

Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta - Agencija za odgoj i obrazovanje -

Hrvatsko hemijsko društvo

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ KEMIJE učenika osnovnih i srednjih škola 2014.

PISANA ZADAĆA 13. ožujka 2014.

NAPOMENA: 1. Zadaci se rješavaju 120 minuta.

2. Dopušteno je upotrebljavati samo onu tablicu periodnoga sustava elemenata koja je dobivena od županijskoga povjerenstva.
 3. Zadaci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (ne na dodatnome papiru). Ako nema dovoljno mjesta, može se koristiti poledina prethodne stranice.
 4. Zadaća mora biti pisana **kemijskom olovkom ili tintom plave boje**, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Odgovori ne smiju sadržavati naknadne ispravke tintom ili korektorom. Ispravljeni odgovori se ne vrednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: A. natjecanje B. samostalni rad (Zaokružiti A ili B)

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 TE GA STAVITI U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
(Prijavu ispuniti tiskanim slovima!)**

Prijava za: A. natjecanje B. samostalni rad (Zaokružiti A ili B)

Zaporka|_|_|_|_|_|_|
(pet brojeva i do sedam velikih slova)

POSTIGNUTI BODOVI |

Ime i prezime učenika _____

OIB

Godina rođenja

spol: 1. muški 2. ženski (Zaokružiti 1 ili 2)

Telefon/mobitel

e-mail

Puni naziv škole učenika

Adresa škole (ulica i broj) _____

Grad/mjesto u kojem je škola | _____

Županija:

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

Razred _____ (napisati arapskim brojem)

Ime i prezime mentora koji je pripremao učenika

Naslov samostalnoga rada:

Naputak županijskim povjerenstvima:

Ovaj dio PRIJAVE treba spojiti s pisanim zadaćom svakog učenika nakon bodovanja. Podatci su važni za kompjutorsku obradu podataka o učeniku koji će biti pozvani na državno natjecanje.

1

PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

17 18

H 1.00797 1	He 4.0026 2
Li 6.939 3	Be 9.01122 4
Na 22.9898 11	Mg 24.312 12
K 39.102 19	Ca 40.08 20
Rb 85.47 37	Sr 87.62 38
Cs 132.905 55	Ba 137.34 56
Fr (223) 87	Ra (226) 88

H 1.00797 1	He 4.0026 2
Li 6.939 3	Be 9.01122 4
Na 22.9898 11	Mg 24.312 12
K 39.102 19	Ca 40.08 20
Rb 85.47 37	Sr 87.62 38
Cs 132.905 55	Ba 137.34 56
Fr (223) 87	Ra (226) 88

Lantanidi

Ce 140.12 58	Pr 140.907 59	Nd 144.24 60	Pm (147) 61	Sm 150.35 62	Eu 151.96 63	Gd 157.25 64	Tb 158.924 65	Dy 162.50 66	Ho 164.930 67	Er 167.26 68	Tm 168.934 69	Yb 173.04 70	Lu 174.97 71	
Aktinidi	Th 232.038 90	Pa 238.03 91	U (237) 92	NP (242) 93	Pu (243) 94	Am (247) 95	Cm (247) 96	Bk (266) 97	Cf (249) 98	Es (254) 99	Fm (253) 100	Md (256) 101	No (256) 102	Lr (257) 103

	ostv	max
<p>1. Napišite formule jedinki sljedećih spojeva:</p> <p>A) kalijev tetratiocijanatokobaltat(II) _____ K₂[Co(SCN)₄] _____</p> <p>B) heksaakovakromov(III) klorid _____ [Cr(H₂O)₆]Cl₃ _____</p> <p>C) kalijev tetrajodomerkurat(II) _____ K₂[HgI₄] _____</p> <p>D) amonijev kromat _____ (NH₄)₂CrO₄ _____</p>	/4x1	4
<p>2. Vodikov peroksid reagira s jodnom kiselinom i pri tom nastaju dvije elementarne tvari, A i B. Tvar A promjeni boju otopine, a tvar B dokazujemo tinjajućom trešćicom koja se zapali.</p> <p>A. Napišite jednadžbu kemijske reakcije</p> <p>_____ 5 H₂O(aq) + 2 HIO₃(aq) → I₂(aq) + 5 O₂(g) + 6 H₂O(l) _____</p> <p>B. Koliko grama tvari A nastane iz 34,0 g 20 % otopine vodikovog peroksidisa sa suviškom jodne kiseline?</p> <p>m(H₂O₂) = 20 %</p> <p>m(otopine H₂O₂) = 34,0 g</p> <p>m(I₂) = ?</p> <p>m(H₂O₂) = m(H₂O₂) × m(otopine H₂O₂) = 0,20 × 34,0 g = 6,8 g</p> <p>n(H₂O₂) = $\frac{m(H_2O_2)}{M(H_2O_2)} = \frac{6,8\text{ g}}{34\text{ g/mol}} = 0,2\text{ mol}$</p> <p>$\frac{n(I_2)}{n(H_2O_2)} = \frac{1}{5}$</p> <p>$n(I_2) = \frac{1}{5} \times n(H_2O_2) = \frac{1}{5} \times 0,2\text{ mol} = 0,04\text{ mol}$</p> <p>$m(I_2) = n(I_2) \cdot M(I_2) = 0,04\text{ mol} \cdot 253,8\text{ g/mol} = 10,15\text{ g}$</p> <p>C. Navedite kojim reagensom najčešće dokazujemo tvar A škrob i promjenu boje koja se pri tom dogodi plava.</p>	/1	3,5

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 1:

7,5

- 3.** Otopina barijeva klorida mase 4,0 kg u kojoj je maseni udio barijeva klorida 0,15 podvrgne se elektrolizi. Naboj ili količina elektriciteta koji se utroši za elektrolizu je 120 A h. Izračunajte:

- A. broj kloridnih iona koji se nisu oksidirali,
B. volumen klora koji se razvija pri temperaturi 35 °C i tlaku 620 mbar.

$$\text{A. } m(\text{BaCl}_2) = w(\text{BaCl}_2) \cdot m(\text{otopine}) = 0,15 \cdot 4000 \text{ g} = 600 \text{ g}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{M(\text{BaCl}_2)} = \frac{600 \text{ g}}{208 \text{ g/mol}} = 2,88 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n(\text{BaCl}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{BaCl}_2) = 2 \cdot 2,88 \text{ mol} = 5,76 \text{ mol}$$



$$\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{e}^-)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{e}^-) = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q}{F} = \frac{1}{2} \cdot \frac{120 \text{ A h}}{26,8 \text{ A h / mol}} = 2,24 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n_{\text{oksid.}}(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 2,24 = 4,48 \text{ mol}$$

$$n_{\text{neoksid.}}(\text{Cl}^-) = n(\text{ukupni Cl}^-) - n(\text{oksidirani Cl}^-) = 5,76 \text{ mol} - 4,48 \text{ mol}$$

$$n_{\text{neoksid.}}(\text{Cl}^-) = 1,29 \text{ mol}$$

$$N(C) = n(\text{Cl}^-) \cdot N_A = 1,29 \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 7,74 \cdot 10^{23}$$

$$\text{B. } V(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{Cl}_2) \cdot RT}{p} = \frac{2,24 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 308 \text{ K}}{6,2 \times 10^4 \text{ Pa}}$$

$$V(\text{Cl}_2) = 0,0925 \text{ m}^3 = 92,5 \text{ dm}^3$$

(pod B. priznati 1,5 boda za potpuno točan izračun s jedinicama)

/0,5

/0,5

/0,5

/0,5

/1

/0,5

/0,5

/0,5

/1,5

	6
--	---

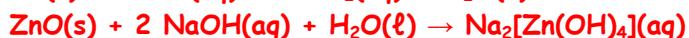
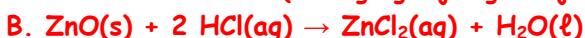
- 4.** Srebrnkasto bijela kovina (tvar C) dobije se prženjem rude, sfalerita (tvar A) pa redukcijom dobivenog spoja B pomoću koksa u mufolnim pećima, pri temperaturi oko $1200 - 1300^{\circ}\text{C}$. Tvar B je najznačajniji spoj tražene kovine i amfoteran je.

- A. Što su tvari A, B i C. Navedene promjene prikažite jednadžbama kemijskih reakcija uz oznake agregacijskih stanja.
- B. Prikažite jednadžbama kemijskih reakcija amfoternost tvari B.
- C. Napišite jednadžbu hidrolize hidratiziranog metalnog kationa tvari C) koji ima oktaedarsku građu.
- D. Metal (tvar C) reagira s otopinom neke lužine. Napišite jednadžbu reakcije tvari C s otopinom NaOH.
- E. Metalni kation tvari C dokazuje se pomoću otopine sumporovodika s kojim daje bijeli talog. Napišite jednadžbu kemijske reakcije.



tvar A = ZnS ili sfalerit tvar B = ZnO tvar C = Zn

(Bez agregacijskog stanja priznati 0,5 boda po jednadžbi)



(Reakcije mogu biti i u ionskom obliku ili s nekom drugom kiselinom ili lužinom)



(Pod E. bez navedenih agregacijskih stanja ne priznati bod)

/1

/1

/1

/1

/1

/1

/1

/1

/1

8

- 5.** U nekoj otopini pH je tri puta manji nego pOH. Kolika je koncentracija hidroksidnih iona u otopini?

$$\text{pH} = 1/3 \text{ pOH}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$1/3 \text{ pOH} + \text{pOH} = 14 / \cdot 3$$

$$\text{pOH} + 3 \text{ pOH} = 42$$

$$4 \text{ pOH} = 42$$

$$\text{pOH} = 42/4$$

$$\text{pOH} = 10,5$$

/0,5

/0,5

/1

$$\text{c(OH}^-\text{) / mol dm}^{-3} = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-10,5} = 3,16 \cdot 10^{-11}$$

(sve bodove priznati samo uz izračun!)

/1

3

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 3:

11

- 6.** Izračunajte entalpiju stvaranja bezvodnog bakrovog(II) klorida na temelju napisanih termokemijskih jednadžbi:

A.

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| a) $\text{CuO(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{CuCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ | $\Delta_rH = -63,89 \text{ kJ/mol}$ |
| b) $\text{CuCl}_2\text{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CuCl}_2\text{(aq)}$ | $\Delta_rH = +46,36 \text{ kJ/mol}$ |
| c) $\text{Cu(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CuO(s)}$ | $\Delta_rH = -155,2 \text{ kJ/mol}$ |
| d) $\text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{HCl(aq)}$ | $\Delta_rH = -328,9 \text{ kJ/mol}$ |
| e) $2 \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O(l)}$ | $\Delta_rH = -571,6 \text{ kJ/mol}$ |

B. Nacrtajte entalpijski dijagram!

A.

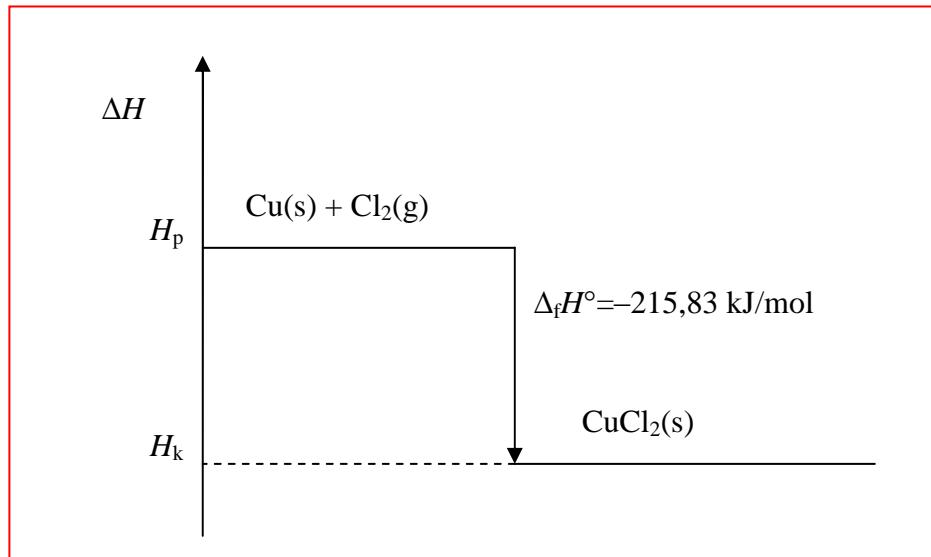
- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| a) $\text{CuO(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{CuCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ | -63,89 kJ/mol |
| b) $\text{CuCl}_2\text{(aq)} \rightarrow \text{CuCl}_2\text{(s)}$ | +46,36 kJ/mol |
| c) $\text{Cu(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CuO(s)}$ | -155,2 kJ/mol |
| d) $\text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{HCl(aq)}$ | -328,9 kJ/mol |
| e) $\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)}$ | +285,8 kJ/mol |



$$\Delta_fH = (-63,89 + 46,36 - 155,2 - 328,9 + 285,8) \text{ kJ/mol} = -215,83$$

kJ/mol

(svaku točnu promjenu napravljenu kod jednadžbi ili Δ_rH bodovati s 0,5 boda, tj. pod b) promjena predznaka reakcijske entalpije ili obrnuto napisanu jednadžbu s 0,5 boda ; pod e) promjenu predznaka Δ_rH ili obrnuto napisanu jed. s 0,5 boda i dvostruko umanjenu vrijednost Δ_rH ili stechiometrijskih brojeva iz jednadžbe k.r. s 0,5 boda)

B.

(Prizna se samo cijeli bod za sve navedene označke na dijagramu, osim H_p i H_k !)

/0,5

/2x

0,5

/0,5

/1

/1

4

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 4:

4

7. Tlak vodene pare pri 25 °C iznosi 23,7 mmHg. Koji je tlak iznad 10 % otopine glicerola u vodi? (Izrazite ga u paskalima ili kPa.)

indeksi: w za vodu, gl za glicerol, * (gore) za čistu tvar

$$p_w = x_w p_w^* \cdot = (1 - x_{gl}) p_w^*$$

$$x_{gl} = \frac{n(gl)}{n(gl) + n(H_2O)}$$

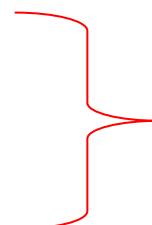
$$n(gl) = \frac{m(gl)}{M(gl)} = \frac{10 \text{ g}}{92,0 \text{ g/mol}} = 0,1087 \text{ mol}$$

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{90 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

$$x(gl) = \frac{0,1087 \text{ mol}}{0,1087 \text{ mol} + 5 \text{ mol}} = 0,0213 \text{ mol}$$

$$p_w = 23,7 \text{ mmHg} (1 - 0,0213) = 23,7 \text{ mmHg} \cdot 0,9787 = 23,2 \text{ mmHg}$$

$$p_w = 23,2 \cdot 133,32 \text{ Pa} = 3093 \text{ Pa} = 3,09 \text{ kPa}$$



/1

/1

/1

/1

4

8. Grijanjem se natrijev nitrat djelomice raspada na kisik i natrijev nitrit. Grijanjem 4,25 g natrijeva nitrata masa reakcijske smjese se smanji za 0,65 g. Izračunajte broj formulskih jedinki neraspadnutog natrijeva nitrata!



$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{0,65 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0,0203 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{NaNO}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{NaNO}_2) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,0203 \text{ mol} = 0,0406 \text{ mol} = n(\text{raspadnutog NaNO}_3)$$

$$m(\text{raspadnutog NaNO}_3) = n(\text{raspadnutog NaNO}_3) \cdot M(\text{NaNO}_3) = 0,0406 \text{ mol} \times 85 \text{ g/mol} = 3,45 \text{ g}$$

$$m(\text{neraspadnutog NaNO}_3) = m(\text{ukupnog NaNO}_3) - m(\text{raspadnutog NaNO}_3) = 4,25 \text{ g} - 3,45 \text{ g} = 0,80 \text{ g}$$

$$n(\text{neraspadnuti NaNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{0,80}{85,0} = 0,00941 \text{ mol}$$

$$N(\text{neraspadnuti NaNO}_3) = n \cdot N_A = 0,0094 \text{ mol} \cdot 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 5,67 \times 10^{21}$$

/1

/0,5

/1

/1

/0,5

4

9.

Izračunajte:

A. konstantu hidrolize,

B. pH,

C. stupanj hidrolize otopine amonijeva klorida koncentracije $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ako je $K_b = 1,79 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.**A.**

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6}{1,79 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3} = 5,59 \times 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$

B.

	NH_4^+	NH_3	H^+
Početna konc.	$0,1 c_0$	0	0
Promjena konc.	$-x c_0$	$+x c_0$	$+x c_0$
Ravnotežna konc.	$(0,1 - x) c_0$	$x c_0$	$x c_0$

gdje je $c_0 = 1 \text{ mol dm}^{-3}$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x^2}{0,1-x} c_0$$

Za $x \ll 0,1$ je $0,1 - x \approx 0,1$

$$5,59 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0,1}$$

$$x = \sqrt{0,1 \cdot 5,59 \times 10^{-10}} = 7,48 \times 10^{-6}$$

$$x c_0 = [\text{H}^+] = 7,48 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\log(7,48 \times 10^{-6})$$

$$\text{pH} = 5,13$$

/0,5

/1

C.

stupanj hidrolize:

$$\alpha = \frac{c(\text{hidrolizirani } \text{NH}_4^+)}{c(\text{ukupni } \text{NH}_4^+)} = \frac{x c_0}{0,1 c_0} = \frac{7,48 \times 10^{-6}}{0,1}$$

$$\alpha = 7,48 \times 10^{-5} = 7,48 \times 10^{-5} \cdot 100 \% = 0,0075 \%$$

(Za svaki bod je potreban izračun. Pod B. priznati i bez tablice ako je sve ostalo dobro. Priznati sve bodove ako je izračunato na drugačiji način.)

/1

/1

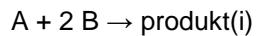
/0,5

/1

		6
--	--	---

10.

Koliko će se puta povećati brzina kemijske reakcije koja se odvija tzv. elementarnim procesom, tj. na molekularnoj razini točno kao što je iskazano jednadžbom:



ako se :

- a)** koncentracija reaktanta A poveća tri puta, a koncentracija reaktanta B ostane ista,
- b)** koncentracija reaktanta B poveća tri puta, a koncentracija reaktanta A ostane ista,
- c)** koncentracija oba reaktanta poveća tri puta.

$$v_0 = k \cdot [A][B]^2$$

$$\text{a)} v_a = k \cdot 3 \cdot [A][B]^2 = 3 v_0$$

$$\text{b)} v_b = k \cdot [A] \cdot 3^2 [B]^2 = 9 v_0$$

c) ako se konc. oba reaktanta povećaju tri puta, onda je

$$v_c = k \times 3 \times c(A) \times 3^2 \times c^2(B) = k \times 3 \times c(A) \times 9 \times c^2(B)$$

$$v_c = k \cdot 3[A] \cdot 3^2[B]^2 = 27 v_0$$

/1/1/1

3

11.

U zatvorenom cilindru nalazi se 310 g argona pod tlakom 20,0 bar. Temperatura plina je 35 °C. Cilindar se zagrije do temperature 80 °C, a dio plina ispusti se u atmosferu dok se ne postigne tlak od 1,5 bar. Kolika je masa argona ispuštenog u atmosferu?

Prema općoj plinskoj jednadžbi vrijedi za dva stanja istog plina:

$$\frac{p_1 \cdot V_1 \cdot M_1}{p_2 \cdot V_2 \cdot M_2} = \frac{m_1 \cdot T_1}{m_2 \cdot T_2}$$

Kako je $V_1 = V_2$, a $M_1 = M_2$ slijedi: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 T_1}{m_2 T_2}$

$$m_2 = \frac{m_1 T_1 p_2}{p_1 T_2} = \frac{310 \text{ g} \cdot 308 \text{ K} \cdot 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}}{20,0 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot 353 \text{ K}} = 20,3 \text{ g}$$

(1 bod za postupak i 1 bod za jedinice)

Iz razlike u masi $m = m_1 - m_2 = 310 \text{ g} - 20,3 \text{ g} = 289,7 \text{ g}$

/1,5/2/1

4,5

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

ukupno bodova

<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
----------------------	---------------------------------------------

50

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 7:

<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
----------------------	---------------------------------------------

7,5