

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

Републичко такмичење из хемије
Петница, 16.05.2015.

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; Li=7; B=11; C=12; N=14; O=16; F=19; Na=23; Mg=24; Al=27; Si=28; P=31; S=32; Cl=35,5; 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; Rb=85; Sr=88; Y=89; Zr=91; Mo=96; Ag=108; Cd=112; Sn=119; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Pt=195; Hg=201; Pb=207; Bi=209; Fr=223; Ra=226; U=238

Нормални услови: температура = 0°C; притисак 101,3 kPa.

Молска запремина: 22,4 dm³/mol при нормалним условима.

Авогадров број: 6x10²³

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. Најчешћи модел апарата за гашење пожара се састоји од два одељка. У већем одељку се налази 8 kg 5%-ног раствора натријум-хидрогенкарбоната и мала количина сурфактанта (површински активне супстанце), док помоћни одељак садржи 400 g воденог раствора сумпорне киселине. Када се апарат за гашење пожара активира, киселина утиче у већи одељак. Гас који се при томе издваја изазива снажно мешање садржаја, а услед пораста притиска пена се избацује из већег одељка, при чему се она може усмерити ка ватри.
- а) Напишите једначину реакције која објашњава принцип рада овог конкретног апарата за гашење пожара.
- б) Израчунајте минималну концентрацију сумпорне киселине (масени проценти) која је потребна за реакцију са целокупном количином супстанце која ослобађа гас из већег одељка.

а) _____

б) _____ %
(1 дец.)

2. Израчунајте рН раствора који садржи једнаке концентрације амонијака и амонијум-сулфата. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

рН = _____
(1 дец.)

3. Једињење А је хидроксид непознатог метала. Када се А загреје у инертној атмосфери, добијају се чврсти остатак (једињење Б) и гасовита смеша. Једињење Б садржи 27,6% кисеоника по маси. Гасовита смеша има густину $4,20 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$ на 400 K и 110 kPa.
- а) Одредите квалитативни и квантитативни састав гасовите смесе (масени проценти).
- б) Одредите идентитет једињења А и Б.
- в) Напишите једначину реакције која се одиграва при трансформацији А у Б.

а) _____ % _____ %
(1 дец.) (1 дец.)

б) А = _____ Б = _____

в) _____

4. Силицијумове киселине чине класу једињења чија је општа формула $[\text{SiO}_x(\text{OH})_{4-2x}]_n$. Оне имају велику тежњу да отпусте воду и формирају олиго- или полисилицијумске киселине или евентуално силицијум-диоксид. Даље реакције кондензације могу да произведу циклосиликате (прстени), иносиликате (једноструки и двоструки ланци), филосиликате (плоче) или тектосиликате (3D мреже). У свим овим једињењима, SiO_4^{4-} тетраедри повезани су преко неких од својих темена:

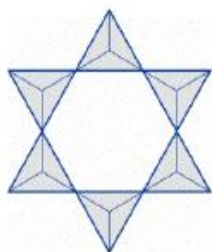


Написати емпиријску формулу следећих силикатних анјона:

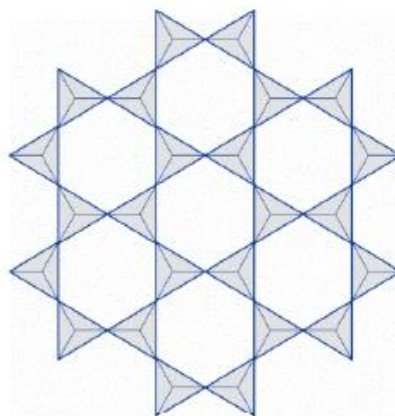
a)



b)



c)



a) _____

б) _____

ц) _____

5. Смеша 1,2 mol водоника и 0,7 mol пара јода термостатирана је на 800 °C у неком суду док се није успоставила равнотежа. Том приликом се ослободило 8,4 kJ топлоте. Ако је познато следеће:

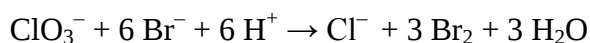


одредити константу равнотеже ове реакције на тој температури.

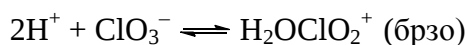
$$K = \frac{\quad}{\quad}$$

(цео број)

6. Механизам реакције

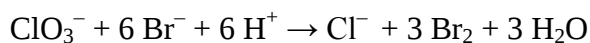


је:



Настали јон ClO_2^- се затим низом брзих корака редукује у Cl^- .

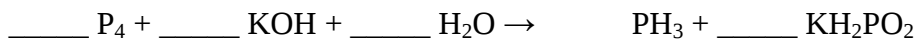
Предложите израз за брзину реакције



$$v = \frac{\quad}{\quad}$$

7. Гасовити фосфин, PH_3 , индустријски се добија из белог фосфора, реакцијом са воденим раствором алкалије, приликом чега настаје још и калијумова со киселине А.

а) Одредити коефицијенте у једначини оксидоредукције која најбоље описује овај процес.



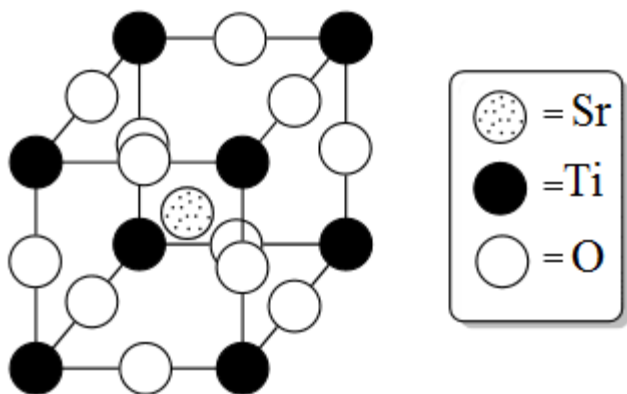
б) Колико киселих водоника садржи киселина А?

8. Танку бакарну плочу дужине 3,0 cm и ширине 2,0 cm треба посребрити, тако да слој сребра буде 1,0 μm са сваке стране. Колико дуго треба проводити струју јачине 150,0 mA кроз раствор $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ јона да би се ово постигло? Густина сребра је 10,5 g/cm³.

$$t = \text{_____} \text{ s}$$

(цео број)

9. Под перовскитом се подразумева било који материјал који има кристалну структуру као калцијум-титан-оксид. Одредите емпиријску формулу кристала овог типа, ако је за један од њих јединична кристална ћелија дата испод.



10. Брзина неке реакције се повећала 28 пута при повишењу температуре са 22 °C на 54 °C. Колико би се пута додатно повећала при повишењу температуре са 54 °C на 62 °C.

_____ пута

(1 дец.)

11. Непознато бинарно једињење *A* је чврста супстанца при стандардним условима (собна температура и атмосферски притисак) и оно садржи више од 10% водоника по маси. Једињење *A*, које је јако редуционо средство, у реакцији са водом даје елементарну супстанцу *B*. Када се *A* загрева под притиском у атмосфери угљен-диоксида, једини производ је безбојна кристална супстанца *B*, која садржи 61,6% кисеоника по маси. Када *B* реагује са разблаженом сумпорном киселином, производ ове реакције је органско једињење *Г*. Међутим, ако *Г* реагује са концентрованом H_2SO_4 , добија се гас *Д* који је мање густ од ваздуха. Идентификовати сва једињења означена словима *A-Д*

A = _____ *B* = _____ *B* = _____

Г = _____ *Д* = _____

12. Једињење *A* је врло нестабилни гасовити бинарни хидрид (садржи само још један елемент осим водоника) непријатног мириса, чија густина према водонику износи 14. Када се овај гас раствори у води, добија се слабо кисео раствор киселине *Б* која је врло слаб електролит. Раствор припремљен растварањем 2,00 g *Б* у 100 g воде мрзнуо је на $-0,60\text{ }^\circ\text{C}$. $k_f(\text{H}_2\text{O}) = 1,86\text{ K kg mol}^{-1}$. Напишите молекулске формуле једињења *A* и *Б*.

A = _____ *Б* = _____

13. Када се амонијум-дихромат у порцијама додаје у растопљени амонијум-тиоцијанат, NH_4SCN , гради се Рајнекеова со. Ова со има формулу $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{SCN})_x(\text{NH}_3)_y]$ и следећи састав (масени проценти): Cr 15,5%, S 38,15% и N 29,2%.

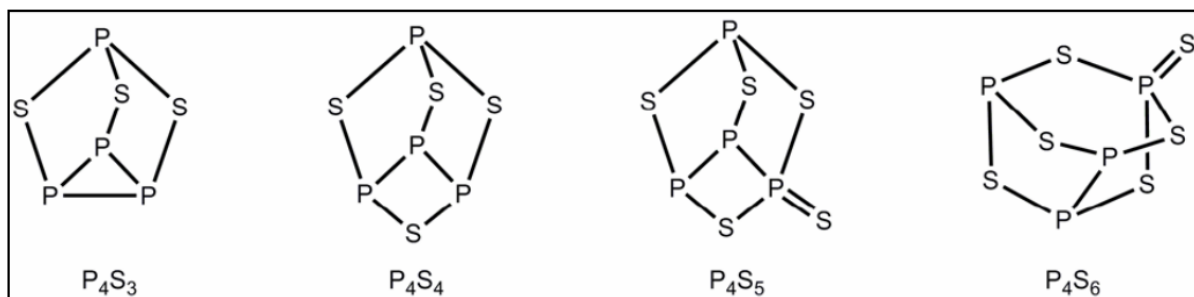
а) Израчунати вредности *x* и *y* у наведеној формули.

б) Колико износи оксидациони број хрома у овом комплексу?

а) *x* = _____ *y* = _____

б) _____

14. Сулфиди фосфора се могу добити загревањем белог фосфора и сумпора. Када се ова реакција изводи на ниским темпратурама долази до грађења низа производа од P_4S_3 до P_4S_{10} . ^{31}P -NMR спектроскопија је коришћена за одређивање структуре великог броја сулфида фосфора: број сигнала у овим спектрима одговара броју атома фосфора који се налазе у различитом хемијском окружењу. На пример, у P_4S_3 фосфор се налази у два различита окружења, па се у његовом ^{31}P -NMR спектру јављају два сигнала.



- а) На основу датих структура сулфида фосфора, предвидите колико ће се сигнала јавити у ^{31}P -NMR спектру: 1) P_4S_4 , 2) P_4S_5 , и 3) P_4S_6 .
 б) Познато је да сулфид P_4S_4 постоји у два изомерна облика. Горе је приказана структура једног од тих изомера. ^{31}P -NMR спектар други изомера има само један сигнал. Предложите структуру другог изомера P_4S_4 .

а) 1) _____ 2) _____ 3) _____

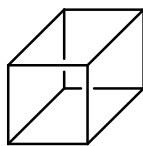
б)

15. Водоник етана је 270 пута реактивнији од водоника метана. Направљена је таква смеша метана и етана да је њихов молски однос 10 : 1. Та смеша је хлорована ограниченом количином извесног реагенса. У ком ће молском односу настати етил-хлорид и метил-хлорид?

$$n(C_2H_5Cl) : n(CH_3Cl) = \text{_____} : \text{_____}$$

(цео број)
(цео број)

16. Средином двадесетог века, хемичари су међусобно расправљали да ли је могуће синтетисати кубан, угљоводоник чија је структура приказана доле. Прва успешна синтеза кубана је извршена 1964. године од стране америчких истраживача Филпа Итона и Томаса Коула.



Нацртати структуре свих различитих хлор-супституисаних кубана који имају густину паре мању од $6,0 \text{ g/dm}^3$ на 200°C и 100 kPa .

-
17. У реакцији извесне масе карбоксилне киселине X са 2-пропанолом, добијено је 28 g естра, а принос ове реакције био је 70%. Потпуном неутрализацијом исте масе киселине са калијум-хидроксидом, након упаравања, добијено је $38,4 \text{ g}$ соли. Загревањем карбоксилне киселине X на 150°C долази до хемијске промене. Нацртајте структурну формулу карбоксилне киселине X.

18. Једињење А је стандардни лек против туберкулозе. Садржи 52,6 % угљеника и 30,7 % азота. Из масеног спектра се види да молекулски јон има масу 137. Једињење А подлеже хидролизи, дајући два производа: органско једињење Б и неорганско једињење Ц. Једињење Б има и кисела и базна својства, и не садржи метил-групу. Једињење Б се добија у реакцији једињења Д, које садржи једну метил-групу, са калијум-перманганатом. И једињење Б и једињење Д дају по 4 сигнала у ^{13}C NMR-спектру. Напишите структуре једињења А, Б, Ц и Д.

А = _____ Б = _____

Ц = _____ Д = _____

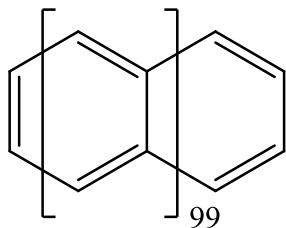
19. При планирању безбедног складиштења и руковања са горивим чврстим материјалом, важно је размотрити енергетску вредност тог материјала. Ове вредности су увек уврштавају у безбедоносне податке који се односе на тај материјал.

Материјал	Енергетска вредност Q , MJ/kg
Полиетилен	47,14
Природна гума (полиизопрен)	44,73

Користећи податке из табеле, процените колико би износила енергетска вредност синтетске гуме која се састоји од полибутадиена.

Q = _____ MJ/kg
(2 дец.)

20. Колико π -електрона има полициклични ароматични угљоводоник приказан испод?



$n =$ _____

Кључ решења задатака за III и IV разред

	Поени
1. а) $2 \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{CO}_2\uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}$	1,5
б) 58,3 %	1,5
2. 9,0	3
3. а) 94,7% H_2O и 5,3% H_2	1
б) $A = \text{Fe}(\text{OH})_2$, $B = \text{Fe}_3\text{O}_4$	0,5 + 0,5
в) $3 \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$	1
4. а) $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$	1
б) $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$	1
ц) $[\text{Si}_{24}\text{O}_{66}]^{36-}$	1
5. 24	3
6. $v = k [\text{ClO}_3^-][\text{Br}^-][\text{H}^+]^2$	3
7. а) $\text{P}_4 + 3 \text{KOH} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + 3 \text{KH}_2\text{PO}_2$	1,5
б) 1	1,5
8. 75 s	3
9. SrTiO_3	3
10. 2,3	3
11. $A = \text{LiH}$	0,6
$B = \text{H}_2$	0,6
$B = \text{HCOOLi}$	0,6
$\Gamma = \text{HCOOH}$	0,6
$D = \text{CO}$	0,6
12. а) B_2H_6	1,5
б) H_3BO_3	1,5

13. а) $x = 4, y = 2$

0,75 + 0,75

б) +3

1,5

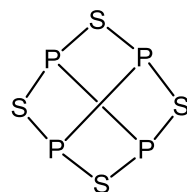
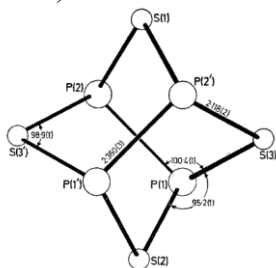
14. а) 1) P_4S_4 3 сигнала
 2) P_4S_5 4 сигнала
 3) P_4S_6 3 сигнала

0,5

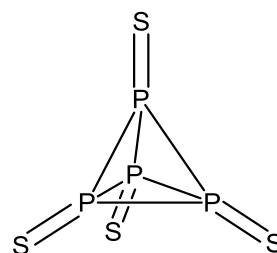
0,5

0,5

б)



или

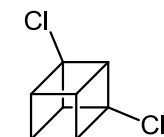
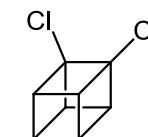
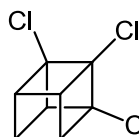
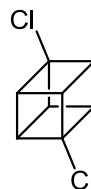
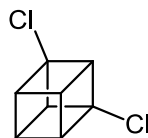
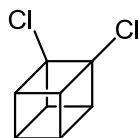
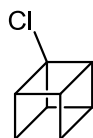


1,5

3

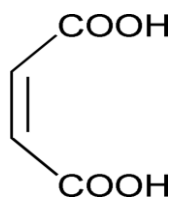
15. $n(C_2H_5Cl) : n(CH_3Cl) = 81 : 2$

16.



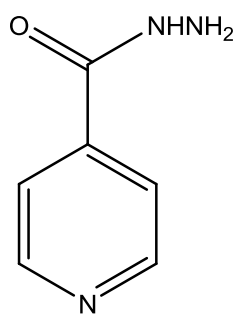
3

17.



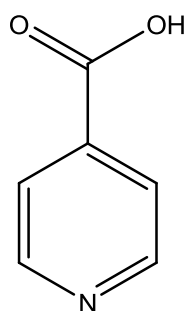
3

18. A=



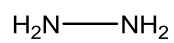
0,75

Б=



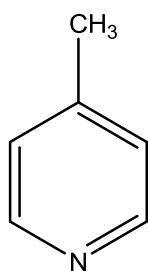
0,75

B=



0,75

Г=



0,75

19. 44,10 MJ/kg

3

20. 402

3