

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

Републичко такмичење из хемије
Београд, 11.05.2019.

Тест за II 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; He = 4; Li=7; Be=9; B=11; C=12; N=14; O=16; F=19; Ne = 20; Na=23; Mg=24; Al=27; Si=28; P=31; S=32; Cl=35,5; Ar = 40; 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; Kr = 84; Rb=85; Sr=88; Y=89; Mo=96; Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Yb=173; Pt=195; Hg=201; Pb=207; Bi=209; Rn = 222; Ra=226; U=238

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

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

Авогадров број: 6,0x10²³

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. Узорак од $100,0 \text{ cm}^3$ 33,8% (масених) азотне киселине (густине $1,21 \text{ g cm}^{-3}$) неутралише се са еквивалентном количином 20,0% (масених) раствора калијум-хидроксида. Добијени раствор охлади се на 0°C . Колико грама соли је искристалисало ако је растворљивост калијум-нитрата на 0°C $13,3 \text{ g}$ у 100 g воде?

$$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

(2 дец.)

2. Запреминска јачина је застарео начин за изражавање садржаја раствора водоник-пероксида, а представља онолико запремина кисеоника (при нормалним условима) колико се може добити термичким разлагањем једне запремине неког раствора водоник-пероксида. Помешано је $100,0 \text{ cm}^3$ раствора H_2O_2 запреминске јачине 60,0 и $250,0 \text{ cm}^3$ раствора H_2O_2 запреминске јачине 150. Колика је концентрација добијеног раствора?

$$c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol/dm}^3$$

(1 дец.)

3. Маса смесе две токсичне супстанце А и Б је $1,0 \text{ g}$, а њихов молски однос је непознат. Моларна маса А је 98 g/mol а моларна маса Б је 56 g/mol . Обе супстанце реагују са супстанцом В ($M=160 \text{ g/mol}$), супстанца А у молском односу 1:1, док Б и В реагују у молском односу 1:2. Такође је познато да А и Б не реагују међусобно, нити са производима реакција са В. Колика је најмања маса супстанце В коју треба додати у смесу тако да будемо сигурни да ће обе токсичне супстанце А и Б потпуно изреаговати?

$$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

(1 дец.)

4. Нека глина је делимично осушена, а онда је садржала 50% силицијум-диоксида и 7% воде. Глина је првобитно садржала 12% воде. Колико је износио садржај силицијум-диоксида у првобитној глини?

$$\underline{\hspace{2cm}} \%$$

(цео број)

5. Узорак смеше азота, азот(II)-оксида и азот(IV)-оксида запремине 54,8 mL пропуштен је кроз воду, након чега је остало 40,4 mL гаса. Преостали гас пропуштен је кроз раствор гвожђе(II)-сулфата, након чега је остало 5,0 mL гаса. Израчунати запремински састав почетне гасне смеше. При овим условима не долази до реакција између састојака гасне смеше.

$$\varphi(\text{N}_2) = \text{_____} \% \quad \varphi(\text{NO}) = \text{_____} \% \quad \varphi(\text{NO}_2) = \text{_____} \%$$

(1 дец.) (1 дец.) (1 дец.)

6. Вант Хофов коефицијент представља однос укупне концентрације растворених врста (јона и молекула) и аналитичке концентрације раствореног електролита (концентрација добијена из количине електролита). Вант Хофов коефицијент i раствора електролита типа A^+B^- износи 1,014. Колико износи степен дисоцијације овог раствора?

$$\alpha = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

(1 дец.)

7. а) Поређати следећа једињења према растућим тачкама топљења: NaCl, KCl, MgO, BaO.

_____ < _____ < _____ < _____

б) Поређати следеће супстанце према опадајућим тачкама кључања: Cl_2 , Br_2 , H_2O , Ne .

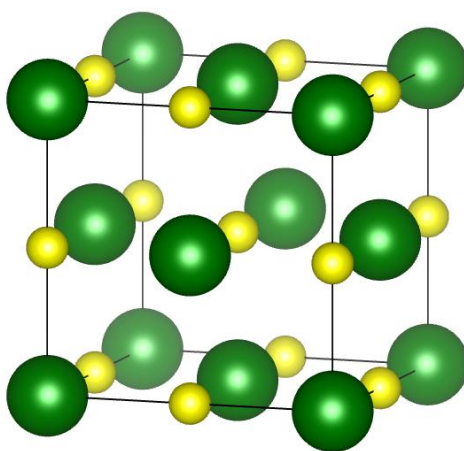
_____ > _____ > _____ > _____

8. Време полураспада изотопа цезијума ^{137}Cs је 29,7 година (то је време потребно да се 50% овог изотопа распадне). Колико износи време полураспада цезијума у једињењу добијеном када се изотопски чист узорак ^{137}Cs масе 68,5 g раствори у вишку воде, а добијени раствор упари до сува?

$t_{1/2} =$ _____ Година
(1 дец.)

9. Галенит (олово(II)-сулфид) кристалише у истом кристалном систему као и натријум-хлорид (јединична ћелија приказана испод). Поред тога што је најважнија руда олова, лежишта овог минерала често садрже и економски значајну количину сребра. То је случај и у нашој земљи, где се у руднику Трепча сребро добија поред много већих количина олова и цинка. Састав среброносног галенита може се описати општом формулом $\text{Pb}_{1-x}\text{Ag}_x\text{S}_{1-x/2}$. Код оваквог галенита неки јони олова(II) замењени су сребром(I), а како би се очувала електронеутралност структуре, на местима неких сулфидних јона јављају се празнине. Ако је густина неког среброносног галенита $7,21 \text{ g/cm}^3$, а ивица јединичне ћелије његове кристалне решетке $5,88 \text{ \AA}$, одредити вредност стехиометријског коефицијента x за њега.

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$



$$x = \underline{\hspace{2cm}}$$

(3 дец.)

10. Колика је запремина глацијалне (100%) сирћетне киселине ($\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$) потребна за припремање 100 dm^3 раствора сирћетне киселине чији је $\text{pH } 4,00$? $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

$$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

(2 дец.)

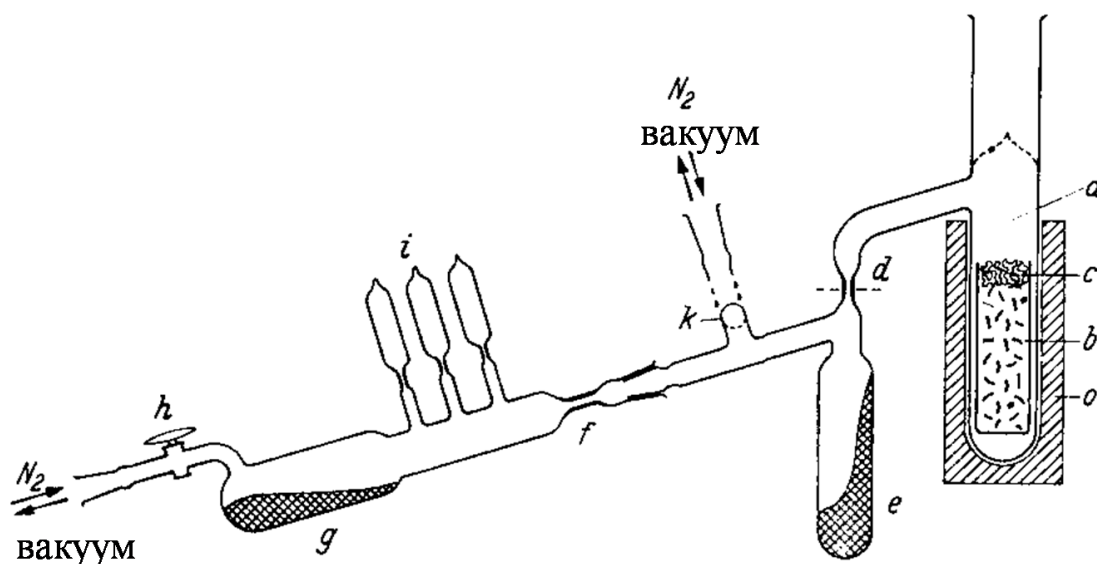
11. Колико грама сумпор(VI)-оксида је неопходно растворити у $60,0 \text{ g}$ раствора $4,90\%$ (масених) сумпорне киселине да би њен масени удео порастао на $12,2\%$?

$$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

(2 дец.)

12. Испод је дат поступак за лабораторијско добијање неког метала.

„Хлорид метала се претходно добро осуши у сушници на око $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затим помеша са калцијумовим опилцима. Закључено је да је однос од око 15 g хлорида на 2 g калцијума (стехиометријски вишак око 12%) задовољавајући. Овом смешом се напуни гвоздени тигл b који се зачепи челичном вуном c . Након што се реакциони суд a отвори и тигл стави у њега, суд се затопи (као на слици) и постави у грејно тело o . Затим се суд интензивно загрева под вакуумом (k и h). Након $2\text{--}3$ сата метал креће да дестилује и скупља се у одељку e . Када температура достигне око $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, суд a одваја се од остатка апаратуре затопљавањем стакла на месту d под вакуумом. Загревањем одељка e без прекидања вакуума метал поново дестилује пролазећи кроз сужење f у пријемни део g , који се онда под вакуумом може одвојити затапањем сужења f . Одвојени део апаратуре се може обрнути тако да се метал сакупи у ампулама i , где ће очврснути након хлађења сувим ледом. Ампуле се кроз вентил h могу напунити врло чистим азотом и одвојити затапањем спајајућих цевчица.”

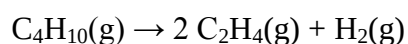


Идентификовати овај метал и написати једначину реакције на којој се његово добијање заснива.

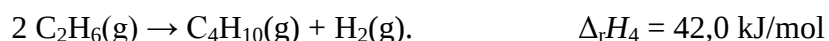
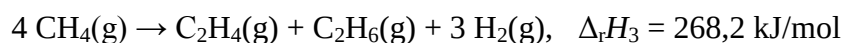
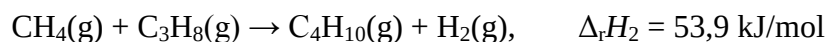
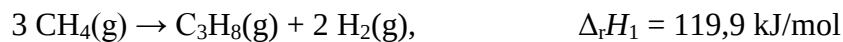
Метал= _____

Реакција: _____

13. Одредити $\Delta_r H$ реакције:



уз помоћ следећих термохемијских података:



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

(1 дец.)

14. Итријумов и алуминијумов гранат представља мешовити оксид који има емпиријску формулу $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. Широко се примењује у ласерској технологији.

а) Представите формулу ове супстанце у облику $x\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3$ (x и y су цели бројеви).

б) При изради ласера итријумови јони се могу заменити јонима других елемената, нпр. итербијума (Yb). Напишите емпиријску формулу оваквог „допираног“ граната, ако је 20 % првобитно присутних итријумових јона замењено јонима итербијума. Наелектрисања јона итријума и итербијума су идентична.

15. Написати сређену јонску једначину с назначеним агрегатним стањима реакције која се дешава када се концентровани раствор калијум-хлорида подвргне електролизи на графитним електродама.

16. За таложење једног мола алуминијумових јона неопходно је утрошити:

а) 1 C

б) 3 C

в) 96500 C

г) $6 \cdot 10^{23}$ C

д) Ниједан од претходно наведених одговора није тачан.

Заокружити тачан одговор.

17. Које од наведених једињења се користи за смањивање сталне тврдоће воде („омекшавање”)? Заокружити тачан одговор и објаснити га сређеном једначином реакције у јонском облику.

а) CaCO_3

б) NaOH

в) NH_3

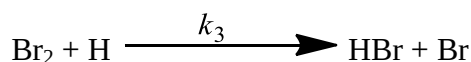
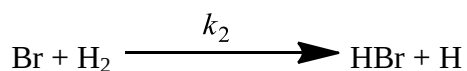
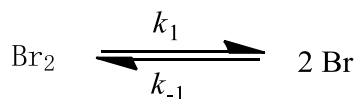
г) Na_3PO_4

д) SiO_2

ђ) BaO_2

18. Реакција $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{HBr}$

се одиграва по следећем механизму:



Напишите израз за брзину укупне реакције, и израчунајте одговарајућу константу брзине.

$$k_1 = 5,7 \times 10^4 \text{ s}^{-1} \quad k_{-1} = 4,5 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \quad k_2 = 2,7 \times 10^{-1} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \quad k_3 = 1,6 \times 10^3 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$$

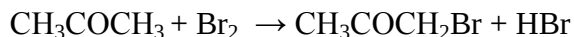
$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$v = \underline{\hspace{10em}} \quad k = \underline{\hspace{10em}}$$

(1 дец. x експ.)

(јединица)

19. У табели су дати експериментални подаци за реакцију бромавања ацетона, која је катализована киселином:



Проба	$[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_0/\text{M}$	$[\text{Br}_2]_0/\text{M}$	$[\text{H}^+]/\text{M}$	брзина нестајања брома/ M s^{-1}
1	0,30	0,050	0,050	$5,7 \times 10^{-5}$
2	0,30	0,10	0,050	$5,7 \times 10^{-5}$
3	0,30	0,050	0,10	$1,2 \times 10^{-4}$
4	0,40	0,050	0,20	$3,1 \times 10^{-4}$
5	0,40	0,050	0,050	$7,6 \times 10^{-5}$

Израчунајте брзину нестајања брома ако је почетна концентрација ацетона 0,50 M, брома 0,150 M, а водоникових јона 0,10 M.

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$v = \text{_____} \text{ M s}^{-1}$$

(1 дец. x експ.)

20. Калијум-хипоманганат је једно од ретких једињења где је манганов оксидациони број +5, а садржи један манганов атом и ни један водоников атом. Може се добити релативно једноставно: докапавањем раствора калијум-перманганата у базан раствор калијум-сулфита (реакција 1). Међутим, хипоманганатни јон се лако диспропорционише и у умерено базном раствору (реакција 2). Написати једначине сређених јонских реакција.

реакција 1: _____

реакција 2: _____

Кључ теста за II разред

	поени
1. 34,01 g	3
2. 11,1 mol/dm ³	3
3. 5,7 g	3
4. 47%	3
5. $\varphi(\text{N}_2) = 9,1\%$	1
$\varphi(\text{NO}) = 26,3\%$	1
$\varphi(\text{NO}_2) = 64,6\%$	1
6. 1,4%	3
7. а) $\text{KCl} < \text{NaCl} < \text{BaO} < \text{MgO}$	1,5
б) $\text{H}_2\text{O} > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Ne}$	1,5
8. 29,7 година	3
9. 0,166	3
10. 3,75 cm ³	3
11. 3,97 g	3
12. метал = Cs	1,5
реакција = $2 \text{CsCl} + \text{Ca} \rightarrow 2 \text{Cs} + \text{CaCl}_2$	1,5
13. 230,8 kJ/mol	3
14. а) $3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$	1,5
б) $\text{Y}_{12}\text{Yb}_3\text{Al}_{25}\text{O}_{60}$	1,5
15. $2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{OH}^- + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	3
16. д	3
17. $3 \text{Mg}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ или $3 \text{Ca}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	3
18. $\nu = k_1^{1/2} k_{-1}^{-1/2} k_2 [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{1/2}$	1
$k = 3,0 \cdot 10^{-1} \text{ M}^{-1/2} \text{ s}^{-1}$	1+1
19. $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ M s}^{-1}$	3
20. реакција 1: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{3-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	1,5
реакција 2: $2 \text{MnO}_4^{3-} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + \text{MnO}_2 + 4 \text{OH}^-$	1,5