

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

Републичко такмичење из хемије
Београд, 12.05.2018.

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; 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; I=127; Xe=131;
Cs=133; Ba=137; Pt=195; 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

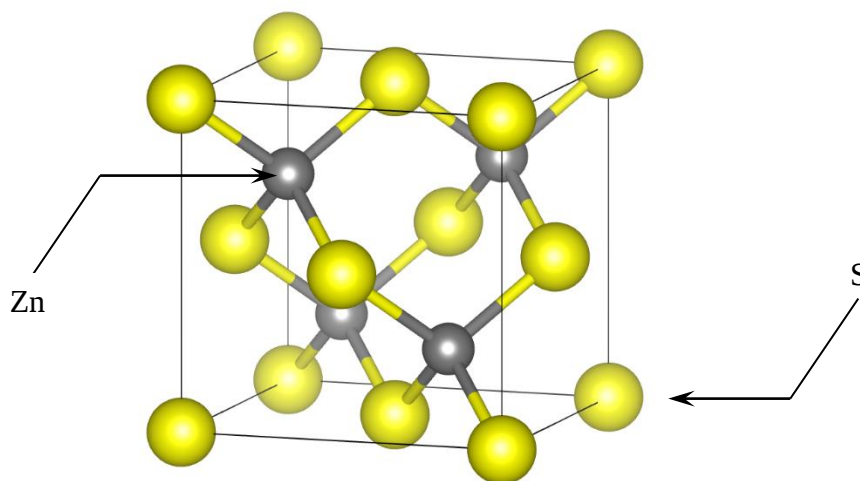
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10⁻³⁴ J s

ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Цинк-сулфид кристалише у кубном кристалном структурном типу приказаном испод, а сродном структури дијаманта.



- а) Одредити координационе бројеве (КБ) цинка и сумпора у овој кристалној структури.

КБ(Zn) = _____

КБ(S) = _____

- б) Израчунати густину цинк-сулфида ако је дужина ивице јединичне ћелије $5,406 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

$\rho = \frac{\text{_____}}{\text{(2 дец.)}} \text{ g/cm}^3$

2. Гаетале је најсланије језеро на свету. Налази се у пустињи Данакил на северу Етиопије, изнад једног термалног извора, па је температура у њему око 50–60 °C. Због велике количине растворених соли вода у њему је врло густа ($\rho = 1,42 \text{ g/cm}^3$), а становници оближњег села користе је у козметичке сврхе. Јони одговорни за њен салинитет су Ca^{2+} , Mg^{2+} и Cl^- , док су количине осталих јона занемарљиве. Утврђено је да су $[\text{Ca}^{2+}] = 3,91 \text{ mol/dm}^3$ и $[\text{Mg}^{2+}] = 2,13 \text{ mol/dm}^3$. Салинитет се обично изражава као масени удео укупних растворених соли у сланој води, и то у процентима. Колико износи салинитет језера Гаетале?

_____ %
(1 дец.)

3. У раствору који је добијен по додатку $50,0 \text{ cm}^3$ раствора калијум-хидроксида концентрације $0,100 \text{ mol/dm}^3$ у 100 cm^3 раствора који садржи $0,456 \text{ g}$ гликолне киселине (HOCH_2COOH), pH износи $4,53$. Колико износи константа киселости гликолне киселине?

$$K_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

(2 дец. x експ.)

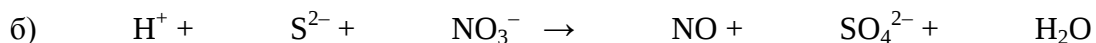
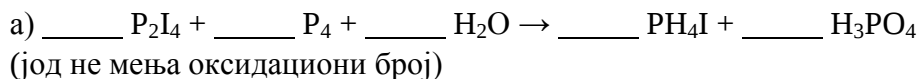
4. Силицијум(IV)-хлорид и силицијум(IV)-флуорид имају различито понашање при хидролизи. Силицијум(IV)-хлорид је течност, која као један од производа хидролизе гради јаку једнобазну киселину. Та реакција се може запазити и кад силицијум(IV)-хлорид стоји на ваздуху, при чему се у контакту са влагом из ваздуха гради аеросол па се ова супстанца користи за стварање димних завеса. Силицијум(IV)-флуорид је гас, који при хидролизи гради врло јаку двобазну киселину. Та киселина не садржи ниједну везу Si-O . Напишите једначине реакција хидролизе ова два силицијум(IV)-халогенида.

5. Извршена је анализа врло загађеног ваздуха са високим садржајем водоник-сулфида. У ту сврху, 110 dm^3 ваздуха на 17°C и $101,3 \text{ kPa}$ пропуштано је кроз 300 cm^3 стандардизованог раствора калијум-перманганата концентрације $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ закисељеног сумпорном киселином. Након тога, добијени раствор љубичасте боје профилиран је од талог настаног сумпора и аликвот од $50,0 \text{ cm}^3$ титрован стандардним раствором натријум-оксалата концентрације $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ (што је праћено ослобађањем угљен-диоксида), при чему је утрошак титрационог средства био $31,8 \text{ cm}^3$. Одредити запремински удео водоник-сулфида у испитиваном узорку ваздуха. Претпоставити да кисеоник из ваздуха не учествује у редокс процесима.

$$\underline{\hspace{2cm}} \%$$

(1 дец.)

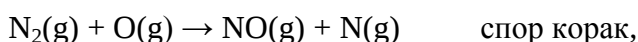
6. Изједначити следеће једначине оксидоредукције уписивањем одговарајућих коефицијената.



10. Заокружити слово испред тачне тврдње (тачних тврдњи).

- а) Угао O–S–O веза код сумпор(VI)-оксида је нешто већи него код сумпор(IV)-оксида.
- б) Дужина везе у молекулу кисеоника (O₂) већа је од оне у пероксидном јону (O₂²⁻).
- в) Хемијска веза у молекулу PCl₅ може се објаснити правилом октета.
- г) Јонски полупречник O²⁻ већи је од јонског полупречника F⁻.
- д) F⁻ лакше прима електрон него O⁻.

11. Азот-моноксид може се добити директном реакцијом азота и кисеоника на високим температурама. Предложен је следећи механизам за ову реакцију:



Написати израз за брзину ове реакције који следи из оваквог механизма.

$$v = \underline{\hspace{10cm}}$$

12. Ако је молски удео неке киселине у њеном воденом раствору 0,0667, а њен масени удео у истом раствору 0,200, колика је моларна маса те киселине?

$$M = \underline{\hspace{10cm}} \text{ g/mol}$$

(1 дец.)

13. Два суда, први запремине 35,0 dm³ и други запремине 65,0 dm³, спојена су цевчицом занемарљиве запремине. Уколико се температура у првом одржава на 100 °C, а у другом на 0 °C, и ако се у тако спојеним судовима налази 4,50 mol идеалног гаса, колики је притисак у систему након успостављања равнотеже?

$$p = \underline{\hspace{10cm}} \text{ kPa}$$

(цео број)

14. На собној температури, супстанце А, Б и В су безбојне, нерадиоактивне течности које не проводе електричну струју. При некој нижој температури све супстанце очвршћавају, а кристалић супстанце А тоне у течности Б која је на собној температури. Том приликом се добија смеша три супстанце А, Б и Г. Смеша А, Б и Г се добија и мешањем истих количина течних А и Б, при чему је молски однос насталих А, Б и Г = 1 : 1 : 2. Супстанца Г се не може добити у чистом стању у течном агрегатном стању. Направљени су раствори исте концентрације NaOH у течностима А, Б и В и подвргнути електролизи са инертним електродама. Однос маса гасова који су се издавајали на катодама и анодама се разликовао од раствора до раствора, а у случају раствора NaOH у В тај однос није био сталан током времена. Максимална вредост тог масеног односа за раствор В није прелазила 1 : 9 ни при дужем трајању електролизе. Идентификовати супстанце А, Б, В и Г.

А = _____ Б = _____ В = _____ Г = _____

15. Измерено је да у циклопропану Н-С-Н угао износи 114° . На основу овога је израчунато да су орбитале угљеника које су изградиле везе са водоницима $sp^{2,46}$ хибриди. Која је хибридизација (sp^n) орбитала угљеника којима гради везе са угљеницима, тј. колико износи n?

n = _____

(2 дец.)

16. Растворен је вишак натријум-јодида (1,333 пута више од стехиометријске количине, 20,000 g) у сувом ацетону, па је у њега укапаван ацетонски раствор 18,450 g органског једињења А које садржи један атом хлора по молекулу. Убрзо након додатка целокупне количине једињења А дошло је до појаве белог замућења, а затим и талог Б. Раствор је остављен да се меша на собној температури преко ноћи. Након тога, упарен је ацетон, а остатак више пута испран диетил-етром. Суви остатак добијен након цеђења имао је масу 11,033 g, а сакупљени етарски екстракти су, након упаравања етра, дали 27,417 g безбојне уљасте течности Т која се састојала од неизреагованог А и једињења В. Течност Т би стајањем на ваздуху полако добијала љубичасту боју.

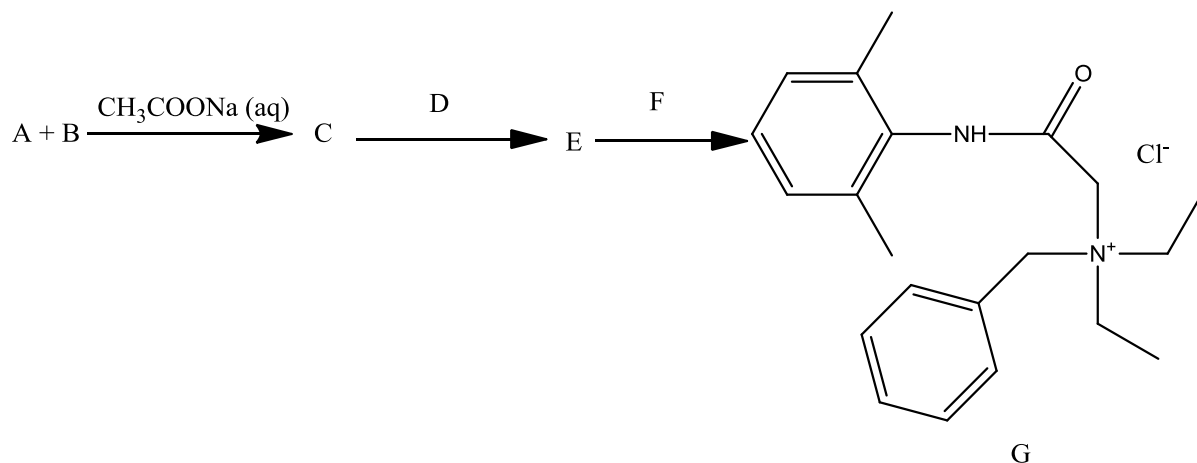
- а) Шта представља талог Б?
б) Колико износи принос ове реакције?
в) Колико масених процената (једињења В) износи чистоћа добијене течности Т?

Б = _____ б) _____ % в) _____ %

(1 дец.)

(1 дец.)

17. Једно од једињења највеће горчине је денатонијум-хлорид (G). Његова синтеза је приказана доле. Једињења A, D и E су базна, али је A слабија база од друга два. У ^1H NMR спектру једињења A и F постоји само по један сигнал који потиче од алифатичних протона. Једињење B садржи два атома хлора у молекулу, а једињења C и F по један. У другом кораку, реактант D се узима у вишку. Идентификујте једињења A, B, C, D, E и F.



A = _____

B = _____

C = _____

D = _____

E = _____

F = _____

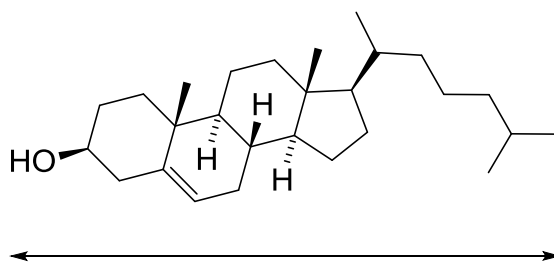
18. У реакцији једињења А са литијум-алуминијум-хидридом настају два алкохола релативних молекулских маса 60 (Б), односно 88 (В). Један од та два алкохола подлеже реакцији са натријум-дихроматом, а други не. Напишите структуре једињења А, Б и В.

А = _____

Б = _____

В = _____

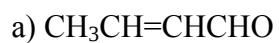
19. Испод је приказана структура холестерола, есенцијалног састојка свих животињских ћелијских мембрана.



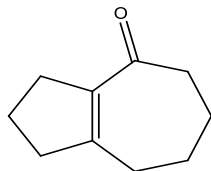
Колико отприлике износи дужина овог молекула (означена изнад)? Заокружити тачан одговор. $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$

- а) 0,175 Å
- б) 1,75 Å
- в) 17,5 Å
- г) 175 Å
- д) 1750 Å

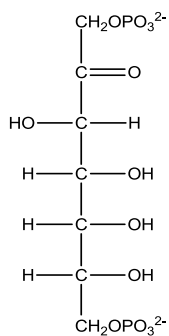
20. Које(а) органско(а) једињење(а) ће под условима алдолне реакције дати следеће производе:



б)



в)



(ензимска реакција)

а) _____

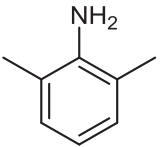
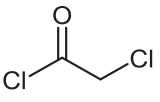
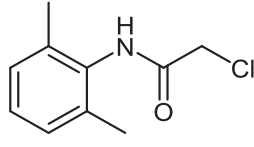
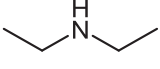
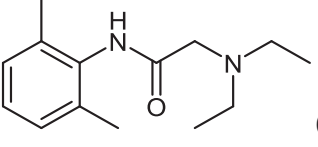
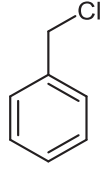
б) _____

в) _____

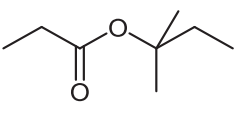
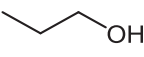
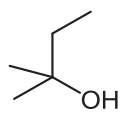
Трећи и четврти разред

	Поени
1. а) $K_B(\text{Zn}) = 4$, $K_B(\text{S}) = 4$	1,5
б) $4,09 \text{ cm}^3$	1,5
2. 44,8%	3
3. $1,48 \cdot 10^{-4}$	3
4. $\text{SiCl}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4 \text{HCl}$ или $\text{SiCl}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4 \text{HCl}$	1,5
$3 \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SiF}_6$ или $3 \text{SiF}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{H}_2\text{SiF}_6$	1,5
5. 0,12 %	3
6. а) $\frac{10}{40} \text{P}_2\text{I}_4 + \frac{13}{32} \text{P}_4 + \frac{128}{3} \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\frac{40}{8} \text{PH}_4\text{I} + \frac{32}{3} \text{H}_3\text{PO}_4$	1,5
б) $\frac{8}{3} \text{H}^+ + \frac{3}{8} \text{S}^{2-} + \frac{8}{3} \text{NO}_3^- \rightarrow$ $\frac{8}{3} \text{NO} + \frac{3}{8} \text{SO}_4^{2-} + \frac{4}{3} \text{H}_2\text{O}$	1,5
7. $\omega(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 69,6\%$, $\omega(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 30,4\%$	3
8. 10,2 g	3
9. AlCl_3	3
10. а), г)	3
11. $v = k [\text{N}_2][\text{O}_2]^{1/2}$	3
12. 63,0 g/mol	3
13. 113 kPa	3
14. А = $^2\text{H}_2\text{O}$ (D_2O)	0,75
Б = $^1\text{H}_2\text{O}$	0,75
В = $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$	0,75
Г = $^1\text{H}^2\text{HO}$ (HDO)	0,75
15. 3,74	3
16. а) NaCl	1
б) 98,0%	1
в) 98,6%	1

17.

A =  0,5	B =  0,5	C =  0,5
D =  0,5	E =  0,5	F =  0,5

18.

A =  1	B =  1	B =  1
--	---	---

19. B)

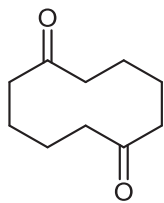
3

20. a)



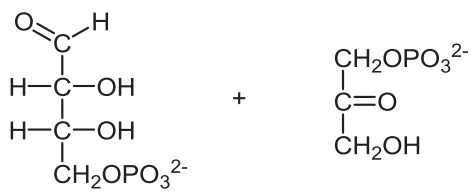
1

б)



1

B)



1