

Министарство просвете и науке Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
Београд, 19.05.2012.

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; V=51; Cr=52; Mn=55; Fe=56; Co=59; Ni=59; Cu=64; Zn=65; Ge=73; As=75; Br=80; Rb=85; Sr=88; 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: 6×10²³

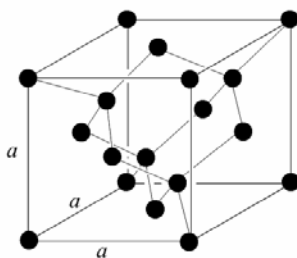
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 × 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Трансформација β - у α -алотропску модификацију металног калаја узрокује појаву која се назива музејска болест или калајна куга, јер се калајни предмети, који се у неодговарајућим условима чувају у музејима током зиме већ лаганим додиром претварају у прах. При атмосферском притиску и изнад $13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ метални калај постоји у β -алотропском облику (бели калај). Дужине ивица јединичних ћелија, које садрже по 4 атома калаја, његове тетрагоналне кристалне решетке, износе $a = b = 583,2\text{ pm}$ и $c = 318,8\text{ pm}$. Испод $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ стабилнији је сиви калај (α -алотропски облик) који има тзв. дијамантску кристалну решетку (слика), код које су дужине ивица јединичних ћелија $a = 649,0\text{ pm}$.



- а) Колико износи разлика густина белог и сивог калаја?

$$\frac{\quad}{(2 \text{ дец.})} \text{ g/cm}^3$$

- б) На коју страну се помера положај равнотеже $\text{Sn(бели)}(s) \rightleftharpoons \text{Sn(сиви)}(s)$ са повећањем притиска (заокружи тачан одговор)?

У десно

У лево

Не помера се

2. Колика је концентрација раствора који садржи $1,000\text{ g}$ анхидрованог бакар(II)-сулфата у $100,0\text{ cm}^3$ раствора.

$$c = \frac{\quad}{(4 \text{ дец.})} \text{ mol/dm}^3$$

3. За потребе растварања неке руде помешане су сумпорна и хлороводонична киселина са одређеном количином воде, а добијена смеша је имала $\text{pH } 0,00$. После разблаживања 100 пута, pH смеше је износила 1,92. Ако је познато да је константа базности сулфатног-јона $K_b = 8,33 \cdot 10^{-13}$, израчунати количинске концентрације киселина у полазној смеси.

$$c(\text{HCl}) = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ mol/dm}^3$$

4. Које од наведених супстанци су парамагнетне (заокружите)?

- a) N_2O
- б) NO
- в) N_2O_3
- г) NO_2
- д) KO_2
- е) Li_2O

5. Одрасла особа масе 70 kg у току једног дана утроши око 16 mol O_2 на сагоревање хране. Кисеоник се редукује до воде, а ослобођена топлота обезбеђује енергију за процесе у организму. Којој јачини струје (која потиче од протока електрона са хране на кисеоник) је еквивалентан човеков метаболизам?

$$I = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ A}$$

6. У реакцији 2,61 g оксида непознатог метала са вишком бромоводоничне киселине добијено је 6,45 g бромида тог метала и 4,8 g брома. Одредите формулу полазног оксида.

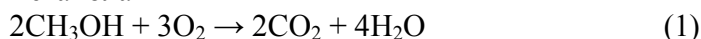
7. Код трисилиламина, $\text{N}(\text{SiH}_3)_3$ структурни сегмент NSi_3 је планаран.

- а) Како је хибридизован атом азота код овог једињења?
- б) Орбитала у којој се налази слободан електронски пар код овог једињења се бочно преклапа са једном орбиталом силицијума. Којом?

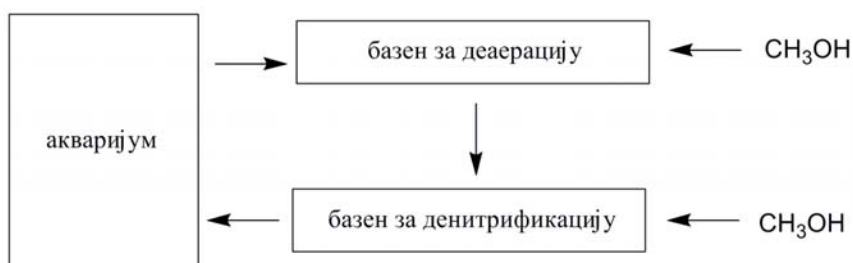
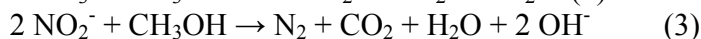
а) _____

б) _____

8. Највећи акваријум на свету налази се у Атланти у САД-у. У њему живи преко 500 различитих животињских врста са укупно око 100.000 јединици. Запремина акваријума је $31,0 \times 10^3 \text{ m}^3$. За уклањање нитрата из воде акваријума користе се бактерије (у противном би концентрација нитрата брзо досегла ниво токсичан за животиње). Процес је следећи: вода из акваријума се најпре пумпа у базене у којима се врши деаерација (уклањање ваздуха) уз помоћ бактерија које метаболишу кисеоник у присуству метанола



Деоксигенована вода се, затим, уводи у реактор за денитрификацију који садржи колоније бактерија рода *Pseudomonas* у порозној средини. Истовремено се додаје метанол, а нитрати се превode прво у нитрите, а затим у азот.



Осим што бактерије троше метанол у реакцијама 1–3, њима је потребно још 30% метанола више за сам њихов раст.

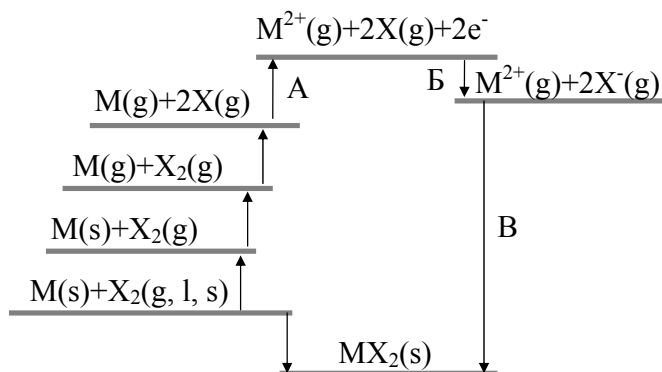
Концентрација кисеоника у морској води на $24\text{ }^\circ\text{C}$ износи $220\text{ }\mu\text{mol dm}^{-3}$, а концентрација нитрата $8100\text{ }\mu\text{mol dm}^{-3}$. Колико укупно dm^3 метанола (густине $0,791\text{ g cm}^{-3}$) је потребно за денитрификацију $31,0 \times 10^3 \text{ m}^3$ воде из акваријума?

$$V = \frac{\quad}{(1 \text{ дец. x експ.})} \text{ dm}^3$$

9. Са колико воде се сме испрати талог калцијум-оксалата да губици услед растворљивости не прелазе $0,4\text{ mg CaC}_2\text{O}_4$? Константа равнотеже растварања калцијум-оксалата: $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ износи $2,3 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$.

$$\frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ cm}^3$$

10. На слици су приказане промене енталпије у реакцији између елемената 2. групе и елемената 17. групе Периодног система елемената.



На линијама напишите шта представљају енергије обележене словима А, Б и В.

А:

Б:

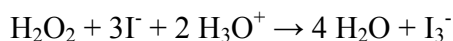
В:

11. Узорак од 1 kg супстанце, која представља и оксидационо и редукционо средство, садржи 0,2904 g електрона. Одредити формулу ове супстанце.

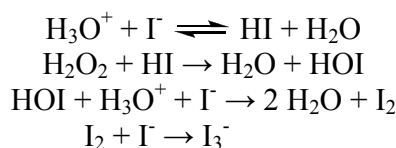
12. При одређивању садржаја гвожђа у узорку, мерењем масе Fe_2O_3 , добијена је вредност 10,11% гвожђа. Ако жарени талог садржи 3,00% Fe_3O_4 , колико је у ствари било гвожђа у узорку?

_____ %
(2 дец.)

13. У киселој средини водоник-пероксид реагује са јодидима према једначини:



Један од могућих механизма по коме се одиграва ова реакција је приказан ниже. Под претпоставком да је први корак механизма равнотежа која се успоставља много брже од одвијања другог, најспоријег корака у овој реакцији, написати једначину брзине за ову оксидацију.



$$v = \underline{\hspace{10cm}}$$

14. Колика запремина (н.у.) етина ће при сагоревању ослободити енергију од 3900 kJ? Енталпија настајања $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ је 227,4 kJ/mol, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ –241,8 kJ/mol, а $\text{CO}_2(\text{g})$ –393,5 kJ/mol.

$$V = \frac{\hspace{10cm}}{(2 \text{ дец.})} \text{dm}^3$$

15. Полиелектролити си полимери који јонизују у води и могу имати велики број индустријских примена (нпр. као састојци сапуна, шампона и прашкова за машинско прање веша). Полиакрилна киселина (ПАА), полимер акрилне киселине (пропенска киселина), је типичан полиелектролит. Ако молекул ПАА садржи 100 мономерних јединица, а K_a вредност карбоксилне групе у овом полимеру износи $1,32 \times 10^{-5}$,
 а) израчунати рН раствора запремине 500 cm^3 који садржи 10 g ПАА.
 б) На којој вредности рН је степен дисоцијације свих карбоксилних група у раствору ПАА једнак 50%?

а) $\underline{\hspace{10cm}}$
(2 дец.)

б) $\underline{\hspace{10cm}}$
(2 дец.)

16. Диетил-сулфид (тачка кључања 93 °C) и 1-бутантиол (тачка кључања 97 °C) се не могу раздвојити помоћу дестилације због блиских тачака кључања. Предложити други начин њиховог раздвајања. Ако је потребно написати једначине реакција које бисте користили.
-

17. У једној од најпоузданих колекција органских синтеза (Organic syntheses), волумен из 1922. године, може се наћи поступак за синтезу одређеног једињења *A*, а који гласи:

У двогрли балон од стакла отпорног на високе температуре, запремине 500 cm³, дода се 150 g калијум-хидроксида. На једно грло се стави капалица која садржи 100 g *trans*-1-бром-2-фенилетена. Друго грло се повеже за кондензатор тако да је могуће вршити дестилацију у току извођења реакције. Балон се загрева на уљаном купатилу све док се не достигне 200 °C, а затим се, брзином кап у секунди, додаје *trans*-1-бром-2-фенилетен. Како реакција напредује, температура расте до 215-220 °C, а безбојни испарљиви производи се кондензују у прихватном суду и граде два немешљива слоја. Горњи слој се одваја, суши помоћу калијум-хидроксида, предестилује и хвата фракција на 142-144 °C. Овим поступком добија се 37 g једињења *A*, које садржи 94,08% угљеника по маси.

- а) Написати структурну формулу једињења *A*.
б) Израчунати принос ове синтезе.
в) Које једињење се налази у доњем слоју након прве дестилације?

а)

б) _____ %
(1 дец.)

в) _____

18. Одређено једињење Φ , са мирисом руже, може се наћи као састојак у високо-квалитетним коњацима и брендијима где он доприноси укупном букеу ових пића. Попуно сагоревање узорка од 1,439 g једињења Φ даје 2,320 dm³ (на 328 K и 110,7 kPa) угљен-диоксида и 1,061 g воде. Оксидација Φ са калијум-перманганатом, под драстичним услова, даје киселину $K1$ која има исту молекулску масу као и једињење Φ . Под блажим условима, Φ оксидацијом даје киселину $K2$ која је хомолог $K1$. Написати структурне формуле једињења Φ , $K1$ и $K2$.

Φ _____

$K1$ _____

$K2$ _____

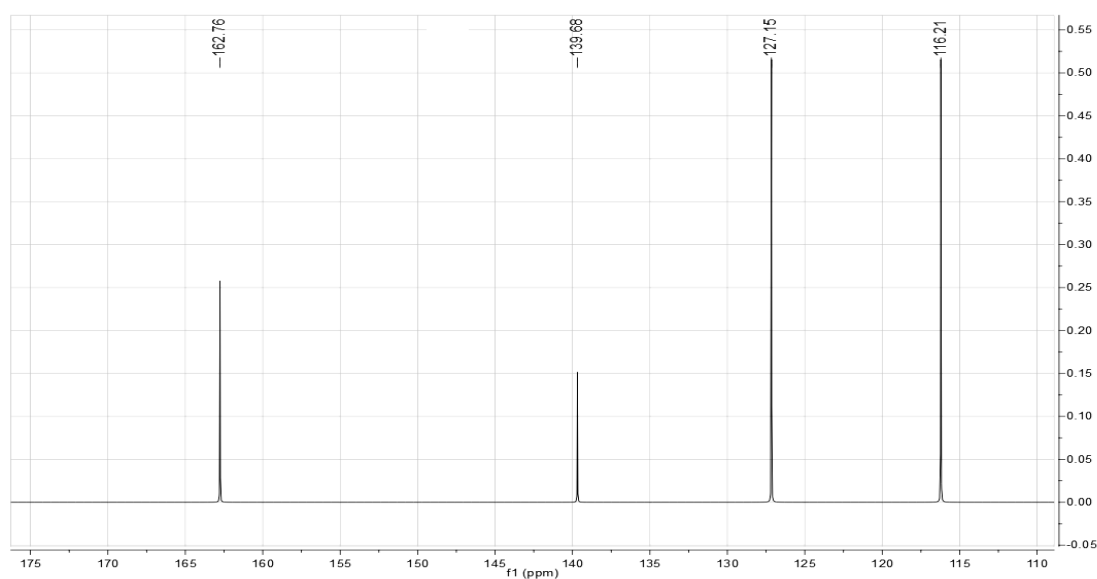
19. За раздвајање и одређивање масних киселина користи се гасна хроматографија. Да би се извела гаснохроматографска анализа смеса масних киселина се најпре третира реагенсом који се добија додавањем 5 cm³ етаноил-хлорида у 50 cm³ охлађеног анхидрованог метанола. Тиме се масне киселине преводе у испарљиве деривате.

- а) Напишите хемијске реакције које се одигравају.
б) Напишите формулу једињења које је катализатор у реакцији превођења масних киселина у испарљиве деривате?

а) _____

б) _____

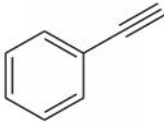
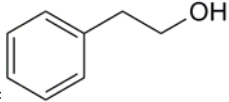
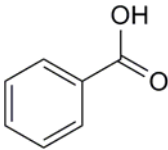
20. ^{13}C -NMR је моћна метода која се рутински користи при структурној анализи. Број сигнала у ^{13}C -NMR спектру одговара броју нееквивалентних угљеникових атома у узорку. Искористите податке добијене у ^{13}C -NMR експерименту (спектар је ниже наведен) да бисте утврдили структуру једног од производа реакције фенола и разблажене азотне киселине. Овај кристални производ је изолован из остатка добијеног после дестилације реакционе смеше са воденом паром. Елементалном анализом производа је утврђено да садржи 51,80% угљеника и 3,60% водоника.

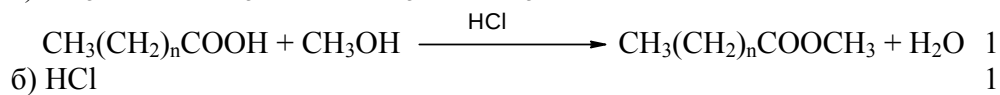
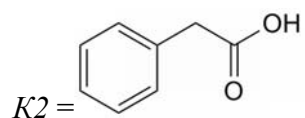


^{13}C -NMR спектар кристалног производа

Структурна формула једињења:

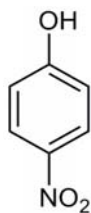
Кључ решења задатака за III и IV разред

	Поени
1. а) $1,50 \text{ g/cm}^3$	1,5
б) улево	1,5
2. $0,0625 \text{ mol dm}^{-3}$	3
3. $c(\text{HCl}) = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}$	1,5
$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4 \text{ mol dm}^{-3}$	1,5
4. б, г, д	3
5. $71,5 \text{ A}$	3
6. MnO_2	3
7. а) sp^2	1,5
б) $3d$	1,5
8. $11,2 \times 10^3 \text{ dm}^3$	3
9. $65,1 \text{ cm}^3$	3
10. А: $E_{i,1} + E_{i,2}$	1
Б: $E_{a,1}$	1
В: енергија кристалне решетке	1
11. H_2O_2	3
12. $10,12 \%$	3
13. $v = k [\text{H}_2\text{O}_2]^1 [\text{I}^-]^1 [\text{H}_3\text{O}^+]^1$	3
14. $69,55 \text{ dm}^3$	3
15. а) $\text{pH } 2,72$	1,5
б) $\text{pH } 4,88$	1,5
16. Неутрални сулфид се одваја од киселог тиола базном екстракцијом.	
$\text{C}_4\text{H}_9\text{SH}(\text{l}) + \text{Na}^+\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{S}^-\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1,5
$\text{C}_4\text{H}_9\text{S}^-\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{SH}(\text{l}) + \text{Na}^+\text{Cl}^-(\text{aq})$	1,5
17. а)	
	1
б) $66,4\%$	1
в) вода (или вода са траговима фенилацетилена)	1
18. $\Phi =$ 	1
$KI =$ 	1



б) HCl

20.



3