

**Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja  
Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo**

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE**

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2018.

Crikvenica, 22–25. travnja 2018.

**NAPOMENA:**

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
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. Ispravljani odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **pisana zadaća**

Razred:

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI :

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

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

Prijava za: **pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ka)ce: \_\_\_\_\_ OIB: \_\_\_\_\_

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Puni naziv škole:

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

Ime i prezime mentor(a)ice:

# Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008		2 He 4,003															
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,98	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lantanoïdi	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Uut [285]	114 Fl [289]	115 Uup [289]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0			
89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]			

### Temeljne prirodne konstante

Brzina svjetlosti u vakuumu	$c_0$	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h$	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	$e$	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	$m_e$	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masa mirovanja neutrona	$m_n$	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u, u, \text{ Da}$	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	$L, N_A$	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	$k, k_B$	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Molarna plinska konstanta	$R$	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	$F$	$9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Molarni volumen idealnog plina ( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )	$V_m$	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

ostv. maks.

1. U smjesi kalijeva klorida i magnezijeva karbonata maseni je udio kalijeva klorida 0,5435. Smjesi je zatim dodano još 3,28 g kalijeva klorida. U novoj je smjesi maseni udio magnezijeva karbonata 0,125.

a) Izračunajte masu početne smjese.  
Postupak:

$$w_1(\text{KCl}) = 0,5435$$

$$w_1(\text{MgCO}_3) = 0,4565$$

$$w_2(\text{MgCO}_3) = 0,125$$

$$m_2(\text{KCl}) = m_1(\text{KCl}) + 3,28 \text{ g}$$

$$m_2(\text{smjesa}) = m_1(\text{smjesa}) + 3,28 \text{ g}$$

/1

$$m_1(\text{MgCO}_3) = m_2(\text{MgCO}_3)$$

$$w_1(\text{MgCO}_3) \times m_1(\text{smjesa}) = w_2(\text{MgCO}_3) \times (m_1(\text{smjesa}) + 3,28 \text{ g})$$

$$0,4565 \times m_1(\text{smjesa}) = 0,125 \times (m_1(\text{smjesa}) + 3,28 \text{ g})$$

$$0,4565 \times m_1(\text{smjesa}) = 0,125 \times m_1(\text{smjesa}) + 0,41$$

$$0,3315 m_1(\text{smjesa}) = 0,41$$

$$m_1(\text{smjesa}) = 1,24 \text{ g}$$

/1

b) Izračunajte masu magnezijeva karbonata.  
Postupak:

$$m_2(\text{smjesa}) = m_1(\text{smjesa}) + 3,28 \text{ g}$$

$$= 1,24 \text{ g} + 3,28 \text{ g}$$

$$= 4,52 \text{ g}$$

/1

$$m_2(\text{MgCO}_3) = w_2(\text{MgCO}_3) \times m_2(\text{smjesa})$$

$$= 0,125 \times 4,52 \text{ g}$$

$$= 0,57 \text{ g}$$

/1

(Priznati i drugačije načine rješavanja ako su konačna rješenja točna.)

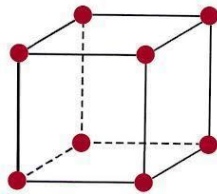
4

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

4

**2.** Polonij kristalizira u obliku jednostavne kubične slagaline.

a) Prikažite (skicirajte) elementarnu ćeliju polonija i odredite broj atoma koji joj pripadaju.  
Prikaz:



Broj atoma:  $8 \times \frac{1}{8} = 1$  atom

/2x  
0,5

b) Izračunajte gustoću polonija ako je duljina brida elementarne ćelije 0,336 nm.  
Iskažite gustoću u  $\text{g cm}^{-3}$ .

Postupak:

$$\begin{aligned} m_a(\text{Po}) &= A_r(\text{Po}) \times u \\ &= 209 \times 1,661 \times 10^{-24} \text{ g} \\ &= 3,47 \times 10^{-22} \text{ g} \end{aligned}$$

/0,5

$$\begin{aligned} V &= a^3 = (0,336 \text{ nm})^3 \\ &= 0,0379 \text{ nm}^3 = 0,0379 \times 10^{-27} \text{ m}^3 = 3,79 \times 10^{-23} \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

/0,5

$$\rho(\text{Po}) = \frac{m}{V} = \frac{3,47 \times 10^{-22} \text{ g}}{3,79 \times 10^{-23} \text{ cm}^3} = 9,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

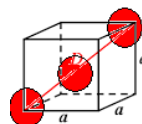
/1

3

**3.** Izračunajte kolika je popunjenost prostora u kristalnoj strukturi alkalijskih metala ako kristaliziraju u obliku volumno centrirane kubične slagaline.

Postupak:

Postupak:  $\text{popunjenost prostora} = \frac{V_{\text{atomi}}}{V_{\text{kocka}}}$



$$D = 4r ; D = a\sqrt{3}$$

$$r = \frac{a\sqrt{3}}{4}$$

/1

$$\begin{aligned} V_{\text{atomi}} &= 2 \times V_{\text{kugla}} = 2 \times \frac{4}{3} r^3 \pi = \frac{8}{3} r^3 \pi = \frac{8}{3} \left( \frac{a\sqrt{3}}{4} \right)^3 \pi \\ &= \frac{8 a^3 3\sqrt{3}}{3 \times 64} \pi = \frac{a^3 \sqrt{3}}{8} \pi \end{aligned}$$

/1

$$\frac{V_{\text{atomi}}}{V_{\text{kocka}}} = \frac{\frac{a^3 \sqrt{3}}{8} \pi}{a^3} = \frac{\pi \sqrt{3}}{8} = 0,679 = 68\%$$

/1

Popunjenost prostora je: **68%**

3

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

6

4. a) Prikažite elektronsku konfiguraciju  $\text{Cr}^{2+}$  i  $\text{Cr}^{3+}$  iona pomoću konfiguracije najbližeg plemenitog plina.



/0,5



/0,5

- b) Od navedenih iona odaberite onaj koji je izoelektronski s  $\text{Cr}^{2+}$  i s  $\text{Cr}^{3+}$  ionom:  
 $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{V}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Sc}^{3+}$

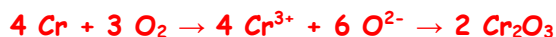
Izoelektronski s  $\text{Cr}^{2+}$  je \_\_\_\_\_  $\text{Mn}^{3+}$  \_\_\_\_\_

/0,5

Izoelektronski s  $\text{Cr}^{3+}$  je \_\_\_\_\_  $\text{V}^{2+}$  \_\_\_\_\_

/0,5

- c) Kromov(III) oksid najstabilniji je od svih oksida kroma. Upotrebljava se kao pigment „kromovo zelenilo“. Nastajanje kemijske veze u kromovom(III) oksidu prikažite kemijskim jednažbama.



/2

- d) Kromov(III) oksid laboratorijski se najlakše dobiva termičkim razlaganjem amonijeva dikromata pri čemu nastaju i dva plinovita produkta od kojih je jedan vodena para. Jednažbom kemijske reakcije prikažite tu kemijsku promjenu. Pritom obavezno označite agregacijska stanja reaktanata i produkata.



/1

(Napomena: 0,5 boda za jednažbu i 0,5 boda za agregacijska stanja)

5

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

5

5. a) Element X pripada zemnoalkalijskim metalima, a njegovi atomi u plinovitom stanju oboje plamen zeleno. Grijanjem na zraku nastaje bijeli prah koji reakcijom sa sumpornom kiselinom stvara bijeli talog i vodikov peroksid. Jednadžbama kemijskih reakcija prikažite opisane kemijske promjene. Pritom obavezno označite agregacijska stanja reaktanata i produkata.



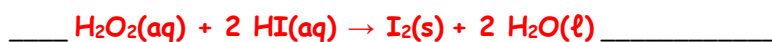
/1



/1

(Napomena: 0,5 boda za jednadžbu i 0,5 boda za agregacijska stanja)

- b) Ako dobivenoj bistroj otopini (iz prethodnog zadatka) dokapate nekoliko kapi jodovodične kiseline ona će posmeđiti, a na dnu će se pojaviti kristalići sivo-crne boje. Prikažite opisanu promjenu kemijskom jednadžbom. Pritom obavezno označite agregacijska stanja reaktanata i produkata.



/1

(Napomena: 0,5 boda za jednadžbu i 0,5 boda za agregacijska stanja)

3

6. Sve rijeke u Europi sadrže  $1,4 \times 10^{13}$  litara vode. Kada bi se 513 g saharoze jednoliko otopilo u svim rijekama Europe, izračunajte kolika bi bila brojnost molekula saharoze u svakoj litri te vode. Postupak:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{m}{M} = \frac{513 \text{ g}}{342 \text{ g mol}^{-1}} = 1,5 \text{ mol}$$

/1

$$N (\text{ukupno}) = n \cdot N_A = 9,03 \times 10^{23}$$

/0,5

$$N = 6,45 \times 10^{10}$$

/0,5

Odgovor: U svakoj litri vode bilo bi  $6,45 \times 10^{10}$  molekula saharoze.

2

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

5

7. U tablici su navedene prve energije ionizacije za prva četiri elementa PSE.

Element	$E_{i,1} / \text{kJ mol}^{-1}$
vodik	1318
helij	2379
litij	526
berilij	906

a) Zaokružite točnu tvrdnju.

Prva energija ionizacije:

- A) helija veća je od prve energije ionizacije litija zbog većeg polumjera atoma helija
- ☒ B) litija manja je od one vodika zbog veće udaljenosti valentnog elektrona od atomske jezgre u atomu litija
- C) berilija veća je od prve energije ionizacije litija zbog većeg polumjera atoma berilija
- D) vodika veća je od berilija zbog veće udaljenosti valentnog elektrona od atomske jezgre u atomu vodika

/1

b) Izračunajte približno za koliko je puta prva energija ionizacije helija veća od prve energije ionizacije litija.

$$2379 : 526 = 4,5$$

Odgovor: 4,5 puta

/0,5

c) Navedite kod kojeg od navedenih elemenata u gornjoj tablici postoji skok tj. velika razlika u vrijednostima između prve i druge energije ionizacije? Objasnite zašto.

Kod litija jer on relativno lako otpušta 1 e<sup>-</sup>, a otpuštanjem sljedećeg e<sup>-</sup> narušava mu se popunjena (postojana) elektronska konfiguracija prethodne ljuske.

/3x

0,5

0,5 boda + 0,5 boda + 0,5 boda

3

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

3



8. a) Spektrometrijskom analizom utvrđeno je da je klor smjesa dvaju izotopa:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  i  $^{37}_{17}\text{Cl}$ . Njihove relativne atomske mase iznose 34,97 i 36,95. Odredite brojne udjele oba izotopa u toj prirodnoj izotopskoj smjesi ako je na temelju tih podataka dobivenih spektrometrijskom analizom, izračunata prosječna relativna atomska masa klora,  $A_r(\text{Cl}) = 35,45$ .

Postupak:

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 = 1 - x_2$$

$$A_r(\text{Cl}) = x_1 \cdot A_r(^{35}\text{Cl}) + x_2 \cdot A_r(^{37}\text{Cl})$$

$$35,45 = (1 - x_2) \cdot 34,97 + x_2 \cdot 36,95$$

$$35,45 = 34,97 - 34,97 x_2 + x_2 \cdot 36,95$$

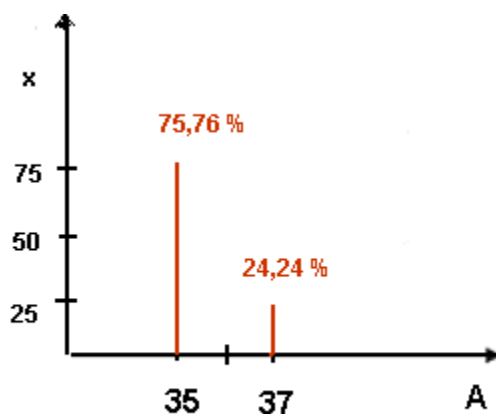
$$0,48 = 1,98 x_2$$

$$x_2 = 0,2424 = 24,24 \%$$

$$x_1 = 1 - 0,2424 = 75,76 \%$$

/1+1

- b) Dovrši grafički prikaz masenog spektra prirodne smjese atoma klora tako da na osi x upišeš masene brojeve (brojeve nukleona) izotopa, a na osi y brojne udjele izotopa. Označite dobivene vrijednosti iz a) zadatka. Spojite odgovarajuće točke na grafičkom prikazu.



/1

- c) Na temelju grafičkog prikaza, odgovori:

Ustanovi odnos dobivenih vrijednosti brojnih udjela pojedinih izotopa klora u odnosu na prosječnu vrijednost relativne atomske mase klora.

Odgovor:

**Izotop klora manje mase više utječe na prosječnu relativnu atomsku masu atoma klora jer je zastupljeniji u prirodnoj izotopnoj smjesi.**

/1

- d) Zaokružite točan odgovor.

U spektrometru masa, klorovi se atomi prvo ioniziraju, a zatim ubrzavaju. To se radi da bi na njih djelovalo:

A) samo električno polje

☒ B) električno i magnetsko polje

C) samo magnetsko polje

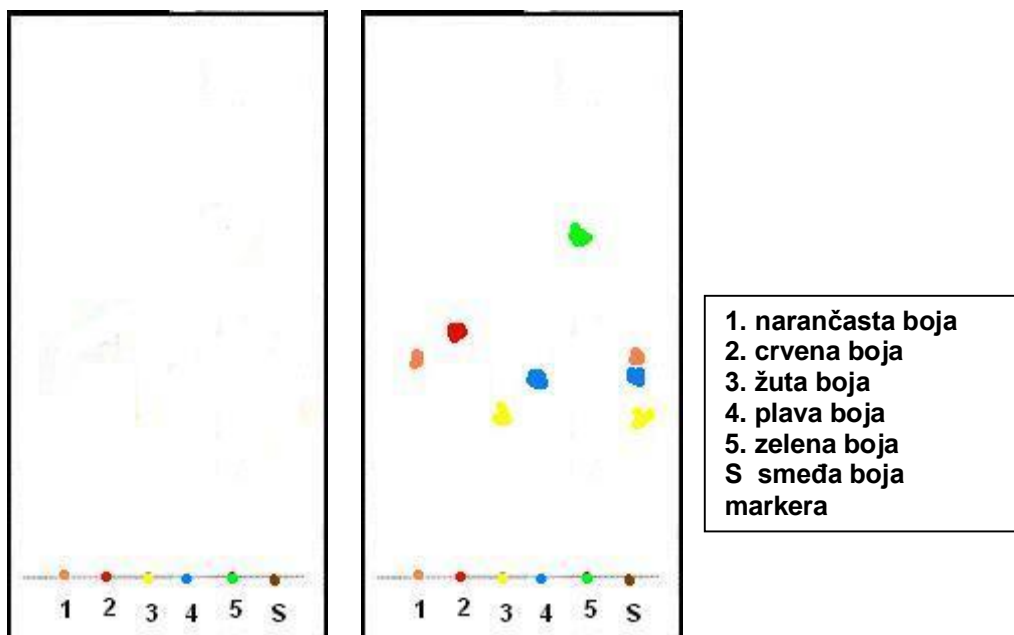
/1

5

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

5

9. Lukina je zadaća bila proučiti metode razdvajanja smjesa tako da navede jedan primjer metode razdvajanja sastojaka iz smjesa iz svakodnevnog života. Luku je zanimalo od kojih se boja sastoji njegov smeđi marker za pisanje. Stoga je odlučio pomoću papirnog filtra analizirati njegov sastav boja. Uzeo je papirni filter namijenjen aparatu za kavu. Pomoću njega i staklenke s malo razrijeđenog alkohola na dnu proveo je postupak i dokazao od kojih se boja sastoji boja njegova smeđeg markera. Sljedeća slika prikazuje crtež na kojem je Luka opisao izgled papirnoga filtra na početku, a drugim na kraju provedena postupka. Svoje crteže a također i filter papir s dobivenim rezultatom prikazao je u razredu, na satu kemije.



a) Kako se zove metoda što ju je Luka primijenio za dokazivanje sastava boje svoga smeđeg markera?

Odgovor: \_\_\_\_\_ **kromatografija** \_\_\_\_\_

/0,5

b) Kako se naziva prikaz dobivenog rezultata ovom metodom ?

Odgovor: \_\_\_\_\_ **kromatogram** \_\_\_\_\_

/0,5

c) Pažljivo pogledajte sliku i navedite kojim brojevima su navedene boje koje čine smeđu boju Lukina markera (na slici označenu slovom S)?

Odgovor: \_\_\_\_\_ **Boje označene brojevima: 1, 3 i 4.** \_\_\_\_\_

/1

2

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

2

**10. a)** Od sljedećih molekula odaberite one između kojih djeluju Londonove sile:

$\text{BCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CHCl}_3$  i  $\text{BeCl}_2$ .

Odgovor:

\_\_\_\_\_  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{BeCl}_2$  \_\_\_\_\_

(Napomena: Potpuno točan odgovor donosi 2 boda.)

/2

**b)** Navedite molekule koje odstupaju od pravila okteta prema VSEPR –teoriji a nalaze se u zadatku a):

Odgovor:

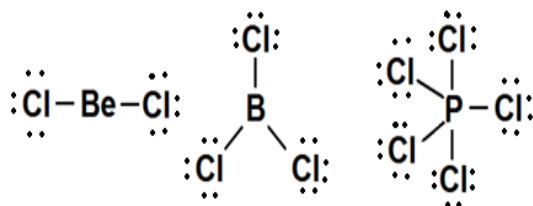
\_\_\_\_\_  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{BeCl}_2$  \_\_\_\_\_

(Napomena: Potpuno točan odgovor donosi 1 bod.)

/1

**c)** Prikažite Lewisovim simbolima molekule koje ste odabrali u zadatku b):

**Lewisove strukture:**



/3x  
0,5

(Napomena: Boduju se samo tražene molekule.)

**d)** Imenujte oblik molekula prema VSEPR-teoriji čije ste strukture prikazali u zadatku c):

Odgovor:

$\text{BeCl}_2$  = linearna

$\text{BCl}_3$  = planarna

$\text{PCl}_5$  = trostrana bipiramida

/3x  
0,5

6

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

6

- 11.** Aluminijev hidroksid je uobičajeni sastojak antacida, sredstva za neutralizaciju želučane kiseline. Sadrži li nadraženi želudac neke osobe 22 g klorovodične kiseline viška, hoće li se taj višak kiseline neutralizirati s 10 g aluminijeva hidroksida? Napišite jednadžbu kemijske reakcije. Izračunajte koji je reaktant u suvišku i koliko je u suvišku?  
Postupak:



/1

$$n(\text{Al(OH)}_3) = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ g}}{78 \text{ g mol}^{-1}} = 0,128 \text{ mol}$$

/0,5

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{22 \text{ g}}{36,5 \text{ g}} = 0,603 \text{ mol}$$

/0,5

$$n(\text{Al(OH)}_3) : n(\text{HCl}) = 1 : 3$$

$$n(\text{HCl}) = 3 \cdot n(\text{Al(OH)}_3) = 3 \cdot 0,128 \text{ mol} = 0,384 \text{ mol}$$

/1

$$n(\text{suvišak HCl}) = (0,603 - 0,384) \text{ mol} = 0,219 \text{ mol}$$

/1

Odgovor:

\_\_\_ 10 g aluminijevog hidroksida ne može neutralizirati sav višak kiseline u želucu. \_\_\_  
(Agregacijska stanja se ne boduju.)

4

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

+

+

+

+

6. stranica

7. stranica

8. stranica

9. stranica

Ukupni bodovi

+

+

+

=

40

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

4