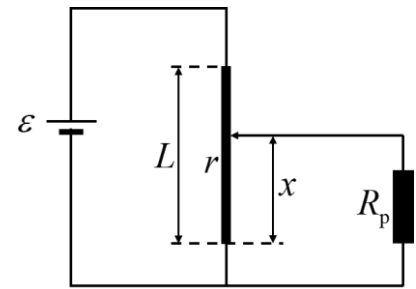




Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
ЗАДАЦИ

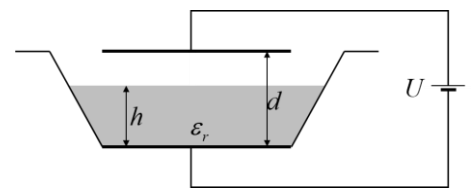
Српска физичка
олимпијада
20-21.05.2019.

1. Отпорна жица дужине L , чија је отпорности по јединици дужине r у $[\Omega/m]$, је везана у коло са извором електромоторне силе ε као на слици 1. Са отпорне жице се помоћу клизача са контактом, узима напон U_p потребан за рад потрошача отпорности R_p . Одредити напон на потрошачу, U_p , за дато растојање x клизача од почетка жице, као на слици 1. Величине L , r , ε , R_p и x сматрати познатим.



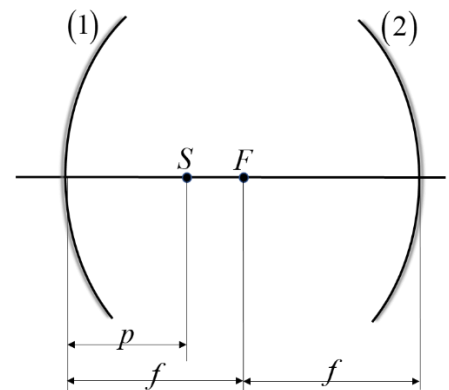
слика 1

2. Раван ваздушни кондензатор, растојања између електрода $d = 9\text{ mm}$, смештен је у посуду од изолационог материјала тако да једна електрода лежи на дну посуде. Дебљина електрода је занемарљива. Кондензатор је прикључен на стални напон U тако да поље у ваздуху између плоча има вредност $E = 500\text{ kV/m}$. До које висине h треба сипати уље диелектричне константе $\varepsilon_r = 4$ у посуду као на слици 2, да би поље, у делу кондензатора који је остао испуњен ваздухом, имало вредност $E_1 = 1,5\text{ MV/m}$? Кондензатор се може сматрати плочастим и ефекти крајева се могу занемарити.



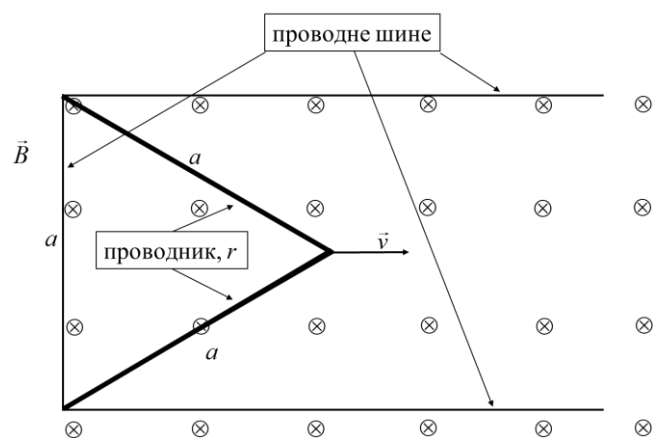
слика 2

3. Два конкавна огледала жижних даљина f , постављена су једно насупрот другог тако да им се жиже F поклапају (слика 3). Тачкасти извор светлости S , постављен је на заједничкој оптичкој оси на растојању p од првог огледала. Одредити на којој се удаљености од првог огледала добија лик светле тачке S после одбијања светлости од огледала (1) и потом огледала (2) (размотрити само овај тражени случај, с обзиром да ће доћи до вишеструког одбијања). Величине f и p сматрати познатим.



слика 3

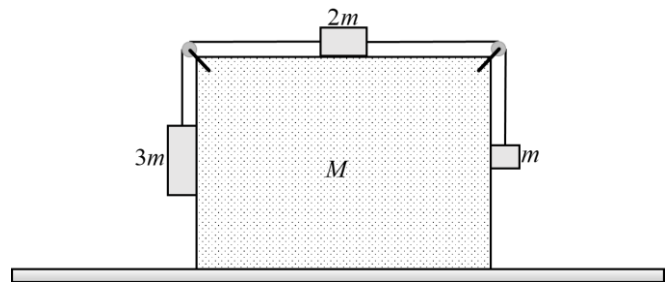
4. Проводник отпорности по јединици дужине $r = 1\ \Omega/m$ је савијен као на слици 4 и постављен на проводне шине занемарљиве отпорности. Читав систем се налази у константном и хомогеном магнетном пољу индукције $B = 0,2\text{ T}$, нормално управљеном у односу на раван у којој се налази систем (слика 4). Проводник се помера по шинама без трења, константном брзином у равни у којој лежи, у смеру као на слици 4. Израчунати количину наелектрисања q која протекне кроз попречни пресек проводника док се проводник помери за растојање $x = 1\text{ m}$.



слика 4



5. На телу масе $M = 10\text{ kg}$ налази се систем тегова повезаним лаким неистегљивим нитима и котуровима као на слици 5. Масе тегова су m , $2m$ и $3m$, где је $m = 1\text{ kg}$. Коефицијент трења између тела повезаних нитима и тела масе M износи $\mu = 0,1$. Трење између тела масе M и подлоге је занемарљиво. На почетку сва тела мирују и трења између тела су таква да тела препуштена самима себи почињу да се крећу. Одредити укупну количину топлоте која ће се ослободити у првих $t = 10\text{ s}$ кретања тела у систему услед трења. Занемарити евентуално одступање вертикалних нити од вертикалног правца.



слика 5

Решења детаљно образложити

Задатаке припремио: др Владимир Марковић ПМФ Крагујевац

Рецензенти: др Бранислава Мисаиловић, Физички факултет Београд

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



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

Српска физичка
олимпијада
20-21.05.2019.

1. Отпорна жица у колу са које се узима одређен напон се понаша као потенциометар са клизачем, који можемо представити као редну везу два отпорника R_1 и R_2 , као на слици 6. Њихове отпорности ће зависити од позиције контакта клизача x , тј. $R_1 = r(L-x)$ [2п] и $R_2 = rx$ [2п]. Отпорници R_2 и R_p чине паралелну везу и њихова еквивалентна отпорности

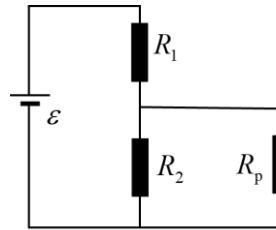
износи $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_p}$ [3п], одакле је $R_e = \frac{R_2 R_p}{R_2 + R_p}$ [1п]. Сада

еквивалентна шема изгледа као на слици 7. Омов закон за цело

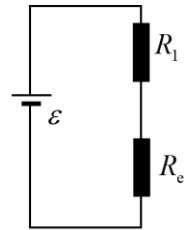
струјно коло гласи $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_e}$ [3п]. Напон на еквивалентном отпорнику износи $U = IR_e$ [2п]. Због

паралелне везе отпорника мора важити $U_p = U$ [1п], тј. $U_p = \frac{R_e \varepsilon}{R_1 + R_e}$ [1п]. Комбинацијом горњих

једначина добија се да је $U_p = \frac{rxR_p \varepsilon}{rxR_p + r(L-x)(rx + R_p)}$ [5п].

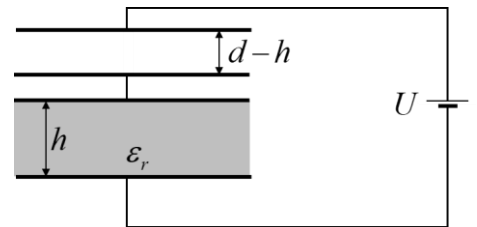


слика 6



слика 7

2. Напон између плоча кондензатора када је испуњен ваздухом износи $U = Ed$ (4,5kV) [1п]. Када се у посуду дода уљем до висине h , кондензатор испуњен делом уљем и делом ваздухом можемо представити редном везом два кондензатора, један испуњен само ваздухом, а други само уљем, слика 8. Капацитети ових кондензатора су $C_1 = \varepsilon_0 \frac{S}{d-h}$ [3п] и $C_2 = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{h}$ [3п]. Еквивалентни



слика 8

капацитет је $\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ [2п], тј. $C_e = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$. Заменом

капацитета C_1 и C_2 у израз за еквивалентни капацитет добија се $C_e = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{h + \varepsilon_r (d-h)}$ [3п]. Количина

наелектрисања на оба кондензатора је иста и износи $Q = C_e U$ [1п]. Напон на кондензатору који за

диелектрик има ваздух износи $U_1 = \frac{Q}{C_1}$ [1п], тј. $U_1 = \frac{\varepsilon_r (d-h) U}{h + \varepsilon_r (d-h)}$ [1п]. Јачина електричног поља у делу где

се налази ваздух је $E_1 = \frac{U_1}{d-h}$ [2п], тј. $E_1 = \frac{\varepsilon_r U}{h + \varepsilon_r (d-h)}$, одакле је $h = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_r - 1} \left(d - \frac{U}{E_1} \right) = 8 \text{ mm}$ [2+1п].

3. По одбијању од огледала (1) добија се имагинаран лик на растојању l од огледала, слика 9.

Једначина огледала гласи $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l}$ [3п], одакле је $l = \frac{pf}{f-p}$ [3п]. Лик огледала (1), S_1 , је сада

предмет за огледало (2) и налази се на растојању $p_1 = 2f + l$ [2п], слика 10. Сада предмет S_1 за огледало (2) даје реалан лик на растојању l_2 од огледала (2), слика 11. Једначина огледала

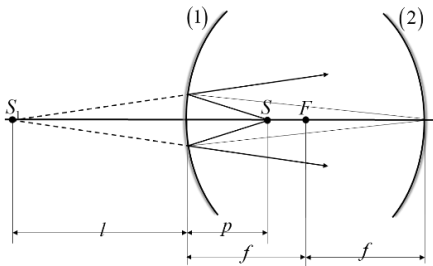
гласи $\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_2}$ [3п], одакле је $l_2 = \frac{f(2f+l)}{f+l}$ [2п], где се заменом вредности p_1 добија израз



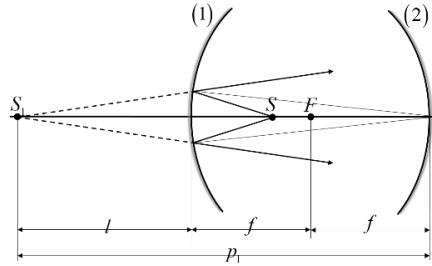
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.



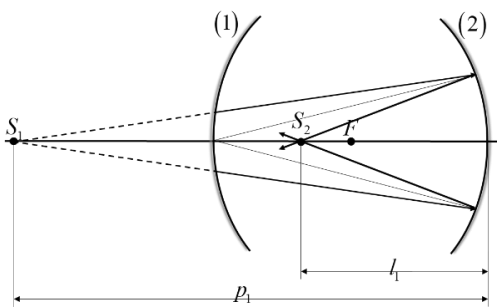
$l_1 = \frac{f(2f+l)}{f+l}$ [2п]. Заменом израза за l у претходни израз и сређивањем истог добија се да је $l_1 = 2f - p$ [2п], одакле се може закључити да се лик од огледала (2) поклапа са светлом тачком S [2п], слика 12.



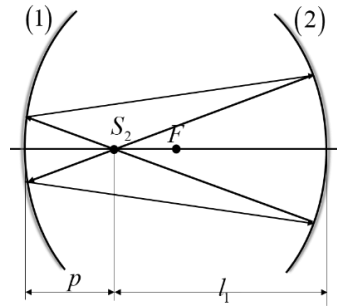
Слика 9



Слика 10



Слика 11



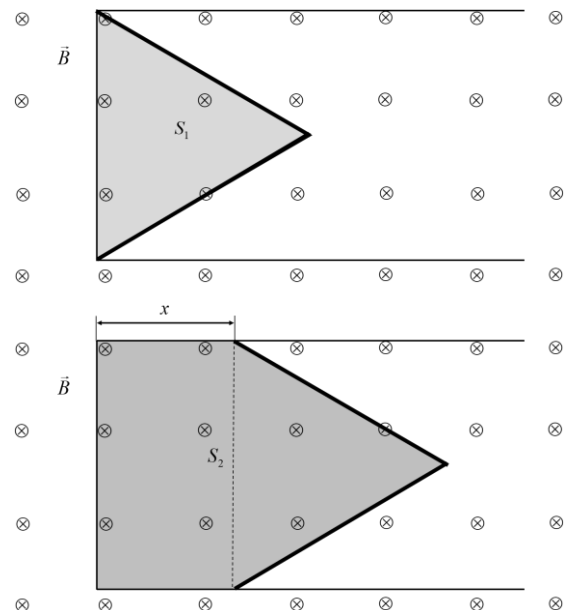
Слика 12

4. Индукована електромоторна сила унутар затворене контуре која се креће у магнетном пољу износи $\varepsilon = \left| -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ [1п], где је $\Delta\Phi = B\Delta S$ [1п] промена флукса, тј. $\Delta S = S_2 - S_1$ [1п]. Са слике 13 се могу одредити

површине $S_1 = \frac{1}{2}ah$ [2п] и $S_2 = ax + \frac{1}{2}ah$ [2п], где је h висина троугла. Заменом у горњи израз добија се $\Delta S = ax$ [2п], тј. $\Delta\Phi = Bax$ [2п]. Електромоторна сила која се индукује у контури је $\varepsilon = \frac{Bax}{\Delta t}$ [2п], где је $\frac{x}{\Delta t} = v$. Како је

брзина кретања контуре константна, електромоторна сила која се индукује у контури ће бити константна, што ће довести до протисања константне једносмерне струје у колу. Укупна отпорност читаве контуре износи $R = r \cdot 2a$ [1п], па је према Омовом закону струја у колу $i = \frac{\varepsilon}{R}$ [1п].

Количина наелектрисања која протекне кроз коло се може одредити познавајући струју која протиче кроз коло $\Delta q = i\Delta t$ [2п], што даје $\Delta q = \frac{\varepsilon}{R} \frac{\Delta\Phi}{\varepsilon}$, тј. $\Delta q = \frac{Bx}{2r} = 0,1\text{C}$ [2+1п].



слика 13



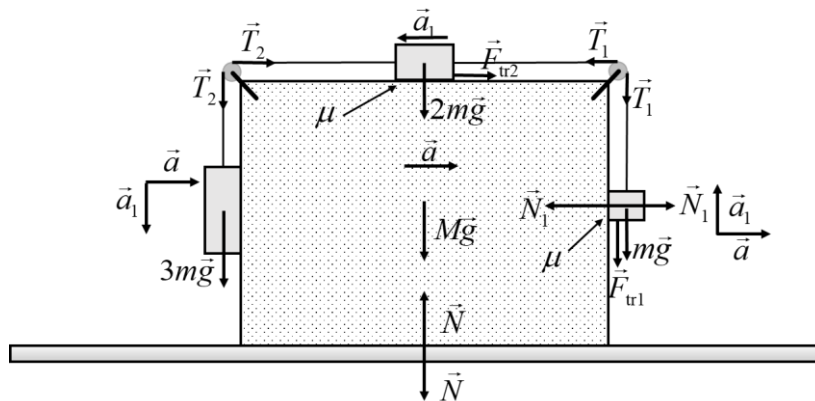
5. Силе које делују на тела су приказане на слици 14. Тело масе $3m$ ће почети да пада, тело масе $2m$ ће се кретати улево, тело масе m ће се кретати навише у односу на тело масе M , док ће се тело масе M кретати удесно. Између тела масе m и M јавиће се сила реакције подлоге. Тело масе $3m$ неће деловати силом на тело масе M и по поставци задатка нити остају паралелне. Због тога тело масе $3m$ се неће одвојити од тела масе M , али га неће ни притискати. Једначине кретања тела повезана неистегљивом нити су $3ma_1 = 3mg - T_2$ [2п], $2ma_1 = T_2 - F_{\text{тр}2} - T_1$ [2п] и $ma_1 = T_1 - mg - F_{\text{тр}1}$ [2п] у правцу нити. За тело масе M једначина кретања гласи $Ma = T_2 - F_{\text{тр}2} - T_1 - N_1$ [2п]. Силе трења и реакције подлоге су $F_{\text{тр}1} = \mu N_1$ [1п], $F_{\text{тр}2} = \mu 2mg$ [1п], $N_1 = ma$ [1п]. Сабирањем прве три једначине добијамо израз $6a_1 + \mu a = 2g(1 - \mu)$.

Елиминисањем T_1 и T_2 у четвртој једначини добија се израз $a_1 = \frac{M+m}{2m}a$. Сређивањем последње две

једначине добијају се убрзања $a = \frac{2mg(1-\mu)}{3M+(3+\mu)m}g$ $\left(0,53 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$ [2п] и $a_1 = \frac{(M+m)(1-\mu)}{3M+(3+\mu)m}g$ $\left(2,93 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$ [2п]

. Количина топлоте која се ослободи радом силе трења је $Q = A_{\text{тр}} = (F_{\text{тр}1} + F_{\text{тр}2})x$ [2п], где је $x = \frac{1}{2}a_1t^2$ [1п]

пређени пут тела маса m и $2m$, тј. $Q = \frac{1}{2}(\mu ma + 2\mu mg)a_1t^2 \approx 295,7 \text{ J}$ [1+1п].



слика 14



Експериментални задатак

Одређивање густине чврстих тела и течности

Задатак 1

Једноставан метод за налажење густине тела без мерења његове масе и запремине подразумева најпре уравнотежавање равнокраке полуге (слика 1) у ваздуху на коју су обешена два тела А и В, непознатих маса m_A и m_B , са различитих страна ослонца. Након тога тело В, чију густину одређујемо, урања се у течност познате густине (воду густине $\rho = 1\text{g/cm}^3$), и поново се врши уравнотежавање полуге. **Положај тела А се не мења.** Приликом урањања у течност, тело В се не скида са полуге, већ се урања док је закачено о полуку, тако што се испод тела постави чаша испуњена водом. Приликом одређивања новог положаја равнотеже, тело мора бити уроњено у чашу са водом.

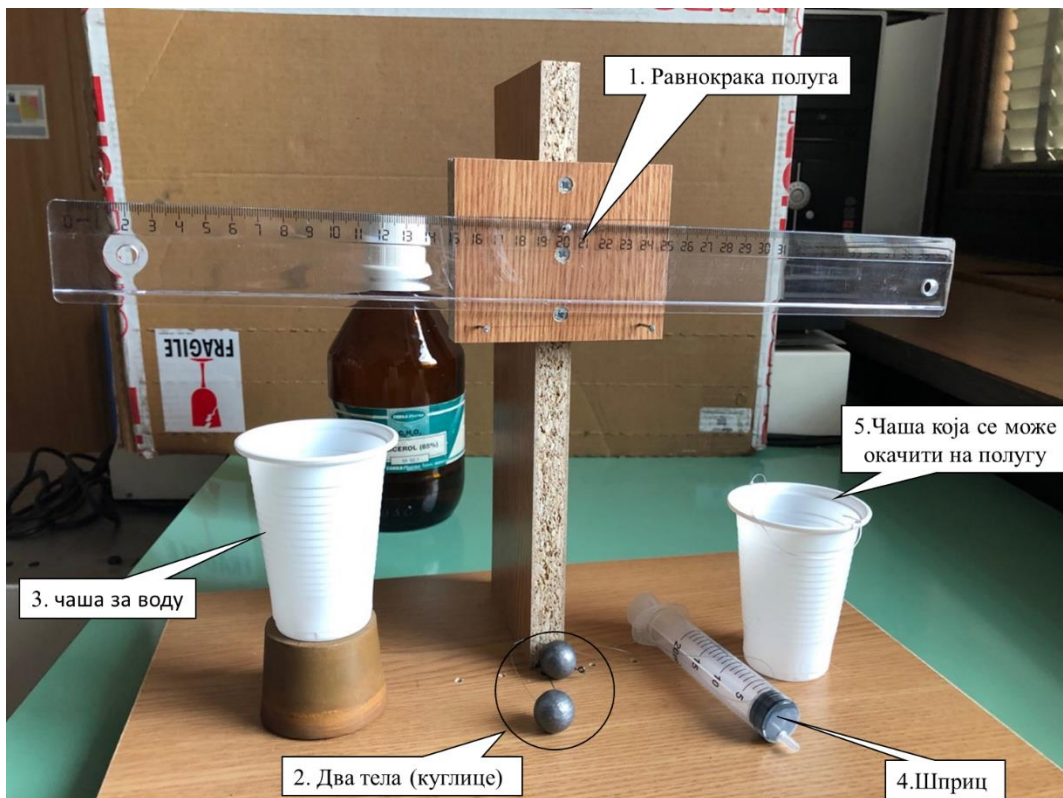
Мерни комплет:

1. равнокрака полука са подеоцима
2. два тела (куглице) непознатих маса и густина.
3. чаша са водом

Ове елементе можете видети на слици 1. Поред овог, на слици 1 су приказани и елементи:

4. шприц (на располагању ће вам бити два шприца),
5. чаша која се може окачити на полуку, која ће се користити у задатку 2.

Претпоставити да је ослонац полуге на двадесетом центиметру лењира.



Слика 1. Мерни комплет



Задатак 1а [15п].

-Скицирати шему полуге на којој су уравнотежена два тела А и В, маса m_A и m_B , са различитих страна ослоња. Скица треба да садржи јасно дефинисане ознаке и нацртане силе које делују на тела. Написати једначине равнотеже полуге. [4п]

-Скицирати шему полуге на којој су уравнотежена ова два тела од којих је једно уроњено у чашу са водом, са јасно дефинисаним ознакама и нацртаним силама које делују на тела. Написати једначине равнотеже полуге. [6п]

-Извести израз за израчунавање густине тела уроњеног у воду преко познатих (густина воде) и мерљивих величина (положај тела на лењиру). [5п]

Напомена: Уколико нисте сигурни у израз или нацртану шему, можете позвати дежурног наставника да провери. Уколико констатује да вам је израз тачан број поена за овај задатак је [10п]. Уколико не знате израз, затражите помоћ од дежурног наставника. У том случају за овај део задатка остајете без бодова.

Задатак 1б [55п].

Користећи мерни комплет, за одређено растојање тела А од ослоња полуге, уравнотежити тело В, а затим и тело В уроњено у воду. **Положај тела А се не мења.** Забележити релевантне податке. Ову процедуру поновити за 6 различитих позиција тела А и табеларно представити мерне вредности. Извршити линеаризацију изрази за одређивање густине тела В. Графичком методом **одредити густину тела В.**

Напомена: Уколико не знате линеаризовати израз, можете позвати дежурног наставника. У том случају остајете без поена предвиђених за линеаризацију.

Задатак 2 [30п].

У овом задатку је потребно **одредити густину непознате течности** користећи равнокраку полуку. За овај задатак на располагању су елементи са слике 1:

1. равнокрака полука из задатка 1,
2. тело А из задатка 1,
3. чаша са водом густине $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$,
4. два шприца за одмеравање запремине течности,
5. чаша коју можете окачити о равнокраку полуку.

Поред ових елемената на располагању су извесна течност непознате густине, и убруси за одстрањивање вишка течности.

Користећи принцип уравнотежавања равнокраке полуге и мерни комплет приложен у задатку 2 потребно је одредити густину непознате течности. За то можете користити чашу (коју можете окачити о крак полуге) чију масу **не треба** занемарити и у коју можете сипати течност познате и непознате густине.

Напомена: У чашу сипајте прво воду, а затим непознату течност, користећи дате шприцеве (по један шприц за сваку течност).

У експерименту користите по 20 ml течности. Чашу поставите на полуку тако да грешка коју правите буде што мања.

Напомена: Уколико нисте сигурни да радите како треба можете питати дежурног наставника. Уколико констатује да вам је тачно добијате 70% освојених поена. Уколико вам дежурни наставник покаже како треба урадити признаће вам се 30% освојених поена у овом делу задатка.

Задатак припремио: др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац

Рецензент: проф. др Маја Стојановић, ПМФ Нови Сад

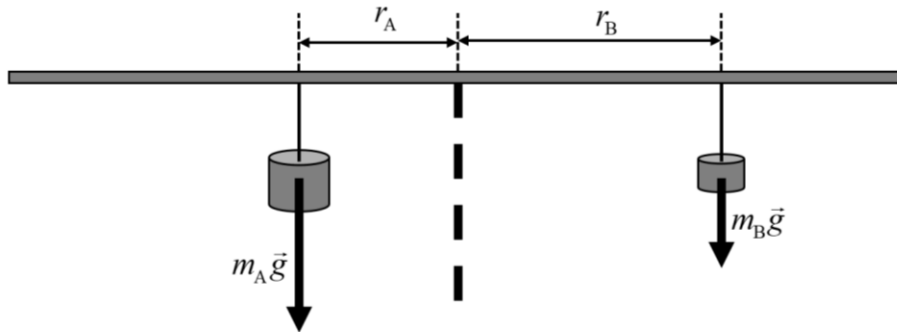
Председник Комисије за такмичење ДФС: проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



РЕШЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ЗАДАТКА

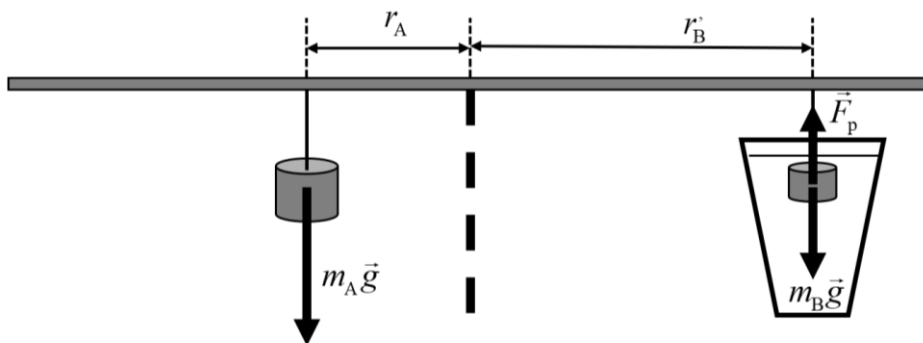
Задатак 1а [15п].



Уравнотежена полука телима А и В [2п].

Једначина равнотеже гласи:

$$r_A m_A g = r_B m_B g \quad [2п]$$



Уравнотежена полука телима А и В када је тело В уроњено у воду [3п].

Једначина равнотеже гласи:

$$r_A m_A g = r'_B (m_B g - F_p) \quad [2п], \text{ где је } F_p = \rho V_B g \quad [0,5п] \text{ и маса тела В се може изразити као } m_B = \rho_B V_B \quad [0,5п].$$

Израз за густину тела добијамо дељењем једначина равнотеже за ова два случаја $\rho_B = \frac{r'_B}{r'_B - r_B} \rho \quad [5п].$



Задатак 16 [55п].

Линеаризован израз на основу кога се може одредити густина тела В:

$$r_B'' = \frac{\rho_B}{\rho_B - \rho} r_B \quad [3п]$$

Табела 1. Измерене вредности [30п]

	r_B [2,5п]	r_B'' [2,5п]
1.	6	6.6
2.	8	8.7
3.	10	10.9
4.	12	13
5.	14	15.4
6.	16	17.6

Исправно нацртан график: 15 п.

Две изабране неексперименталне тачке су редом $A(6,9;7,5)$ [2п] и $B(15,1;16,5)$ [2п].

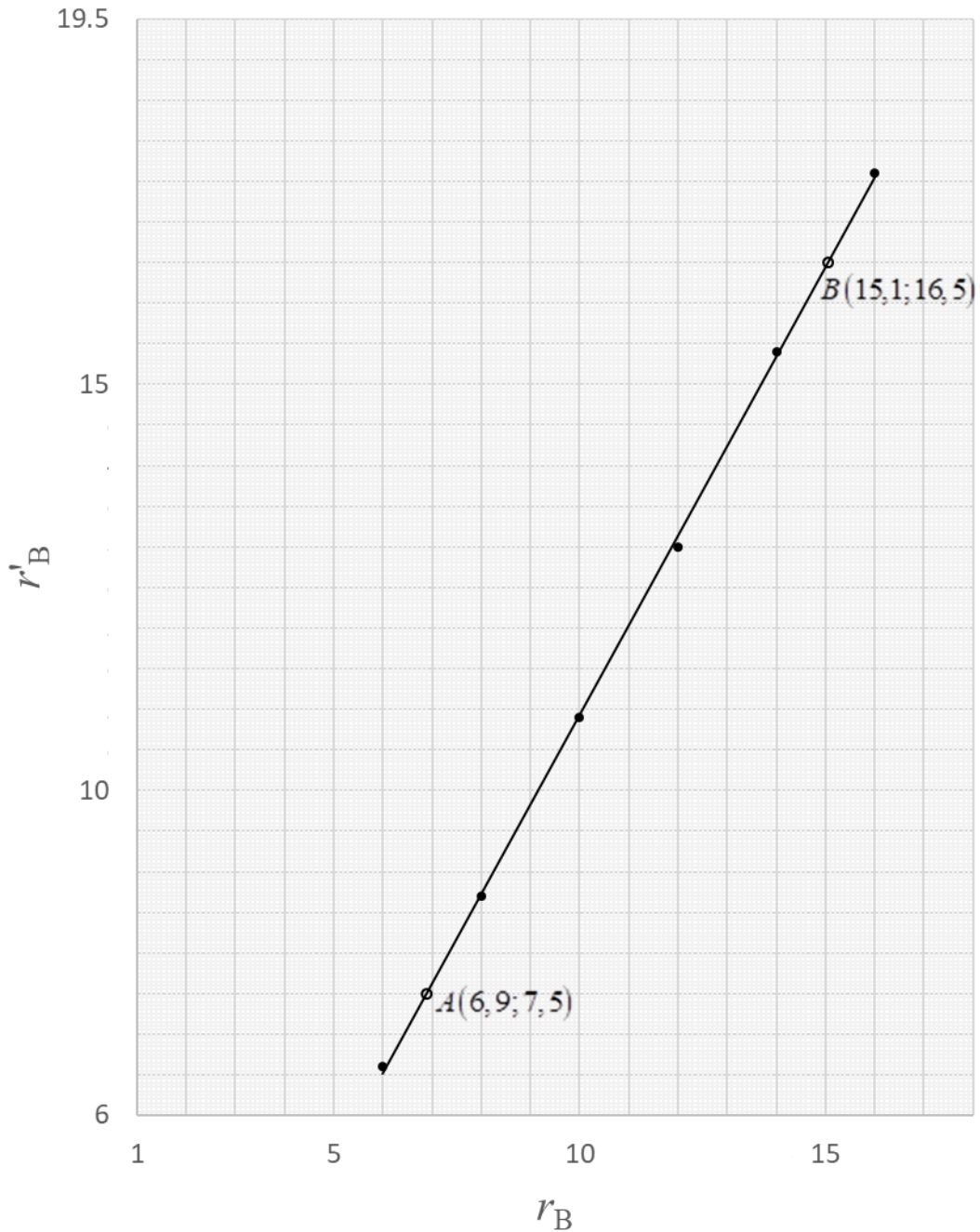
Са графика се добија коефицијент правца $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = 1,0975$ [1п], на основу чега је

$$\rho_B = \frac{k}{k-1} \rho \approx 11,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad [1+1п].$$

Напомена: Куглице су од олова, чија је густина $11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.



График зависности равнотежног положаја тела В
уроњеног у воду од равнотежног положаја тела В





Задатак 2 [30п]

На располагању у оквиру мерног комплета су тело и чаша непознатих маса и две различите течности (једна познате и једна непознате густине). Уравнотежавањем тела и $V = 20\text{ml}$ течности познате и непознате густине у чаши непознате масе, могу се добити једначине равнотеже из којих се може израчунати непозната густина. Како маса чаше није занемарљива, мора се уравнотежити и празна чаша, како би се добила равнотежна једначина помоћу које можемо елиминисати масу чаше. На слици су шематски приказани услови равнотеже за поменуте случајеве.

Одговарајуће једначине равнотеже су:

$$mgR_1 = m_1gr_1 \quad [2\text{п}] \quad \Rightarrow \quad m = m_1 \frac{r_1}{R_1}$$

$$mgR_2 = (m_1 + m_2)gr_2 \quad [2\text{п}] \quad \Rightarrow \quad m = (m_1 + \rho_2V) \frac{r_2}{R_2}$$

$$mgR_3 = (m_1 + m_3)gr_3 \quad [2\text{п}] \quad \Rightarrow \quad m = (m_1 + \rho_3V) \frac{r_3}{R_3}$$

Дељењем прве са другом и трећом једначином добија се

$$\begin{aligned} m_1 \frac{r_1}{R_1} &= (m_1 + \rho_2V) \frac{r_2}{R_2} & m_1 \left(\frac{r_1}{R_1} - \frac{r_2}{R_2} \right) &= \rho_2V \frac{r_2}{R_2} & \Rightarrow \frac{r_1}{R_1} - \frac{r_2}{R_2} &= \frac{\rho_2}{m_1} \frac{r_2}{R_2} \\ m_1 \frac{r_1}{R_1} &= (m_1 + \rho_3V) \frac{r_3}{R_3} & m_1 \left(\frac{r_1}{R_1} - \frac{r_3}{R_3} \right) &= \rho_3V \frac{r_3}{R_3} & \Rightarrow \frac{r_1}{R_1} - \frac{r_3}{R_3} &= \frac{\rho_3}{m_1} \frac{r_3}{R_3} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \rho_3 = \rho_2 \frac{\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_1}{R_1} - \frac{r_3}{R_3}}{\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_1}{R_1} - \frac{r_2}{R_2}}$$

Долазимо до израза из којег можемо одредити непознату густину:

$$\rho_3 = \rho_2 \frac{1 - \frac{r_1}{R_1} \frac{R_3}{r_3}}{1 - \frac{r_1}{R_1} \frac{R_2}{r_2}} \quad [5\text{п}] \quad \Rightarrow \quad \rho_3 = \rho_2 \frac{1 - \frac{R_3}{R_1}}{1 - \frac{R_2}{R_1}} \quad (\text{најмања грешка ће бити за } r_1 = r_2 = r_3 = 20\text{ cm})$$

Измерене вредности су (укупно 15 поена):

$$R_1 = 1,05\text{ cm} \quad [2,5\text{п}] \quad r_1 = 20\text{ cm} \quad [2,5\text{п}]$$

$$R_2 = 11,30\text{ cm} \quad [2,5\text{п}] \quad r_2 = 20\text{ cm} \quad [2,5\text{п}]$$

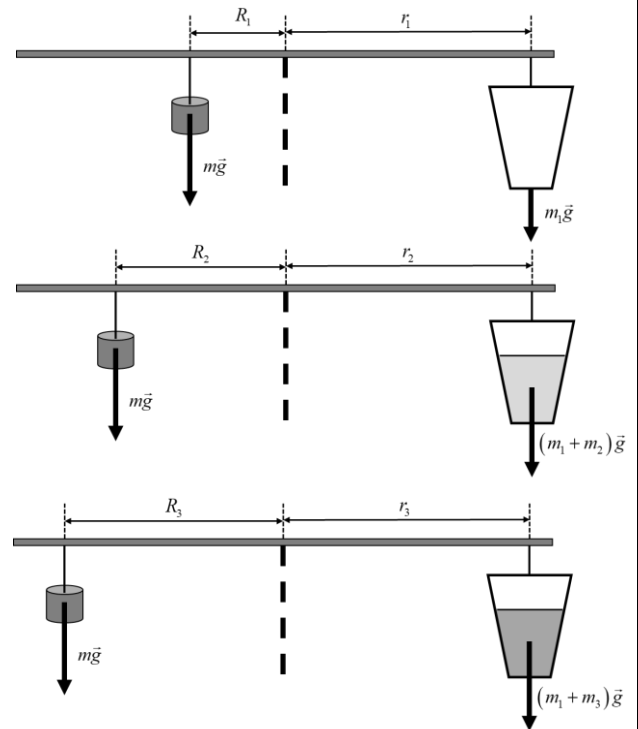
$$R_3 = 13,55\text{ cm} \quad [2,5\text{п}] \quad r_3 = 20\text{ cm} \quad [2,5\text{п}]$$

Заменом измерених вредности у израз за ρ_3 добија се:

$$\rho_3 \approx 1,22 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad [4\text{п}]$$

Напомена: Мања грешка мерења се добија када су тела која се уравнотежавају на већем растојању од ослонца полуге јер је релативна грешка директно мерених величина мања. Горе дато бодовање важи за случај када су тела на растојању већем од 19 cm од ослонца полуге. Уколико је растојање 14-19 cm за крајњи резултат носи 2 поена. Уколико је растојање мање од 15 cm крајњи резултат не доноси поене.

Напомена: Непозната течност је глицерин густине $1,26\text{ g/cm}^3$.





СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2018/2019. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије Београд
20-21.05.2019.

Начин бодовања графика:

Негативни поени за график, између осталог за:

- Није искоришћен цео опсег -3
- Нису изабране равномерно распоређене тачке -2
- Координатне осе треба цртати по ивицама милиметарског папира -1
- Без наслова -1 (наслов није $y = f(x)$)
- Лоша размера -1 (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Осе нису обележене и недостају јединице -1
- Унете су мерене бројне вредности на осе -1
- Ако 1. и 2. изабрана тачка није између 1. и 2. односно претпоследње и последње експерименталне -2
(На приказаним графицима су унете све могуће мерне комбинације, због чега је дошло до нагомилавања тачака на почетку интервала и није могуће правилно прочитати неексперименталну тачку између 1. и 2. експерименталне. При одабиру 10 равномерно распоређених тачака, ова ситуација се неће догодити)
- Изабране тачке нису у мереном опсегу -2
- Лоша размера подеока -1 (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, осим поена за линеаризацију.



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.



Основна
школа

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

Изборно такмичење
02.10.2019.

1. На висини $h_1 = 2\text{ m}$ изнад центра округлог стола пречника $R = 3\text{ m}$ налази се лампа чија је јачина светлости $I_1 = 100\text{ cd}$. Када се ова лампа замени лампом јачине светлости $I_2 = 25\text{ cd}$ и промени висина лампе над столом, осветљеност центра стола остане иста. Одредити однос осветљености крајева стола у другом и првом случају. Обе лампе емитују светлост подједнако у свим правцима. **(12п)**

2. На ивици стола причвршћено је неистегљиво савитљиво уже непознате масе m и дужине $l = 1,5\text{ m}$, тако да половина ужета виси са стола, као на слици 1. Висина горње ивице стола износи $H = 1\text{ m}$. Уже се потом пусти да пада преко ивице стола. Одредити брзину ужета када доњим крајем додирне подлогу на којој се сто налази. Трење између ужета и стола занемарити. Приликом кретања ужета сматрати да се оно савија на ивици стола, тако да је део који виси увек вертикалан. Маса ужета је хомогено распоређена његовом дужином. **(11п)**

3. У топлотно изолованом гвозденом суду масе 5 kg налази се 20 kg воде и 6 kg леда на 0°C . Колику масу водене паре, температуре 100°C , треба увести у суд да би температура система, након успостављања топлотне равнотеже, износила 70°C ? Латентна топлота топљења леда је $\lambda_1 = 3,34 \cdot 10^5\text{ J/kg}$, латентна топлота испаравања воде је $\lambda_2 = 2,26\text{ MJ/kg}$, специфични топлотни капацитет гвожђа износи 460 J/kgK , а специфични топлотни капацитет воде је $4,19 \cdot 10^3\text{ J/kgK}$. Атмосферски притисак је нормалан. **(11п)**



слика 1

Задатке припремио: др Владимир Марковић (1,2), ПМФ Крагујевац и др Маја Стојановић (3)
ПМФ Нови Сад

Рецензенти:

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



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.



Основна
школа

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

Изборно такмичење
02.10.2019.

1. Када је постављена прва лампа, осветљеност центра
стола износи $E_{1c} = \frac{I_1}{h_1^2} \cos \alpha = \frac{I_1}{h_1^2}$ [1п], док је осветљеност

$$\text{крајева стола } E_{1r} = \frac{I_1}{(\sqrt{r^2 + h_1^2})^2} \cos \alpha = \frac{I_1 h_1}{(r^2 + h_1^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ [2п]}$$

(слика). У случају када је постављена друга лампа, мора
важити $E_{2c} = \frac{I_2}{h_2^2}$ [1п] и $E_{2r} = \frac{I_2 h_2}{(r^2 + h_2^2)^{\frac{3}{2}}}$ [2п]. Из поставке

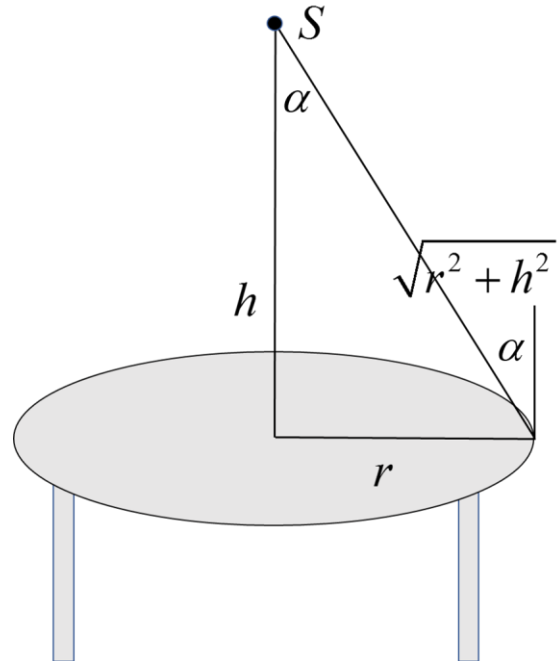
задатка важи да је $I_1 = 4I_2$ [1п] и да је осветљеност центра
стола иста $E_{1c} = E_{2c}$, одакле се комбиновањем релација за

осветљеност центра стола добија да је $h_2 = \frac{h_1}{2}$ [2п].

Налажењем односа осветљености добија се

$$\frac{E_{2r}}{E_{1r}} = \frac{(r^2 + h_1^2)^{\frac{3}{2}}}{8 \left(r^2 + \frac{h_1^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}} \approx 0.34 \text{ [2+1п]}. \text{ Напомена: За тачне}$$

осветљености без односа један поен мање.



2. У почетном тренутку половина ужета виси са стола, док друга половина која је на столу може да
склизне. Како је уже хомогено, центар масе дела ужета које виси је на половини тог дела. Уже има само
потенцијалну енергију $E_1 = \frac{m}{2} gH + \frac{m}{2} g \left(H - \frac{l}{4}\right)$ [4п]. Када уже дођим крајем додирне подлогу, његова

енергија износи $E_2 = \frac{mv^2}{2} + m \frac{l-H}{l} gH + m \frac{H}{l} g \frac{H}{2}$ [4п]. На основу закона одржања енергије важи $E_1 = E_2$

[1п], тј. $mgH - \frac{1}{8} mgl = \frac{mv^2}{2} + mg \frac{H}{l} \left(l - \frac{H}{2}\right)$, одакле се налази да је $v = \sqrt{g \left(\frac{H^2}{l} - \frac{l}{4}\right)} \approx 1,7 \frac{m}{s}$ [1+1п].

3. Нека је маса суда m_0 , маса леда m_1 и маса воде m_2 . За топљење леда и загревање суда са водом од
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$ до $t_1 = 70^\circ \text{C}$ потребна је количина топлоте $Q = m_1 \lambda_f + m_0 c_0 (t_1 - t_0) + (m_1 + m_2) c_v (t_1 - t_0)$ [3п]. Та
енергија добија се кондензовањем паре и хлађењем воде од $t_2 = 100^\circ \text{C}$ до $t_1 = 70^\circ \text{C}$

$Q = m \lambda_f + m c_v (t_2 - t_1)$ [3п]. Следи да је $m_1 \lambda_f + (t_1 - t_0) [m_0 c_0 + (m_1 + m_2) c_v] = m [\lambda_f + c_v (t_2 - t_1)]$ [2п]. Одатле

се налази маса паре $m = \frac{m_1 \lambda_f + (t_1 - t_0) [m_0 c_0 + (m_1 + m_2) c_v]}{\lambda_f + c_v (t_2 - t_1)} = 4,1 \text{ kg}$ [2+1п].

а) ред реакције у односу на OCl^- је _____, Γ је _____ и OH^- је _____. 2p

б) $k =$ _____ (вредност једна децимала · експонент) _____ (јединица) 2p

в) Коју улогу игра хидроксидни јон у овој реакцији? _____ 2p

4. Колико грама NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4 треба узети за припремање 500 cm^3 фосфатног пуфера рН 7,4, у којем је укупна концентрација фосфата $0,100 \text{ mol/dm}^3$?

$$K_1(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-2} \quad K_2(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-7} \quad K_3(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,8 \cdot 10^{-12}$$

$\text{Ar}(\text{Na})=23$, $\text{Ar}(\text{H})=1$, $\text{Ar}(\text{P})=31$, $\text{Ar}(\text{O})=16$.

$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) =$ _____ g 4p
(1 дец.)

$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) =$ _____ g 4p
(1 дец.)

5. Написати резонантне структуре за молекул азот(I)-оксида и поређати их према њиховом доприносу реалној расподели π -електронске густине. Молекул је линеаран, а централни атом је азот.

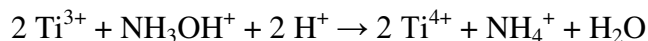
_____ 7p

Решења:

1.

$$x : y = 2 : 1$$

Ti⁴⁺, NH₄⁺ (прихватљиво решење је и NH₃), H₂O



2.

$$+82 \text{ kJmol}^{-1}$$

3.

а) ОСГ ред 1, Г ред 1, ОН⁻ ред -1

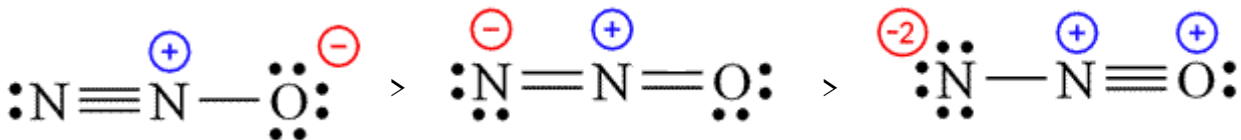
б) $\approx 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

в) инхибитор

4.

Пуфер одговара другом степену дисоцијације форфорне киселине ($\text{pK}_{\text{a}2} = -\log(1,2 \cdot 10^{-7}) = 6,92$), па је према Хендерсон-Хаселбалховој једначини за овај пуфер $\text{pH} = \text{pK}_{\text{a}2} + \log([\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-])$. Из услова задатка се зна да је $[\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, па изражавајући концентрацију хидрогенфосфата одавде и заменом у једначину за pH пуфера, као и уврштавајући вредности за pH и $\text{pK}_{\text{a}2}$, добијамо једначину: $7,4 = 6,92 + \log((0,1 - [\text{H}_2\text{PO}_4^-])/[\text{H}_2\text{PO}_4^-])$. Решавањем ове једначине се добија $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,0249 \text{ mol dm}^{-3}$, односно $[\text{HPO}_4^{2-}] = 0,0751 \text{ mol dm}^{-3}$. За припремање пола литра овог пуфера треба $0,5 \cdot 0,0249 \cdot 120 = 1,494 \approx 1,5 \text{ g NaH}_2\text{PO}_4$, $0,5 \cdot 0,0751 \cdot 142 = 5,332 \approx 5,3 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4$.

5.



PITANJA I ZADACI IZ BIOLOGIJE

1. Koja od navedenih izjava je TAČNA za prokariote?

- I. Istovremena transkripcija (prepisivanje koda) i translacija (prevođenje koda)
- II. Prisustvo minimum dva hromozoma
- III. Prisustvo organela sa membranom
- IV. Prisustvo ribozoma

- A. Samo I i III
- B. Samo II i IV
- C. Samo I i IV
- D. I, II i IV

2. Muž i žena su heterozigoti za A krvnu grupu. Postoji li verovatnoća i kolika da se rodi dete:

- A. O krvne grupe 25 %
- B. A krvne grupe 75 %
- C. B krvne grupe 0 %
- D. AB krvne grupe 0 %

3. Receptorne ćelije mrežnjače oka su podeljene na dva tipa (prema obliku i funkciji), štapići i čepići.

Štapići omogućavaju percepciju _____ a čepići _____.

- A. Svetlost/mrak boja
- B. Boja svetlost/mrak
- C. Blizinu udaljenost
- D. Udaljenost blizinu

4. Redosled normalnog protoka krvi kroz ljudsko srce je

- A. desna komora, desna pretkomora, pluća, leva komora, leva pretkomora, telo
- B. desna komora, desna pretkomora, telo, leva komora, leva pretkomora, pluća
- C. desna pretkomora, desna komora, pluća, leva pretkomora, leva komora, telo
- D. desna pretkomora, desna komora, telo, leva pretkomora, leva komora, pluća

5. Kretanje jona kroz membranu od viših do nižih koncentracija kroz proteinske kanale je primer

- A. Prosta difuzija
- B. Olakšana difuzija
- C. Aktivan transport
- D. Osmoza

6. Koji od sledećih organizama je NETAČNO uparen sa svojim trofičkim nivoom?

- A. Cijanobakterije - primarni producent
- B. Skakavac - sekundarni konzument
- C. Alge - primarni producent
- D. Bogomoljka - sekundarni konzument

7. Šta od sledećeg NIJE karakteristika svih vrsta sisara?

- A. Endotermički metabolizam
- B. Pluća
- C. Mlečne žlezde
- D. Placenta

8. Krosingover (crossing over) doprinosi genetičkoj varijabilnosti vrste izmenom hromozomskih segmenata između nesestrinskih hromatida homolognih hromozoma. Nastankom kojih ćelija se dešava krosingover?

- A. Spora
- B. Leukocita
- C. Gametocita
- D. Limfocita

9. U populaciji od **15 AA**, **25 Aa** i **10 aa** jedinki, kolika je frekvencija alela **a**?

- A. 0,20
- B. 0,30
- C. 0,45
- D. 0,50
- E. 0,55

10. Jednoćelijski organizam *Plasmodium* je izazivač malarije. Ciklus razvića je složen i zahteva prelaznog i definitivnog domaćina. Gde se odvija polna faza razmnožavanja?

- A. U ćelijama jetre čoveka
- B. U digestivnom traktu komarca
- C. U eritrocitima čoveka
- D. U eritrocitima komarca