

ŠKOLSKO NATJECANJE IZ KEMIJE
učeni(ka)ca osnovnih i srednjih škola 2011.

PISANA ZADAĆA, 02. veljače 2011.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo onu tablicu periodnog sustava elemenata koja je dobivena od gradskoga povjerenstva.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani kemijskom olovkom ili tintom plave boje, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljeni odgovori se ne vrjednju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja (Zaokruži 1. ili 5.)

Razred (napisati arapskim brojem):

Nadnevak:

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Zaporka:
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI :

Ime i prezime učeni(ka)ce:

Puni naziv škole:

Adresa škole:

Grad u kojem je škola:

Županija:

Vrsta škole: 1. osnovna 5. srednja
(Zaokruži 1. ili 5.)

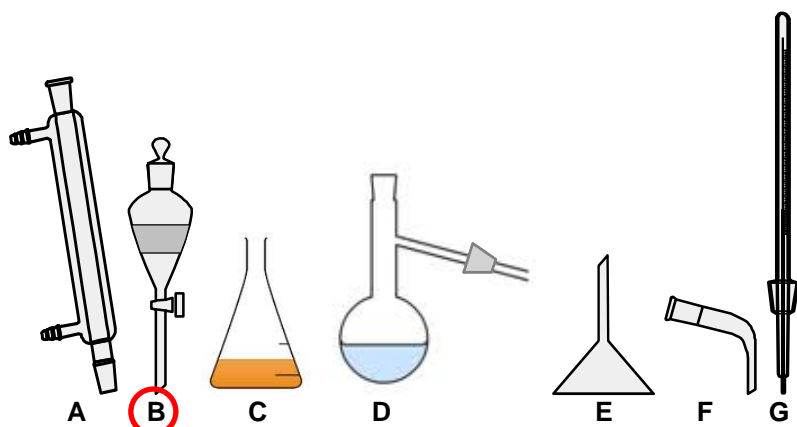
Razred (napisati arapskim brojem):

Ime i prezime mentor(a)ice:

Naputak školskom povjerenstvu:

Ovaj dio prijave treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učeni(ka)ce nakon bodovanja. Podatci su važni radi računalne obrade podataka o učeni(ku)ci koji će biti pozvani na županijsko natjecanje.

1. Na slici je slovima A, B, C, D, E, F i G, označen stakleni laboratorijski pribor.



a) Izaberite, između ponuđenoga, pribor nužan za ekstrakciju. Zaokružite slovo kojim je označen taj pribor i navedite mu naziv.

Naziv: _____ **B, lijevak za odjeljivanje** _____

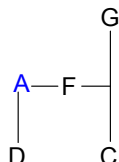
b) Imenujte pribor označen slovima A, C, D i E.

A **Liebigovo hladilo** _____ C **Erlenmeyerova tikvica** _____

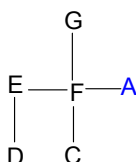
D **tikvica za destilaciju** _____ E **stakleni lijevak** _____

c) Zaokružite shemu koja prikazuje ispravno složenu aparaturu za destilaciju.

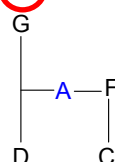
1.



2.



3. (circled in red)



ostv max

/2x
0,5

/4x
0,5

/0,5

3,5

2. U dvjema od navedenih otopina elektrolita je pH-vrijednost veća nego u vodi.

- a) $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
b) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$
c) $\text{NaCl}(\text{aq})$
d) $\text{NH}_3(\text{aq})$

Koje od ponuđenih rješenja je točan odgovor na navedenu tvrdnju?

1. a) i c) 2. b) i c) 3. c) i d) 4. a) i d)

Rješenje: **4. a) $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ i d) $\text{NH}_3(\text{aq})$**

/1

1

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

4,5

3. Napišite simboličke zapise (kemijsku formulu) za:

- a) 3 molekule dušikovog(III) oksida,
 b) 5 formulskih jedinki bakrovog(I) sulfida,
 c) 2 formulske jedinice kalcijevog klorida dihidrata,
 d) 2 molekule broma,
 e) 4 molekule sumporovog(IV) klorida,
 f) 1 formula jedinka željezovog(III) sulfata.

Rješenje:

- a) **3 N₂O₃**
 b) **5 Cu₂S**
 c) **2 (CaCl₂ · 2H₂O)**
 d) **2 Br₂**
 e) **4 SCl₄**
 f) **Fe₂(SO₄)₃**

/6x
0,5

3

4. Pojmovima iz lijevog stupca pridružite odgovarajući pojam iz desnog stupca, tako da na praznu crtu upišete odgovarajuće slovo.

- | | | |
|-------------------------|------------------|--|
| 1. ester | ___ E ___ | A. C ₂ H ₅ OH |
| 2. alkohol | ___ A ___ | B. CH ₂ =CH ₂ |
| 3. polisaharid | ___ F ___ | C. CH ₃ COOH |
| 4. aminokiselina | ___ D ___ | D. H ₂ NCH ₂ COOH |
| 5. karboksilna kiselina | ___ C ___ | E. CH ₃ COOC ₂ H ₅ |
| 6. alken | ___ B ___ | F. (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n |

/6x
0,5

3

5. Napišite uravnotežene jednadžbe opisanih kemijskih reakcija s pripadajućim agregacijskim stanjima:

- a) Otapanjem bakrovog(II) oksida u razrijeđenoj klorovodičnoj kiselini nastaje bakrov(II) klorid i voda.
 b) Kemijskom reakcijom željezovog(III) oksida s ugljikovim(II) oksidom dobiva se tekuće željezo i ugljikov(IV) oksid.
 c) Plinoviti dušikov(IV) oksid u reakciji s vodom daje dušičnu kiselinu i plinoviti dušikov(II) oksid.

Rješenje:

- a) **CuO(s) + 2 HCl(aq) → CuCl₂(aq) + H₂O(l)**
 b) **Fe₂O₃(s) + 3 CO(g) → 2 Fe(l) + 3 CO₂(g)**
 c) **3 NO₂(g) + H₂O(l) → 2 HNO₃(aq) + NO(g)**

Za svaku uravnoteženu jednadžbu kemijske reakcije po 1 bod,
 bez agregacijskih stanja po 0,5 boda.

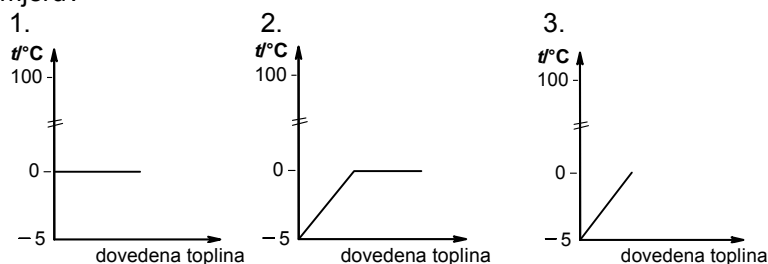
/3x1

3

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

9

6. Potpunim taljenjem komada leda temperature $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i volumena $0,50\text{ dm}^3$ dobiveno je $459,0\text{ cm}^3$ vode, temperature $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri kojoj je gustoća vode $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 0,9987\text{ g/cm}^3$.
- a) Kolika je bila masa komada leda prije taljenja?
- b) Izračunajte gustoću leda pri temperaturi $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Rezultat iskazati sa 4 značajne znamenke).
- c) Izračunajte masu leda u kg, volumena 1 m^3 ?
- d) Koji od priloženih grafova ovisnosti temperature o dovedenoj toplini najbolje prikazuje promjenu temperature tijekom grijanja i taljenja leda u opisanom primjeru?



Rješenje:

a) Račun:

$$\begin{aligned} m(\text{leda}) &= m(\text{vode}) = V(\text{vode}) \cdot \rho(\text{vode}) \\ &= 459,0\text{ cm}^3 \cdot 0,9987\text{ g/cm}^3 \\ &= 458,4\text{ g} \end{aligned}$$

/0,5

b) Račun:

$$\begin{aligned} \rho(\text{led}) &= m(\text{led}) / V(\text{led}) \\ &= 458,4\text{ g} / 500,0\text{ cm}^3 \\ &= 0,9168\text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

/0,5

c) $m(\text{led}) = 916,8\text{ kg}$

/0,5

d) graf: 2

/0,5

2

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

2

7. Kemijski element X je vrlo reaktivan i čvrstog je agregacijskog stanja pri sobnoj temperaturi. U kloridu tog peterovalentnog kemijskog elementa maseni je udio elementa X 14,9 %.

- a) Izračunajte relativnu atomsku masu atoma kemijskog elementa X.
b) Izračunajte broj atoma u molekuli kemijskog elementa X, ako je relativna molekulska masa molekule elementa X, 124,12.
c) Napišite jednadžbu kemijske sinteze ovog klorida iz kemijskih elemenata.

Rješenje:

a) (kemijski spoj: XCl_5)

$$w(\text{X}) = 0,149; w(\text{Cl}) = 1 - 0,149 = 0,851$$

$$\frac{w(\text{X})}{w(\text{Cl})} = \frac{N(\text{X}) \cdot A_r(\text{X})}{N(\text{Cl}) \cdot A_r(\text{Cl})}$$

$$\frac{0,149}{0,851} = \frac{1}{5} \cdot \frac{A_r(\text{X})}{35,45}$$

$$A_r(\text{X}) = 31,03$$

b) $N(\text{X}) = 4$



(Priznati i rezultat $A_r(\text{X}) = 31$ kao i rezultat dobiven drugim načinom)

/0,5

/0,5

/0,5

/1

2,5

8. a) Samo jedan od navedenih nizova predstavlja homologni niz jedne skupine organskih spojeva. Izaberite i napišite koji je to niz.

1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$, $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$, $\text{CH}_3\text{C(CH}_3\text{)=CH}_2$

2. CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10}

3. $\text{H}_3\text{C-CH}_3$, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, $\text{HC}\equiv\text{CH}$

4. CH_4 , CH_3OH , HCOH , HCOOH

b) Imenujte skupinu organskih spojeva kojoj pripada taj homologni niz s obzirom na sastav molekula, način povezivanja ugljikovih atoma i vrstu kovalentnih veza između ugljikovih atoma u molekuli te zajednički naziv spojeva u homolognom nizu.

c) Napišite opću formulu kojom se mogu prikazati molekule u spojevima tog homolognog niza.

Rješenje:

a) Homologni niz: 2. CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10}

b) Skupina organskih spojeva: ugljikovodici

Prema načinu povezivanja C-atoma: aciklički (alifatski)

Prema vrsti kovalentnih veza između C-atoma: zasićeni

Naziv: alkani (parafini)

c) Opća formula: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

/0,5

/4x

0,5

/0,5

3

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

5,5

9. Atom nekog kemijskog elementa sadrži 39 nukleona. Broj neutrona je za jedan veći od broja protona. Dopišite na crte tražene iskaze.

Rješenje:

a) Atom kemijskog elementa sadrži 19 protona.

$$A = Z + N = 2Z + 1; \quad Z = (39 - 1) / 2 = 19$$

b) Ljuska M tog atoma sadrži 8 elektrona.

c) Kemijski element pripada 4 periodu PSE.

d) Valencija kemijskog elementa je: I.

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

2

10. Izračunajte prosječnu relativnu atomsku masu atoma kemijskog elementa E, ako je omjer broja njegovih izotopa u smjesi: $N(^{24}\text{E}) : N(^{25}\text{E}) : N(^{26}\text{E}) = 8 : 1 : 1$

Rješenje:

$$x_1 = \frac{N(^{24}\text{E})}{\Sigma N(\text{E})} = \frac{8}{10}$$

$$x_2 = \frac{N(^{25}\text{E})}{\Sigma N(\text{E})} = \frac{1}{10}$$

$$x_3 = \frac{N(^{26}\text{E})}{\Sigma N(\text{E})} = \frac{1}{10}$$

$$A_r(\text{E}) = A_r(\text{E}_1) \cdot x_1 + A_r(\text{E}_2) \cdot x_2 + A_r(\text{E}_3) \cdot x_3$$

$$A_r(\text{E}) = 24 \cdot \frac{8}{10} + 25 \cdot \frac{1}{10} + 26 \cdot \frac{1}{10}$$

$$A_r(\text{E}) = 24,30$$

/3x
0,5

/0,5

/0,5

2,5

11. A. Zaokružite slovo kojim je označena točna tvrdnja o broju i rasporedu nesparenih elektrona u atomu ^{26}Fe .

a) nema nesparenih elektrona jer su popunjene 3d-orbitale

b) ima dva nesparena elektrona u 4s-oritali

c) ima dva nesparena elektrona u 3d-orbitalama

d) ima četiri nesparena elektrona: tri elektrona u 3d-orbitalama i jedan elektron u 4s-orbitali

☒ e) ima četiri nesparena elektrona u 3d-orbitalama

B. Napišite elektronsku konfiguraciju atoma ^{26}Fe .

Elektronska konfiguracija atoma ^{26}Fe : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
(ili $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$ ili $[\text{Ar}] 4s^2 3d^6$)

/0,5

/0,5

1

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

5,5

12. Izračunajte relativnu molekulsku masu kemijskog spoja, ako su poznati podaci:
Molekula spoja se sastoji od ukupno 7 atoma kemijskih elemenata A, B i C.

- a) Molekula sadrži jedan atom kemijskog elementa B.
b) Broj atoma kemijskog elementa A je dvostruko manji od broja atoma kemijskog elementa C.
c) Zbroj relativnih atomskih masa kemijskih elemenata A, B i C iznosi 49.
d) Relativna atomska masa atoma kemijskog elementa B dva puta je veća od relativne atomske mase atoma kemijskog elementa C.
e) Relativna atomska masa kemijskog elementa A jednaka je $1/12$ relativne atomske mase ugljikovog izotopa $^{12}_6\text{C}$.

Rješenje:

Opća formula spoja: $A_aB_bC_c$

- (a) daje $b = 1$: A_aBC_c
(b) daje $a = c/2$ ili $c = 2a$: A_aBC_{2a}
(c) daje $A_r(A) + A_r(B) + A_r(C) = 49$
(d) daje $A_r(B) = 2 A_r(C)$
(e) daje $A_r(A) = 1 \Rightarrow A = \text{H}$

Uvrštavanjem (d) i (e) u (c): $1 + 2 A_r(C) + A_r(C) = 49$

iz čega slijedi:

$$A_r(C) = 16 \Rightarrow C = \text{O}$$

$$A_r(B) = 32 \Rightarrow B = \text{S}$$

Moguće formule su: za $a = 1$ HSO_2 , $a = 2$ H_2SO_4 , za $a = 3$ H_3SO_6 itd., a s poznatim kemijskim znanjem dolazi u obzir samo H_2SO_4

Formula spoja: H_2SO_4

Relativna molekulska masa spoja: $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$

(Priznati rješenje dobiveno i drugim načinom.

Rješenje bez izračuna se ne priznaje).

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

2

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

2

- 13.** Dva atoma različitih kemijskih elemenata X i Y imaju ukupno 90 subatomske čestice. Kemijski element X pripada drugoj periodi, plinovit je i ne gradi spojeve, a u jezgri atoma izotopa tog elementa broj protona jednak je broju neutrona. U jezgri atoma izotopa kemijskog elementa Y također je broj protona jednak broju neutrona.

Upišite odgovarajuće brojeve na prazna mjesta u oznakama atoma kemijskih elemenata X i Y. Odredite koji su to izotopi i napišite njihove kemijske simbole umjesto slova X i Y.

${}^{\underline{\quad}}\text{X} \quad {}^{\underline{\quad}}\text{Y}$

Rješenje:

Kemijski element X:

$$M(p^+) = M(n^0) = M(e^-) = 10$$

$$\text{Protoski broj: } Z = M(p^+) = M(e^-) = 10$$

$$\text{Nukleonski broj: } A = M(p^+) + M(n^0) = 10 + 10 = 20$$

$$M(p^+) + M(n^0) + M(e^-) = 10 + 10 + 10 = 30$$

Kemijski simbol izotopa: ${}^{20}_{10}\text{Ne}$

Kemijski element Y:

$$M(p^+) + M(n^0) + M(e^-) = 90 - 30 = 60$$

$$N(p^+) = M(n^0) = N(e^-) \quad 3 N(p^+) = 60 \quad M(p^+) = M(n^0) = 60/3 = 20$$

$$\text{Protoski broj: } Z = M(p^+) = M(e^-) = 20$$

$$\text{Nukleonski broj: } A = M(p^+) + M(n^0) = 40$$

Kemijski simbol izotopa: ${}^{40}_{20}\text{Ca}$

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

3

- 14.** A. Izračunajte masu kemijskoga elementa X protoskog broja 8, koji reagira sa 12,0 g kemijskog elementa Y protoskog broja 6, ako tom reakcijom nastane 44,0 g spoja Z.
- B. Prikažite jednadžbom navedenu kemijsku reakciju s pripadajućim oznakama agregacijskih stanja reaktanata i produkata reakcije.
- C. Koliko će molekula elementa X reagirati, ako bi tom kemijskom reakcijom nastalo 16 molekula spoja Z?
- D. Kemijska reakcija opisana u ovom zadatku je:

- kemijska sinteza,
- elektroliza,
- kemijska analiza,
- gorenje,
- oksidacija.

Izdvojite jedno od navedenih rješenja u kojemu sve tri tvrdnje vrijede za ovu kemijsku reakciju:

- a), b) d)
- a), d), e)
- c), d), e)
- b), c), e)

Rješenje:

$$\text{A. } m(X) = m(Z) - m(Y)$$

$$m(X) = 44,0 \text{ g} - 12,0 \text{ g} \quad m(X) = 32 \text{ g}$$



$$\text{C. } M(\text{O}_2) : M(\text{CO}_2) = 1:1 \text{ ili } M(X) : M(Z) = 1:1$$

$$M(\text{CO}_2) = M(\text{O}_2) = 16 \text{ ili } M(X) = 16$$

D. 2. a) kemijska sinteza...d) gorenje...e) oksidacija

/0,5

/0,5

/0,5

/1,5

3

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

6

- 15.** U tablici su opisana četiri atoma s pripadnim pripadnim neutronske (N) i nukleonske (A).brojevima.

Atom	$N = N(n^{\circ})$	A
A	155	256
B	156	258
C	158	260
D	156	259

a) Koji od navedenih parova su izotopi? Izdvojite taj par i dokažite svoj izbor računom.

1. A i B
2. B i C
3. B i D
4. C i D

b) Napišite znakove tih nuklida.

Rješenje:

a) Račun:

atom A: $Z = A - N = 256 - 155 = 101$

atom B: $Z = 258 - 156 = 102$

atom C: $Z = 260 - 158 = 102$

atom D: $Z = 259 - 156 = 103$

Izotopi: **2. B i C**

b) Znakovi nuklida: ${}_{102}^{258}\text{No}$ i ${}_{102}^{260}\text{No}$

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

3

- 16.** Napišite nazive šest kemijskih elemenata kojima pripadaju sljedeće tvrdnje:

- a) prvi metal u PSE koji popunjava 3p-orbitale,
- b) element s jednim elektronom u 4s-orbitali,
- c) metal čija elektronska konfiguracija završava sa dva 2s-elektrona,
- d) pri sobnoj temperaturi tekući element, a atom mu ima pet p-elektrona,
- e) prvi element s popunjenim d-orbitalama i jednim p-elektronom u atomu,
- f) metaloid s dva p-elektrona, a bez d-elektrona u atomu.

Rješenje:

a) **aluminij**

b) **kalij**

c) **berilij**

d) **brom**

e) **galij**

f) **silicij**

/6x

0,5

3

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

6

- 17.** U tablici su navedene prve četiri energije ionizacije za četiri susjedna kemijska elementa u 3. periodi PSE, označena slovima A, B, C i D.

Energija ionizacije (E_i /eV)	Kemijski element			
	A	B	C	D
$E_i(1)$	7,6	6,0	8,2	10,5
$E_i(2)$	15,0	18,8	16,3	19,7
$E_i(3)$	80,1	28,5	33,5	30,2
$E_i(4)$	/	120,0	45,1	51,4

($1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

- a) Odredite kojim je slovom od navedenih kemijskih elemenata označen zemnoalkalijski metal.

Zemnoalkalijski metal: A

 /0,5

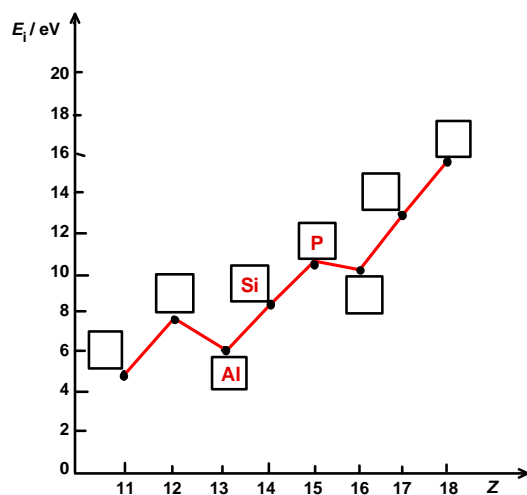
- b) Odredite koja je najvjerojatnija elektronska konfiguracija atoma kemijskog elementa B:

1. $[\text{Ne}] 3s^2$
2. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$
3. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$
4. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$

Elektronska konfiguracija kemijskog elementa B: **$[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$**

 /0,5

- c) Na grafu je prikazana periodična promjena prve energije ionizacije u ovisnosti o protonskom broju za kemijske elemente 3. periode PSE. Označite na grafu položaj kemijskih elemenata B, C i D, tako da upišite u odgovarajuće prazne kvadrate kemijske simbole tih elemenata umjesto slova.



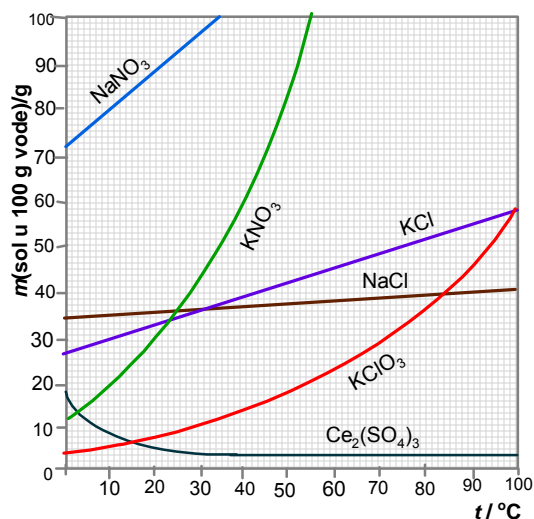
 /3x
 0,5

2,5

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

2,5

18. Na dijagramu je krivuljama topljivosti prikazana ovisnost topljivosti različitih soli o temperaturi.



Rabeći dijagram odgovorite na sljedeće pitanja:

- Koja je sol najmanje topljiva pri temperaturi od 10 °C?
- Kod koje se soli topljivost najviše povećava povišenjem temperature?
- Pri kojoj je temperaturi topljivost dviju soli, KCl i NaCl jednaka?
- Kakva je otopina ako je pri temperaturi od 20 °C u 50 g vode otopljeno 10 g NaCl: nezasićena, zasićena ili prezasićena?
- U zasićenoj otopini kalijevog nitrata (KNO₃) pri temperaturi 23 °C, masa otopljene soli je tri puta manja od mase vode. Izračunajte maseni udio otopljenog kalijevog nitrata u zasićenoj otopini pri toj temperaturi.

Rješenje:

a) **KClO₃**

/0,5

b) **KNO₃**

/0,5

c) **30 °C**

/0,5

d) **nezasićena**

/0,5

e) **$m(\text{vode}) = 3 m(\text{KNO}_3)$ ili $m(\text{KNO}_3) = m(\text{vode})/3$**

$$w(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{vode}) + m(\text{KNO}_3)}$$

$$w(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{4m(\text{KNO}_3)} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$w(\text{KNO}_3, \text{ otopina}) = 0,25$ ili 25%

/1

(Priznati približan rezultat dobiven iz očitane topljivosti soli na zadanoj temperaturi.)

3

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI :

3

19. U praznu tablicu PSE upišite slova pod kojima su opisani kemijski elementi čiji atomi imaju:

- A. Najmanji atomski polumjer u 4. periodi.
- B. Najnižu prvu ionizacijsku energiju u 3. periodi.
- C. Najvišu prvu ionizacijsku energiju u 14. skupini.
- D. Najjače izražena metalna svojstva u skupini halogenih elemenata.
- E. Element 5. periode s popunjenom valentnom ljuskom.
- F. Najveći elektronski afinitet u dušikovoj skupini elemenata.
- G. Elektronsku konfiguraciju $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$.
- H. Elektronsku konfiguraciju $[\text{Kr}] 5s^2 4d^2$.

Rješenje:

[illegible]
$$\frac{1}{8x} \cdot 0,5$$

4

1.
stranica

2.
stranica

--	--

3.
stranica

4.
stranica

Page 10

5.
stranica

Page 10

6.
stranica

7.
stranica

8.
stranica

9.
stranica

10.
stranica

Page 10

11.
stranica

Ukupni bodovi

50

UKUPNO BODOVA NA 11. STRANICI :

4