

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

Међуокружно такмичење из хемије
16.04.2016.

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; Ra=226; U=238

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

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

Авогадров број: 6×10²³

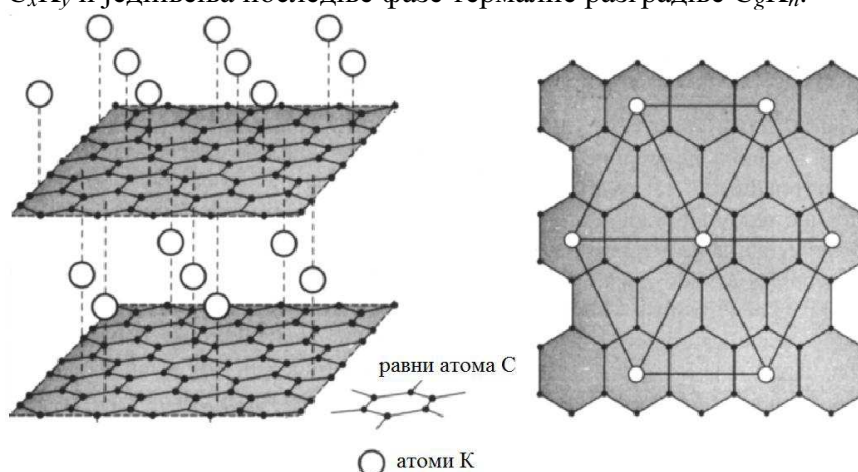
Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 × 10⁻³⁴ J s

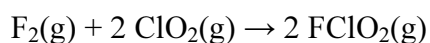
ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА

1. Када се графит третира вишком пара калијума на 300 °С, а вишак калијума испере живом, добија се парамагнетична супстанца боје бронзе, састава C_xK_y . У структури ове супстанце (интеркалатно једињење) се могу уочити наизменични слојеви атома угљеника и калијума, као што је приказано на слици доле лево. Калијумови атоми се налазе изнад центара C_6 прстенова два слоја (слика доле десно). При загревању на 360 °С под сниженим притиском, C_xK_y се распада у пет стадијума на низ интеркалационих једињења, и то редом C_aK_b (челик плаво), C_cK_d (тамно плаво), C_eK_f (црно) и C_gK_h (црно), код којих постоје два, три, четири, односно пет слојева угљеникових атома између слојева калијумових атома. Такође, код ових интеркалационих једињења у слоју калијумових атома недостаје централни атом калијума на слици доле десно. Одредите формуле C_xK_y и једињења последње фазе термалне разградње C_gK_h .



C_xK_y _____ $C_gK_h =$ _____

2. Подаци у табели су добијени за следећу реакцију при -23 °С:



$[F_2] / \text{mol dm}^{-3}$	$[ClO_2] / \text{mol dm}^{-3}$	$-d[F_2]/dt / \text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
0,10	0,010	$1,2 \cdot 10^{-3}$
0,10	0,040	$4,8 \cdot 10^{-3}$
0,20	0,010	$2,4 \cdot 10^{-3}$

- а) На основу ових података написати израз за брзину ове хемијске реакције.

- б) Израчунати константу брзине.

$$k = \frac{\text{_____}}{(1 \text{ дец.})} \frac{\text{_____}}{(\text{јединица})}$$

- в) Израчунати брзину реакције оног тренутка када су концентрације $[F_2] = 0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ и $[ClO_2] = 0,020 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$v = \frac{\text{_____}}{(1 \text{ дец.})} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

3. У прошлогодишњем филму „Марсовац“ (енгл. *The Martian*), главни лик Марк Вотни производи додатну количину воде неопходну за преживљавање тако што врши каталитичко разлагање хидразина (N_2H_4 , доступног из преосталог ракетног горива) на елементе, а тако добијени водоник пали. Израчунати колико топлоте овај процес ослобађа по једном литру добијене воде, под претпоставком да се он одвија при стандардним условима и да се хидразин у потпуности разлаже на елементе, као и да је принос реакције оксидације водоника 100%. $\rho(\text{вода}) = 1,00 \text{ g cm}^{-3}$, $\Delta_f H^\circ(\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})) = 50,6 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$

$$Q = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ MJ/L}$$

4. Написати емпиријску формулу за жуто-зелени гас А, који је по саставу неки оксид хлора, а на основу следећих података.
Дата запремина гаса А, v , разложена је на елементе помоћу електричне варнице и добијена смеша заузима запремину $3v/2$. Када се из добијене смесе апсорбује хлор помоћу раствора калијум-јодида, заостали гас заузима запремину v . Све запремине гасова су мерене под истим условима.

5. Написати две једначине реакције оксидације белог фосфора концентрованом азотном киселином до ортофосфорне киселине ако се у једној вода налази међу реактантима, а у другој међу производима реакције.

1) _____

2) _____

6. Израчунајте рН у раствору натријум-ацетата концентрације $0,020 \text{ mol/dm}^3$.

$$K_a = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$$

(1 дец.)

7. Раствор који садржи 160,0 g воде и 100,0 g калцијум-нитрата подвргнут је електролизи између графитних електрода током 12 сати, при јачини струје од 5,00 А. Маса раствора се на крају електролизе смањила за 41,9 g. Израчунати масу кристалног калцијум-нитрата-тетрахидрата која може да се раствори у 100,0 g воде на овој температури.

$$m = \frac{\quad}{(1 \text{ дец.})} \text{ g}$$

8. Одредити количинску концентрацију два раствора баријум-хидроксида ако:

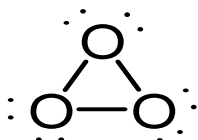
а) се из аликвота првог од 50,00 cm³ таложи 0,1684 g баријум-сулфата;

$$c = \frac{\quad}{(4 \text{ дец.})} \text{ mol/dm}^3$$

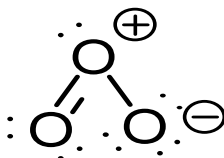
б) је за титрацију раствора добијеног додатком 0,3614 g бензоеве киселине, C₆H₅COOH (монобазна киселина), у 50,00 cm³ другог раствора било неопходно 4,13 cm³ раствора хлороводоничне киселине концентрације 0,05317 mol/dm³.

$$c = \frac{\quad}{(4 \text{ дец.})} \text{ mol/dm}^3$$

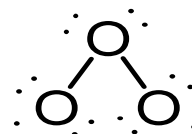
9. Следеће Луисове формуле се могу написати за молекул озона:



A



Б



В

Које од формула могу да одговарају структури и електронској конфигурацији озона, ако вам је познато да је (разматрајте чињенице независно једну од других):

а) растојање између атома кисеоника O¹ и O² једнако је растојању O² и O³ у озону (O¹O²O³) и износи 0,1278 nm.

б) Озон има диполни момент од 0,53 D (1 D = 3,34 x 10⁻³⁰ C m).

в) Озон нема магнетни момент.

10. Израчунати равнотежно растојање r између молекула идеалног гаса при 25 °C и 101,3 kPa, под претпоставком да запремину гаса чине јединичне коцке странице r , а да се у свакој коцки налази један и само један молекул гаса.

$$r = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$$

(1 дец. x експ.)

11. У огледу чији је циљ био одређивање емпиријске формуле магнезијум-оксида, ученик је измерио масу празног лончића, додао парче магнезијумове траке, те поново измерио масу лончића. Лончић се потом интензивно загрева, магнезијум се пали и ствара се сивкасти прах. Након хлађења, маса лончића је измерена, а ученик је искористио прикупљене податке на исправан начин и закључио да је емпиријска формула Mg_5O_4 . Шта од наведеног може бити разлог овоме? Заокружите тачан одговор (тачне одговоре).

- а) Део магнезијума реагује са атмосферским азотом стварајући магнезијум-нитрид.
- б) Током сагоревања ствара се смеша оксида и пероксида магнезијума.
- в) Парче магнезијумове траке је било краће него што би требало да буде.
- г) Лончић је загреван дуже него што би требао да буде.
- д) Магнезијумова трака је пре загревања већ била онечишћена магнезијум-оксидом

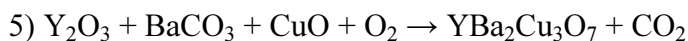
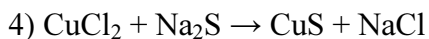
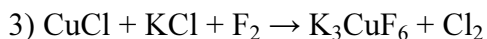
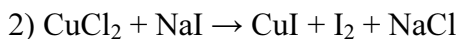
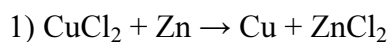
12. Када се у 50 cm³ воде дода 2 g смеше натријума и натријум-оксида настаје раствор масеног удела 5,4%. Одредите састав полазне смеше (масени удели).

$$\frac{\underline{\hspace{2cm}}}{\text{(цео број)}} \% \text{ Na} \quad \frac{\underline{\hspace{2cm}}}{\text{(цео број)}} \% \text{ Na}_2\text{O}$$

13. При анализи 0,8617 g силиката добијено је 0,2156 g смеше NaCl и KCl. Из ове смеше, калијум је сталожен у облику калијум-перхлората масе 0,3112 g. Израчунати масени удео (%) натријум-оксида и калијум-оксида у силикату.

$$\frac{\underline{\hspace{2cm}}}{\text{(2 дец.)}} \% \text{ Na}_2\text{O} \quad \frac{\underline{\hspace{2cm}}}{\text{(2 дец.)}} \% \text{ K}_2\text{O}$$

14. Посматрајмо пет наведених једначина у којима коефицијенти нису сређени:

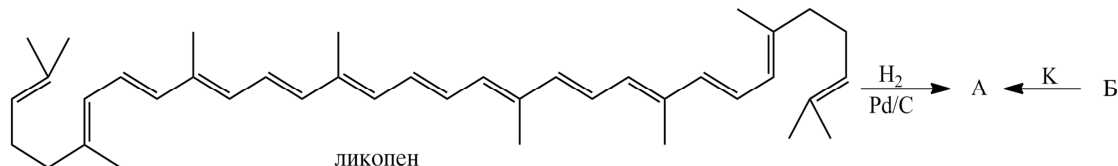


а) Навести оксидациона средства у реакцијама у којима се бакар оксидује.

б) Навести редукциона средства у реакцијама у којима се бакар редукује.

Имати у виду да је итријум (Y) не мења оксидациони број у реакцији 5).

15. Ликопен је каротеноидни пигмент присутан у разном воћу и поврћу црвене боје. Потпуном редукцијом ликопена добија се једињење А које се може добити дејством металног калијума на етарски раствор једињења Б.



Написати структурну формулу једињења Б. Моларна маса једињења Б је нижа од 350 g/mol.

16. У реакцији 2,76 g толуена са бромом на светлу настао је гас, који је након растварања у 2,00 dm³ воде дао раствор са pH = 1,7, као и два органска производа. Нацртати структурне формуле та два производа и одредити њихове масе.

_____ $m =$ _____ g
(1 дец.)

_____ $m =$ _____ g
(1 дец.)

17. Гасовитој смеси алкана А (1 mol) и водоника (1 mol) (густина према водонику смесе је између 5 и 10) додато је мање од 2 mol етена. После успостављања равнотеже реакције хидрогенизације етена, при атмосферском притиску и температури Т, у присуству сунђерасте платине, количина гасовите фазе се смањила за 20%. За реакцију хидрогенизације етена при датим условима важи:

$$K_x = \frac{\chi(C_2H_6)}{\chi(C_2H_4)\chi(H_2)} = 20,0$$

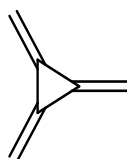
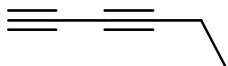
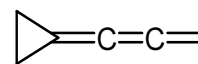
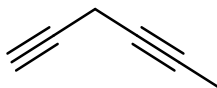
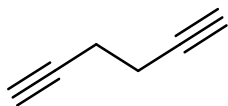
где је χ молски удео супстанце у гасовитој смеси.

а) Одредити идентитет алкана А.

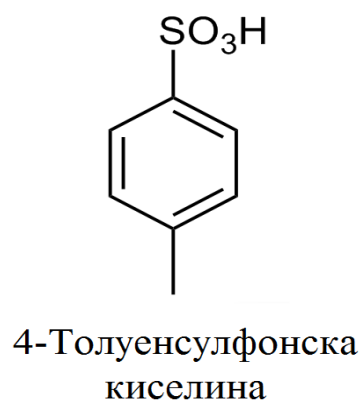
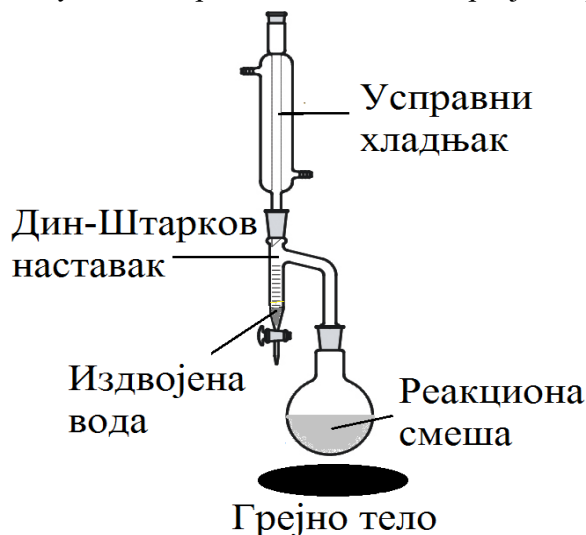
б) Израчунати колико је етена било додато.

$n =$ _____ mol
(3 дец.)

18. Колико је теоријски могућих моносупституисаних деривата сваке од следећих структура формуле C₆H₆ (напишите испод сваке структуре)? Узмите у обзир и стереоизомере.



19. Смеша 7,56 g 4-нитробензалдехида, 3,42 g етилен-гликола и 0,4 g монохидрата 4-толуенсулфонске киселине (кисели катализатор), загревана је у сувом хексану, у апаратури са Дин-Штарковим наставком (слика доле), све док се издвајала вода. У току реакције се издвојило $0,7538 \text{ cm}^3$ воде. Под претпоставком да је то једини производ који настаје у реакцији, израчунајте колико максимално грама једињења А ($\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_4$) може да се изолује из реакционе смеше након одговарајуће обраде. Резултат изразите, као и принос, у односу на 4-нитробензалдехид. Нацртајте структурну формулу једињења А.



_____ $m =$ _____ g _____ %
 (формула) (2 дец.) (1 дец.)

20. Угљоводоник А спада у монотерпене (једињења чији је скелет састављен од две повезане изопренске јединице) и може се наћи у низу етарских уља, нпр. у уљу тимијана. При оксидацији једињења А раствором калијум-перманганата уз загревање настаје једињење Б, које се добија и оксидацијом *p*-ксилена. При благим условима, једињење А не подлеже каталитичкој хидрогенизацији. Напишите формуле једињења А и Б.

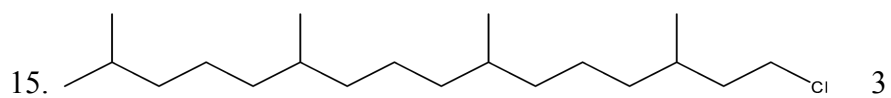
A= _____ Б= _____

Кључ решења задатака за III и IV разред

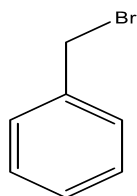
	Поени	
1. $C_xK_y = C_8K$	1,5	
$C_gK_h = C_{60}K$	1,5	
2. а) $v = k \cdot [F_2] \cdot [ClO_2]$	1	
б) $k = 1,2 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$	1	
в) $v = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$	1	
3. 17,3 MJ/L	3	
4. ClO_2	3	
5. $3 P_4 + 20 HNO_3 + 8 H_2O \rightarrow 12 H_3PO_4 + 20 NO$	1,5	$P_4 +$
$20 HNO_3 \rightarrow 4 H_3PO_4 + 20 NO_2 + 4 H_2O$	1,5	
6. 8,5	3	
7. 127,2 g	3	
8. а) $0,0145 \text{ mol/dm}^3$	1,5	
б) $0,0318 \text{ moldm}^{-3}$	1,5	
9. а) а, б, в	1	
б) б, в	1	
в) а, б	1	
10. $3,4 \times 10^{-9} \text{ m}$	3	
11. а, д	3	
12. 75% Na_2O	1,5	
25% Na	1,5	
13. 2,96 % Na_2O	1,5	
12,28 % K_2O	1,5	
14. а) F_2, O_2	1,5	

б) Zn, NaI (или I⁻)

1,5

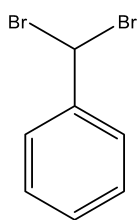


16.



$m = 3,4 \text{ g}$

0,75 + 0,75



$m = 2,5 \text{ g}$

0,75 + 0,75

17. а) етан

1,5

б) 1,333 mol или 1,571 mol
решење)

1,5 (било које

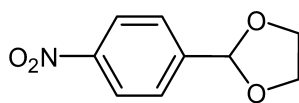
18. 3, 4, 3

0,5 + 0,5 + 0,5

4, 1, 1

0,5 + 0,5 + 0,5

19.



1,5

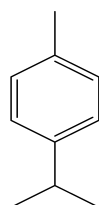
7,76 g

0,75

79,6 %

0,75

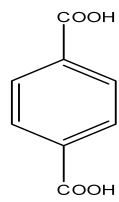
20.



A =

1,5

Б =



1,5