

— RJEŠENJA —

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

1.

U navedenim zadatcima zaokruži točan odgovor.

1.a) Koji od navedenih spojeva ima najnižu vrijednost pK_a ?

A) HF

B) HNO_3

C) HCOOH

D) CH_3COOH

1.b) Koji spoj će dati pozitivan Beilsteinov test?

A) etanol

B) glicerol

C) kloroform

D) formaldehid

1.c) Koji od navedenih spojeva ima najveću standardnu entalpiju izgaranja?

A) CH_4

B) C_2H_6

C) C_3H_8

D) C_4H_{10}

1.d) Koji od navedenih metala najburnije reagira s vodom?

A) Ag

B) Ca

C) Na

D) Rb

1.e) Koji od navedenih spojeva ima najveću reaktivnost prema nukleofilima?

A) etanoil-klorid

B) metoksietan

C) propen

D) propanamid

5 × 0,5 bodova = 2,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

Ukupno bodova na stranici 1:

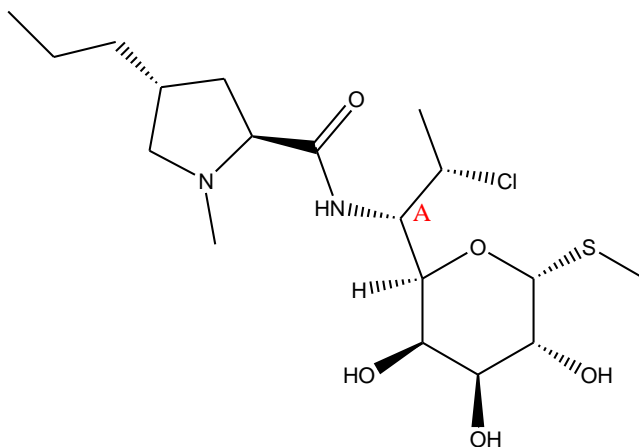
ostv.	maks.
	2,5

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 2.** Klindamicin je antibiotik koji se primjenjuje za liječenje niza bakterijskih infekcija. Prikazana je njegova strukturna formula:



2.a) Sljedeće tvrdnje označi kao točne (zaokruži slovo **T**) ili netočne (zaokruži slovo **N**).

Slovom A označen je anomerni atom ugljika u šećernom dijelu molekule klindamicina.	T	N
Prisutnost klora povećava lipofilnost i prodor kroz stanične membrane.	T	N
Amidna veza u klindamicinu pridonosi njegovoj kemijskoj stabilnosti i interakcijama s biološkim sustavima.	T	N
Klindamicin je bolje topljiv u vodi nego u mastima.	T	N

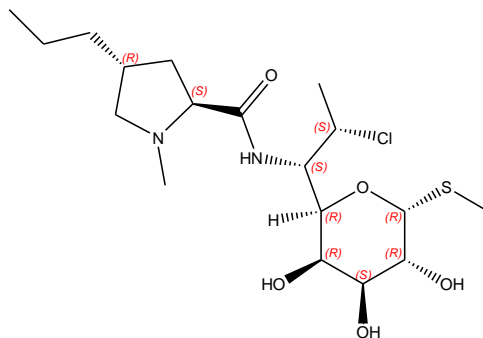
4 × 0,5 bodova = 2 boda

2.b) Koliko je kiralnih centara u molekuli klindamicina?

Devet, 9

0,5 bodova

2.c) Odredi apsolutne konfiguracije na svim kiralnim ugljikovim atomima molekule klindamicina.



9 × 0,5 bodova = 4,5 bodova

ostv.	maks.
	7

Ukupno bodova na stranici 2:

ostv.	maks.
	7

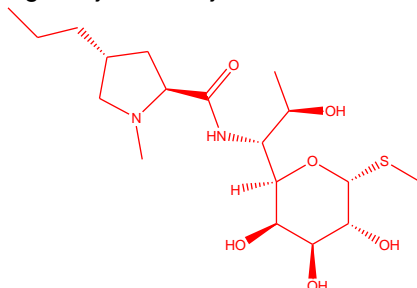
— RJEŠENJA —

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

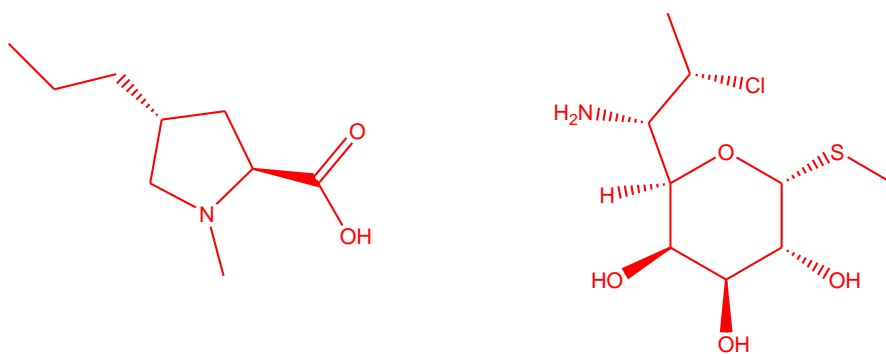
Zaporka: _____

2.d) Klindamicin je dobiven iz linkomicina upotrebom tionil-klorida za zamjenu hidroksilne skupine na položaju C7 u atomu klor uz inverziju konfiguracije. Nacrtaj strukturnu formulu molekule linkomicina.



0,5 bodova

2.e) U kiselim uvjetima ili enzimskom hidrolizom može doći do cijepanja amidne veze u molekuli klindamicina pri čemu nastaju dva produkta (fragmenta). Prikaži produkte strukturnim formulama.



2 × 0,5 bodova = 1 bod

2.f) Klindamicin se u tijelu metabolizira u jetri i izlučuje putem bubrega i žuči. Njegova eliminacija može se opisati reakcijom prvog reda s vremenom polueliminacije ($t_{1/2}$) od 2,7 sati. Koliko grama klindamicina ostane u tijelu nakon 5 sati ako je početna doza lijeka 600 mg?

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{2,7 \text{ h}} = 0,2567 \text{ h}^{-1}$$

$$m = m_0 \cdot e^{-kt} = 600 \text{ mg} \cdot e^{-(0,2567 \times 5)} = 166,2 \text{ mg}$$

Za izračunanu vrijednost k

Za izračunanu masu preostalog klindamicina s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

0,5 bodova

ostv.	maks.
	2,5

Ukupno bodova na stranici 3:

ostv.	maks.
	2,5

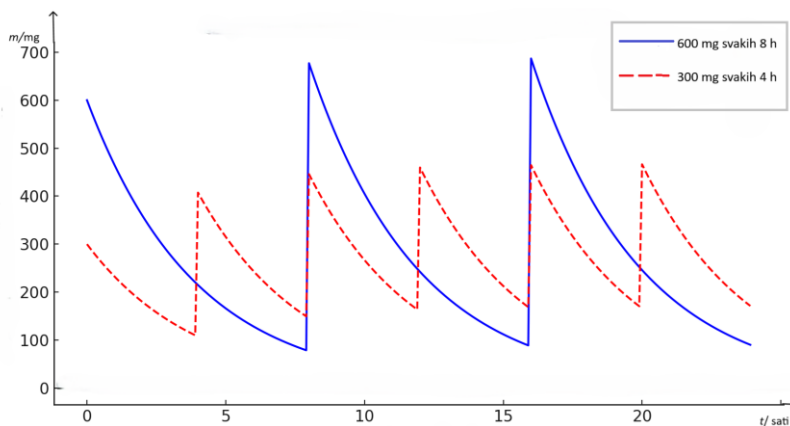
— RJEŠENJA —

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

2.g) Grafički je prikazana promjena mase klindamicina u organizmu tijekom 24 sata pri dva različita načina doziranja lijeka:



Koji način doziranja bolje održava stabilnu koncentraciju lijeka u krvi? Obrazloži svoj odgovor.

Način 300 mg lijeka svaka 4 h (isprekidana linija), jer ima manje oscilacije između maksimalne i minimalne mase lijeka.

Za točan odgovor

0,5 bodova

Za ispravno objašnjenje

0,5 bodova

2.h) U kojem načinu doziranja lijeka masa klindamicina u tijelu brže pada? Obrazloži svoj odgovor.

Način 600 mg lijeka svakih 8 h (puna linija). Veća promjena mase lijeka u jedinici vremena (strmiji nagib krivulje).

Za točan odgovor

0,5 bodova

Za ispravno objašnjenje

0,5 bodova

2.i) Klindamicin za intravensku primjenu dolazi u obliku koncentrata masene koncentracije 150 mg/mL. Prema liječničkoj preporuci pacijent treba infuzijom primiti 600 mg klindamicina u 100 mL fiziološke otopine tijekom 30 minuta. Koliko mililitara koncentrata treba dodati u 100 mL fiziološke otopine te kojom brzinom (mL/min) treba primjenjivati infuziju kako bi trajala točno 30 minuta? Prilikom miješanja tekućina zanemaruju se moguća odstupanja u volumenu zbog međumolekulskih privlačnih sila.

$\gamma_1 = 150 \text{ mg/mL}$ (koncentracija početnog koncentrata klindamicina)

$V_2 = 104 \text{ mL}$ (ukupni volumen infuzije)

$$V_1 = \frac{600 \text{ mg} / \text{mL}}{150 \text{ mg} / \text{mL}} = 4 \text{ mL}$$

$$\text{brzina} = \frac{\text{ukupni volumen}}{\text{vrijeme}} = \frac{104 \text{ mL}}{30 \text{ min}} = 3,47 \text{ mL min}^{-1}$$

Za točno izračunat volumen s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Za točno izračunatu brzinu s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

ostv.	maks.
	3

ostv.	maks.
	3

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

3. U jodometrijskoj titraciji za određivanje joda može se upotrijebiti natrijev tiosulfat pri čemu nastaje natrijev tetratonat i natrijev jodid.

3.a) Napiši jednadžbe polureakcija oksidacije i redukcije te ukupnu jednadžbu reakcije.



Za svaku jednadžbu izjednačenu po masi i naboju

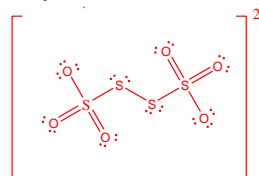
3 × 1 bod = 3 boda

3.b) Koji bi indikator bio najprikladniji za određivanje točke ekvivalencije u opisanoj reakciji?

škrob

0,5 bodova

3.c) Lewisovom strukturnom formulom prikaži tetratonatni ion.



0,5 bodova

3.d) Odredi oksidacijska stanja atoma sumpora u tetratonatnom ionu.

Dva atoma sumpora imaju oksidacijski broj 0, a dva V.

Određen oksidacijski broj 0 za dva atoma

0,5 bodova

Određen oksidacijski broj V za dva atoma

0,5 bodova

3.e) Napiši jednadžbu reakcije tiosulfatnog iona s vodom.



Za jednadžbu izjednačenu po masi i naboju

1 bod

3.f) Koje će boje biti univerzalni papir uronjen u vodenu otopinu tiosulfata?

plave

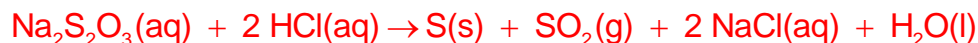
0,5 bodova

3.g) Kako će se promijeniti koncentracija tiosulfatnih iona u vodenoj otopini ako se u otopinu doda mala količina klorovodične kiseline?

Smanjit će se koncentracija tiosulfatnih iona.

0,5 bodova

3.h) Ako bi se vodenoj otopini tiosulfata dodala veća količina klorovodične kiseline, primijetilo bi se zamućenje i nastanak mjehurića. Prikaži opisanu promjenu jednadžbom kemijske reakcije. Navedi agregacijska stanja reaktanata i produkata.



Ispravna jednadžba izjednačena po masi i naboju s pripadajućim agregacijskim stanjima

1,5 bodova

ostv. maks.

8,5

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

4.

Hidroksiapatit (pentakalcijev trifosfat monohidroksid) glavni je mineralni sastojak zubne cakline. U prisutnosti fluoridnih iona hidroksiapatit se može prevesti u fluoroapatit, koji je otporniji na djelovanje kiselina i karijes.

4.a) Jednadžbom kemijske reakcije prikaži promjenu u usnoj šupljini nastalu djelovanjem zubne paste koja sadržava fluoridne ione na zubnu caklinu. Navedi agregacijska stanja reaktanata i produkata.



Za reakciju izjednačenu po masi i naboju s pripadajućim agregacijskim stanjima

1,5 bodova

4.b) Hidroksiapatit se u vodi može djelomočno diosocirati tako da nastaju hidratizirani ioni. Jednadžbom prikaži disocijaciju hidroksiapatita u vodi.+



Za jednadžbu izjednačenu po masi i naboju

1 bod

4.c) Produkt topljivosti hidroksiapatita iznosi $6,8 \times 10^{-37} \text{ mol}^9 \text{ dm}^{-27}$. Izračunaj ravnotežnu koncentraciju hidroksidnih iona u otopini te pH-vrijednost otopine.

$$K_{\text{pt}} = [\text{Ca}^{2+}]^5 [\text{PO}_4^{3-}]^3 [\text{OH}^-]$$

$$K_{\text{pt}} = (5x)^5 (3x)^3 (x)$$

$$x = [\text{OH}^-] = \sqrt[9]{\frac{6,8 \times 10^{-37} \text{ mol}^9 \text{ dm}^{-27}}{84375}} = 2,72 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pOH} = 4,56$$

$$\text{pH} = 9,44$$

Za ispravno napisan izraz za produkt topljivosti

1 bod

Za točno izračunatu koncentraciju hidroksidnih iona s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Za točno izračunatu vrijednost pH 0,5 bod

ostv.

maks.

4,5

— RJEŠENJA —

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

5. U kalorimetru je smjesa koja se sastoji od 200 g vode i 100 g glicerola pri temperaturi 25 °C.

5.a) Komad cinka zagrijan je na 280 °C i ubačen u kalorimetar. Smjesa u kalorimetru zagrijana je na 27 °C. Kolika je masa cinka? Specifični toplinski kapacitet cinka iznosi 0,390 J g⁻¹ K⁻¹, vode 4,18 J g⁻¹ K⁻¹, a glicerola 2,43 J g⁻¹ K⁻¹.

$Q(\text{predano}) = Q(\text{primljeno})$
 $m \cdot c(\text{Zn}) \cdot \Delta T(\text{Zn}) = m(\text{voda}) \cdot c(\text{voda}) \cdot \Delta T(\text{voda}) + m(\text{glicerol}) \cdot c(\text{glicerol}) \cdot \Delta T(\text{glicerol})$
 $m(\text{Zn}) \cdot 0,39 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 252 \text{ K} = 200 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 2 \text{ K} + 100 \text{ g} \cdot 2,43 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 2 \text{ K}$
 $m(\text{Zn}) = 21,87 \text{ g}$

Za izraz koji povezuje predanu i primljenu toplinu 0,5 bodova
 Za izraz ukupne topline smjese ulja i vode 0,5 bodova
 Za točno izračunanu masu cinka s pripadajućom mjernom jedinicom 0,5 bodova

5.b) Kako bi se promijenila konačna vrijednost temperature kada bismo dodali više glicerola u kalorimetar ne mijenjajući količinu vode?

Konačna bi temperatura bila niža. 0,5 bodova

5.c) Kako bi se promijenila konačna vrijednost temperature ako bi u kalorimetar stavili cink u obliku praha umjesto komada?

Budući da prah ima veću površinu kontakta s tekućinom, izmjena topline odvijala bi se brže, ali bi konačna temperatura ostala ista jer ukupna topline ostaje ista. 0,5 bodova

5.d) Kako bi se mijenjala konačna temperatura kada bismo umjesto cinka upotrijebili istu masu aluminija, čiji specifični toplinski kapacitet iznosi 0,890 J g⁻¹ K⁻¹?

Konačna bi temperatura bila viša. 0,5 bodova

	ostv.	maks.
		3

6. Anorganske kiseline koje sadržavaju fosfor imaju različita svojstva, ovisno o njihovoj strukturi i broju protona koji mogu disociirati. Pored imena pojedine kiseline napiši je li ona monoprotonska, diprotonska, triprotonska ili tetraprotonska.

Fosforna kiselina	triprotonska
Fosforasta kiselina	diprotonska
Hipofosforna kiselina	tetraprotonska
Hipofosforasta kiselina	monoprotonska

za svaki ispravno svojstvo 4 × 0,5 bodova = 2 boda

	ostv.	maks.
		2

Državna razina Natjecanja iz kemije u šk. god. 2024./2025.

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: _____

- 7.** 7.a) Bijeli fosfor može se dobiti redukcijom kalcijeva fosfata u prisutnosti silicijeva dioksida i ugljika. Reakcijom nastaje kalcijev silikat, a prolaskom plinovitih produkata kroz rashladni sustav nastali bijeli fosfor kondenzira se u tekućinu, dok ugljikov monoksid ostaje u plinovitom agregacijskom stanju. Napiši jednadžbu kemijske reakcije.



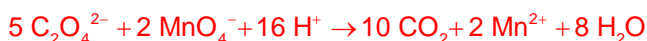
Za jednadžbu reakcije kalcijeva fosfata, silicijeva dioksida i ugljika izjednačena po masi i naboju

1 bod

- 7.b) Nastali ugljikov monoksid uvodi se u 60,0 mL kisele otopine kalijeva permanganata množinske koncentracije 0,200 mol/L. Nakon reakcije višak permanganata u kiselim uvjetima titrira se otopinom oksalata množinske koncentracije 0,05 mol/L. Za titraciju viška permanganata potrebno je 45,0 mL otopine oksalata. Tijekom obiju reakcija razvija se ugljikov(IV) oksid. Kolika masa bijelog fosfora nastaje reakcijom?

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot V(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0,05 \text{ mol L}^{-1} \cdot 45 \text{ mL} \\ = 2,25 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{KMnO}_4, \text{ukupno}) = c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4) = 0,20 \text{ mol L}^{-1} \cdot 30 \text{ mL} \\ = 1,12 \times 10^{-2} \text{ mol}$$



$$\frac{n(\text{KMnO}_4, \text{suvišak})}{n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{2}{5}$$

$$n(\text{KMnO}_4, \text{suvišak}) = \frac{2 \cdot 2,25 \times 10^{-3} \text{ mol}}{5} = 9,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{KMnO}_4, \text{reagiralo}) = n(\text{KMnO}_4, \text{ukupno}) - n(\text{KMnO}_4, \text{suvišak}) \\ = 1,12 \times 10^{-2} \text{ mol} - 9 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ = 1,03 \times 10^{-2} \text{ mol}$$



$$\frac{n(\text{KMnO}_4, \text{reagiralo})}{n(\text{CO})} = \frac{2}{5}$$

$$n(\text{CO}) = \frac{5 \cdot 1,03 \times 10^{-2} \text{ mol}}{2} = 2,56 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{CO})}{n(\text{P}_4)} = \frac{10}{1}$$

$$n(\text{P}_4) = 2,56 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad m(\text{P}_4) = n(\text{P}_4) \cdot M(\text{P}_4) = 2,56 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot 124 \text{ g mol}^{-1} = 0,31 \text{ g}$$

Za jednadžbu reakcije oksalatnih i permanganatnih iona izjednačenu po masi i naboju

1 bod

Za jednadžbu reakcije CO i permanganatnih iona izjednačenu po masi i naboju

1 bod

Za izračunatu množinu ukupnog kalijeva permanganata s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Za izračunatu množinu kalijeva permanganata u suvišku s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Za izračunatu množinu kalijeva permanganata koji je reagirao s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Za izračunatu množinu oksalata s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

Za ispravan omjer množina kalijeva permanganata i oksalata

0,5 bodova

Za ispravan omjer množina kalijeva permanganata i CO

0,5 bodova

Za ispravan omjer množina CO i fosfora

0,5 bodova

Za izračunatu masu fosfora s pripadajućom mjernom jedinicom

0,5 bodova

ostv. maks.

7

ostv. maks.

7