

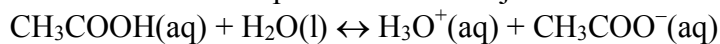
3. RAVNOTEŽJA V VODNIH RAZTOPINAH

3.1 Kisline in baze

Kisline

1. Citronska, jabolčna, vinska, očetna, mlečna, mravljična, askorbinska kislina (C- vitamin), itn.
2. Kisline so kisle po okusu, v večjih koncentracijah poškodujejo tkivo, prevajajo električni tok, indikatorji imajo v kisljih raztopinah značilno barvo.
3. oksonijevi ioni
4. V vodnih raztopinah kislin so ioni, zato raztopine kislin prevajajo električni tok.
5. 1 M raztopina dušikove kisline, saj reagirajo z vodo praktično vse molekule dušikove kisline.
$$\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$$

V 1 M očetni kislini le manjši delež molekul očetne kisline zreagira z vodo, zato je število ionov v raztopini bistveno manjše kot v 1 M raztopini dušikove kisline.



6. V 1 M raztopini očetne kisline je koncentracija acetatnih ionov enaka koncentraciji oksonijevih ionov $0,004 \text{ mol L}^{-1}$.
7. V vodnih raztopinah močnih kislin so ioni teh kislin.
8. V vodnih raztopinah šibkih kislin so molekule in ioni kislin. Čim šibkejša je kislina, manj ionov kisline je v raztopini, zato raztopina šibke kisline slabše prevaja električni tok.
9. Primerjal bi električno prevodnost teh kislin med seboj in z eno od močnih kislin, npr. s klorovodikovo kislino.

Baze

1. Pralni prašek, zidna barva, apno.
2. Na otip so milnate in v večjih koncentracijah povzročajo opekline, prevajajo električni tok, indikatorji imajo v bazičnih raztopinah značilno barvo.
3. hidroksidni ioni
4. V bazičnih vodnih raztopinah so ioni, zato te raztopine prevajajo električni tok.
5. Dobro prevajajo električni tok vodne raztopine ionskih hidroksidov, ki so v vodni raztopini povsem v ionski obliki.
6. V raztopini natrijevega hidroksida prevajajo električni tok natrijevi in hidroksidni ioni.

- V raztopinah šibkih baz so molekule in ioni baz.
- V 1 M raztopini metilamina je koncentracija metilamonijevih ionov enaka koncentraciji hidroksidnih ionov $0,02 \text{ mol L}^{-1}$.
- Dodal bi indikator, ki ima v bazični raztopini značilno barvo.
- Vedeti moramo kakšne barve je nek indikator v kislem in bazičnem. Če spremeni barvo, potem lahko ugotovimo ali je raztopina kislina ali bazična.

3.2 Kisline in baze po Brønsted-Lowryjevi teoriji

- Kisline so snovi, ki proton oddajo. Baze so snovi, ki proton sprejmejo.
- Voda je lahko kislina ali baza.

3.

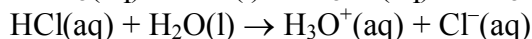
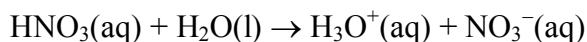
Baze	Konjugirane kisline
OH^-	H_2O
H_2O	H_3O^+
NH_3	NH_4^+
$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$

4.

Kisline	Konjugirane baze
HNO_3	NO_3^-
H_2O	OH^-
HCOOH	HCOO^-
H_2S	HS^-

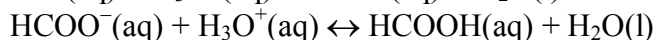
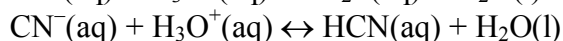
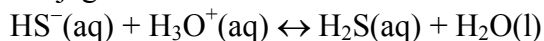
- $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
S puščico v desno \rightarrow poudarimo, da je ravnotežje pomaknjeno popolnoma v desno.
- $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HS}^-(\text{aq})$
Z obojesmerno puščico povemo, da so v raztopini tudi hidratirane molekule vodikovega sulfida.
- Natrijev hidroksid je ionska spojina.
- V ionskih hidroksidih so po Brønsted-Lowryjevi teoriji baze hidroksidni ioni.
- $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

*10. Iona Cl^- in NO_3^- ioni sta šibki bazi zato, ker sta njuni konjugirani kislini HCl in HNO_3 močni kislini.

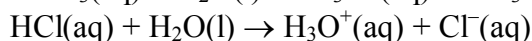
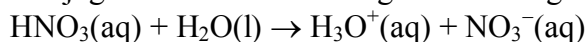


Ravnotežje je pri gornjih protolitskih reakcijah pomaknjeno popolnoma v desno \rightarrow .

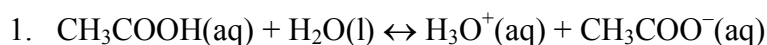
*11. Ioni HS^- , CN^- , HCOO^- so močnejše baze kot ioni Cl^- in NO_3^- , ker so njihove konjugirane kisline šibke kisline:



Konjugirane kisline kloridnega in nitratnega iona so močne kisline:



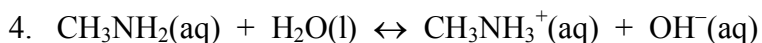
3.3 Konstante kislin in baz



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

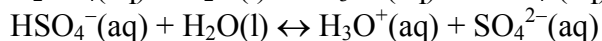
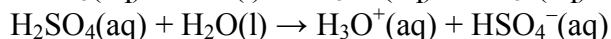
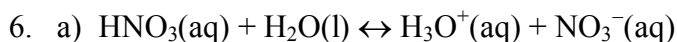
2. HCN

3. Koncentracija ionov je enaka koncentraciji kisline. To pomeni, da v raztopini močne kisline ni molekul kisline, oziroma je koncentracija kisline v raztopini 0. Zato bo konstanta močne kisline zelo velika.



$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

5. $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$



b) HSO_4^-

3.4 Avtoprotoliza vode

1. Ionski produkt vode se povečuje z višanjem temperature vode.

2. Ionski produkt se pri razredčenju kisline z vodo ne spremeni, če se pri tem ne spremeni temperatura raztopine. Ionski produkt vode je odvisen samo od temperature.

3. Pri 25 °C ima ionski produkt vrednost $1,0 \times 10^{-14}$.

- Koncentracija ionov H_3O^+ in OH^- v čisti vodi je $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$.
- Poveča se koncentracija hidroksidnih ionov, koncentracija oksonijevih ionov pa se zmanjša.
- Koncentracija oksonijevih ionov se v bazični raztopini zmanjša zato, ker ima produkt iz koncentracij oksonijevih in hidroksidnih ionov (ionski produkt vode) vedno enako vrednost pri isti temperaturi. Pri tem nekaj oksonijevih ionov zreagira s hidroksidnimi.

3.5 pH – merilo kislosti ali bazičnosti raztopin

- $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$
- Kisle raztopine imajo pH od 0 do 7
- Bazične raztopine imajo pH od 7 do 14.
- $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$
- $\text{pOH} = 7$
- pOH kislinskih raztopin ima vrednosti od 7 do 14.
- pH raztopine je odvisen od koncentracije oksonijevih ionov v raztopini.
- Koncentracija oksonijevih ionov je v raztopini 1 M HCl enaka koncentraciji kisline.
 $c(\text{HCl}) = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ mol L}^{-1}$
 Mravljična kislina je šibka kislina, zato je v 1 M HCOOH raztopini precej manjša koncentracija oksonijevih ionov. $c(\text{HCOOH}) \gg [\text{H}_3\text{O}^+]$; $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll 1 \text{ mol L}^{-1}$.
 Ker je pH odvisen od koncentracije oksonijevih ionov, ne more biti v raztopinah obeh kislin enak.
- V raztopini, ki ima $\text{pH} = 1$.
- Ne. Iz vrednosti pH lahko vedno izračunamo samo koncentracijo oksonijevih ionov. V šibki kislini je koncentracija oksonijevih ionov navadno precej manjša od koncentracije kisline.
 - Da. Koncentracija močne kisline je enaka koncentraciji oksonijevih ionov v njej.

3.6 Nevtralizacija

- Reakcije med kislinami in bazami.
- Reakcija nevtralizacije poteče med oksonijevimi in hidroksidnimi ioni.
 $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- S titracijo.
- indikator

5. Koncentracije standarnih raztopin kislin in baz morajo biti določene na tri do pet veljavnih številke natančno.
6. V bireto.
7. V erlenmajerico.
8. V raztopino, ki jo titriramo (v erlenmajerico).
9. S pipeto natančno odmerimo prostornino raztopine kisline neznane koncentracije v erlenmajerico. Iz birete po kapljicah dodajamo bazo, pri čemer lahko na skali birete natančno odčitamo prostornino dodane baze.
- *10. pH raztopine se med titracijo postopno povečuje, ker se manjša koncentracija oksonijevih ionov. V neposredni bližini ekvivalentne točke se pH raztopine močno spremeni.
- *11. Ne. Konec titracije ne sovпада natančno z ekvivalentno točko.
- *12. Ekvivalentne točke ne moremo natančno določiti, ker ni indikatorja, ki bi barvo spremenil natančno pri pH = 7.

*13. 25,05 mL

Fenolftalein ima preskok barve iz brezbarvne v rožnato pri pH od 8,2 do 10,3.

*14. Za 25 mL klorovodikove kisline smo porabili 25,05 mL 0,200 M NaOH. Konec titracije smo določili s spremembo barve fenolftaleina.

Množina kisline, ki smo jo na ta način določili je:

$$0,02505 \text{ L} \times 0,200 \text{ mol L}^{-1} = 0,00501 \text{ mol} = 5,01 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Če bi bil konec titracije natančno v ekvivalentni točki, bi porabili 25,00 mL 0,200 M NaOH. Množina kisline bi bila:

$$0,02500 \text{ L} \times 0,200 \text{ mol L}^{-1} = 0,00500 \text{ mol} = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Napaka v določitvi množine kisline: } \frac{5,01 \times 10^{-3}}{5,00 \times 10^{-3}} = 1,002 \rightarrow 0,2\%$$

3.7 Protolitske reakcije v vodnih raztopinah soli

1. oni soli šibkih kislin in močnih baz ali soli močnih kislin in šibkih baz.
2. nevtralna
3. bazična
4. kislina
5. $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

6. $S^{2-}(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow HS^-(aq) + OH^-(aq)$
7. Natrijev nitrat je ionska spojina in v vodni raztopini te soli imamo natrijeve in nitratne ione. Natrijevi in nitratni ioni protolitsko ne reagirajo z vodo.
Ioni soli močnih kislin in baz protolitsko ne reagirajo z vodo.
8. CaO, MgO, CaCO₃, MgCO₃, K₂CO₃, itn.
9. *CaO(s) + H₂O(l) → Ca(OH)₂(s,aq); Ca(OH)₂(s,aq) ↔ Ca²⁺(aq) + 2 OH⁻(aq)
*MgO(s) + H₂O(l) → Mg(OH)₂(s,aq); Mg(OH)₂(s,aq) ↔ Mg²⁺(aq) + 2 OH⁻(aq)
CO₃²⁻(aq) + H₂O(l) ↔ HCO₃⁻(aq) + OH⁻(aq)
* Protolitsko reagirajo oksidni ioni O²⁻: O²⁻(s) + H₂O(l) → 2 OH⁻(aq)
Oksidni ion je močna baza, kar je razvidno iz zapisa protolitske reakcije (→)

3.8 Ionske reakcije v vodnih raztopinah

1. Med ioni v vodni raztopini potečejo reakcije, kadar nastane slabo topna, slabo disociirana ali slabo disociirana in obenem hlapna snov.
2. Pri reakciji kalijevega hidroksida s klorovodikovo kislino poteče reakcija med oksonijevimi in hidroksidnimi ioni, pri tem nastane slabo disociirana voda.
 $H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \leftrightarrow 2 H_2O(l)$
3. Če raztopini natrijevega acetata dodamo raztopino klorovodikove kisline, poteče reakcija med acetatnimi in oksonijevimi ioni, pri tem nastane slabo disociirana očetna kislina.
 $H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \leftrightarrow CH_3COOH(aq) + H_2O(l)$
4. Če raztopini natrijevega karbonata dodamo raztopino klorovodikove kisline, poteče reakcija med karbonatnimi in oksonijevimi ioni, pri tem nastane ogljikov dioksid in voda.
 $2 H_3O^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \leftrightarrow CO_2(g) + 3 H_2O(l)$
5. Iz raztopine se izloči kromov(3+) sulfid.
 $2 Cr^{3+}(aq) + 3 S^{2-}(aq) \leftrightarrow Cr_2S_3(s)$
6. Poteče reakcija med srebrovimi in kloridnimi ioni.
 $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \leftrightarrow AgCl(s)$
7. Za obarjanje barijevega sulfata iz raztopine barijevega klorida lahko uporabimo žveplovo kislino ali kateri koli topen sulfat, npr. Na₂SO₄, K₂SO₄, itn.
 $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \leftrightarrow BaSO_4(s)$
8. Kalcijevemu karbonatu dodamo kislino, npr. HCl, HNO₃, H₂SO₄, CH₃COOH, itn.
 $CaCO_3(s) + 2 HCl(aq) \leftrightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
 $2 H_3O^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \leftrightarrow CO_2(g) + 3 H_2O(l)$
9. Kalcijev sulfat odstranimo iz vode z dodatkom raztopine natrijevega karbonata.
 $Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow CaCO_3(s)$
Dodamo kateri koli topni karbonat. Izbire nimamo prav veliko, ker so topni samo alkalijski karbonati in amonijev karbonat.

Utrdimo

1. Pri rešitvi si pomagaj s podatki, ki jih najdeš v poglavju 3.1.
2. a) Upoštevaj, da je ravnotežje reakcij pomaknjeno popolnoma v desno
b) Upoštevaj, da se vzpostavi ravnotežje.
3. a) ioni $K^+(aq)$, $OH^-(aq)$, $Ca^{2+}(aq)$, $OH^-(aq)$
b) molekule $C_2H_5NH_2(aq)$ ter ioni $C_2H_5NH_3^+(aq)$, $OH^-(aq)$; molekule $C_5H_5N(aq)$ ter ioni $C_5H_5NH^+(aq)$, $OH^-(aq)$
4. a) močna kislina
b) šibka kislina
5. leva čaša
6. A
7. Oglej si primere v poglavju 3.2 in reši nalogo.
8. $CH_3COO^-(aq)$, $CN^-(aq)$, $NO_2^-(aq)$, $H_2O(l)$, $NH_3(aq)$, $S^{2-}(aq)$, $SO_4^{2-}(aq)$, $CH_3NH_2(aq)$
9. $H_3O^+(aq)$, $NH_4^+(aq)$, $HSO_4^-(aq)$, $HCO_3^-(aq)$, $H_2S(aq)$, $H_2O(l)$, $C_2H_5NH_3^+(aq)$, $C_6H_5NH_3^+(aq)$

10. baza, kislina, baza, kislina

*12. a) $H_2SO_4(aq)$; b) $H_2CO_3(aq)$; c) $NH_3(aq)$; č) $ClO_4^-(aq)$

*13. b

*14. č

*15. $C_6H_5NH_2(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow C_6H_5NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$

$$K_b = \frac{[C_6H_5NH_3^+][OH^-]}{[C_6H_5NH_2]}$$

*16. $H_3PO_4(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + H_2PO_4^-(aq)$

$H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + HPO_4^{2-}(aq)$

$HPO_4^{2-}(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow H_3O^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$

$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}; \quad K_{a2} = \frac{[H_3O^+][HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}; \quad K_{a3} = \frac{[H_3O^+][PO_4^{3-}]}{[HPO_4^{2-}]}$$

Pravilna je razvrstitev c). Moč kislin se manjša v naslednjem vrstnem redu: $H_3PO_4(aq)$, $H_2PO_4^-(aq)$, $HPO_4^{2-}(aq)$. Dihidrogenfosfatni in hidrogenfosfatni ioni so negativno nabiti delci, zato teže oddajo protone kot molekule fosforjeve kisline in so šibkejše kisline.

17. a) kislá; b) kislá; c) bazična č) nevtrálna; d) bazična; e) bazična; f) bazična; g) nevtrálna
18. $10^{-11} \text{ mol L}^{-1}$
19. a) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$
 b) $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-11} \text{ mol L}^{-1}$
 c) v a) pH = 4; v b) pH = 11
20. a) kislá; b) bazična; c) kislá; č) kislá; d) nevtrálna
21. a) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$
 b) $[\text{OH}^-] = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$
 c) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$
 č) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 7,9 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$
22. 1,47
23. 11,08
24. $3,16 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$
- *25. $1,35 \times 10^{22}$; 0,45 M
- *26. 2,9
 Odveč je tisti podatek, ki ga nismo uporabili pri računu.
- *27. 10,9
 Odveč je tisti podatek, ki ga nismo uporabili pri računu.
28. $0,115 \text{ mol L}^{-1}$
29. 6,0 mL
30. a) 26,0 mL; b) 2,35 mL; c) 20,0 mL
- *31. $0,0208 \text{ mol L}^{-1}$
- *32. $\text{CN}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{HCN}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$;
 $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{HS}^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$;
 $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- *33. A
- *34. a) A, C
 b) A: pH > 7; B: pH = 7; C: pH < 7

*35. bazična; $F^{-}(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow HF(aq) + OH^{-}(aq)$

*36. a) poteče; b) poteče; c) poteče; č) poteče; d) poteče; e) ne poteče

*37. a) $Pb^{2+}(aq) + 2 Cl^{-}(aq) \rightarrow PbCl_2(s)$

b) $Ag^{+}(aq) + Br^{-}(aq) \rightarrow AgBr(s)$

c) $CO_3^{2-}(aq) + 2 H_3O^{+}(aq) \rightarrow CO_2(g) + 3 H_2O(l)$

č) $CH_3COO^{-}(aq) + H_3O^{+}(aq) \leftrightarrow CH_3COOH(aq) + H_2O(l)$

d) $S^{2-}(aq) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow CuS(s)$

e) V raztopini so ioni $Na^{+}(aq)$, $K^{+}(aq)$, $Cl^{-}(aq)$ in $NO_3^{-}(aq)$ in med njimi ne poteče ionska reakcija, saj ne more nastati slabo topna ali slabo disociirana snov.