

Министарство просвете Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
13. 5. 2023.

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; 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

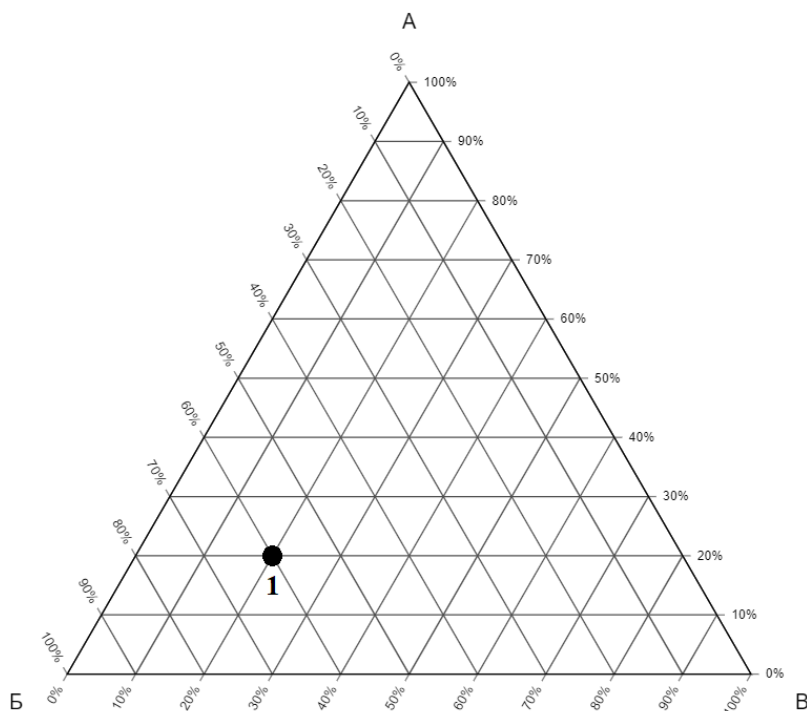
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. 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)

2. Колика треба да буде јачина струје коју треба пропуштати кроз 500 g 23 %-ног раствора калијум-карбоната у току 10 сати како би се масени удео соли повећао на 30 %?

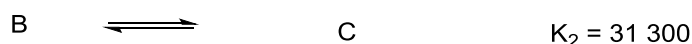
$I = \underline{\hspace{2cm}}$ А
(цео број)

3. 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.

4. 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:

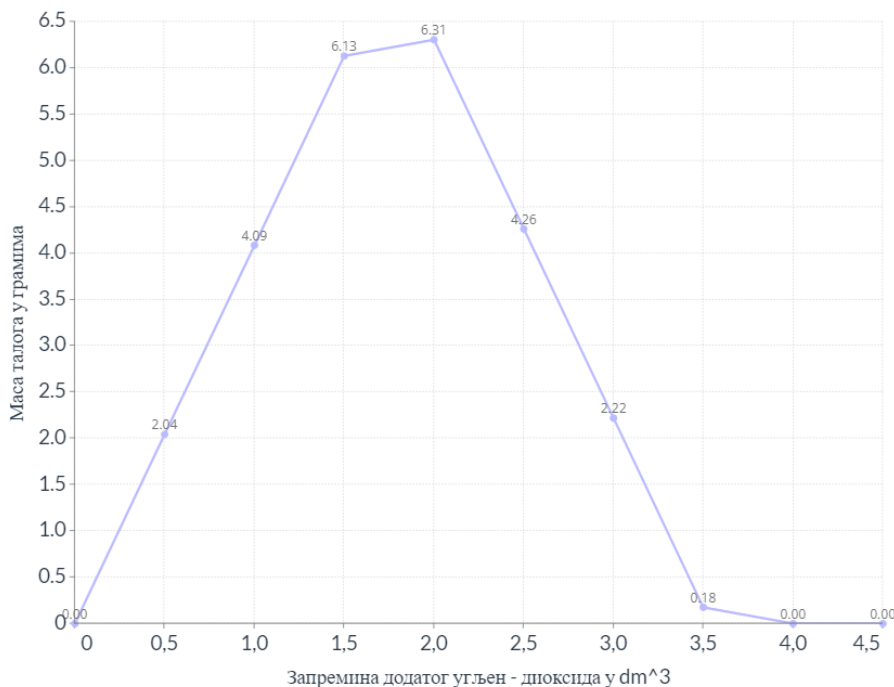


Претпоставити да су ова три облика једини облици у којима се ова супстанца налази у воденом раствору.

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

(1 дец. x експ.)

5. Узорак калцијум-хидрида масе 3,25 g, који садржи инертне примесе, растворен је у води и загреван, након чега је допуњен у нормалном суду до 100 cm³. Кроз овај раствор пропуштан је угљен-диоксид, у порцијама од по 500 cm³, мерено на 25°C и притиску од 101,3 kPa. Након сваког пропуштања, измерена је маса талоба, што је приказано на датом графику. Израчунати садржај калцијум-хидрида у полазном узорку.



$$\text{_____ \%}$$

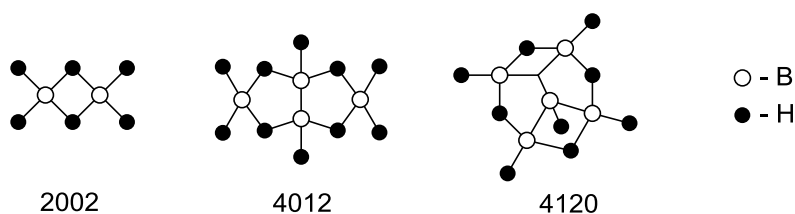
(1 дец.)

6. 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 $1,25 m^2$. 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).

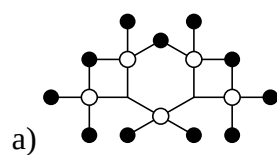
_____ година

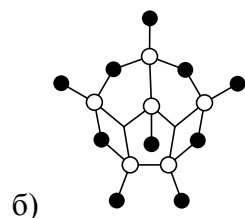
(2 дец. x експ.)

7. 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.



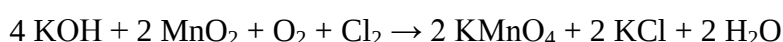
Одредити “styx” бројеве за два приказана борана.





8. У луци либанског главног града Бејрута 4. августа 2020. је експлодирало 2750 t непрописно ускладиштеног амонијум-нитрата. До експлозије је дошло услед пожара, који је покренуо експлозивну разградњу амонијум-нитрата. Дим настао у експлозији је имао црвенобраон боју. При овој експлозији се одигравало више хемијских реакција које су давале различите производе, али ћемо поједноставити проблем, односно претпоставити да се одигравала само реакција одговорна за настајање црвенобраон дима. У том случају запремина ослобођених гасова на 300 °C и атмосферском притиску је била $5,27 \times 10^6 \text{ m}^3$. Напишите једначину реакције која се одиграла.

9. При извођењу реакције:

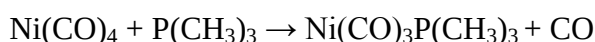


помешано је по 5,0 g сваког реактанта. Колика маса калијум-перманганата ће настати ако је принос квантитативан?

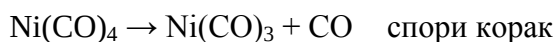
$$m = \text{_____ g}$$

(1 дец)

10. 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?

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

11. 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: $\text{C(s) (dijamant)} \rightarrow \text{C(g)}$

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

(1 дец.)

12. 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 , 2BO_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.

13. Неки узорак масе 10,00 g, који садржи калијум-цијанид, растворен је у нормалном суду тако да запремина раствора буде 100,00 cm^3 . Одмерено је 10,00 cm^3 тог раствора и титровано раствором сребро-нитрата концентрације 0,08333 mol/dm^3 до појаве трајног замућења. Утрошена је запремина од 22,00 cm^3 раствора. Израчунајте масени проценат калијум-цијанида у узорку. Примесе не реагују са сребро-нитратом.

_____ %
(1 дец.)

14. Унето је 0,010 mol неке монобазне киселине у нормални суд од 100,00 cm^3 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?

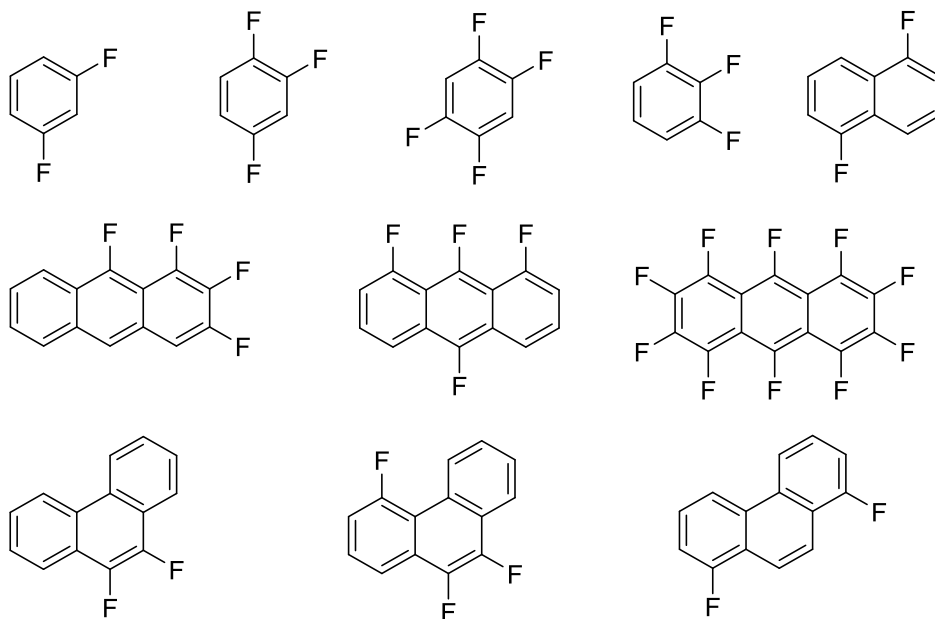
$K_a =$ _____
(1 дец. x експ)

15. Узорак неког непознатог органског једињења масе 2,00 g потпуним сагоревањем даје 4,23 g угљен-диоксида, 2,08 g водене паре и 1,23 g сумпор-диоксида. Ово једињење је оптички активно и не реагује са воденим раствором натријум-хидроксида. Написати структурну формулу овог једињења.

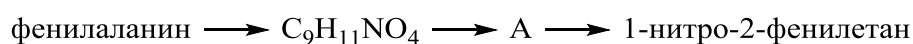
16. Код ундекан-дикиселине, $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$, услед дужине олигометиленског низа, једна карбоксилна група својим електронским ефектима не утиче на дисоцијацију друге. Уколико је pK_{a1} ове киселине 4,6, колико износи pK_{a2} ?

$\text{pK}_{a2} =$ _____
(1 дец.)

17. ^{19}F је NMR-активно језгро. Које (која) од наведених једињења даје (дају) два сигнала у ^{19}F NMR спектру. Заокружити одговарајућу структурну формулу (одговарајуће структурне формуле).



18. Један од носилаца мириса цветова јапанске мушмуле (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), 1-нитро-2-фенилетан, настаје у низу биосинтетских корака оксидације, приказаних доле, полазећи од фенилаланина (2-амино-3-фенилпропанска киселина). Мирисни састојак ђурђевка (*Convallaria majalis* L.) је и биосинтетски интермедијер А који настаје декарбоксилацијом и дехидратацијом интермедијера $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_4$. Хидролиза интермедијера А даје једињење Б које је носилац мириса зумбула (*Hyacinthus orientalis* L.). Дехидратацијом и хидроксилацијом у бензилном положају интермедијера А настаје цијанхидрин. Ово је цијанхидрин алдехида В који је носилац мириса горких бадема (*Prunus amygdalus* Batsch). Написати структурне формуле једињења обележених словима А-В.



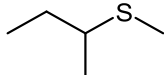
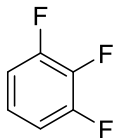
А = _____ Б = _____ В = _____

19. Здробљене таблете аспирина су помешане са метанолом, па је процеђен сав материјал који се није растворио. У филтрат је додата концентрована сумпорна киселина, па је он загреван до кључања 90 минута. Затим је додат вишак воденог раствора натријум-хидрогенкарбоната, те је екстраховано дихлорметаном. Након сушења и упаравања из органског слоја је добијено мирисно безбојно уље. Из 20 таблета које садрже по 500 mg аспирина добијено је 5,91 g производа у приносу од 70%. Написати једначину реакције која се одиграла.

20. Унутар сваког пара подвуците назив једињења које има вишу температуру кључања:

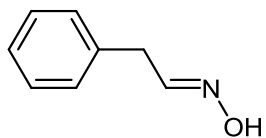
- а) имидазол или оксазол
- б) *орто*-нитроанилин или *пара*-нитроанилин
- в) метантиол или метанселенол (CH_3SeH).

Ключ теста за III и IV разред

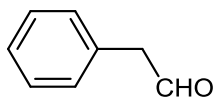
	Поени
1. 10% A, 20% Б и 70% В	3
2. 35 A	3
3. HBr	3
4. $3,7 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$	3
5. 93,6 %	3
6. $3,16 \times 10^6$ година	3
7. а) 3203	1,5
б) 4220	1,5
8. $4 \text{ NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 3 \text{ N}_2 + 2 \text{ NO}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O}$	3
9. 7,1 g	3
10. а) $v/v_0 = 2$	1,5
б) $v/v_0 = 1$	1,5
11. 715 kJ mol^{-1}	3
12. $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	3
13. 23,8 %	3
14. $1,0 \times 10^{-7}$	3
15.	
	3
16. 5,2	3
17.	
	3

18.

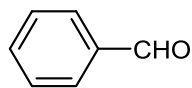
A =



Б =

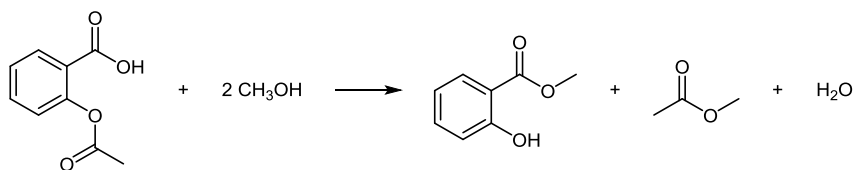


В =



1 + 1 + 1

19.



3

20. а) имидазол

1

б) *para*-нитроанилин

1

в) метанселенол

1