

Министарство просвете Републике Србије
Српско хемијско друштво

Међуокружно такмичење из хемије
07.04.2024.

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; 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; Pd=106; Ag=108; Cd=112; Sn=119; Sb=122; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Ce=140; Pr=141; Nd=144; W=184; Ir=192; Pt=195; Au=197; 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: 6,0·10²³

Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

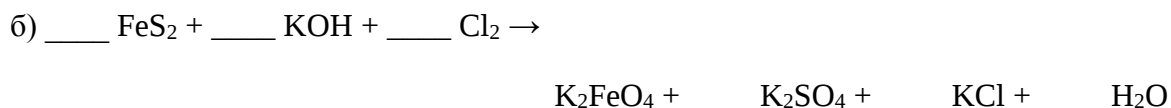
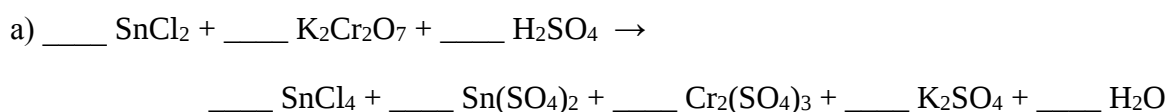
Планкова константа: 6,62·10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА.

1. Да би утврдио емпиријску формулу магнезијум-оксида, ученик мери масу празног тигла, затим у њега додаје магнезијумову траку, те поново мери тигл. Тигл се загрева на Бунзеновом пламенику, чиме се пали магнезијум и добија се сива чврста супстанца. По хлађењу, тигл са супстанцом се поново мери. По обради резултата, ученик је закључио да је емпиријска формула оксида Mg_5O_4 . Која од наведених тврдњи објашњава зашто је добијена формула Mg_5O_4 уместо очекиване емпиријске формуле? Заокружити слово испред тачног одговора.

- а) Један део магнезијума реагује с атмосферским азотом дајући магнезијум-нитрид.
- б) Сагоревањем настаје смеша магнезијум-оксида и магнезијум-пероксида.
- в) Парче магнезијумове траке је можда било краће него што је препоручено за овај оглед.
- г) Могуће је да је ученик загревао тигл с магнезијумом дуже него што је прописано.

2. Средити коефицијенте у следећим једначинама реакција оксидо-редукције.



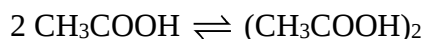
3. У раствор јодида једновалентног метала докапаван је раствор сребро-нитрата до престанка издвајања талога. Маса добијеног раствора једнака је маси полазног раствора непознатог јодида. Израчунати масени удео раствора сребро-нитрата који је коришћен за таложење.

$$w(\text{AgNO}_3) = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

(1 дец.)

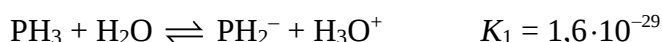
4. Лаза Костић је 1872. године присуствовао у Београду свечаностима поводом пунолетства кнеза Милана Обреновића, где је позвао на српско уједињење. По повратку у Нови Сад, ухапшен је и оптужен за велеиздају, а аустроугарске власти заточиле су га у Пешти. Из затвора Костић је слао писма у којима говори како у том граду влада колера и да се у његовој тамници стално врши дезинфекција помоћу једињења „Eisenvitriol” (на немачком језику реч „Eisen” значи „гвожђе”, а реч „Vitriol” – „сумпорна киселина”). Ако ово једињење садржи 20,1% (масених) гвожђа, написати његову формулу.

5. Сирћетна киселина у гасовитој фази налази се делимично у облику мономера CH_3COOH и делимично у облику димера $(\text{CH}_3\text{COOH})_2$. Уколико густина пара сирћетне киселине у равнотежи износи $2,741 \text{ g/dm}^3$ на $101,3 \text{ kPa}$ и 400 K , колико износи константа равнотеже наведене реакције?



$$K = \frac{\quad}{\quad} \quad (\text{цео број})$$

6. Размотрити следеће равнотеже у воденом раствору:



Заокружити слово (слова) испред тачног одговора (тачних одговора).

а) RNH_2^- јон је јака киселина.

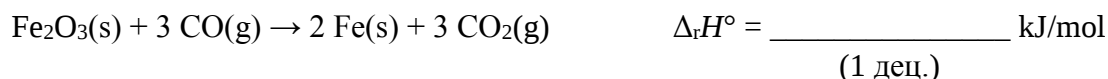
б) Са сигурношћу се може тврдити да вредности равнотежних константи нису дате за стандардне услове, јер би њихов производ у том случају морао да износи $1 \cdot 10^{-14}$.

в) Водени раствор RNH_3 је практично неутралан.

7. Стандардна енталпија настајања хематита, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$, је $-825,5 \text{ kJ/mol}$. Знајући стандардну енталпију следеће реакције:



израчунати стандардну енталпију за реакцију редукције хематита угљен-моноксидом, као што је она приказана испод.



8. Израчунати запремину суда у којем се налази 84,3 mg аргона уколико притисак унутар њега на 23,2 °C износи 1440 Pa.

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

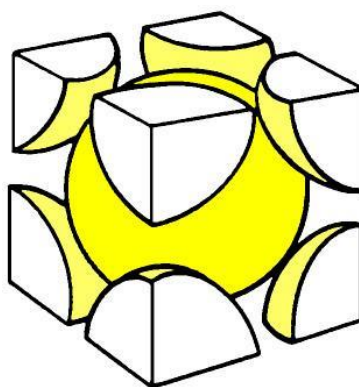
(2 дец.)

9. Када се легирају цезијум и злато, значајно смањење запремине дешава се при саставу 40,3% Cs и 59,7% Au (по маси), јер тада настаје прозирна кристална супстанца X жуте боје. Супстанца X се понаша као електролит када се раствори у течном амонијаку. У додиру с влагом, супстанца X се разлаже уз издвајање гаса.

а) Одредити формулу супстанце X.

б) Написати сређену једначину хемијске реакције супстанце X с водом.

10. Ефикасност паковања f_v дефинише као однос запремине коју у јединичној ћелији заузимају атоми (сфере) и укупне запремине јединичне ћелије. Израчунати ефикасност паковања за запремински центрирану атомску кубну решетку, приказану на слици.



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

(1 дец.)

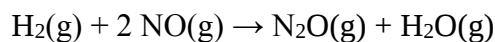
11. Винов закон даје зависност максимума таласне дужине зрачења апсолутно црног тела ($\lambda_{\max}$) и његове температуре (T):

$$\lambda_{\max} T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}.$$

Знајући да је спектар сунчевог зрачења има маскимум на $6,01 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, и претпостављајући да је Сунце апсолутно црно тело, израчунати температуру на површини Сунца.

$$T = \frac{\quad}{\text{(цео број)}} \text{ K}$$

12. Реакција:



покрава се следећем изразу за брзину хемијске реакције:

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2].$$

а) Како ће се променити брзина хемијске реакције ако се концентрација азот(II)-оксида утростручи?

$$v_2/v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

б) Како ће се променити константа брзине хемијске реакције ако се концентрација водоника удвостручи?

$$k_2/k_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

13. Садржај олово(IV)-оксида у минијуму одређује се тако што се измери узорак минијума, пренесе у порцеланску шољу и дода вишак концентроване азотне киселине, при чему се олово(II)-оксид раствара, а олово(IV)-оксид не. Ако се на заостали олово(IV)-оксид делује оксалном киселином ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), долази до његове редукције у олово(II)-оксид. Колики је масени удео олово(IV)-оксида у неком узорку минијума масе 1,0000 g, ако је по додатку $50,0 \text{ cm}^3$ раствора оксалне киселине концентрације $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ за титрацију вишка киселине утрошено $37,5 \text{ cm}^3$ раствора калијум-перманганата концентрације $0,0400 \text{ mol/dm}^3$?

$$w(\text{PbO}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \% \\ \text{(1 дец.)}$$

14. Електролизи је подвргнуто 200 g 32% раствора бакар(II)-сулфата струјом јачине 1 A.

а) Колико је времена потребно да се сав бакар из раствора издвоји на катоди?

$$t = \frac{\quad}{\quad} \text{ h} \\ \text{(1 дец.)}$$

б) Колико износи масени удео раствора сумпорне киселине добијене потпуним издвајањем бакра из раствора?

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\quad}{\quad} \% \\ \text{(1 дец.)}$$

15. Израчунати диполни момент (Z)-1,2-дихлоретена и (E)-1,2-дихлоретена. Диполни момент C—Cl везе износи 1,70 D. Занемарити диполни момент C—H везе.

$$1 \text{ D} = 3,33 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$$

$$\mu((Z)\text{-1,2-дихлоретен}) = \frac{\quad}{\quad} \text{ D} \quad \mu((E)\text{-1,2-дихлоретен}) = \frac{\quad}{\quad} \text{ D} \\ \text{(2 дец.)} \quad \text{(2 дец.)}$$

16. Одређивана је чистоћа узорка бензил-хлорида ((хлорметил)бензена) запрљаног толуеном на следећи начин: у малом балону загревано је уз повратни хладњак узорак масе 1,0000 g бензил-хлорида и 15,0 cm³ раствора NaOH концентрације 1,000 mol/dm³. После сат времена садржај балона је разблажен двоструком запремином воде и титрован раствором хлороводоничне киселине концентрације 0,5000 mol/dm³ уз додатак фенолфталеина. Утрошено је 16,5 cm³ раствора киселине.

а) Написати сређену једначину реакције која се одвија на бензил-хлориду.

б) Израчунати чистоћу узорка у масеним процентима.

$$w = \frac{\quad}{\quad} \% \\ \text{(1 дец.)}$$

17. На загрејану концентровану фосфорну киселину додаван је кап по кап етанол, а издвојени гасови су проведени прво кроз испираницу са засићеним раствором калцијум-хлорида, па затим испираницу са бромом који је прекривен слојем воде. Када је нестала пара брома изнад слоја воде у последњој испираници престало се са укапавањем, а садржај те испиранице је пренесен у левак за одвајање и испран водом и раствором натријум-хидроксида, и поново више пута водом. После сушења калцијум-хлоридом и дестилације, добијен је чист производ тачке кључања 131 °С. Написати структурну формулу овог производа и израчунати принос ако се од 150 g алкохола добија 150 g производа.

структурна формула:

принос = _____ %
(цео број)

18. У природи се ретко срећу минерали који представљају органска једињења, а неки од примера оваквих су хјувелит, евенкит и карпатит. Доле је дата табела са неким особинама ових минерала. Повежите име минерала са једном од формула: $C_{24}H_{12}$, $CaC_2O_4 \cdot H_2O$, $C_{24}H_{50}$.

	хјувелит	евенкит	карпатит
Растварање у хлороформу	не	да	да
Растварање у воденом раствору хлороводоничне киселине	да	не	не
Обезбојавање бромне воде	да	не	не
Тачка топљења/распадања (°C)	162,5	48–54	432,8
Молекулска формула			

19. Античка Химера је страшно хибридно чудовиште које бљује ватру. У Ликији налазила се планина Химера, која је можда послужила као инспирација за мит о истоименом бићу, будући да се из ове планине ослобађа запаљив гас Х који гори плавим пламеном. Овај гас такође се ослобађа у мочварама. Неки прокариотски организми оспособљени су за његову биосинтезу, а налазе се у симбиози са преживарима где овим хемијским процесом потпомажу варење целулозе. Гас Х може се добити редукцијом угљен-диоксида водоником, при чему се на четири молекула водоника добијају два молекула воде. Написати молекулску формулу гаса Х.

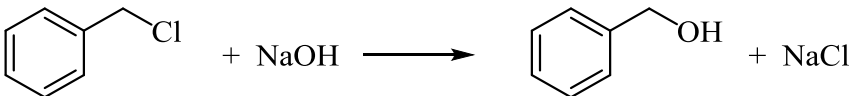
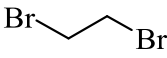
20. У табели су дати значајни састојци неке три фракције нафте, **А–В**, и њихови масени удели.

Фракција	Састојак	Масени удео
А	<i>n</i> -пентан	5,6%
	<i>n</i> -хексан	11,6%
	изомерни пентани	15,1%
	изомери хексани	8,0%
	изомерни хептани	8,9%
	циклохексан	5,0%
	изомерни хексени	1,8%
	бензен	3,2%
	толуен	4,8%
	изомерни ксилени	8,0%
	остали алкилбензени	14,5%
Б	<i>n</i> -додекан	3,2%
	<i>n</i> -тридекан	5,3%
	<i>n</i> -тетрадекан	4,7%
	<i>n</i> -пентадекан	5,1%
	<i>n</i> -хексадекан	4,4%
	изомерни тридекани	13,7%
	изомерни тетрадекани	14,8%
	алкилциклохексани	9,8%
	изомерни ксилени	8,1%
	остали алкилбензени	13,5%
	полициклични ароматични угљоводоници	5,0%
В	<i>n</i> -нонан	12,1%
	<i>n</i> -декан	9,4%
	<i>n</i> -ундекан	1,7%
	изомерни октани	2,6%
	изомерни нонани	7,2%
	изомерни декани	7,0%
	изомерни ундекани	3,9%
	алкилциклохексани	16,1%
	изомерни ксилени	5,0%
	остали алкилбензени	12,7%

Уписивањем одговарајућих слова разврстати три фракције по растућим опсезима тачака кључања.

_____ < _____ < _____

Кључ теста за III и IV разред

	поени
1. а	3
2. а) $\underline{6}$ SnCl_2 + $\underline{2}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ + $\underline{14}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\underline{3}$ SnCl_4 + $\underline{3}$ $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ + $\underline{2}$ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ + $\underline{2}$ K_2SO_4 + $\underline{14}$ H_2O	1,5
б) $\underline{\quad}$ FeS_2 + $\underline{24}$ KOH + $\underline{9}$ $\text{Cl}_2 \rightarrow$ $\underline{\quad}$ K_2FeO_4 + $\underline{2}$ K_2SO_4 + $\underline{18}$ KCl + $\underline{12}$ H_2O	1,5
3. 72,3%	3
4. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3
5. 66	3
6. в	3
7. -23,5 kJ/mol	3
8. 3,60 dm ³	3
9. а) CsAu	1,5
б) $2 \text{CsAu} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Au} + \text{H}_2 + 2 \text{CsOH}$	1,5
10. 68,0%	3
11. 5808 K	3
12. а) 9	1,5
б) 1	1,5
13. 29,9%	3
14. а) 21,4 h	1,5
б) 23,3%	1,5
15. $\mu((Z)\text{-1,2-дихлоретен}) = 2,94 \text{ D}$	1,5
$\mu((E)\text{-1,2-дихлоретен}) = 0,00 \text{ D}$	1,5
16. а) 	1,5
б) 85,4%	1,5
17. 	1,5
24%	1,5
18. $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_{24}\text{H}_{50}$, $\text{C}_{24}\text{H}_{12}$	1+1+1
19. CH_4	3
20. $A < B < Б$	3