

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

Међуокружно такмичење из хемије
09.04.2022.

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; 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. 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.)

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

3. 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.

$m(68\%) / m(98\%) =$ _____

(1 дец.)

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

_____ %

(1 дец.)

5. 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.

6. 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)

7. 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.)

8. 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.

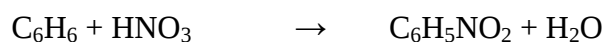
А = _____ Б = _____ В = _____

9. 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.

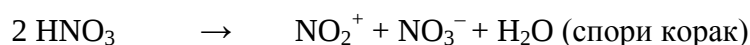
$$m = \text{_____} \text{ mg}$$

(цео број)

10. 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.

а) $k[\text{C}_6\text{H}_6][\text{HNO}_3]$

б) $k[\text{C}_6\text{H}_6]$

в) $k[\text{HNO}_3][\text{H}_2\text{O}]^{-1}$

г) $k[\text{C}_6\text{H}_6][\text{HNO}_3][\text{CH}_3\text{COOH}]$

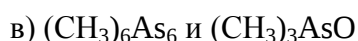
д) k

11. Израчунајте рН 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 $2,5 \times 10^{-11}$.

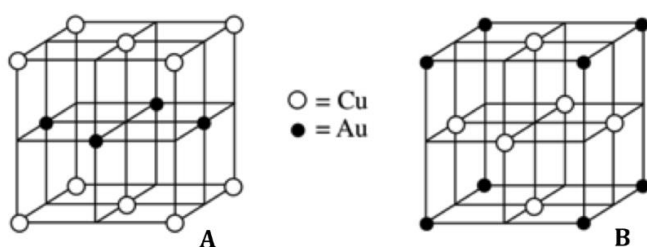
$$\text{pH} = \text{_____}$$

(1 дец.)

12. 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.



13. 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.)

14. 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?

$$\Delta_{\text{at}} H^\circ = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ/mol}$$

(1 дец.)

15. У раствор 15 g калијум-хидроксида у 1-пропанолу (21 cm^3 , $\rho = 0,803 \text{ g cm}^{-3}$) на собној температури укапан је полако уз интензивно мешање етил-јодид ($18,1 \text{ cm}^3$, $\rho = 1,94 \text{ g cm}^{-3}$). Током додавања алкил-халогенида температура је расла, али је хлађењем одржавана на $30-40^\circ\text{C}$, а издвајао се бели талог А. После пречишћавања из реакционе смеше је изоловано 8 g безбојне течности Б која кључа на $62-65^\circ\text{C}$.

а) Написати формуле једињења А и Б.

б) Ако се температура не контролише у току реакције, настаје више једињења В. Напишите формулу једињења В.

в) Израчунајте принос једињења Б.

а) А = _____ Б = _____

б) В = _____

в) _____ %

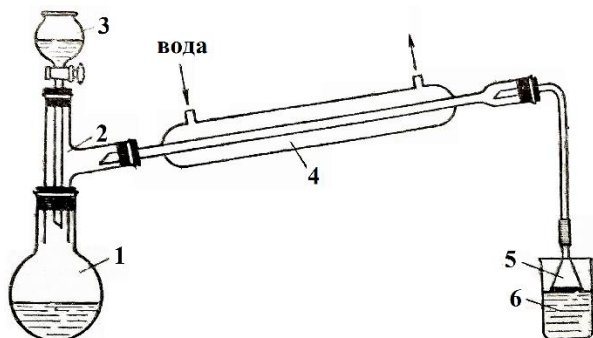
(1 дец.)

16. Доле је приказана апаратура за добијање једињења Х. Бројевима су означени: 1 – балон са округлим дном у коме се налазе бензен и опилци гвожђа, 2 – наставак за дестилацију, 3 – капалица са елементарним бромом, 4 – кондензатор са воденим хлађењем, 5 – стаклени левак за цеђење, 6 – чаша са водом.

а) Написати структуру једињења Х које се синтетише у овој апаратури.

б) Написати у ком делу апаратуре се налази једињење Х на крају реакције.

в) Написати формулу катализатора који убрзава настајање једињења Х.



а) _____ б) _____ в) _____

17. Заокружити слово (слова) испред тачних исказа:

а) Циклоалкани имају више тачке кључања и топљења и веће густине од одговарајућих алкана јер су Лондонове (дисперзионе) силе између молекула јаче услед веће додирне површине, односно бољег паковања.

б) Тачке кључања изомерних примарних, секундарних и терцијарних алкохола опадају у том смеру због повећавања стерних сметњи за гађење водоничних веза.

в) Тачке кључања алкил-халогенида са истим бројем угљеникових атома опадају у низу хлориди, бромиди, јодиди јер опада диполни момент молекула тим смером.

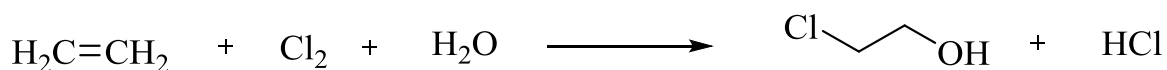
г) Етри малих молекулских маса, за разлику од таквих алкохола, не мешају се са водом јер не могу да граде водоничне везе.

д) Симетрично грађени изомери имају више тачке топљења од других изомера.

18. Е-фактор је величина којом се квантификује неповољан утицај хемијског процеса на животну средину. Дефинише се као однос масе реакционог отпада (све што настаје у реакцији, а није жељени производ) и масе добијеног жељеног производа, односно говори о томе колико је пута маса реакционог отпада већа од масе жељеног производа.

$$E - \text{фактор} = \frac{m_{\text{otpad}}}{m_{\text{proizvod}}} = \frac{m_{\text{reaktanti}} - m_{\text{proizvod}}}{m_{\text{proizvod}}}$$

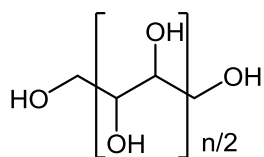
Одредити Е-фактор целокупног следећег двокорачног процеса добијања оксирана, рачунајући да су обе реакције квантитативне:



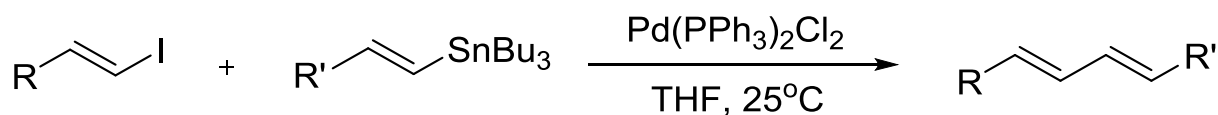
Е-фактор = _____

(1 дец.)

19. Колико постоји различитих ахиралних стереоизомера полиола који имају општу формулу дату доле? Одговор исказати у функцији од броја n , који је цео број.

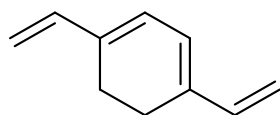


20. Stille-ово купловање је значајна реакција у синтези полиенских система:



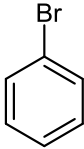
Bu = бутил, Ph = фенил, THF =

Написати све могуће реактанте или комбинације реактаната из којих се у једном кораку може добити Stille-овим купловањем следеће једињење:

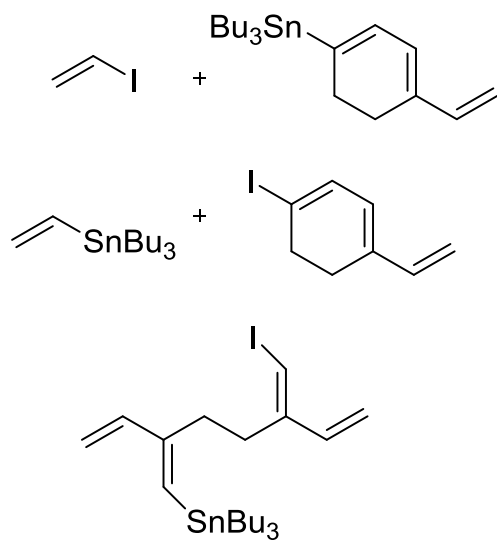


У реакционом кораку се гради само једна веза.

Кључ теста за III и IV разред

	Поени
1. 6×10^7 IU	3
2. PtO_2	3
3. 1,5	3
4. 40,0 %	3
5. $4 \text{KMnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow 4 \text{MnO}_2 + 2 \text{K}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$	3
6. 48 % FeO	1,5
52 % CuO	1,5
7. $1,3 \times 10^3$ kJ/mol	3
8. A = BaO_2	1
Б = O_2	1
В = BaO	1
9. 136 mg	3
10. д	3
11. 5,7	3
12. а	3
13. 0,870	3
14. 715,1 kJ/mol	3
15. а) A = KI , Б = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	0,5 + 0,5
б) B = $\text{CH}_2=\text{CH}_2$	1
в) 40,4%	1
16. а)	
	1
б) 1	1
в) FeBr_3	1

17. а, б, д 3
18. 2,5 3
19. $2^{(n-2)/2}$ 3
- 20.



3x1