



http://www.s-sgt.si/kp.edus.si/slike_s/jabolko2.jpg



<http://www.mojtrajecpti.com/sadje/agrumi/lim>



<http://www.geocities.com/pdp05mp/boljunac/vtisi/lepotec.jpg>



http://www.mkrokovnjaci.com/forum/uploads/post-45-11268_0198.jpg

Ravnotežja v vodnih raztopinah

Naslov eksperimenta: *Klorovodikov vodomert*

2

Namen eksperimenta:

--

Kemikalije	Potrebščine

Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

--

Opazanja	Skepi

Kislina

- **Kislina** so pogoste v naravi: jabolčna, vinska, citronska, askorbinska, očetna, mravljinčna ...
 - ▣ Tehnološko sta najpomembnejši: klorovodikova in žveplova(VI) kislina.

Uvajanje vodikovega klorida v vodo: $\text{HCl(g)} \rightarrow \text{HCl(aq)}$

kislina raztopina

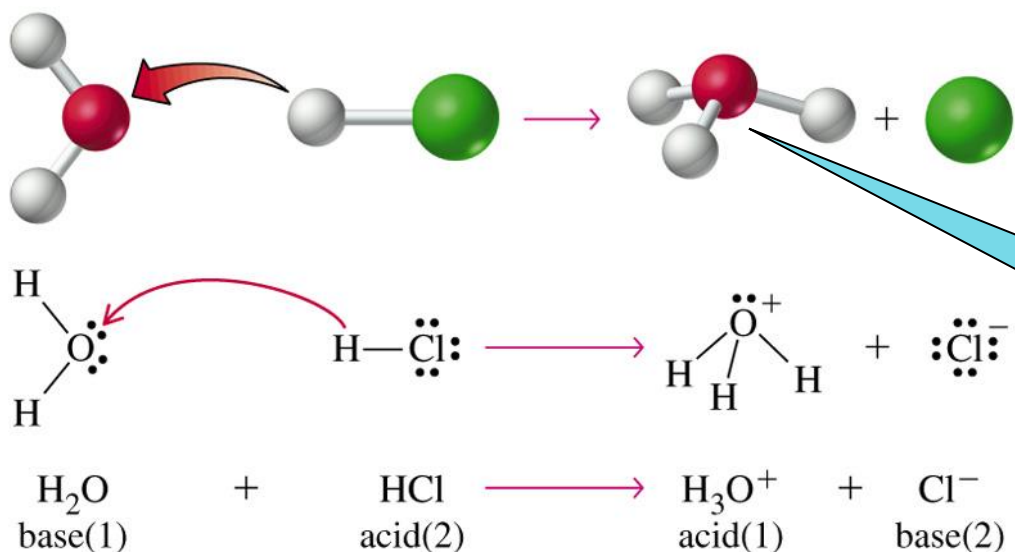
Uvajanje žveplovega trioksida v vodo: $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

kislina raztopina

- ▣ Nekateri oksidi nekovin reagirajo z vodo, pri tem nastanejo vodne raztopine s kislimi lastnostmi.
- ▣ Raztopine kislin prevajajo električni tok – vsebujejo ione, ki nastanejo tako, da molekule kislin reagirajo z molekulami vode.

Kislina

- Reakcija hidratirane molekule vodikovega klorida z molekulo vode.

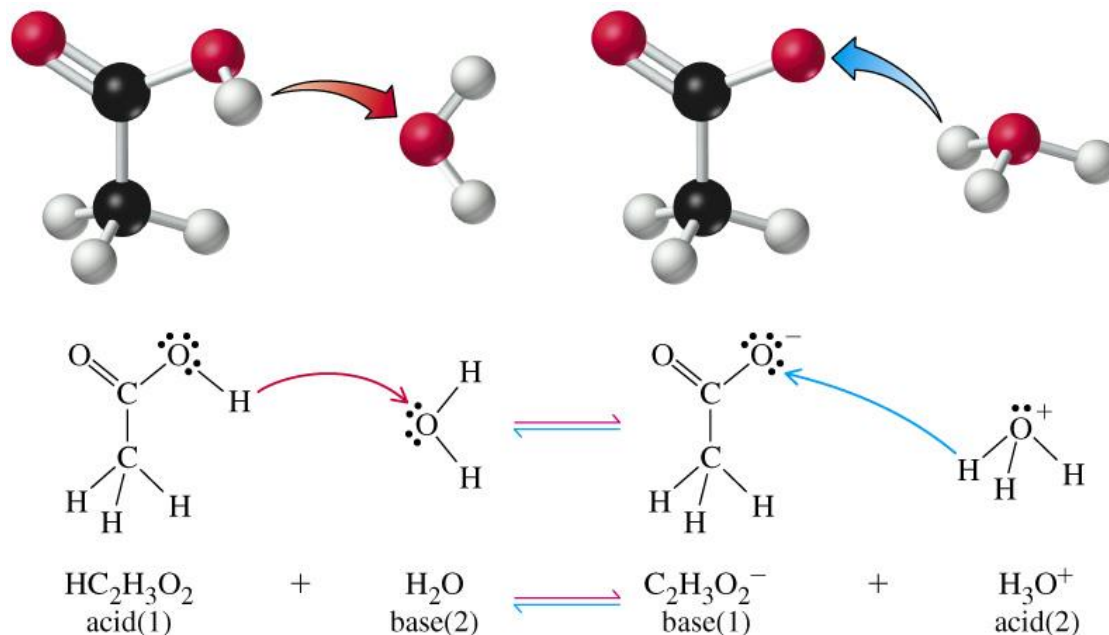


Oksonijevi ioni so nosilci kislih lastnosti raztopin.

- Z molekulami vode reagirajo vse molekule vodikovega klorida. V raztopini so tako le kloridni in oksonijevi ioni.
- Kislina popolnoma disociira; v 1 M klorovodikovi kislini je koncentracija oksonijevih ionov 1 mol/L.

Kislina

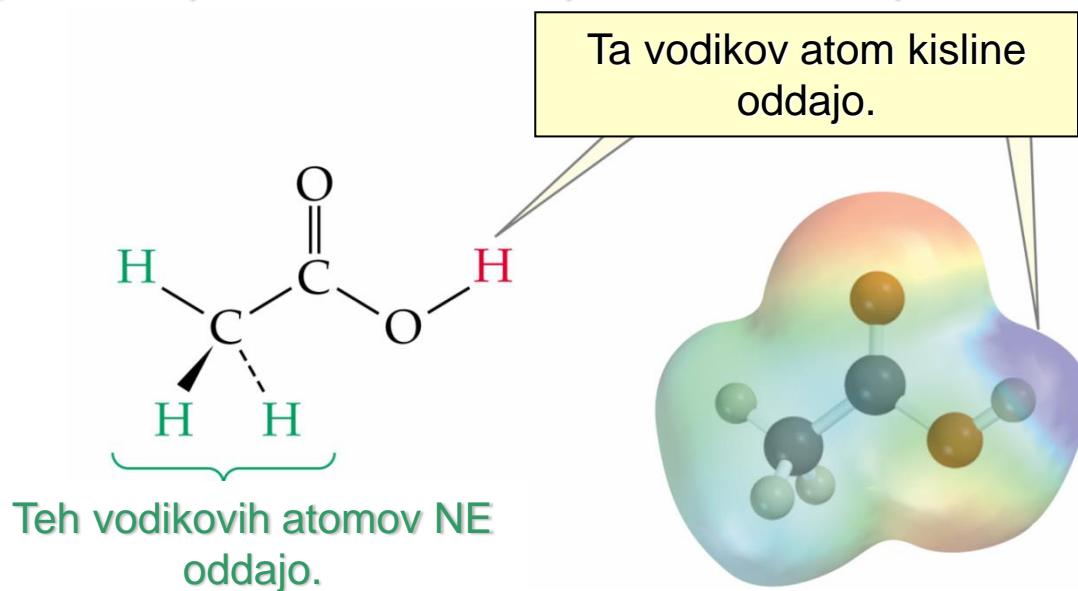
- Reakcija hidratirane molekule etanojske (ocetne) kisline z molekulo vode.



- Le manjše število molekul etanojske kisline zreagira z molekulami vode. V raztopini so tako tudi številne molekule etanojske kisline.
- Etanojska kislina **NE** disociira popolnoma; v 1 M etanojski kislini je le 0,004 mol/L oksonijevih ionov.

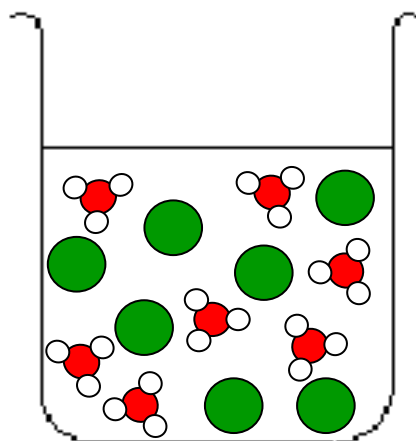
Kislina

- V očetni kislini je 250-krat manjša koncentracija oksonijevih ionov kot v klorovodikov kislini \Rightarrow klorovodikova kislina je **MOČNEJŠA** kislina kot etanojska kislina.
- Kislost raztopine je odvisna od koncentracije oksonijevih ionov.
- Kateri atom vodika v organskih kislinah omogoča nastanek oksonijevega iona? Atom vodika vezan preko kisika na atom ogljika (vodik v karboksilni skupini) se odcepi od molekule in pri tem nastanejo ioni.

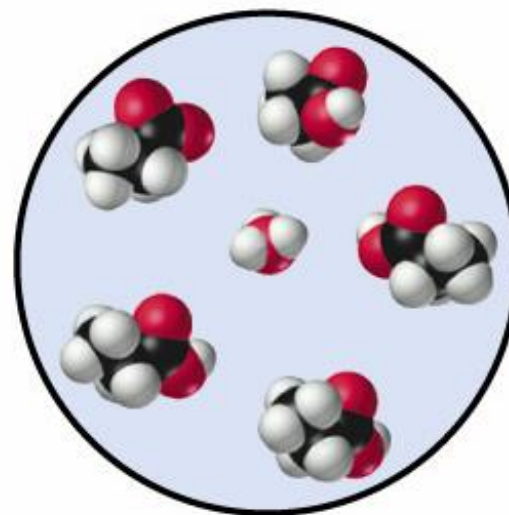


Kislina

- Submikropredstavitvi klorovodikove (močna kislina) in etanojske kisline (šibka kislina).



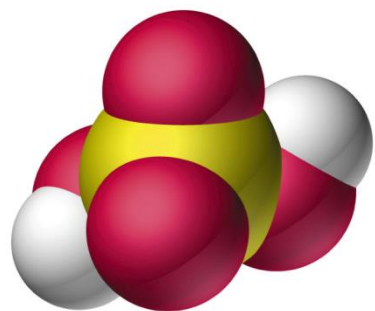
Vodna raztopina
močne kisline.



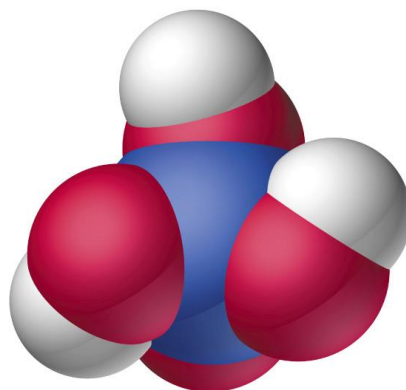
Vodna raztopina
šibke kisline.

Kislina

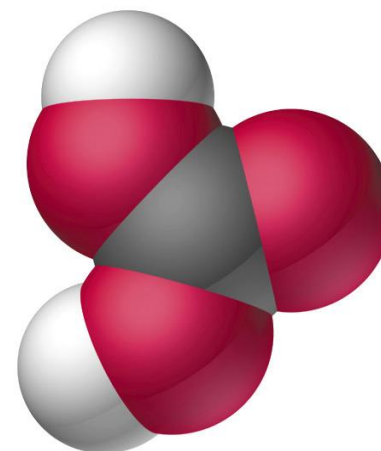
- Modeli molekul nekaterih anorganskih kislin



Žveplova(VI) kislina



Fosforjeva(V) kislina



Ogljikova kislina

Naslov eksperimenta: *Amonijakov vodomert*

9

Namen eksperimenta:

--

Kemikalije	Potrebščine

Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

--

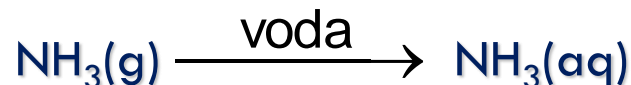
Opazanja	Skepi

Baze

- V naravi **bazične** ali alkalne snovi niso pogoste (alkaloidi). Oksidi nekaterih kovin (Li_2O , CaO , MgO), natrijev peroksid (Na_2O_2) in kalijev superoksid (K_2O) reagirajo z vodo tako, da nastanejo bazične raztopine.
- Tehnološko sta pomembna: natrijev in kalcijev hidroksid.
- Pri raztapljanju v vodni raztopini natrijevega hidroksida so natrijevi in hidroksidni ioni (v 1 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ je $[\text{OH}^-]$ 1 mol/L).



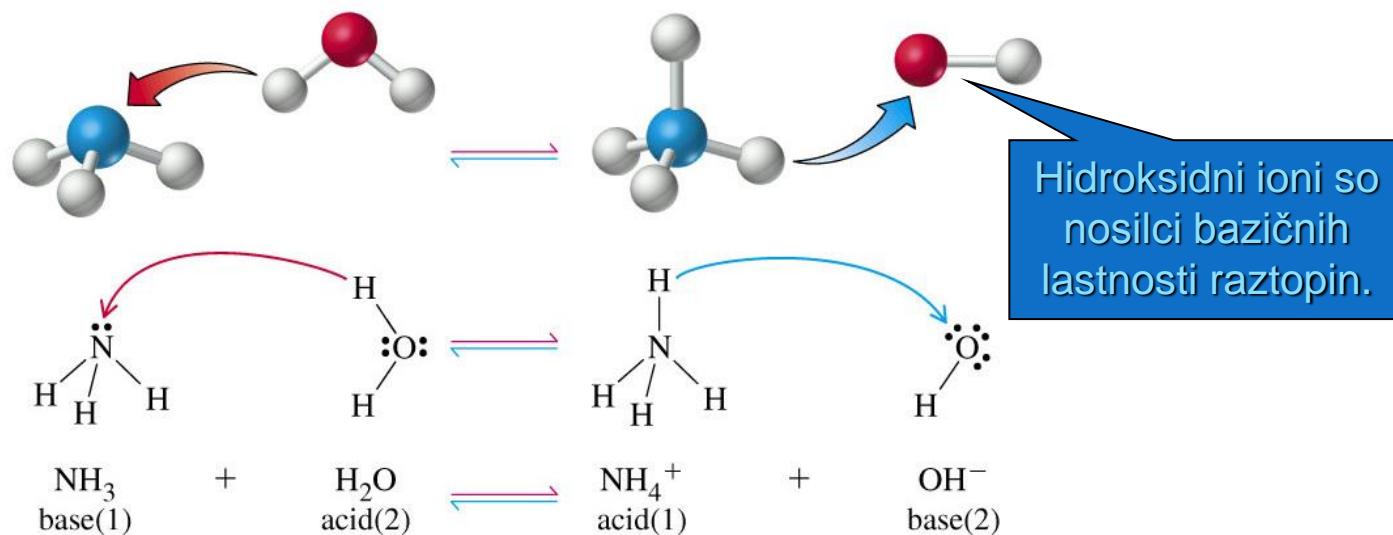
- Plin amonijak se v vodo raztaplja:



- Bazične raztopine prevajajo električni tok – vsebujejo ione, ki nastanejo tako, da se ionski kristali hidroksidov raztopijo v vodi ali pa molekule baz reagirajo z vodo.

Baze

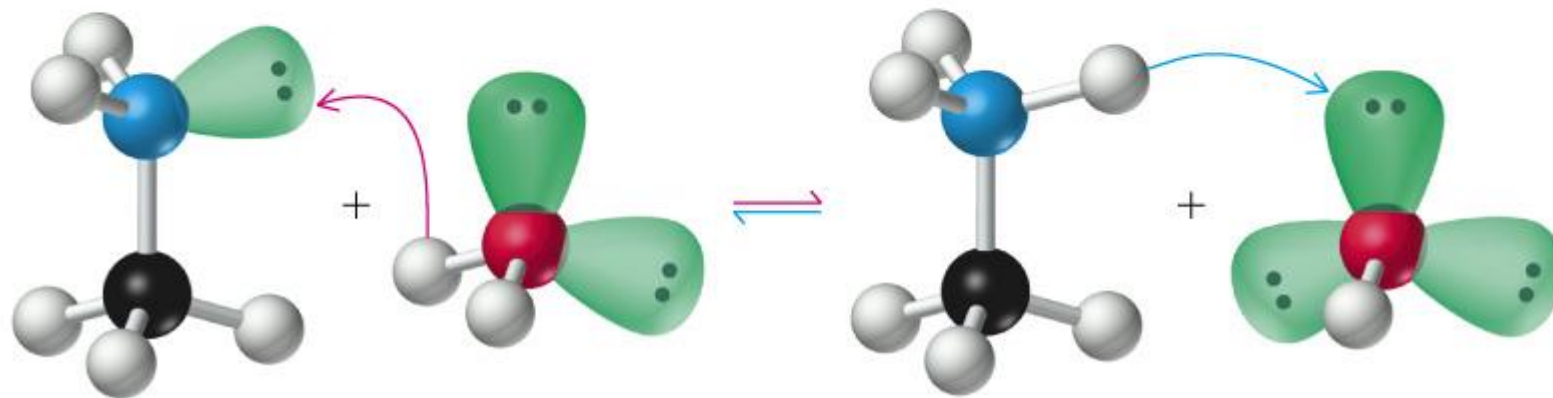
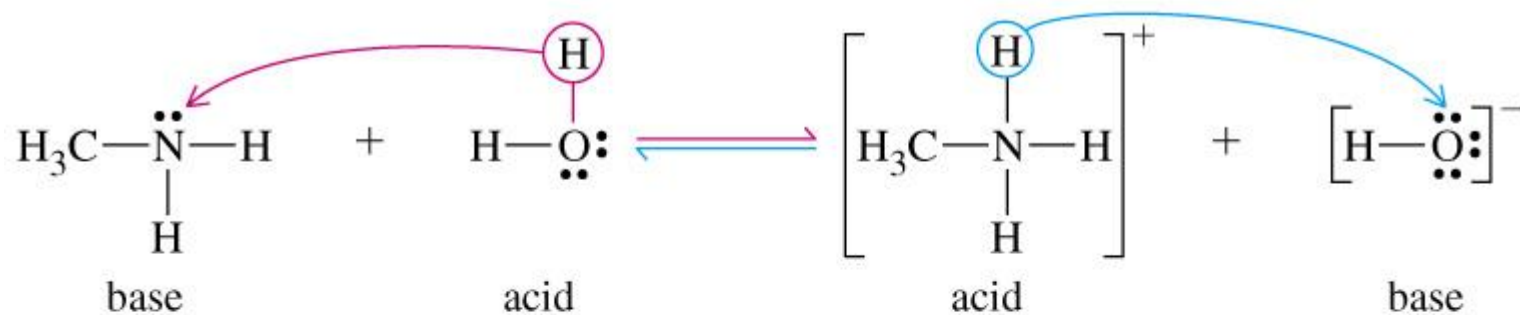
- Reakcija molekule amonijaka z molekulo vode.



- Z molekulami vode reagira manjši del molekul amonijaka. V raztopini so tako poleg amonijevih in hidroksidnih ionov tudi molekule amonijaka.
- Amonijak **NE** disociira popolnoma; v 1 M raztopini amonijaka je le 0,004 mol/L hidroksidnih ionov.
- Raztopina amonijaka je šibka baza, raztopina natrijevega hidroksida pa močna.

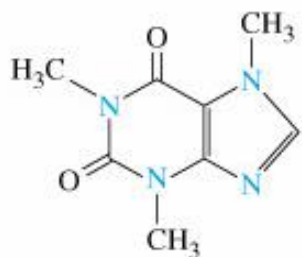
Baze

- Reakcija hidratirane molekule metilamina z molekulo vode.

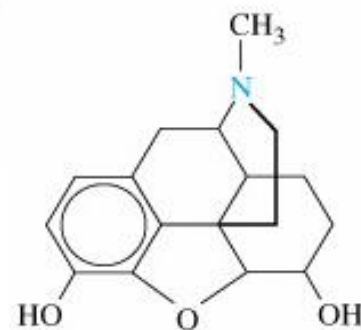
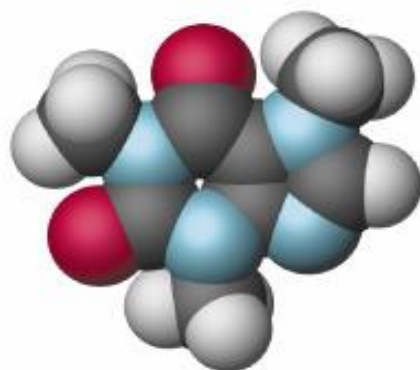


Baze

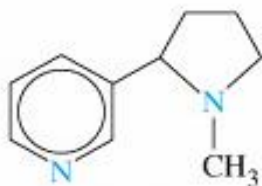
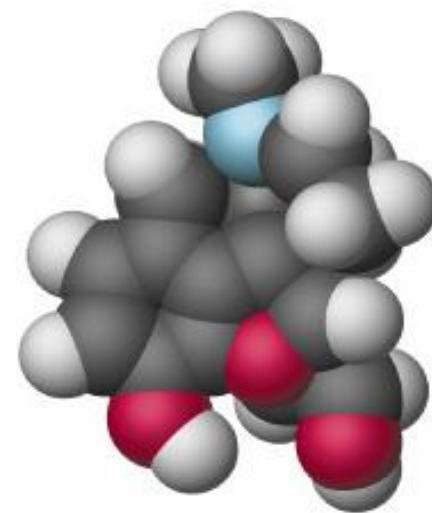
□ Amini – alkaloidi, kot baze



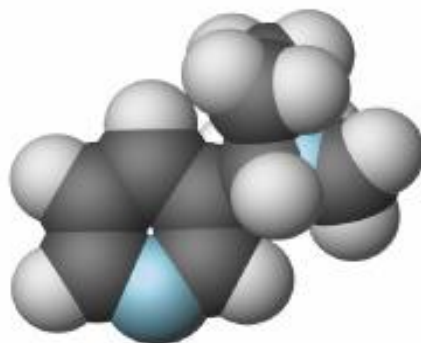
Kofein



Morfin

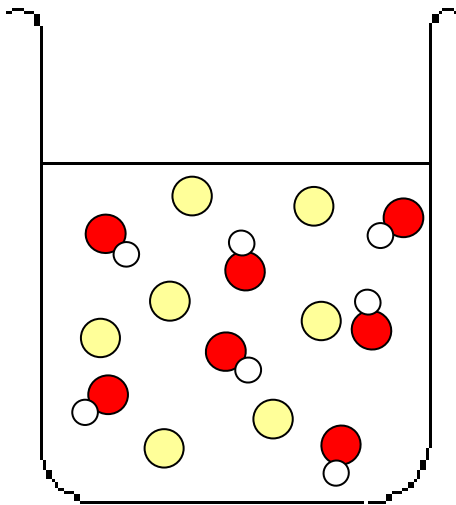


Nikotin

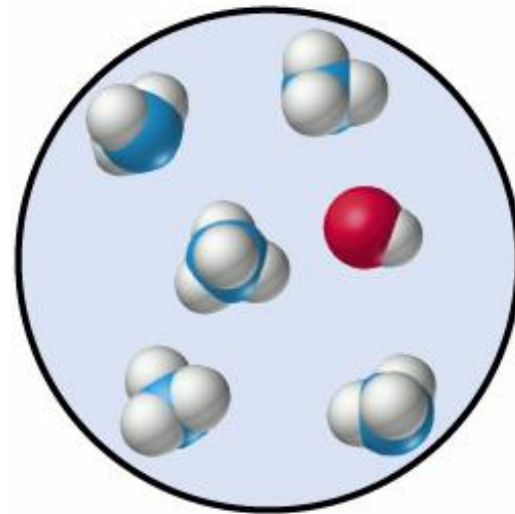


Baze

- Submikropredstavitvi vodne raztopine natrijevega hidroksida (močna baza) in amonijaka (šibka baza).



Vodna raztopina
močne baze.

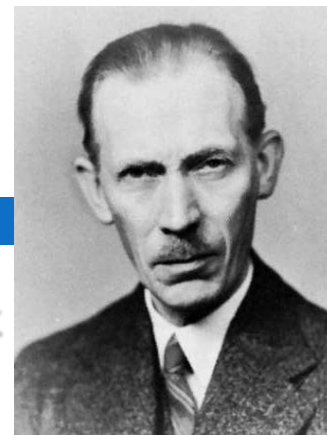


Vodna raztopina
šibke baze.

Teorije kislin in baz

□ Brønsted-Lowryjeva teorija kislin in baz

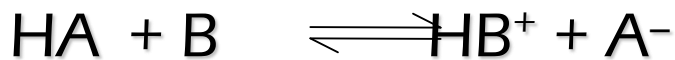
- Molekule kisline oddajo protone (H^+).
- Molekule baz, sprejmejo protone (H^+).
- Pri tem poteče PROTOLITSKA REAKCIJA, ki je ravnotežna reakcija.



Johannes
Nicolaus
Brønsted
(1879 – 1947)



Martin Lowry
(1874-1936)



Kislina 1

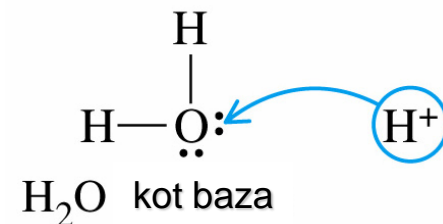
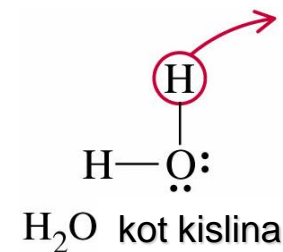
Baza 1

Kislina 2;
Konjugirana
kislina

Baza 2;
Konjugirana
baza





Enačba protolitske reakcije žveplove(VI) kisline



Moč kislin in baz

Relativna jakost kislin in konjugiranih baz

		Acid		Conjugate Base		
Increasing acid strength 	Strong acids: 100% dissociated	Perchloric acid	HClO_4	ClO_4^-	Perchlorate ion	Little or no reaction as bases
		Sulfuric acid	H_2SO_4	HSO_4^-	Hydrogen sulfate ion	
		Hydriodic acid	HI	I^-	Iodide ion	
		Hydrobromic acid	HBr	Br^-	Bromide ion	
		Hydrochloric acid	HCl	Cl^-	Chloride ion	
	Nitric acid	HNO_3	NO_3^-	Nitrate ion		
		Hydronium ion	H_3O^+	H_2O	Water	
	Weak acids	Hydrogen sulfate ion	HSO_4^-	SO_4^{2-}	Sulfate ion	Very weak bases
		Phosphoric acid	H_3PO_4	H_2PO_4^-	Dihydrogen phosphate ion	
		Nitrous acid	HNO_2	NO_2^-	Nitrite ion	
Hydrofluoric acid		HF	F^-	Fluoride ion		
Acetic acid		CH_3COOH	CH_3COO^-	Acetate ion		
Very weak acids	Carbonic acid	H_2CO_3	HCO_3^-	Bicarbonate ion	Weak bases	
	Dihydrogen phosphate ion	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}	Hydrogen phosphate ion		
	Ammonium ion	NH_4^+	NH_3	Ammonia		
	Hydrocyanic acid	HCN	CN^-	Cyanide ion		
	Bicarbonate ion	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Carbonate ion		
	Hydrogen phosphate ion	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}	Phosphate ion		
	Water	H_2O	OH^-	Hydroxide ion	Strong base	
					Increasing base strength 	

Moč kislin in baz

□ Avtoprotiliza vode

- Tudi v popolnoma čisti vodi so ioni. $2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{OH}^-(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$
- Število ionov je v primerjavi s številom molekul vode zelo majhno (na 1 milijardo molekul vode sta le 2 oksonijevega in hidroksidna iona; $T=25 \text{ }^\circ\text{C}$, pri $T=100 \text{ }^\circ\text{C}$ se število ionov poveča na 13)

$$K_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} / \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2$$

$$K \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

IONSKI PRODUKT VODE: $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$

(odvisen od temperature)

Moč kislin in baz

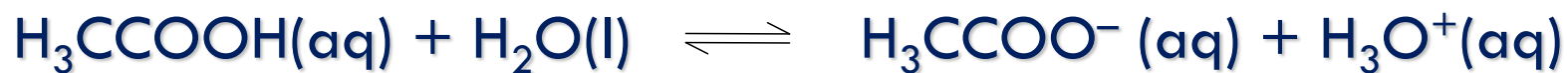
□ Konstante kislin in baz

- Klorovodikova kislina je močna kislina; popolnoma zreagira z vodo.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c(\text{HCl})$$

- Etanojska kislina je šibka kislina; ne zreagira popolnoma z vodo.



- Konstanta ravnotežja:
$$K = \frac{[\text{H}_3\text{CCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{CCOOH}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

- Ker je v 1 L raztopine kisline $[\text{H}_2\text{O}]$ skoraj enaka kot v čisti vodi dobimo:

$$K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = K_a = \frac{[\text{H}_3\text{CCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{CCOOH}]} \quad \text{KONSTANTA KISLINE (K}_a\text{)}$$

- Podobno velja tudi za baze.

Moč kislin in baz

Konstante nekaterih kislin

Acid	Ionization Equilibria	Ionization Constants, K	pK
Hydrosulfuric ^a	$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$	$K_{a_1} = 1.0 \times 10^{-7}$	$pK_{a_1} = 7.00$
	$\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-}$	$K_{a_2} = 1 \times 10^{-19}$	$pK_{a_2} = 19.0$
Carbonic ^b	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$	$K_{a_1} = 4.4 \times 10^{-7}$	$pK_{a_1} = 6.36$
	$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	$K_{a_2} = 4.7 \times 10^{-11}$	$pK_{a_2} = 10.33$
Phosphoric	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$K_{a_1} = 7.1 \times 10^{-3}$	$pK_{a_1} = 2.15$
	$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$	$K_{a_2} = 6.3 \times 10^{-8}$	$pK_{a_2} = 7.20$
	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{PO}_4^{3-}$	$K_{a_3} = 4.2 \times 10^{-13}$	$pK_{a_3} = 12.38$
Sulfurous ^c	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_3^-$	$K_{a_1} = 1.3 \times 10^{-2}$	$pK_{a_1} = 1.89$
	$\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-}$	$K_{a_2} = 6.2 \times 10^{-8}$	$pK_{a_2} = 7.21$
Sulfuric ^d	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$	$K_{a_1} = \text{very large}$	$pK_{a_1} < 0$
	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	$K_{a_2} = 1.1 \times 10^{-2}$	$pK_{a_2} = 1.96$

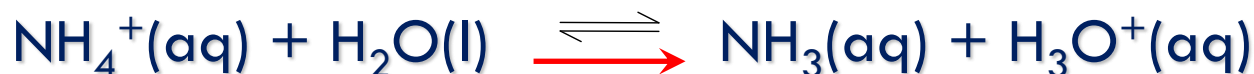


Acid strength

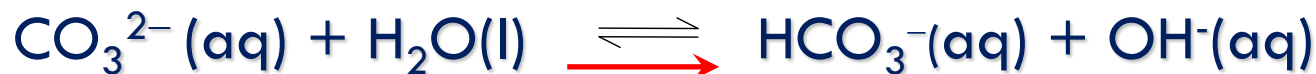
Moč kislin in baz

□ Protolitske reakcije v vodnih raztopinah soli

- ▣ **Rahlo kisle** – raztopina soli močne kisline in šibke baze; NH_4Cl
- ▣ **Rahlo bazične** – raztopina soli močne baze in šibke kisline; Na_2CO_3
- ▣ **Nevtralne** - raztopine soli močne kisline in močne baze (NaCl)



Rahlo kisl raztopina; vsebuje določeno konc. oksonijevih ionov; oksonijevi ioni so močnejša kislina kot amonijevi ioni, zato je konc. oksonijevih ionov veliko manjša kot konc. amonijevih ionov.



Rahlo bazična raztopina; nekaj karbonatnih ionov protolitsko reagira z vodo; zato je v raztopini določena konc. hidroksidnih ionov; hidroksidni ioni so močnejša baza od karbonatnih ionov.

pH kislin in baz

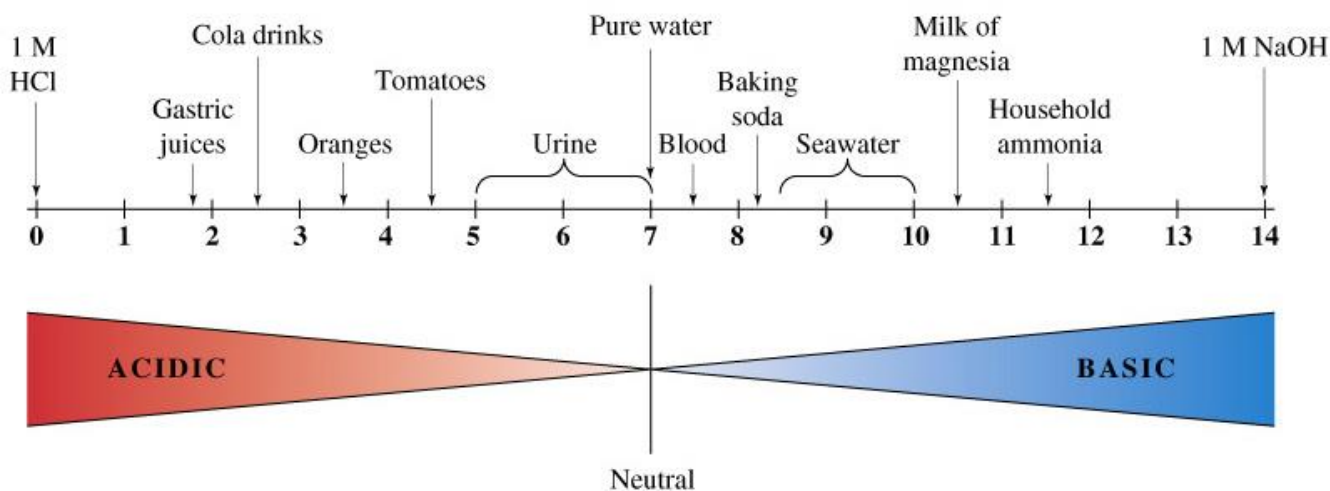
□ pH; merilo kislosti in bazičnosti raztopin

- Kisle raztopine – močno prevladujejo oksonijevi ioni
- Bazične raztopine – močno prevladujejo hidroksidni ioni
- Nevtralne raztopine – koncentracija obeh ionov je enaka

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

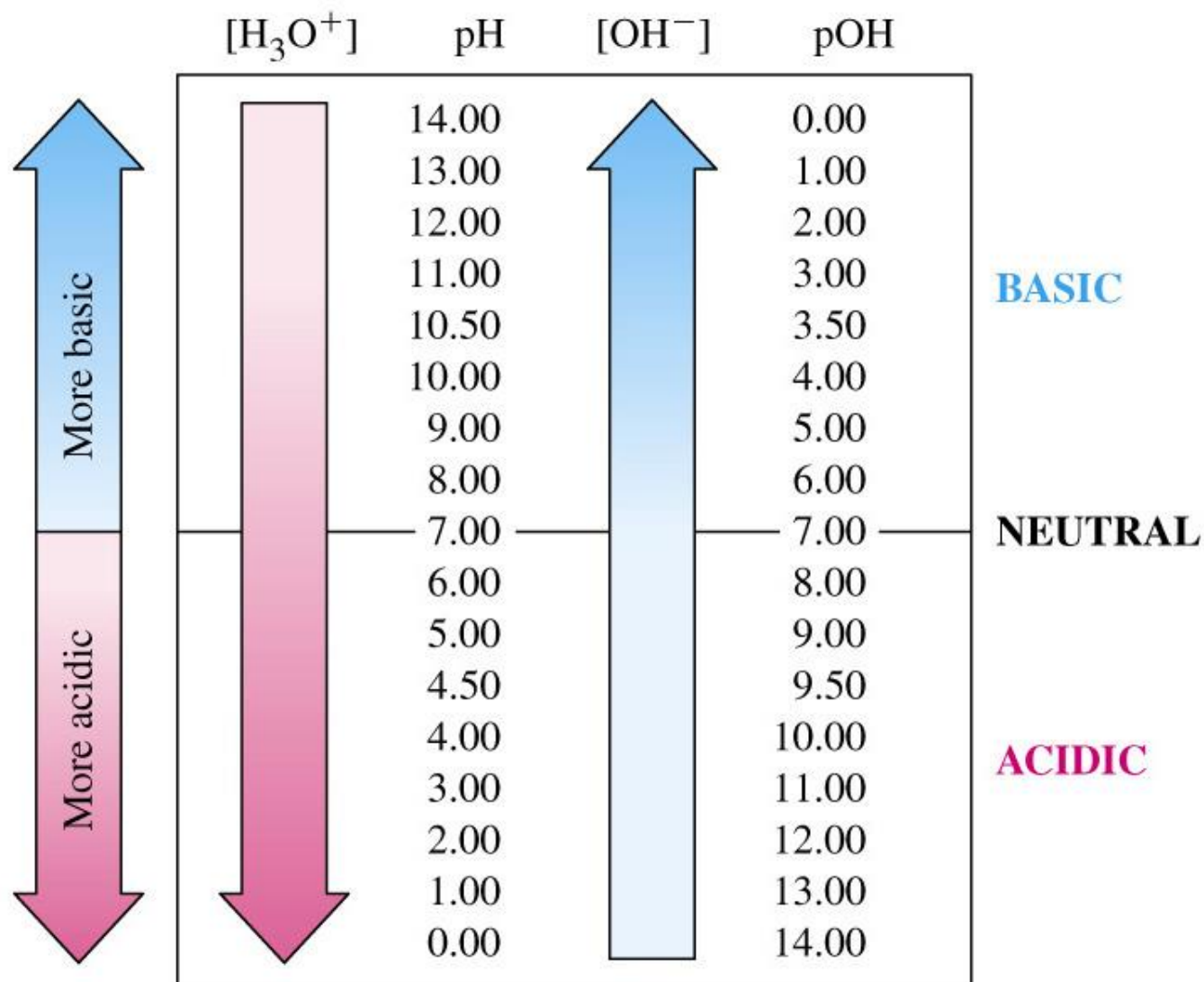
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

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



pH kislin in baz

□ pH in
pOH lestvica

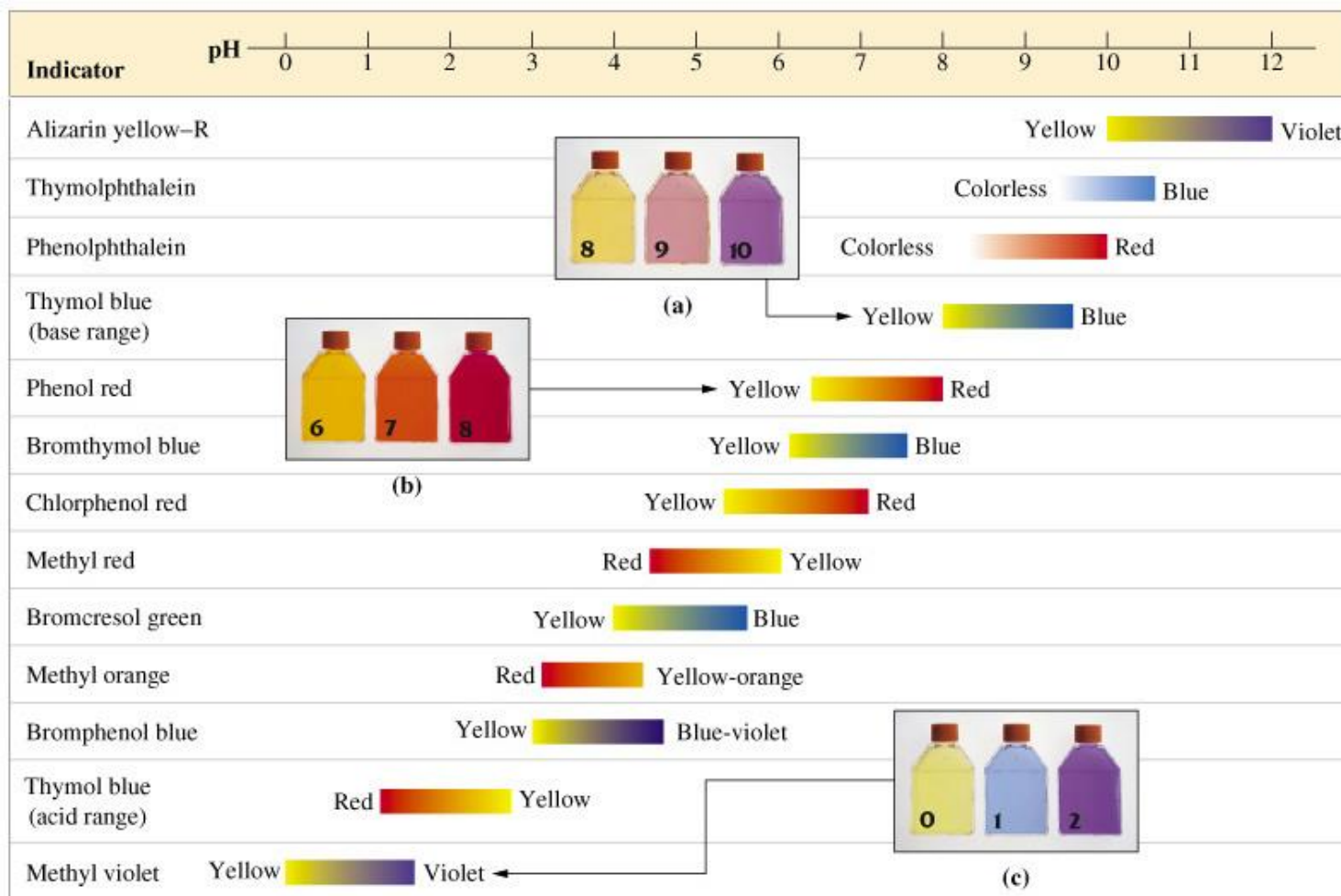


Pufri

A thick horizontal bar spanning the width of the page, composed of a light blue segment on the left and a darker blue segment on the right.

pH kislin in baz

□ Indikatorji



Naslov eksperimenta: Indikatorji v kislem, bazičnem in nevtralnem

25

Namen eksperimenta:

--

Kemikalije	Potrebščine

Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

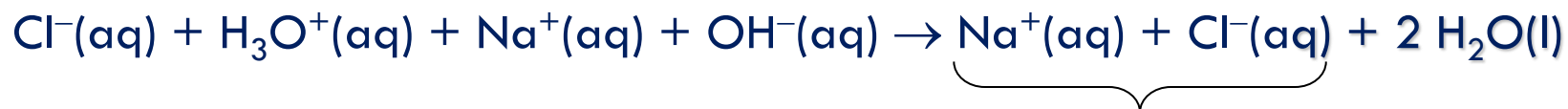
--

Opazanja	Skepi

Reakcije kislin in baz - soli

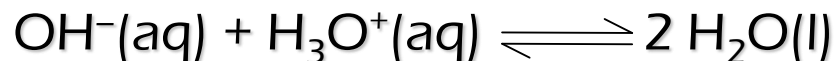
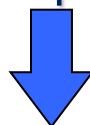
□ Nevtralizacija – reakcija med kislinami in bazami (IONSKA REAKCIJA).

- Če raztopini v kateri je 1 mol klorovodikove kisline dodamo raztopino v kateri je 1 mol natrijevega hidroksida, dobimo nevtralno raztopino, v kateri je 1 mol raztopljenega natrijevega klorida.



!!!!Soli v raztopini ne vidimo,
je dobro topna v vodi!!!!

- Pri nevtralizaciji reagirajo oksonijevi in hidroksidni ioni pri tem nastanejo molekule vode.

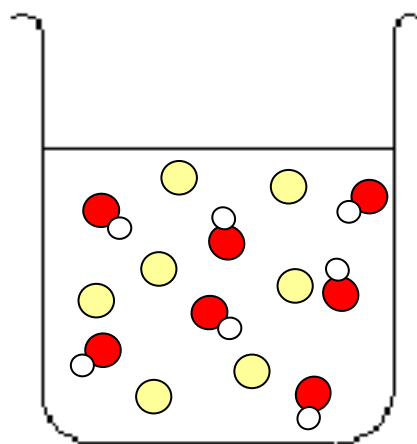


- Kdaj nastane tudi vidna sol? $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

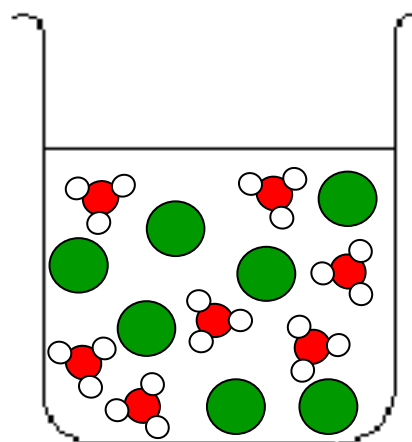
lonska oblika:

Reakcije kislin in baz - soli

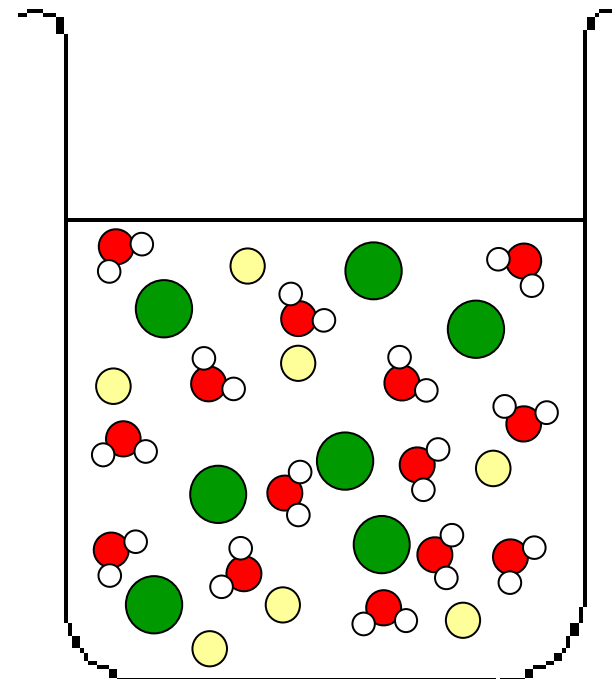
□ Submikroskopski prikaz reakcije nevtralizacije



vodna raztopina
natrijevega hidroksida



vodna raztopina
klorovodikove
kisline



Molekule vode zaradi preglednosti niso narisane.

Legenda:

○ natrijev ion

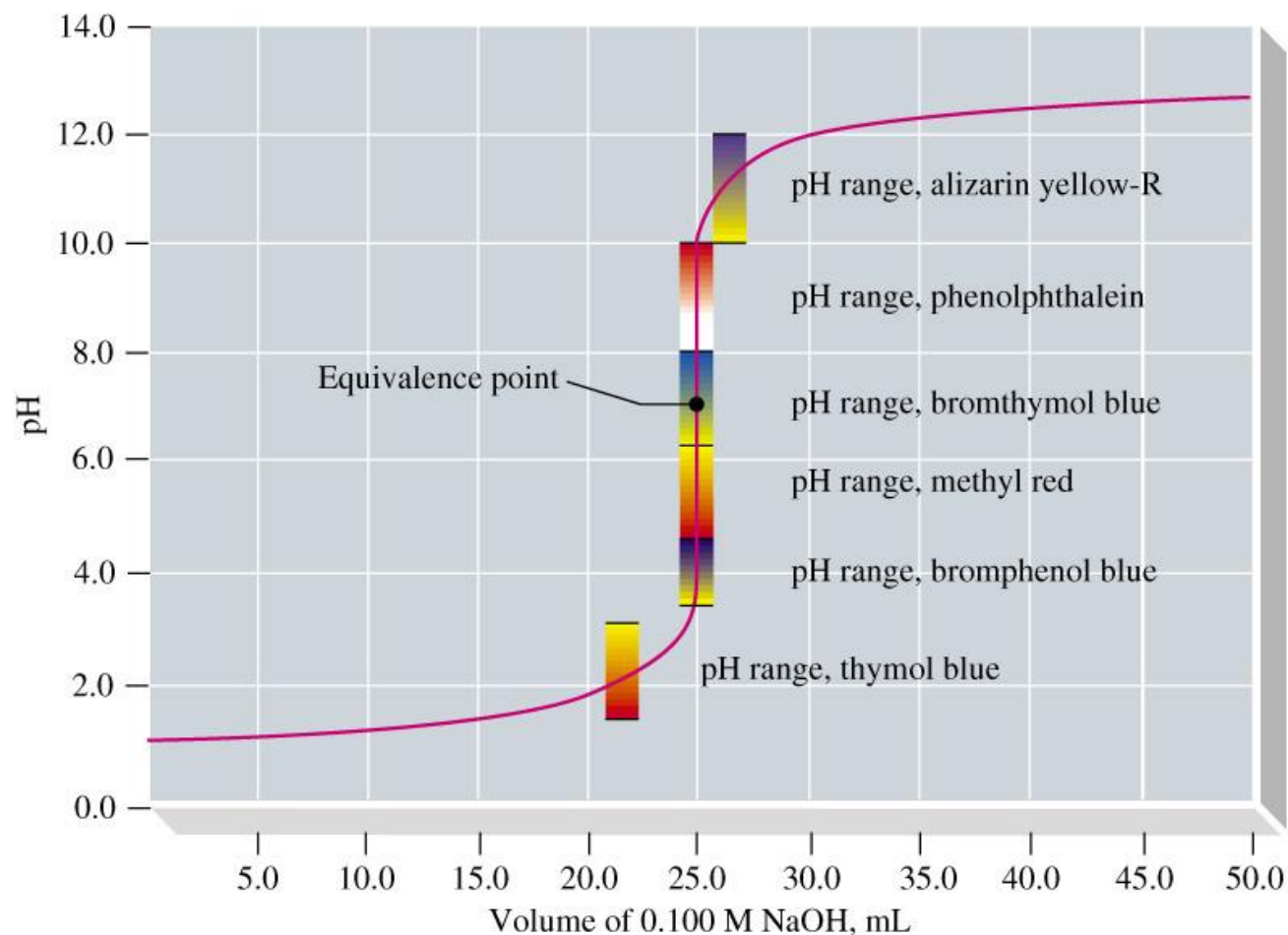
○● hidroksidn ion

○●● klorovodikov ion

● kloridni ion

Reakcije kislin in baz - soli

□ Titracija močne kisline (HCl) z močno bazo (NaOH)



Naslov eksperimenta: *Računalniška titracija*

29

Namen eksperimenta:

--

Kemikalije	Potrebščine

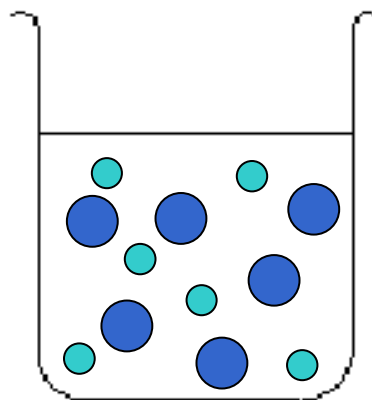
Skica aparature s potekom dela po stopnjah:

--

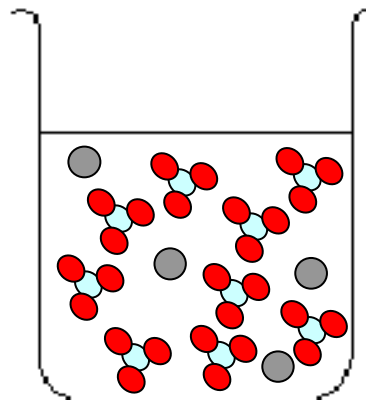
Opazanja	Skepi

Reakcije kislin in baz - soli

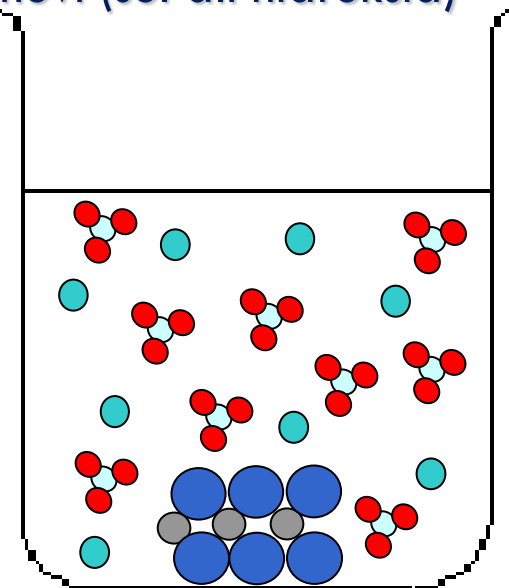
- Druge IONSKE REAKCIJE – nastanek slabotopne snovi (sol ali hidrokسيد)



vodna raztopina
kalijevega jodida



vodna raztopina
svinčevega nitrata(V)



Molekule vode zaradi preglednosti niso narisane.

Legenda:

 kalijevi ioni

 jodidni ioni

 nitratni(V) ioni

 svinčevi ioni

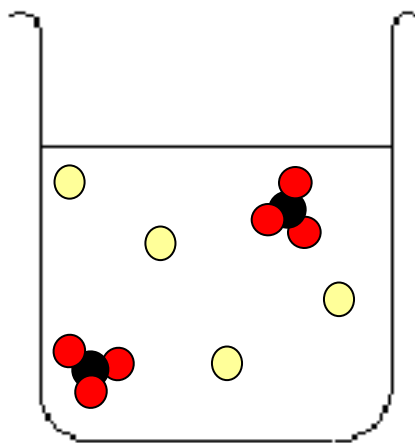
Reakcije kislin in baz - soli

- Enačba ionske reakcije

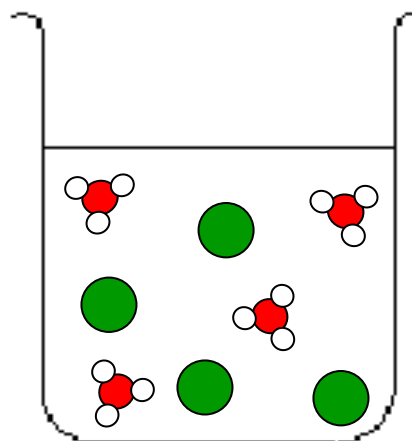


Reakcije kislin in baz - soli

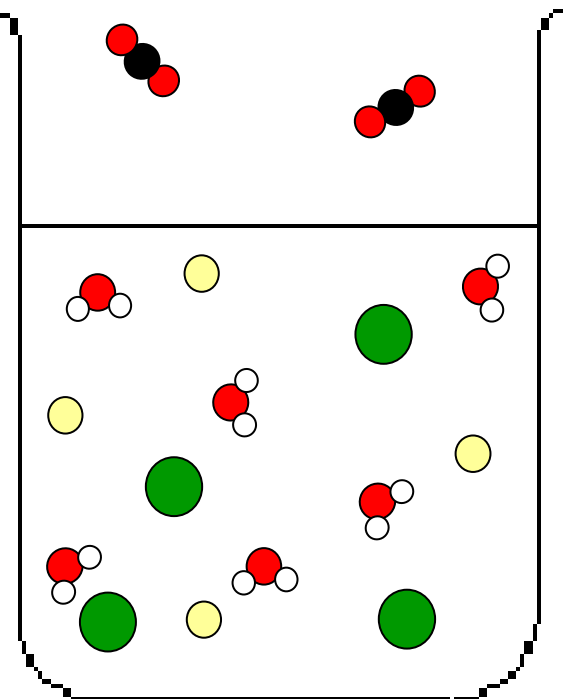
□ Druge IONSKE REAKCIJE – nastanek plina



vodna raztopina
natrijevega
hidrogenkarbonata



klorovodikova kislina



Molekule vode zaradi preglednosti niso narisane.

Legenda:

● natrijev ion



karbonatni ion



oksonijev ion



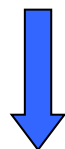
kloridni ion



molekula ogljikovega dioksida

Reakcije kislin in baz - soli

□ Enačba ionske reakcije



Topnostni produkt

A thick horizontal bar spanning the width of the slide, composed of a light blue segment on the left and a darker blue segment on the right.