

# МИНЕРАЛЬНЫЕ КИСЛОТЫ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПРОСТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

## РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →

### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

| Li   | Cs              | K              | Ba               | Ca               | Na              | Mg               | Al               | Zn               | Fe               | Co               | Ni               | Sn               | Pb               | H <sub>2</sub> | Cu               | Ag              | Hg               | Pt               | Au               |
|--|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| -3,04  | -3,01           | -2,92          | -2,90            | -2,87            | -2,71           | -2,36            | -1,66            | -0,76            | -0,44            | -0,28            | -0,25            | -0,14            | -0,13            | 0              | +0,34            | +0,80           | +0,85            | +1,28            | +1,5             |
| Li <sup>+</sup>  | Cs <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | 2 H            | Cu <sup>2+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | Pt <sup>2+</sup> | Au <sup>3+</sup> |
| Восстановительная активность металлов (свойство отдавать электроны) уменьшается, а окислительная способность их катионов (свойство присоединять электроны) увеличивается в указанном ряду слева направо. |                 |                |                  |                  |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                |                  |                 |                  |                  |                  |

**активные**

**средней активности**

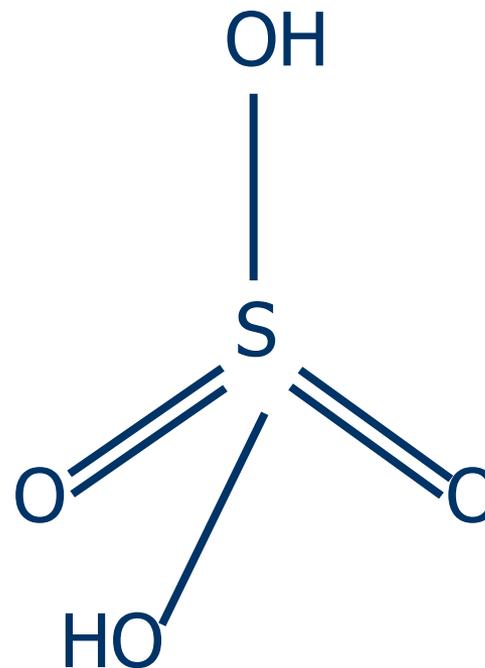
**малоактивные**

**| благородные**

# Серная кислота

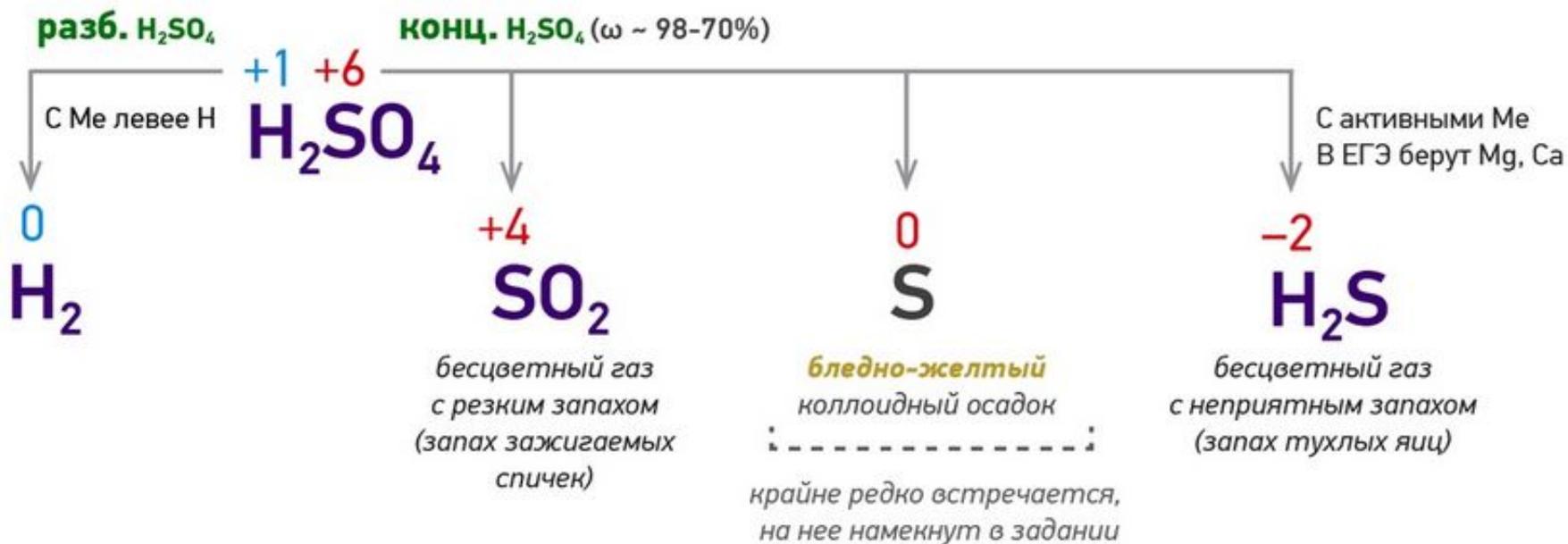
$\text{H}_2\text{SO}_4$  – бесцветная  
вязкая маслянистая  
жидкость, плотность  
 $1,84 \text{ г/см}^3$ , т. пл.  $10,4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Хорошо растворяется в  
воде, очень  
гигроскопична



# Серная кислота

Берем более активный металл –  
получаем продукт с меньшей  $\text{CO}$   
у серы



# Серная кислота

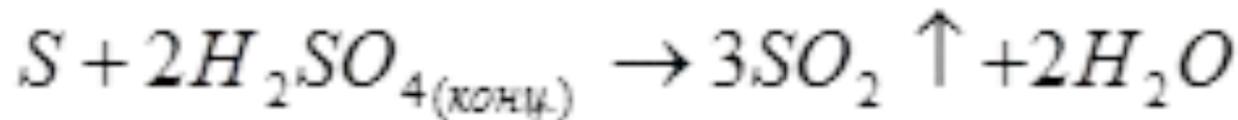
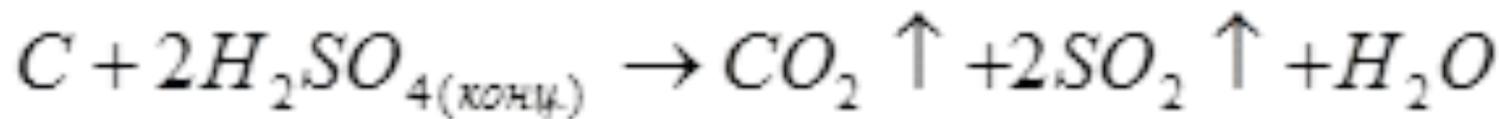
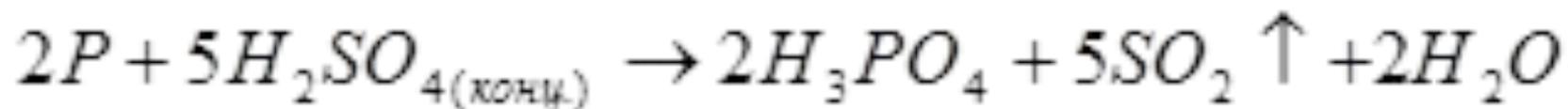
| В ряду напряжения до $H_2$       |   | В ряду напряжения после $H_2$ |                                 |
|----------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|
| разбавленная                     | концентрированная   | разбавленная                  | концентрированная               |
| $H_2$ ;<br>(Pb<br>пассивируется) | $SO_2$ чаще (как правило);<br>$S$ (середина ряда) $H_2S$ (начало<br>ряда) – для активных металлов,<br>напр., Zn;<br>(Fe, Al, Cr на холоду<br>пассивируются) | Не реагируют                  | $SO_2$<br>(Pt, Au не реагируют) |

# Серная кислота



# Серная кислота

**с неметаллами**



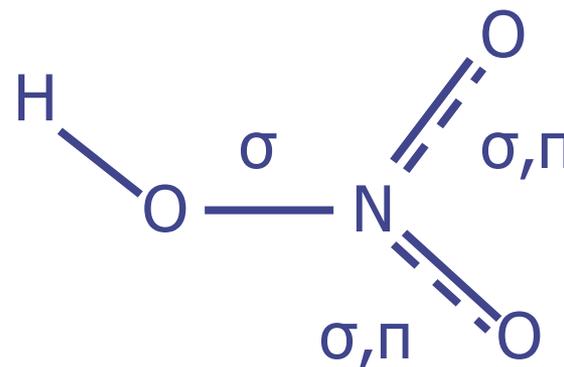
# Азотная кислота

– бесцветная летучая  
жидкость с резким запахом,  
«дымит» на воздухе,  
т. пл.  $-41,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  
т. кип.  $+82,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  
гигроскопична,  
неогранич. растворима в воде.

– сильная к-та:



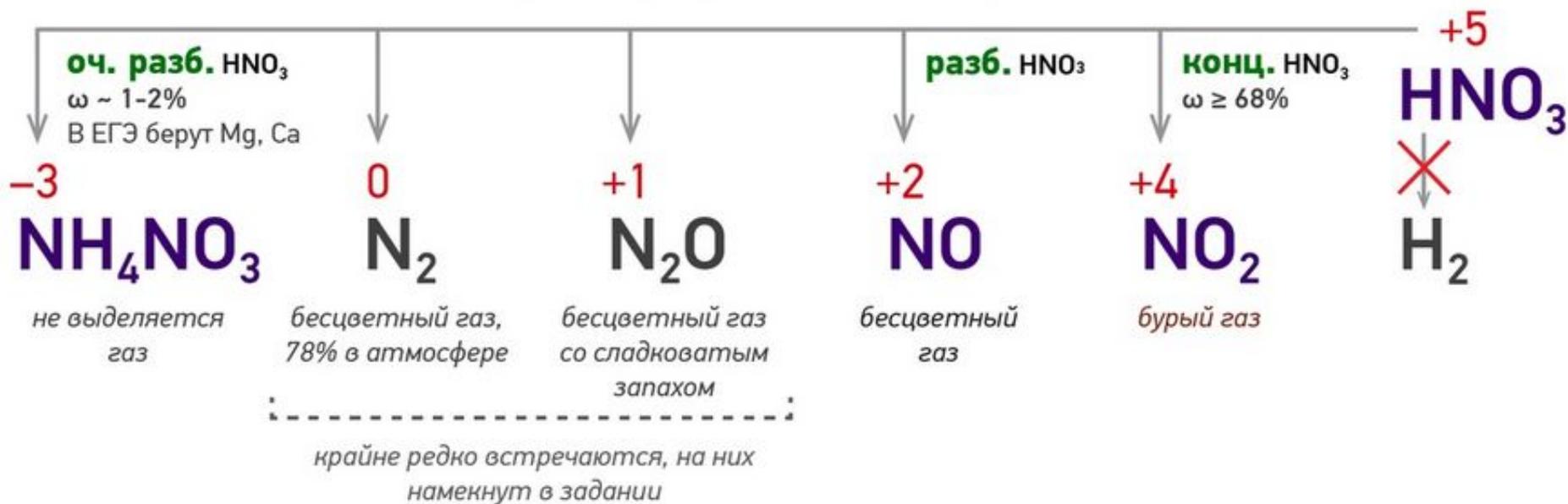
– на свету разлагается:



# Азотная кислота



Разбавляем кислоту, берем более активный металл – получаем продукт с меньшей СО у азота



# Азотная кислота

| Активные Ме<br>(Ca, Mg, Zn) |                       |       | Ме средней активности<br>(Fe, Cr, Ni) |                  |               | Малоактивные Ме<br>(Pb, Cu, Hg, Ag) |                              | Благородные Ме<br>(Au, Pt, Os, Ir, W) |
|-----------------------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| оч. разб.                   | разб.                 | конц. | оч. разб.                             | разб.            | конц.         | разб.                               | конц.                        |                                       |
| $NH_4NO_3$                  | $N_2O$ чаще;<br>$N_2$ | $NO$  | $NH_4NO_3$ ;<br>$N_2$ реже            | $NO$ ;<br>$N_2O$ | пассивируются | $NO$                                | $NO_2$<br>(Pb пассивируется) | не реагируют                          |

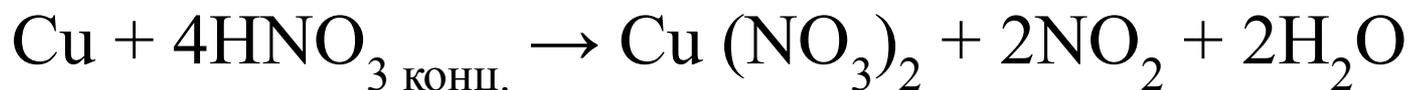
# Азотная кислота

Состав продуктов восстановления азотной кислоты металлами

| Me                               | Li, Cs, Rb, K, Ba, Sr,<br>Ca*, Na, Mg*, Al* | Mn*, Zn, Cr*, Fe*, Cd,<br>Co*, Ni*, Sn, Pb* | Bi*, Cu, Ru, Hg, Ag,<br>Rh, Pd | Ir, Pt, Au  |
|----------------------------------|---|---|--------------------------------|-------------|
|                                  | Активные                                    | Средней активности                          | Малоактивные                   | Благородные |
| <b>w(HNO<sub>3</sub>), %</b>     |   |   |                                |             |
| Больше 80%<br>(очень конц. р-ры) | <b>NO<sub>2</sub></b>                       | <b>NO<sub>2</sub></b>                       | <b>NO<sub>2</sub></b>          | —           |
| 45–75% (конц. р-ры)              | <b>N<sub>2</sub>O</b>                       | <b>NO</b>                                   | <b>NO<sub>2</sub></b>          | —           |
| 10–40% (разб. р-ры)              | <b>N<sub>2</sub></b>                        | <b>N<sub>2</sub>O</b>                       | <b>NO</b>                      | —           |
| Меньше 5%<br>(оч. разб. р-ры)    | <b>NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub></b>         | <b>N<sub>2</sub></b>                        | —                              | —           |

\* Металлы, пассивирующиеся в очень концентрированных растворах азотной кислоты.

# Азотная кислота



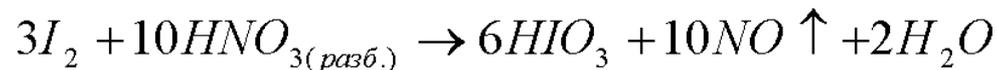
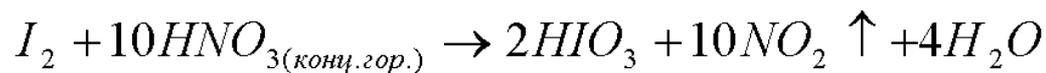
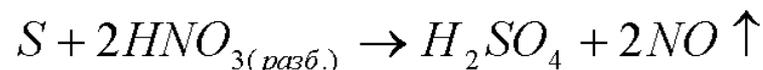
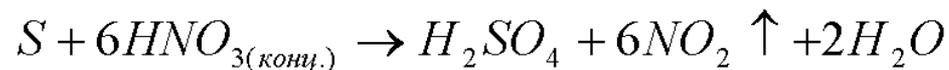
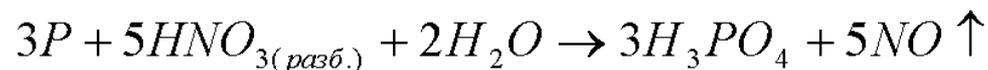
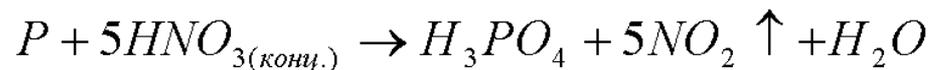
# Царская водка



# Азотная кислота

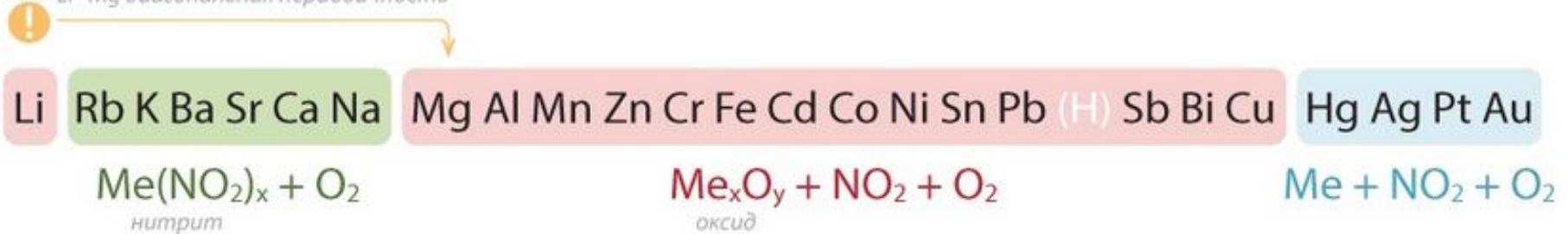
из неметалла образуется соответствующая кислота, а  $HNO_3$ : конц. –  $NO_2$   
разб. –  $NO$

например:

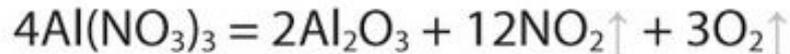


# Термическое разложение нитратов

Li-Mg диагональная периодичность



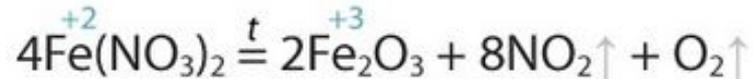
## Типичные примеры



реакция с двумя окислителями

## Исключения

Если в нитрате металл проявляет низшую положительную степень окисления, то образуется оксид металла в более высокой стабильной степени окисления.



Разложение нитрата аммония обычно записывают так:

