

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије
Српско хемијско друштво

Међуокружно такмичење из хемије
12.04.2014.

Тест за III и IV разред средње школе

Име и презиме

Место и школа

Разред

Име и презиме професора

Не отварајте добијени материјал док Вам се не каже да то учините. Радите пажљиво! У прилогу се налази чиста хартија на којој треба да рачунате. Означите своја рачунања на хартији редним бројем задатка да би комисија могла да прати ваш рад..

РЕЗУЛТАТЕ ОБАВЕЗНО УПИШИТЕ У МЕСТА КОЈА СУ ЗА ТО ПРЕДВИЂЕНА
КОД СВАКОГ ЗАДАТКА!

Заокружене вредности које треба употребити код решавања задатака:

Релативне атомске масе: H=1; Li=7; B=11; C=12; N=14; O=16; F=19; Na=23;
Mg=24; Al=27; Si=28; P=31; S=32; Cl=35,5; K=39; Ca=40; Ti=48; Cr=52; Mn=55;
Fe=56; Co=59; Ni=59; Cu=64; Zn=65; Ge=73; As=75; Br=80; Rb=85; Sr=88; Y=89;
Mo=96; Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Pt=195;
Hg=201; Pb=207; Bi=209; Ra=226; U=238

Нормални услови: температура = 0°C; притисак 101,3 kPa.

Молска запремина: 22,4 dm³/mol при нормалним условима.

Авогадров број: 6x10²³

Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Вредност рН крви здраве особе се налази у интервалу 7,35–7,45. Колико износи максимална концентрација хидроксидних јона у крви здраве особе? K_w на температури тела (37 °C) износи $2,34 \cdot 10^{-14}$, $pK_w = 13,63$.

$$c = \text{_____} \text{ mol/dm}^3$$

(2 дец. x експ.)

2. Растворљивост натријум-хлорида на 25 °C износи 36,0 g у 100 cm³ воде. Израчунајте масени удео раствора добијених када се у 10,0 g zasiћеног раствора натријум-хлорида дода

а. 10,0 cm³ воде

б. 2,0 g натријум-хлорида.

а. _____ %

(1 дец.)

б. _____ %

(1 дец.)

3. За реакцију боје кристал-виолет са воденим раствором натријум-хидроксида (реакција је првог реда), измерена почетна брзина реакције је била

$1,27 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$, при концентрацији кристал-виолета од

$4,13 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$. За које време би се концентрација кристал-виолета снизила са $4,30 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ на $3,96 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$?

$$t = \text{_____} \text{ s}$$

(1 дец.)

4. Један студент је грешком у 360,0 cm³ раствора HCl, који је требало да титрује, срушио сахатно стакло са 50,00 g натријум-хидроксида. Одлучио је да упари до сува свој узорак и измерио је масу остатка. Пошто је измерена маса била 63,00 g, што је мање од масе $1,25 \text{ mol NaCl}$, јако се орасположио, јер је знао да из те масе може да израчуна концентрацију раствора HCl. Коју вредност концентрације је студент израчунао?

$$c = \text{_____} \text{ mol/dm}^3$$

(3 дец.)

5. Израчунате енергије кристалних решетки јонских једињења метала М са халогеном Х су: $U(\text{MX}) = 1340 \text{ kJ mol}^{-1}$, $U(\text{MX}_2) = 3840 \text{ kJ mol}^{-1}$, $U(\text{MX}_3) = 7020 \text{ kJ mol}^{-1}$. Прве три енергије јонизације овог метала износе: 360, 1236 и 2990 kJ mol^{-1} . Енергија сублимације метала износи 334 kJ mol^{-1} . На основу ових вредности заокружити тачан исказ (тачне исказе).

а) MX има тенденцију да диспропорционише на MX_2 и M .

б) MX_2 је термодинамички стабилан и нема тенденцију ка диспропорцији.

в) MX_2 има тенденцију да диспропорционише на MX_3 и MX .

г) MX_2 има тенденцију да диспропорционише на MX_3 и M .

д) MX_3 је једини халогенид који настаје у реакцији M и X .

6. Кристална решетка гвожђе(II)-оксида је иста као и решетка натријум-хлорида (кубна површински центрирана решетка анјона са катјонима који попуњавају октаедарске шупљине). На основу експерименталних података, овај оксид нема састав који идеално одговара теоријском саставу. Његова се формула може боље исказати као Fe_{1-x}O , где се вредност x мења од узорка до узорка и може чак да узима вредности до 0,12. Овакве разлике у саставу су последица изостајања неких Fe^{2+} јона из правилне кристалне решетке (неке октаедарске шупљине остају празне). Да би се компензовало наелектрисање у кристалу, решетка садржи извесну количину Fe^{3+} јона, али не као просту замену јона који недостају (Fe^{3+} јони не попуњавају поменута празна места). Колико процената Fe^{2+} места је незапоседнуто у узорку оксида који се може окарактерисати формулом $\text{Fe}_{0,92}\text{O}$?

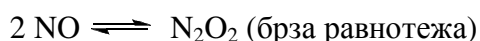
_____ %

(цео број)

7. Израз за брзину реакције $2 \text{ NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO}_2$ је $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$. За ову реакцију предложена су два механизма:

1. Механизам А: Азот(IV)-оксид настаје као резултат истовременог судара два молекула NO и једног молекула кисеоника;

2. Механизам Б: Реакција се одвија у два корака:





Утврђено је да се брзина реакције смањује са повећањем температуре. Заокружите број испред механизма који се слаже са изнетим експерименталним подацима.

8. Узето је 10,00 g кристалног натријум-сулфата декахидрата и загрејано до 50 °C. Том приликом је добијено 8,17 g засићеног воденог раствора натријум-сулфата. Колика је растворљивост натријум-сулфата на 50 °C?

_____ g у 100 g воде

(1 дец.)

9. Реакција између силицијум-диоксида и воде у којој настаје H_2SiO_3 је ендотермна, али упркос томе је силика-гел (фино спрашени силицијум-диоксид) одлично средство за сушење. Који је разлог за то? Заокружите слово испред тачног одговора.

а) Зато што је реакција разлагања H_2SiO_3 на силицијум-диоксид и воду егзотермна

б) Зато што је силицијум-диоксид катализатор за реакцију разлагања воде на кисеоник и водоник

в) Зато што процес сушења није хемијска промена већ физичка адсорпција воде на површини ситних честица силика-гела

г) Зато што H_2SiO_3 не постоји у том облику, већ се полимеризује уз губитак молекула воде.

д) Зато што је енталпија настајања силицијум-диоксида мање негативна од енталпије настајања H_2SiO_3 .

10. Узорак базе, масе 0,5341 g, који садржи 92,00% (масених) натријум-хидроксида и 8,00% инертних примеса растворен је у нормалном суду од 100,00 cm^3 . Одредити моларну концентрацију хлороводоничне киселине, ако је за титрацију 15,00 cm^3 раствора NaOH утрошено 19,50 cm^3 киселине.

$c =$ _____ mol/dm^3

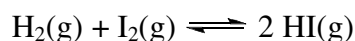
(4 дец.)

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

$$\Delta_r H = \text{_____} \text{ kJ/mol}$$

(цео број)

12. Константа равнотеже за реакцију



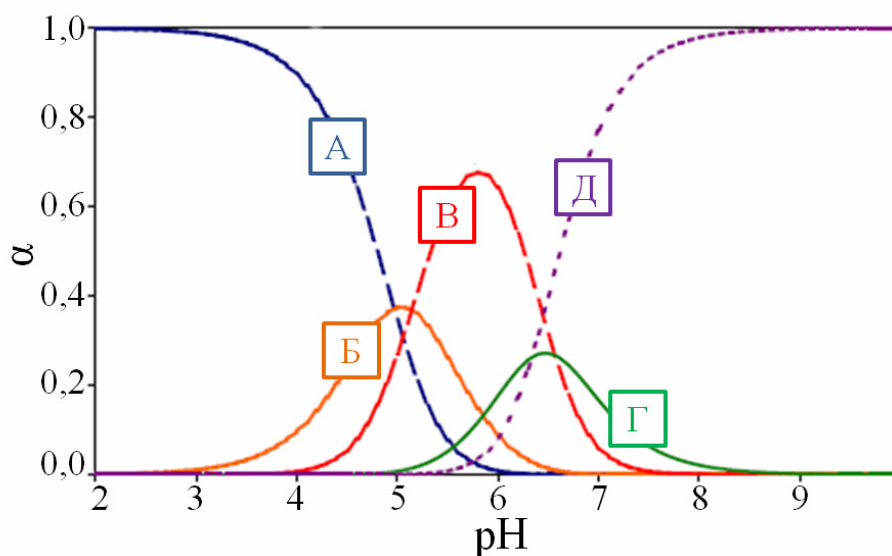
износи 50,0 на 745 K.

Ако се смеша $3,00 \text{ mol H}_2$ и $3,00 \text{ mol I}_2$ доведе у равнотежу на 745 K у суду запремине $10,0 \text{ dm}^3$, колика ће бити равнотежна концентрација HI?

$$c = \text{_____} \text{ mol/dm}^3$$

(2 дец.)

13. За водени раствор неке алуминијумове соли концентрације $0,1 \text{ mol/dm}^3$ добијен је график приказан испод. Он представља зависност молског удела (α) доминантних мононуклеарних хемијских врста А–Д од рН раствора. Мононуклеарне хемијске врсте садрже не више од једног атома алуминијума у својој структури. Идентификујте доминантне хемијске врсте присутне у овом раствору. При писању формула немојте приказивати молекуле воде координоване за алуминијум.



A = _____

B = _____

B = _____

Г = _____

Д = _____

14. Ученик је добио седам непознатих водених раствора, А–Е. Да би идентификовао појединачне растворе, испитивао је шта се дешава приликом мешања парова ових раствора. Запажања је унео у табелу која је приказана испод.

	А	Б	В	Г	Д	Ђ	Е
А		светло-жут талог	бео талог	–	бео талог	бео талог	бео талог
Б	светло-жут талог		–	жут талог	–	–	мрк раствор
В	бео талог	–		бео талог, стајањем црни	бео талог	бео талог	–
Г	–	жут талог	бео талог, стајањем црни		беличаст талог	бео талог	бео талог, стајањем црни
Д	бео талог	–	бео талог	беличаст талог		зелени талог, стајањем постаје мрк	–
Ђ	бео талог	–	бео талог	бео талог	зелени талог, стајањем постаје мрк		бледо-жут раствор
Е	бео талог	мрк раствор	–	бео талог, стајањем црни	–	бледо-жут раствор	

Ако је познато да су раствори били: баријум-хлорид, хлорна вода, гвожђе(II)-сулфат, олово(II)-нитрат, сребро-нитрат, натријум-карбонат и натријум-јодид, идентификујте растворе А–Ђ.

А = _____

Б = _____

В = _____

Г = _____

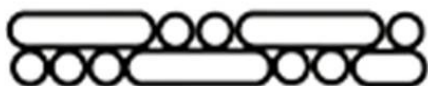
Д = _____

Ђ = _____

15. Масеном спектрометријом утврђено је да у узорку бутана има 22,7 пута више молекула са масом 58 него молекула чија маса износи 59. Израчунајте колико се молекула бутана масе 60 налази у једном dm^3 бутана при нормалним условима. Узмите у обзир да се угљеник у природи јавља у два изотопска облика (угљеник-12 и -13), а водоник у само једном.

(1 дец. x експ.)

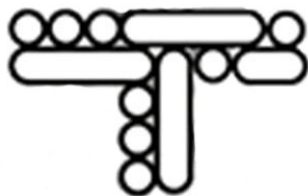
16. Немачки хемичар Фридрих Август Кекуле свакако је најпознатији по својој структурној формули бензена коју је коначно изложио у једном раду 1866. године. Међутим, у ранијим данима своје научне каријере, Кекулеов приступ теорији структуре молекула био је знатно другачији. Приписивао је молекулима структурне формуле којима су се савременици подсмевали називајући их „кобасичасте формуле“ (Wurst-Formel). Уколико су вам позната имена три једињења представљена овим формулама, дајте име једињењу које је представљено четвртом формулом.



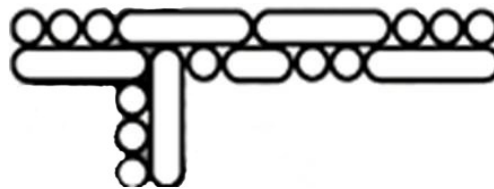
1-пропанол



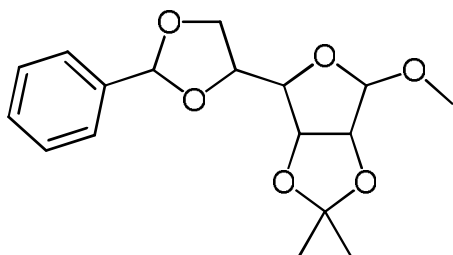
пропанон



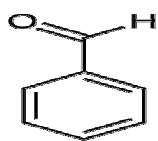
2-пропанол



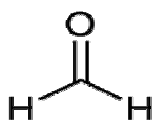
17. Наведени дериват је подвргнут хидролизи у присуству разблажене киселине. Која од наведених једињења би могла да се идентификују у резултујућој реакционој смеси у значајној количини? Заокружите слова испред тачних одговора.



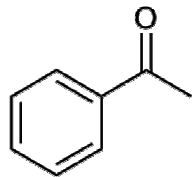
а)



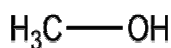
б)



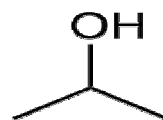
в)



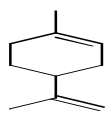
г)



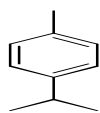
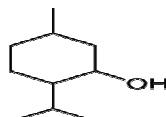
д)



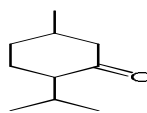
18. У састав неког етарског уља улазе лимонен, *p*-цимен, ментол, ментон и цитронелал, чије су структуре приказане ниже. Три једнака узорка овог етарског уља су третирана, независно један од другог, раствором брома у угљен-тетрахлориду у мраку, закишељеним воденим раствором калијум-дихромата и Толенсовим реагенсом. У сва три теста добијена је позитивна реакција. На црту поред имена састојка етарског уља уписати за коју позитивну реакцију је он био одговоран (издвајање елементарног сребра - А, обезбојавање раствора - Б, промена боје раствора у зелену - В, није одговоран ни за једну позитивну реакцију - Г).



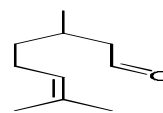
лимонен

*p*-цимен

ментол



ментон



цитронелал

лимонен: _____

p-цимен: _____

ментол: _____

ментон: _____

цитронелал: _____

19. Засићени раствор 3,4-динитробензојеве киселине на 20 °C садржи 0,67 g киселине на 100 cm³ воде. Вредност рН засићеног раствора износи 2,21. Колико износи константа дисоцијације ове киселине? Колико грама чврстог натријум-хидроксида треба додати у 100 cm³ воде да би се у том раствору растворило два пута више киселине у односу на ону масу која се раствара у тој запремини чисте воде?

 $K =$ _____

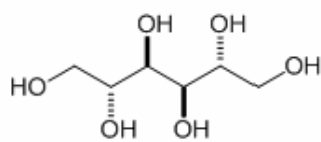
(1 дец. x експ.)

 $m =$ _____ g

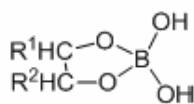
(3 дец.)

20. Борна киселина са полихидроксилним органским једињењима, као што је манитол (слика **A**), гради комплексе типа $[B(OH)_2L]^-$ и $[BL_2]^-$ (слика **B**; H_2L је полихидроксилни алкохол). Користећи ову њену особину, њен садржај у неком узорку се може одредити титрацијом на следећи начин. Одмери се 0,2000 g борне киселине и раствори у 10 cm^3 дестиловане воде. Након тога се у раствор дода одговарајућа количина манитола. Запремина раствора се помоћу дестиловане воде подеси на $50,00\text{ cm}^3$. Половина овог раствора се титрује раствором $NaOH$ ($0,100\text{ mol dm}^{-3}$), уз индикатор фенофталеин.

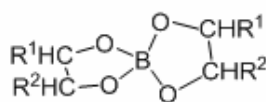
Фармацеут је, ради контроле квалитета узорка борне киселине, на описани начин припремио четири раствора, која су се међусобно разликовала једино по количини додатог манитола: подешено је да $n(H_3BO_3) : n(\text{манитол})$ у растворима приближно буде $1 : X$ ($X = 0, 2, 10$ и 15). У току титрације сваког од раствора, фармацеут је пратио промену рН вредности (слика **C**). Узимајући у обзир криве приказане на слици **C**, одредите колики је проценат борне киселине у анализираном узорку и за коју вредност **X** се најпоузданије одређује завршна тачка титрације (завршна тачка титрације је тренутак у коме долази до промена боје индикатора).



A

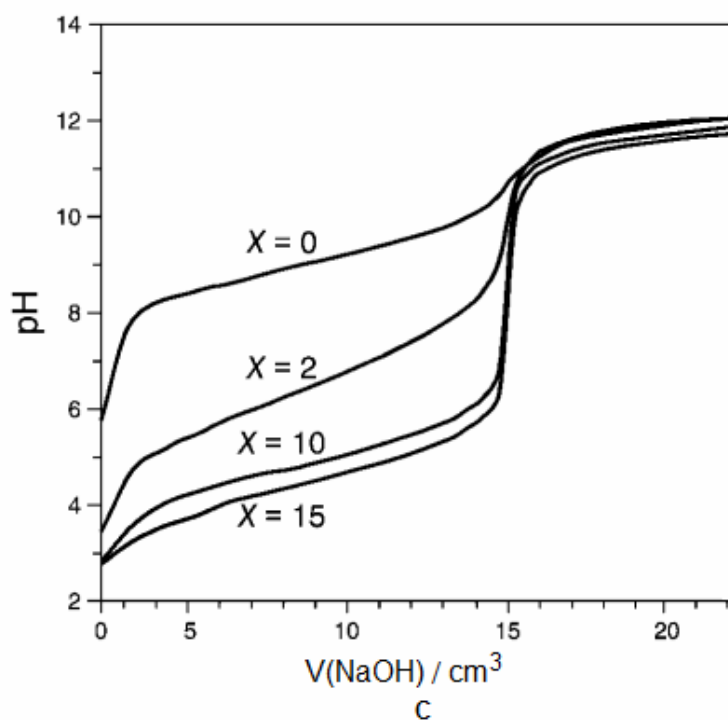


$[B(OH)_2L]^-$



$[BL_2]^-$

B



X = _____ %

(1 дец.)

Кључ решења задатака за III и IV разред

	поени
1. $6,61 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$	3
2. а) 13,2 %	1,5
б) 26,5 %	1,5
3. 2,7 s	3
4. $1,952 \text{ mol/dm}^3$	3
5. а, б	3
6. 24 %	3
7. 2	3
8. 46,2 g	3
9. в	3
10. $0,0945 \text{ mol/dm}^3$	3
11. -456 kJ/mol	3
12. $0,47 \text{ mol/dm}^3$	3
13. А = Al^{3+}	0,6
Б = Al(OH)^{2+}	0,6
В = Al(OH)_2^+	0,6
Г = Al(OH)_3	0,6
Д = Al(OH)_4^-	0,6
14. А = олово-нитрат	0,5
Б = натријум-јодид	0,5
В = баријум-хлорид	0,5
Г = сребро-нитрат	0,5
Д = натријум-карбонат	0,5
Ђ = гвожђе(II)-сулфат	0,5

15. $1,9 \times 10^{19}$	3
16. 2-етоксипропан (или этил-изопропил-етар)	3
17. а, г	3
18. лимонен: Б	0,6
<i>p</i> -цимен: Г	0,6
ментол: В	0,6
ментон: Г	0,6
цитонелал: А, Б, В	0,6
19. $K = 1,5 \times 10^{-3}$	1,5
$m = 0,147 \text{ g}$	1,5
20. $X = 15$	1,5
93,0 %	1,5