

ostv. maks.

**1.** Prikaži Lewisovim strukturnim formulama sljedeće kemijske vrste.

kemijska vrsta	Lewisova strukturna formula
peroksidni ion	$\left[ \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} - \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} : \right]^{2-}$
dikromatni ion	$\left[ \begin{array}{ccccc} & \text{:O:} & & \text{:O:} & \\ & \parallel & & \parallel & \\ \text{:}\ddot{\text{O}} & - \text{Cr} & - \ddot{\text{O}} & - \text{Cr} & - \ddot{\text{O}}\text{:} \\ & \parallel & & \parallel & \\ & \text{:O:} & & \text{:O:} & \end{array} \right]^{2-}$
trijodidni ion	$\left[ \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{I} \\ \cdot\cdot \end{array} - \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{I} \\ \cdot\cdot \end{array} - \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{I} \\ \cdot\cdot \end{array} : \right]^{-}$
molekula dušikova(IV) oksida	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \\ \parallel \\ \cdot\text{N} \\ \diagup \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$

za svaku točnu strukturu

0,5 bodova

**2**

ostv. maks.

- 2.** Popuni tablicu na temelju zadanih kemijskih formula ili imena kemijskih spojeva.

naziv kemijskog spoja	kemijska formula kemijskog spoja
<i>natrijev tiosulfat pentahidrat</i>	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$
bakrov(I) tiocianat	<i><math>\text{CuSCN}</math></i>
natrijev azid	<i><math>\text{NaN}_3</math></i>
<i>pentakalcijev hidroksid trifosfat</i>	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$

za svako točno rješenje

**0,5 bodova**

**Napomena:** Za  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$  priznati i hidroksiapatit.

**2**

- 3.** Zaokruži slovo **T** ako je tvrdnja točna ili slovo **N** ako je netočna.

**3.a)** Molarna entalpija kondenzacije ima pozitivnu vrijednost.

T

**N**

**3.b)** Pri egzotermnoj reakciji u izoliranom se sustavu povećava temperatura sustava.

**T**

N

**3.c)** Molarni toplinski kapacitet je količina topline koju je potrebno dovesti 1 kg tvari da mu se temperatura povisi za 1 K.

T

**N**

**3.d)** Množinska koncentracija oksonijevih iona je 1000 puta veća u vodenoj otopini čija je pH-vrijednost 9 u odnosu na otopinu koja ima pH-vrijednost 6.

T

**N**

**3.e)** Fluorovodična kiselina potpuno je disocirana zbog slabe H-F veze.

T

**N**

**3.f)** Vodena otopina aluminijeva klorida kisela je zbog hidrolize.

**T**

N

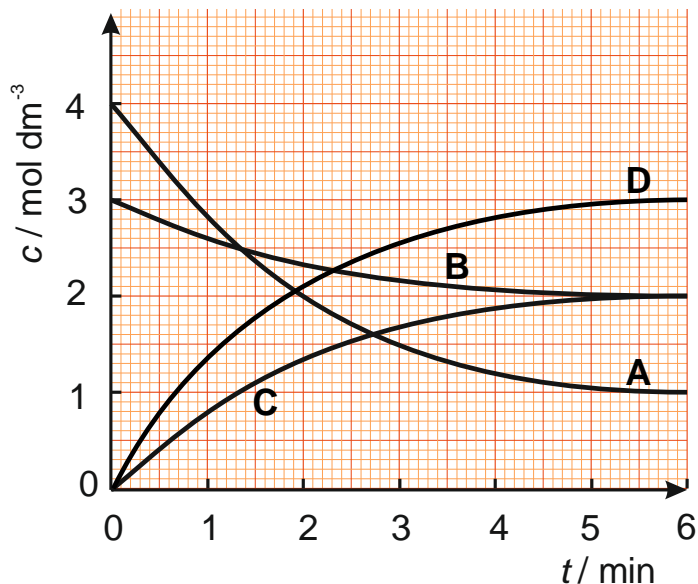
za svaku točno zaokruženu tvrdnju

**0,5 bodova**

**3**

ostv. maks.

- 4.** Dijagram prikazuje ovisnost množinskih koncentracija tvari **A**, **B**, **C** i **D** u reakcijskoj smjesi stalnoga volumena o vremenu.



- 4.a)** Napiši ravnotežnu jednadžbu kemijske reakcije.



za točno navedene reaktante i produkte

**0,5 bodova**

za točno određene stehiometrijske koeficijente

**0,5 bodova**

za uporabu oznake ravnotežnih pretvorbi

**0,5 bodova**

- 4.b)** Izračunaj kolika je konstanta ravnoteže kemijske reakcije iz zadatka 4.a), ako se promjenu promatra u suprotnome smjeru?

$$K_{\rightarrow} = \frac{c^2(C) \times c^3(D)}{c^3(A) \times c(B)} = \frac{4 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} \times 27 \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}}{1 \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9} \times 2 \text{ mol dm}^{-3}} = 54 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_{\leftarrow} = \frac{1}{K_{\rightarrow}} = 0,02 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

za točno izraženu konstantu ravnoteže

**0,5 bodova**

za točno izračunatu konstantu ravnoteže unaprijedne reakcije

**0,5 bodova**

za točno iskazane jedinice za konstantu ravnoteže

**0,5 bodova**

za povezivanje konstanti ravnoteže unaprijedne i unazadne reakcije

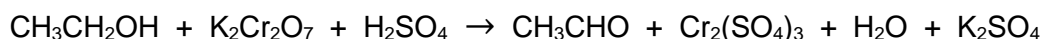
**0,5 bodova**

za točno izračunatu konstantu ravnoteže unazadne reakcije

**0,5 bodova**

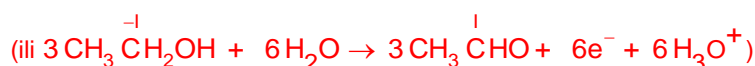
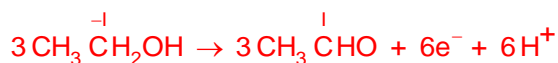
ostv. maks.

- 5.** Reakcija oksidacije etanola s kalijevim dikromatom rabila se u jednoj vrsti alkotesta. Kemijsku promjenu koja se događa u ovome testu opisuje sljedeća shema kemijske reakcije:

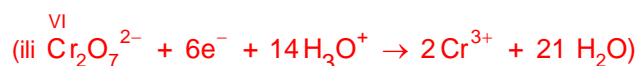


- 5.a)** Napiši zapise oksidacije i redukcije te ukupnu jednadžbu redoks-reakcije.

Oksidacija: \_\_\_\_\_



Redukcija: \_\_\_\_\_



Ukupna jednadžba redoks-reakcije:



za zapis oksidacije izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za zapis redukcije izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za ukupnu jednadžbu redoks-reakcije

**0,5 bodova**

**Napomena:** Priznati i točno rješenje bez naznačenih oksidacijskih stanja.

- 5.b)** Što daje narančastu boju početnoj otopini?



**0,5 bodova**

- 5.c)** Koju će boju poprimiti otopina nakon reakcije?

zelenu

**0,5 bodova**

- 5.d)** U kojem masenom omjeru reagiraju  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  i  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \text{ mol}$$

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = M \times n = 294,20 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M \times n = 392,34 \text{ g}$$

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) : m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 294,20 \text{ g} : 392,34 \text{ g} = 1 : 1,33$$

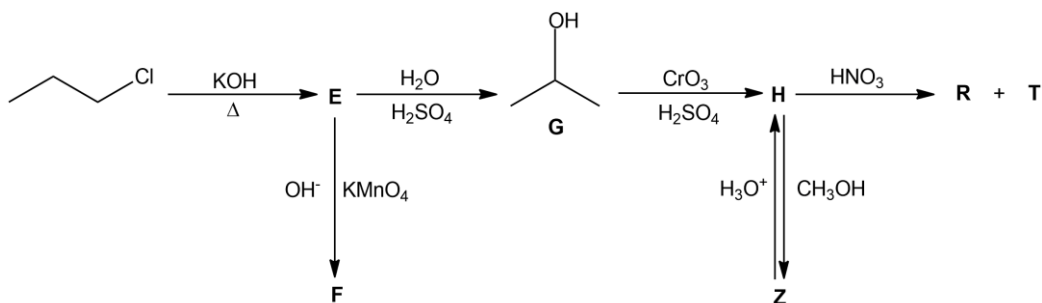
za točno izračunat maseni omjer

**0,5 bodova**

**3**

ostv. maks.

**6.** Na temelju reakcijske sheme odgovori na sljedeća pitanja.



**6.a)** Strukturnim formulama prikaži spojeve E, F, H, Z, R i T.

E	F	H
Z	R	T

za svaku točnu strukturu

**0,5 bodova**

**6.b)** Odredi oksidacijski broj atoma ugljika na koji je vezana hidroksilna skupina u spoju G.

nula

**0,5 bodova**

**6.c)** Kojoj vrsti reakcija organskih spojeva pripada reakcija nastajanja spoja Z iz spoja H i metanola?

nukleofilna adicija

**0,5 bodova**

ostv. maks.

- 7.** Grijanjem se kalijev klorat djelomice raspada na kisik i kalijev klorid. Zagrijavanjem 5 g kalijeva klorata masa se smanjila za 0,75 g.

- 7.a)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži raspad kalijeva klorata. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



za točno navedene reaktante i produkte

**0,5 bodova**

za zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za korektno pripisana agregacijska stanja

**0,5 bodova**

- 7.b)** Izračunaj broj formulskih jedinki neraspadnutog kalijeva klorata.

$$n(\text{KClO}_3, \text{početno}) = \frac{m}{M} = 0,04 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = 0,02 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) : n(\text{KCl}) = 3 : 2$$

$$n(\text{KCl}) = \frac{2}{3} n(\text{O}_2) = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{KCl}) = n(\text{KClO}_3, \text{raspadnuti}) = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{KClO}_3, \text{neraspadnuti}) = n(\text{KClO}_3, \text{početno}) - n(\text{KClO}_3, \text{raspadnuti}) = 0,03 \text{ mol}$$

$$N(\text{KClO}_3, \text{neraspadnuti}) = N_A \times n = 1,81 \times 10^{22}$$

za točno izračunatu početnu množinu kalijeva klorata

**0,5 bodova**

za točno izračunatu množinu kisika

**0,5 bodova**

za točno izračunatu množinu kalijeva klorida

**0,5 bodova**

za točno izračunatu množinu neraspadnutog kalijeva klorata

**0,5 bodova**

za točno izračunat broj formulskih jedinki neraspadnutog kalijeva klorata

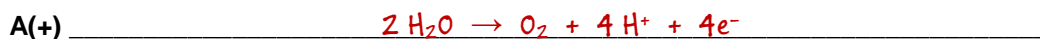
**0,5 bodova**

**4**

ostv. maks.

- 8.** Otopina kalijeva sulfata dobivena otapanjem 1 g te soli u 20 g vode podvrgnuta je elektrolizi tijekom 15 sati. Tijekom elektrolize korištene su inertne elektrode.

**8.a)** Napiši jednadžbe reakcija na elektrodama.



za zapis na katodi izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za zapis na anodi izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

- 8.b)** Odredi potrebnu jakost struje da maseni udio kalijeva sulfata u otopini nakon 15 sati postane 20 %.

$$w_1(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{K}_2\text{SO}_4) + m_1(\text{H}_2\text{O})} = 0,05$$

$$w_2(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,20$$

$$w_2(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m(\text{K}_2\text{SO}_4) + m_2(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O, elektroliza}) = m_1(\text{H}_2\text{O}) - m_2(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ g} - 4 \text{ g} = 16 \text{ g}$$

$$z = 2$$

$$n(\text{H}_2\text{O, elektroliza}) = \frac{Q}{z \times F} = \frac{I \times t}{z \times F}$$

$$\frac{m}{M}(\text{H}_2\text{O, elektroliza}) = \frac{I \times t}{z \times F}$$

$$I = \frac{m(\text{H}_2\text{O, elektroliza}) \times z \times F}{M \times t} = 3,17 \text{ A}$$

za povezivanje masenog udjela s masom H<sub>2</sub>O i K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**0,5 bodova**

za točno izračunatu masu vode u otopini nakon elektrolize

**0,5 bodova**

za točno izračunatu masu vode koja se reducirala/oksidirala

**0,5 bodova**

za točan izraz za jakost struje

**0,5 bodova**

za točno određen z

**0,5 bodova**

za točno izračunatu jakost struje

**0,5 bodova**

**4**

ostv. maks.

- 9.** Na stalku su tri epruvete označene kao **E1**, **E2** i **E3** i u njima su sljedeće vodene otopine:

epruveta	E1	E2	E3
otopina	NaOH	KOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
V / cm <sup>3</sup>	4,5	3,5	1,5
c / mol dm <sup>-3</sup>	1,5 × 10 <sup>-6</sup>	2,5 × 10 <sup>-6</sup>	7,5 × 10 <sup>-7</sup>

- 9.a)** Pomiješa li se sadržaj svih triju epruveta, doći će do kemijske reakcije. Izračunaj kolika će biti pH-vrijednost otopine nastale miješanjem cjelokupnog sadržaja svih epruveta? Pretpostavi aditivnost volumena.

$$n(\text{OH}^-, \text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) = 6,75 \times 10^{-9} \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-, \text{KOH}) = c(\text{KOH}) \times V(\text{KOH}) = 8,75 \times 10^{-9} \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-, \text{ukupno}) = n(\text{OH}^-, \text{NaOH}) + n(\text{OH}^-, \text{KOH}) = 1,55 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}^+) = 2 \times c(\text{H}_2\text{SO}_4) \times V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,25 \times 10^{-9} \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-, \text{suvišak}) = n(\text{OH}^-, \text{ukupno}) - n(\text{H}^+) = 1,32 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{n(\text{OH}^-)}{V_{\text{ukupni}}} = \frac{1,32 \times 10^{-8} \text{ mol}}{9,50 \times 10^{-3} \text{ dm}^3} = 1,39 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log \frac{c(\text{OH}^-)}{\text{mol dm}^{-3}} = 5,86$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 8,14$$

za točno izračunatu ukupnu množinu hidroksidnih iona

**0,5 bodova**

za točno izračunatu množinu vodikovih iona

**0,5 bodova**

za točno izračunati suvišak hidroksidnih iona

**0,5 bodova**

za točno izračunatu koncentraciju hidroksidnih iona

**0,5 bodova**

za točno izračunatu pH-vrijednost otopine

**0,5 bodova**

- 9.b)** Ako bi se u otopinu identičnu onoj u epruveti **E2** ubacio komadić aluminijske folije, došlo bi do kemijske reakcije. Prikaži tu promjenu jednažbom kemijske reakcije. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



za točno navedene reaktante i produkte

**0,5 bodova**

za zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za korektno pripisana agregacijska stanja

**0,5 bodova**



ostv. maks.

**10.** U reakcijsku posudu volumena 15 dm<sup>3</sup> stavljeno je 450 g kisika i 950 g sumporova(IV) oksida pri temperaturi 25 °C. Ravnoteža je postignuta kada je utrošeno 20 % kisika.

**10.a)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju sumporova(IV) oksida i kisika. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



za zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za korektno pripisana agregacijska stanja

**0,5 bodova**

za uporabu oznake ravnotežnih pretvorbi

**0,5 bodova**

**10.b)** Odredi vrijednost konstante ravnoteže pri temperaturi eksperimenta.

$$n(\text{O}_2, \text{početno}) = \frac{m}{M} = 14,06 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2, \text{početno}) = \frac{m}{M} = 14,83 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2, \text{utrošeni}) = n(\text{O}_2, \text{početno}) \times 0,2 = 2,81 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2, \text{ravnotežna}) = 11,25 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2, \text{ravnotežna}) = 9,21 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3, \text{ravnotežna}) = 5,62 \text{ mol}$$

$$c(\text{O}_2, \text{ravnotežna}) = 0,75 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{SO}_2, \text{ravnotežna}) = 0,61 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c(\text{SO}_3, \text{ravnotežna}) = 0,37 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_c = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{c^2(\text{SO}_2) \times c(\text{O}_2)} = 0,49 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

za točno izračunate početne množine

**0,5 bodova**

za točno izračunate ravnotežne množine

**0,5 bodova**

za točno izračunate ravnotežne koncentracije

**0,5 bodova**

za točno izračunatu brojčanu vrijednost konstante ravnoteže

**0,5 bodova**

za točno iskazanu jedinicu konstante ravnoteže

**0,5 bodova**

**4**

ostv. maks.

**11.** Mravlja kiselina (metanska) jako je redukcijsko sredstvo.

**11.a)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju mravlje kiseline s bromom.



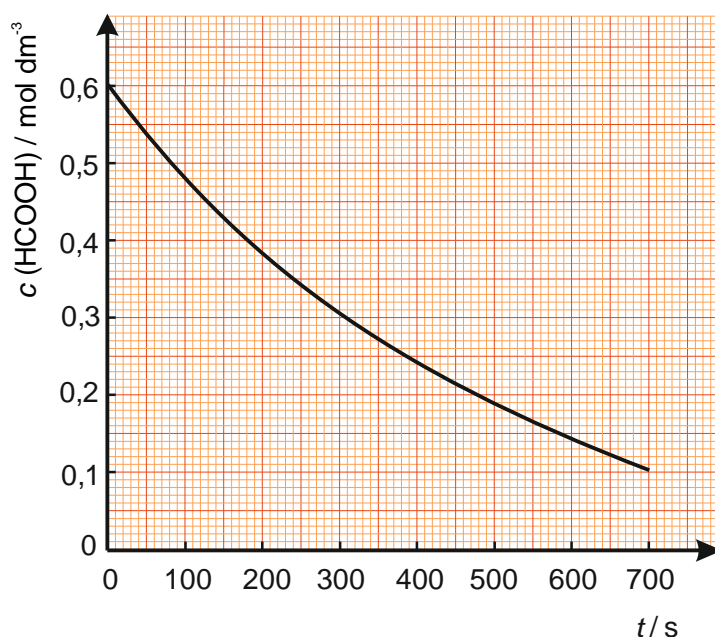
za točno navedene reaktante i produkte

**0,5 bodova**

za zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

**11.b)** Mjerena je koncentracija mravlje kiseline tijekom reakcije s bromom. Na temelju podataka prikazanih na dijagramu izračunaj prosječnu brzinu trošenja mravlje kiseline u prvih 500 s reakcije.



$$\bar{v} = - \frac{\Delta c(\text{HCOOH})}{\Delta t} = - \frac{(0,19 - 0,60) \text{ mol dm}^{-3}}{500 \text{ s}} = 8,20 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

za točno očitane koncentracije mravlje kiseline

**0,5 bodova**

za točno izračunatu brzinu trošenja mravlje kiseline

**0,5 bodova**

za točno iskazanu jedinicu brzine trošenja mravlje kiseline

**0,5 bodova**

**Napomena:** Priznati očitane koncentracije mravlje kiseline od 0,18 mol dm<sup>-3</sup> do 0,20 mol dm<sup>-3</sup>, pa stoga i brzinu trošenja mravlje kiseline od 8,00 × 10<sup>-4</sup> mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup> do 8,40 × 10<sup>-4</sup> mol dm<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>.

**11.c)** Kako na brzinu navedene kemijske reakcije utječe povećanje energije aktivacije?

brzina reakcije se smanjuje

**0,5 bodova**

ostv. maks.

**12.** Konstante ionizacije sumporne kiseline iznose:  $K_{a1} = 1000 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  $K_{a2} = 0,012 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**12.a)** Jednadžbama kemijskih reakcija prikaži ionizaciju sumporne kiseline.



za točno prikazane jednadžbe ionizacije po stupnjevima

**2 × 0,5 bodova**

**Napomena:** Priznaju se samo jednadžbe ionizacije s pravilno označenim strjelicama. Priznati i točno prikazane jednadžbe ionizacije s oksonijevim ionom.

**12.b)** Izračunaj pH-vrijednost otopine sumporne kiseline koncentracije  $0,0030 \text{ mol dm}^{-3}$ .

$$K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \times c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{HSO}_4^-)}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = x$$

$$c(\text{H}^+) = 0,0030 + x$$

$$c(\text{HSO}_4^-) = 0,0030 - x$$

$$K_{a2} = \frac{(0,0030 + x)x}{0,0030 - x}$$

$$x^2 + 0,015x - 3,6 \times 10^{-5} = 0$$

$$x_1 = 2,1 \times 10^{-3}$$

$$c(\text{H}^+) = 0,0030 + x = 5,1 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log \frac{c(\text{H}^+)}{\text{mol dm}^{-3}} = 2,3$$

za točno iskazanu konstantu ionizacije

**0,5 bodova**

za točno postavljene ravnotežne koncentracije

**0,5 bodova**

za točno izračunatu koncentraciju vodikovih iona

**0,5 bodova**

za točno izračunatu pH-vrijednost

**0,5 bodova**

**3**