

# Cz. XXXV – właściwości wybranych kwasów

## Kwasy siarkowe

<i>Wzór kwasu</i>	<i>Nazwa kwasu</i>	<i>Nazwa zwyczajowa</i>	<i>Wzór strukturalny</i>	<i>Anion</i>
$H_2S_2O_2$	<i>kwas tiosiarkowy(IV)</i>	<i>kwas sulfoksyłowy</i>	H-O-S-S-O-H	$[S_2O_2]^{2-}$
$H_2S_2O_4$	<i>kwas dwutionowy(III) lub ditionowy(III)</i>	<i>kwas podsiarkowy</i>	$\begin{array}{c} O \quad O \\ // \quad // \\ H-O-S-S-O-H \end{array}$	$[S_2O_4]^{2-}$
$H_2SO_3$	<i>kwas siarkowy(IV)</i>	<i>kwas siarkawy</i>	$\begin{array}{c} O \\ // \\ H-O-S-O-H \end{array}$	$[SO_3]^{2-}$
$H_2S_2O_5$	<i>kwas dwusiarkowy(IV) lub disiarkowy(IV)</i>	<i>kwas dwusiarkowy</i>	$\begin{array}{c} O \quad O \\ // \quad // \\ H-O-S-S-O-H \\ // \\ O \end{array}$	$[S_2O_5]^{2-}$
$H_2SO_4$	<i>kwas siarkowy(VI)</i>	<i>kwas siarkowy</i>	$\begin{array}{c} O \\ // \\ H-O-S-O-H \\ // \\ O \end{array}$	$[SO_4]^{2-}$
$H_2S_2O_7$	<i>kwas dwusiarkowy(VI) lub disiarkowy(VI)</i>	<i>kwas pirosiarkowy</i>	$\begin{array}{c} O \quad O \\ // \quad // \\ H-O-S-O-S-O-H \\ // \quad // \\ O \quad O \end{array}$	$[S_2O_7]^{2-}$
$H_2S_2O_3$	<i>kwas triosiarkowy lub tio(-II)siarkowy(VI)</i>		$\begin{array}{c} S \\ // \\ H-O-S-O-H \\ // \\ O \end{array}$	$[S_2O_3]^{2-}$
$H_2S_xO_6$	<i>kwasy politionowe (x=3, 4, ...)</i>		$\begin{array}{c} O \quad O \\ // \quad // \\ H-O-S-S_{(x-2)}-S-O-H \\ // \quad // \\ O \quad O \end{array}$	$[S_xO_3]^{2-}$
$H_2SO_5$	<i>kwas nadtlenojednosiarkowy(VI) lub peroksymonosiarkowy(VI)</i>	<i>kwas peroksosiarkowy lub kwas Caro</i>	$\begin{array}{c} O \\ // \\ H-O-S-O-O-H \\ // \\ O \end{array}$	$[SO_5]^{2-}$
$H_2S_2O_8$	<i>kwas nadtlenodwusiarkowy(VI) lub peroksodisiarkowy(VI)</i>	<i>kwas peroksodwusiarkowy</i>	$\begin{array}{c} O \quad O \\ // \quad // \\ H-O-S-O-O-S-O-H \\ // \quad // \\ O \quad O \end{array}$	$[S_2O_8]^{2-}$

### Kwas siarkowy(IV) ( $H_2SO_3$ ):

- w roztworze wodnym utrzymuje się równowaga:  
 $SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$  ze znaczną przewagą  $SO_2$
- tworzy sole:  $M_2SO_3$  i  $MHSO_3$  (M na +I st.utl)
- zastosowanie: środek redukujący w przemyśle włókienniczym (do bielenia)

**Kwas siarkowy(VI) ( $H_2SO_4$ ):**

- mocny
- bezbarwny, oleisty
- $T_f = 10,4^\circ C$
- $d = 1,833 \text{ g/cm}^3$
- higroskopijny
- reakcja z wodą jest procesem egzotermicznym
- stężony zwęglą substancje organiczne (odciąga wodę z ich cząsteczek)
- utleniacz
- parzy skórę
- zastosowanie: rafinacja tłuszczów, środek odwadniający, do nawozów sztucznych, materiałów wybuchowych

**Kwas nadtlenojednosiatkowy(IV) ( $H_2SO_5$ ):**

- mocny
- białe kryształy
- silne własności utleniające
- powstaje w reakcji hydrolizy  $H_2S_2O_8 + H_2O \rightarrow H_2SO_5 + H_2SO_4$ , i ulega dalszej hydrolizie ( $H_2SO_5 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + H_2O_2$ )

**Kwasy azotowe**

<i>Wzór kwasu</i>	<i>Nazwa kwasu</i>	<i>Nazwa zwyczajowa</i>	<i>Wzór strukturalny</i>	<i>Anion</i>
$H_2N_2O_2$	<i>kwas azotowy(I) lub diazotowy(I)</i>	<i>kwas podazotowy</i>		$[N_2O_2]^{2-}$
$HNO_2$	<i>kwas azotowy (III)</i>	<i>kwas azotawy</i>	H-O-N=O	$[NO_2]^-$
$HNO_3$	<i>kwas azotowy(V)</i>	<i>kwas azotowy</i>	$\begin{array}{c} O \\ // \\ H-O-N=O \end{array}$	$[NO_3]^-$
$HNO_4$	<i>kwas nadtlenoazotowy(V) lub peroksoazotowy(V)</i>		$\begin{array}{c} O \\ // \\ H-O-O-N=O \end{array}$	$[NO_4]^-$
$HOONO$	<i>kwas nadtlenoazotowy(III)</i>		H-O-O-N=O	$[OONO]^-$

**Kwas azotowy(V) ( $HNO_3$ ):**

- bezbarwna ciecz
- dymi na powietrzu
- $d = 1,4 \text{ g/cm}^3$
- $T_w = 83^\circ C$
- parzy skórę i pali drewno
- silne właściwości żrące

- silny utleniacz
- reaguje z wszystkimi metalami oprócz złota i platynowców
- ze stężonym HCl daje wodę królewską
- zastosowanie: otrzymywanie barwników, związków nitrowych, w farmacji, do produkcji azotanów, paliw rakietowych i nawozów sztucznych
- otrzymywanie: spalanie amoniaku (NH<sub>3</sub>) w tlenie w T=700 - 900° C, w obecności kat. platynowego uzyskuje się tlenek NO, który utlenia się do NO<sub>2</sub> a zaabsorbowany w wodzie tworzy HNO<sub>3</sub>

### Kwasy fosforowe

Wzór kwasu	Nazwa kwasu	Nazwa zwyczajowa	Wzór strukturalny	Anion
HPH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub> )	kwas fosfinowy	kwas podfosforawy	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}=\text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	PH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> PHO <sub>3</sub> (H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> )	kwas fosfonowy	kwas ortofosforawy	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}=\text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	PHO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
HPO <sub>2</sub>	kwas metafosforowy(III)	kwas metafosforawy	H-O-P=O	PO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kwas dwufosforowy(III) lub difosforowy(III)	kwas pirofosforowy	$\begin{array}{cc} \text{H}-\text{O} & \text{O}-\text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \end{array}$	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>4-</sup>
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	kwas ortofosforowy(IV)	kwas podfosforowy	$\begin{array}{cc} \text{H}-\text{O} & \text{O}-\text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ // & \backslash \\ \text{O} & \text{O} \end{array}$	P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <sup>4-</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	kwas ortofosforowy(V) lub fosforowy(V)	kwas ortofosforowy	$\begin{array}{c} \text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}=\text{O} \\   \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	kwas ortodwufosforowy(V) lub kwas ortodifosforowy(V)	kwas pirofosforowy	$\begin{array}{cc} \text{H}-\text{O} & \text{O}-\text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ // & \backslash \\ \text{O} & \text{O} \end{array}$	P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>4-</sup>
H <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	kwas ortotrójfosforowy(V) lub kwas ortotrifosforowy(V)	kwas ortotrójfosforowy	$\begin{array}{ccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{O} & \text{O} & \text{O} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ // & \text{II} & \backslash \\ \text{O} & \text{O} & \text{O} \end{array}$	P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> <sup>5-</sup>

$H_3P_3O_9$	<b>kwask metatrójfosforowy(V) lub kwas metatrifosforowy(V)</b>	<b>kwask metatrójfosforowy</b>	$  \begin{array}{c}  \text{H-O} \\    \\  \text{P} = \text{O} \\  / \quad \backslash \\  \text{O} \quad \text{O} \\    \quad   \\  \text{O} = \text{P} \quad \text{P} = \text{O} \\  \backslash \quad / \\  \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	$P_3O_9^{3-}$
$H_4P_4O_{12}$	<b>kwask metaczterofosforowy(V) lub kwas tetrafosforowy(V)</b>	<b>kwask metaczterofosforowy</b>	$  \begin{array}{c}  \text{O} \quad \text{O} \\  // \quad // \\  \text{H-O-P-O-P-O-H} \\    \quad   \\  \text{O} \quad \text{O} \\    \quad   \\  \text{H-O-P-O-P-O-H} \\  // \quad // \\  \text{O} \quad \text{O}  \end{array}  $	$P_4O_{12}^{4-}$

#### ***Kwas ortofosforowy(V) ( $H_3PO_4$ ):***

- bezbarwne kryształy rozp. w wodzie
- higroskopijne
- $T_f = 43^\circ \text{C}$
- tworzy sole - ortofosforany(V)
- techniczny  $H_3PO_4$  : stężenie - 70%,  $d = 1,5 \text{ g/cm}^3$
- zastosowanie: do otrzymywania nawozów fosforowych, fosforanów, w farmacji

#### ***Kwas ortodwufosforowy(V) ( $H_4P_2O_7$ ):***

- mocny
- nietrwały
- bezbarwny
- $T_f = 61^\circ \text{C}$
- dobrze rozpuszczalny w wodzie
- tworzy dwa rodzaje soli:  $M_4P_2O_7$  i  $M_2H_2P_2O_7$  (M jest na +I st. utl.)
- otrzymywanie: ogrzanie  $H_3PO_4$  do ok.  $250^\circ \text{C}$

#### ***Kwasy chlorowe***

<b><i>Wzór kwasu</i></b>	<b><i>Nazwa kwasu</i></b>	<b><i>Nazwa zwyczajowa</i></b>	<b><i>Wzór strukturalny</i></b>	<b><i>Anion</i></b>
<b><i>HClO</i></b>	<b><i>kwask chlorowy(I)</i></b>	<b><i>kwask podchlorawy</i></b>	<b><i>Cl-O-H</i></b>	<b><i>[ClO]<sup>-</sup></i></b>
<b><i>HClO<sub>2</sub></i></b>	<b><i>kwask chlorowy(III)</i></b>	<b><i>kwask chlorawy</i></b>	<b><i>O=Cl-O-H</i></b>	<b><i>[ClO<sub>2</sub>]<sup>-</sup></i></b>
<b><i>HClO<sub>3</sub></i></b>	<b><i>kwask chlorowy(V)</i></b>	<b><i>kwask chlorowy</i></b>	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  // \\  \text{O} = \text{Cl} - \text{O} - \text{H}  \end{array}  $	<b><i>[ClO<sub>3</sub>]<sup>-</sup></i></b>

$HClO_4$	<i>kwasklorowy(VII)</i>	<i>kwasknadchlorowy</i>	$  \begin{array}{c}  O \\     \\  O=Cl-O-H \\     \\  O  \end{array}  $	$[ClO_4]^-$
----------	-------------------------	-------------------------	---	-------------

### ***Kwas chlorowy(I) (HClO):***

- słaby
- istnieje tylko w rozcieńczonych roztworach wodnych
- rozkłada się na świetle:  $2HClO \rightarrow 2HCl + O_2$
- tworzy trwałe sole

### ***Kwas chlorowy(VII) (HClO<sub>4</sub>):***

- najmocniejszy ze wszystkich znanych kwasów
- bezbarwna, dymiąca, ojeista, higroskopijna ciecz
- parzy skórę
- ogrzany wybucha
- zastosowanie: analiza chemiczna, strącanie jonów  $K^+$ , środek osuszający, produkcja materiałów wybuchowych

### ***Kwasy jodowe***

<i>Wzór kwasu</i>	<i>Nazwa kwasu</i>	<i>Nazwa zwyczajowa</i>	<i>Wzór strukturalny</i>	<i>Anion</i>
$HIO$	<i>kwaskjodowy(I)</i>		$I-O-H$	$IO^-$
$HIO_3$	<i>kwaskjodowy(V)</i>		$  \begin{array}{c}  O=I-O-H \\  // \\  O  \end{array}  $	$IO_3^-$
$HIO_4$	<i>kwaskjodowy(VII)</i> lub <i>metakjodowy(VII)</i>		$  \begin{array}{c}  O \\  \backslash \\  O=I-O-H \\  // \\  O  \end{array}  $	$IO_4^-$
$H_5IO_6$	<i>kwaskorto-kjodowy(VII)</i>	<i>kwasknadk-jodowy</i>	$  \begin{array}{cc}  H & H \\    &   \\  O & O \\  \backslash & / \\  H-O-I=O \\  / & \backslash \\  O & O \\    &   \\  H & H  \end{array}  $	$[IO_6]^{5-}$

**Kwas jodowy(I) (HIO):**

- słaby
- nietrwały
- zielonożółta ciecz
- zapach szafranu
- silne wł. utleniające

**Kwasy krzemowe**

<i>Wzór kwasu</i>	<i>Nazwa kwasu</i>	<i>Wzór strukturalny</i>	<i>Anion</i>
$H_4SiO_4$	<i>kwas ortokrzemowy</i>	$\begin{array}{c} \text{H-O} \quad \text{O-H} \\ \backslash \quad / \\ \text{Si} \\ / \quad \backslash \\ \text{H-O} \quad \text{O-H} \end{array}$	$[SiO_4]^{4-}$
$H_6Si_2O_7$	<i>kwas ortodwukrzemowy</i>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H-O-Si-O-H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H-O-Si-O-H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$[Si_2O_7]^{6-}$
$H_8Si_3O_{10}$	<i>kwas ortotrójkrzemowy</i>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H-O-Si-O-H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H-O-Si-O-H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H-O-Si-O-H} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$[Si_3O_{10}]^{8-}$
$H_2SiO_3$	<i>kwas metakrzemowy</i>	$\begin{array}{c} \text{H-O} \\ \backslash \\ \text{Si=O} \\ / \\ \text{H-O} \end{array}$	$[SiO_3]^{2-}$

### Inne kwasy

<i>Wzór kwasu</i>	<i>Nazwa kwasu</i>	<i>Nazwa zwyczajowa</i>	<i>Wzór strukturalny</i>	<i>Anion</i>
$H_2CO_3$	<i>kwas węglowy</i>		$\begin{array}{c} \text{H-O} \\ \backslash \\ \text{C=O} \\ / \\ \text{H-O} \end{array}$	$[CO_3]^{2-}$
$H_2SeO_4$	<i>kwas selenowy(VI)</i>	<i>kwas selenowy</i>	$\begin{array}{c} \text{H-O} \quad \text{O} \\ \backslash \quad // \\ \text{Se} \\ / \quad \backslash \\ \text{H-O} \quad \text{O} \end{array}$	$[SeO_4]^{2-}$
$H_2SeO_3$	<i>kwas selenowy (IV)</i>	<i>kwas selenawy</i>	$\begin{array}{c} \text{H-O} \\ \backslash \\ \text{Se=O} \\ / \\ \text{H-O} \end{array}$	$[SeO_3]^{2-}$
$H_3BO_3$	<i>kwas borowy lub ortoborowy</i>	<i>kwas borny</i>	$\begin{array}{c} \text{H-O} \\ \backslash \\ \text{B-O-H} \\ / \\ \text{H-O} \end{array}$	$[BO_3]^{3-}$
$(HBO_2)_n$	<i>kwas metaborowy</i>			

#### ***Kwas węglowy ( $H_2CO_3$ ):***

- słaby
- bardzo nietrwały
- w roztworze wodnym utrzymuje się równowaga:  $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$  ze znaczną przewagą  $CO_2$
- tworzy sole:  $M_2CO_3$  i  $MHCO_3$  (M jest na +I st. utl.)
- zastosowanie: do produkcji napojów orzeźwiających

#### ***Kwas selenowy(VI) ( $H_2SeO_4$ ):***

- mocny kwas
- bezbarwne kryształy
- dobrze rozpuszczalny w wodzie
- $T_f = 62,4^\circ C$
- w Temp.  $>T_f$  rozkłada się na  $SeO_3$  i wodę
- bardzo silny utleniacz
- zastosowanie: utleniacz w jubilerstwie i do otrzymywania związków seleno-organicznych

#### ***Kwas borowy ( $H_3BO_3$ ):***

- lekkie, bezbarwne kryształy
- $d = 1,43 \text{ g/cm}^3$

- ogrzany przechodzi w  $(\text{HBO}_2)_n$
- w temp powyżej  $160^\circ \text{C}$  rozkłada się od  $\text{B}_2\text{O}_3$
- w przyrodzie występuje jako sassolin (minerał)
- zastosowanie: produkcja emalii, farb, szlachetnych gat. szkła, w garbarstwie, dodatek do nawozów, konserwacja drewna, działa (rozcieńczony) jako środek bakteriobójczy