



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2015/2016. ГОДИНЕ.



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

Српска физичка  
олимпијада  
06-07.06.2016.

1. Тело масе  $m$  стоји на врху стрме равни. Стрма раван почиње кретање убрзањем  $a_0 = 1.2 \text{ m/s}^2$  као на слици 1. За које време ће се тело спустити на дно стрме равни ако је дужина равни  $l = 2 \text{ m}$ , а нагибни угао  $\alpha = 30^\circ$ . Коefицијент трења између тела и равни је  $\mu = 0.5$ .

Напомена: убрзање тела у првом референтном систему је једнако збиру убрзања у другом референтном систему и убрзања другог референтног система у односу на први (слична веза као између брзина у различитим референтним системима). Задатак можете решавати у различитим референтним системима.

2. Мало тело прво осцилује унутар жљеба који се састоји од две међусобно спојене цилиндричне површи полупречника  $r_1 = 9 \text{ cm}$  и  $r_2 = 16 \text{ cm}$  (слика 2). Затим је тело помоћу лаке и неистегљиве нити дужине  $l$  везано за врх стрме равни (тачка О) угла при основи  $\alpha = 60^\circ$ , отклоњено за мали угао и препуштено да осцилује (слика 3). Ако су периоди осциловања једнаки у наведена два случаја одредити дужину нити. У оба случаја тело је у сталном контакту са подлогом, а сва трења су занемарљива.

3. Електроде плочастог кондензатора правоугаоног облика страница  $a$  и  $b$  налазе се на растојању  $d = 2 \text{ mm}$  (слика 4). Простор између електрода кондензатора испуњен је хомогеним диелектриком релативне диелектричне пропустљивости  $\epsilon_r = 5$  тако да је капацитет кондензатора  $C = 500 \text{ pF}$ . Кондензатор се прикључи на извор напона тако да је наелектрисање на електродама кондензатора једнако  $q = 2,4 \mu\text{C}$ , а затим се кондензатор одвоји од извора. Након одвајања од извора напона одредити за колики део висине  $a$  сме да се извуче диелектрик, а да не наступи пробој у кондензатору. Другим речима, одредити  $x/a$ , где је  $x$  растојање за које се диелектрик сме померити. Критична вредност за пробој диелектрика је  $E_{\text{кр}} = 200 \text{ kV/cm}$ , а ваздуха  $E_{\text{кр0}} = 30 \text{ kV/cm}$ . Занемарити ефекте крајева.

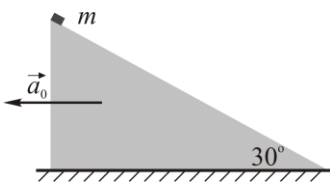
4. Систем тела у положају приказаном на слици 5 налази се у стању равнотеже. Систем чини хомогена греде масе  $M = 6 \text{ kg}$ , густине  $\rho_M = 800 \text{ kg/m}^3$  и дужине  $l$  за чије су крајеве (тачке А и В) окачена два тела. Греда је (тачка О) помоћу канапа везана за плафон, при чему је  $\overline{OA} = l/3$ . Тело везано за крај В греде има масу  $m_1 = 3 \text{ kg}$  и густину  $\rho_1 = 8 \text{ g/cm}^3$ . Ако је у равнотежном стању трећина дужине греде потопљена у води, одредити масу тела  $m_2$ . Месе неистегљивих канапа занемарити, и узети да су у стању равнотеже канапи затегнути и у вертикалном положају. Густина воде је  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ .

5. У центру удубљеног сферног огледала жижне даљине  $f_1 = 20 \text{ cm}$  налази се испупчено сферно огледало жижне даљине  $f_2 = 20 \text{ cm}$ . Између огледала, на растојању  $p_1 = 28 \text{ cm}$  од темена удубљеног огледала нормално на главну оптичку осу постављен је предмет висине  $h_0 = 4 \text{ cm}$ . Одредити висину  $h_2$  и положај lika  $l_2$  у испупченом огледалу које дају зраци одбијени од удубљеног огледала.

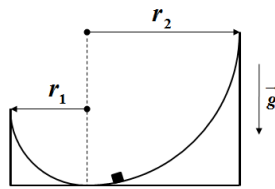
Напомена: Посматрати само тражене ликове. Јасно је да постоји вишеструко одбијање светлости од оба огледала чиме се формирају и други ликови.



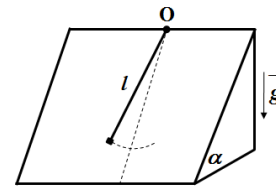
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2015/2016. ГОДИНЕ.



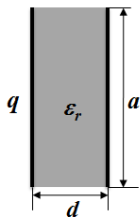
Слика 1



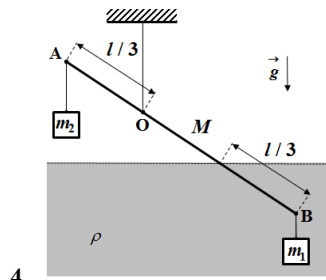
Слика 2



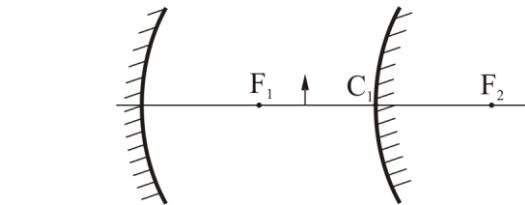
Слика 3



Слика



4



Слика 5

Слика 6

**Сваки задатак носи 20 поена.** Напомена. Сва решења детаљно објаснити. Укратко, али јасно, објаснити основне принципе и једначине које користите приликом решавања задатака. Уз решење сваког задатка приложити и одговарајућу слику са јасно дефинисаним физичким величинама! Јасно дефинишите све ознаке које користите, нарочито оне које нису уобичајене!

Задатке припремили: Владимир Чубровић (2-4), Биљана Радиша (5) и Бранислава Мисаиловић (1)  
Физички факултет, Београд

Рецензенти: проф. др Маја Стојановић, ПМФ Нови Сад, др Владимир Марковић–ПМФ Крагујевац, Иван Манчев и Мирослав Николић, ПМФ Ниш

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2015/2016. ГОДИНЕ.



Министарство просвете, науке и технолошког  
развија Републике Србије  
РЕШЕЊА

олимпијада  
06-07.06.2016.

1. Пошто је  $l = \frac{at^2}{2}$  спусти се након  $t = \sqrt{\frac{2l}{a}}$  [2п], где је  $a$  убрзање тела дуж равни.

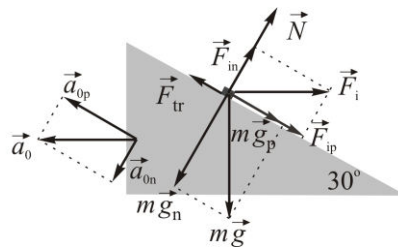
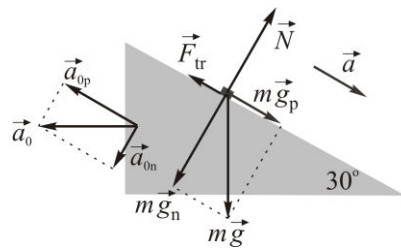
**1. начин.** Пошто је убрзање тела у систему везаном за тло (инерцијалан) једнако збиру убрзања стрме равни и убрзања тела у односу на њу ( $\vec{a}_0 + \vec{a}$ ), други Њутнов закон гласи:  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = m(\vec{a} + \vec{a}_0)$ . Његове пројекције на  $x$

и  $y$  осе су:  $mg_p - F_{\text{тр}} = ma - ma_{0p}$  [3п] и  $-mg_n + N = -ma_{0n}$  [3п]. Пошто је  $mg_p = \frac{mg}{2}$  [1п],  $ma_{0p} = \frac{ma_0\sqrt{3}}{2}$  [1п],

$mg_n = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$  [1п],  $ma_{0n} = \frac{ma_0}{2}$  [1п],  $F_{\text{тр}} = \mu N$  то је  $\frac{mg}{2} - \mu N = ma - \frac{ma_0\sqrt{3}}{2}$ ,  $-\frac{mg\sqrt{3}}{2} + N = -\frac{ma_0}{2}$ ,

$N = \frac{mg\sqrt{3}}{2} - \frac{ma_0}{2} = \frac{m}{2}(g\sqrt{3} - a_0)$  [2п],  $a = \frac{1}{2}[g(1 - \mu\sqrt{3}) + a_0(\mu + \sqrt{3})]$  [2п], па је

$$t = \sqrt{\frac{4l}{[g(1 - \mu\sqrt{3}) + a_0(\mu + \sqrt{3})]}} \approx 1.41 \text{ s} \text{ [3+1п].}$$



**2. начин.** У неинерцијалном систему на тело делује инерцијална сила  $\vec{F}_i = -m\vec{a}_0$ , па Други Њутнов закон гласи:  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_i = m\vec{a}$ ,  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} - m\vec{a}_0 = m\vec{a}$ . Његове пројекције на  $x$  и  $y$  осе су:  $mg_p - F_{\text{тр}} + ma_{0p} = ma$  [3п] и

$-mg_n + N + ma_{0n} = 0$  [3п], па је  $\frac{mg}{2} - \mu N + \frac{ma_0\sqrt{3}}{2} = ma$ ,  $-\frac{mg\sqrt{3}}{2} + N + \frac{ma_0}{2} = 0$ ,

$$t = \sqrt{\frac{4l}{[g(1 - \mu\sqrt{3}) + a_0(\mu + \sqrt{3})]}} \approx 1.41 \text{ s} \text{ [3+1п].}$$

2. Осциловање тела по цилиндричној површини полупречника  $R$  еквивалентно је осциловању математичког клатна са периодом  $T_k = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ . У конкретном случају је  $T = \frac{T_{k1}}{2} + \frac{T_{k2}}{2}$  тј.  $T = \pi\sqrt{\frac{r_1}{g}} + \pi\sqrt{\frac{r_2}{g}}$  [10п]. У случају осциловања тела на стрмој равни систем може да се посматра као осциловање математичког клатна где је ефективно убрзање Земљине теже једнако  $g' = g\frac{\sqrt{3}}{2}$ , тако да је период осциловања тела једнак  $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{g\sqrt{3}}}$  [8п]. Пошто је по

услову задатка  $T = T'$ , следи да је дужина нити једнака  $l = \frac{\sqrt{3}}{8}(\sqrt{r_1} + \sqrt{r_2})^2 \approx 10,6 \text{ cm}$  [1+1п].

3. Капацитет кондензатора је  $C = \epsilon_0\epsilon_r \frac{S}{d}$  тако да је површина електроде  $S = \frac{Cd}{\epsilon_0\epsilon_r} = 2,26 \text{ dm}^2$ . Пре извлачења

диелектрика интензитет електричног поља је  $E_1 = \frac{q}{\epsilon_0\epsilon_r S} = 24 \text{ kV/cm}$  па неће доћи до пробоја. У случају када извучемо диелектрик за растојање  $x$  (слика) јачина поља у простору између електрода кондензатора је

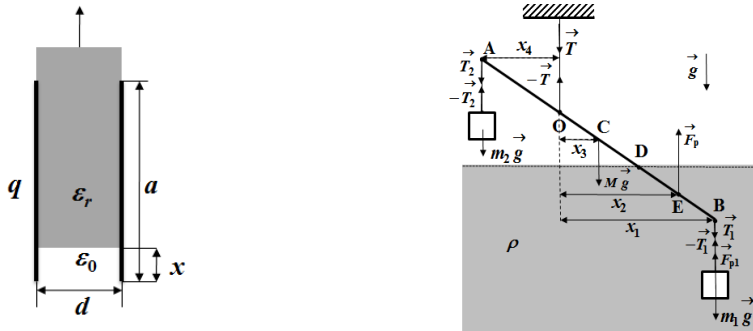
$E_2 = \frac{q}{\epsilon_0 S \left( \frac{x}{a} + \epsilon_r \left( 1 - \frac{x}{a} \right) \right)}$  [12п]. Како је  $E_{kr} > E_{kr0}$ , а електрично поље једнако и у диелектрику и у ваздуху, до



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2015/2016. ГОДИНЕ.**

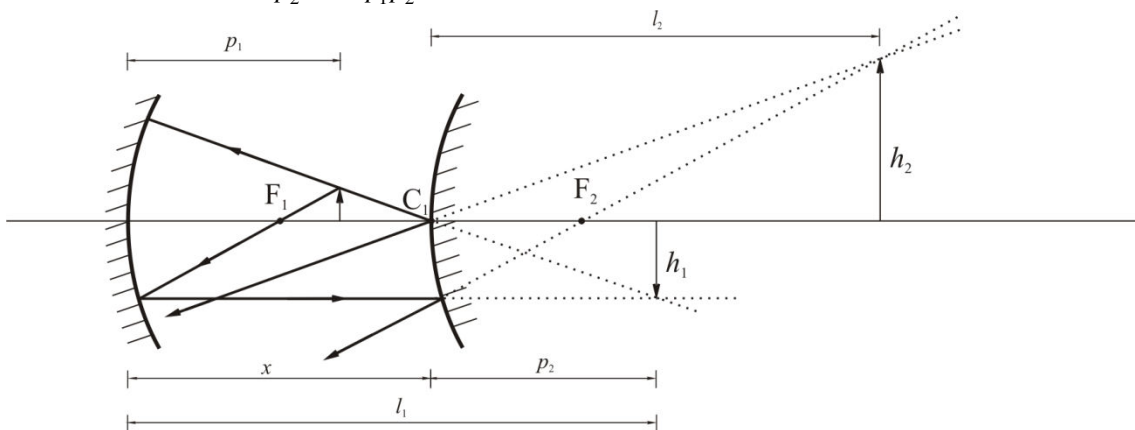


пробоја ће прво доћи у ваздуху када је  $E_2 = E_{\text{кр}0}$  [4п], тако да је  $\frac{x}{a} = \frac{1 - \frac{q}{E_{\text{кр}0}Cd}}{1 - \frac{1}{\epsilon_r}} = 0,25$  [3+1п].



4. Једначина равнотеже тела потопљеног у води је  $m_1g = T_1 + \rho \frac{m_1}{\rho_1}g$  [5п], а другог тела је  $T_2 = m_2g$  [2п], док је једначина момената сила у односу на тачку O :  $T_2 \cdot x_4 + \frac{1}{3} \cdot \rho \frac{M}{\rho_M}g \cdot x_2 = Mg \cdot x_3 + T_1 \cdot x_1$  [9п]. При томе, из сличности троуглова важи  $\frac{x_4}{l/3} = k$ ,  $\frac{x_3}{l/6} = k$ ,  $\frac{x_2}{l/2} = k$  и  $\frac{x_1}{(2l/3)} = k$  [1п] (слика), где је  $k$  константа. Решавањем претходних једначина добијамо да је тражена маса тела једнака  $m_2 = 2m_1 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_1}\right) + \frac{M}{2} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_M}\right) = 4,5 \text{ kg}$  [2+1п].

5. Из једначине за удубљено огледало  $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1}$ , добија се  $l_1 = \frac{f_1 p_1}{p_1 - f_1} = 70 \text{ cm}$  [3п]. Увећање удубљеног огледала је  $u_1 = \frac{h_1}{h_0} = \frac{l_1}{p_1}$  [2п]. Према услову задатка растојање између огледала је  $x = 2f_1$ , па је  $p_2 = l_1 - x = l_1 - 2f_1 = 30 \text{ cm}$  [2п]. За испупчено огледало и лик и предмет су имагинарни, тј.  $-\frac{1}{f_2} = -\frac{1}{l_2} - \frac{1}{p_2}$  [2п] или  $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{l_2} + \frac{1}{p_2}$  [2п],  $l_2 = \frac{f_2 p_2}{p_2 - f_2} = 60 \text{ cm}$  [3п]. Увећање испупченог огледала је  $u_2 = \frac{h_2}{h_1} = \frac{l_2}{p_2}$  [2п], па се из односа увећања добија  $h_2 = h_1 \frac{l_2}{p_2} = h_0 \frac{l_1 l_2}{p_1 p_2} = 20 \text{ cm}$  [3+1п].

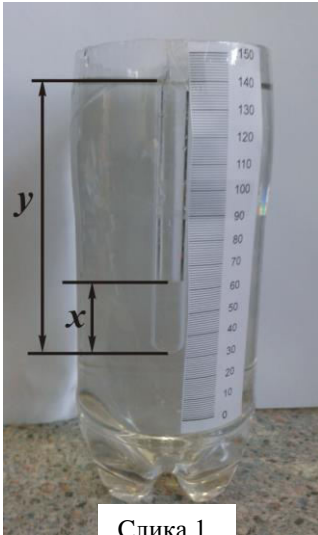




### 1. Експериментални задатак

#### Плутајућа епрувета

**Задатак 1.** Одредити однос спољашњег  $d_1$  и унутрашњег пречника  $d_2$  епрувете праћењем њеног плутања по води када се у њој налазе различите количине воде. [40]



Слика 1

Упутство: Користећи шприц сипајте у епрувету што је могуће мање воде, како би епрувета када се стави у пластичну посуду са водом плутала у вертикалном положају. Измерите растојање дна епрувете од површине воде у боци ( $y$ ) и висину стуба воде у епрувети ( $x$ ). Користећи шприц са водом у епрувету додајте пет пута по 7 капи воде. Након сваког додавања воде измерите  $x$  и  $y$ . Користећи зависност  $y$  од  $x$  ( $y = y(x)$ ) одредите тражени однос.

Табеларно прикажите сва ваша мерења и израчунавања. Из ваше табеле мора бити јасан начин одређивања  $x$  и  $y$ .

**Напомена 1:** Занемарити закривљеност дна епрувете.

**Задатак 2.** Измерите спољашњи  $d_1$  и унутрашњи  $d_2$  пречник епрувете нонијусом. Одредите однос спољашњег и унутрашњег пречника. Резултате мерења пречника епрувета изразите са апсолутном грешком. [10]

**Задатак 3.** Измерите густину епрувете помоћу шприца са водом, епрувете и мензуре. Густина воде износи  $\rho_0 = 1 \text{ g/cm}^3$ . [20]

**Напомена 2:** Уколико нисте сигурни које законитости (формуле) треба да користите, одговарајуће формуле можете добити, али ће вам наставак рада бити бодован са 80% од предвиђеног броја бодова.

На располагању су вам:

Стаклена епрувета, пластична посуда са водом запремине 1.0 - 1.5 l (посуда треба да буде довољно дубока да би се епрувета могла потпуно потопити у воду), шприц, нонијус, милиметарски папир.

### 2. Експериментални задатак

#### Електронегативност

1. Ваш задатак је да поредате по електронегативности четири понуђене супстанције. Супстанције су обележене словима А, Б, В и Г (слика 2). Односе електронегативности одредите помоћу кромпира и унимера, повезаних као на слици 3. [30]

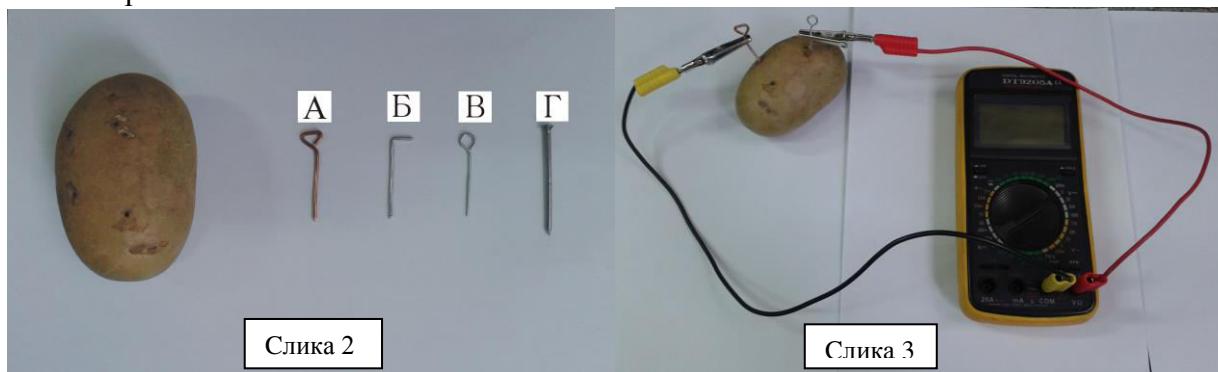


### Теоријски увод

Електронегативност супстанције је мера тенденције привлачења електрона. Електронегативније су супстанције које више привлаче електроне. Када се две супстанције различитих електронегативности споје електолитом између њихових крајева се јавља разлика потенцијала – постају извори струје.

Електролити у ужем смислу речи представљају раствори соли, киселина и база. У вашим експериментима користите електролите које садржи кромпир.

Убодите у кромпир тела саграђена од наведених супстанција (А до Г), сва заједно или по паровима. Мерењем напона између парова ових тела изведите закључак који је од два материјала електронегативнији. У приложеној Табелу 1 великим означите електронегативнију супстанцију за све парове.



У табели 2 поредајте све супстанције по електронегативности тако да је под редним бројем 1 супстанција највеће, а под редним бројем 4 најмање електронегативности.

Табела 1. Електронегативност парова супстанција

Пар	А - Б	А - В	А - Г	Б - В	Б - Г	В - Г
Електронегативнији						

Сваки тачан одговор по **3 поена**.

Табела 2. Супстанције поредане по електронегативности

1	2	3	4
Најелектронегативнија	Мање	Још мање	Најмање
	електронегативана	електронегативна	електронегативана

Тачан поредак **12 поена**.

Задатак припремили: Биљана Радиша и проф. др Мићо Митровић,, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Мићо Митровић, Бранислава Мисаиловић, 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 2015/2016. ГОДИНЕ.**



**Друштво физичара Србије**

**Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд**

**6-7.06.2016.**

*РЕШЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ЗАДАТКА*

**Задатак 1.** Однос спољашњег  $d_1$  и унутрашњег полупречника  $d_2$

Из Архимедовог закона добија се  $\rho_0 V_2 g = mg + \rho_0 V_1 g$ , тј.  $\frac{\rho_0 \pi d_1^2}{4} y = m + \frac{\rho_0 \pi d_2^2}{4} x$ ,  $y = \frac{4m}{\rho_0 \pi d_1^2} + \frac{d_2^2}{d_1^2} x$  [5].

$h_0$ [mm]	146.5	146.5	146.5	146.5	146.5	146.5
$h_1$ [mm]	42	40	37	35	32	30
$h_2$ [mm]	68	68.5	69.5	71	72	72.5
$x = h_2 - h_1$ [mm]	26	28.5	32.5	36	40	42.5
$y = h_0 - h_1$ [mm]	104.5	106.5	109.5	111.5	114.5	116.5

**Свака тачна колона по 2 поена.**

Почетна запремина воде коју је потребно сипати у епрувету је  $V_0 = 2.5 \text{ ml}$ . Ниво воде у посуди се током експеримента није значајно променио и износи  $h_0 = 146.5 \text{ mm}$ . Дубину ( $y$ ) на којој се епрувета налази и висину стуба воде у епрувети ( $x$ ), добијамо из разлике  $y = h_0 - h_1$  и  $x = h_2 - h_1$ .

Са графика се добија коефицијент правца  $k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{115.25 - 105.25}{40.9 - 26.9} \approx 0.714$  [6]. Из једначине се види да је

$$k = \frac{d_2^2}{d_1^2}, \text{ па је тражени однос је } \frac{d_2}{d_1} = \sqrt{k} \approx 0.845, \frac{d_1}{d_2} \approx 1.183 \text{ [7].}$$

Број поена за график је [10].

**Задатак 2.**

У табели су приказане вредности пречника измерених нонијусом.

$d_1$ [mm]	$d_{1sr}$ [mm]	$ d_{1sr} - d_i $ [mm]	$\Delta d_1$ [mm]	$d_2$ [mm]	$d_{2sr}$ [mm]	$ d_{2sr} - d_i $ [mm]	$\Delta d_2$ [mm]
13.00	13.00	0	0.05	11.00	11.00	0	0.05
13.00		0		11.00		0	
13.00		0		11.00		0	

Свака колона по 1 поен.

$$d_1 = (13.00 \pm 0.05) [\text{mm}] \quad [1]$$

$$d_2 = (11.00 \pm 0.05) [\text{mm}] \quad [1]$$

**Задатак 3.**

Када епрувета са водом плута по води важи  $\rho_0 V_2 g = mg + \rho_0 V_1 g$ , па је маса епрувете  $m = \rho_0 (V_2 - V_1)$ , где су  $V_2$  и  $V_1$  запремина истиснуте воде и запремина воде у епрувети, по реду. У епрувету су додата

$V_1 = 4 \text{ ml} = 4 \text{ cm}^3$  воде, одмерене шприцем. Запремина истиснуте воде је разлика показивања мензуре након и пре спуштања епрувете у њу  $V_2 = V_2'' - V_2' = (250 - 234) \text{ ml} = 16 \text{ cm}^3$ , па је  $V_2 - V_1 = 12 \text{ cm}^3$  [5],

$m = \rho_0 (V_2 - V_1) = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 12 \text{ cm}^3 = 12 \text{ g}$  [5]. Запремина епрувете је одређена из разлике показивања мензуре без епрувете и са епруветом потопљеном у њу  $V = V'' - V' = (239 - 234) \text{ cm}^3 = 5 \text{ cm}^3$  [5].

$$\rho = \frac{m}{V} = 2.4 \text{ g/cm}^3 \text{ [5]}$$





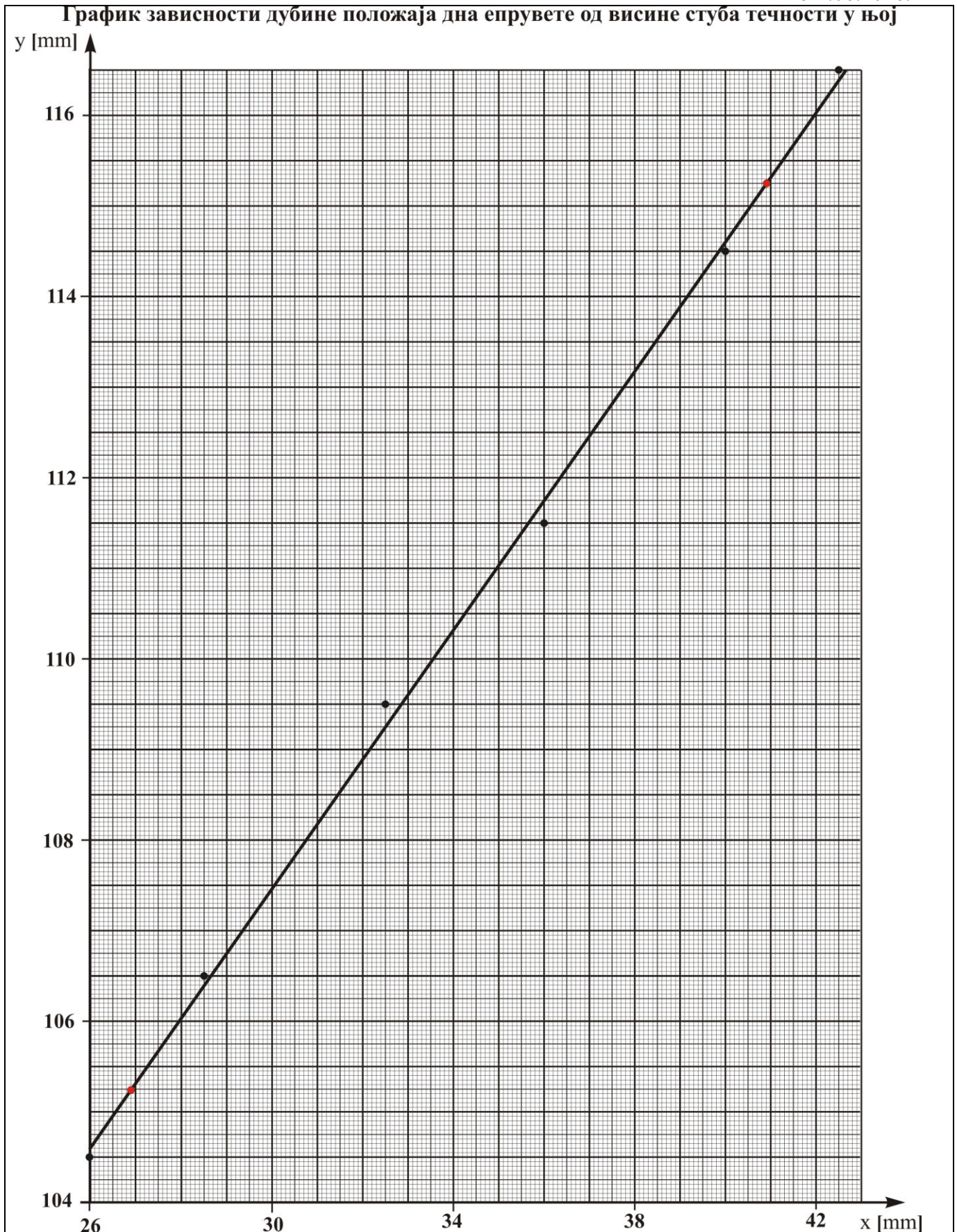
8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКА 2015/2016. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд

6-7.06.2016.







8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКА 2015/2016. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд  
6-7.06.2016.

Нацртан добар график: **10 п.**

Напомене за оцењивање графика

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

2. Експериментални задатак

Електронегативност

Пар	А - Б	А - В	А - Г	Б - В	Б - Г	В - Г
Електронегативнији	Б	В	Г	В	Б	В

1	2	3	4
Најелектронегативнија	Мање	Још мање	Најмање
	електронегативана	електронегативна	електронегативана
В	Б	Г	А



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2015/2016. ГОДИНЕ.



Основна  
школа

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

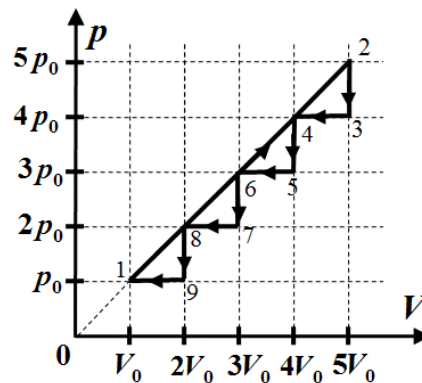
Изборно такмичење  
2.10.2016.

1. Сателит масе  $m = 8 \text{ t}$  се креће по кружној орбити на висини  $h$  од површине Земље. Сателит има кинетичку енергију  $E_k = 36 \text{ GJ}$ . Израчунати: а) линијску брзину сателита б) висину  $h$  ( $R_z = 6374 \text{ km}$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ). (9п)

2. Дечак стоји на једном крају сплава који мирује и држи лопту масе  $m_1$  на висини  $H$  у односу на сплав. Одредити хоризонталну брзину  $v_1$  у односу на обалу, којом треба да баца лопту да би она пала на други крај чамца. Маса чамца са дечаком је  $m_2$ , а дужина чамца  $d$ .

(14п)

3. Одређена количина једноатомског идеалног гаса врши кружни циклус 1-2-3-4-5-6-7-8-9-1 приказан на  $p-V$  дијаграму ( слика ). Одредити степен корисног дејства циклуса. (11п)



Слика 1

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

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

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



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2015/2016. ГОДИНЕ.



Основна  
школа

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

Изборно такмичење  
2.10.2016.

1. Из израза за кинетичку енергију сателита, линијска (периферијска) брзина сателита је  $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = 3000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  [2]. Једначина кретања сателита је  $ma_{\text{cp}} = F$ . Пошто је

$$F = \gamma \frac{mM_Z}{(R_Z + h)^2} = g \frac{R_Z^2 m}{(R_Z + h)^2} \text{ [4]}, \quad \text{следи да је} \quad \frac{mv^2}{(R_Z + h)} = g \frac{R_Z^2 m}{(R_Z + h)^2}, \quad \text{односно}$$

$$h = \frac{gR_Z^2}{v^2} - R_Z = 37910 \text{ km [3]}.$$

2. Из закона одржања импулса  $m_1 v_1 = m_2 v_2$  [2] добија се брзина чамца, након што је лопта бачена

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}. \quad \text{Брзина лопте у односу на чамац је} \quad v = v_1 + v_2 \text{ [3]}. \quad \text{Лопта за време} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \text{ [2]} \text{ прелази}$$

$$\text{удаљеност} \quad d, \quad d = vt \text{ [2]}, \quad \text{тј.} \quad d = v_1 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\text{. Брзина којим је дечак бацио лопту је} \quad v_1 = \frac{dm_2}{(m_1 + m_2)} \sqrt{\frac{g}{2H}} \text{ [5]}.$$

3. Степен корисног дејства циклуса је  $\eta = \frac{A}{Q_{ul}}$ . Укупан рад гаса у једном циклусу једнак је

површини коју затвара крива циклуса на  $p-V$  дијаграму тј.  $A = 2 \cdot p_0 V_0$  [4] (површина 4 правоугла троугла). Гас прима топлоту у процесу 1-2 тако да је  $Q_{ul} = nC_v(T_2 - T_1) + A_{12}$  при чему је

$$p_0 V_0 = nRT_1 \text{ и } 5p_0 \cdot 5V_0 = nRT_2 \text{ па је} \quad Q_{ul} = \frac{3}{2} nR \left( \frac{5p_0 \cdot 5V_0}{nR} - \frac{p_0 \cdot V_0}{nR} \right) + p_0 \cdot 4V_0 + \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{2} = 48p_0 V_0 \text{ [6]}.$$

$$\text{Из претходног следи да је} \quad \eta = \frac{A}{Q_{ul}} = \frac{1}{24} \text{ [1]}.$$

**Изборно такмичење за IJSO 2016.**

**Задаци из хемије**

1. Доле дата табела садржи вредности енталпија солватације неколико халогенида алкалних метала. Попунити празно у табели користећи податке који се налазе у њој.

	KCl	KI	RbCl	RbI
Енергија кристалне решетке у $\text{kJmol}^{-1}$	702,5	637,6	672,0	608,0
Енталпија солватације, $\Delta H_{\text{soln}}^{\circ}$ у $\text{kJmol}^{-1}$	17,2	21,3	17,1	

2. Врели водени раствор норвешке шалитре, масеног удела калцијум-нитрата 70%, добијен је неутрализацијом 60%-не (масени проценти) азотне киселине чврстим калцијум-хидроксидом. Услед егзотермности реакције један део воде је испарио. Колико процената од укупне количине воде је испарило?

3. За потребе растварања неке руде помешане су сумпорна и хлороводонична киселина са одређеном количином воде, а добијена смеша је имала рН 0,00. После разблаживања 100 пута, рН смеше је износила 1,92. Ако је познато да је константа базности сулфатног-јона

$K_b = 8,33 \cdot 10^{-13}$ , израчунати количинске концентрације киселина у полазној смеси.

4. Написати две једначине реакције оксидације белог фосфора концентрованом азотном киселином до ортофосфорне киселине ако се у једној међу реактантима налази вода, а у другој међу производима реакције.

Користити дате заокружене релативне атомске масе при решавању задатака:

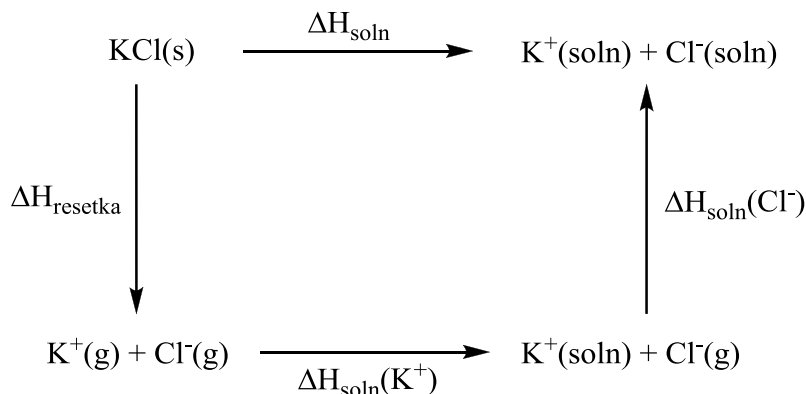
$\text{Ar}(\text{H}) = 1$ ;  $\text{Ar}(\text{N}) = 14$ ;  $\text{Ar}(\text{O}) = 16$ ;  $\text{Ar}(\text{Ca}) = 40$ .

Дозвољена је употреба периодног система елемената при изради задатака.



**Решења:**

1. Енергија кристалне решетке ( $\Delta H_{\text{resetka}}$ ) представља енергију коју је потребно утрошити да се јони из кристалне решетке удаље на бесконачну удаљеност, тј. преведу у гасну фазу. Енергија се ослобађа при растварању (солватацији) гасовитих јона у конкретном растварачу. Укупни енергетски ефекат разарања кристалне решетке и стварања солватисаних јона представља енергију солватације ( $\Delta H_{\text{soln}}$ ). Користећи Борн-Хаберов циклус можемо да израчунамо енергију солватације рубидијум-јодида на следећи начин:



$$\Delta H_{\text{soln}}(\text{K}^+) + \Delta H_{\text{soln}}(\text{Cl}^-) = \Delta H_{\text{soln}}(\text{KCl}) - \Delta H_{\text{resetka}}(\text{KCl}) = -685,3 \text{ kJmol}^{-1} \quad (1.1)$$

$$\Delta H_{\text{soln}}(\text{K}^+) + \Delta H_{\text{soln}}(\text{I}^-) = -616,3 \text{ kJmol}^{-1} \quad (1.2)$$

$$\Delta H_{\text{soln}}(\text{Rb}^+) + \Delta H_{\text{soln}}(\text{Cl}^-) = -654,9 \text{ kJmol}^{-1} \quad (1.3)$$

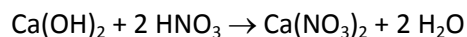
$$\Delta H_{\text{soln}}(\text{Rb}^+) + \Delta H_{\text{soln}}(\text{I}^-) + 608,0 = \Delta H_{\text{soln}}(\text{RbI}) \quad (1.4)$$

$$(1.3) - (1.1) + (1.2) = -585,9 \text{ kJmol}^{-1}$$

Следи да је енталпија солватације RbI:

$$\Delta H_{\text{soln}}(\text{RbI}) = -585,9 + 608,0 = 22,1 \text{ kJmol}^{-1}.$$

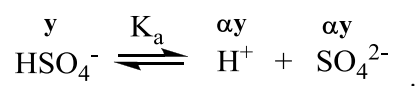
2. Једначина реакције неутрализације:



Ако је маса раствора азотне киселине  $A$ , онда је у реакцији са стехиометријском количином калцијум-хидроксида настало  $(0,6A / 63) \cdot 1/2 \cdot 164 \text{ g}$  калцијум-нитрата и  $(0,6A / 63) \cdot 18 \text{ g}$  воде. Укупна маса раствора који би настао да није испарио део воде била би једнака збиру маса раствора азотне киселине и додатог калцијум-хидроксида, тј.  $A + (0,6A / 63) \cdot 1/2 \cdot 74 \text{ g}$ . Како је настао 70%-ни раствор калцијум-нитрата, то је маса раствора по испаравању воде:  $1/0,7 \cdot (0,6A / 63) \cdot 1/2 \cdot 164 \text{ g}$ , а маса воде која је испарила једнака разлици маса:  $A + (0,6A / 63) \cdot 1/2 \cdot 74 \text{ g} - 1/0,7 \cdot (0,6A / 63) \cdot 1/2 \cdot 164 \text{ g} = 0,236735A \text{ g}$ .

У крајњем раствору укупна количина воде потиче из полазног раствора азотне киселине и воде која је настала у току неутрализације:  $0,4A + (0,6A / 63) \cdot 18 \text{ g} = 0,571429A \text{ g}$ . Следи да је испарило:  $0,236735A / 0,571429A = 41,4\%$  воде.

3. У почетном раствору чији је рН 0,00, односно концентрација  $[H^+] = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ , следеће две дисоцијације су биле потпуне:



док је други степен дисоцијације сумпорне киселине у јако киселим растворима ( $[H^+] \geq 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ ) само делимичан. Уколико претпоставимо да је аналитичка концентрација HCl једнака  $x$ , а концентрација  $\text{H}_2\text{SO}_4$  једнака  $y$ , тада је, концентрација водоничних јона:  $x + y + \alpha y = 1 \text{ mol dm}^{-3}$  (1). Када се раствор разблажи 100 пута, добија се раствор чији је рН 1,92, а концентрација  $[H^+] = 0,012 \text{ mol dm}^{-3}$ , односно:

$$\frac{x}{100} + \frac{y}{100} + \frac{\alpha \times y}{100} = 0,012$$

Из вредности  $K_b$  сулфатног јона, може се израчунати вредност константе киселости хидрогенсулфатног јона:

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{8,33 \times 10^{-13}} = 0,012 \quad K_a = \frac{[H^+][SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]}$$

Следи да је у разблаженом раствору

$$\frac{[SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = \frac{K_a}{[H^+]} = \frac{0,012}{0,012} = 1$$

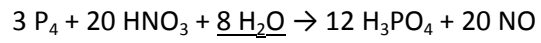
. Како су концентрације  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{HSO}_4^-$  међусобно једнаке, следи да је степен дисоцијације  $\alpha = 0,5$ , па је укупна концентрација  $\text{H}^+$  у 100 пута разблаженом раствору дата

$\frac{\alpha \times y}{100}$  једначином, где је  $\frac{\alpha \times y}{100}$  концентрација  $\text{H}^+$  јона насталих дисоцијацијом хидрогенсулфата. Сређивањем једначине добија се да је  $x + 1,5y = 1,2$  (2). Слично у неразблаженом раствору добија једначина (1)  $x + 1,012y = 1$ . Решавањем система једначина (1) и (2), добија се да је концентрација  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $y = 0,41 \text{ mol dm}^{-3}$ , а концентрација HCl  $x = 0,59 \text{ mol dm}^{-3}$ .

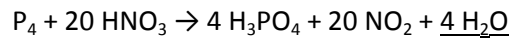
**4.**



за  $x = 1$ , коефицијент испред  $H_2O$  је негативан, па је



за  $x = 2$



IZBORNO TAKMIČENJE 2016. god.

REŠENJE

**1. Slonovsku bolest, koja pogađa preko 120 miliona ljudi u tropskim regionima, izaziva:**

- a) filarija
- b) trihina
- c) himera
- d) viroidi
- e) prioni

**2. Najpoznatiji insekti sa nepotpunim preobražajem su:**

- a) pčele, leptiri i skakavci
- b) stenice, muve i komarci
- c) leptiri, skakavci i bubašvabe
- d) skakavci, bubašvabe i stenice
- e) skakavci, bubašvabe i muve

**3. Riblji mehur služi za:**

- a) orijentaciju u prostoru
- b) regulisanje dubine prilikom plivanja
- c) olakšava varenje
- d) izbacivanje polnih ćelija
- e) olakšava disanje

**4. Neki važni odbrambeni refleksi (kijanje, kašljanje, treptanje), kao i refleksi vezani za ishranu (sisanje, lučenje pljuvačke, gutanje) nalaze se u:**

- a) levoj polovini velikog mozga
- b) desnoj polovini velikog mozga
- c) kičmenoj moždini
- d) produženoj moždini
- e) međumozgu

**5. Konjunktivitis je:**

- a) zapaljenje sluzokože sudovnjače
- b) zamućenje ocnog sočiva
- c) oboljenje koje nastaje zbog povišenog pritiska tečnosti očne jabučice
- d) zapaljenje sluzokože mrežnjače
- e) zapaljenje sluzokože vežnjače

**6. Proizvodnju odbrambenih ćelija u organizmu čoveka reguliše:**

- a) štitna žlezda
- b) grudna žlezda
- c) paraštitna žlezda
- d) hipofiza
- e) nadbubrežna žlezda



**7. Histoni su:**

- a) Vrsta rRNK
- b) Vrsta tRNK
- c) Lipidi
- d) Polisaharidi
- e) Proteini

**8. U procesu translacije, aminokiselina se vezuje za molekul:**

- a) DNK
- b) i RNK
- c) r RNK
- d) t RNK
- e) mRNK

**9. U ABO sistemu krvnih grupa postoji:**

- a) 6 genotipova i 4 fenotipa
- b) 6 genotipova i 6 fenotipova
- c) 4 genotipa i 4 fenotipa
- d) 4 genotipa i 6 fenotipa
- e) 8 genotipova i 4 fenotipa

**10. Daltonizam karakteriše:**

- a) Autozomno recesivno nasleđivanje
- b) Autozomno dominantno nasleđivanje
- c) Polno vezano nasleđivanje
- d) Kodominantno nasleđivanje
- e) Multiplo nasleđivanje

**11. Aorta:**

- a) Napušta pluća i uliva se u levu pretkomoru
- b) Odvodi dezoksigenisanu krv iz desne komore
- c) Odvodi oksigenisanu krv iz leve komore
- d) Dovodi krv u desnu pretkomoru
- e) Dovodi krv u desnu komoru

**12. U plućnim kapilarima:**

- a) Kiseonik se vezuje za hemoglobin u eritrocitima
- b) Ugljen-dioksid difunduje u krv
- c) Kiseonik se eliminiše iz krvi
- d) Kiseonik difunduje u tkiva
- e) Ugljen-dioksid se vezuje za hemoglobin

**13. Na vrhu omotača semenog zametka nalazi se:**

- a) makrospora
- b) mikropora
- c) mikrosporofil
- d) mikropila**
- e) makrosporofil

**14. Koja od navedenih osobina odgovara dikotilama?**

- a) cvet tročlan
- b) provodni snopići bez reda
- c) sekundarno debljanje stabla**
- d) paralelna nervatura listova
- e) adventivni koren

**15. Zaokružite netačan iskaz:**

- a) Mejoza je redukciona deoba
- b) Tokom metafaze mitoze dolazi do razdvajanja hromozoma na hromatide koje kreću ka polovima ćelije**
- c) Kariotip je broj hromozoma prisutan u somatskim ćelijama karakterističan za vrstu
- d) Tokom profaze i mejotičke deobe dolazi do razmene genetičkog materijala između homologih hromozoma