

# Фосфор



# Физические свойства белого фосфора

Воскообразное вещество

Прозрачное вещество

Образуется при конденсации паров Фосфора

Имеет характерный запах

Фосфор в жидком и растворенном состоянии, а также в парах до  $800^{\circ}\text{C}$  состоит из молекул  $\text{P}_4$ .

При нагревании выше  $800^{\circ}\text{C}$  молекулы диссоциируют:  $\text{P}_4 = 2\text{P}_2$ .

При температуре выше  $2000^{\circ}\text{C}$  молекулы распадаются на атомы.

# Важнейшие соединения

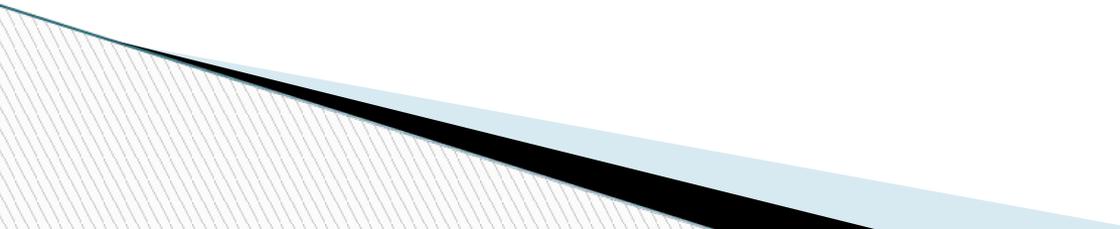
- ▣ **Оксид фосфора(V)**,  $P_2O_5$  или фосфорный ангидрид- белое кристаллическое вещество. Фосфорный ангидрид жадно поглощает воду, при этом в зависимости от соотношения числа молекул воды и оксида фосфора (V)  $P_2O_5$  образуется несколько типов фосфорных кислот: мета- и ортофосфорная, **дифосфорная**, а также большая группа полифосфорных кислот.
- ▣ **Оксид фосфора(III)**,  $P_2O_3$  - бесцветное, кристаллическое, очень ядовитое вещество с неприятным запахом,  $T_{пл} 23,8^\circ C$ . По аналогии с оксидом фосфора (V) образует молекулы  $P_4O_6$ . С водой образует фосфористые кислоты.
- ▣ **Ортофосфористая кислота**,  $H_3PO_3$  - слабая двухосновная кислота, сильный восстановитель. Ее особенность - только два атома водорода способны замещаться на металл, соли называются фосфитами. При нагревании ее в водном растворе выделяется водород:  
$$H_3PO_3 + H_2O = H_3PO_4 + H_2$$

- ▣ **Фосфиновая кислота**, (устар. фосфорноватистая)  $\text{H}_3\text{PO}_2$ , бесцветные кристаллы, расплывающиеся на воздухе и хорошо растворимые в воде. В промышленности получается при кипячении белого фосфора с водной суспензией шлама  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Образовавшийся гипофосфит кальция обрабатывают сульфатом натрия или раствором серной кислоты с целью получения гипофосфита натрия или свободной кислоты.
- ▣ **Трихлорид фосфора**,  $\text{PCl}_3$  - жидкость с резким неприятным запахом, дымящая на воздухе.  $T_{\text{кип}} 75,3^\circ \text{C}$ ,  $T_{\text{пл}} -40,5^\circ \text{C}$ . В промышленности его получают пропусканием сухого хлора через суспензию красного фосфора в  $\text{PCl}_3$ .
- ▣ **Пентахлорид фосфора**,  $\text{PCl}_5$  - светло-желтое с зеленоватым оттенком кристаллическое вещество с неприятным запахом.
- ▣ **Водородные соединения**: фосфористый водород  $\text{PH}_3$  (фосфин) бесцветный газ с характерным запахом чеснока, обычно в качестве примеси он содержит следы более активного дифосфина ( $\text{P}_2\text{H}_4$ ) и поэтому самовоспламеняется на воздухе при комнатной температуре.

# Нахождение в природе

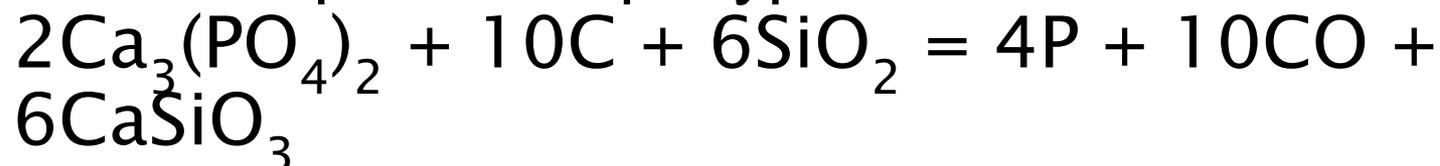
Фосфор - один из самых распространённых элементов земной коры, его содержание составляет 0,08-0,09 % её массы. В свободном состоянии не встречается из-за высокой химической активности. Образует около 190 минералов, важнейшими из которых являются апатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , фосфорит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и другие. Фосфор содержится во всех частях зелёных растений, ещё больше его в плодах и семенах. Содержится в животных тканях, входит в состав белков и других важнейших органических соединений (АТФ), является элементом жизни.

# Химические свойства белого фосфора

- На воздухе светится в темноте
  - При горении белого фосфора образуется фосфорный ангидрид
  - Фосфор взаимодействует с галогенами и серой, азотной кислотой, со щелочами
  - Может быть как восстановителем, так и окислителем
- 

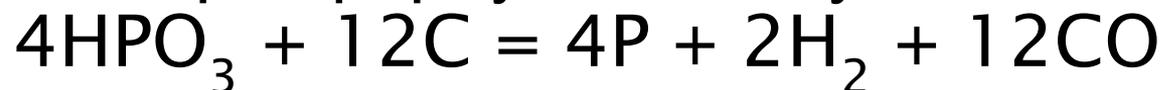
# Получение

Фосфор получают из апатитов или фосфоритов в результате взаимодействия с коксом и песком при температуре 1500°C:



Образующиеся пары белого фосфора конденсируются в приёмнике под водой.

Вместо фосфоритов восстановлению можно подвергнуть и другие соединения, например, метафосфорную кислоту:



# Применение

В настоящее время в спичках белый фосфор не используется (хотя красный до сих пор входит в состав обмазки спичечного коробка), зато соединения фосфора имеют огромное значение в производстве удобрений, ядохимикатов и полупроводниковых соединений.

Белый фосфор ядовит, смертельная доза для человека составляет примерно 0,2 грамма.