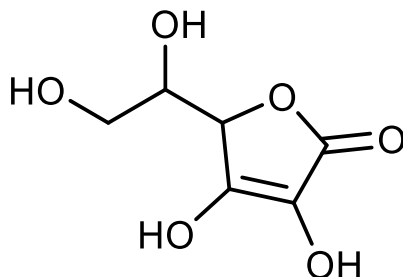


ostv. maks.

- 1.** Na slici je prikazana strukturna formula molekule vitamina C.



Koliki je volumen vode potrebno dodati u 50 mL vodene otopine vitamina C masenog udjela 16 % i gustoće  $1,1 \text{ g mL}^{-1}$  da se pripravi vodena otopina vitamina C množinske koncentracije  $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ ?

$$M_r(\text{vitamin C, C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 6 \times A_r(\text{C}) + 8 \times A_r(\text{H}) + 6 \times A_r(\text{O}) = 176,12$$

$$M(\text{vitamin C}) = 176,12 \text{ g mol}^{-1}$$

$$c_1 = \frac{w_1 \times \rho_1}{M(\text{vitamin C})} = \frac{0,16 \times 1,1 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}}{176,12 \text{ g mol}^{-1}} = 1 \text{ mol L}^{-1}$$

$$c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$$

$$V_2 = 0,2 \text{ L} = 200 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ mL} - 50 \text{ mL} = 150 \text{ mL}$$

za točno izračunatu molarnu masu

**0,5 bodova**

za točan izraz za početnu koncentraciju

**0,5 bodova**

za točno izračunatu početnu koncentraciju

**0,5 bodova**

za točno izračunat volumen razrijeđene otopine

**0,5 bodova**

za točno izračunat volumen vode

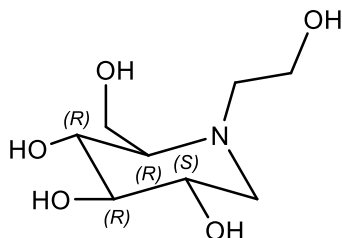
**0,5 bodova**

**2,5**

ostv. maks.

- 2.** Miglitol je derivat piperidina koji inhibira razgradnju složenih ugljikohidrata do monosaharida pa se upotrebljava u terapiji dijabetesa.

- 2.a)** Na slici je prikazana strukturna formula molekule miglitol. Označi kiralne atome ugljika i odredi apsolutnu konfiguraciju.



**2R,3R,4R,5S**

za točno određene konfiguracije

**4 × 0,5 bodova**

za točno označene kiralne C-atome na strukturnoj formuli miglitol

**4 × 0,5 bodova**

- 2.b)** Napiši kemijski naziv miglitol.

**(2R,3R,4R,5S)-1-(2-hidroksietil)-2-(hidroksimetil)piperidin-3,4,5-triol ili  
(2R,3R,4R,5S)-N-(2-hidroksietil)-2-(hidroksimetil)piperidin-3,4,5-triol ili  
(2R,3R,4R,5S)-1-(2-hidroksietil)-2-(hidroksimetil)azacikloheksan-3,4,5-triol ili  
(2R,3R,4R,5S)-N-(2-hidroksietil)-2-(hidroksimetil)azacikloheksan-3,4,5-triol**

za točan kemijski naziv

**1 bod**

**5**

- 3.** Tlak pare vodene otopine u kojoj je maseni udio glukoze 10 % pri 20 °C iznosi 2,314 kPa. Izračunaj koliki je tlak pare čiste vode pri temperaturi 20 °C.

**$m(\text{Glu}) : m(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ g} : 90 \text{ g}$   
 $n(\text{Glu}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0555 \text{ mol} : 0,5 \text{ mol}$   
 $x(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ mol} / (5 \text{ mol} + 0,0555 \text{ mol}) = 0,989$   
 $p = x_0 \times p^*(\text{H}_2\text{O})$   
 $p^* = p / x_0 = 2,314 \text{ kPa} / 0,989 = 2,339 \text{ kPa}$**

za točan izračun mase glukoze i vode

**0,5 bodova**

za točan izračun množine glukoze i vode

**0,5 bodova**

za točno izračunat množinski udio vode

**0,5 bodova**

za točno napisan izraz za tlak pare otopine

**0,5 bodova**

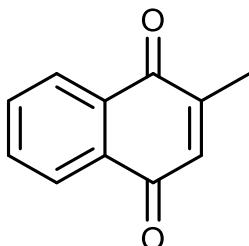
za točno izračunatu vrijednost tlaka pare vode

**0,5 bodova**

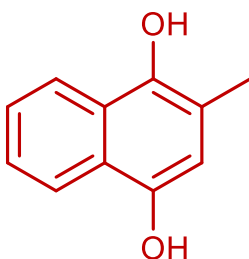
**2,5**

ostv. maks.

- 4.** Vitamin K skupina je srodnih spojeva K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> i K<sub>4</sub>. U vitaminskim pripravcima najviše se upotrebljavaju vitamin K<sub>3</sub> (menadion; strukturna formula njegove molekule prikazana je na slici) i vitamin K<sub>4</sub> (natrijeva sol menadiol-difosfata). Menadiol je reducirani menadion molekulske formule C<sub>11</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>.



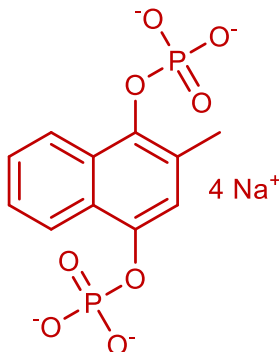
- 4.a)** Nacrtaj strukturnu formulu molekule menadiola.



za točnu strukturnu formulu menadiola

**1 bod**

- 4.b)** Nacrtaj strukturnu formulu molekule vitamina K<sub>4</sub>.



za točnu strukturnu formulu vitamina K<sub>4</sub>

**1 bod**

- 4.c)** Usporedi topljivost vitamina K<sub>3</sub> i K<sub>4</sub> u vodi. Kratko obrazloži odgovor.

K<sub>3</sub> je lipofilan, slabo topljiv u vodi, jer dominira lipofilni karakter aromatskog  
prstena. K<sub>4</sub> je hidrofilan, sol topljiva u vodi, jer uz nepolarni aromatski dio ima u  
strukturi polarne skupine – fosfate.

za potpun odgovor s obrazloženjem

**1 bod**

**Napomena:** odgovor bez obrazloženja se ne priznaje

ostv. maks.

- 5.** Ispuni tablicu traženim podacima tako da oksidacijske brojeve pišeš s lijeva nadesno, odnosno redoslijedom kojim se pojedini atomi pojavljuju u formuli spoja/ion.

| Spoj/ion      | Naziv spoja/ion           | Oksidacijski broj(evi) |
|---------------|---------------------------|------------------------|
| $C_2O_4^{2-}$ | oksalat ili etandioat     | III, -II               |
| $Ca(NO_2)_2$  | kalcijev nitrit           | II, III, -II           |
| $BaO_2$       | barijev peroksid          | II, -I                 |
| $S_2^{2-}$    | disulfid ili disulfid(2-) | -I                     |

za točan naziv spoja ili iona

4 × 0,5 bodova

za točan niz oksidacijskih brojeva (svi oksidacijski brojevi moraju biti točni)

4 × 0,5 bodova

**4**

- 6.** Uzorak željezova(II) klorida množine 0,60 mol potpuno je otopljen u 1 L klorovodične kiseline množinske koncentracije 1 mol L<sup>-1</sup>. U otopinu je zatim dodano 0,05 mol čvrstog kalijeva permanganata uslijed čega se promijenila boja otopine.

- 6.a)** Napiši parcijalnu jednadžbu reakcije oksidacije koja se događa u opisanoj otopini.



za točno napisanu parcijalnu jednadžbu

0,5 bodova

- 6.b)** Napiši parcijalnu jednadžbu reakcije redukcije koja se događa u opisanoj otopini.



za točno napisanu parcijalnu jednadžbu

0,5 bodova

- 6.c)** Napiši ukupnu jednadžbu reakcije.



za točno napisanu jednadžbu

0,5 bodova

- 6.d)** Odredi mjerodavni reaktant i izračunaj koncentraciju reaktanta u suvišku nakon završene reakcije u kojoj se sav mjerodavni reaktant potrošio.

Postupak:

$n(FeCl_2)_{po\check{c}} = 0,6 \text{ mol}$

$n(KMnO_4)_{po\check{c}} = 0,05 \text{ mol}$

$n(FeCl_2) : n(KMnO_4) = 5 : 1$

$n(FeCl_2)_{reag} = 5 \times n(KMnO_4) = 5 \times 0,05 \text{ mol} = 0,25 \text{ mol}$

mjerodavni reaktant:  $KMnO_4$

$n(FeCl_2)_{suvi\check{s}ak} = n(FeCl_2)_{po\check{c}} - n(FeCl_2)_{reag} = 0,6 \text{ mol} - 0,25 \text{ mol} = 0,35 \text{ mol}$

$c(FeCl_2)_{suvi\check{s}ak} = n / V = 0,35 \text{ mol L}^{-1}$

za ispravan omjer množina  $FeCl_2$  i  $KMnO_4$

0,5 bodova

za točno izračunatu množinu  $n(FeCl_2)_{vi\check{s}}$

0,5 bodova

za točno određen mjerodavni reaktant

0,5 bodova

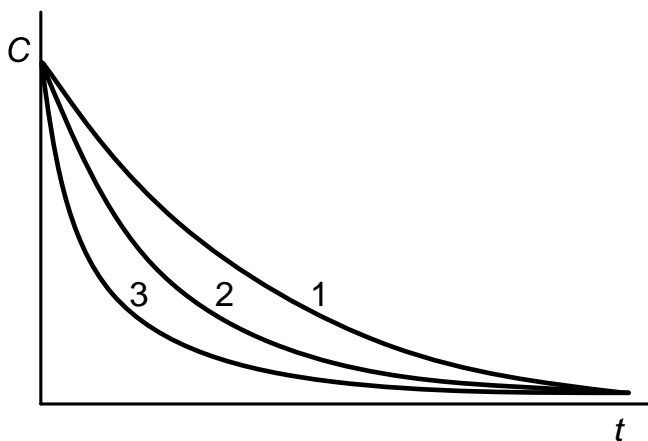
za točan izračun koncentracije  $c(FeCl_2)_{vi\check{s}}$

0,5 bodova

**3,5**

ostv. maks.

- 7.** Katalizatori K1 i K2 kataliziraju pretvorbu  $A \rightleftharpoons B$ . Na dijagramu je prikazana ovisnost množinske koncentracije tvari A o vremenu uz katalizatore K1 (krivulja 1) i K2 (krivulja 2). Pažljivo prouči grafički prikaz i odgovori koja je tvrdnja za pretvorbu tvari A u B točna.



- A) Pretvorba  $A \rightleftharpoons B$  brža je uz dodatak katalizatora K1 nego uz dodatak katalizatora K2.  
B) Pretvorba  $A \rightleftharpoons B$  uz dodatak katalizatora K2 ima nižu  $E_a$  nego uz dodatak katalizatora K1.  
C) Pretvorba  $A \rightleftharpoons B$  bez dodatka katalizatora prikazana je krivuljom 3.  
D) Pretvorba  $A \rightleftharpoons B$  opisana krivuljom 3 ima najvišu  $E_a$ .

Točan odgovor je B.

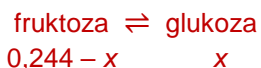
1 bod

1

ostv. maks.

8. Fruktaza i glukoza su konstitucijski izomeri koji se u određenim uvjetima mogu prevesti jedan u drugi (izomerizirati).

- 8.a) Izračunaj konstantu ravnoteže reakcije izomerizacije fruktoze u glukozu ako je početna množinska koncentracija fruktoze  $0,244 \text{ mol L}^{-1}$  dok nakon uspostavljene ravnoteže iznosi  $0,113 \text{ mol L}^{-1}$ .



$$c(\text{Fru})_{\text{eq}} = 0,244 \text{ mol L}^{-1} - x = 0,113 \text{ mol L}^{-1}$$

$$x = c(\text{Glu})_{\text{eq}} = 0,131 \text{ mol L}^{-1}$$

$$K_c = \frac{c(\text{Glu})_{\text{eq}}}{c(\text{Fru})_{\text{eq}}} = \frac{0,131 \text{ mol L}^{-1}}{0,113 \text{ mol L}^{-1}} = 1,159$$

za točno izračunatu ravnotežnu koncentraciju fruktoze

0,5 bodova

za točno napisan izraz za  $K_c$

0,5 bodova

za točno izračunatu vrijednost  $K_c$

0,5 bodova

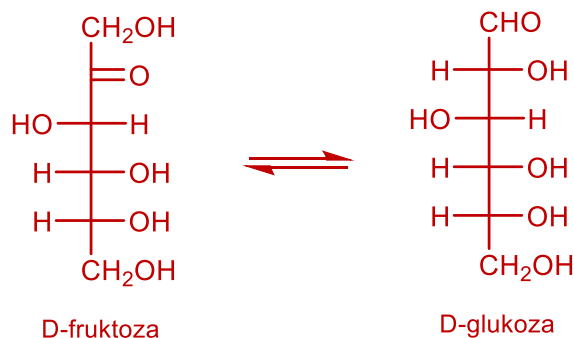
- 8.b) Koliki je postotak fruktoze preveden u glukozu?

$$\text{Postotak izomerizirane fruktoze} = (0,131 / 0,244) \times 100 = 53,7 \%$$

točno izračunata vrijednost

0,5 boda

- 8.c) Prikaži izomerizaciju fruktoze u glukozu Fischerovim projekcijskim formulama.



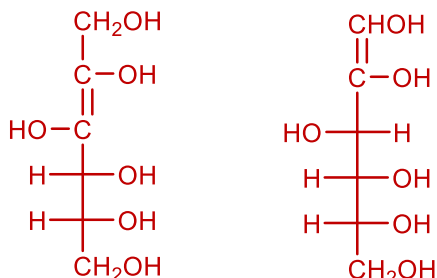
za točni prikaz molekule fruktoze

0,5 bodova

za točni prikaz molekule glukoze

0,5 bodova

- 8.d)** Izomerizacija fruktoze u glukozu uključuje tautomerne oblike fruktoze koji su posljedica keto-enolne tautomerije (premještanje dvostruke veze i atoma vodika vezanog na atom ugljika u susjedstvu dvostruke veze). Prikaži Fischerovim projekcijskim formulama oba tautomerna oblika molekule fruktoze.



Za svaki tautomer 1 bod

**2 × 1 bod = 2 boda**

- 8.e)** Otopina fruktoze daje pozitivan test s Fehlingovim reagensom. Kratko obrazloži ovu tvrdnju.

Zbog mogućnosti izomerizacije fruktoze u glukozu u otopini fruktoze prisutna je i  
glukoza (aldoza) koja daje pozitivan test s Fehlingovim reagensom.

za izomerizaciju fruktoze u glukozu

**0,5 bodova**

za odgovor da glukoza reagira s Fehlingovim reagensom

**0,5 bodova**

- 8.f)** Napiši naziv ili formulu kemijske vrste koja nastaje u Fehlingovom testu od koje potječe karakteristična obojenost otopine.

$\text{Cu}_2\text{O}$  ili bakrov(I) oksid

za točan naziv ili za točnu formulu

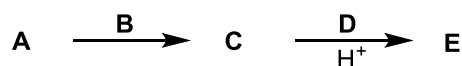
**0,5 bodova**

**6,5**

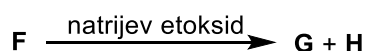
ostv. maks.

- 9.** Na temelju opisa kemijskih promjena i reakcijskih shema nacrtaj strukturne formule spojeva **A–H** (za spoj **B** molekulsku formulu) koristeći se prikazom s pomoću veznih crtica i klinastim prikazom za kiralne molekule.

**9.a)** Reakcijom etandiala (**A**) s litijevim aluminijevim hidridom (**B**) nastaje spoj **C**, koji u kiseloj sredini s cikloheksanonom (**D**) daje ketal **E**



**9.b)** Reakcijom (1*R*,2*R*)-1-klor-2-metilciklopentana (**F**) s natrijevim etoksidom nastaje produkt supstitucije **G** i produkt eliminacije **H**.



|          |                          |          |          |
|----------|--------------------------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b>                 | <b>C</b> | <b>D</b> |
|          | <b>LiAlH<sub>4</sub></b> |          |          |
| <b>E</b> | <b>F</b>                 | <b>G</b> | <b>H</b> |
|          |                          |          |          |

svaka točna strukturna formula **A–H**

točne konfiguracije spojeva **F** i **G**

**8 × 0,5 bodova**

**2 × 0,5 bodova**

**5**



**– RJEŠENJA –**

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Zadatci za 4. razred srednje škole

Zaporka: \_\_\_\_\_

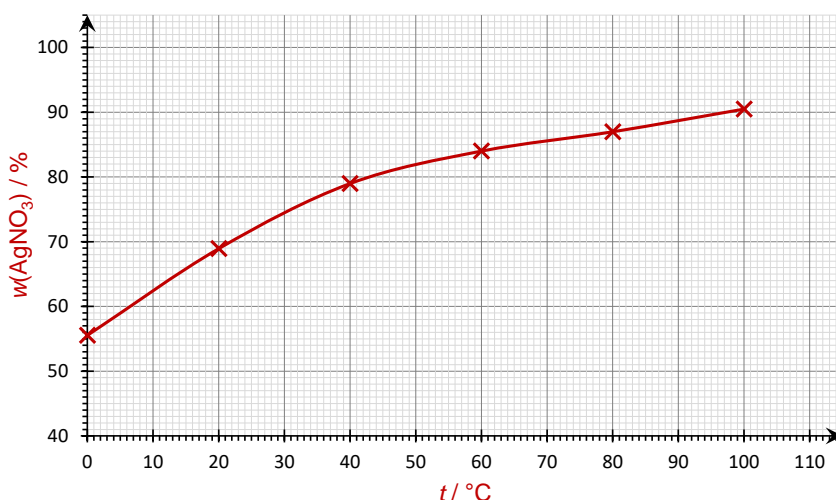
**BODOVI**

|   |   | ostv.      | maks. |
|---|---|------------|-------|
| <b>10.</b> Izmjereni su naponi sljedećih galvanskih članaka:  |   |            |       |
| članak 1:   | $\text{Fe(s)} \mid \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$ $E_{\text{članak1}} = 0,78 \text{ V}$ |            |       |
| članak 2:   | $\text{Cr(s)} \mid \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) \parallel \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Fe(s)}$ $E_{\text{članak2}} = 0,30 \text{ V}$ |            |       |
| <b>10.a)</b> Prikaži odgovarajućom shemom članak 3 u kojemu su elektrode Cu i Cr.                                     |   |            |       |
| <u><math>\text{Cr(s)} \mid \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}</math></u> |   |            |       |
| za točan shematski prikaz   |   | 0,5 bodova |       |
| <b>10.b)</b> Koliki je napon članka 3? (množinske su koncentracije svih otopina 1 mol L <sup>-1</sup> ).              |   |            |       |
| <u><math>E_{\text{članak3}} = 1,08 \text{ V}</math></u>   |   |            |       |
| za točno izračunan napon  |   | 0,5 bodova |       |
|   |   |            | 1     |

- 11.** U tablici su navedeni podatci o topljivosti srebrova nitrata u vodi pri nekoliko različitih temperatura. Topljivost je iskazana kao maseni udio otopljene tvari u vodi pri danoj temperaturi.

| $t / ^\circ\text{C}$ | $w(\text{AgNO}_3) / \%$ |
|----------------------|-------------------------|
| 0                    | 55,55                   |
| 20                   | 68,94                   |
| 40                   | 78,99                   |
| 60                   | 84,00                   |
| 80                   | 86,99                   |
| 100                  | 90,49                   |

- 11.a)** Grafički prikaži ovisnost topljivosti srebrova nitrata o temperaturi.



za točno nacrtan graf

**0,5 bodova**

za točno obilježene osi

**0,5 bodova**

- 11.b)** Molalnost neke vodene otopine srebrova nitrata iznosi  $7,5 \text{ mol kg}^{-1}$ . Kakva je otopina s obzirom na zasićenost ako se nalazi na temperaturi od  $10^\circ\text{C}$ ?

$$n(\text{AgNO}_3) = 7,5 \text{ mol}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 7,5 \text{ mol} \times 169,87 \text{ g mol}^{-1} = 1274,02 \text{ g}$$

$$w(\text{AgNO}_3)_{10^\circ\text{C}} = \frac{1274,02 \text{ g}}{2274,3 \text{ g}} = 0,5603 = 56,03 \%$$

Otopina je nezasićena.

za točno izračunatu masu  $\text{AgNO}_3$  pri  $10^\circ\text{C}$

**0,5 bodova**

za točno izračunati maseni udio  $\text{AgNO}_3$  pri  $10^\circ\text{C}$

**0,5 bodova**

za točan odgovor

**0,5 bodova**

**11.c)** Izračunaj masu srebrova nitrata koja će se izlučiti ako se 750 g zasićene otopine ohladi sa 60 °C na 20 °C.

Maksimalna masa  $\text{AgNO}_3$  koja je pri 60 °C otopljena u 750 g otopine:

$$w(\text{AgNO}_3)_{60\text{ }^\circ\text{C}} = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{AgNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 630,00 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 120,00 \text{ g}$$

Maksimalna masa  $\text{AgNO}_3$  koja se pri 20 °C može otopiti u 120 g vode:

$$w(\text{AgNO}_3)_{20\text{ }^\circ\text{C}} = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{AgNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 266,35 \text{ g}$$

$$m(\text{AgNO}_3)_{\text{izlučeno}} = 363,65 \text{ g}$$

za točno izračunatu masu  $\text{AgNO}_3$  pri 60 °C

**0,5 bodova**

za točno izračunatu masu vode

**0,5 bodova**

za točan izraz za izračun mase pri 20 °C

**0,5 bodova**

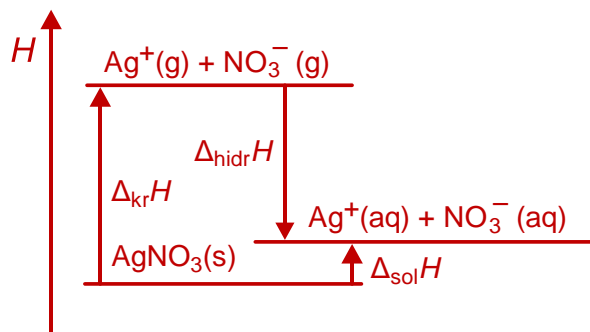
za točno izračunatu masu  $\text{AgNO}_3$  pri 20 °C

**0,5 bodova**

za točno izračunatu masu izlučenog  $\text{AgNO}_3$

**0,5 bodova**

**11.d)** Nacrtaj entalpijski dijagram otapanja srebrova nitrata u vodi. Za odgovarajuće entalpije koristi se oznakama  $\Delta H_{\text{kr}}$ ,  $\Delta H_{\text{hidr}}$  i  $\Delta H_{\text{sol}}$ .



pravilno označena ordinata ( $H$  ili  $E$ ), entalpije kristalne strukture, hidratacije i otapanja te pravilno napisane kemijske vrste i agregacijska stanja

**1 bod**

**Napomena:** ako se iz entalpijskog dijagrama ne vidi da je otapanje endotermno, zadatak se ne boduje.