

Министарство просвете Републике Србије
Српско хемијско друштво

Републичко такмичење из хемије
16. 5. 2026.

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 папиру 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

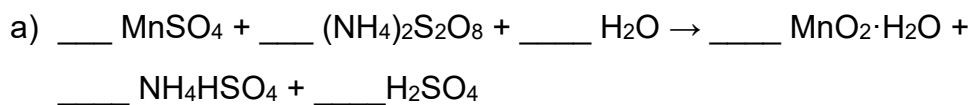
ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Одредити боју раствора која настаје додавањем индикатора тимол-плаво у раствор настао мешањем 40 cm^3 раствора натријум-хидроксида концентрације $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ и 10 cm^3 раствора цијановодоничне киселине концентрације $0,40 \text{ mol dm}^{-3}$ ($K_a(\text{HCN})=4,0 \cdot 10^{-10}$).

Индикатор тимол-плаво има црвену боју при $\text{pH} < 1,2$, жуту боју при $2,8 < \text{pH} < 8,0$, и плаву боју при $\text{pH} > 9,6$. Претпоставити да при мешању раствора не долази до контракције запремине.

Боја раствора _____

2. Изједначите следеће реакције:



3. У раствор калцијум-сулфата се у малим порцијама додаје раствор једног баријум-халогенида и мери електрична проводљивост раствора. Проводљивост опада са сваким додатком раствора баријум-халогенида, и у једном тренутку пада практично на нулу, да би при наставку додавања почела да расте. Напишите хемијску формулу тог баријум-халогенида.

4. Виктор-Мајерова метода се користи за одређивање моларне масе лако испарљивих једињења, полазећи од једначине идеалног гасног стања и заменом броја молова односом масе и моларне масе. За експеримент је одмерено 1,194 cm³ течне супстанце, густине 0,7845 g/cm³. Ова количина супстанце заузима запремину од 431,5 cm³ у гасовитом стању на притиску од 99,6 kPa и температури од 60 °C. Елементалном анализом је показано да је састав ове супстанце, изражен у масеним процентима: C 60,0%, H 13,4% и O 26,6%. Израчунати моларну масу ове супстанце и одредити њену молекулску формулу.

Моларна маса _____ g/mol
(цео број)

Молекулска формула _____

5. Бензил-алкохол је течна неполарна органска супстанца. Растворљивост бензил-алкохола у води на 20 °C је 3,5 g/100 g воде. Растворљивост воде у бензил-алкохолу на истој температури је 8 g/100 g бензил-алкохола. Уколико се помеша 100 g воде и 100 g бензил-алкохола на 20 °C добијају се два слоја: поларни и неполарни. Одредити масе оба слоја.

m (поларни слој) = _____ g
(једна децимала)

m (неполарни слој) = _____ g
(једна децимала)

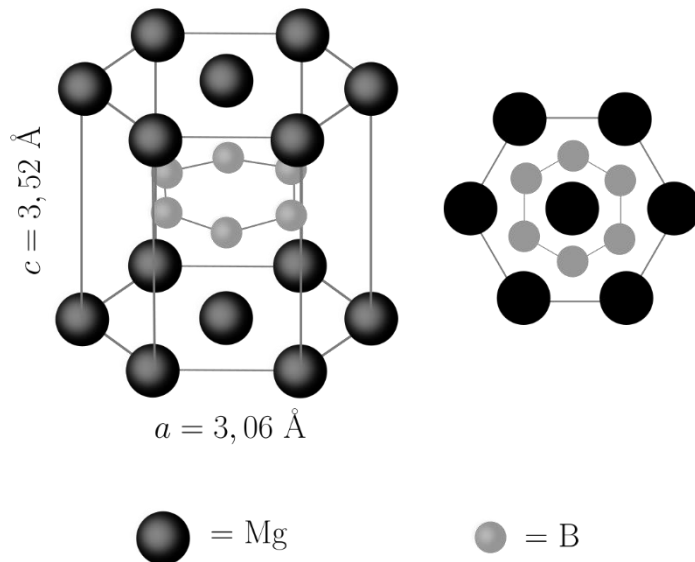
6. Колико износи pK_a азотасте киселине уколико се њен раствор концентрације $0,15 \text{ mol/dm}^3$ мрзне на температури $T_m = -0,30 \text{ }^\circ\text{C}$? Претпоставити да је густина раствора 1 g/cm^3 . Криоскопска константа воде износи $1,86 \text{ K kg/mol}$.

pK_a _____
(2 децимале)

7. Колико ће се исталожити магнезијум-сулфата хептахидрата уколико се $250,0 \text{ g}$ засићеног раствора чија је температура $50 \text{ }^\circ\text{C}$, охлади на $10 \text{ }^\circ\text{C}$?
 $R(\text{MgSO}_4, 50 \text{ }^\circ\text{C}) = 50,4 \text{ g у } 100 \text{ g воде}$, $R(\text{MgSO}_4, 10 \text{ }^\circ\text{C}) = 30,4 \text{ g у } 100 \text{ g воде}$

_____ g
(2 децимале)

8. Познат од средине прошлог века, магнезијум-борид није привлачио пажњу научне заједнице док 2001. године није откривено да се на температурама нижим од 39 K понаша као суперпроводник. Знајући да јединична ћелија овог борида има хексагоналну симетрију (приказана је на слици ниже лево, а десно је поглед дуж с-осе јединичне ћелије), израчунајте густину магнезијум-борида. Ангстрем (\AA) је јединица за дужину и износи 10^{-10} m.

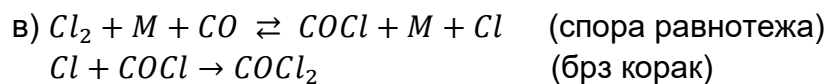
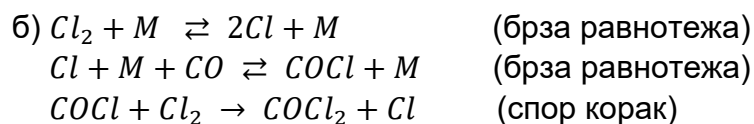
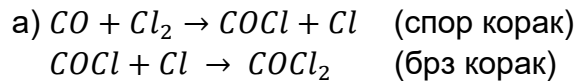


Густина _____ g/cm^3
(2 децимале)

9. У шупљу хоризонталну цев смештено је 4,50 g смеше калијум-хлорида и калијум-јодида. Унутрашњост цеви је загрејана до температуре од 300°C , након чега су кроз њу пропуштане паре брома исте температуре под високим притиском. Након завршетка реакције, маса чврсте супстанце у цеви износила је 3,75 g. Колико % калијум-хлорида је садржала смеша?

_____ %
(2 децимале)

10. Експериментално је утврђено да је израз за брзину реакције између хлора и угљен-моноксида у којој настаје фозген (COCl_2) $v = k[\text{CO}][\text{Cl}_2]^{3/2}$. Који је од следећих предложених механизма у сагласности са изразом за брзину реакције? М је било која нереактивна честица која омогућава пренос енергије при судару.



г) Ниједан од понуђених механизма није у складу са изразом за брзину

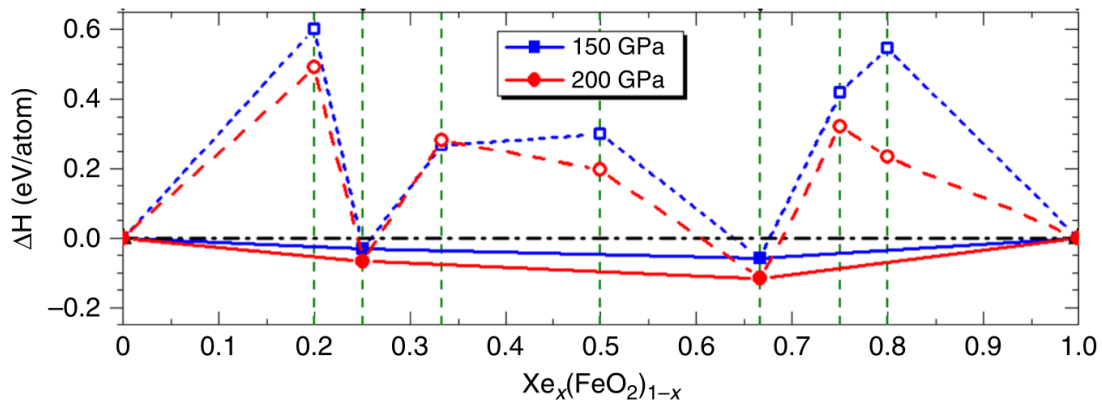
11. Која (које) од наведених супстанци се топи (топе) при повишењу притиска? Заокружити слово (слова) испред тачног (тачних) одговора.

- а) жива
- б) галијум
- в) бензен
- г) етанол
- д) сирћетна киселина

Густине течности на температурама блиским тачки мржњења: жива $13,55 \text{ g/cm}^3$; галијум $6,10 \text{ g/cm}^3$; бензен $0,88 \text{ g/cm}^3$; етанол $0,83 \text{ g/cm}^3$; сирћетна киселина $1,05 \text{ g/cm}^3$.

Густине чврстих супстанци на температурама блиским тачки топљења: жива $14,19 \text{ g/cm}^3$; галијум $5,91 \text{ g/cm}^3$; бензен $1,01 \text{ g/cm}^3$; етанол $0,95 \text{ g/cm}^3$; сирћетна киселина $1,27 \text{ g/cm}^3$.

12. Заступљеност ксенона у Земљиној атмосфери је јако ниска (0,087 ppm), знатно нижа него што предвиђају космохемијски модели. Та појава се назива парадокс недостајућег ксенона. Има више понуђених објашњења ове појаве. Једно од њих предвиђа грађење мешовитих оксида ксенона и гвожђа на високим температурама и притисцима у доњим слојевима Земљиног омотача. На слици су приказане израчунате енталпије настајања ових оксида на температури од 2000 К и два различита притиска у зависности од x .



Напишите емпиријске формуле два најстабилнија мешовита оксида на притиску од

а) 150 GPa

б) 200 GPa

а) _____

б) _____

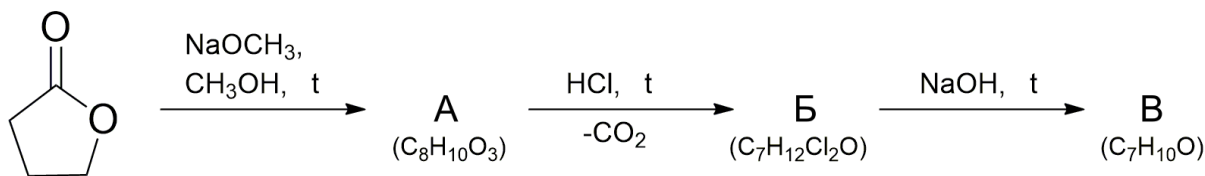
13. Написати електронске конфигурације следећих јона:

а) Ag^+ (редни број сребра 47) _____

б) Au^{3+} (редни број злата 79) _____

в) Mn^{7+} (редни број мангана 25) _____

14. Одредите структуре молекула А-В у следећој реакционој схеми:



A

Б

B

15. Једињење А, молекулске формуле $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$, реагује са воденим раствором натријум-хидроксида уз загревање и даје, након закишељавања, сирћетну киселину и једињење Б, молекулске формуле $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$. Једињење Б лако формира фенилхидразон. Једињење Б подлеже јодоформској реакцији, при чему поред јодоформа гради и карбокислну киселину В, молекулске формуле $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Одредите структуре молекула А-В.

A

Б

B

16. Једињење А, $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$, је азотово једињење које се налази у поквареном месу и које том месу даје непријатан мирис. Овај молекул је растворљив у води, лако реагује са азотастом киселином на $0\text{ }^\circ\text{C}$ уз издвајање гаса. Такође, једињење А може да реагује са бензенсулфонил-хлоридом дајући дериват који је растворан у бази. Реакцијом једињења А са метил-јодидом у вишку и накнадном реакцијом са сребро-оксидом уз загревање настаје једињење које у својој структури не садржи азот. Озонолизом овог молекула, након чега следи обрада реакције са цинком у праху у присуству воде настају два молекула формалдехида и молекул $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ по молу полазног једињења. Која је структурна формула једињења А?

17. Поређати по растућој киселости следеће киселине:
сирћетна киселина, трифлуорсирћетна киселина, трихлорсирћетна киселина,
хлорсирћетна киселина.

_____ > _____ > _____ > _____

18. Непознато једињење А има формулу $C_5H_{10}O$. Једињење А даје позитиван Толенсов тест. Оксидацијом једињења А добија се карбоксилна киселина Б. Хидрогенизацијом једињења А настаје алкохол В који је оптички активан. Написати структурне формуле једињења А, Б и В.

А

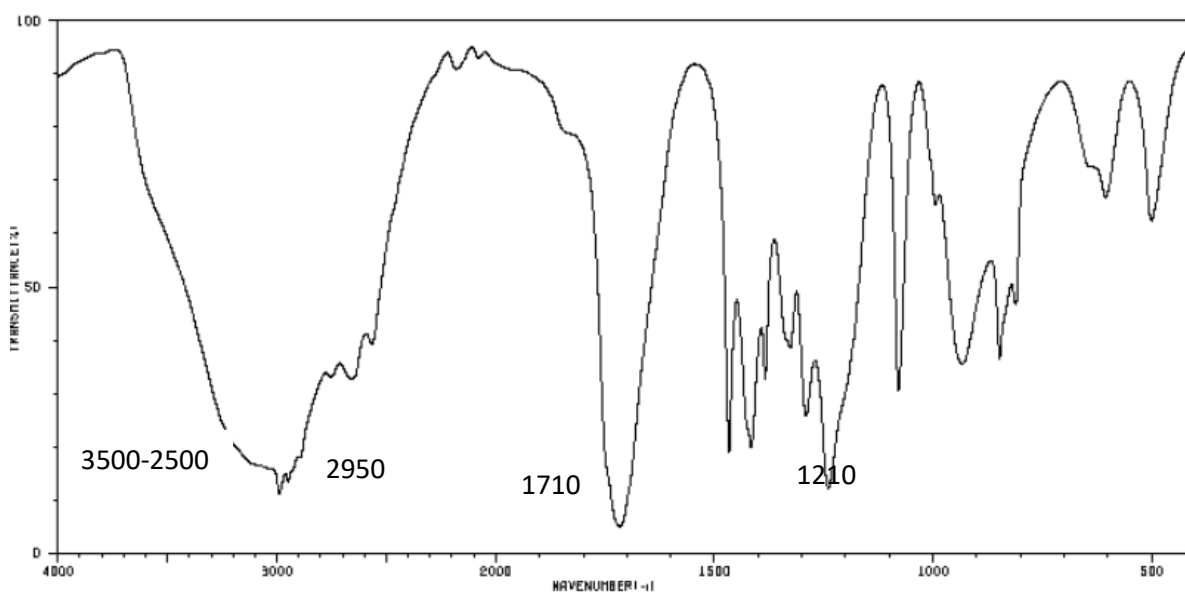
Б

В

19. Непознато једињење формуле C_7H_8O реагује са натријум-хидроксидом, али не реагује са натријум-хидрогенкарбонатом. У реакцији овог једињења са раствором гвожђе(III)-хлорида настаје љубичасто обојење. Нацртати могуће структуре непознатог једињења.

20. Инфрацрвена спектроскопија је једна од најчешће коришћених инструменталних метода за одређивање структуре једињења. Њена највећа предност је то што је брза и једноставна за анализу. Истраживачи ову методу најчешће користе за брзу идентификацију функционалних група које су присутне у молекулу јер су апсорпциони максимуми за све хемијске везе које апсорбују инфрацрвено зрачење тачно познати. У табели су приказане вредности апсорпционих максимума за неке хемијске везе. На основу приказаних података одредите ком једињењу (А-Д) припада приказани инфрацрвени спектар.

Хемијска веза	Таласни број (cm^{-1})	Интензитет и облик
O-H	3650-2500	Јака, широка трака
$\equiv\text{C-H}$	3340-3250	Јака, оштра трака
N-H	3500-3200	Средњег интензитета, проширена
$\text{sp}^2\text{C-H}$	3100-3000	Средњег до јаког, оштра
$\text{sp}^3\text{C-H}$	2960-2850	Средњег до јаког, оштра
$\text{C}\equiv\text{C}$	2260-2000	Слаба, оштра трака
$\text{C}\equiv\text{N}$	2260-2220	Јака, оштра трака
$\text{C}=\text{O}$ (кетон)	1750-1705	Јака, проширена
$\text{C}=\text{O}$ (естар)	1750-1735	Јака, проширена
$\text{C}=\text{O}$ (алдехид)	1740-1720	Јака, проширена
$\text{C}=\text{O}$ (карбоксилна киселина)	1725-1700	Јака, проширена
$\text{C}=\text{O}$ (амид)	1690-1650	Јака, проширена
$\text{C}=\text{C}$ (алкени)	1680-1620	Променљивог, оштра



- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$