


# Фосфор, строение, свойства

Фосфор – элемент жизни и мысли.

*А.Е. Ферсман*

Не нужен университет,  
Ни Кембридж, и ни Оксфорд,  
Чтобы узнать: латинской «P»  
Обозначают ...

A stylized, dark teal silhouette of a mountain range is positioned in the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the center.

# Паспортные данные фосфора

- ◆ Перечислите элементы V группы.
- ◆ Охарактеризуйте фосфор по положению в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.
- ◆ Опишите электронное строение атома фосфора.
- ◆ В чем сходство и различие в строении атомов азота и фосфора?
- ◆ Назовите возможные степени окисления фосфора.
- ◆ Напишите формулу его высшего оксида, укажите его характер.
- ◆ Напишите формулу гидроксида фосфора, укажите его характер.
- ◆ Напишите формулу летучего водородного соединения фосфора.
- ◆ У какого элемента сильнее выражены неметаллические свойства: а) азот, фосфор, мышьяк; б) кремний, фосфор, сера?



Фосфор впервые получил в 1669 г. алхимик из Гамбурга Хеннинг Бранд. Подобно другим алхимикам, он пытался получить философский камень. Однажды ему пришло в голову выпарить воду из мочи, которая в большом количестве скапливалась в ямах около солдатских казарм. Он смешал полученный сухой остаток с углем и песком, прокалил и... в реторте оказалось удивительное, светящееся в темноте вещество, которое он назвал «холодным огнем».

Свое название фосфор получил за способность светиться в темноте (греч. фосфор означает «светоносный»).

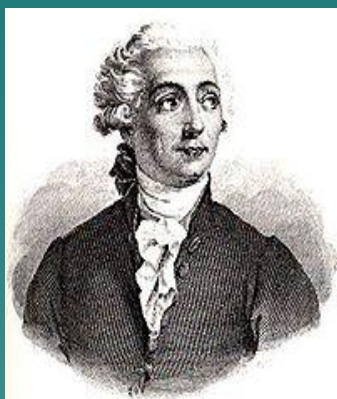
Вскоре Ю. Ган и К Шееле доказали, что в костях содержится много фосфора. Немного позже Ж. Пруст и М. Клапрот, исследуя различные природные соединения, доказали, что фосфор широко распространен в земной коре, главным образом в виде фосфата кальция.



К.В. Шееле  
(1742–1786)

В начале 70-х гг. XVIII в. великий французский ученый А. Лавуазье, сжигая фосфор в замкнутом объеме воздуха, доказал, что фосфор – самостоятельный химический элемент.

В 1799 г. было доказано, что соединения фосфора необходимы для нормального развития растений.



**Антуан Лоран  
Лавуазье**

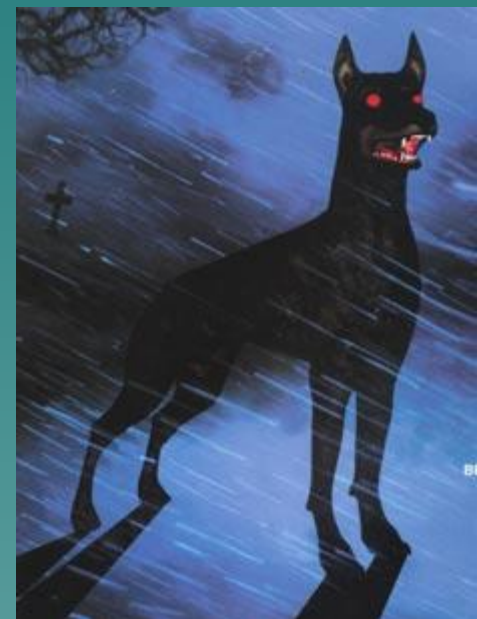
В 1847 г. немецкий химик Шретер получил красный фосфор. В 1934 г. американский ученый Бриджмен выделил черный фосфор. Впоследствии были выделены фиолетовый и коричневый фосфор.



Бриджмен

«Да! Это была собака, огромная, черная как смоль... Из ее отверстой пасти вырывалось пламя, глаза метали искры, по морде и загривку переливался мерцающий огонь. Ни в чьем воспаленном мозгу не могло бы возникнуть видение более страшное, более омерзительное, чем это адское существо, выскочившее на нас из тумана... Его огромная пасть все еще светилась голубоватым пламенем, глубоко сидящие дикие глаза были обведены огненными кругами. Я дотронулся до этой светящейся головы и, отняв руку, увидел, что мои пальцы тоже засветились в темноте. «Фосфор», – сказал я».

Изучите аллотропные модификации фосфора и найдите ошибку в тексте. Заполните таблицу.



# Аллотропные модификации фосфора

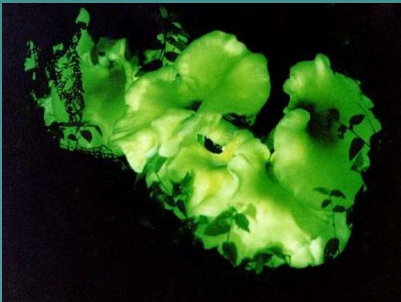
Характеристика вещества	Белый фосфор	Красный фосфор
Кристаллическая решетка		
Цвет		
Запах		
Растворимость в воде		
Растворимость в сероуглероде		
Химическая активность		
Свечение		
Действие на организм		



# Аллотропия фосфора

Фосфор

Белый фосфор



Красный фосфор

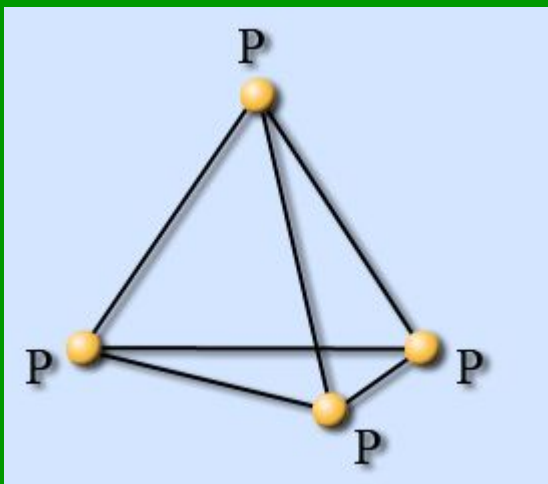


Черный фосфор





# Белый фосфор



Наиболее распространен белый, или желтый, фосфор. Белый фосфор имеет молекулярную решетку, в узлах которой находятся тетраэдрические молекулы P<sub>4</sub>.

Это очень реакционноспособное, мягкое воскообразное вещество бледно-желтого цвета, с неприятным чесночным запахом, растворимое в сероуглероде и бензоле,

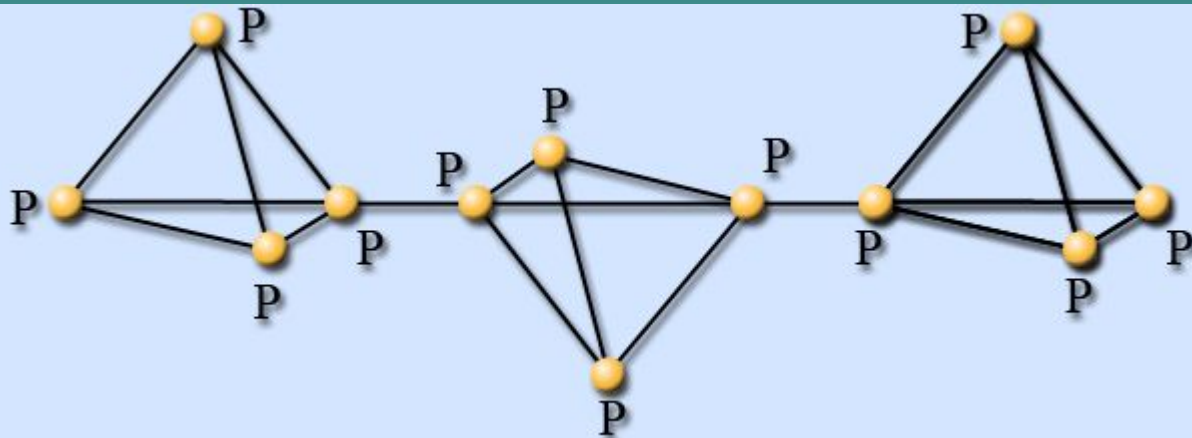
нерастворимое в воде. Очень ядовит. Воспламеняется при трении, обладает уникальной способностью светиться в темноте за счет медленного окисления.

Температура плавления – 44°C. В лаборатории его хранят под слоем воды. Смертельная доза – 0,1 г.



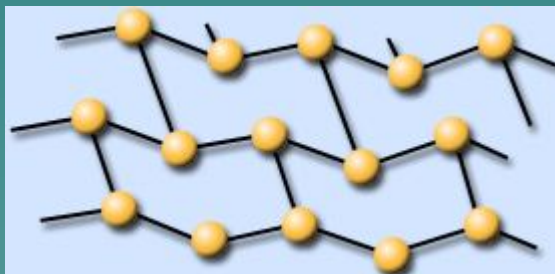
# Красный фосфор

Аморфный темно-малиновый порошок без запаха. Менее активен, чем белый фосфор, нерастворим в воде и сероуглероде, не светится в темноте и не самовоспламеняется, абсолютно безвреден. Температура возгорания – 260°C.

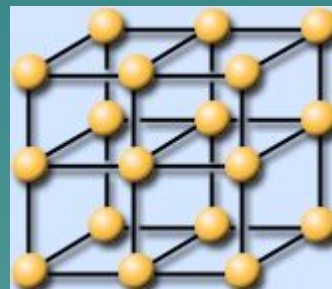


# Черный фосфор

Имеет атомную кристаллическую решетку. По внешним признакам черный фосфор напоминает графит, имеет металлический блеск, обладает электропроводностью и теплопроводностью, довольно твердый. Наименее активный из всех модификаций.

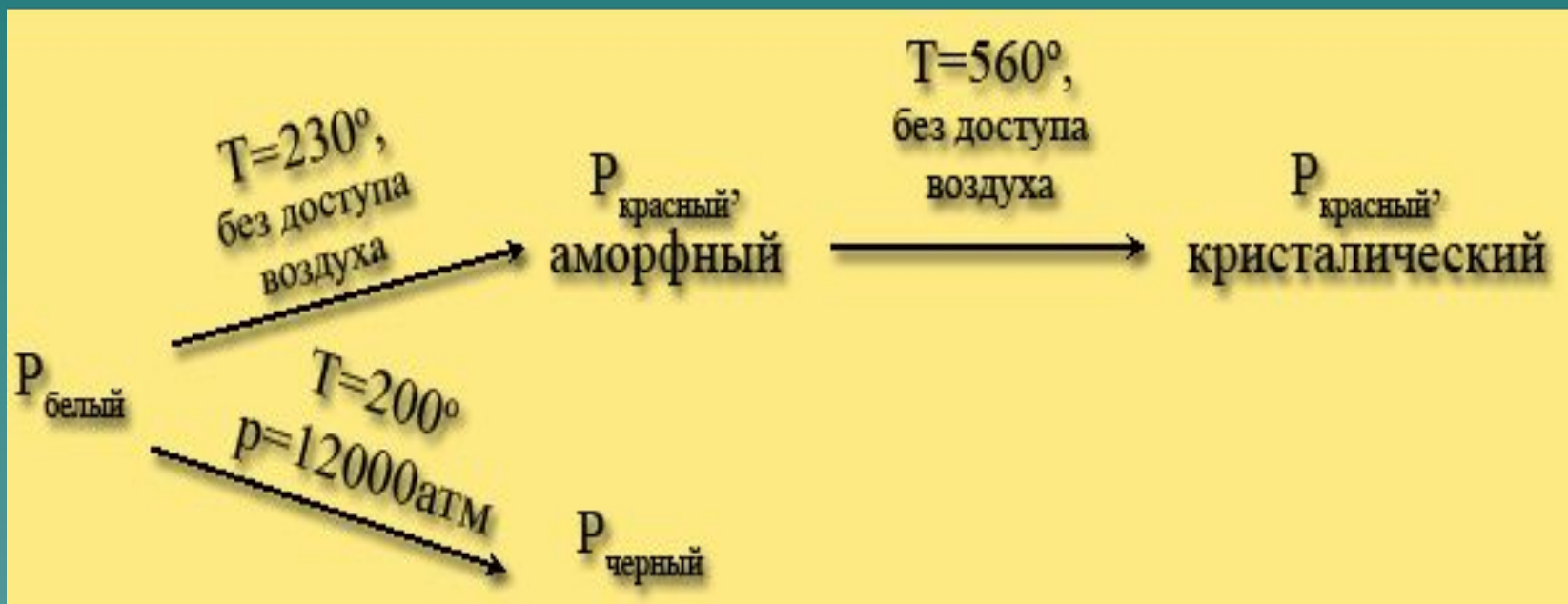


Ромбическая  
модификация



Кубическая  
модификация

# Схема получения красного и черного фосфоров



# Фосфор в природе

Фосфор встречается в природе только в связанном состоянии. Массовая доля фосфора в земной коре – около 0,12%.

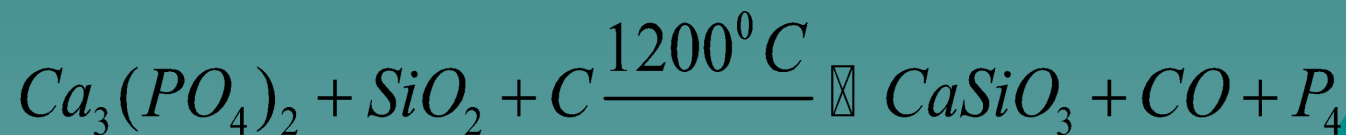
Важнейшие минералы:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – фосфорит;

$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  – гидроксиапатит;

$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  – фторапатит.

В 1806 г. Ф. Велер предложил получение фосфора из фосфата кальция, песка и угля. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции с электронным балансом:



# Химические свойства

Допишите уравнения реакций. Какую роль выполняет фосфор в этих реакциях? Составьте электронный баланс к данным реакциям.

- ♦ Взаимодействие с активными металлами:



- ♦ Взаимодействие с кислородом:



- ♦ Взаимодействие с бертолетовой солью:



# Биологическое значение

- ◆ По содержанию в организме человека фосфор относится к макроэлементам ( $w(P) = 0,95\%$ ).
- ◆ Фосфор входит в состав костной, нервной и мозговой тканей, крови, молока.
- ◆ Фосфором богаты яйца, мясо, молоко, хлеб.
- ◆ Почти все важнейшие физиологические процессы, происходящие в организме человека, связаны с превращениями соединений фосфора.

Следите за своим здоровьем!



# Применение фосфора

- ◆ Более половины объема мирового производства фосфора перерабатывается в соединения, используемые в синтетических моющих средствах.
- ◆ Соединения фосфора используют для получения антикоррозионных добавок к маслам и горючему для автомобилей.
- ◆ Сульфиды фосфора стали необходимы в сражении с ржавчиной в металлургии.
- ◆ Фосфор используется при производстве спичек.
- ◆ Фосфор нужен для получения фосфористой бронзы.

# Станция поэтическая

Я светоносный элемент.  
Я спичку вам зажгу в момент.  
Сожгут меня – и под водой  
Я сразу стану кислотой.

Запишите уравнения реакций, о которых идет речь в этом стихотворении.

# Станция контрольная

- ◆ 1. Сколько электронов в атоме фосфора находится на внешнем энергетическом уровне?  
1) 2 ; 2) 3; 3) 5; 4) 15.
- ◆ 2. Число нейтронов в ядре атома  $^{31}\text{P}$ :  
1) 5; 2) 15; 3) 16; 4) 31.
- ◆ 3. Максимальная степень окисления фосфора в соединениях равна:  
1) +6; 2) +5; 3) +3; 4) +4.
- ◆ 4. При взаимодействии фосфора с активными металлами образуются соединения, в которых его степень окисления равна:  
1) -3; 2) 0; 3) +3; 4) +5.
- ◆ 5. Среди перечисленных элементов V группы типичным неметаллом является:  
1) фосфор; 2) мышьяк; 3) сурьма; 4) висмут.
- ◆ 6. В соединениях  $\text{PH}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$  фосфор имеет степени окисления, соответственно равные:  
1) +3; +5; -3; 2) -3; +5; +3; 3) -3; +3; +5; 4) +3; -5; -3.

# Домашнее задание

§ 28 № 3, 4.

Тетрадь на печатной основе, с. 113, № 1–4.