

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

- *свойства азотной кислоты и ее солей;*
- *свойства серной кислоты и ее солей;*
- *кислородсодержащие кислоты серы*

МАОУ СОШ № 31

2013 г.

г. Калининград

ОГЛАВЛЕНИЕ

Окислительные свойства азотной кислоты в реакциях с металлами	3
Окислительные свойства азотной кислоты в реакциях с неметаллами	4
Термическое разложение нитратов	5
Окислительные свойства концентрированной серной кислоты в реакциях с металлами	6
Окислительные свойства концентрированной серной кислоты в реакциях с неметаллами	7
Термическое разложение сульфатов	8
Кислородсодержащие кислоты серы	10

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ В РЕАКЦИЯХ С МЕТАЛЛАМИ

- 1) Азотная кислота не взаимодействует с металлами: Au, Pt, W, Ir, Rh, Ta, Zr.
 2) Концентрированная азотная кислота не реагирует с металлами (пассивирует): Fe, Al, Cr, Be, Bi, Co, Nb, Ni, Pb, Th, U, Pa.
 3) При нагревании реагирует с Fe, Al, Cr:



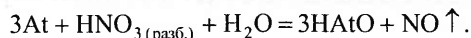
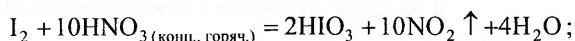
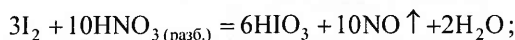
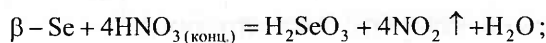
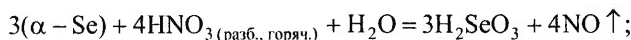
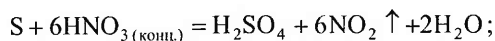
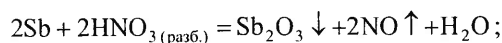
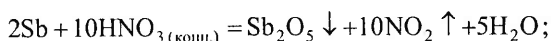
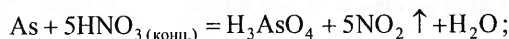
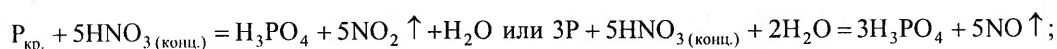
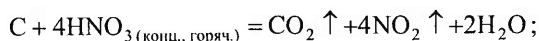
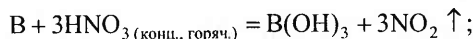
Малоактивные Me; Me средней активности	+ $\text{HNO}_3 (\text{конц.})$	$\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{SnO}_2 \downarrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O};$ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}.$ $\rightarrow \dots + \text{NO}_2 \uparrow$
Очень активные Me	+ $\text{HNO}_3 (\text{конц.})$	$(\text{ЩМe} - \text{NH}_3 \uparrow, \text{N}_2 \uparrow, \text{NH}_4\text{NO}_3).$ $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O};$ $8\text{Li} + 9\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = 8\text{LiNO}_3 + \text{NH}_3 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}.$ $\rightarrow \dots + \text{N}_2\text{O} \uparrow$
Малоактивные Me; Me средней активности	+ $\text{HNO}_3 (\text{разб.})$	$\text{Bi} + 4\text{HNO}_3 (\text{разб.}) = \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Очень активные Ме	+ HNO ₃ (разб.)	$\rightarrow \dots + \text{NH}_4\text{NO}_3$ (очень разб.); $\text{N}_2 \uparrow$ (разб.) (ЩМе – смесь продуктов). $4\text{Ba} + 10\text{HNO}_3 (\text{оч. разб.}) = 4\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O};$ $2\text{K} + 26\text{HNO}_3 (\text{разб.}) = 2\text{KNO}_3 + \text{NO} \uparrow + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 13\text{H}_2\text{O}.$
-------------------	----------------------------	---

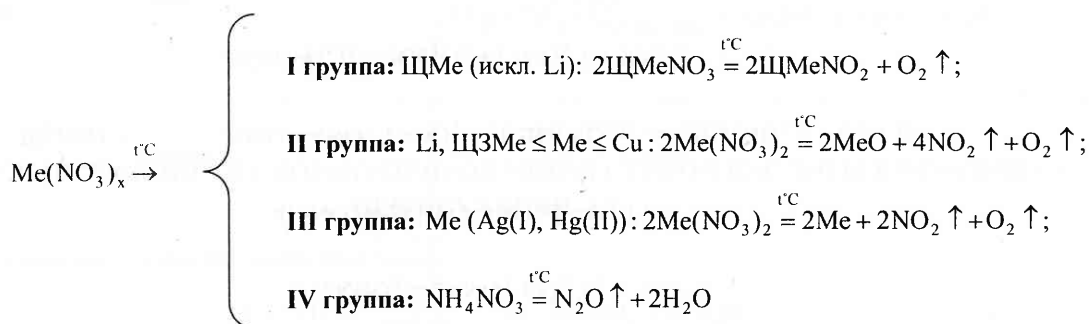
Обозначения. Ме – металл, ЩМе – щелочной металл (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), ЩЗМе – щелочно-земельный металл (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra).

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ В РЕАКЦИЯХ С НЕМЕТАЛЛАМИ

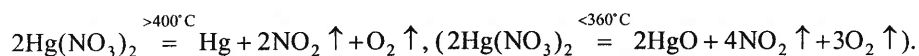
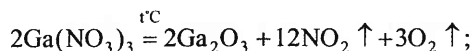
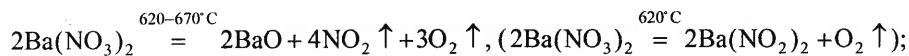
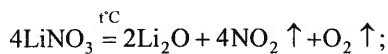
Азотная кислота не реагирует с неметаллами: F₂, Cl₂, Br₂, O₂, H₂, Si, N₂, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn.



ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ НИТРАТОВ



Обозначения. Ме – металл, ЩМе – щелочной металл (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), ЩЗМе – щелочно-земельный металл (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra).



ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ В РЕАКЦИЯХ С МЕТАЛЛАМИ

- 1) Концентрированная серная кислота не взаимодействует с металлами: Au, Pt, W, Ir.
- 2) Концентрированная серная кислота не реагирует с металлами (пассивирует): Be, Bi, Co, Mg, Nb, Th, Np, Pu и Fe, Al, Cr на холоду.
- 3) При нагревании реагирует с Fe, Al, Cr.

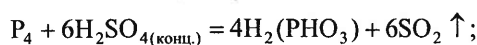
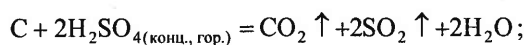
Очень активные Ме	$+ \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow$	$\rightarrow \dots + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
		(Искл. ЩМе: $\text{S} \downarrow$, $\text{SO}_2 \uparrow$ или их смесь даже если кислота разбавленная). $2\text{Li} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 2\text{LiHSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O};$ $8\text{K} + 6\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб., холод.})} = 4\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + 6\text{H}_2\text{O}.$

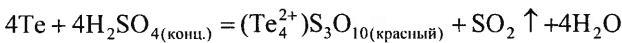
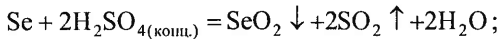
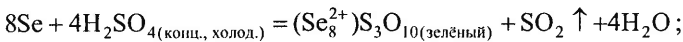
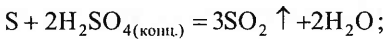
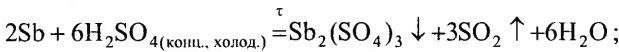
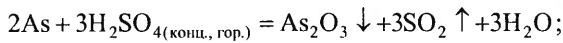
Продолжение таблицы на странице 7

Ме средней активности (Zn, Fe)	$+ \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow$	$\rightarrow \dots + \text{S} \downarrow$
		(Как примеси, в реакции с цинком попутно выделяется $\text{H}_2\text{S} \uparrow$, а в реакции с железом – $\text{SO}_2 \uparrow$). $3\text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 3\text{ZnSO}_4 + \text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или другой возможный вариант реакции: $4\text{Zn} + 5\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 4\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}.$
Ме средней активности (Al, Mn, Pb, Sn, Ge) Малоактивные Ме		$\rightarrow \dots + \text{SO}_2 \uparrow$ $\text{Mn} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{MnSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O};$ $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц., горяч.})} = \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}.$

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ В РЕАКЦИЯХ С НЕМЕТАЛЛАМИ

Концентрированная серная кислота окисляет многие неметаллы.





ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ СУЛЬФАТОВ

$\text{Me}_x(\text{SO}_4)_y \xrightarrow{t^\circ\text{C}}$	ЩMe ₂ SO ₄ , Tl ₂ SO ₄	Плавятся без разложения.
	Сульфаты металлов средней активности и некоторых металлов малой активности	Образуется соответствующий оксид: $2\text{CuSO}_4 \overset{653-720^\circ\text{C}}{=} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow;$ $2\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \overset{770-860^\circ\text{C}}{=} 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{O}_2 \uparrow.$
	Сульфаты переходных металлов	Образуется оксид, в котором металл проявляет более высокую степень окисления (при более высоких температурах, т. к. при более низких

		температурах, когда начинается разложение соли, образуются иные продукты реакции): $2\text{FeSO}_4 \overset{300^\circ\text{C}}{=} 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)\text{O} + \text{SO}_3;$ $4\text{FeSO}_4 \overset{700^\circ\text{C}}{=} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow.$ $2\text{Cr}(\text{SO}_4)_3 \overset{>700^\circ\text{C}}{=} 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{O}_2 \uparrow.$
	Сульфаты наиболее тяжелых металлов (Ag, Hg)	Разлагаются до соответствующего металла: $\text{Ag}_2\text{SO}_4 \overset{t^\circ\text{C}}{=} 2\text{Ag} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow.$

О б о з н а ч е н и я. Me – металл, ЩMe – щелочной металл (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ КИСЛОТЫ СЕРЫ

Название кислоты	Эмпирическая формула	Вероятные структурные формулы
Оксись сульфана	H_2SO	$\begin{array}{c} H \\ \diagup \\ S=O \\ \diagdown \\ H \end{array} \rightleftharpoons H-S-OH$
Сульфоксиловая кислота	H_2SO_2	$\begin{array}{c} OH \\ \diagup \\ S \\ \diagdown \\ OH \end{array} \rightleftharpoons H-S(=O)-OH$
Оксись дисульфана	H_2S_2O	$H-S-S-OH \rightleftharpoons HS-S(=O)-H$
Тиосернистая кислота	$H_2S_2O_2$	$HO-S-S-OH \rightleftharpoons HO-S-S(=O)-H$
Дитионистая кислота	$H_2S_2O_4$	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S(=O)-H \\ \diagdown \\ O \end{array}$
—	$H_2S_2O_4$	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ H-S-O-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ H-S-O-S(=O)-H \\ \parallel \\ O \end{array}$
—	$H_2S_3O_2$	$HO-S-S-S-OH \rightleftharpoons HO-S-S-S(=O)-H$
—	$H_2S_4O_2$	$HO-S-S-S-S-OH \rightleftharpoons HO-S(=O)-S-S-S-SH$
—	$H_2S_4O_3$	$HO-S-S-S-S-OH \rightleftharpoons \begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S-S-S(=O)-H \\ \parallel \\ O \end{array}$
—	$H_2S_4O_3$	$HO-S-S-O-S-S-OH \rightleftharpoons \begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S-O-S-SH \\ \parallel \\ O \end{array}$

—	$H_2S_4O_4$	$\begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S-S-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S-S-S(=O)-H \\ \parallel \\ O \end{array}$
—	$H_4S_2O_3$	$HO-S-O-S-OH \rightleftharpoons HO-S(=O)-O-SH$
Тиосерная кислота	$H_2S_2O_3$	$\begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S(=O)-OH \\ \diagdown \\ HS \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-S(=O)-S \\ \diagdown \\ HO \end{array}$
Гипосернистая кислота	$H_2S_2O_5$	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S(=O)-H \\ \parallel \\ O \end{array}$
Гипосернистая кислота	$H_2S_2O_5$	$\begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-O-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} HO \\ \diagup \\ S-O-S(=O)-H \\ \parallel \\ O \end{array}$
Оксись трисульфана	H_2S_3O	$H-S-S-S-OH \rightleftharpoons H-S-S-S(=O)-H$
Дитионовая кислота	$H_2S_2O_6$	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-O-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array}$
Тритионовая кислота	$H_2S_3O_6$	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S-S(=O)-OH \\ \parallel \\ O \end{array}$
Тетратионовая кислота	$H_2S_4O_6$	$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S-S-S-OH \\ \parallel \\ O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ HO-S-S-S-S(=O)-OH \\ \parallel \\ O \end{array}$

Пентатионовая кислота	$\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$	$\begin{array}{c} \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{S}-\text{S}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{OH} \rightleftharpoons \\ \rightleftharpoons \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{S}-\text{S}-\overset{\overset{\text{OH}}{\parallel}}{\text{S}}=\text{O} \end{array}$
Гексатионовая кислота	$\text{H}_2\text{S}_6\text{O}_6$	$\begin{array}{c} \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{S}-\text{S}-\text{S}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{OH} \rightleftharpoons \\ \rightleftharpoons \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{S}-\text{S}-\overset{\overset{\text{OH}}{\parallel}}{\text{S}}=\text{O} \end{array}$
Сернистая кислота	H_2SO_3	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{S}=\text{O} \rightleftharpoons \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}=\text{S} \\ \text{HO} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$
—	$\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_8$	$\begin{array}{c} \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{OH} \rightleftharpoons \\ \rightleftharpoons \text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{H} \end{array}$
Серная кислота	H_2SO_4	$\text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}=\text{O}$
Двусерная кислота	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	$\text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{O}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{OH}$

Составитель: Павлютенко Андрей Игорьевич

Пособие содержит некоторые справочные материалы по свойствам азотной и серной кислот и их солей, а также обзор кислородсодержащих кислот серы