



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.

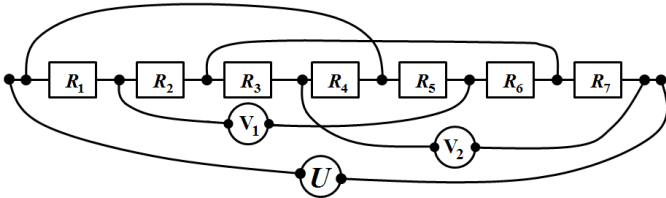


Општа група
Основне школе

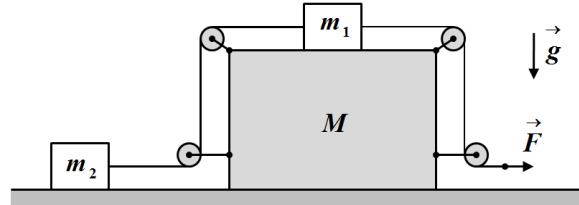
Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
ЗАДАЦИ

Српска физичка
олимпијада
05-06.09.2015

1. У колу са слике 1 одредити однос снага на отпорницима R_4 и R_5 (P_4/P_5), као и напоне које показују идеални волтметри V_1 и V_2 . Познате су следеће вредности: $U = 30\text{ V}$, $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2\text{ k}\Omega$, $R_3 = 0,5\text{ k}\Omega$, $R_4 = 2,5\text{ k}\Omega$, $R_5 = 2\text{ k}\Omega$, $R_6 = 1\text{ k}\Omega$, $R_7 = 1\text{ k}\Omega$. Занемарити унутрашњи отпор извора напона U као и отпорности свих проводника којима су спојени чворови и контакти. Чворови и контакти су приказани пуним тачкама.



Слика 1

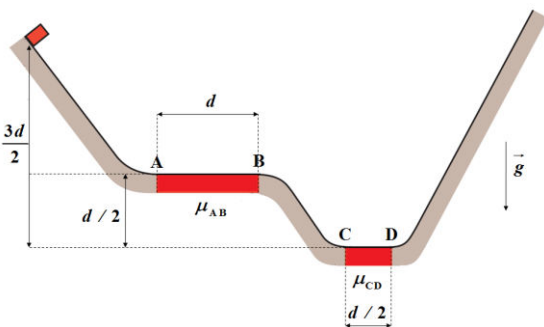


Слика 2

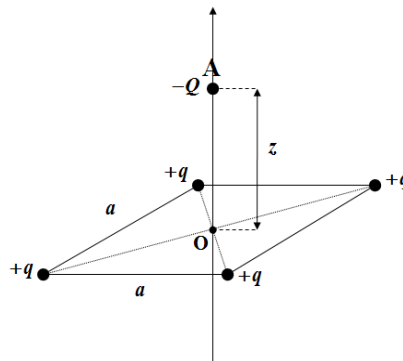
2. У систему са слике 2, масе тела су редом $m_1 = 2\text{ kg}$, $m_2 = 4\text{ kg}$ и $M = 9\text{ kg}$. У почетном тренутку тела мирују. Одредити интензитете убрзања сваког тела у односу на непокретну хоризонталну подлогу ако се на слободни крај нити делује силом константног интензитета $F = 18\text{ N}$ у хоризонталном правцу, у смеру приказаном на слици. Масе неистегљивих нити, масе котурова, и све силе отпора и трења у систему занемарити. Котурови су чврсто везани за тело масе M .

3. Тело занемарљивих димензија пуштено је да се слободно креће из стања мировања са врха тобогана који се налази на висини $3d/2$ у односу на дно тобогана (слика 3). Трење између тела и тобогана постоји само на хоризонталним деловима чије су дужине редом $\overline{AB} = d$ и $\overline{CD} = d/2$, а коефицијенти трења редом износе $\mu_{AB} = 3/4$ и $\mu_{CD} = 1/2$. Висинска разлика између хоризонталних делова тобогана износи $d/2$. Одредити на ком растојању l_D од тачке D ће се тело коначно зауставити. Тело је током кретања у сталном контакту са тобоганом.

4. Четири једнаке честице, занемарљивих димензија, наелектрисане једнаким количинама наелектрисања $+q$ фиксиране су у теменима квадрата странице a који се налази у хоризонталној равни. У почетном тренутку наелектрисање $-Q$ се налази у тачки O (слика 4). Наелектрисање $-Q$ може да се помера само дуж праве линије која је нормална на раван у којој се квадрат налази а пролази кроз тачку O, тачку пресека дијагонала квадрата. Наелектрисање $-Q$ се затим помери у тачку A која се налази на растојању z од тачке O (слика 4). Одредити: а) интензитет силе којом наелектрисања $+q$ делују на наелектрисање $-Q$ када се налази у тачки A, б) колики рад треба извршити за померање наелектрисања $-Q$ из тачке O у тачку A. Цео систем наелектрисања се налази у вакууму. Све величине дате у задатку сматрати познатим. Утицај гравитације занемарити.



Слика 3



Слика 4



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.

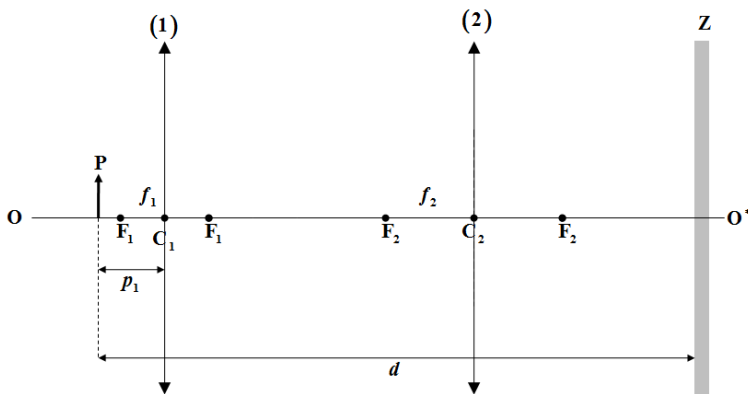


5. Систем сочива се састоји од два танка сабирна сочива (1) и (2), жижних даљина $f_1 = 5$ cm и $f_2 = 10$ cm чији се центри C_1 и C_2 налазе на заједничкој оптичкој оси OO^* , и непокретног заклона Z (слика 5).

а) Предмет P се постави и фиксира на оптичкој оси на одређеном растојању d од заклона, на растојању $p_1 = 7,5$ cm испред првог сочива (слика 5). У том случају се на заклону добија оштар лик предмета при чему увећање у датом систему сочива и датој поставци износи $U=1$. Одредити растојање d .

б) Затим је омогућено да се, при непромењеном положају предмета и заклона, сочива (центри сочива) померају само дуж оптичке осе, независно једно од другог. Одредити на колико растојање и у ком смеру у односу на предмет треба померити свако од сочива у односу на њихов положај из дела задатка а), тако да се на заклону добије усправан и оштар лик предмета увећан три пута ($U'=3$).

Напомена. Све величине које се односе на сочиво (1) означавају са индексом 1, а све величине које се односе на сочиво (2) са индексом 2. Све величине у случају под б) означавају додатно са ознаком прим, '.



Слика 5

Помоћ: Решења квадратне једначине $ax^2 + bx + c = 0$ су $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.

Напомена. Сва решења детаљно објаснити. Укратко, али јасно, објаснити основне принципе и једначине које користите приликом решавања задатка. Уз решење сваког задатка приложити и одговарајућу слику са јасно дефинисаним физичким величинама! Јасно дефинишите све ознаке које користите, нарочито оне које нису уобичајене!

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремио: Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

Рецензенти: Доц. др Ненад Стевановић, др Владимир Марковић–ПМФ Крагујевац, Проф. др Мићо Митровић, Бранислава Мисаиловић, Биљана Радиша, Физички факултет, Београд

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Општа група
Основне школе

Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије

Српска физичка
олимпијада
05-06.09.2015

РЕШЕЊА

1. Задати део кола са отпорницима трансформише се на начин као што је приказано на слици 1. Еквивалентна отпорност између тачака А и С (R_{AC}) се одређује из формуле

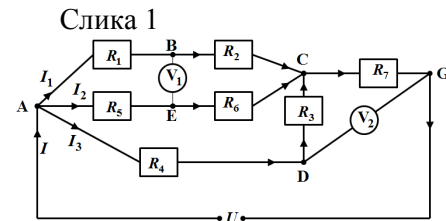
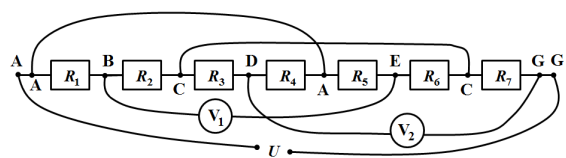
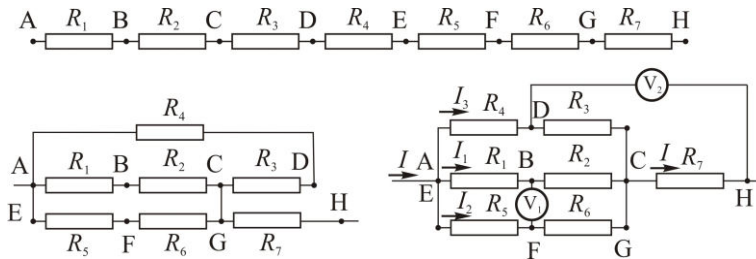
$$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} + \frac{1}{R_5 + R_6} \quad [8\text{п}], \quad (R_{AC} = 1 \text{ k}\Omega).$$

Примењујући Кирхофова правила имамо $I = \frac{U}{R_7 + R_{AC}}$ [2п] ($I = 15 \text{ mA}$) и $I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3}$ [1п]. Стога је напон који показује идеални волтметар V_1

једнак $U_1 = I_2 R_5 - I_1 R_1 = \frac{I}{3} (R_5 - R_1) = 5 \text{ V}$ [2+1п], а напон који показује идеални волтметар V_2 једнак

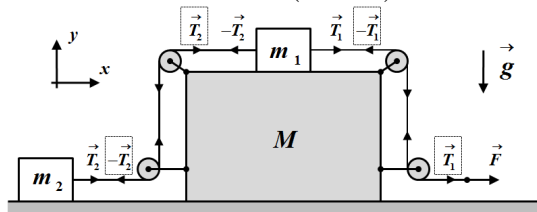
$U_2 = I R_7 + I_3 R_3 = I R_7 + \frac{I}{3} R_3 = 17,5 \text{ V}$ [2+1п].

Снага која се ослобађа на отпорнику R_4 је $P_4 = I_3^2 R_4 = \frac{I^2}{9} R_4$, а на отпорнику R_5 је $P_5 = I_2^2 R_5 = \frac{I^2}{9} R_5$, тако да је тражени однос снага $\frac{P_4}{P_5} = \frac{R_4}{R_5} = 1,25$ [2+1п].



Слика 2

2. Резултантна сила која делује на тело масе M једнака је нули [7п] (слика 3), па се тело масе M не креће, тако да је $a_M = 0 \text{ m/s}^2$ [3п]. Како су нити неистегљиве једначине кретања преостала два тела су $m_1 a = T_1 - T_2 = F - T_2$ [4п] и $m_2 a = T_2$ [4п], тако да је интензитет убрзања тела у односу на непокретну подлогу једнак $a = F / (m_1 + m_2) = 3 \text{ m/s}^2$ [1+1п].



Слика 3

3. Кинетичка енергија тела у тачки D након првог проласка је $E_{kD} = \frac{3mgd}{2} - \mu_{AB} mgd - \frac{\mu_{CD} mgd}{2} = \frac{1}{2} mgd$ [10п]

(Међукораци. По закону одржања енергије, кинетичке енергије тела у тачкама А, В, С, и D након првог пролаза тела су редом: $E_{kA} = mgd$ [1п], $E_{kB} = E_{kA} - \mu_{AB} mgd = \frac{1}{4} mgd$ [3п], $E_{kC} = \frac{mgd}{2} + E_{kB} = \frac{3}{4} mgd$ [3п],

$$E_{kD} = E_{kC} - \frac{\mu_{CD} mgd}{2} = \frac{1}{2} mgd \quad [3\text{п}]$$

Након првог проласка хоризонталног дела тобогана $\overline{CD} = d/2$ тело ће се попети на висину $d/2$ у односу на дно тобогана, без губитка енергије вратити у тачку D, услед деловања силе трења након још



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.**



једног пролаза кинетичка енергија ће се смањити за вредност $\frac{mgd}{4}$, тако да тело неће моћи да стигне до хоризонталног дела $\overline{AB} = d$, дакле након заустављања на делу СВ вратиће се ка тачки С без губитка енергије и након још једног проласка тело ће се зауставити у тачки D тако да је $l_D = 0$ [10п].

4. а) Због симетрије система поништавају се све компоненте Кулонових сила којим наелектрисања $+q$ делују на $-Q$ (када се оно налази у тачки А) осим оних дуж правца АО и укупна резултантна сила која делује на наелектрисање $-Q$ усмерена је ка тачки О. Из сличности троуглова следи $\frac{F_{Az}}{F_A} = \frac{z}{r} = \frac{z}{\sqrt{z^2 + \frac{a^2}{2}}}$

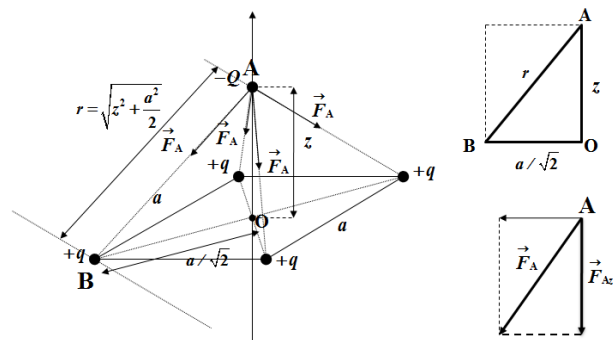
(слика 4) тако да је $F_{Az} = F_A \frac{z}{\sqrt{z^2 + \frac{a^2}{2}}}$, при чему је $F_A = k \frac{qQ}{r^2} = k \frac{qQ}{z^2 + \frac{a^2}{2}}$, па је

$F_{Az}^{rez} = \frac{4kqQ}{z^2 + \frac{a^2}{2}} \cdot \frac{z}{\sqrt{z^2 + \frac{a^2}{2}}}$ [8п]. У тачки А потенцијал од свих наелектрисања $+q$ је по принципу

суперпозиције једнак $\varphi_A = 4k \frac{q}{r} = \frac{4kq}{\sqrt{z^2 + \frac{a^2}{2}}}$ [4п], док је у тачки О једнак $\varphi_0 = 4k \frac{q}{\frac{a}{\sqrt{2}}} = 4\sqrt{2}k \frac{q}{a}$ [4п]. Рад

који се изврши при померању наелектрисања $-Q$ из тачке О у тачку А је $A = -Q(\varphi_A - \varphi_0) = Q(\varphi_0 - \varphi_A)$ тј.

$A = 4\sqrt{2}kqQ \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{\sqrt{2z^2 + a^2}} \right)$ [4п]. (-2п за негативну вредност рада)



Слика 4

5. а) Из једначине за прво сочиво имамо $l_1 = \frac{p_1 f_1}{p_1 - f_1} = 15$ cm. Увећање првог сочива је $U_1 = -\frac{l_1}{p_1} = -2$, док

је укупно $U = U_1 U_2$, где је U_2 увећање другог сочива. Како је по услову задатка $U = 1$ добијамо

$U = U_1 U_2 \Rightarrow U_2 = -\frac{1}{2} = -\frac{l_2}{p_2} \Rightarrow p_2 = 2l_2$ [1п]. Користећи добијену релацију у једначини другог сочива

$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2} = \frac{1}{f_2}$, добијамо да је $l_2 = \frac{3}{2} f_2 = 15$ cm [1п] и $p_2 = 2l_2 = 30$ cm [1п] тако да је растојање између

предмета и заклона једнако $d = p_1 + l_1 + p_2 + l_2 = 67,5$ cm [1+1п] (слика 6).

б) По услову задатка је тражено увећање предмета $U' = U_1' U_2' = \frac{l_1' l_2'}{p_1' p_2'} = 3$ [2п] у датом систему сочива при

непромењеном положају предмета и заклона $d = p_1' + l_1' + p_2' + l_2' = 67,5$ cm [1п]. Примовима су означене величине након померања сочива. Користећи претходне једначине и једначине оба сочива



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.**



$\frac{1}{p'_1} + \frac{1}{l'_1} = \frac{1}{f_1}$ [2п] и $\frac{1}{p'_2} + \frac{1}{l'_2} = \frac{1}{f_2}$ [2п] добијамо квадратну једначину по непозатој p'_1 :
 $21(p'_1)^2 - 322,5p'_1 + 1212,5 = 0$ [2п] (бројне вредности су изражене у центиметрима), чија су решења
 $(p'_1)_1 \approx 6,573$ cm и $(p'_1)_2 \approx 8,784$ cm.

Први случај: $(\Delta p'_1)_1 = (p'_1)_1 - p_1 \approx -0,927$ cm и $(\Delta q'_1)_1 = 20 + l_2 - 6(p'_1)_1 \approx -4,438$ cm

Дакле прво сочиво треба примаћи предмету за 0,927 cm [1,5п], а друго сочиво треба приближити предмету за 4,438 cm [1,5п] (слика 7).

Други случај: $(\Delta p'_1)_2 = (p'_1)_2 - p_1 \approx 1,284$ cm и $(\Delta q'_1)_2 = 20 + l_2 - 6(p'_1)_2 \approx -17,704$ cm

Дакле прво сочиво треба одмакнути од предмета за 1,284 cm [1,5п], а друго сочиво треба приближити предмету за 17,704 cm [1,5п] (слика 8).

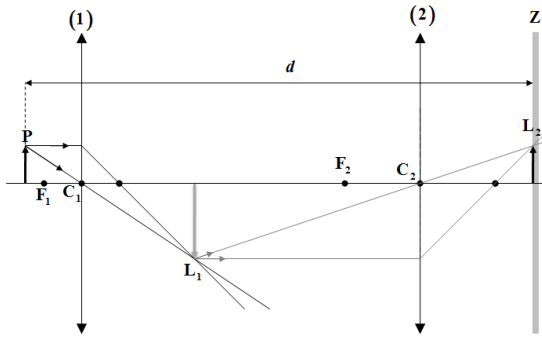
Где је са q_2 означено растојање између предмета и центра другог сочива $q_2 = d - l_2$ и $q'_2 = d - l'_2$.

Међукораци $p'_2 = \frac{f_1 f_2 + 3f_2(p'_1 - f_1)}{3(p'_1 - f_1)} = \frac{10(3p'_1 - 10)}{3(p'_1 - 5)}$, $l'_2 = \frac{f_1 f_2 + 3f_2(p'_1 - f_1)}{f_1} = 6p'_1 - 20$

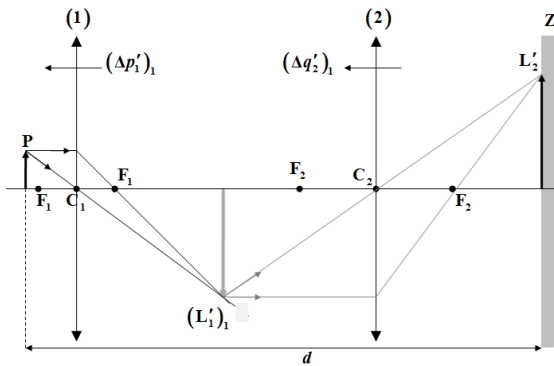
$$l'_1 = \frac{p'_1 f_1}{p'_1 - f_1} = \frac{5p'_1}{p'_1 - 5}$$

1. $(p'_1)_1 \approx 6,573$ cm, $(p'_2)_1 \approx 20,595$ cm, $(l'_1)_1 \approx 20,893$ cm, $(l'_2)_1 \approx 19,438$ cm.

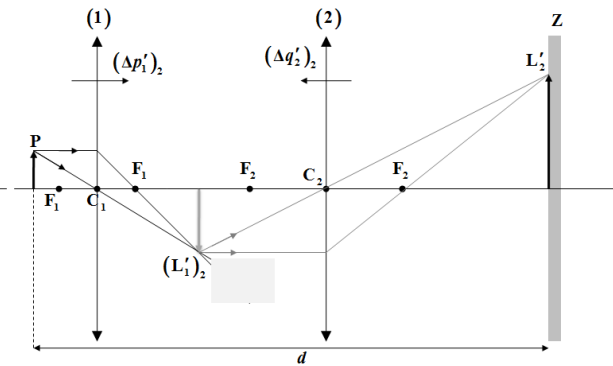
2. $(p'_1)_2 \approx 8,784$ cm, $(p'_2)_2 \approx 14,405$ cm, $(l'_1)_2 \approx 11,606$ cm, $(l'_2)_2 \approx 32,704$ cm.



Слика 6



Слика 7



Слика 8



Експериментални задатак

Убрзање Земљине теже

**ВАЖНО: У СВИМ МЕРЕЊИМА ТРЕБА ДА ПРОЦЕНИТЕ АПСОЛУТНЕ ГРЕШКЕ
ДИРЕКТНО МЕРЕНИХ ВЕЛИЧИНА (САМО)**

Задатак 1. Одређивање вредности најмањег подеока скале на лењиру. [10]

Напомена 1: У овом задатку користите само једно од тела која су вам на располагању. Избор тела вршите тако да би грешка мерења била што је могуће мања. У овом делу задатка користите $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Напомена 2: Ако не знате одредити вредност подеока, можете је добити. У том случају ћете за задатак 2 добити 80 % од предвиђеног броја бодова.

Напомена 3: Када завршите са одређивањем вредности подеока позовите дежурног да је провери. Ако она није тачна добићете тачну вредност. И у овом случају ћете за задатак 2 добити 80 % од предвиђеног броја бодова.

Задатак 2. Измерити убрзање Земљине теже праћењем промена у понашању тела окаченог на опругу у зависности од његове масе. [30]

Помоћ: Тела различитих маса качите на опругу и мерите физичке величине помоћу којих можете одредити убрзање Земљине теже.

Напомена 1: Ако нисте сигурни које законитости (формуле) треба да користите, одговарајуће формуле можете добити, али ће вам наставак рада бити бодован са 70% од предвиђеног броја бодова.

Напомена 2: Ако сте од дежурног добили вредност подеока и потребне формуле задатак 2 ће вам бити бодован са 56% од предвиђеног броја бодова.

На располагању су вам:

1. Сталак са еластичном опругом.
2. Комплет тегова.
3. Лењир са скалом непознате величине најмањег подеока.
4. Штоперица (хронометар).

Задатак припремио: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Рецензенти: Бранислава Мисаиловић, Биљана Радиша и Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2014/2015. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
5-6.09.2015.

РЕШЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ЗАДАТКА

Задатак 1. Одређивање вредност најмањег подеока скала (на лењиру и додатне)

Маса коришћеног тега за одређивање вредности најмањег подеока на скалама је $m = 14.42 \text{ g}$. Да би грешка мерења била најмања на опругу треба качити тело највеће масе [2] јер највише истеже опругу и има највећи период осциловања, па су грешке мерења најмање.

Измерено истезање у подеоцима износи $x_1 = (339 \pm 2)$ род [0.8+0.2] За одређивање периода осциловања мерено је време за које тег направи $n = 10$ осцилација. Времена за које тег направи 10 осцилација су дата у табели, као и процењена грешка мерења.

$t_i [s]$	$t_s [s]$	$ t_i - t_s [s]$	$\Delta t [s]$
11.11	11,10	0.01	0.03
11.07		0.03	
11.12		0.02	

Бодовање табеле: **0.3+0.1+0.3+0.3** . За неисправан број цифара, или погрешно заокруживање не давати бодове.

$T_0 = t_{sr}/10 = 1.11$.[1] - за пет и више осцилација.

Истежање опруге, на основу измереног периода осциловања тега је $x_0 = \frac{g}{4\pi^2} T_0^2 = 0.306 \text{ m}$. [1]

Вредност најмањег подеока следи из пропорције: $x_0 : x_1 = x : 1$, [2] одакле је

$$x = \frac{x_0}{x_1} = 9.02 \text{ m} \approx 0.9 \text{ mm} \text{ .[2]}$$

Задатак 2. Измерити убрзање Земљине теже праћењем промена у понашању тела окаченог на опругу у зависности од његове масе.

Из једначина за равнотежу опруге $mg = kx$ и период осциловања $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ следи веза између истезања и периода осциловања. Графичка зависност са које се може одредити убрзање Земљине теже:

Варијанта 1. $x = \frac{g}{4\pi^2} T^2$ [3]

Варијанта 2. $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} x$ [3]

Напомена: бодује се или варијанта 1 или варијанта 2.

Мерењем истезање и периода осциловања опруге за сва расположива тела окачена на њу добијају се подаци приказани у табели.

За сваки тег окачен на опругу мерено је време за које тег направи десет осцилација (признати ако је мерено најмање 5 осцилација).



8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2014/2015. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
5-6.09.2015.

$m[10^{-3}\text{kg}]$	3.97	6.75	7.97	11.4	14.42
$t_i[\text{s}]$	6.20	7.77	8.29	9.86	11.13
	6.12	7.83	8.39	9.98	11.16
	6.15	7.71	8.38	9.97	11.00
	6.16	7.76	8.38	9.83	11.10
	6.25	7.82	8.35	9.85	11.18
$t_s[\text{s}]$	6.176	7.778	8.358	9.898	11.114
	6.18	7.78	8.36	9.90	11.11
$ t_i - t_s [\text{s}]$	0.024	0.008	0.068	0.038	0.016
	0.056	0.052	0.032	0.082	0.046
	0.026	0.068	0.022	0.072	0.114
	0.016	0.018	0.022	0.068	0.014
	0.074	0.042	0.008	0.048	0.066
$\Delta t[\text{s}]$	0.074	0.068	0.068	0.082	0.114
	0.08	0.07	0.07	0.09	0.2
$T = \frac{t_s}{n}[\text{s}]$	0.6176	0.7778	0.8358	0.9898	1.1114
	0.618	0.778	0.836	0.990	1.111
$T^2[\text{s}^2]$	0.3814	0.6050	0.6986	0.9797	1.2352
	0.381	0.605	0.699	0.980	1.235
$x_1[\text{pod}]$	90	155	183	263	339
$x[\text{m}]$	0.081	0.1395	0.1647	0.2367	0.3051
	0.081	0.139	0.165	0.237	0.305

Бодовање табеле:

0.4 бода за мерење сваког од три мерења (6п)

0.2 бода за сваку правилно заокружену средњу вредност. (1п)

0.2 бода за свако одступање од средње вредности по тегу. (1п)

0.2 бода за сваку правилно изражену грешку. (1п)

0.2 бода за сваки период. (1п)

0.2 бода за сваки квадрат периода. (1п)

0.2 бода за свако издужење. (1п)

0.2 бода за свако издужење у милиметрима. (1п)

Варијанта 1. График зависности $x = \frac{g}{4\pi^2} T^2$. Коефицијент правца зависности $x = f(T^2)$ је

$$a = \frac{g}{4\pi^2}, a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{(27.3 - 11) \cdot 10^{-2} \text{m}}{(1.13 - 0.49) \text{s}^2} = 0.255 \text{m/s}^2 \text{ [3]}, \text{ па је } g = 4a\pi^2 = 10.06 \text{m/s}^2. \text{ [1+4]}$$

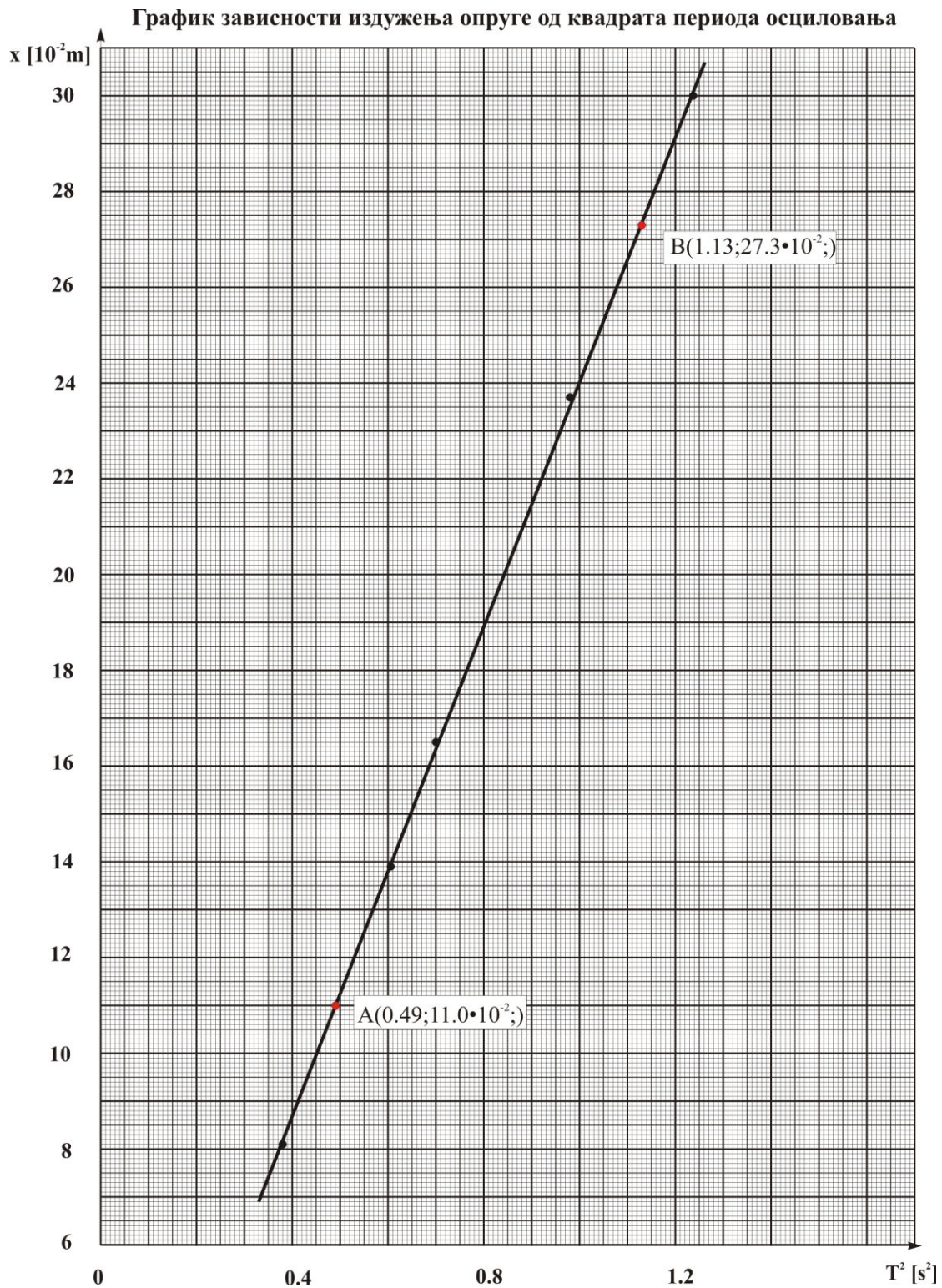


8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2014/2015. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
5-6.09.2015.





8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2014/2015. ГОДИНЕ.



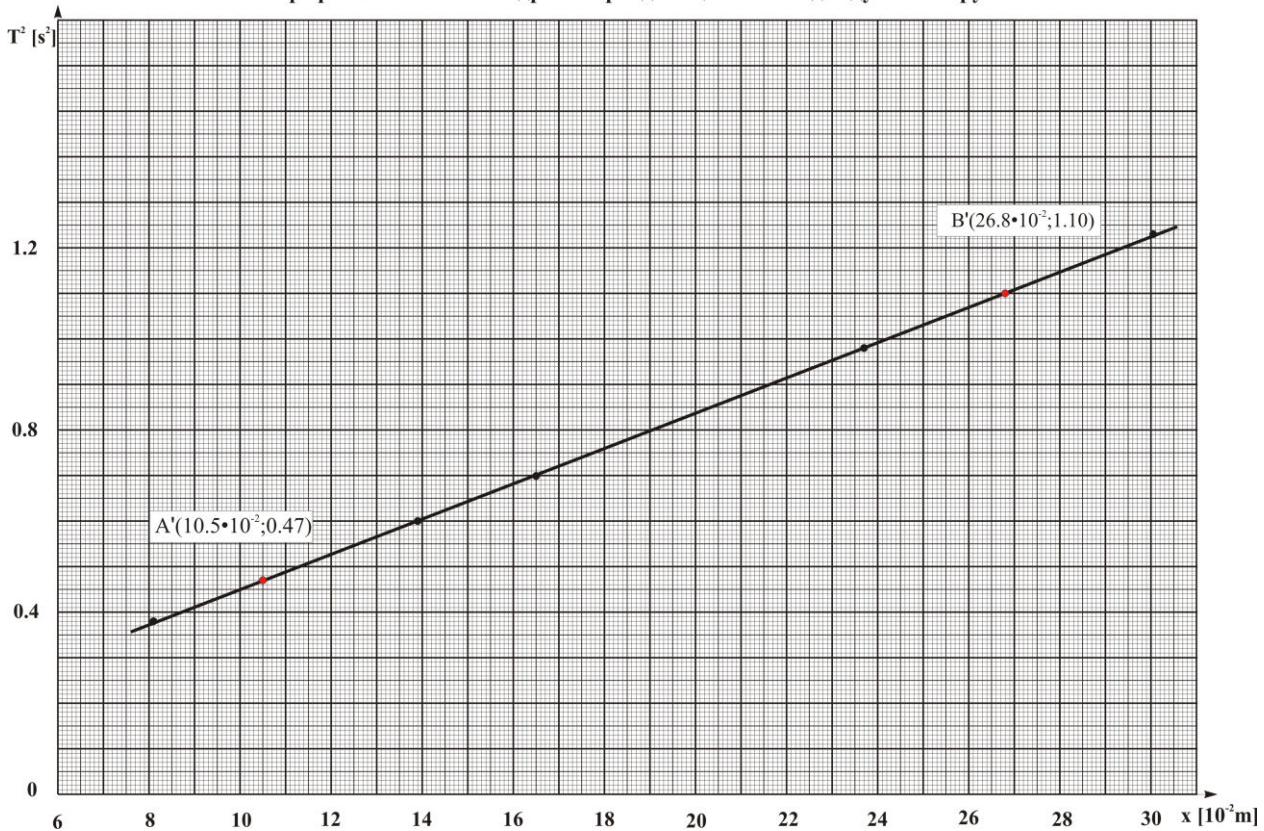
Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
5-6.09.2015.

Варијанта 2. Зависност нацртана у облику $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}x$. Коефицијент правца зависности $T^2 = f(x)$

је $a' = \frac{4\pi^2}{g}$, $a' = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{(1.10 - 0.47)s^2}{(26.8 - 10.5) \cdot 10^{-2}m} = 3.87 s^2/m$ [3], $g = \frac{4\pi^2}{a'} = 10.19 m/s^2$ [1+4].

График зависности квадрата периода осциловања од издужења опруге



Нацртан добар график – 6 п

Напомене за оцењивање графика

- График приказан без наслова [-0.2п] (наслов није $y = f(x)$)
- Лоша размера величине графика [-0.5п] (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Лоша размера подеока [-0.5] (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)
- Осе нису обележене и недостају јединице [-0.3п] (за сваку осу)
- Унете су мерене бројне вредности на осе [-0.2п]
- Повлачене линије од нанетих тачака [-0.1п]
- Ако прва изабрана тачка није између прве и друге експерименталне тачке [-0.3п]
- Ако друга изабрана тачка није између претпоследње и последње експерименталне тачке [-0.3п]
- Изабране тачке нису у мереном опсегу [-0.5п].



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.



Основна
школа

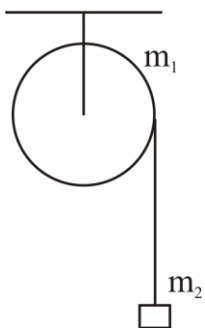
Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
ЗАДАЦИ

Изборно такмичење
10.10.2015.

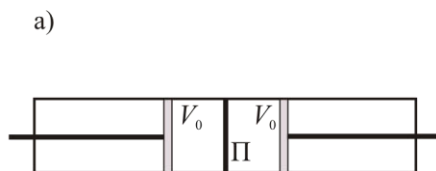
1. Изнад центра равне површине облика круга чији је полупречник $r = 1\text{m}$ постављен је тачкасти изотропни извор светлости јачине $I = 144\text{cd}$ (емитује светлост равномерно у свим правцима). Колико износи осветљеност центра круга, ако се зна да је осветљеност тачака на ободу круга 2.2 пута мања од осветљености центра? **(8п)**

2. На ваљак масе $m_1 = 8\text{kg}$ намотано је лако неистегљиво уже на чијем је крају везан тег масе $m_2 = 0.5\text{kg}$ (слика 1). Одредити убрзање тега, ако ваљак може да ротира без трења око хоризонталне осе и ако се занемари проклизавање ужета. Момент инерције ваљка око посматране осе ротације је $I = \frac{1}{2}m_1r^2$. **(11п)**

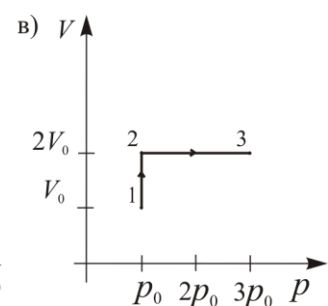
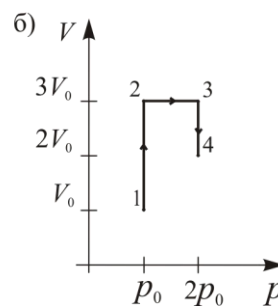
3. Цилиндрични суд (слика 2 а) подељен је преградом П на два једнака дела, при чему се са обе стране преграде, у делу простора запремине V_0 налази по $n = 1\text{mol}$ истог једноатомског идеалног гаса, на температури T_0 и притиску p_0 . У левом делу суда гас пролази кроз процесе приказане на слици б, а гас у десном делу суда пролази кроз процесе приказане на слици в. Након ових процеса из цилиндра се уклони преграда. Одредити притисак гаса у суду који се успостави након уклањања преграде. Непосредно пре уклањања преграде суд се топлотно изолује од околине, а клипови којима је мењана запремина се фиксирају. **(15)**



Слика 1



Слика 2



Задатке припремила: Биљана Радиша, Физички факултет, Београд

Рецензенти: Бранислава Мисаиловић и Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

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

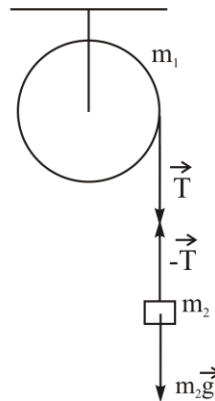
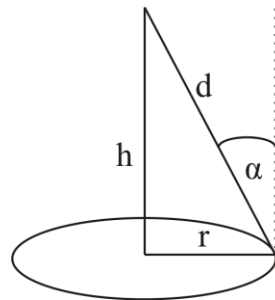


Основна
школа

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

Изборно такмичење
10.10.2015.

1. Осветљености центра круга и ивице круга су $E_1 = \frac{I}{h^2}$ [1], $E_2 = \frac{I}{d^2} \cos \alpha = \frac{Ih}{d^3}$ [2]. Из претходне две једначине се добија $\frac{E_1}{E_2} = \frac{d^3}{h^3} = 2.2$, $d \approx 1.3h$ [2]. Са слике видимо да је $h^2 = d^2 - r^2 = 1.69h^2 - r^2$, $h = 1.2 \text{ m}$ [1], па се добија осветљеност $E_1 \approx 100 \text{ lx}$ [2].



2. Ротацију ваљка изазива сила затезања нити $I\alpha = Tr$ [2], односно $\frac{1}{2} m_1 r^2 \alpha = Tr$, $\frac{1}{2} m_1 r \alpha = T$ [1]. За кретање тега важи $m_2 a = m_2 g - T$ [2], при чему је убрзање тега је $r\alpha = a$ [1]. Тада се добија да је $\frac{1}{2} m_1 a = T$ [1], па је $a = \frac{2m_2 g}{m_1 + 2m_2} = 1.09 \text{ m/s}^2$ [4].

3. **Први начин:** Очитавањем вредности са графика и дељењем једначина стања идеалног гаса за почетно и крајње стање гаса у левом делу суда добијамо: $\frac{p_0 V_0}{2p_0 2V_0} = \frac{nRT_0}{nRT_{4l}}$, $T_{4l} = 4T_0$ [3], а за гас у десном делу

суда $\frac{p_0 V_0}{3p_0 2V_0} = \frac{nRT_0}{nRT_{3d}}$, $T_{3d} = 6T_0$ [3]. **Други начин:** За процесе у левом делу суда добијамо: $1 \rightarrow 2$

$\frac{V_0}{3V_0} = \frac{T_0}{T_{2l}}$, $T_{2l} = 3T_0$ [1]; $2 \rightarrow 3$ $\frac{p_0}{2p_0} = \frac{3T_0}{T_{3l}}$, $T_{3l} = 6T_0$ [1]; $3 \rightarrow 4$ $\frac{3V_0}{2V_0} = \frac{6T_0}{T_{4l}}$, $T_{4l} = 4T_0$ [1]. За процесе у

десном делу суда добијамо: $1 \rightarrow 2$ $\frac{V_0}{2V_0} = \frac{T_0}{T_{2d}}$, $T_{2d} = 2T_0$ [1.5]; $2 \rightarrow 3$ $\frac{p_0}{3p_0} = \frac{2T_0}{T_{3d}}$, $T_{3d} = 6T_0$ [1.5].

Укупна унутрашња енергија овог једноатомског гаса је $U = \frac{3}{2} n_u RT_u$, при чему је укупан број молова у цилиндру након склањања преграде $n_u = 2 \text{ мола}$. Пре уклањања преграде суд је топлотно изолован, па се није променила унутрашња енергија гаса тј. $U_l + U_d = U$, $\frac{3}{2} nRT_{4l} + \frac{3}{2} nRT_{3d} = \frac{3}{2} n_u RT_u$,

$T_u = \frac{n(T_{4l} + T_{3d})}{n_u} = 5T_0$ [4]. Са оба графика се види да је коначна запремина коју заузима идеални гас

$V_u = 4V_0$ [1]. Једначине идеалног гаса за почетно и крајње стање су: $p_0 V_0 = nRT_0$, $p_u V_u = n_u RT_u$, па се дељењем ових једначина добија $p_u = \frac{5}{2} p_0$ [4].

Изборно такмичење за IJSO 2015.

Задаци из хемије

1. Најчешћи модел апарата за гашење пожара се састоји од два одељка. У већем одељку се налази 8 kg 5%-ног раствора натријум-хидрогенкарбоната и мала количина сурфактанта (површински активне супстанце), док помоћни одељак садржи 400 g воденог раствора сумпорне киселине. Када се апарат за гашење пожара активира, киселина утиче у већи одељак. Гас који се при томе издваја изазива снажно мешање садржаја, а услед пораста притиска пена се избацује из већег одељка, при чему се она може усмерити ка ватри.

а) Напишите једначину реакције која објашњава принцип рада овог конкретног апарата за гашење пожара.

б) Израчунајте минималну концентрацију сумпорне киселине (масени проценти) која је потребна за реакцију са супстанцом која ослобађа гас из већег одељка.

а) _____

б) _____ %
(1 дец.)

2. Константа брзине реакције $4 \text{ HBr} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ Br}_2$ има јединице $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. У еквимоларној смеси HBr и O_2 брзина реакције износи $v_1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$. Ако се смеси дода запремина HBr, која је једнака запремини смесе, брзина реакције износи v_2 , а ако се смеси дода двоструко већа запремина кисеоника, брзина износи v_3 .

а) Израчунати однос $v_1 : v_2 : v_3$, ако је $v_2 : v_1 = 0,75$.

$v_1 : v_2 : v_3 =$ _____ : _____ : _____

б) Који од предложених механизма објашњава наведене кинетичке податке? Заокружити слово испред тачног одговора.

- 1) $\text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ O}$ (спора равнотежа);
2) $\text{O} + 2 \text{ HBr} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$ (брзо);
2) $\text{HBr} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HOBr}$ (спора равнотежа);
 $\text{HOBr} + \text{HBr} \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ (брзо);
2) $(\text{HOBr} + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2)$ (брзо).

3) Ниједан од понуђених механизма није у складу са кинетичким подацима.

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

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

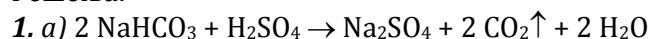
$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) =$ _____ g $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) =$ _____ g
(1 дец.) (1 дец.)

4. У калориметру је на притиску од $1,000 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ додато $0,800 \text{ g}$ магнезијума у 250 cm^3 хлороводоничне киселине концентрације $0,400 \text{ mol/dm}^3$, при чему је температура порасла са $23,4 \text{ }^\circ\text{C}$ на $37,9 \text{ }^\circ\text{C}$. Одредите енталпију реакције. Раствор има исту густину и специфичну топлоту ($4,18 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$) као и вода.

$\Delta_r H =$ _____ kJ/mol
(цео број)

Користити дате заокружене релативне атомске масе при решавању задатака: $\text{Ar}(\text{H}) = 1$; $\text{Ar}(\text{C}) = 12$; $\text{Ar}(\text{O}) = 16$; $\text{Ar}(\text{Na}) = 23$; $\text{Ar}(\text{Mg}) = 24$; $\text{Ar}(\text{P}) = 31$; $\text{Ar}(\text{S}) = 32$. Дозвољена је употреба периодног система елемената при изради задатака.
--

Решења:



У реакцији хидрогенкарбоната и киселине настаје гасовити, не сагориви, тежи од ваздуха угљен-диоксид. Снижењем напона паре раствора, сурфактант омогућава ставарање стабилне пене. Пена (у мехурићима је CO_2) блокира доток кисеоника и тиме зауставља горење.

б) Минимална количина киселине је она када се у потпуности искористе оба кисела водоника из сумпорне киселине за генерисање CO_2 . Како би у том случају два мола хидрогенкарбоната реаговала са једним молем сумпорне киселине, онда би за реакцију са $8000 \text{ g} \cdot 0,05 / 84 \text{ g mol}^{-1} = 4,761 \text{ mol NaHCO}_3$ минимално било потребно $2,381 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$, тј. $2,381 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g mol}^{-1} = 233,33 \text{ g}$. Како ова маса треба да се налази у 400 g раствора, то би његова минимална концентрација требала да буде $233,33 \text{ g} / 400 \text{ g} = 58,3\%$.

2. a) Како су јединице константе брзине $\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{s}^{-1}$, то значи да је укупни ред реакције (збир свих експонената на концентрацијама у изразу за брзину реакције) једнак 2 (умножак јединица константе брзине и јединица концентрација треба да буде увек једнак јединицама брзине реакције, тј. $\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$). При додатку HBr , једнаке запремине као запремина еквимоларне смесе HBr и O_2 , концентрација HBr постаје 1,5 пута већа (три пута већи број молова у дупло већој запремини), док се концентрација кисеоника дупло смањује (исти број молова у дупло већој запремини). Ако би, у једном од могућих случајева, експоненти a и b на $[\text{HBr}]^a$ и $[\text{O}_2]^b$ били једнаки 1, тј. $a = b = 1$, јер је $a + b = 2$, онда би, при додатку бромоводоника, брзина била једнака $v_2 = 3/2 \cdot 1/2 v_1 = 3/4 v_1 = 0,75 v_1$, што одговара и експерименталном опажању. Тада би при додатку двоструко веће запремине кисеоника, при чему се концентрација бромоводоника смањује три пута (исти број молова, а три пута већа запремина), а концентрација кисеоника расте $5/3$ пута (пет пута више молова у три пута већој запремини), брзина реакције била: $v_3 = 5/3 \cdot 1/3 v_1 = 5/9 v_1$, тј. $v_1 : v_2 : v_3 = 1 : 3/4 : 5/9$.

б) Како брзина реакције зависи од првог степена концентрације бромоводоника и кисеоника, то значи да најспорији елементарни корак реакције треба да представља процес који зависи од првог степена та два реактанта. Од два предложена механизма, онај под 2 одговара тим условима (први корак који је најспорији и зависи од првог степена концентрација HBr и O_2).

3. Пуфер одговара другом степену дисоцијације форфорне киселине ($\text{pK}_{a2} = -\log(1,2 \cdot 10^{-7}) = 6,92$), па је према Хендерсон-Хаселбалховој једначини за овај пуфер $\text{pH} = \text{pK}_{a2} + \log([\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-])$. 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 pK_{a2} , 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 $0,5 \cdot 0,0249 \cdot 120 = 1,494 \approx 1,5 \text{ g NaH}_2\text{PO}_4$, $0,5 \cdot 0,0751 \cdot 142 = 5,332 \approx 5,3 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4$.

4. Магнезијум и хлороводонична киселина реагују према следећој једначини: $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$. За реакцију је коришћено $0,8 \text{ g}$ магнезијума ($0,033 \text{ mol}$) и $0,25 \cdot 0,4 = 0,1 \text{ mol HCl}$. Дакле, HCl је додата у вишку, тј. настаје $0,033 \text{ mol}$ производа. Како је густина резултујућег раствора иста као густина воде, може се

узети да је маса раствора приближно једнака маси раствора хлороводоничне киселине $250 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ gcm}^{-3} = 250 \text{ g}$. У току реакције температура се повећава за $37,9 - 23,4 \text{ }^\circ\text{C} = 14,5 \text{ }^\circ\text{C} = 14,5 \text{ K}$. Топлота (промена унутрашње енергије система) која се ослобађа у току реакције се може израчунати по следећој формули: $\Delta E = mC_p\Delta T = 0,25 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ K}^{-1}\text{kg}^{-1} \cdot 14,5 \text{ K} = -15,2 \text{ kJ}$ (овде је m маса раствора, C_p специфична топлота при константном притиску, а ΔT промена температуре). Ова промена у унутрашњој енергији се односи на $0,033 \text{ mol}$. Дакле, енталпија поменуте реакције ће бити $\Delta_r H = -15,2 \text{ kJ} / 0,033 \text{ mol} = -146 \text{ kJ mol}^{-1}$ (промена унутрашње енергије при настајању једног мола производа).

IZBORNO TAKMIČENJE - 2015

BIOLOGIJA

- 1. Isti broj hromozoma poreklom od oba roditelja imaju:**
 - a) spermatide
 - b) primarna spermatocita
 - c) spermatozoidi
 - d) sekundarna spermatocita

- 2. Biom tundre zauzima prostranstva:**
 - a) južnog Sibira i Severne Amerike
 - b) Afrike i Južne Amerike
 - c) oko ekvatora u Južnoj Americi, Africi i Aziji
 - d) oko severnog pola – na krajnjem severu Evrope, Azije i Severne Amerike

- 3. Sukcesije su:**
 - a) nizovi organizama koji počinju određenom vrstom proizvođača, na koju se nadovezuje određena vrsta potrošača
 - b) postepene promene ekosistema na istom prostoru u toku dužeg ili kraćeg perioda
 - c) zagrevanja planete Zemlje zračenjem koje se odbija sa njene površine
 - d) organizmi kod kojih je ženka sitnija od mužjaka

- 4. Plastidi se javljaju u ćelijama:**
 - a) biljaka i algi
 - b) biljaka i gljiva
 - c) biljaka, algi i gljiva
 - d) životinja

- 5. Hitin spada u:**
 - a) monosaharide
 - b) disaharide
 - c) lipide
 - d) polisaharide

- 6. U toku transkripcije, naspram nukleotidnog niza 3'-GATC-5' u lancu-matrici, u lanac RNK ugrađuje se niz:**
 - a) 3'-GATC-5'
 - b) 3'-GATU-5'
 - c) 5'-CTAG-5'
 - d) 5'-CUAG-3'

- 7. Koja od navedenih osobina odgovara monokotiledonim biljkama:**
 - a) paralelna nervatura listova
 - b) cvetovi petočlani
 - c) sprovodni snopići raspoređeni u prsten
 - d) osovinski koren

8. Bentosni organizmi su:

- a) organizmi koji žive na dnu vodenih staništa
- b) sitni organizmi koji pasivno lebde u vodi
- c) organizmi koji aktivno plivaju nasuprot vodenoj struji
- d) organizmi koji koriste površinski napon vode kao svoje stanište

9. Biocenoza ili:

- a) životno stanište
- b) životna zajednica
- c) osnovna jedinica sistematike
- d) šumski ekosistem

10. Zaokružiti sve tačne iskaze:

- a) *crossing-over* se odigrava u toku profaze I
- b) u toku anafaze I ka polovima se kreću cele hromatide
- c) sparivanje homologih hromozoma u toku profaze I naziva se sinapsis
- d) u toku mejoze II broj hromozoma se redukuje na polovinu

11. Carstvo gljiva se od carstava biljaka i životinja razlikuje po:

- a) hitinu u ćelijskoj membrani
- b) hitinu u ćelijskom zidu
- c) ćelijama koje imaju bičeve
- d) glikogenu, kao rezervnoj supstanci

12. Albinizam se nasleđuje:

- a) polno vezano (X-hromozom)
- b) autozomno dominantno
- c) autozomno recesivno
- d) polno vezano (Y-hromozom)

13. Cilijarno telo je deo:

- a) oka
- b) unutrašnjeg uha
- c) srednjeg mozga
- d) nadbubrežne žlezde

14. Gram pozitivne i Gram negativne bakterije se međusobno razlikuju po:

- a) rezervnim materijama
- b) tipu metabolizma
- c) načinu razmnožavanja
- d) građi ćelijskog zida

15. Ako se krv ostavi da koagulira, na površini će se izdvojiti:

- a) heparin
- b) serum
- c) plazma
- d) limfa

IZBORNO TAKMIČENJE - 2012

REŠENJE

- Isti broj hromozoma poreklom od oba roditelja imaju:**
 - spermatide
 - primarna spermatocita
 - spermatozoidi
 - sekundarna spermatocita
- Biom tundre zauzima prostranstva:**
 - južnog Sibira i Severne Amerike
 - Afrike i Južne Amerike
 - oko ekvatora u Južnoj Americi, Africi i Aziji
 - oko severnog pola – na krajnjem severu Evrope, Azije i Severne Amerike
- Sukcesije su:**
 - nizovi organizama koji počinju određenom vrstom proizvođača, na koju se nadovezuje određena vrsta potrošača
 - postepene promene ekosistema na istom prostoru u toku dužeg ili kraćeg perioda
 - zagrevanja planete Zemlje zračenjem koje se odbija sa njene površine
 - organizmi kod kojih je ženka sitnija od mužjaka
- Plastidi se javljaju u ćelijama:**
 - biljaka i algi
 - biljaka i gljiva
 - biljaka, algi i gljiva
 - životinja
- Hitin spada u:**
 - monosaharide
 - disaharide
 - lipide
 - polisaharide
- U toku transkripcije, naspram nukleotidnog niza 3'-GATC-5' u lancu-matrici, u lanac RNK ugrađuje se niz:**
 - 3'-GATC-5'
 - 3'-GATU-5'
 - 5'-CTAG-5'
 - 5'-CUAG-3'
- Koja od navedenih osobina odgovara monokotiledonim biljkama:**
 - paralelna nervatura listova
 - cvetovi petočlani
 - sprovodni snopići raspoređeni u prsten
 - osovinski koren

8. Bentosni organizmi su:

- a) organizmi koji žive na dnu vodenih staništa
- b) sitni organizmi koji pasivno lebde u vodi
- c) organizmi koji aktivno plivaju nasuprot vodenoj struji
- d) organizmi koji koriste površinski napon vode kao svoje stanište

9. Biocenoza ili:

- a) životno stanište
- b) životna zajednica
- c) osnovna jedinica sistematike
- d) šumski ekosistem

10. Zaokružiti sve tačne iskaze:

- a) crossing-over se odigrava u toku profaze I
- b) u toku anafaze I ka polovima se kreću cele hromatide
- c) sparivanje homologih hromozoma u toku profaze I naziva se sinapsis
- d) u toku mejoze II broj hromozoma se redukuje na polovinu

11. Carstvo gljiva se od carstava biljaka i životinja razlikuje po:

- a) hitinu u ćelijskoj membrani
- b) hitinu u ćelijskom zidu
- c) ćelijama koje imaju bičeve
- d) glikogenu, kao rezervnoj supstanci

12. Albinizam se nasleđuje:

- a) polno vezano (X-hromozom)
- b) autozomno dominantno
- c) autozomno recesivno
- d) polno vezano (Y-hromozom)

13. Cilijarno telo je deo:

- a) oka
- b) unutrašnjeg uha
- c) srednjeg mozga
- d) nadbubrežne žlezde

14. Gram pozitivne i Gram negativne bakterije se međusobno razlikuju po:

- a) rezervnim materijama
- b) tipu metabolizma
- c) načinu razmnožavanja
- d) građi ćelijskog zida

15. Ako se krv ostavi da koagulira, na površini će se izdvojiti:

- a) heparin
- b) serum
- c) plazma
- d) limfa