

- ✓Что такое фосфор
- ✓История происхождения
- ✓Свойства и аллотропные изменения
 - Белый фосфор
 - Желтый фосфор
 - Красный фосфор
 - Чёрный фосфор
- ✓Фосфор в природе и его промышленная добыча
- ✓Применение

Проект

Фосфор

Выполнили ученики 10 класса
Бурдюк ,Власенко ,Черненко

Что такое «Фосфор»

Фосфор (P) – довольно распространённый химический элемент на нашей планете, но несмотря на это в природе в свободном виде практически не встречается. Всё дело в том, что фосфор обладает высокой химической активностью и вступает в реакции практически со всеми химическими элементами, образуя сто девяносто минералов, самым важным из которых является апатит. Своё название он получил от двух греческих слов – «свет» и «несу», то есть «светоносный». А вот латинское название этого элемента звучит как *Phosphorus*. Однако есть и ещё одна теория, по которой этот химический элемент получил своё название в честь Фосфора – стража Утренней звезды

История происхождения



Фосфор открыт гамбургским алхимиком Хеннигом Брандом в 1669 году. Подобно другим алхимикам, Бранд пытался отыскать философский камень, а получил светящееся вещество. Бранд сфокусировался на опытах с человеческой мочой, так как полагал, что она, обладая золотистым цветом, может содержать золото или нечто нужное для добычи. Первоначально его способ заключался в том, что сначала моча отстаивалась в течение нескольких дней, пока не исчезнет неприятный запах, а затем кипятилась до клейкого состояния. Нагревая эту пасту до высоких температур и доводя до появления пузырьков, он надеялся, что, сконденсировавшись, они будут содержать золото. После нескольких часов интенсивных кипячений получались крупинцы белого воскоподобного вещества, которое очень ярко горело и к тому же мерцало в темноте. Бранд назвал это вещество *phosphorus mirabilis* (лат. «чудотворный носитель света»). Открытие фосфора Брандом стало первым открытием нового элемента со времён античности.

Свойства

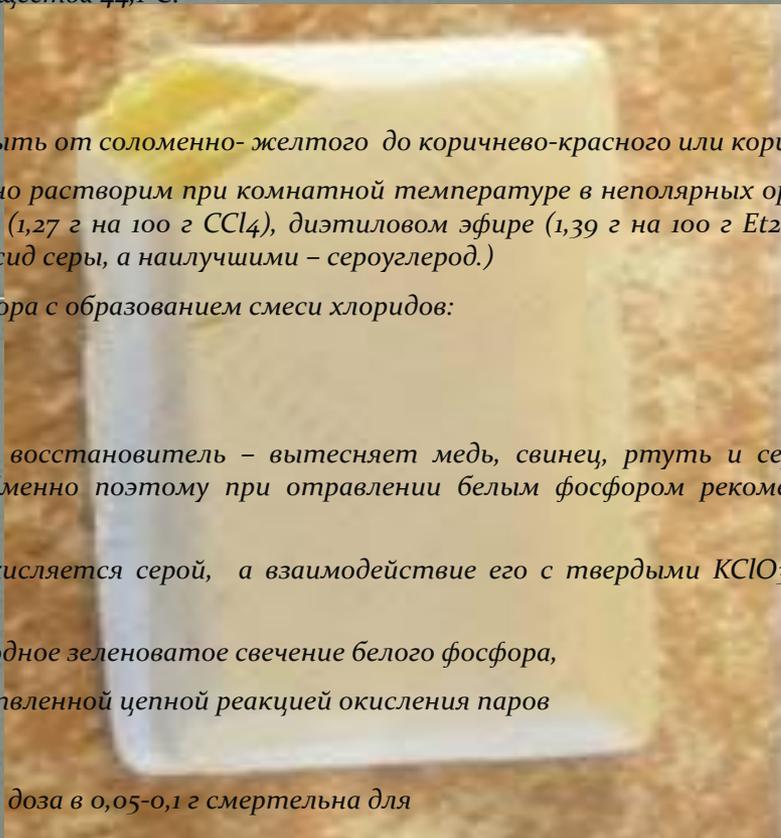
Свойство простого вещества и промышленное получение фосфора. Вопрос аллотропии фосфора сложен и до конца не решен. Обычно выделяют три модификации простого вещества – белую, красную и черную. Иногда их ещё называют главными аллотропными модификациями, Существует аморфный фосфор различных цветов и оттенков – от ярко-красного до фиолетового и коричневого.



Белый фосфор

Белый фосфор (P_4), наиболее активная, летучая, форма простого вещества. В чистом виде это бесцветное стекловидное вещество, сильно преломляющее свет.

- ❖ Обладает специфическим чесночным запахом.
- ❖ Жирный на ощупь.
- ❖ Мягкий, легко режется ножом.
- ❖ Температура плавления чистого вещества $44,1^\circ\text{C}$.
- ❖ Температура кипения 280°C .
- ❖ Плотность 1823 кг/м^3 (293K).
- ❖ Промышленный продукт может быть от соломенно-желтого до коричнево-красного или коричневого.
- ❖ Практически нерастворим в воде (но растворим при комнатной температуре в неполярных органических растворителях: бензоле $3,7 \text{ г}$ на 100 г C_6H_6), тетрахлорметане ($1,27 \text{ г}$ на 100 г CCl_4), диэтиловом эфире ($1,39 \text{ г}$ на 100 г Et_2O). Хорошими растворителями для него считаются жидкие аммиак и диоксид серы, а наилучшими – сероуглерод.)
- ❖ Фосфор загорается в атмосфере хлора с образованием смеси хлоридов:
 - $P_4 + 10Cl_2 = 4PCl_3$
 - $P_4 + 10Cl_2 = 4PCl_5$
- ❖ Белый фосфор довольно сильный восстановитель – вытесняет медь, свинец, ртуть и серебро из растворов солей ($P_4 + 10CuSO_4 + 16H_2O = 4H_3PO_4 + 10Cu + 10H_2SO_4$) Именно поэтому при отравлении белым фосфором рекомендуется выпить сильно разбавленный раствор медного купороса.
- ❖ При слабом нагревании фосфор окисляется серой, а взаимодействие его с твердыми $KClO_3$, $KMnO_4$, KIO_3 может приобретать взрывной характер.
- ❖ В темноте можно наблюдать холодное зеленоватое свечение белого фосфора, обусловленное протекающей разветвленной цепной реакцией окисления паров фосфора.
- ❖ Белый фосфор чрезвычайно ядовит, доза в $0,05-0,1 \text{ г}$ смертельна для человека. Он способен накапливаться в организме и вызывать некроз костных тканей (особенно челюстей).



Чёрный фосфор

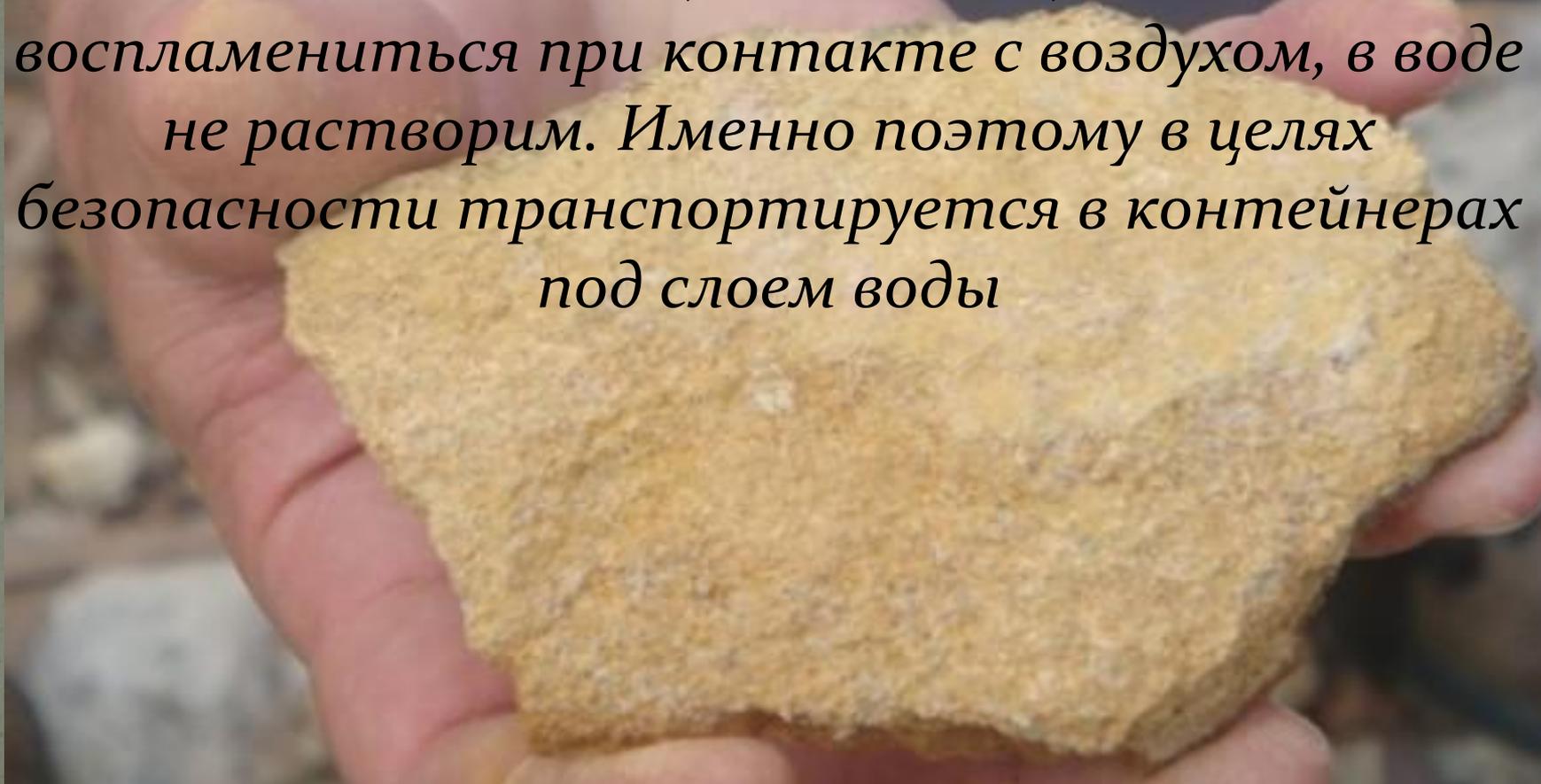
Чёрный фосфор – Впервые получен в 1914 в виде кристаллической модификации высокой плотности (2690 кг/м³) американским физиком Перси Уильямом Бриджменом из белого фосфора при давлении $2 \cdot 10^9$ Па (20 тысяч атмосфер) и температура 200°C. Это черное полимерное вещество, нерастворимое ни в одном из растворителе. В отличие от белого фосфора чёрный фосфор практически невозможно поджечь. По некоторым своим характеристикам он напоминает графит, например, является проводником. Есть данные о существовании трех кристаллических модификаций черного фосфора. Кроме того описан аморфный чёрный фосфор. При температуре 220-230°C и давлении 13 000 атмосфер белый фосфор практически мгновенно превращается в черную кристаллическую форму. В более мягких условиях образуется аморфное вещество.



Жёлтый фосфор

Жёлтый фосфор – это тот же самый белый фосфор, но только не подвергшийся очистке.

Сильно ядовит, огнеопасен, может воспламениться при контакте с воздухом, в воде не растворим. Именно поэтому в целях безопасности транспортируется в контейнерах под слоем воды



Красный фосфор

Аморфный красный фосфор был открыт в 1847 в Швеции профессором химии Антоном Риттером фон Кристелли Шреттером – он нагревал белый фосфор в запаянной ампуле в атмосфере оксида углерода(II) при 500°C. Обычный продажный препарат грубодисперсен и окрашен в пурпурный цвет. Значения плотности красного фосфора, а в зависимости от способа получения, лежат в интервале 2000-240 кг/м³. По своей реакционной способности аморфный фосфор значительно уступает белому: воспламеняется при более высоких температурах, не светится в темноте, не взаимодействует с растворами Щелочей. Красный фосфор нелетуч, не растворяется ни в одном растворителе, а только в расплавах свинца и висмута. В отличие от белого он неядовит, во влажном воздухе постепенно окисляется с образованием смеси фосфорных кислот. Медленным окислением красного фосфора объясняется его кажущая Гидроскопичность. При кристаллизации фосфора из расплавленного свинца в 1865 немецкий физик Иоганн Вильгельм Гитторф получил кристаллы фиолетового фосфора (фосфор Гитторфа). Сейчас точно установлена его структура. На основании косвенных данных предполагают, что фосфор Гиттофа – крупнокристаллическая модификация красного фосфора. В результате нагревания любой модификации фосфора при атмосферном давлении получается пар, состоящий из тетраэдрических молекул P₄. При температурах выше 800°C начинается заметная диссоциация тетрафосфора с образованием молекул P₂. Степень дальнейшего распада с образованием атомного пара даже при температурах порядка 2000°C не превышает нескольких процентов. При конденсации паров фосфора или затвердевании его расплава всегда образуется метастабильная белая модификация.

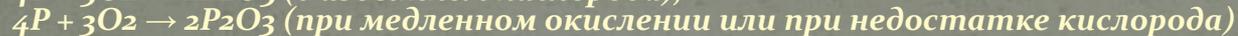


Химические Свойства Фосфора (P)

В жидком и растворенном состоянии, а также в парах до 800 °С фосфор состоит из молекул P₄. При нагревании выше 800 °С молекулы диссоциируют: P₄ = 2P₂. При температуре выше 2000 °С молекулы распадаются на атомы.

Взаимодействие с простыми веществами :

Фосфор легко окисляется кислородом:

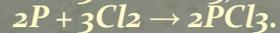


Взаимодействует со многими простыми веществами — галогенами, серой, некоторыми металлами, проявляя окислительные и восстановительные свойства:

✓ с металлами — окислитель, образует фосфиды:



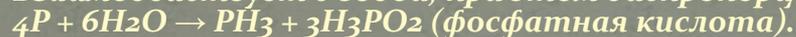
✓ с неметаллами — восстановитель:



✓ Не взаимодействует с водородом.

Взаимодействие с водой :

Взаимодействует с водой, при этом диспропорционирует:



Взаимодействие со щелочами :

В растворах щелочей диспропорционирование происходит в большей степени:



Восстановительные свойства :

Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:



Реакция окисления также происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает бертолетова соль:



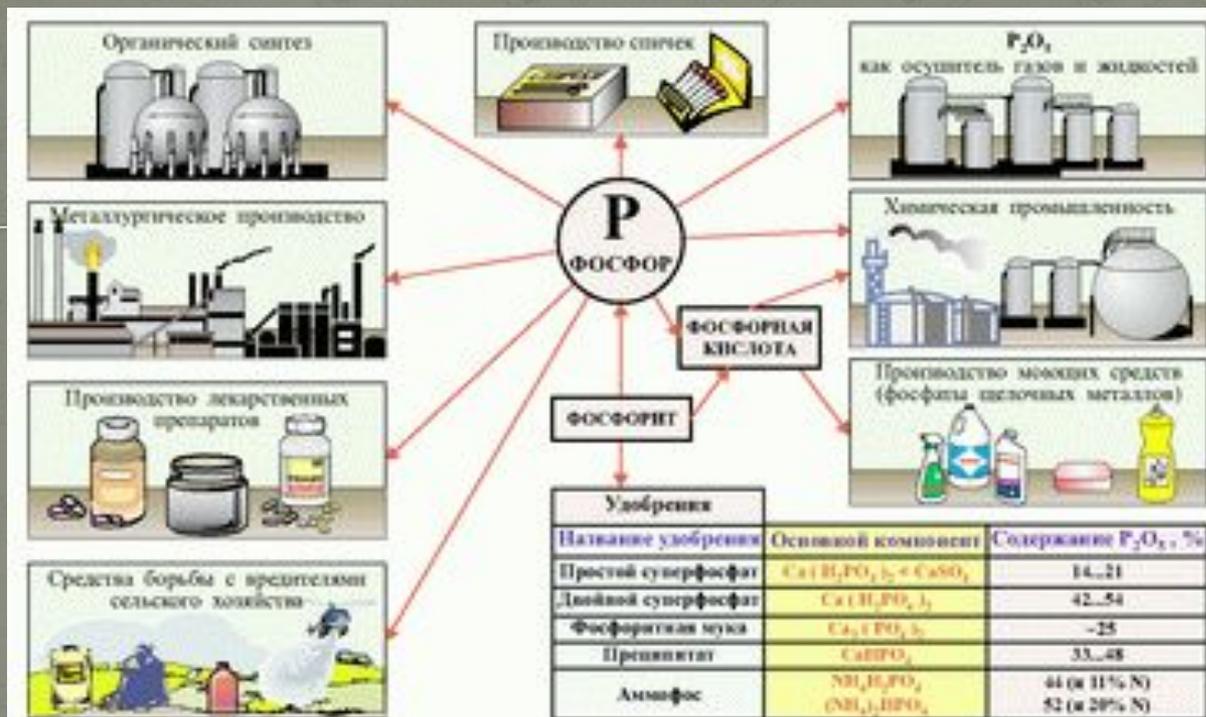
Его промышленная добыча

Содержание фосфора в земной коре оценивается в 8 10⁻²% по массе. Фосфор – одиннадцатый по распространенности элемент на Земле и входит в двадцатку наиболее распространенных элементов Солнечной системы. Элемент №15 обнаружен во многих типах метеоритов и на луне. Например, в железных метеоритах содержание фосфора колеблется в диапазоне 0,02-0,94% (масс.), а в различных образцах лунного грунта оно составляет 0,05-0,32% (масс.) В свободном состоянии фосфор на земле не встречается и существует в литосфере почти в высшей степени окисления, в виде ортофосфат-иона PO₄³⁻. Известно более двухсот минералов, содержащих фосфор в значительных (более 1%) количествах.

- I. **Апатит** (с др.-греч. ἀπατάω «обманываю») – минерал из группы фосфатов: фосфат кальция.
 - Химическая формула: Ca₅[PO₄]₃(OH, F, Cl).
 - Блеск стеклянный, иногда жирноватый.
 - Очень хрупкий.
 - Удельный вес 3,2-3,4 г/см³
 - Цвет зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, также бурый, голубой, фиолетовый, редко бесцветный, белый, иногда зеленый с серыми пятнами .
 - I. Растворяется в соляной и азотной кислотах. Солянокислый раствор при прибавлении аммиака дает белый студневидный осадок.
- II. **Гуано**
 - Сильно разложившееся гуано состоит преимущественно из мометита CaHPO₄ и витлокита b - Ca₃(PO₄)₂

Использование в промышленности

Обычно промышленным считается такое месторождение, которое дает не менее 6000 тонн фосфатной породы с 1 га. В открытых карьерах фосфат добывается скребковыми экскаваторами. Сначала удаляются наносы песков и пустая порода, а затем извлекают фосфатную руду. От карьеров до обогатительных фабрик руда может подаваться (на расстояния в несколько км) по стальным трубам в виде водной пульпы. морской воде весьма неорганический фосфор находится только в виде ортофосфат-аниона. Средняя концентрация фосфора в морской воде очень мала и составляет 0,07 мг/л. Высоко содержание фосфора в районе Андаманских островов (около 12 мкмоль/л). Общее океаническое количество фосфора оценивается в 9,8·10¹⁰ тонн



Применение

Вследствие ядовитых свойств белого фосфора применение его ограничено; его используют, например, как отраву для грызунов и в фармацевтических препаратах.

Красный фосфор применяют в больших количествах при производстве спичек; светло-красный фосфор «Шенка» находит такое же применение. Далее, красный фосфор служит исходным продуктом для получения других соединений фосфора, например хлоридов, а также в качестве галогенирующего агента, например, при получении бромистоводородной кислоты.

Из соединений фосфора наиболее важны фосфаты, прежде всего, в качестве удобрений. Если для обработки фосфата кальция вместо серной кислоты используют фосфорную, то в продукте реакции гипс не содержится и получается двойной суперфосфат.

Другое важное фосфорное удобрение — томасовая мука. Получается при тонком помоле томас-шлака – побочного продукта при производстве стали. Томасовая мука содержит фосфорную кислоту, хотя и не в растворимой форме, однако в такой, которая усваивается растениями, главным образом в виде двойной соли $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и Ca_2SiO_4 .

Из удобрений, наряду с фосфорной кислотой, содержащих также и азотистые соединения кроме гуано, следует упомянуть костяную муку, а также рыбную и мясную муку. Последние получают из отбросов при производстве рыбных консервов и т.д.
