

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

Међуокружно такмичење из хемије
09.04.2022.

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; Sb=122; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Ce=140; Nd=144; 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: 6,0x10²³

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. Цер је хемијски елемент који се најчешће јавља у два различита оксидациона стања, +3 и +4. Раствор узорка цер(IV)-сулфата непознате концентрације титрован је у киселој средини стандардним раствором јода концентрације $0,01 \text{ mol/dm}^3$ уз скроб као индикатор. Један од производа реакције која се одиграва током ове титрације јесте киселина релативне молекулске масе 176. Реакција до које долази представља реакцију оксидо-редукције. Тамноплава боја појављује се након додавања $4,1 \text{ cm}^3$ раствора јода. Одредити масу цер(IV)-сулфата у анализираном узорку.

$$m = \text{_____} \text{ mg}$$

(цео број)

2. У Бреновом (Brin) поступку добијања једног гаса у чистом стању ваздух се најпре проводи кроз раствор натријум-хидроксида, а затим пропушта преко баријум-оксида на високој температури и притиску, при чему се, у равнотежној реакцији, гради бинарно једињење А. Затим се прекине увођење ваздуха и снизи притисак, при чему се издваја гас Б и заостаје чврста супстанца В. Напишите молекулске формуле супстанци А, Б и В.

$$A = \text{_____} \quad B = \text{_____} \quad V = \text{_____}$$

3. Стандардна енталпија настајања метана износи $\Delta_f H^\circ = -74,9 \text{ kJ/mol}$. Средња енергија везе C–H у молекулу метана износи $415,5 \text{ kJ/mol}$, а енергија везе H–H у молекулу водоника је $436,0 \text{ kJ/mol}$. Колико износи стандардна енталпија атомизације графита, срачуната по молу атома?

$$\Delta_{at} H^\circ = \text{_____} \text{ kJ/mol}$$

(1 дец.)

4. Израчунајте pH раствора никал(II)-нитрата концентрације $0,15 \text{ mol/dm}^3$. У воденом раствору јони никла граде комплекс $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Константа киселости овог комплекса износи $2,5 \times 10^{-11}$.

$$\text{pH} = \text{_____}$$

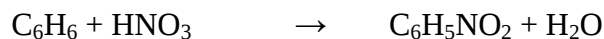
(1 дец.)

5. Дестилацијом 80% азотне киселине се добијају два раствора – концентрације 68% и 98%. Који је однос маса добијена два раствора? Сви проценти наведени у задатку су масени.

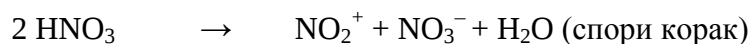
$$m(68\%) / m(98\%) = \underline{\hspace{2cm}}$$

(1 дец.)

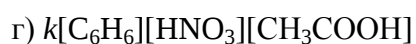
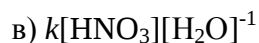
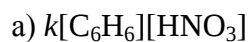
6. Реакција бензена са раствором азотне киселине у сирћетној киселини:



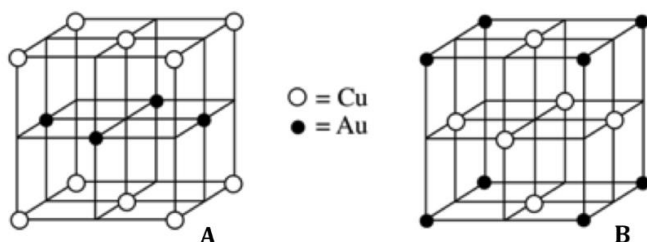
одвија се према следећем механизму:



Реакција се изводи у сирћетној киселини, тако да је азотна киселина у великом вишку у односу на бензен. Који израз одговара брзини ове реакције под наведеним условима? Заокружите слово испред тачног одговора.



7. Бакар и злато формирају различите легуре. На сликама су приказане две легуре бакра и злата, А и В. Наћи однос дужина ивица јединичних ћелија легура В и А ако је густина легуре А $14,40 \text{ g/cm}^3$, а густина легуре В $16,32 \text{ g/cm}^3$. Сматрати да обе јединичне ћелије имају облик коцке.



$$a_B/a_A = \underline{\hspace{2cm}}$$

(3 дец.)

8. Израчунајте масени удео калијум-хидроксида у воденом раствору масене концентрације 560 g/L, уколико је густина раствора 1,40 g/cm³.

_____ %

(1 дец.)

9. Банане се често складиште и транспортују у присуству кесица пуних калијум-перманганата. Перманганат апсорбује етен који ослобађају банане, а који представља хормон сазревања и доводи до бржег пропадања воћа. Садржај ових кесица после извесног времена побраони, а могуће је идентификовати и калијум-карбонат као један од састојака смеше у оваквим кесицама. Написати сређену једначину реакције која се одвија.

10. После реакције 1,200 g смесе гвожђе(II)-оксида и бакар(II)-оксида са водоником, смањење масе износи 0,253 g. Израчунајте масени проценат оксида у првобитној смеси.

_____ % гвожђе(II)-оксида _____ % бакар(II)-оксида

(цео број)

(цео број)

11. Узима се да је прво органометалоидно једињење добијено загревањем арсен(III)-оксида и калијум-ацетата. У тој реакцији настаје тзв Кадеова пушљива течност. Иако ова течност представља смешу доминантно два једињења променљивог састава, однос маса арсена, угљеника и водоника је увек исти и износи 12,5 : 4 : 1. Поред ових елемената, ова течност садржи и кисеоник чији је садржај променљив, али никада не прелази 7,08% по маси. Од доле наведених парова једињења која представљају доминантне састојке Кадеове течности? Заокружити слово испред тачног одговора.

а) $(\text{CH}_3)_4\text{As}_2$ и $(\text{CH}_3)_2\text{AsOAs}(\text{CH}_3)_2$

б) $(\text{CH}_3)_3\text{As}$ и $(\text{CH}_3)_3\text{AsO}$

в) $(\text{CH}_3)_6\text{As}_6$ и $(\text{CH}_3)_3\text{AsO}$

г) $(\text{CH}_3)_6\text{As}_6$ и $(\text{CH}_3)_2\text{AsOAs}(\text{CH}_3)_2$

12. Оксидацијом 98,0 g неког метала помоћу кисеоника добијено је 114,1 g чврсте супстанце. Одредити молекулску формулу производа ове реакције.

13. Из сваког пара одаберите супстанцу са вишом температуром кључања:

а) H_2O или D_2O

б) HF или HCl

в) NF_3 или CHF_3

14. Ридбергова формула повезује одговарајуће енергетске прелазе у атому водоника са таласном дужином која одговара том прелазу. Ридбергова формула гласи:

$$1/\lambda = R (1/n_1^2 - 1/n_2^2),$$

где је $R = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ Ридбергова константа, а n_1 и n_2 природни бројеви који одговарају енергетским нивоима између којих се дешава прелаз. Одредити моларну енергију јонизације водоника.

$$E_i = \text{_____ kJ/mol}$$

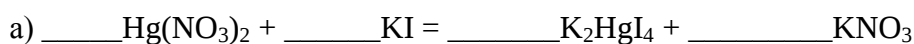
(1 дец.х експ.)

15. У реактор је најпре убачен угаљ, па је реактор напуњен угљен-диоксидом и загрејан. После неког времена гас у реактору је садржао 88,8 % (запреминских) угљен-диоксида. Колико % првобитно присутног угљен-диоксида је реаговало. Претпоставите да примесе из угља не реагују под реакционим условима.

_____ %

(1 дец.)

16. Напишите коефицијенте у следећим једначинама реакција:



17. а) Колики је број неспарених електрона у атому хрома (атомски број је 24)?

б) Колики је број неспарених електрона у атому волфрама (атомски број је 74) у гасовитом стању? Он се разликује од броја неспарених електрона код хрома и молибдена, који се налазе у истој групи Периодног система. Имајте на уму да је атомски полупречник волфрама мањи од полупречника молибдена.

а) _____

б) _____

18. Интернационална јединица (IU, "International unit") је у фармакологији јединица за количину супстанце, заснована на измереној биолошкој активности или ефекту те супстанце. Интернационална јединица ензима је количина ензима која катализује конверзију 1 μmol супстрата по минути, под дефинисаним условима. Катал је количина ензима која катализује конверзију 1 mol супстрата по секунди, под дефинисаним условима. Израчунати колико један катал има интернационалних јединица.

_____ IU

(цео број x експ.)

19. Одредити молекулску формулу непознате супстанце, ако прецизно измерена релативна молекулска маса молекула које сачињавају најзаступљенији изотопи елемента/елемената износи 28,006148. Такође је познато и то да молекул сачињава/сачињавају неки од следећих елемената: угљеник, водоник, азот, кисеоник.

елемент	изотоп	заступљеност	релативна атомска маса
угљеник	^{12}C	(98.84 – 99.04) %	12.000000
	^{13}C	(0.96 – 1.16) %	13.003355
водоник	^1H	(99.972 - 99.999) %	1.007825
	$^2\text{H (D)}$	(0.001 – 0.028) %	2.014102
азот	^{14}N	(99.578 – 99.663) %	14.003074
	^{15}N	(0.337 – 0.422) %	15.000109
кисеоник	^{16}O	(99.738 – 99.776) %	15.994915
	^{17}O	(0.0367 – 0.0400) %	16.999132
	^{18}O	(0.187 – 0.222) %	17.999160

20. X и Y су хемијски елементи који имају једнак број попуњених и полупопуњених орбитала у основном стању.

а) Напишите молекулску формулу једињења које настаје у реакцији оксида ова два елемента.

б) Прикажите структурну формулу тог једињења.

а) _____

б) _____

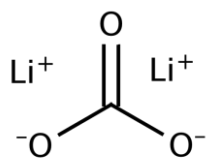
Кључ теста за II разред

		Поени
1.	136 mg	3
2.	A = BaO ₂	1
	Б = O ₂	1
	В = BaO	1
3.	715,1 kJ/mol	3
4.	5,7	3
5.	1,5	3
6.	д	3
7.	0,870	3
8.	40,0 %	3
9.	$4 \text{ KMnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow 4 \text{ MnO}_2 + 2 \text{ K}_2\text{CO}_3 + 2 \text{ H}_2\text{O}$	3
10.	48 % FeO	1,5
	52 % CuO	1,5
11.	а	3
12.	PtO ₂	3
13.	а) D ₂ O	1
	б) HF	1
	в) CHF ₃	1
14.	$1,3 \times 10^3 \text{ kJ/mol}$	3
15.	5,9 %	3
16.	а) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{KI} = \text{K}_2\text{HgI}_4 + 2\text{KNO}_3$	1,5
	б) $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 6\text{HCl} = 2\text{UO}_2\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{H}_2\text{O}$	1,5
17.	а) 6	1,5
	б) 4	1,5
18.	$6 \times 10^7 \text{ IU}$	3
19.	N ₂	3

20. a) Li_2CO_3

1,5

b)



1,5