

Министарство просвете Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
13. 5. 2023.

Тест за I 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; Pr=141; 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

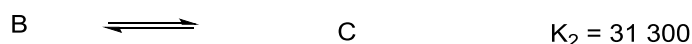
Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Три облика неког једињења су у воденом раствору у равнотежи:



Сва три облика имају исту моларну масу. Израчунати концентрацију супстанце А по успостављању равнотеже, ако се 0,05 mol супстанце А раствори у води тако да коначна запремина добијеног раствора буде 500 cm³, уколико су познате вредности следећих константи равнотеже:

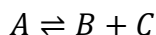


Претпоставити да су ова три облика једини облици у којима се ова супстанца налази у воденом раствору.

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

(1 дец. x експ.)

2. Концентрација од $1 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ се понекад сматра граничном концентрацијом постојања неке супстанце у раствору (сматра се да супстанце присутне у нижој концентрацији од те практично не постоје). Израчунати најнижу вредност константе равнотеже која би довела до квантитативне конверзије супстанце А, чија је концентрација $1,000 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ у производе, по реакцији:



Реактант и производи су потпуно растворљиви у растварачу у ком се дешава реакција на реакционој температури.

$$K = \text{_____}$$

(3 дец.)

3. Унутар сваког пара подвуците назив једињења са вишом температуром кључања:

а) етанол на Златибору или етанол у Новом Саду

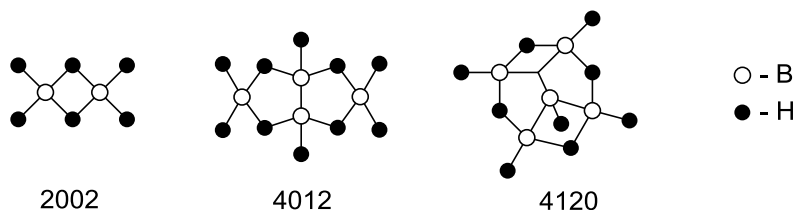
б) вода или водоник-пероксид

в) 1,1,1-трифлуоретан или тетрафлуорметан.

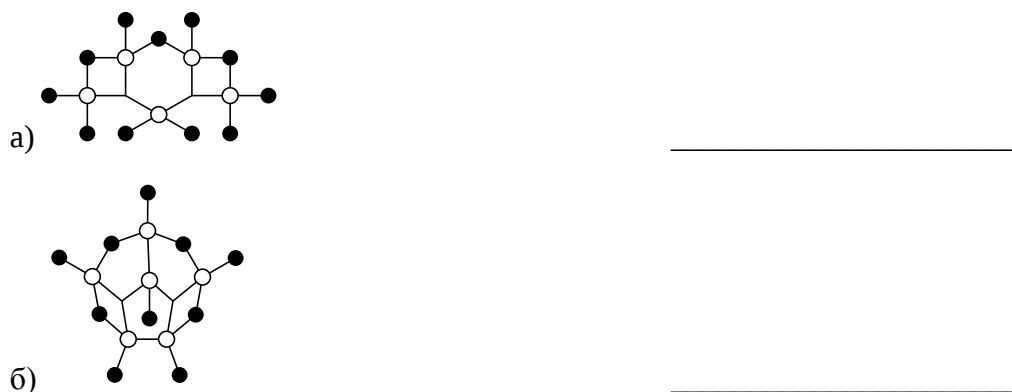
4. Број р електрона у основном стању атома неког елемента је два пута већи од броја s електрона а збир бројева s и d електрона износи 19. Одредите атомски број овог елемента.

$$Z = \text{_____}$$

5. Борани су једињења бора и водоника. Могу имати разноврсне комплексне структуре. Сваком борану се може придружити четвороцифрени број (“styx” број) који описује везе формиране у молекулу. Први број (s) представља број В-Н-В веза, други број (t) представља број троцентричних В-В-В веза (то је веза којом су сва три атома бора међусобно директно повезани), трећи број (y) представља број В-В веза (то је веза којом су повезана директно два атома бора), а четврти број (x) представља број BH_2 група (рачунају се само оне групе код којих водоникови атоми нису везани ни за један други атом осим бора). Три примера су приказана у наставку.



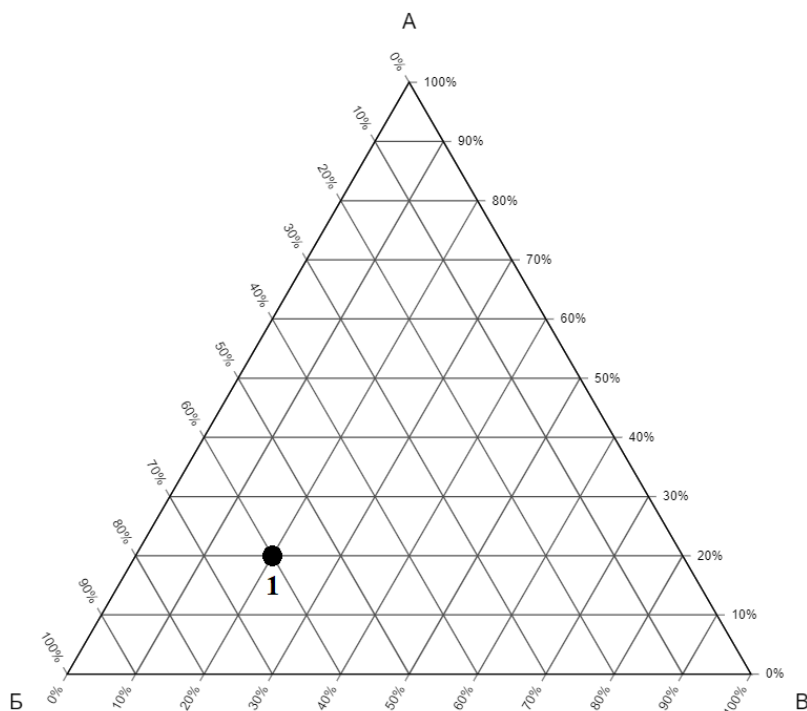
Одредити “styx” бројеве за два приказана борана.



6. У 44,26 %-ном воденом раствору монобазне неорганске киселине број атома водоника је 2,176 пута већи од броја атома кисеоника у раствору. Напишите молекулску формулу ове киселине.

7. Бинарно једињење А које има јака редукциона својства настаје загревањем графита са алкалним металом Б. При сагоревању 5,40 g једињења А у вишку кисеоника настаје 2,76 g карбоната алкалног метала и 6,72 dm³ угљен-диоксида (0°C, 101,3 kPa). При растварању добијеног карбоната у вишку хлороводоничне киселине добијено је 448 cm³ (0°C, 101,3 kPa) угљен-диоксида. Одредите емпиријску формулу бинарног једињења А.

8. За описивање састава смеша може се користити троугаони дијаграм. Пример једног троугаоног дијаграма за смешу три супстанце (А, Б и В) је приказан у наставку:



Темена троугла означавају чисту супстанцу (А, Б или В), а тачке на површини троугла означавају смешу различитог удела компоненти. Што је тачка удаљенија од темена, то она означава смешу са мањим уделом те супстанце (од чијег је темена удаљена).

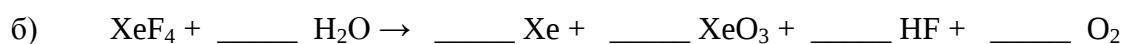
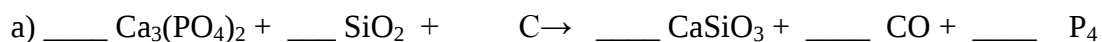
а) Одредити састав смешу обележене бројем 1.

_____ % А _____ % Б _____ % В
(цео број) (цео број) (цео број)

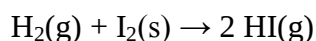
9. Константа брзине изомеризације $A \rightarrow C$ износи 50 s^{-1} а константа брзине повратне реакције износи 10 s^{-1} . Одредите састав равнотежне смеси (у масеним процентима) добијене из 15 g једињења А.

$\omega(A) = \underline{\hspace{2cm}} \%$ $\omega(C) = \underline{\hspace{2cm}} \%$
(1 дец.) (1 дец.)

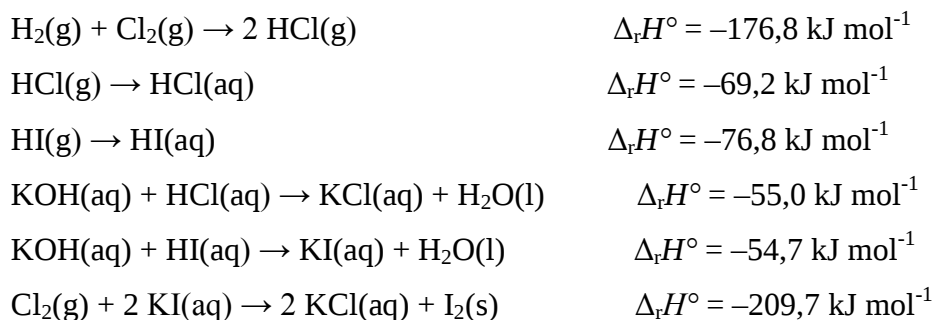
10. Средите коефицијенте у следећим једначинама оксидо-редукције:



11. Одредите $\Delta_r H^\circ$ реакције



уз помоћ следећих термохемијских података:



$$\Delta_r H^\circ = \text{_____} \text{ kJ mol}^{-1}$$

(1 дец.)

12. Једна од најпознатијих Микеланђелових статуа је *Давид*, и налази се у Фиренци, а израђена је од белог карарског мермера и има масу од приближно 6 тона. Овај мермер у просеку садржи 98% калцијум-карбоната (по маси). Велику опасност по мермерне објекте представљају киселе кише, које су последица све веће заступљености гасова попут сумпор-диоксида и оксида азота у атмосфери, који у реакцији са водом и евентуалном накнадном оксидацијом кисеоником дају сумпорну, односно азотну киселину. У просеку, рН вредност киселих киша износи 4,3, а годишња количина падавина по m^2 у Фиренци износи 594 литара. Узети да је просечна површина попречног пресека ове статуе $1,25 \text{ m}^2$. Ако би киселе кише биле једини негативан утицај на ову статуу, израчунати за колико година би дошло до потпуног уништења ове статуе (односно до нестанка калцијум-карбоната од ког се она састоји).

_____ година

(2 дец. x експ.)

13. У кристалној решетки дијаманта, сваки атом угљеника је ковалентном везом везан за четири угљеникова атома. Енергија везе C–C у дијаманту износи 300 kJ/mol . Енталпија сублимације атома угљеника је 115 kJ/mol . Израчунајте енталпију сублимације дијаманта: $\text{C}(\text{s}) (\text{dijamant}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$

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

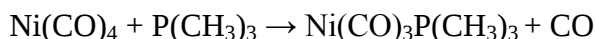
(1 дец.)

14. Литијум-хидроксид се користи у космичким бродовима за везивање угљен-диоксида који издахну космонаути. Том приликом настаје литијум-карбонат. Патрона са литијум-хидроксидом се мења кад парцијални притисак угљен-диоксида достигне 666 Pa. Ако је запремина кабине космичког брода $65,8 \text{ m}^3$, температура $25,0^\circ\text{C}$, а притисак 101, 3 kPa, колику масу литијум-хидроксида треба да садржи патрона?

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

(цео број)

15. Реакција



одиграва се према следећем механизму:



а) Како ће се променити брзина реакције ако се концентрација Ni(CO)_4 удвостручи?

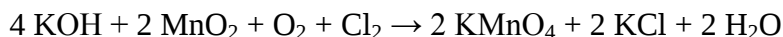
$$v/v_0 = \text{_____}$$

б) Како ће се променити брзина реакције ако се концентрација $\text{P(CH}_3)_3$ удвостручи?

$$v/v_0 = \text{_____}$$

16. Средином XIX века хемијске формуле нису приказивале квантитативни састав на основу броја атома, већ на основу броја еквивалената. За соли се сматрало да се састоје од киселине (киселог оксида) и базе (базног оксида). На пример, калцијум-сулфат је представљан као CaO , SO_3 . Једно једињење је представљено формулом LiO , 2VO_3 . Маса еквивалента литијума је 7 g, еквивалента бора 11 g, а еквивалента кисеоника 8 g. Представите емпиријску формулу ове соли према садашњем начину приказивања.

17. При извођењу реакције:



помешано је по 5,0 g сваког реактанта. Колика маса калијум-перманганата ће настати ако је принос квантитативан?

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

(1 дец)

18. Масени удео азота у органским једињењима може се одредити уз помоћ Кјелдалове (Kjeldahl) методе. Узорак масе 0,500 g једињења А помешан је са 10 g калијум-сулфата, 1 g бакар (II)-сулфата и 25 ml концентроване сумпорне киселине, а затим се ова смеша загрева. Бакар (II)-сулфат има улогу катализатора, а калијум-сулфат повишава температуру кључања сумпорне киселине. Сав азот из једињења се квантитативно преводи у амонијум-сулфат. Резултујућа смеша се третира вишком раствора натријум-хидроксида, а издвојени гас се предестилује у 50,00 cm³ раствора сумпорне киселине концентрације 0,0936 mol/dm³. За титрацију вишка киселине било је потребно 11,1 cm³ раствора натријум-хидроксида, концентрације 0,1388 mol/dm³, уз метил - оранж као индикатор.

а) Одредити масени удео азота у узорку једињења А.

_____ %

(1 дец.)

б) Одредити емпиријску формулу једињења А, ако је познато да је масени удео угљеника у њему 65,6%, а остатак масе чине водоник и азот.

19. Унето је 0,010 mol неке монобазне киселине у нормални суд од 100,00 cm³ и допуњено водом до црте. У добијеном раствору концентрација анјона који настаје дисоцијацијом киселине била је милион пута већа од концентрације хидроксидног јона. Колико износи константа киселости ове киселине?

$K_a =$ _____

(1 дец. x експ)

20. Нацртајте Луисове структурне формуле:

а) азот(III)-оксида

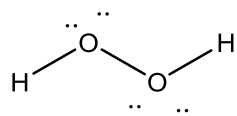
б) азотоводоничне киселине (HN₃)

в) хипоазотасте киселине (H₂N₂O₂). Ова киселина је двобазна

Кључ теста за I разред

	поени
1. $3,7 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$	3
2. 0,998	3
3. а) етанол у Новом Саду	1
б) водоник-пероксид	1
в) 1,1,1-трифлуоретан	1
4. 37	3
5. а) 3203	1,5
б) 4220	1,5
6. HBr	3
7. KC_8	3
8. 10% А, 20% Б и 70% В	3
9. $\omega(\text{A}) = 16,7 \%$, $\omega(\text{C}) = 83,3 \%$	3
10. а) $2 \text{ Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{ SiO}_2 + 10 \text{ C} \rightarrow 6 \text{ CaSiO}_3 + 10 \text{ CO} + \text{P}_4$	1,5
б) $6 \text{ XeF}_4 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Xe} + 2 \text{ XeO}_3 + 24 \text{ HF} + 3 \text{ O}_2$	1,5
11. $47,5 \text{ kJ mol}^{-1}$	3
12. $3,16 \times 10^6$ година	3
13. 715 kJ mol^{-1}	3
14. 849 g	3
15. а) $v/v_0 = 2$	1,5
б) $v/v_0 = 1$	1,5
16. $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	3
17. 7,1 g	3
18. а) 21,9%	1,5
б) $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{N}_2$	1,5
19. $1,0 \times 10^{-7}$	3

20. a)



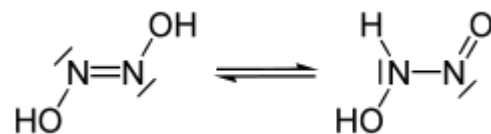
1

б)



1

в)



1