

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

Међуокружно такмичење из хемије
20.04.2013.

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; Cr=52; Mn=55; Fe=56;
Co=59; Ni=59; Cu=64; Zn=65; Ge=73; As=75; Br=80; Rb=85; Sr=88; Y=89; 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

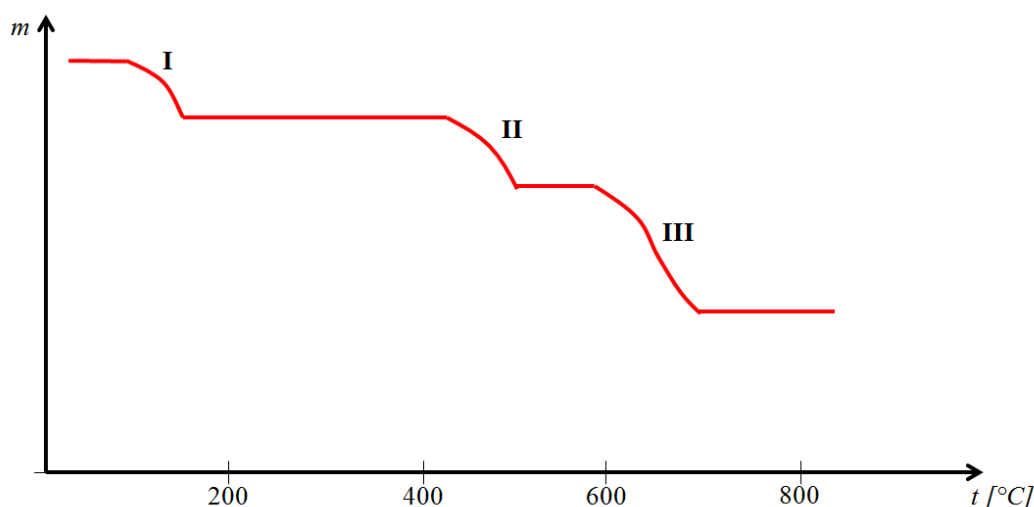
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 × 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Узорак чистог калцијум-оксалата монохидрата подвргнут је термогравиметријској анализи. Термогравиметрија је аналитичка метода која се заснива на мерењу промене у маси, до које долази услед загревања супстанце. Коришћена је пећ са хелијумском атмосфером, а узорак је загреван до 900°C . Праћена је промена масе узорка у зависности од температуре у пећи, а добијен је график приказан испод, у којем се јасно виде три фазе губитка масе: I, II и III. Губици масе су редом износили 12,32%, 21,87% и 44,02% (у односу на масу претходне чврсте фазе присутне у систему, а не почетне). Након изоловања гасне смеше из пећи током различитих фаза, примећено је да гасне смеше изоловане у току фаза I и II не мењају рН воденог раствора у којем су растворене. Гасна смеша изолована у току фазе III показују киселу реакцију у воденој средини.



Написати једначине реакција које објашњавају сва три губитка масе.

I _____

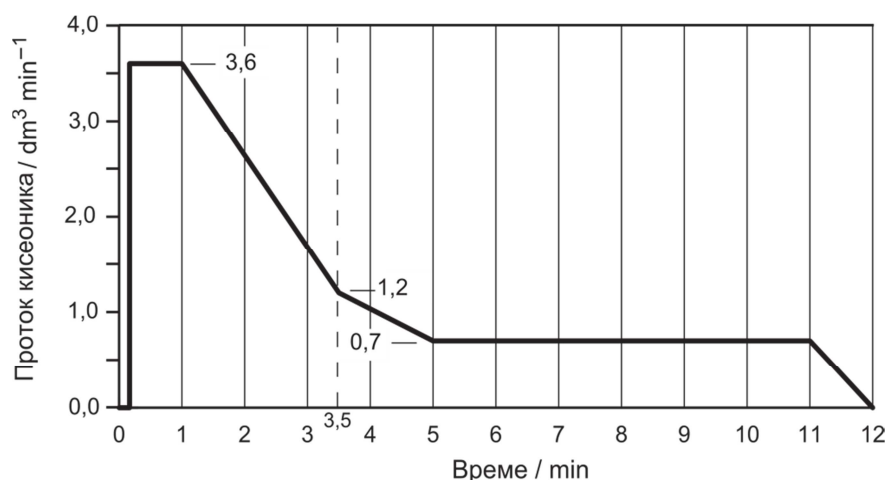
II _____

III _____

2. Кубна елементарна ћелија хрома има страницу $a = 288,5 \text{ pm}$ и садржи два атома. Колика је густина хрома?

$\rho =$ _____ g/cm^3
(2 дец.)

3. Изнад сваког седишта у авиону налазе се маске за кисеоник које аутоматски испадају у случају декомпресије путничке кабине. Авиони не носе тешке боце са кисеоником под високим притиском, већ се он добија хемијском реакцијом. Генератори O_2 садрже натријум-хлорат који при загревању подлеже разлагању уз настајање кисеоника.



Проток кисеоника није константан, већ опада са временом (то јест, како се авион спушта на безбедну висину тако се и проток смањује). Десет секунди након активације проток достиже максималну вредност, а након један минут почиње да опада, као што је приказано на графику.

Користећи податке са графика израчунати колико грама натријум-хлората треба да садржи један генератор кисеоника.

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

(1 дец.)

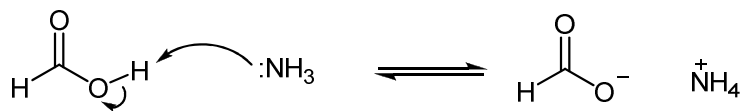
4. Константа киселости сирћетне киселине у води износи 0,0000173. Како се мења вредност константе киселости, ако се као растварач уместо воде искористи мање поларни толуен (метилбензен)? (заокружити тачан(е) одговор(е))

- а) константа киселости сирћетне киселине ће имати вишу вредност јер је вода јача киселина од толуена, и теже се протонује;
- б) константа киселости сирћетне киселине ће имати нижу вредност, јер поларни растварачи боље стабилизују наелектрисане честице;
- в) константа киселости ће остати непромењена, јер киселост зависи искључиво од структуре киселине, а не и од растварача;
- г) немогуће је извести закључак на основу датих података.

5. Одредите коефицијенте у следећим оксидо-редукционим једначинама:

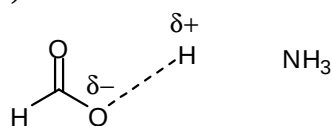


6. Мравља киселина (pKa 3,8) реагује са амонијаком (pKa 9,2) по ниже наведеној једначини реакције, при чему настаје амонијум-формијат. У току реакције долази до хетеролитичког раскидања O-H, уз истовремено формирање N-H везе (формално кретање електрона је означено закривљеним стрелицама).

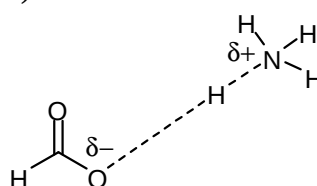


Водећи рачуна о томе да се ова реакција одиграва у једном кораку, одредите која(е) од ниже наведених структура најбоље описују прелазно стање реакције (испрекидана линија означава делимично раскинуту или формирану везу):

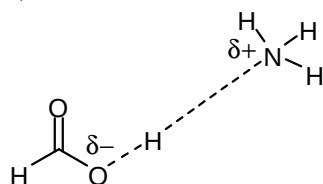
а)



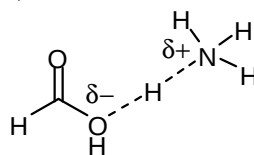
б)



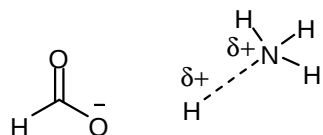
в)



г)



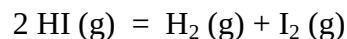
д)



Притом, имајте на уму да, за једнокорачну реакцију, на основу Хамондовога постулата следи да ће прелазно стање по структури више наликовати оним хемијским врстама (реактантима или производима) којима је ближе по енергији (у случају реакције чији је енергетски дијаграм дат на слици ниже, структура прелазног стања је сличнија структури реактаната, а не производа).



7. На температури од 745 K константа равнотеже за реакцију



износи $K = 0,0200$.

У неком реактору равнотежна концентрација H_2 је $0,102 \text{ mol/dm}^3$, а I_2 је $0,0018 \text{ mol/dm}^3$.

Колика ће бити концентрација HI ако се смеша компримује на једну трећину првобитне запремине?

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

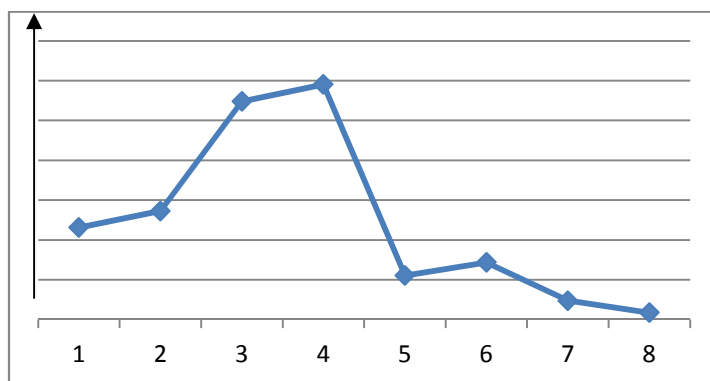
(3 дец.)

8. Суперпроводник **A** садржи 13,4% Y, 41,2% Ba и 28,6% Cu (остатак масе чини кисеоник). Итријум је у оксидационом стању +3, а баријум у +2. Редукцијом суперпроводника **A** водоником на 200°C добија се једињење **B**, при чему сав Cu^{3+} редукује се у Cu^{2+} док оксидациона стања осталих елемената остају непромењена. Ако је редукцији подвргнуто 84,2 mg једињења **A**, колика маса једињења **B** настаје том приликом?

$$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg}$$

(2 дец.)

9. Заокружите слово испред тачног одговора. Дати график представља промену једног својства елемената у трећој периоди. Које је то својство?



- а) атомски пречник
- б) температура кључања
- в) електронегативност
- г) енергија јонизације

10. Према прописима Републике Србије, дозвољено је да млеко садржи највише 0,50 μg афлатоксина по килограму. Изразите максимални дозвољени масени удео афлатоксина у

а) процентима

б) јединицама ppb (делови у милијарду делова).

а) _____ %
(1 дец. x експ.)

б) _____ ppb
(1 дец. x експ.)

11. Једна од дефиниција шта је то „права“ руска вотка каже: „таквом се може сматрати само пиће произведено од ражаног или пшеничног алкохола високе чистоће (96% V/V), разређеног изворском водом у односу 40:60, и то искључиво по маси“. На комерцијалним производима алкохолна јачина се увек назначује као запремински удео алкохола у датом пићу. Колика је алкохолна јачина „праве“ вотке? $\rho(\text{етанол}) = 0,789 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,000 \text{ g/cm}^3$.

_____ %
(1 дец.)

12. Метанска киселина, најједноставнија карбоксилна киселина, некада је добијана дестилацијом мрава! Отуда и тривијални назив за ову киселину - мравља киселина. При сваком убоду мрав убризга око $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ раствора који садржи око 50 запреминских процената ове киселине.

а) Уз претпоставку да мрав у просеку убризга 80% од укупне количине киселине, израчунајте колико је мрава потребно да би се дестилацијом добио 1 dm^3 чисте киселине.

б) Сода бикарбона се користи као средство за ублажавање непријатних ефеката код убода мрава. Колико милиграма соде бикарбоне је потребно да се потпуно неутралише ујед. Густина чисте метанске киселине је $1,2 \text{ g cm}^{-3}$.

а) _____
(1 дец. x експ.)

б) $m =$ _____ mg
(1 дец.)

13. У Рашиговој реакцији хидразин се добија из амонијака и хипохлорита (ClO^-) у алкалном воденом раствору. Предложени механизам је:

1. корак (спор): $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
2. корак (брз): $\text{NH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
3. корак (брз): $\text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

а) Напишите укупну стехиометријску једначину.

б) Који корак одређује брзину реакције?

в) Напишите израз за брзину реакције.

а) _____

б) _____

в) $v =$ _____

14. Сребрнасто-бела чврста елементарна супстанца **А**, која добро проводи топлоту и електрицитет, реагује са азотом при загревању, при чему се маса чврсте супстанце повећава за две трећине. Производ ове реакције, једињење **Б**, у контакту са водом даје гас **В**, који гради талог **Г** у реакцији са раствором хлорида метала **Д**. Талог **Г** се раствара и у разблаженој хлороводоничној киселини и у раствору калијум-хидроксида. Одредити идентитет једињења **А-Д**, ако је познато да 672 cm^3 (н.у.) гаса **В** реагују са $1,335 \text{ g}$ хлорида метала **Д**.

А = _____

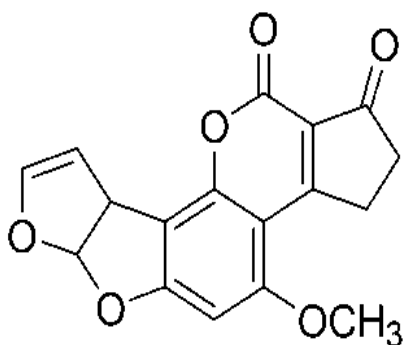
Б = _____

В = _____

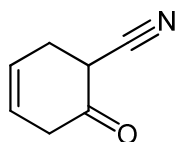
Г = _____

Д = _____

15. Афлатоксин Б1, чија формула је приказана доле, токсин је и карциноген из плесни *Aspergillus flavus*. У организму крива која се хране контаминираним сточном храном он се трансформише у афлатоксин М1, који се може наћи у млеку. При трансформацији афлатоксина Б1 у афлатоксин М1 једина промена је претварање једне С-Н везе у С-ОН везу. Афлатоксин М1 има исти број асиметричних угљеникових атома као и Б1. Афлатоксин М1 није ни фенол ни енол, али јесте ацетал. Напишите структуру афлатоксина М1.



16. Колико π -, односно σ -веза је присутно у молекулу чија је структура дата ниже?



 π -веза

 σ -веза

17. При добијању ацетилена (етина) пиролизом метана, у реактор улази чисти метан, а из њега излази гасна смеша која садржи производе реакције (ацетилен и водоник) и неизреаговани метан (који се касније поново враћа у реактор). Анализа гасне смеше на излазу из реактора је показала да је њена густина при н.у. $0,5357 \text{ g dm}^{-3}$. Израчунати:

а) степен конверзије метана при једном пролазу метана кроз реактор,

б) састав смесе на излазу реактора у запреминским процентима.

а) _____%

(2 дец.)

б) метан _____% ацетилен _____% водоник _____%

(1 дец.)

(1 дец.)

(1 дец.)

18. Угљоводоник А има мање од 10 угљеникових атома. При његовом потпуном сагоревању утроши се 6 пута више кисеоника по запремини него водоника при потпуној каталитичкој хидрогенизацији. У реакцији са хлороводоником даје само један производ Б. Када се Б подвргне дехидрохлоровању (елиминација хлороводоника) под базним условима добија се само једињење А. Напишите структуре једињења А и Б.

А = _____

Б = _____

19. Назначите да ли су наведени називи тачни или нетачни по правилима номенклатуре органских једињења.

а) 2-дихлорпентан	ТАЧАН	НЕТАЧАН
б) 2-етилхексан	ТАЧАН	НЕТАЧАН
в) 2-метилциклохексен	ТАЧАН	НЕТЕЧАН
г) 4-етил-1,2-диметилбензен	ТАЧАН	НЕТАЧАН
д) дифенилметанон	ТАЧАН	НЕТАЧАН
ђ) циклохексанал	ТАЧАН	НЕТАЧАН

20. У слабо базној средини помешани су пропанал и бензалдехид. Детектована су четири производа, од којих два садрже хидроксилну групу. Напишите структуре та четири производа.

_____	_____
_____	_____

Кључ решења задатака за III и IV разред

	Поени
1. а) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$	1
б) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}$	1
в) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	1
2. $7,22 \text{ g/cm}^3$	3
3. $47,5 \text{ g}$	3
4. б	3
5. а) $3 \text{ P} + 5 \text{ HNO}_3 + 2 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ H}_3\text{PO}_4 + 5 \text{ NO}$	1,5
б) $3 \text{ K}_2\text{MnO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ KMnO}_4 + \text{ MnO}_2 + 4 \text{ KOH}$	1,5
6. в	3
7. $0,287 \text{ mol/dm}^3$	3
8. $83,19 \text{ mg}$	3
9. б	3
10. а) $5,0 \times 10^{-8} \%$	1,5
б) $5,0 \times 10^{-1} \text{ ppb}$	1,5
11. $43,7 \%$	3
12. а) $2,7 \cdot 10^5$	1,5
б) $6,6 \text{ mg}$	1,5
13. а) $2 \text{ NH}_3(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1 (признаје се и без назнака стања)
б) 1. корак	1
в) $v = k [\text{NH}_3][\text{ClO}^-]$	1

14. A = Li 0,6

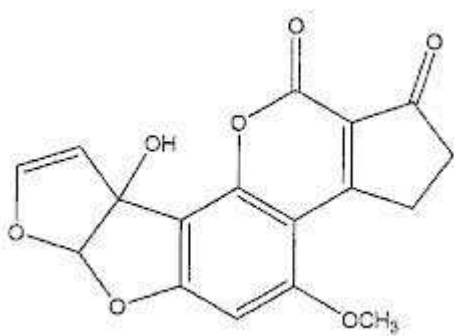
B = Li_3N 0,6

B = NH_3 0,6

Γ = $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,6

Д = AlCl_3 0,6

15.



3

16. 4 π -везе 1,5

16 σ -веза 1,5

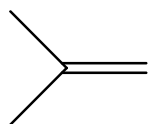
17. а) 33,33% 1,5

б) метан 50,0% 0,5

ацетилен 12,5% 0,5

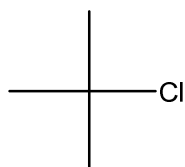
водоник 37,5% 0,5

18. A =



1,5

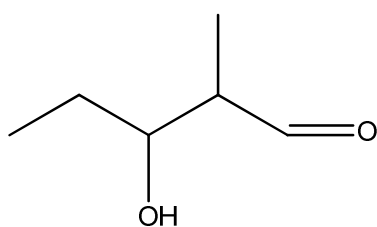
B =



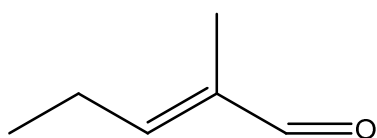
1,5

- | | |
|----------------|-----|
| 19. а) нетачан | 0,5 |
| б) нетачан | 0,5 |
| в) нетачан | 0,5 |
| г) тачан | 0,5 |
| д) тачан | 0,5 |
| ђ) нетачан | 0,5 |

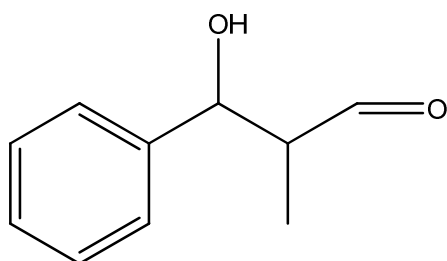
20.



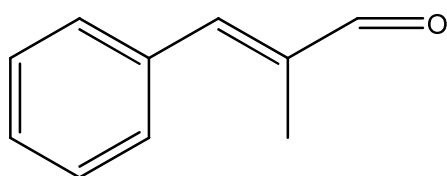
0,75



0,75



0,75



0,75

Немојте обраћати пажњу на стереохемију.