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

Републичко такмичење из хемије
07.05.2022.

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; Nd=144; Ta= 181; W=184; Ir=192; Pt=195; Au=197; Hg=201; Pb=207; Bi=209; Rn=222; Ra=226; U=238.

Нормални услови: температура = 0^{o}C; притисак 101,3 kPa.
Молска запремина: 22,4 dm^3/mol при нормалним условима.
Авогадров број: $6,0x10^{23}$
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. У неком воденом раствору, концентрације различитих јона, укључујући јоне који одређују pH вредност (водоникови или хидроксидни) биле су записане на етикети. Међутим, на етикету је просута сумпорна киселина и оштећен је део на коме је била записана концентрација јона који одређују pH вредност. Ако је приказан део етикете који је остао очуван и ако се зна да су, поред јона који одређују pH вредност, само наведени јони присутни у раствору, одредити pH вредност раствора.

Јон	Концентрација/mmol dm^{-3}
K^+	48,3
Na^+	31,7
Mg^{2+}	9,7
Ba^{2+}	15,9
S^{2-}	28,9
NO_3^-	72,8
///////////	//////////

pH = _____

(1 дец.)

2. Узорак живог креча је стајао на ваздуху. Маса узорка након стајања је 4,99g. Након жарења на 900°C и хлађења, маса узорка је износила 4,92g. Настали гасови приликом жарења су проведени изнад анхидрида фосфорне киселине, што је резултовало смањењем масе гасова за 62,54 %. Одредити масени удео CaO у узорку живог креча након стајања.

_____ %

(1 дец.)

3. Средите коефицијенте у следећим једначинама оксидо-редукционих реакција:

а) ____Zn + ____H_2MoO_4 + ____H^+ = ____Zn^{2+} + ____Mo^{3+} + ____H_2O

б) ___SCN^- + ___IO_3^- + ___Cl^- + ___H^+ = ___SO_4^{2-} + ___HCN + ___ICl_2^- + ___H_2O

4. Колико килограма соде ($87{,}3\%\ Na_2CO_3$), кречњака ($72{,}5\%\ CaCO_3$) и кварца ($93{,}8\ \%\ SiO_2$) је потребно за припремање довољне количине стакла (хемијског састава $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$) за прављење 760 прозора Бакингемске палате, уколико су димензије једног прозора 1m x 2,2 m x 1,3cm? Густина стакла је 2500 kg / m^3.

_____ kg соде

(2 дец. х експ.)

_____ kg кречњака

(2 дец. х експ.)

_____ kg кварца

(2 дец. х експ.)

5. Материјал од којег су израђене катоде литијум-јонских батерија може се представити формулом $LiCoO_2$. Приликом пуњења део катјона кобалта се оксидује у +4 оксидационо стање, док део катјона литијума напушта кристалну решетку и прелази у раствор електролита. Према томе, права формула материјала од ког је изграђена нека катода је Li_xCoO_2, где је $0<x<1$. Атомском апсорпционом спектрофотометријом утврђено је да узорак садржи 61,30% Co.

а) Одредити формулу којом се може приказати састав испитаног катодног материјала.

_____

б) Израчунати однос количина Co(III) и Co(IV) јона у узорку.

n(Co((III)):n(Co((IV)) = _____ : _____

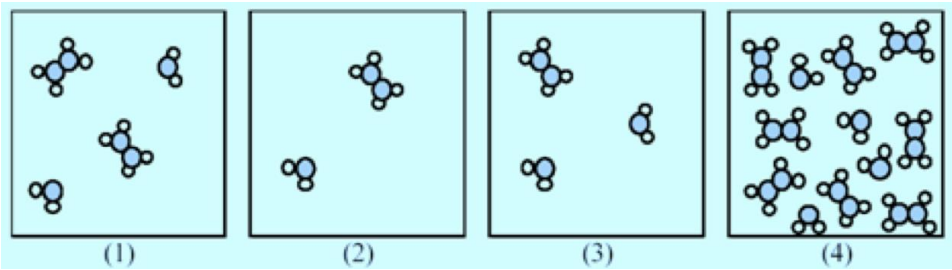
6. Реакција калијум-перхлората са угљеником се користи као погон у ракетним бацачима. У овој реакцији стандардна промена енталпије износи –402,6 kJ по молу калијум-перхлората. Напишите једначину ове реакције ако је стандардна енталпија настајања калијум-перхлората –430,1 kJ/mol, калијум-хлорида –436,7 kJ/mol, угљен-моноксида –99,0 kJ/mol, а угљен-диоксида –393,5 kJ/mol. У реакцији настају два производа, од којих је један калијум-хлорид.

_____

7. Узорак неког метала, масе 0,525 g, преливен је киселином, при чему се издвојио водоник. Водоник је сакупљен изнад воде и његова запремина је била 328 cm^3. Температура је била 20^oC, а притисак измерен барометром је био 9,97 x 10^4 Pa. Притисак засићене водене паре на тој температури износи 2,3 kPa. Напишите симбол тог метала

_____

8. Слика 1 приказује реакциону смешу молекула AB_2 и A_2B_4 у равнотежи. Које од преосталих смеша су у равнотежи?



а) 2 и 3

б) 3 и 4

в) 2 и 4

г) само 2

д) само 4

ђ) само 3

9. Кад се 5,00 g кобалт(II)-хлорида третира флуором на 250^oC, добија се бинарно једињење А у виду мрког праха. Том приликом се утроши 2,48 dm^3 флуора мереног на тој температури и атмосферском притиску. Кад се 3,00 g једињења А прелије великом количином воде издваја се гас Б (158 cm^3 на 25^oC и атмосферском притиску). Гас Б се слабо раствара у води. Настали водени раствор реагује кисело и не ствара талог по додатку раствора сребро-нитрата.

Напишите формуле супстанци А и Б.

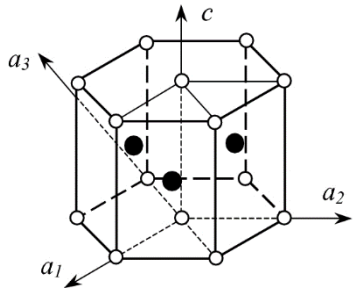
А = _____ Б = _____

10. У воденом раствору натријум-азида (NaN_3) концентрације 0,0100 mol/dm^3 pH износи 8,36. Израчунајте константу киселости азотоводоничне киселине (HN_3).

K_a = _____

(1 дец. х експ.)

11. Карбид једног метала има јединичну ћелију приказану на слици (беле куглице представљају атоме угљеника, а црне непознатог метала). Дужине њених ивица су $a_1 = a_2 = 2{,}902$ Å, и $c = 2{,}831$ Å. Густина овог карбида је 15,82 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Одредите формулу непознатог карбида.



_____

12. Желимо да припремимо 500 cm^3 раствора чији је pH 2,4. На располагању су нам раствор хлороводоничне киселине чији је pH 2,0 и раствор баријум-хидроксида чији је pH 11,7. Колике запремине ових раствора треба помешати?

V(HCl) = _____ cm^3

(цео број)

V($Ba(OH)_2$) = _____ cm^3

(цео број)

13. Молекули апсорбују инфрацрвено зрачење на специфичним таласним дужинама које одговарају фреквенцијама молекулских вибрација. Молекулске вибрације представљају периодично кретање атома у молекулу једних у односу на друге, при чему се могу мењати дужине и углови веза. Да би дошло до апсорпције инфрацрвеног зрачења, неопходно је да при вибрацијама долази до промене диполног момента. Који од наведених гасова апсорбују инфрацрвено зрачење? Заокружити слово (слова) испред тачног (тачних) одговора.

а) водена пара

б) кисеоник

в) азот

г) аргон

д) угљен-диоксид

ђ) метан

14. Концентрација магнезијумовог јона у морској води износи 0,0523 mol/dm^3. Густина морске воде је 1,03 g/cm^3. Израчунајте масени удео магнезијумовог јона у морској води, изражен у процентима.

ω = _____ %

(3 дец.)

15. Око грла реагенс боце са триетиламином током времена се гради бели прстен од чврсте кристалне супстанце, која садржи 8,59 % азота. Раствор ове прашкасте супстанце у води се понаша као пуфер. Написати формулу и назив ове супстанце, као и једначину реакције којом она настаје.

Формула: _____

Назив: _____

Једначина: _____

16. Један од испарљивих састојака (В) банане је синтетисан на следећи начин. Диетил-ацетал (*Z*)-3-хексенала је третиран малом количином оксалне киселине и хидрохинона у смеши воде и ацетона да се ослободи једињење А. Раствор једињења А у диетил-етру је додат у раствор метилмагнезијум-јодида у истом растварачу. Једињење Б је изловано после уобичајене обраде реакционе смеше водом и разблаженим раствором киселине. Смеша једињења Б, пиридина и пентана је охлађена, па је у капима додат раствор бутаноил-хлорида у пентану. Након стајања преко ноћи, реакциона смеша је обрађена као што је већ наведено, а изоловано је једињење В. Напишите структурне формуле једињења А, Б и В.

А = _____

Б = _____

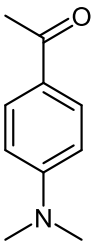
В = _____

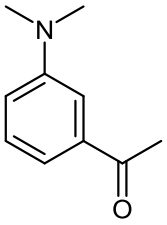
17. Ацетил-хлорид се распада у контакту са ваздухом.

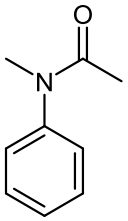
а) Које (која) једињење (једињења) се може (могу) идентификовати у боци старог ацетил-хлорида?

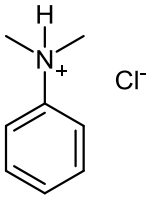
1) CH_3COOH, 2) $CH_3COOCH_2CH_3$, 3) $CH_3COOCOCH_3$, 4) CH_3COCH_3, 5) HCl

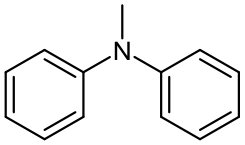
б) Да би се пречистио овакав ацетил-хлорид он се подвргава дестилацији након додатка *N*,*N*-диметиланилина. Које једињење се овом приликом гради, а тиме омогућава да се ацетил-хлорид пречисти дестилацијом?

1) 

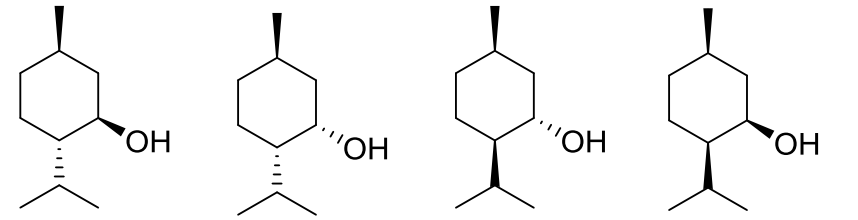
2) 

3) 

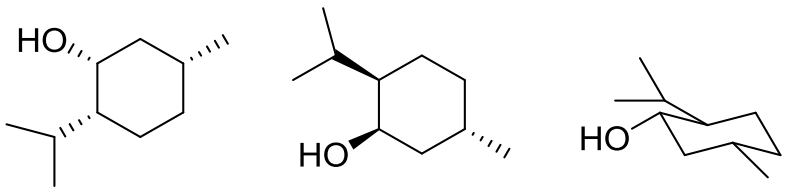
4) 

5) 

18. Уколико је познато:

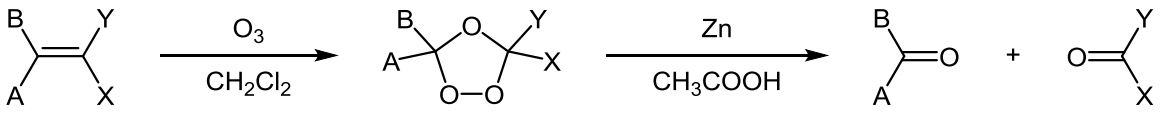


именовати следећа једињења:



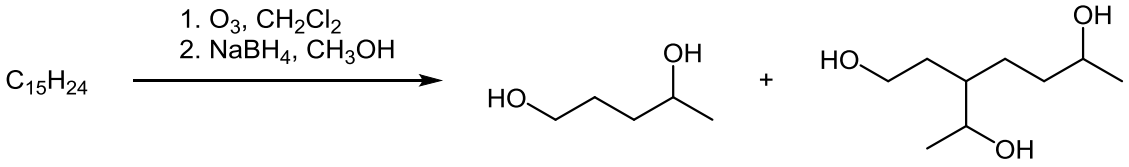
_____ _____ _____

19. Озонолизом се врши оксидативно раскидање двогубих угљеник-угљеник веза према наведеној реакционој шеми:



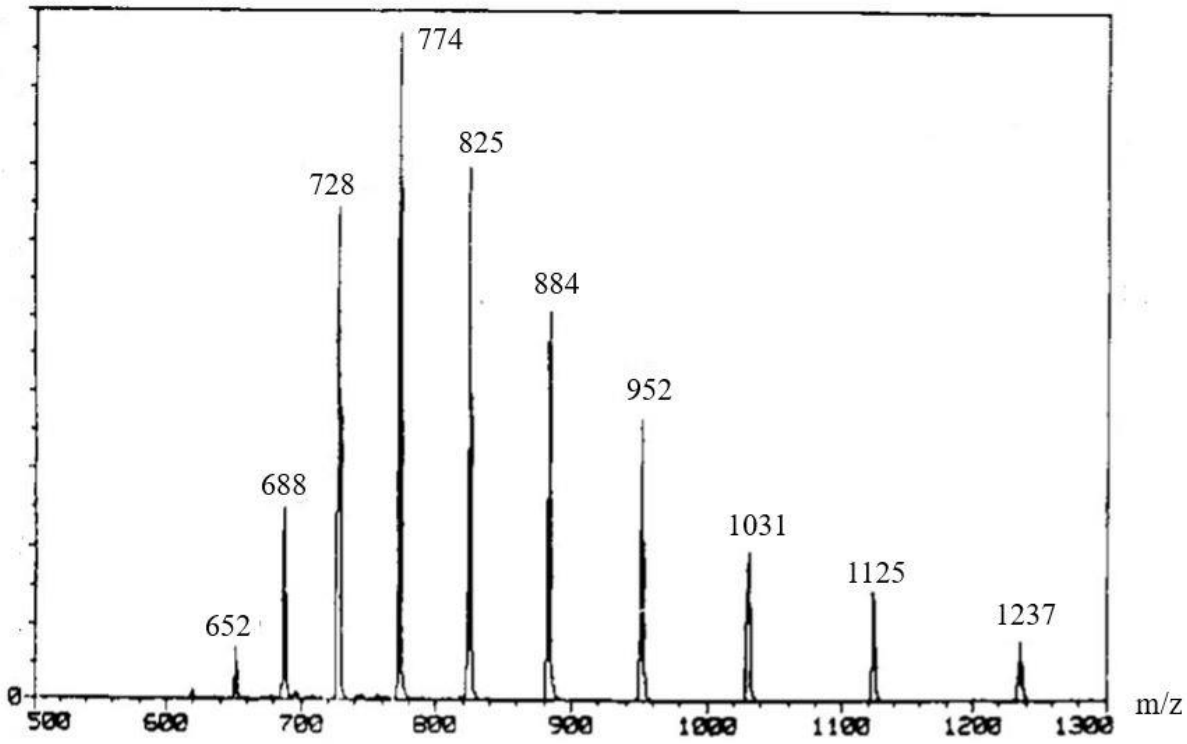
Дејством озона настаје озонид који се најчешће различитим редукционим агенсима разлаже до крајњих производа.

Ова реакција се некада користи за одређивање структуре органских једињења. На пример, озонолизом гермакрена A ($C_{15}H_{24}$) изоловани су следећи производи:



Ако знате да је гермакрен A сесквитерпен који се формално биосинтезом добија из изопренских јединица (2-метил-1,3-бутадиена), напишите могућу структурну формулу овог сесквитерпена.

20. Масена спектрометрија је аналитичка метода којом се могу одређивати молекулске масе једињења. Врста масене спектрометрије која користи електроспреј јонизациону технику је посебно корисна за одређивање молекулских маса макромолекула. У наставку је дат масени спектар протеина цитохрома *ц*, добијен електроспреј методом. Масени спектрометар може детектовати само наелектрисане молекуле, а сви пикови у наведеном спектру потичу од јона насталих протоновањем цитохрома *ц* одређеним бројем протона - $[\text{цитохром ц} + nH^+]$. Положај јонског пика на оси је дефинисан његовим *m/z* односом, односно количником његове релативне молекулске масе и наелектрисања. Уколико је познато да суседни пикови потичу од јона који се разликују по наелектрисању за 1, и да наелектрисање јона опада слева на десно (у смеру пораста *m/z* вредности), као и то да непротоновани облик цитохрома *ц* није наелектрисан, одредити релативну молекулску масу цитохрома *ц*.

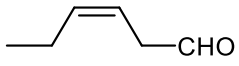


M_r = _____

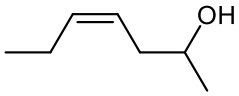
(2 дец. х експ.)

Кључ теста за III и IV разред

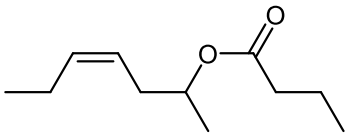
	поени
1. 10,8	3
2. 95,2 %	3
3. а) $3Zn + 2H_2MoO_4 + 12H^+ = 3Zn^{2+} + 2Mo^{3+} + 8H_2O$	1,5
б) $2SCN^- + 3IO_3^- + 6Cl^- + 4H^+ = 2SO_4^{2-} + 2HCN + 3ICl_2^- + H_2O$	1,5
4. $1{,}38 \times 10^4$ kg соде	1
$1{,}57 \times 10^4$ kg кречњака	1
$4{,}36 \times 10^4$ kg кварца	1
5. а) $Li_{0,75}CoO_2$	1,5
б) 3:1	1,5
6. $KClO_4 + 4C \rightarrow KCl + 4CO$	3
7. Ca	3
8. д	3
9. А = CoF_3	1,5
Б = O_2	1,5
10. $1{,}9 \times 10^{-5}$	3
11. WC	3
12 V(HCl) = 300 cm^3	1,5
$V(Ba(OH)_2)$ = 200 cm^3	1,5
13. а, д, ђ	3
14. 0,122 %	3
15. $(CH_3CH_2)_3NH^+HCO_3^-$	1
триетиламонијум-хидрогенкарбонат	1
$(CH_3CH_2)_3N + H_2O + CO_2 \rightarrow (CH_3CH_2)_3NH^+HCO_3^-$	1

16. А = 

1

Б = 

1

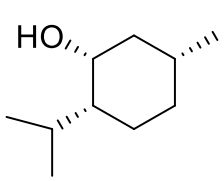
В = 

1

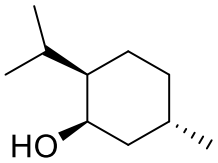
17. а) 1,3,5 1,5

б) 4 1,5

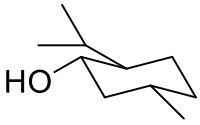
18.



(+)-neoizomentol



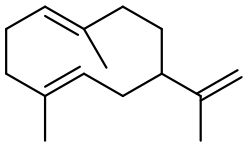
(-)-neomentol



(+)-mentol

3 x 1

19.


3

20. 1,24 x 10^4 3