

# Оксид фосфора

---

□ **Пентаоксид фосфора**  
(фосфорный ангидрид,  
пятиокись фосфора, оксид (V)  
фосфора —  $P_2O_5$ , кислотный  
ОКСИД.

# СТРОЕНИЕ

- Пары оксида фосфора (V) имеют состав  $P_4O_{10}$ . Твердый оксид склонен к полиморфизму. Существует в аморфном стекловидном состоянии и кристаллическом. Для кристаллического состояния известны две метастабильные модификации пентаоксида фосфора - гексагональная H-форма ( $a = 0,744$  нм,  $\beta = 87^\circ$ , пространств, гр. R3C) и орторомбическая O-форма ( $a = 0,923$  нм,  $b = 0,718$  нм,  $c = 0,494$  нм, пространств, гр. Pнат), а также одна стабильная орторомбическая O'-форма ( $a = 1,63$  нм,  $b = 0,814$  нм,  $c = 0,526$  нм, пространств, гр. Fdd2). Молекулы  $P_4O_{10}$  (H-форма) построены из 4 групп  $PO_4$  в виде тетраэдра, вершины которого занимают атомы фосфора, 6 атомов кислорода располагаются вдоль ребер, а 4 - по оси третьего порядка тетраэдра. Эта модификация легко возгоняется ( $360^\circ\text{C}$ ) и активно взаимодействует с водой.
- Другие модификации имеют слоистую полимерную структуру, также построенную из тетраэдров  $PO_4$ , объединенные в 10-членные (O-форма) и 6-членные (O'-форма) кольца. Эти модификации имеют более высокую температуру возгонки ( $\sim 580^\circ\text{C}$ ) и менее химически активны. H-форма переходит в O-форму при  $300-360^\circ\text{C}$ .

Химическая формула-  $P_2O_5$

Отн. молек. масса 283.889 а. е. м

. Молярная масса 283.889 г/моль

Температура плавления 420°C(Н-форма), 569  
(О-форма)

°C Температура кипения возгоняется при 359  
(Н-форма)

°C Плотность вещества 2.39 г/см<sup>3</sup>

Растворимость реагирует г/100 мл

Состояние (ст.усл) белый порошок Энтальпия  
(ст.усл) -3010,1 КДж/моль номер CAS

[1314-56-3] ( $P_2O_5$ )

[16752-60-6] ( $P_4O_{10}$ )

# СВОЙСТВА

- $\text{P}_4\text{O}_{10}$  очень активно взаимодействует с водой (Н-форма поглощает воду даже со взрывом), образуя смеси фосфорных кислот, состав которых зависит от количества воды и других условий:
- $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} (\text{ж}) \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$  (-177 кДж)
- Он также способен извлекать воду из других соединений, представляя собой сильное дегидратирующее средство:
- $2\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{HPO}_3 + \text{N}_2\text{O}_5$ ;
- $4\text{HClO}_4 + \text{P}_4\text{O}_{10} \rightarrow (\text{HPO}_3)_4 + 2\text{Cl}_2\text{O}_7$ .
- Оксид фосфора (V) широко применяется в органическом синтезе. Он реагирует с амидами, превращая их в нитрилы:
- $\text{P}_4\text{O}_{10} + \text{RC}(\text{O})\text{NH}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_9(\text{OH})_2 + \text{RCN}$
- Карбоновые кислоты переводит в соответствующие ангидриды:
- $\text{P}_4\text{O}_{10} + \text{RCO}_2\text{H} \rightarrow \text{P}_4\text{O}_9(\text{OH})_2 + [\text{RC}(\text{O})]_2\text{O}$
- Также взаимодействует со спиртами, эфиром, фенолами и другими органическими соединениями. При этом происходит разрыв связей P—O—P и образуются фосфорорганические соединения. Реагирует с NH<sub>3</sub> и с галогеноводородами, образуя фосфаты аммония и оксигалогениды фосфора:
- $\text{P}_4\text{O}_{10} + 8\text{PCl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 12\text{Cl}_3\text{PO}$
- При сплавлении  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  с основными оксидами образует различные твердые фосфаты, природа которых зависит от условий реакции.
-

# ПОЛУЧЕНИЕ

- Оксид фосфора(V) получают сжиганием фосфора. Технологический процесс происходит в камере сжигания и включает в себя окисление элементарного P предварительно осушенным воздухом, осаждение  $P_4O_{10}$  и очистку отходящих газов. Очищают полученный пентаоксил возгонкой.
- $P_4 + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10} + 24534,6 \text{ кДж.}$
- Технический продукт имеет вид белой снегообразной массы состоящей из смеси разных форм P O

# ПРИМЕНЕНИЕ

---

- $P_4O_{10}$  применяют как осушитель газов и жидкостей. Также он является промежуточным продуктом в производстве ортофосфорной кислоты  $H_3PO_4$  термическим способом.
- Широко используется в органическом синтезе в реакциях дегидратации и конденсации.





