta k = k_2 - k_1 = 8k_1 = 40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Тачан одговор је под а) $\Delta k = 40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

10. Електрон се креће равномерно убрзано убрзањем a_e у електричном пољу јачине E под дејством силе eE , те важи релација $m_e a_e = eE$. У истом електричном пољу, протон се креће равномерно убрзано убрзањем a_p под дејством силе eE , па важи релација $m_p a_p = eE$. Протон за време t пређе растојање d од позитивне до негативне плоче, те важи релација $d = \frac{1}{2} a_p t^2$. Комбинацијом претходних релација добија се да је $t = \sqrt{\frac{2d}{a_p}} = \sqrt{\frac{2dm_p}{m_e a_e}} \approx 9,6 \times 10^{-7} \text{ s}$. Користећи прву релацију, за напон између плоча кондензатора добија се $U = Ed = \frac{m_e a_e}{e} d = 9,1 \text{ V}$. Дакле, тачан одговор је под г) $t \approx 9,6 \times 10^{-7} \text{ s}$; $U = 9,1 \text{ V}$.

11. На основу текста задатка важи релација: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l+\Delta l}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l-\Delta l}{g}}} = 2$, из које следи да је $\Delta l = \frac{3l}{5}$. Заменом израза за Δl у изразе за периоде следи да је $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{8l}{5g}} \approx 3 \text{ s}$ и $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{5g}} \approx 1,5 \text{ s}$, тј. тачан одговор је под в) $T_1 \approx 3 \text{ s}$; $T_2 \approx 1,5 \text{ s}$.

12. Када се предмет налази у првом положају важе следеће релације: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1}$ и $u_1 = \frac{l_1}{p_1} = \frac{1}{2}$, где су p_1 и l_1 удаљености предмета и lika од сочива, по реду. Након померања предмета, важе релације: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} - \frac{1}{l_2}$ и $u_2 = \frac{l_2}{p_2} = 2$, где су p_2 и l_2 удаљености предмета и lika од сочива, по реду. Из текста задатка важи да је $\Delta p = p_1 - p_2$. Комбинацијом претходних релација добија се да је $p_1 = \frac{6\Delta p}{5} = 18 \text{ cm}$, односно $l_1 = 9 \text{ cm}$. Заменом вредности за p_1 и l_1 у прву релацију, добија се да је жижна даљина сочива $f = 6 \text{ cm}$, тј. тачан одговор је под б) $f = 6 \text{ cm}$.



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.**



13. Пошто се силе којима суседна наелектрисања делују на четврто наелектрисање поништавају, резултујућа сила која делује на четврто наелектрисање дефинисана је изразом $F = k \frac{qQ}{\left(\frac{\sqrt{3}a}{2}\right)^2}$, где је

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$. Даље, следи да је дужина странице троугла $a = \sqrt{\frac{4kqQ}{3F}} = 0,05 \text{ m}$, па је тачан одговор под б) $a = 0,05 \text{ m}$.

14. Ако се посматрају плави и црвени аутомобил важи релација $v_1 = v_{0p} \frac{u+v_c}{u+v_p}$, а ако се посматрају зелени и плави аутомобил важи релација $v_2 = v_{0z} \frac{u+v_p}{u-v_z}$. Комбиновањем претходне две релације добија се да је $v_2 = v_{0z} \frac{(u+v_c)v_{0p}}{(u-v_z)v_1} = 5\,175 \text{ Hz}$, тј. тачан одговор је под а) $v_2 = 5\,175 \text{ Hz}$.

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!



Хоризонтални хитац ротирајућег тела

1. УВОД

Када се неко тело креће по подлози или се спушта низ стрму раван, долази до појаве силе трења. Ако тело **клизи** низ раван, ово трење **успорава** његово кретање. Међутим, ако је тело кружног облика (ваљак или куглица), сила трења ће довести до **ротације тела**. Ако ваљак или куглица приликом ротације не проклизава (тачка додира мирује у односу на подлогу) онда сила трења **НЕ ВРШИ РАД**, док се део енергије тела због силе трења претвара у ротациону енергију, означену са E_{rot} .

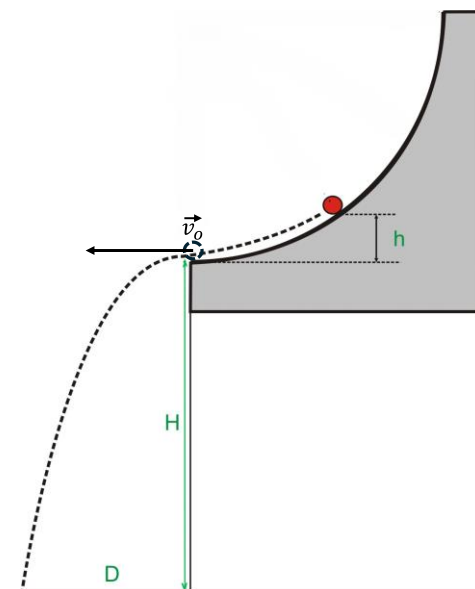
Задатак 1. [2 п] Основни закони

Експеримент изводимо на кружној стрмој равни (осенчена на слици 1.) Кружна раван нам омогућава да округло тело (куглицу) постављамо на различите висине са којих пуштамо тело (обележено са h на слици 1.), али у свим случајевима куглица са краја стрме равни слеће хоризонтално, са извесном брзином v_0 као на слици 1.

Ако куглица коју спуштамо низ кружну стрму раван (звaћемо је скакаоница надаље у тексту) не проклизава и ако знамо карактер силе трења за овакво кретање (ротација), одговарајући закон одржања који важи у тренутку пуштања куглице (E_{pot}) и крају скакаонице (тренутак када куглица напушта скакаоницу брзином v_0 и има $E_{\text{kin}} + E_{\text{rot}}$) је:

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{rot}},$$

где је E_{pot} потенцијална енергија у односу на дно скакаонице, E_{kin} кинетичка енергија транслаторног кретања на крају скакаонице и E_{rot} кинетичка енергија ротације на крају скакаонице.



Слика 1. Експериментална поставка

Задатак 1.1. [2 п] Потенцијална енергија (на овај задатак одговорите на Листу за одговоре 1)

Изразите вредност потенцијалне енергије куглице која је подигнута на скакаоници, у односу на дно скакаонице, преко мерљивих величина (користите обележавања са слике 1). Тачно дефинишите све величине. Узвођење и резултат запишите на листу за одговоре 1.

Задатак 2. [9 п] Хоризонталан хитац куглице

Како куглица, без обзира на коју смо је висину подigli, излеће хоризонтално, то куглица увек пада на тло по законима такозваног хоризонталног хица. Када куглица сиђе са скакаонице, на њеном крају, више нема додира са тлом, тако да се не мења њена ротациона енергија приликом хоризонталног хица. Док тело изводи хоризонтални хитац, његово кретање можемо поделити у кретање у вертикалном правцу и кретање у хоризонталном правцу. Како је избачено у хоризонталном правцу са скакаонице (правац x -осе), под дејством закона Инерције, куглица ће се кретати непромењеном брзином v_0 (у том правцу). У вертикалном правцу (правац y -осе), куглица ће падати под дејством силе Земљине теже, тј. доживеће слободан пад.

Задатак 2.1. [3 п] Вертикално кретање куглице (на овај задатак одговорите на Листу за одговоре 1)

Једначина кретања куглице након излетања са скакаонице у вертикалном правцу је једначина слободног пада $y = \frac{gt^2}{2}$. Ову једначину искористите да одредите време падања куглице t_p до удара о тло (користите обележавања са слике 1.). Извођење и резултат запишите на листу за одговоре 1.



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

Задатак 2.2. [3п] Хоризонтално кретање куглице (на овај задатак одговорите на Листу за одговоре 1)
Једначина кретања куглице након излетања са скакаонице у хоризонталном правцу је $x = v_0 t$. Величина која се из кретања у хоризонталном правцу може мерити ја домет куглице D , слика 1. Искористите једначину хоризонталног кретања, да бисте одредили израз за почетну брзину куглице v_0 , преко домета D и времена падања t_p . Извођење и резултат запишите на листу за одговоре 1.

Задатак 2.3. [3 п] Кинетичка енергија (овај задатак одговорите на Листу за одговоре 1)
Напишите израз за кинетичку енергију на крају скакаонице користећи величину брзине изражене у задатку 2.2. Извођење и резултат запишите на листу за одговоре 1.

Напомена: Када урадите Задатак 1 и Задатак 2, можете подићи руку и предати **Лист за одговоре 1** дежурном наставнику. Од њега ћете добити решења и, у случају да сте погрешили, можете наставити са експериментом користећи исправне изразе. **Ови делови задатака ће се искључиво бодовати само на основу онога што сте написали на Листу за одговоре 1.** Предајте лист када budete сигурни да сте све урадили, јер накнадно нећете моћи да вршите исправке (добићете решења).

Задатак 3. [22 п] Котрљање низ скакаоницу и хоризонтални хитац

У овом делу експеримента пуштамо куглицу са различитих висина низ скакаоницу. Висину куглице h меримо лењиром. Да би одредили тачку домета куглице (ударац у тло) на под залепимо спојене папире (3 папира су довољна) тако да један крај папира буде на поду испод краја скакаонице (мало ближе столу) а други крај развучемо у правцу падања куглице. За лепљење користити самолепљиву траку-селотејп. Место краја скакаонице, односно почетну тачку хоризонталног хица, обележимо на поду помоћу виска (плави висак се налази на централном столу) спуштајући га вертикално од краја скакаонице до папира, и обележимо положај врха виска на папиру као нулти положај. На столу Вам стоји на располагању индиго папир (пазити која страна се пресликава) са којим траба да прекријете део папира на поду на који пада куглица. Индиго папир оставља отисак на белом папиру, тако да је место домета (удара куглице у под) јасно означено на папиру као плава тачка. Како повећавате висину са које пуштате куглицу, померањем индиго папира пратите промену домета да би куглица увек пала на индиго. Предлажемо да прво спустите куглице са свих висина и после одлепите папир са пода, ставите на сто и мерите домете. Да не би било забуне који је домет за коју висину, са стране поред места пада куглица оловком напишите редни број одређене висине за коју мерите. Пошто, видећете, куглице не падају увек на исто место, домет одређујете на основу средње вредности три мерења за сваку висину.

Задатак 3.1. [2 п] Измерите масу куглице са грешком, користећи дигиталну вагу која се налази на централном столу. Резултат запишите на листу за одговоре 2.

Задатак 3.2. [3 п] Измерите вертикалну висину дна скакаонице у односу на под са грешком. На основу ове висине одредите **време падања** куглице до тла t_p . За вредност гравитационог убрзања узети $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Резултат запишите на листу за одговоре 2.

Задатак 3.3. [11 п] Реализовати експерименталну поставку (залепити папир, одредити вертикалну нулу, поставити индиго) и за три мерења по свакој висини куглице одредите средње домете и њихове грешке при мерењу. Куглицу спуштати са висина 2 cm до 20 cm (**10 мерења**, мањи број не доноси све бодове) у односу на дно скакаонице. Резултате приказати Табеларно (Табела 1 за резултате се налази на листу за одговоре 2).

Задатак 3.4. [2 п] У исту Табелу 1 из претходног задатка у следећу колону унесите вредности потенцијалних енергија на почетку спуштања куглице.

Задатак 3.5. [2 п] На основу задатка 3.2. и 3.3. одредите брзине куглице на крају скакаонице за сваку висину и израчунајте кинетичке енергије. У Табелу 1 унесите вредности брзине и кинетичких енергија на крају скакаонице.



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

Задатак 3.6. [2 п] Исто тако у следећу колону Табеле 1 уврстите вредности ротационе енергије на крају скакаонице (рачунајући на основу закона одржања, Задатак 1.)

Задатак 4. [17 п] Цртање графика

На истом графику нацртајте како E_{kin} и E_{rot} зависе од потенцијалне енергије куглице пре пуштања E_{pot} (E_{kin} и E_{rot} цртати на y – оси, а E_{pot} на x – оси). Зависности су линеарне и са графика је потребно наћи везу између E_{kin} и E_{pot} , као и између E_{rot} и E_{pot} . Са графика одредите одговарајуће коефицијенте правца и израчунајте проценат потенцијалне енергије који се трансформише у кинетичку транслаторну и у ротациону енергију. Задатак 4 урадите на милиметарском папиру (график) и у вежбанкама (израчунавања).

Расположива опрема:

- скакаоница
- куглица
- лењир
- висак (централни сто)
- селотејп (централни сто)
- маказе (централни сто)
- индиго папир
- бели папир (три спојена листа)
- метар (централни сто)
- дигитална вага (централни сто)

Свим такмичарима желимо успешан рад !

Задатак припремио: Проф. др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац и Проф. др Имре Гут, Департман за физику, Нови Сад

Рецензент: Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац

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



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

Ученик (име) _____

Лист за одговоре 1

Задатак 1.1. Потенцијална енергија

$$E_{\text{pot}} =$$

Задатак 2.1. Вертикално кретање куглице

$$t_p =$$

Задатак 2.2. Хоризонтално кретање куглице

$$v_o =$$

Задатак 2.3. Кинетичка енергија

$$E_{\text{kin}} =$$

Напомена. Када урадите овај део, подигните руку и предајте овај папир дежурном наставнику. Од њега ћете добити тачна рашења и, у случају да сте погрешили, можете наставити са експериментом користећи исправне изразе. **Ови делови задатака ће се искључиво бодовати само на основу онога што сте написали на овом листу.**



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

Ученик (име) _____

Лист за одговоре 2

Задатак 3.1.

$m = (\quad \pm \quad)$ _____

Задатак 3.2.

$H = (\quad \pm \quad)$ _____

$t_p =$ _____

Задатак 3.2. до 3.6

Табела 1. Приказ мерених и рачунатих величина са куглицом

Р.бр.	h []	D_1 []	D_2 []	D_3 []	D_{sr} []	ΔD []	v_o []	E_{pot} []	E_{kin} []	E_{rot} []
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Напомена: Овај лист предајете на крају рада. Читко попуните табеле, јер ће се овај лист прегледати.



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

РЕШЕЊЕ задатака 1 и 2
(дати ученику када преда Лист за одговоре 1)

Задатак 1. Основни закони

Задатак 1.1. Потенцијална енергија

$$E_{\text{pot}} = mgh$$

где је m маса куглице, g гравитационо убрзање а h почетна висина куглице.

Задатак 2. Хоризонталан хитац куглице

Задатак 2.1. Вертикално кретање куглице

$y = \frac{gt^2}{2}$, и када куглица падне на тло биће $y = H$ и $t = t_p$. Заменивши ове услове у једначину добијемо:

$H = \frac{gt_p^2}{2}$ одакле је време падања куглице $t_p = \sqrt{\frac{2H}{g}}$. Треба приметити да је за сва мерења време падања константно.

Задатак 2.2. Хоризонтално кретање куглице

$x = v_0 t$, на тлу ће бити: $D = v_0 t_p$ тако да је $v_0 = \frac{D}{t_p}$

Задатак 2.3. Кинетичка енергија

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mD^2}{2t_p^2}$$



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

РЕШЕЊЕ

Задатак 1.1. [2 п] Потенцијална енергија

$$E_{\text{pot}} = mgh \text{ [2п].}$$

где је m маса куглице, g гравитационо убрзање а h почетна висина куглице.

Задатак 2. [9 п] Хоризонталан хитац куглице

Задатак 2.1. [3 п] Вертикално кретање куглице

$y = \frac{gt^2}{2}$, и када куглица падне на тло биће $y = H$ и $t = t_p$. Заменивши ове услове у једначину добијемо:

$H = \frac{gt_p^2}{2}$ одакле је време падања куглице $t_p = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ [3п]. Треба приметити да је за сва мерења време падања константно.

Задатак 2.2. [3 п] Хоризонтално кретање куглице

$x = v_0 t$, на тлу ће бити: $D = v_0 t_p$ тако да је $v_0 = \frac{D}{t_p}$ [3п].

Задатак 2.3. [3 п] Кинетичка енергија

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mD^2}{2t_p^2} \text{ [3п].}$$

Задатак 3.1. [2 п] $m = (5,37 \pm 0,01) \text{ g}$ [2п].

Задатак 3.2. [3 п] $H = (84,3 \pm 0,1) \text{ cm}$ [2п]. Тако је $t_p = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 0,415 \text{ s}$ [1п].

Задатак 3.3. [11 п] Резултати су у Табели 1.

Табела 1. Приказ мерених и рачунатих величина са куглицом (бодовати 10 тачака са укупним поенима датим у заглављу табеле)

Задатак		3.3.	[3п]		[4п]	[4п]		3.4. [2п]	3.5. [2п]	3.6. [2п]
Р.бр.	h [cm]	D_1 [cm]	D_2 [cm]	D_3 [cm]	D_{sr} [cm]	ΔD [cm]	v_0 [m/s]	E_{pot} [mJ]	E_{kin} [mJ]	E_{rot} [mJ]
1	2,0	19,6	19,6	19,7	$\begin{smallmatrix} 19,633 \\ 19,63 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,0666 \\ 0,07 \end{smallmatrix}$	0,47	1,05	0,60	0,45
2	4,0	26,8	26,7	26,6	$\begin{smallmatrix} 26,7 \\ 26,70 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,1 \\ 0,10 \end{smallmatrix}$	0,64	2,11	1,11	0,99
3	6,0	32,7	32,8	32,5	$\begin{smallmatrix} 32,666 \\ 32,67 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,167 \\ 0,17 \end{smallmatrix}$	0,79	3,16	1,67	1,49
4	8,0	37	36,9	37,2	$\begin{smallmatrix} 37,033 \\ 37,03 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,167 \\ 0,17 \end{smallmatrix}$	0,89	4,21	2,14	2,07
5	10,0	39,5	40,5	40,6	$\begin{smallmatrix} 40,2 \\ 40,2 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,7 \\ 0,7 \end{smallmatrix}$	0,97	5,27	2,52	2,74
6	12,0	43,8	43,9	44,2	$\begin{smallmatrix} 43,967 \\ 44,0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,233 \\ 0,3 \end{smallmatrix}$	1,06	6,32	3,02	3,30
7	14,0	45,2	46,4	46,6	$\begin{smallmatrix} 46,066 \\ 46,1 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,8667 \\ 0,9 \end{smallmatrix}$	1,11	7,38	3,32	4,06
8	16,0	48,6	48,8	49,3	$\begin{smallmatrix} 48,9 \\ 48,9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,4 \\ 0,4 \end{smallmatrix}$	1,18	8,43	3,74	4,69
9	18,0	51,5	51,6	52	$\begin{smallmatrix} 51,7 \\ 51,7 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,3 \\ 0,3 \end{smallmatrix}$	1,25	9,48	4,18	5,31
10	20,0	52,6	52,8	53,1	$\begin{smallmatrix} 52,833 \\ 52,8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0,2666 \\ 0,3 \end{smallmatrix}$	1,27	10,54	4,36	6,18

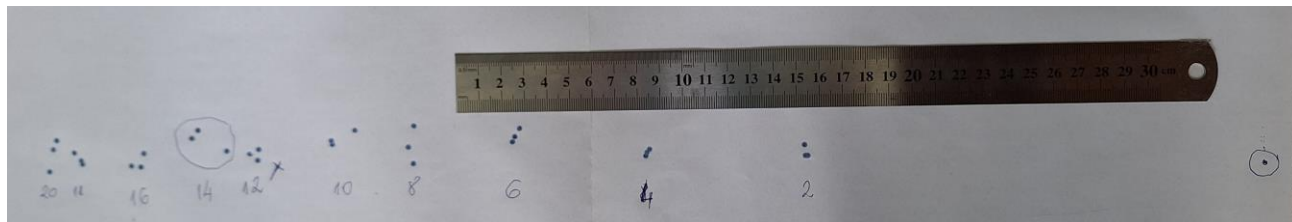
Задатак 3.4. [2 п] У Табели 1. колона E_{pot}

Задатак 3.5. [2 п] У Табели 1. колона E_{kin}

Задатак 3.6. [2 п] У Табели 1. колона E_{rot}



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК



Слика 1. Изглед папира са отиснутим дометима

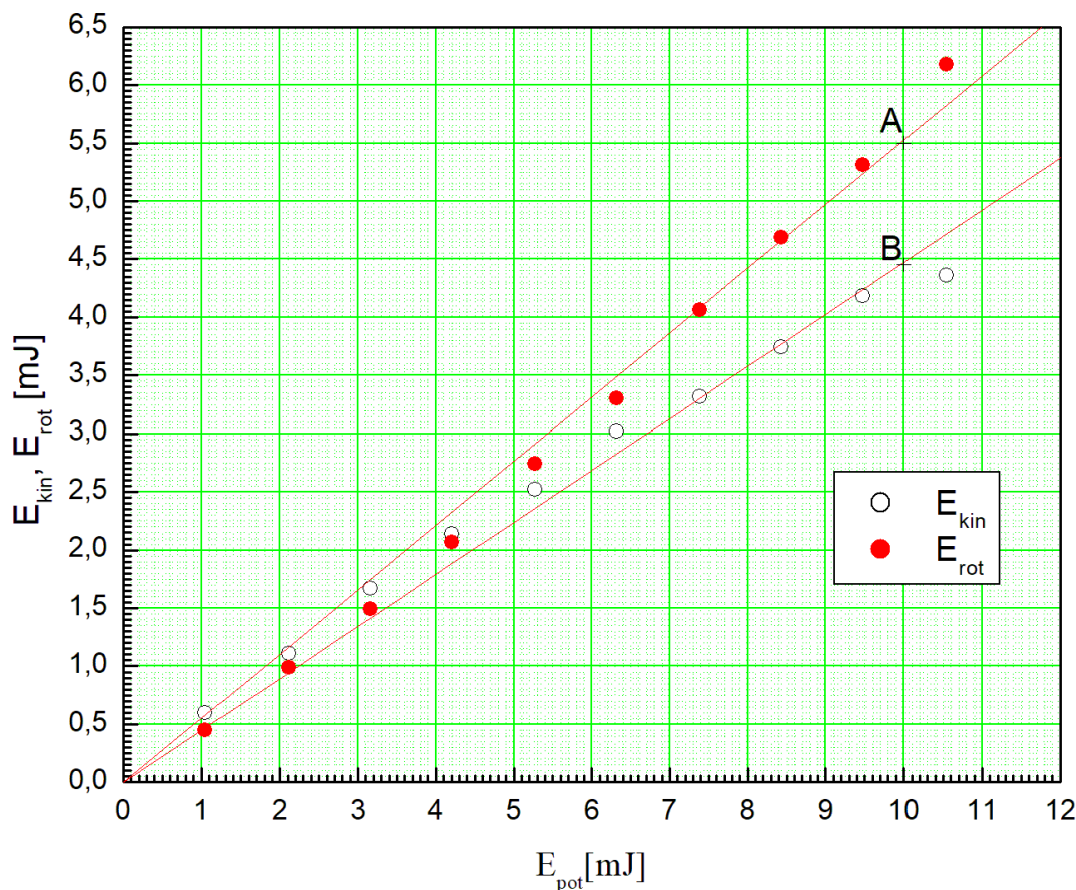
Задатак 4. [17 п] Цртање графика

Како су графици линеарни и праве пролазе кроз нулу, везе су:

$$E_{\text{kin}} = k_1 E_{\text{pot}} \text{ и } E_{\text{rot}} = k_2 E_{\text{pot}}$$

Коефицијенти праваца се одређују на основу скинуте вредности координата две тачке са графика (између претпоследње и последње тачке). За први график је вредности тачке $A=(10; 4,45)$ у mJ [1п], тако да је $k_1 = \frac{y_A}{x_A} = 0,445$ (0,4-0,5 [2п]; 0,35-0,55 [1п]). За други график је $B=(10; 5,5)$ [1п] па је $k_2 = \frac{y_B}{x_B} = 0,55$ (0,5-0,6 [2п]; 0,45-0,55 [1п]) У кинетичку транслаторну енергију се трансформише 45% [0,5п], док у ротациону 55% [0,5п] почетне потенцијалне енергије. **График 10п [5+5п]**

Зависност кинетичке и ротационе енергије куглице од потенцијалне



Негативни поени за график, између осталог за:

- Нису уцртане све тачке – 0.5 за тачку
- Без наслова -1
- Лоша размера -2 (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Осе нису обележене -2
- Унете су мерене бројне вредности на осе -2
- Ако 1. и 2. изабрана тачка није између 1. и 2. односно претпоследње и последње експерименталне -2
- Изабране тачке нису у мереном опсегу -2

- Лоша размера подеока -2 (1 mm на милиметарском папиру може да одговара ... 0.05; 0.1; 0.2; 0.4; 0.5; 1; 2; 4; 5; 10 ... јединица величине која се приказује)

Негативни поени за рачун, између осталог за:

- Лоша размера – за коефицијент правца 50% предвиђених бодова
- Ако нису изабране добре тачке са графика – за тражене величине 50% предвиђених бодова

Коришћење експерименталних тачака уместо тачака са графика не доноси поене.