

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

Међуокружно такмичење из хемије
20.04.2013.

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; 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. Сребрнасто-бела чврста елементарна супстанца **A**, 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 **B**, у контакту са водом даје гас **B**, 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 **A-Д**, ако је познато да 672 cm^3 (н.у.) гаса **B** реагују са 1,335 g хлорида метала **Д**.

A = _____

B = _____

B = _____

Г = _____

Д = _____

2. 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))

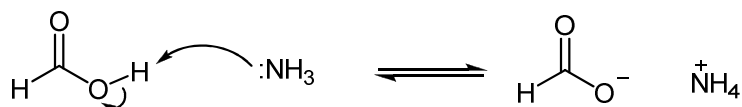
- а) константа киселости сирћетне киселине ће имати вишу вредност јер је вода јача киселина од толуена, и теже се протонује;
- б) константа киселости сирћетне киселине ће имати нижу вредност, јер поларни растварачи боље стабилизују наелектрисане честице;
- в) константа киселости ће остати непромењена,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

3. Ако се 0,500 g неког двовалентног метала прелије сумпорном киселином долази до његовог растварања уз издвајање водоника. Упаравањем тог раствора до сува добија се 2,475 g његовог безводног сулфата. Колика је релативна атомска маса тог метала?

A_r = _____

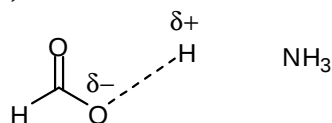
(1 дец.)

4. 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).

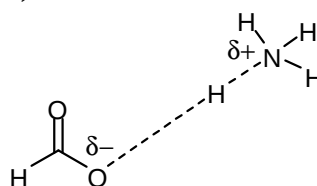


Водећи рачуна о томе да се ова реакција одиграва у једном кораку, одредите која(е) од ниже наведених структура најбоље описују прелазно стање реакције (испрекидана линија означава делимично раскинуту или формирану везу):

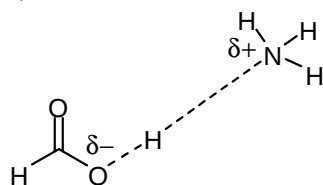
а)



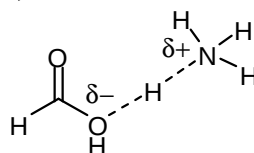
б)



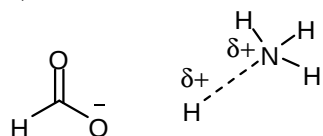
в)



г)



д)



Притом, имајте на уму да, за једнокорачну реакцију, на основу Хамондовог 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).



5. 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.)

6. У затвореном суду на температури од 150 $^{\circ}\text{C}$ и притиску од 101,3 kPa налази се смеша једног запреминског дела метана и три запреминска дела кисеоника. Колики ће бити притисак у том суду на истој температури ако изазовемо експлозију смесе?

_____ kPa
(1 дец.)

7. 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.)

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

$$\rho = \frac{\quad}{\quad} \text{g/cm}^3$$

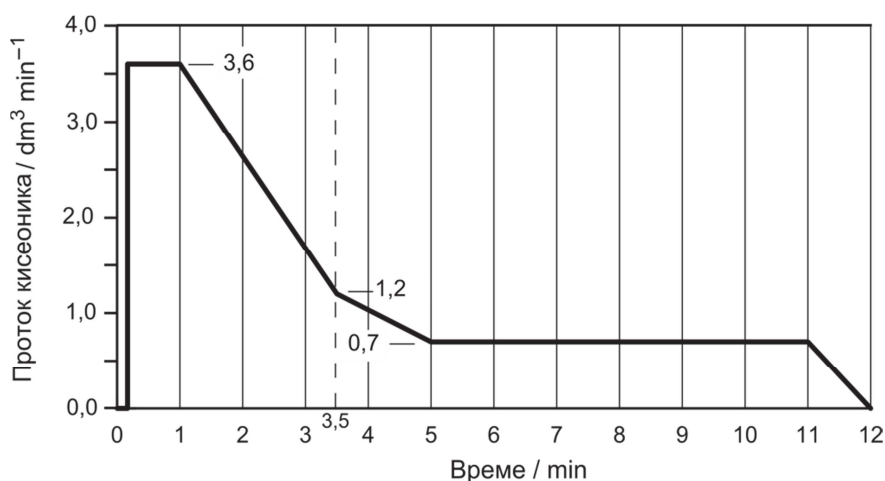
(2 дец.)

9. 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?

$$m = \frac{\quad}{\quad} \text{mg}$$

(2 дец.)

10. 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.



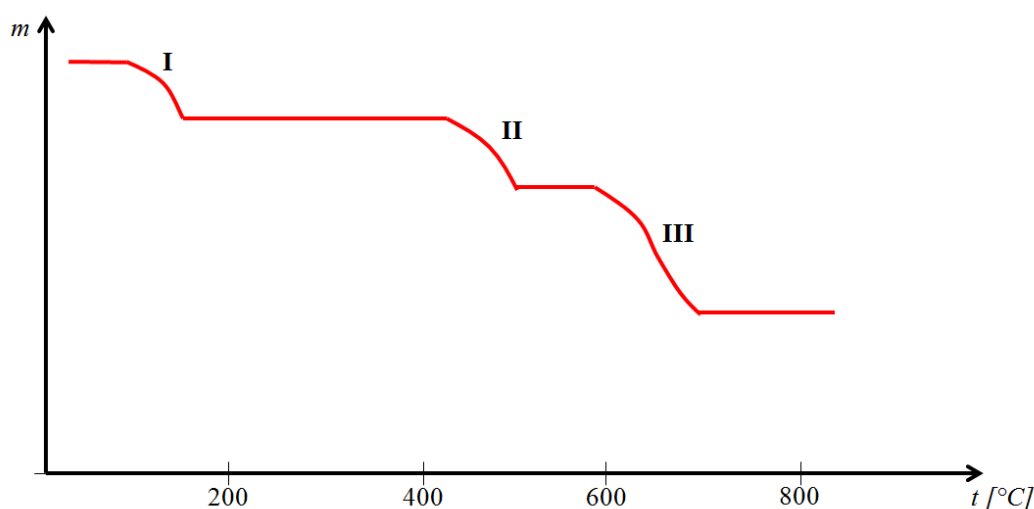
Проток кисеоника није константан, већ опада са временом (то јест, како се авион спушта на безбедну висину тако се и проток смањује). Десет секунди након активације проток достиже максималну вредност, а након један минут почиње да опада, као што је приказано на графику.

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

$$m = \frac{\quad}{\quad} \text{g}$$

(1 дец.)

11. 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 _____

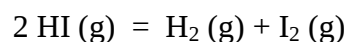
II _____

III _____

12. Одредите коефицијенте у следећим оксидо-редукционим једначинама:



13. 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?

$$c = \text{_____} \text{ mol/dm}^3$$

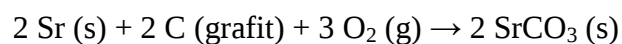
(3 дец.)

14. 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? $\rho(\text{етанол}) = 0,789 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,000 \text{ g/cm}^3$.

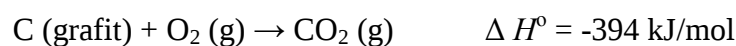
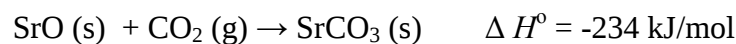
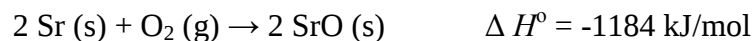
$$\text{_____} \%$$

(1 дец.)

15. Израчунајте стандардну енталпију реакције



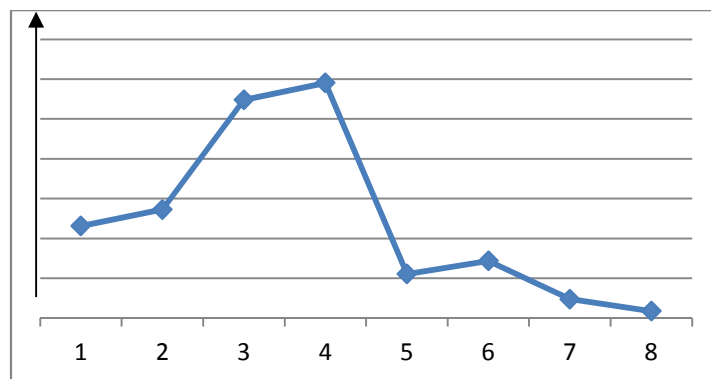
из следећих података за енталпије реакција:



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

(цео број)

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



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

17. 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): $\text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

a) Напишите укупну стехиометријску једначину.

б) Који корак одређује брзину реакције?

в) Напишите израз за брзину реакције.

a) _____

б) _____

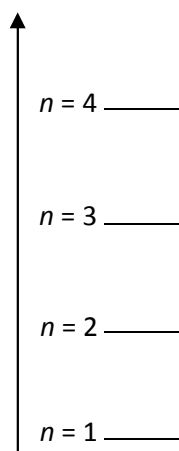
в) $v =$ _____

18. Које од набројаних појава имају за узрок постојање водоничних веза?

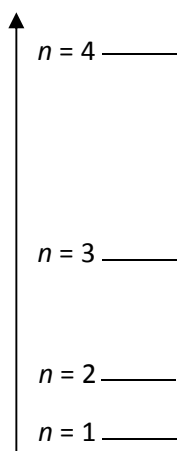
- a) Температура мржњења воде је много виша од температуре мржњења водоник-сулфида.
- б) Експериментално одређена молекулска маса за неку супстанцу је већа од оне која одговара мономеру.
- в) Калцијум реагује са водоником уз настајање CaH_2 .
- г) Температура кључања етана (C_2H_6) је виша од температуре кључања метана (CH_4).
- д) Температура кључања флуороводника је виша од температуре кључања хлороводника.
- ђ) У реакцији калијума са водом издваја се водоник.

19. Заокружите слово испред слике која најбоље представља енергије електрона у атому.

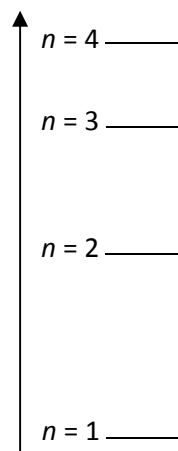
а) Енергија



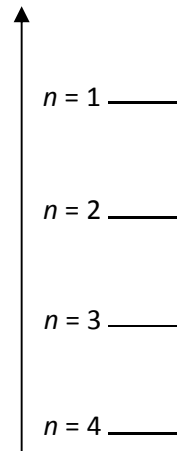
б) Енергија



в) Енергија



г) Енергија



20. Приказан је дијаграм зависности потенцијалне енергије од интернуклеарног растојања за систем два атома водоника. На дијаграму је означена вредност D_e енергије тог система за растојање језгара R_e . Заокружити тачне исказе који се односе на ове вредности.

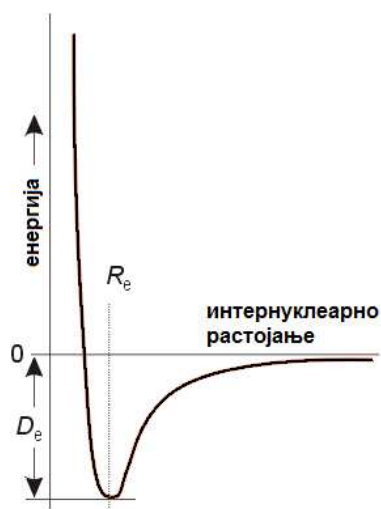
а) Растојање R_e одговара дужини везе у молекулу водоника.

б) У систему H_2 енергија D_e одговара јачини везе.

в) Систем у коме је интернуклеарно растојање мање од вредности R_e је и даље стабилнији од изолованих атома водоника до извесног растојања када одбојне силе не најјачају привлачне силе које владају међу атомима.

г) За растојања која су већа од вредности R_e владају само привлачне силе између атома.

д) Енергије веће од вредности D_e се могу постићи само скоковито (повећање у малим одређеним износима енергије), тј. не могу да узму произвољну вредност.



Кључ решења задатака за II разред

	Поени
1. A = Li	0,6
Б = Li ₃ N	0,6
В = NH ₃	0,6
Г = Al(OH) ₃	0,6
Д = AlCl ₃	0,6
2. б	3
3. 24,3	3
4. в	3
5. а) $5,0 \times 10^{-8} \%$	1,5
б) $5,0 \times 10^{-1} \text{ ppb}$	1,5
6. 101,3 kPa	3
7. а) $2,7 \cdot 10^5$	1,5
б) 6,6 mg	1,5
8. 7,22 g/cm ³	3
9. 83,19 mg	3
10. 47,5 g	3
11. 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
12. 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
13. 0,287 mol/dm ³	3
14. 43,7 %	3
15. -2440 kJ/mol	3
16. б	3
17. 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
18. а, б, д	3
19. в	3
20. а, б, в, д	3