

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

Републичко такмичење из хемије
Ниш, 14.05.2016.

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; Ti=48; Cr=52; Mn=55; Fe=56; Co=59;
Ni=59; Cu=64; Zn=65; Ga=70; Ge=73; As=75; Br=80; Rb=85; Sr=88; Y=89; Zr=91; Mo=96;
Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; La=139; W=184; Pt=195;
Hg=201; Pb=207; Bi=209; Fr=223; Ra=226; U=238

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

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

Авогадров број: 6x10²³

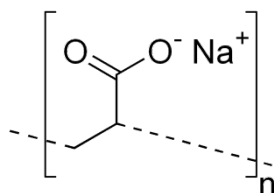
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Натријум-полиакрилат је полимер чија је структура приказана на слици испод. Овај полимер има супер-апсорбујућа својства, што значи да може да апсорбује 200 до 300 пута више воде од сопствене масе. Механизам апсорпције се објашњава водоничним везивањем. Управо ово својство је разлог велике примене овог полимера као вештачког снега, додатка пеленама, детерџентима, итд...



У једном експерименту је одмерено 10,1540 g полимера који је стајао у дејонизованој води док није набубрио, односно апсорбовао део воде. Масени удео воде у одмереном систему полимер/вода износио је 99,04%.

Потом је узорак сушен на 110 °C, при чему је део воде испарио тако да је

удео воде сада износио 98,01%. Израчунати масу система полимер/вода након сушења.

$$m = \frac{\quad}{(3 \text{ дец.})} \text{ g}$$

2. Храм Светог Саве на Врачару са запремином од $1,70 \times 10^5 \text{ m}^3$ највећи је православни храм на свету, а један од највећих храмова уопште. Колико се

а) молова O_2

б) молекула кисеоника $^{17}\text{O}-^{18}\text{O}$

налази у храму у току једног летњег дана када је температура у њему 25°C? Количински процентни удео изотопа кисеоника и запремински процентни састав ваздуха дати су у табелама испод. Притисак је атмосферски (101,3 kPa).

^{16}O	99,760%
^{17}O	0,039%
^{18}O	0,201%

N_2	78,084%
O_2	20,946%
Ar	0,934%
остало	0,036%

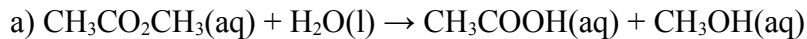
a) $n =$ _____ mol

(2 дец. х експ.)

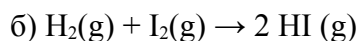
6) $N =$ _____

(2 дец. х експ.)

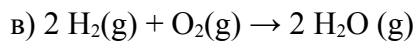
3. За коју (које) од наведених реакција се **на основу израза за брзину** може закључити да је катализована?



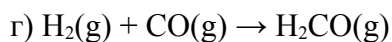
$$v = k [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]$$



$$v = k [\text{H}_2][\text{I}_2]$$



$$v = k (\text{површина Pt}) [\text{H}_2] [\text{O}_2]$$



$$v = k [\text{H}_2]^{1/2} [\text{CO}]$$

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

4. Смеса аргона и хлора пропуштана је над 18,1 g растопљене смесе бакра и алуминијума. Производи реакције су растворени у води, а добијени раствор обрађен вишком раствора натријум-хидроксида. Издвојени талог је отфилтриран и ижарен, после чега је његова маса износила 15,9 g. Одредити састав смесе метала.

% Cu

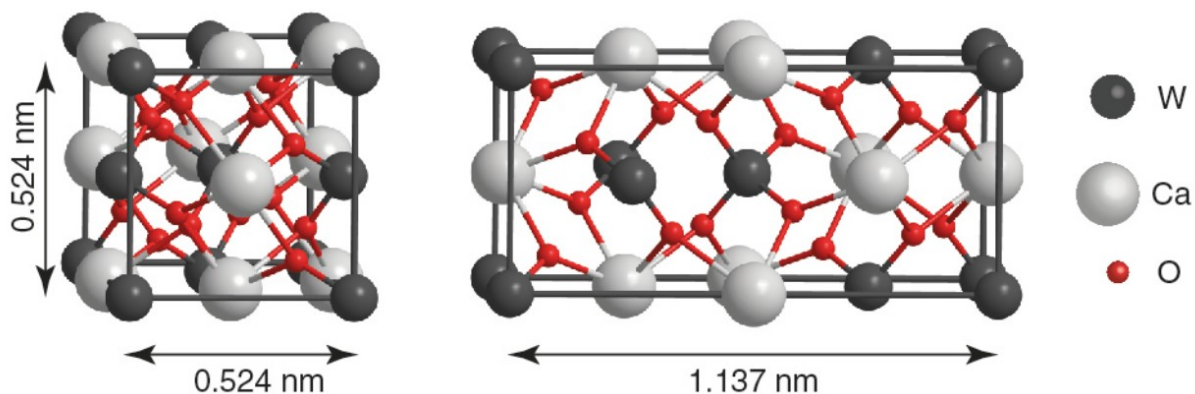
(1 дец.)

% Al

(1 дец.)

5. Безбојна кристалna супстанca X загрејана на ваздуху се пали и сагорева образујући воду и оксид, чији раствор у води показује базну реакцију. Супстанca X бурно реагује са водом уз издвајање лаког гаса, а раствор који се при томе добија је, такође, базан. Ако се кроз тај раствор пропушта угљен-диоксид, у почетку се издваја талог, али наставком увођења тог гаса, раствор се бистри. Написати једначине свих реакција поменутих у задатку.

6. На слици је приказана јединична ћелија (просторни распоред атома волфрама, калцијума и кисеоника) минерала шелита. Одредите а) формулу шеелита и б) његову густину. Напомена: обе слике приказују исту ћелију, слика десно добија се ротацијом левог приказа за 90 степени.



а) _____

б) $\rho =$ _____ g/cm³

(2 дец.)

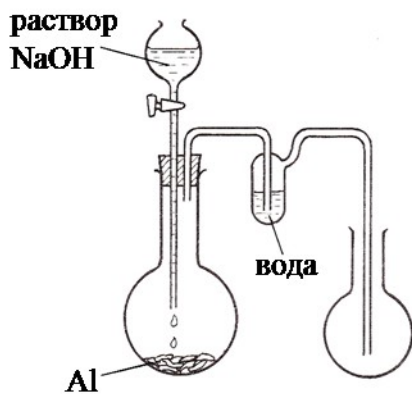
7. Извор воде се налази у кречњачком подручју, тако да вода садржи само једну растворену со у значајној концентрацији. Ако је за титрацију узорка воде запремине 100,00 cm³ било потребно 4,50 cm³ раствора хлороводоничне киселине концентрације 0,0889 mol/dm³, колика је масена концентрација те соли у води.

$\gamma =$ _____ mg/dm³

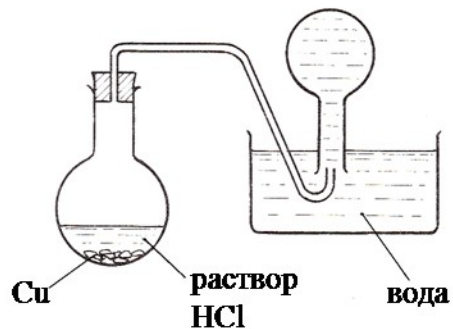
(цео број)

8. Која од следећих схема представља најадекватнији приказ апаратуре и почетних материјала за лабораторијско добијање водоника? Заокружити слово испред тачног одговора.

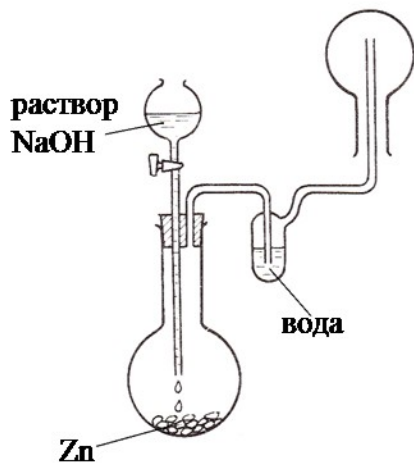
а)



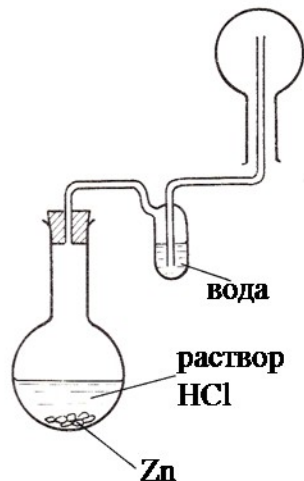
б)



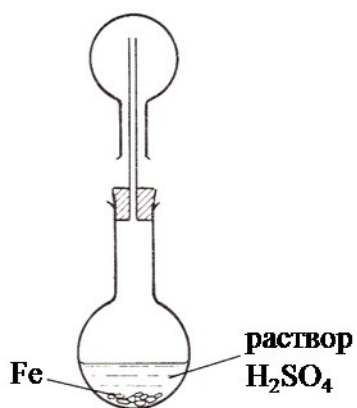
в)



г)



д)



9. У реакцији једињења SF_6 , чија температура сублимације износи -64°C , са HI уз загревање настаје једињење А тачке кључања 30°C . Једињење А не садржи јод. При загревању једињења А на 150°C настаје еквимоларна смеша SF_6 и једињења Б. Тачка кључања једињења Б износи -38°C . Једињење Б са I_2O_5 , у реакцији која није оксидо-редукција, даје једињење В, чија је тачка кључања -44°C . Једињење В у реакцији са водом даје HF и SO_2 , као једине производе. Напишите молекулске формуле једињења А, Б и В.

А = _____ Б = _____ В = _____

10. За добијање хлорида метала формуле M_aCl_n растворен је на 80°C чврст $\text{M}_a\text{Cl}_{n+2}$ у $7,00\text{ g}$ течне супстанце А. Молски однос А и $\text{M}_a\text{Cl}_{n+2}$ је био 1:1. При повишењу температуре на 170°C искристалисао је једини производ реакције M_aCl_n , масе $42,3\text{ g}$. Метал М не спада у лантаноиде нити има особине сличне лантаноидима. Однос $n/a \leq 2$. Напишите молекулске формуле супстанци А, M_aCl_n и $\text{M}_a\text{Cl}_{n+2}$.

А = _____ M_aCl_n = _____ $\text{M}_a\text{Cl}_{n+2}$ = _____

11. Колико грама натријум-хидроксида треба додати у 500 cm^3 воде да би се добио раствор:

а) концентрације $0,0050\text{ mol/dm}^3$

б) масеног удела $2,00\%$

Занемарите промену запремине.

а) _____ g б) _____ g

(2 дец.)

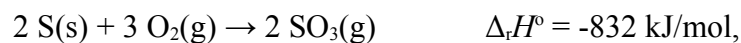
(1 дец.)

12. Фотодетектор је конструисан тако да прима само црвену светлост таласне дужине 665 nm . Детектор је забележио сигнал који одговара флуксу зрачења од $6,455 \times 10^{-15}\text{ J/h}$. Колико фотона црвене светлости је просечно примио детектор у секунди?

_____ фотон/s

(цео број)

13. За реакцију



а за реакцију



Израчунајте стандардне енталпије настајања

а) SO_2

б) SO_3

а) $\Delta_f H^\circ =$ _____ kJ/mol

(цео број)

б) $\Delta_f H^\circ =$ _____ kJ/mol

(цео број)

14. Ациклични молекул се састоји од укупно А ковалентно везаних атома, од којих је Н атома водоника, и садржи укупно Е валентних електрона. Колико је π -веза, у његовој Луисовој структури, ако се зна да за све атоме у том молекулу важи „правило најближег племенитог гаса“?

$n =$ _____

15. Чистећи полице на којима се чувају аналгетици (лекови против болова), фармацеут је наишао на фабричко паковање беле кристалне супстанце. Етикета произвођача је скоро потпуно избледела, а оно што се могло

прочитати је део назива супстанце: „(+)-2-(*p*-изо...)-про...ска...“. На титрацију раствора 1,0 g ове супстанце утрошено је 4,85 cm³ раствора NaOH концентрације 1 mol dm⁻³. Елементном анализом је утврђено да поред угљеника и водоника, супстанца садржи 15,5% кисеоника по маси. Предложити структурну формулу овог једињења.

16. Да би синтетисао бензил-ацетат, један од носилаца мириса јасмина (*Jasminum officinale*), студент је загревао до кључања еквимоларну смешу сирћетне киселине и бензил-алкохола. Да би пратио ток реакције, узимао је неједнаке аликвоте из реакционе смеше у одређеним временским интервалима, а затим и после обраде реакционе смеше. Аликвоте је анализирао помоћу гасне хроматографије, а резултати ових анализа су дати у табели ниже. Бројеви у табели представљају површине испод пикова у хроматограму који одговарају одређеном једињењу. Уколико је познато да је однос површина пикова сразмеран односу њихових количина, израчунати константу равнотеже ове естерификације.

	након мешања реактаната	после 2 h	после 4 h	после 6 h	после 8 h	после 10 h	после обраде реакционе смеше
бензил- алкохол	164971500	171513554	83944381	131017073	86757938	7657364	104071380
бензил- ацетат	1487267	168428806	133560884	243363547	206409653	18217975	365169952

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

(2 дец.)

17. Студија објављена у часопису *Sports Medicine* показала је да L-леуцин-хидрохлорид (дипротична киселина, $pK_{a1} = 2,36$ и $pK_{a2} = 9,60$), $[(CH_3)_2CHCH_2CH(NH_3)COOH]^+Cl^-$, убрзава опоравак мишића након напорних

тренинга тако да се ова супстанца често користи као суплемент у исхрани спортиста. Раствор леуцин-хидрохлорида, $50,00 \text{ cm}^3$, концентрације $0,100 \text{ mol/dm}^3$ титрује се раствором натријум-хидроксида концентрације $0,500 \text{ mol/dm}^3$.

а) Депротоновањем леуцин-хидрохлорида настаје хемијска врста чије је укупно наелектрисање 0. Израчунајте максималну концентрацију ове врсте у раствору.

б) Израчунајте запремину титранта коју треба додати да би рН раствора био 3,50.

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

(3 дец.)

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

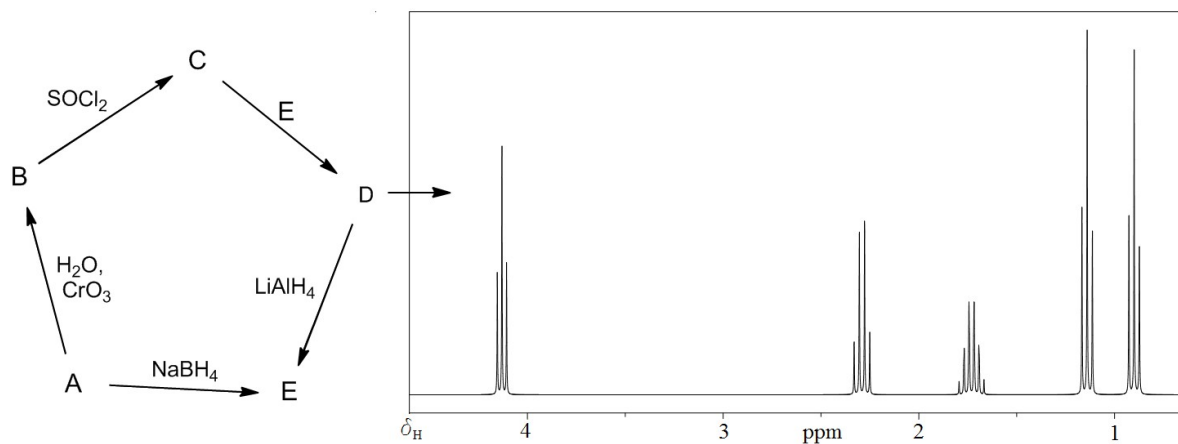
(2 дец.)

18. Из метанолног екстракта биљне врсте *Papaver rhoeas* (булка) је изолован алкалоид реадин који поседује блага седативна својства и смирује кашаљ, а чија је структура приказана доле. У етанолном екстракту је немогуће детектовати присуство овог алкалоида, али се може наћи други сродан алкалоид - дубиреин (његова структура је, такође, наведена). Хлороформски или етарски екстракти не садрже ниједан од ових алкалоида.

За ова два алкалоида се сматра да су артефакти (нису прави биљни метаболити, већ настају у процесу изоловања из биљне дроге). Предложите структуру алкалоида који бисмо могли да детектујемо у етарском екстракту.

-
19. Синтеза једињења D, безбојне течности мириса сличног ананасу, а чији је НМР спектар дат на слици доле, изведена је као на приказаној шеми. У реакцији са воденим раствором CrO_3 се из једињења A (такође воћног, али

и надражујућег мириса, тачке кључања око 50 °C), добија једињење B, непријатног мириса и знатно више тачке кључања од претходног (141 °C). У наредном кораку, уз помоћ тионил-хлорида се добија једињење C. Циљно једињење D се добија у реакцији C са E (које се може добити и из A помоћу NaBH₄). Једињење E се може добити и третирањем једињења D литијум-алуминијум-хидридом. Написати формуле једињења A-E.



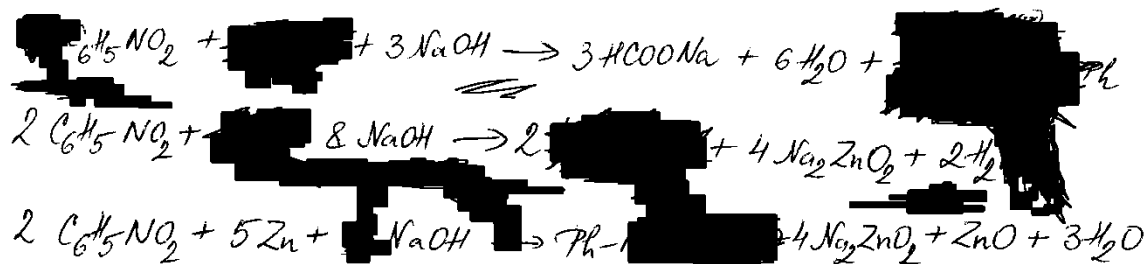
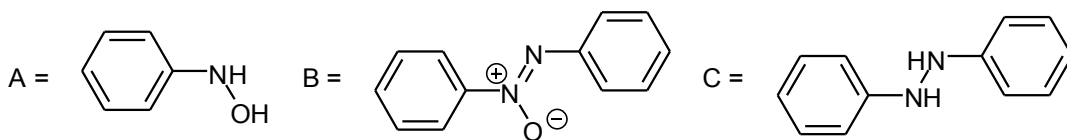
A = _____ B = _____

C = _____ D = _____

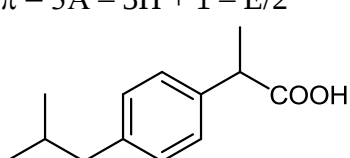
E = _____

20. Полажући колоквијум из органске хемије, студент је тачно написао три једначине реакција које приказују редукцију нитробензена до различитих

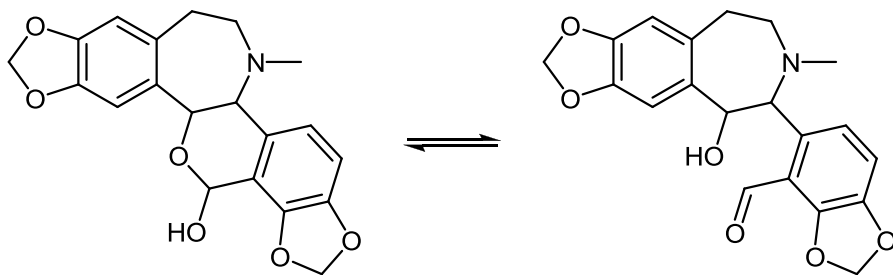
производа (A-C), у зависности од редукционог средства које је употребљено и услова (средине) под којима се врши редукција. Папир је остао у лабораторији и непажњом је оштећен конц. сумпорном киселином. Реконструишите једначине реакција (напишите их потпуне).
Ph = C₆H₅



Кључ решења задатака за III и IV разред

	Поени
1. 4,900 g	3
2. а) $1,46 \times 10^6 \text{ mol}$	1,5
б) $1,37 \times 10^{24}$	1,5
3. а, в	3
4. 70,3 % Cu	1,5
29,7 % Al	1,5
5. $\text{CaH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$	0,75
$\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{H}_2$	0,75
$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,75
$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$	0,75
6. а) CaWO_4	1,5
б) $6,13 \text{ g/cm}^3$	1,5
7. 324 mg/dm^3	3
8. в	3
9. А = S_2F_{10}	1
Б = SF_4	1
В = SOF_2	1
10. А = Ga	1
Б = Ga_2Cl_4	1
В = Ga_2Cl_6	1
11. а) 0,10 g	1,5
б) 10,2 g	1,5
12. 6	3
13. а) -281 kJ/mol	1,5
б) -416 kJ/mol	1,5
14. $\pi = 3A - 3H + 1 - E/2$	3
15. 	3
16. 5,66	3
17. а) $0,083 \text{ mol/dm}^3$	1,5
б) $9,32 \text{ cm}^3$	1,5

18.



3

19. A = CH₃CH₂CHO

0,6

B = CH₃CH₂COOH

0,6

C = CH₃CH₂COCl

0,6

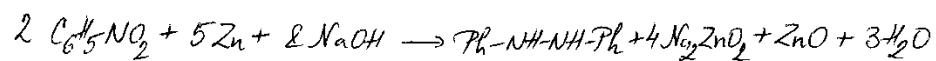
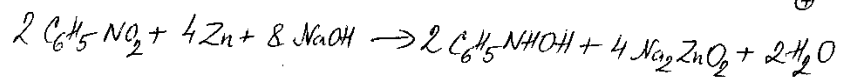
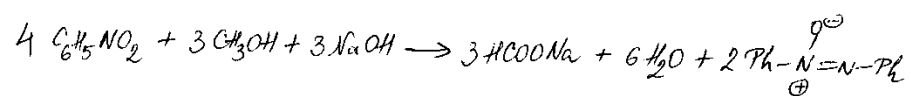
D = CH₃CH₂COOCH₂CH₂CH₃

0,6

E = CH₃CH₂CH₂OH

0,6

20.



3x1