

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

Републичко такмичење из хемије  
Београд, 11.05.2019.

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; I=127; Xe=131; Cs=133; Ba=137; Yb=173; 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 dm<sup>3</sup>/mol при нормалним условима.

Авогадров број: 6,0x10<sup>23</sup>

Универзална гасна константа: 8,314 J/K mol

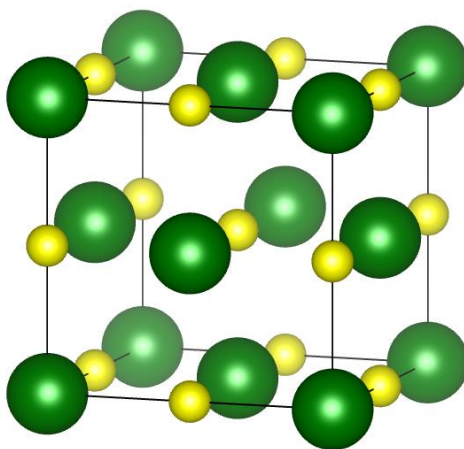
Фарадејева константа: 96500 C

Планкова константа: 6,62 x 10<sup>-34</sup> J s

**ВРЕМЕ ИЗРАДЕ ТЕСТА ЈЕ 150 МИНУТА**

1. Галенит (олово(II)-сулфид) кристалише у истом кристалном систему као и натријум-хлорид (јединична ћелија приказана испод). Поред тога што је најважнија руда олова, лежишта овог минерала често садрже и економски значајну количину сребра. То је случај и у нашој земљи, где се у руднику Трепча сребро добија поред много већих количина олова и цинка. Састав среброносног галенита може се описати општом формулом  $\text{Pb}_{1-x}\text{Ag}_x\text{S}_{1-x/2}$ . Код оваквог галенита неки јони олова(II) замењени су сребром(I), а како би се очувала електронеутралност структуре, на местима неких сулфидних јона јављају се празнине. Ако је густина неког среброносног галенита  $7,21 \text{ g/cm}^3$ , а ивица јединичне ћелије његове кристалне решетке  $5,88 \text{ \AA}$ , одредити вредност стехиометријског коефицијента  $x$  за њега.

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$



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

( 3 дец.)

2. Узорак смеше азота, азот(II)-оксида и азот(IV)-оксида запремине  $54,8 \text{ mL}$  пропуштен је кроз воду, након чега је остало  $40,4 \text{ mL}$  гаса. Преостали гас пропуштен је кроз раствор гвожђе(II)-сулфата, након чега је остало  $5,0 \text{ mL}$  гаса. Израчунати запремински састав почетне гасне смеше. При овим условима не долази до реакција између састојака гасне смеше.

$$\varphi(\text{N}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \% \quad \varphi(\text{NO}) = \underline{\hspace{2cm}} \% \quad \varphi(\text{NO}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

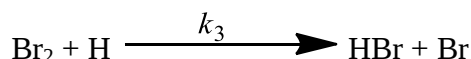
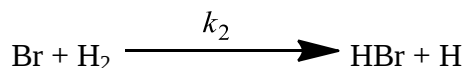
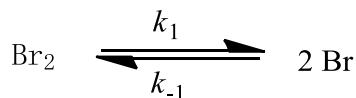
( 1 дец.)

(1 дец.)

( 1 дец.)

### 3. Реакција $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{HBr}$

се одиграва по следећем механизму:



Напишите израз за брзину укупне реакције, и израчунајте одговарајућу константу брзине.

$$k_1 = 5,7 \times 10^4 \text{ s}^{-1} \quad k_{-1} = 4,5 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \quad k_2 = 2,7 \times 10^{-1} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} \quad k_3 = 1,6 \times 10^3 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$v = \underline{\hspace{4cm}} \quad k = \underline{\hspace{4cm}}$$

(1 дец. x експ.) (јединица)

4. Запреминска јачина је застарео начин за изражавање садржаја раствора водоник-пероксида, а представља онолико запремина кисеоника (при нормалним условима) колико се може добити термичким разлагањем једне запремине неког раствора водоник-пероксида. Помешано је  $100,0 \text{ cm}^3$  раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$  запреминске јачине 60,0 и  $250,0 \text{ cm}^3$  раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$  запреминске јачине 150. Колика је концентрација добијеног раствора?

$$c = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mol/dm}^3$$

( 1 дец.)

5. а) Поређати следећа једињења према растућим тачкама топљења:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaO}$ .

$$\underline{\hspace{1cm}} < \underline{\hspace{1cm}} < \underline{\hspace{1cm}} < \underline{\hspace{1cm}}$$

б) Поређати следеће супстанце према опадајућим тачкама кључања:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ne}$ .

$$\underline{\hspace{1cm}} > \underline{\hspace{1cm}} > \underline{\hspace{1cm}} > \underline{\hspace{1cm}}$$

6. Колико грама сумпор(VI)-оксида је неопходно растворити у 60,0 g раствора 4,90% (масених) сумпорне киселине да би њен масени удео порастао на 12,2%?

$$m = \text{_____ g}$$

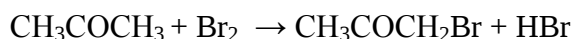
( 2 дец.)

7. Узорак од 100,0 cm<sup>3</sup> 33,8% (масених) азотне киселине (густине 1,21 g cm<sup>-3</sup>) неутралише се са еквивалентном количином 20,0% (масених) раствора калијум-хидроксида. Добијени раствор охлади се на 0 °C. Колико грама соли је искристалисало ако је растворљивост калијум-нитрата на 0 °C 13,3 g у 100 g воде?

$$m = \text{_____ g}$$

( 2 дец.)

8. У табели су дати експериментални подаци за реакцију бромавања ацетона, која је катализована киселином:



| Проба | [CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> ] <sub>0</sub> /M | [Br <sub>2</sub> ] <sub>0</sub> /M | [H <sup>+</sup> ]/M | брзина нестајања брома/M s <sup>-1</sup> |
|-------|------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------------|
| 1     | 0,30                                                 | 0,050                              | 0,050               | 5,7 x 10 <sup>-5</sup>                   |
| 2     | 0,30                                                 | 0,10                               | 0,050               | 5,7 x 10 <sup>-5</sup>                   |
| 3     | 0,30                                                 | 0,050                              | 0,10                | 1,2 x 10 <sup>-4</sup>                   |
| 4     | 0,40                                                 | 0,050                              | 0,20                | 3,1 x 10 <sup>-4</sup>                   |
| 5     | 0,40                                                 | 0,050                              | 0,050               | 7,6 x 10 <sup>-5</sup>                   |

Израчунајте брзину нестајања брома ако је почетна концентрација ацетона 0,50 M, брома 0,150 M, а водоникових јона 0,10 M.

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$v = \text{_____ M s}^{-1}$$

(1 дец. x експ.)

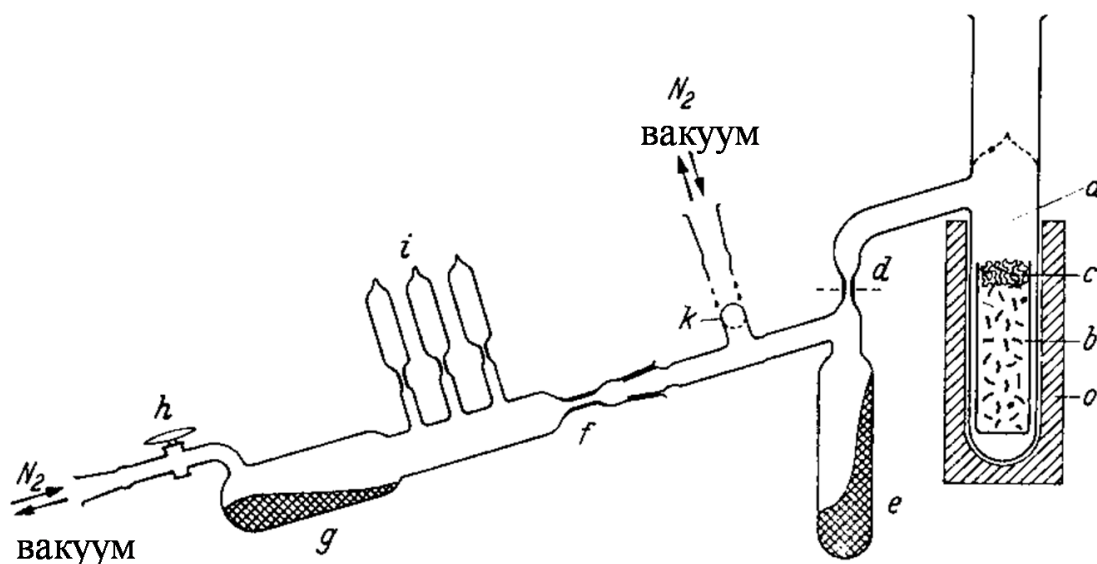
9. Колика је запремина глацијалне (100%) сирћетне киселине (ρ = 1,05 g/cm<sup>3</sup>) потребна за припремање 100 dm<sup>3</sup> раствора сирћетне киселине чији је рН 4,00? K<sub>a</sub> = 1,8 · 10<sup>-5</sup>

$$V = \text{_____ cm}^3$$

( 2 дец.)

10. Испод је дат поступак за лабораторијско добијање неког метала.

„Хлорид метала се претходно добро осуши у сушници на око  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а затим помеша са калцијумовим опилцима. Закључено је да је однос од око  $15\text{ g}$  хлорида на  $2\text{ g}$  калцијума (стехиометријски вишак око  $12\%$ ) задовољавајући. Овом смешом се напуни гвоздени тигл  $b$  који се зачепи челичном вуном  $c$ . Након што се реакциони суд  $a$  отвори и тигл стави у њега, суд се затопи (као на слици) и постави у грејно тело  $o$ . Затим се суд интензивно загрева под вакуумом ( $k$  и  $h$ ). Након  $2\text{--}3$  сата метал креће да дестилује и скупља се у одељку  $e$ . Када температура достигне око  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ , суд  $a$  одваја се од остатка апаратуре затопљавањем стакла на месту  $d$  под вакуумом. Загревањем одељка  $e$  без прекидања вакуума метал поново дестилује пролазећи кроз сужење  $f$  у пријемни део  $g$ , који се онда под вакуумом може одвојити затапањем сужења  $f$ . Одвојени део апаратуре се може обрнути тако да се метал сакупи у ампулама  $i$ , где ће очврснути након хлађења сувим ледом. Ампуле се кроз вентил  $h$  могу напунити врло чистим азотом и одвојити затапањем спајајућих цевчица.”

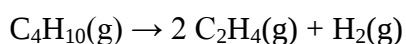


Идентификовати овај метал и написати једначину реакције на којој се његово добијање заснива.

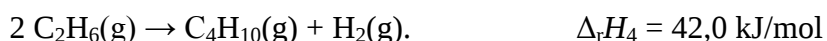
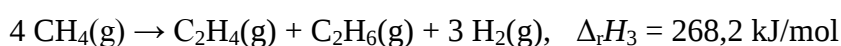
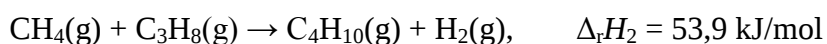
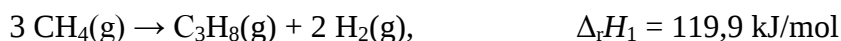
Метал = \_\_\_\_\_

Реакција: \_\_\_\_\_

11. Одредити  $\Delta_r H$  реакције:



уз помоћ следећих термохемијских података:



$$\Delta_r H = \text{_____ kJ/mol}$$

( 1 дец.)

12. Калијум-хипоманганат је једно од ретких једињења где је манганов оксидациони број +5, а садржи један манганов атом и ни један водоников атом. Може се добити релативно једноставно: докапавањем раствора калијум-перманганата у базан раствор калијум-сулфита (реакција 1). Међутим, хипоманганатни јон се лако диспропорционише и у умерено базном раствору (реакција 2). Написати једначине сређених јонских реакција.

реакција 1: \_\_\_\_\_

реакција 2: \_\_\_\_\_

13. За таложење једног мола алуминијумових јона неопходно је утрошити:

а) 1 С

б) 3 С

в) 96500 С

г)  $6 \cdot 10^{23}$  С

д) Ниједан од претходно наведених одговора није тачан.

Заокружити тачан одговор.

14. Нека глина је делимично осушена, а онда је садржала 50% силицијум-диоксида и 7% воде. Глина је првобитно садржала 12% воде. Колико је износио садржај силицијум-диоксида у првобитној глини?

\_\_\_\_\_ %

(цео број)

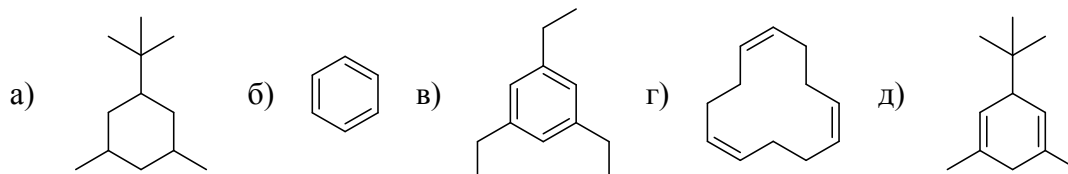
15. Специфична ротација (+)-винске киселине је  $+12^\circ$ . Специфична ротација неке смесе (+)- и (-)-винске киселине износи  $+6^\circ$ . Колико процената (+)-облика има у тој смеси?

\_\_\_\_\_ %

(цео број)

16. Осмишљен је следећи оглед како би се одредила резонанциона енергија (енергија стабилизације ароматичне структуре) 1-(*терц*-бутил)-3,5-диметилбензена (А): помоћу калориметрије израчунале би се енталпије сагоревања А и извесног једињења Б. Ове две вредности биле би довољне да се израчуна резонанциона енергија А.

1) Које од наведених једињења може да игра улогу једињења Б? Заокружити тачан одговор.



2) При потпуном сагоревању једног мола гасовитог А ослобађа се 7058 kJ топлоте, а при потпуном сагоревању једног мола Б ослобађа се 7238 kJ топлоте. Проценити вредност резонанционе енергије једињења А.

$E =$  \_\_\_\_\_ kJ/mol

(цео број)

17. Неко једињење, које може послужити као извор угљен-моноксида у реакцијама карбониловања, има моларну масу 136 g/mol. Садржи (по маси) 70,6 % угљеника и 5,9 % водоника, а остатак је кисеоник. Нема кисела својства. У протонском NMR спектру даје четири сигнала: синглете на 8,65 и 2,30 ppm и дублете на 7,15 и 7,00 ppm. Једињење подлеже базној хидролизи. Напишите структуру овог једињења.

\_\_\_\_\_

18. Једињење В, које мирише на ђурђевак, има формулу  $C_{10}H_{20}O_2$ . У инфрацрвеном спектру даје јаку траку карактеристичну за карбонилну групу. Једињење В се синтетише полазећи од 3,7-диметил-6-октенала (А). Једињење А се третира 2-(метиламино)етанолом, при чему настаје једињење Б, формуле  $C_{13}H_{25}NO$ . У инфрацрвеном спектру једињења Б нема траке карбонилне групе, као ни трака које одговарају О–Н и N–H везама. Једињење Б се преводи у једињење В тако што се најпре третира 50 % (V/V) сумпорном киселином, а затим добијени раствор излије у велику количину засићеног воденог раствора натријум-хлорида, који садржи натријум-хидроксид потребан за неутрализацију киселине. рН се подеси на 6,5–7,0. По завршетку реакције, производ В се екстрахује бенzenом. Напишите структуре једињења А, Б и В.

А = \_\_\_\_\_

Б = \_\_\_\_\_

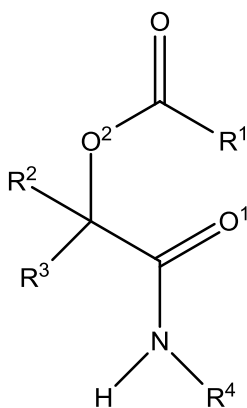
В = \_\_\_\_\_

19. Алкен Б се може добити дејством концентроване сумпорне киселине на алкохол А. Једињење Б са бромом у угљен-тетрахлориду даје једињење В, које у реакцији са јаком базом натријум-амидом даје једињење Г. Једињење Г са разблаженим воденим раствором сумпорне киселине у присуству жива(II)-сулфата даје једињење Д. Једињење Д се може добити у реакцији једињења А са калијум-дихроматом, али и термичким разлагањем калцијум-ацетата. Написати структурне формуле једињења А–Д.

A = \_\_\_\_\_ Б = \_\_\_\_\_ В = \_\_\_\_\_

Г = \_\_\_\_\_ Д = \_\_\_\_\_

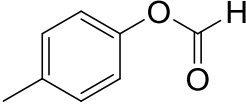
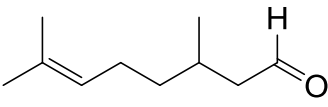
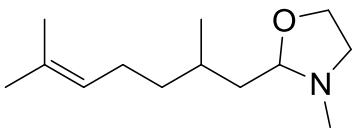
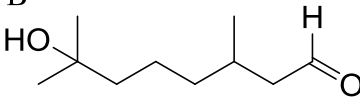
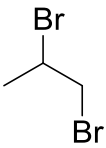
20. Изонитрили R-NC представљају једну од ретких класа органских једињења у којима је угљеник тровалентан. Пасеринијева реакција је прва мултикомпонентна реакција заснована на изонитрилима, и игра битну улогу у комбинаторној хемији. У тој реакцији реагују по један молекул карбоксилне киселине, кетона и изонитрила, градећи α-ацилоксиамид, чија структура је приказана доле:



Током Пасеринијеве реакције раскидају се две једноструке везе (једна је O–H) и изванестан број π-веза. Ниједна вишеструка веза се не раскида у потпуности. У реакцији се гради неколико σ- и π-веза. Одакле (из карбоксилне киселине, кетона или изонитрила) потичу доле наведене групе и атоми?

R<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ O<sup>1</sup> \_\_\_\_\_  
 R<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ O<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

# Кључ теста за III и IV разред

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | поени |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. 0,166                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3     |
| 2. $\varphi(\text{N}_2) = 9,1\%$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1     |
| $\varphi(\text{NO}) = 26,3\%$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1     |
| $\varphi(\text{NO}_2) = 64,6\%$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1     |
| 3. $v = k_1^{1/2} k_{-1}^{-1/2} k_2 [\text{H}_2][\text{Br}_2]^{1/2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1     |
| $k = 3,0 \cdot 10^{-1} \text{ M}^{-1/2} \text{ s}^{-1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1+1   |
| 4. 11,1 mol/dm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3     |
| 5. а) $\text{KCl} < \text{NaCl} < \text{BaO} < \text{MgO}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,5   |
| б) $\text{H}_2\text{O} > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Ne}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,5   |
| 6. 3,97 g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3     |
| 7. 34,01 g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3     |
| 8. $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ M s}^{-1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3     |
| 9. 3,75 cm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3     |
| 10. метал = Cs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,5   |
| реакција = $2 \text{ CsCl} + \text{Ca} \rightarrow 2 \text{ Cs} + \text{CaCl}_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,5   |
| 11. 230,8 kJ/mol                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3     |
| 12. реакција 1: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + 2 \text{ OH}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{3-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,5   |
| реакција 2: $2 \text{ MnO}_4^{3-} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + \text{MnO}_2 + 4 \text{ OH}^-$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5   |
| 13. д                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3     |
| 14. 47%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3     |
| 15. 75%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3     |
| 16. 1) г                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5   |
| 2) 180 kJ/mol                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1,5   |
| 17.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3     |
| 18. А =  Б =                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3×1   |
| В =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
| 19. А =  Б =  В =  Г =  Д =  | 5×0,6 |
| 20. R <sup>1</sup> из карбоксилне киселине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,75  |
| R <sup>2</sup> из кетона                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,75  |
| O <sup>1</sup> из карбоксилне киселине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,75  |
| O <sup>2</sup> из кетона                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,75  |