



Φοσφορ

03.06.2018

История открытия

Нарисуйте схему получения фосфора по рассказу

Фосфор открыт гамбургским алхимиком Хеннигом Брандом в 1669 году, сфокусировался на опытах с человеческой мочой, из-за ее золотистого цвета. Способ заключался в том, что сначала моча **отстаивалась в течение нескольких дней**, пока не исчезнет неприятный запах, а затем **кипятилась до клейкого состояния**. Паста нагревалась до **высоких**

После нескольких часов **ИНТЕНСИВНЫХ КИПЯЧЕНИЙ** получались крупицы белого воскоподобного вещества, которое очень ярко горело и мерцало в темноте. Бранд назвал это вещество *phosphorus mirabilis*. Открытие фосфора Брандом стало первым открытием нового элемента со времён античности.



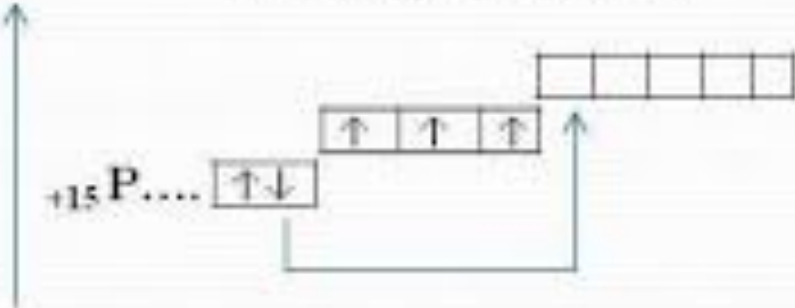


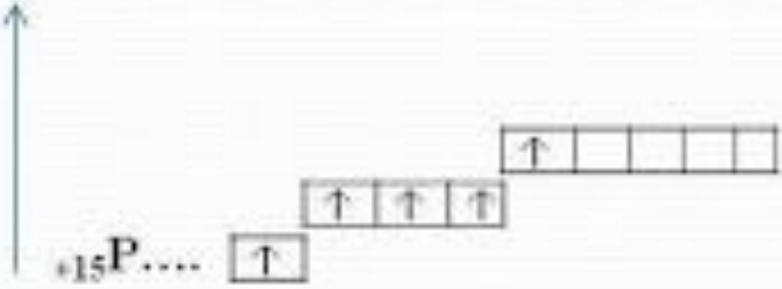


«Алхимик, открывающий фосфор» картина П. Райта

Поразмышляем:

- Что изначально искал Бранд?
- Почему со времен античности до 1669 года не открывались элементы?
- Какие методы разделения веществ применил Бранд для выделения фосфора из мочи?

Характеристика элемента

Неметалл, элемент 5 А – подгруппы, III

Строение атома фосфора	Валентность	Степень окисления
<p data-bbox="324 562 788 602">Основное состояние</p> 		
<p data-bbox="272 958 838 1001">Возбуждённое состояние</p> 		

Признак	Азот	Фосфор
<u>Сходства</u>		
Число электронов на внешнем уровне		
Высшая степень окисления		
Низшая степень окисления		
<u>Различия</u>		
Число энергетических уровней		
Промежуточные степени окисления		

Признак	Азот	Фосфор
<u>Сходства</u>		
Число электронов на внешнем уровне	5	5
Высшая степень окисления	+5	+5
Низшая степень окисления	-3	-3
<u>Различия</u>		
Число энергетических уровней		
Промежуточные степени окисления	+1, +2, +3, +4, +5	+3, +5

Вопросы для обсуждения:

- Сравните свойства простого вещества фосфора с серой и азотом
- Сравните кислотно-основные свойства летучего водородного соединения и высшего оксиды/гидроксида фосфора с соответствующими соединениями серы и азота

Характеристика простого

вещества:

Фосфор обладает аллотропией:



Белый
Металлический

Красный

Черный

Разомнем мозги:

По данным таблицы определите:

1. Какая модификация фосфора больше напоминает по физическим свойствам металл?
2. А какая наиболее опасна для человека?

Физические свойства

Характеристика вещества	Белый фосфор	Красный фосфор	Черный фосфор
1) Физическое состояние	Кристаллическое вещество	Порошкообразное вещество	Кристаллическое вещество
2) Твёрдость	Небольшая - можно резать ножом (под водой)		Выше чем у белого Р
3) Цвет	Белый	Красный	Черный
4) Запах	Чесночный	Не обладает	Не обладает
5) Плотность (в г/см ³)	1,8	2,3	2,7
6) Растворимость в воде	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется
7) Температура плавления (в °С)	44	260	280
8) Свечение	В темноте светится	Не светится	Не светится
9) Действие на организм	Сильный яд	Не ядовит	Не ядовит

Нахождение в природе:

В природе существует практически только в виде фосфатов, например фосфоритов и апатитов.



Получение фосфора:

- Фосфор (белый) получают в промышленности, например, при прокаливании апатита с коксом и песком:

Фосфат кальция + кокс + кварцевый
песок = фосфор + угарный газ +
силикат кальция



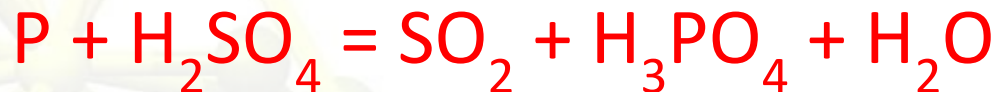
(расставьте коэффициенты методом ЭБ)

Химические свойства:

Как окислитель:	Как восстановитель
<p>Реагирует с металлами:</p> $P + Na = Na_3P$ $P + Ca = Ca_3P_2$ <p>Полученные соли называются фосфиды</p>	<p>Реагирует с неметаллами:</p> $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$ Оксид фосфора (V) $2P + 5Cl_2 = 2PCl_5$ хлорид фосфора (V)
	$4P + 3O_2 \text{ (нед)} = 2P_2O_3$ Оксид фосфора (III) $2P + 3S = P_2S_3$ Сульфид фосфора (III)

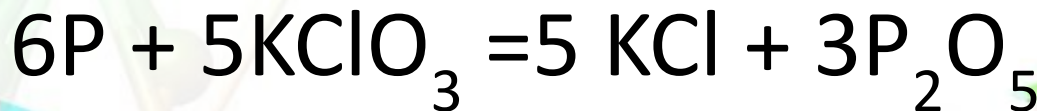
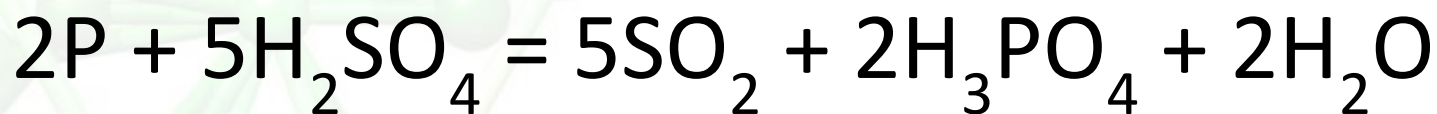
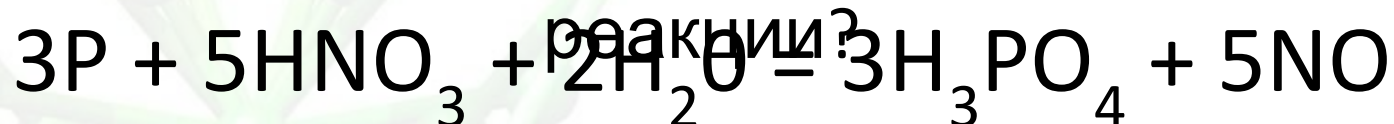
Химические свойства:

Реагирует со сложными сильными окислителями с образованием соединений фосфора +5:



Какая из реакций соответствует поджиганию спички?

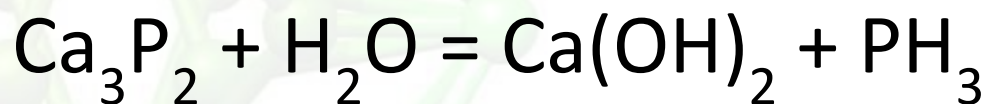
Насколько концентрирована азотная кислота в



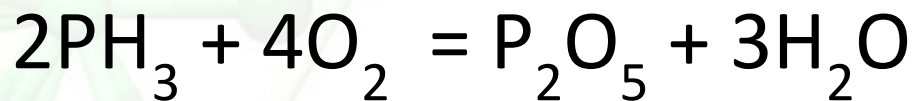
С. о.	Азот	Фосфор
-3	Летучее водородное соединение NH_3 – аммиак Li_3N – нитрид лития	PH_3 - фосфин Mg_3N_2 - фосфид магния
+1, +2	$\text{N}_2\text{O}, \text{NO}$	-
+3	$\text{N}_2\text{O}_3, \text{HNO}_2, \text{KNO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_3, \text{H}_3\text{PO}_3$ K_2HPO_3
+4	NO_2	-
+5	$\text{N}_2\text{O}_5, \text{HNO}_3, \text{NaNO}_3$	$\text{P}_2\text{O}_5, \text{H}_3\text{PO}_4,$ Na_3PO_4

Фосфин

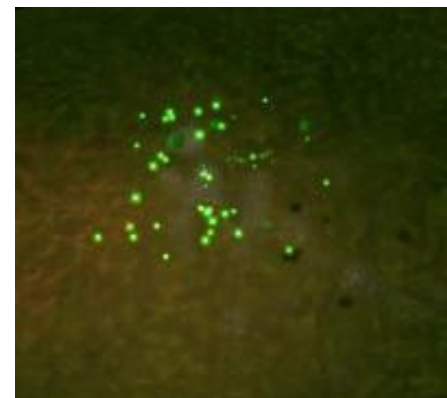
- Газ с резким запахом, похожим на рыбу
- Очень ядовит, вызывает ожоги дыхательных путей и поражение центральной нервной системы
- Получается при гидролизе фосфидов:



- Очень сильный восстановитель



- Создает эффект «блуждающих огней»

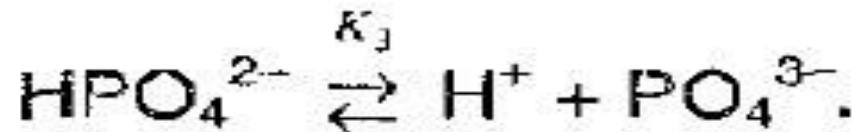
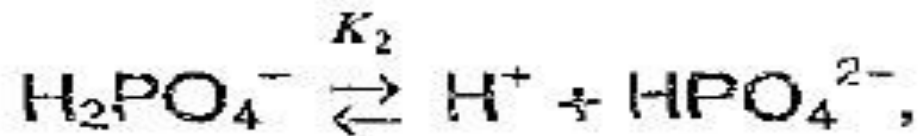
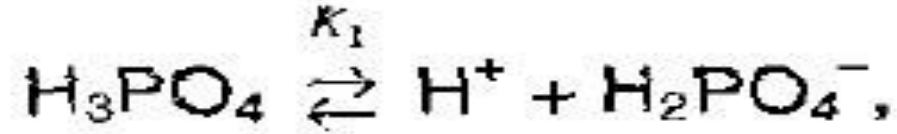


Фосфорная кислота.

Бесцветные гигроскопичные кристаллы, хорошо растворима в воде и других полярных растворителях.

Концентрированный раствор – бесцветная сиропообразная жидкость без запаха.



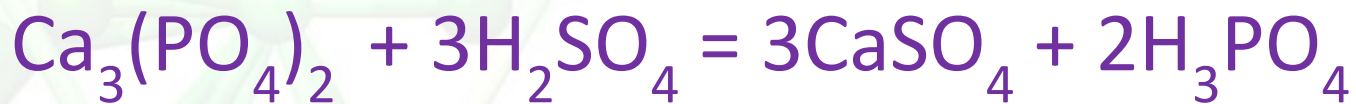


Какая ступень протекает лучше? Почему?

1. Из оксида фосфора (V)



2. Из солей (под действием серной кислоты)



3. Из других соединений, например хлорида фосфора (V)



Как и все слабые кислоты реагирует с (чем?)

1. Основаниями ($\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 =$)
2. Основными оксидами ($\text{K}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 =$)
3. Металлами левее водорода в ряду активности



Образует 3 вида солей:

1. Фосфаты Na_3PO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
2. Гидрофосфаты Na_2HPO_4 , CaHPO_4
3. Дигидрофосфаты NaH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

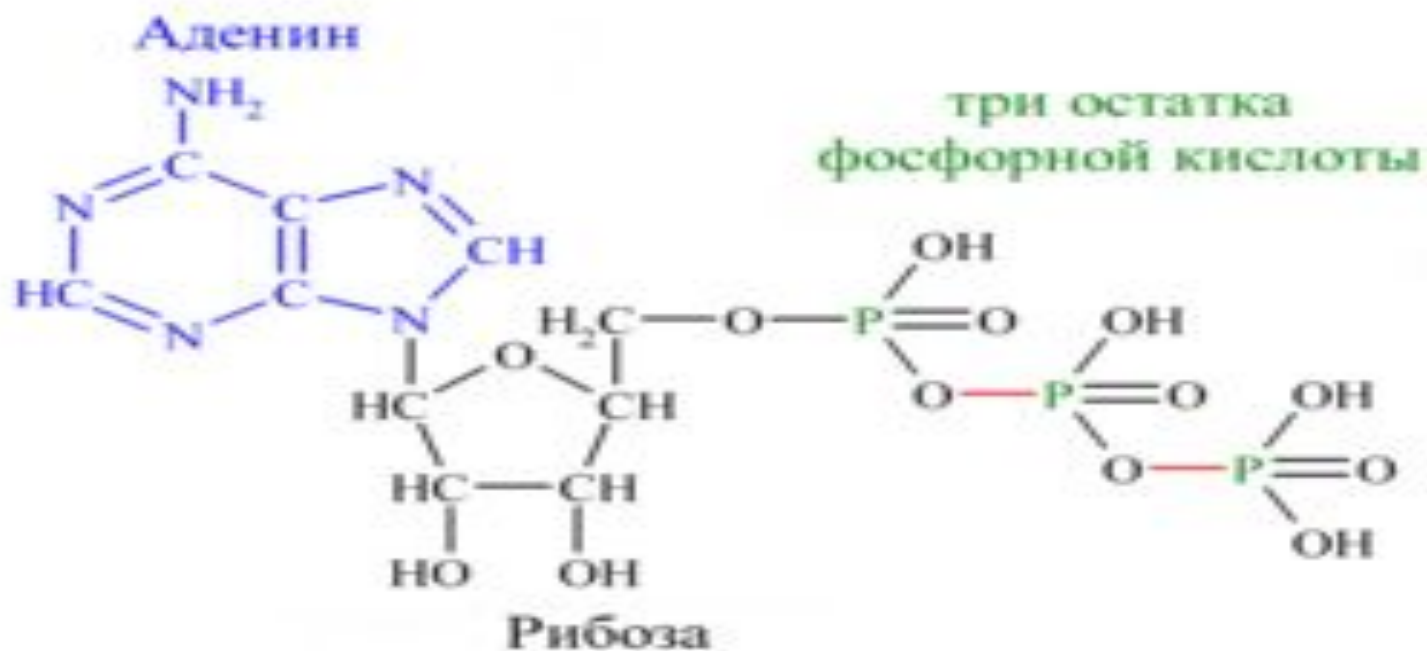
Растворимость увеличивается в этом ряду, например фосфат кальция нерастворим, а дигидрофосфат — растворим.

Биологическая роль:

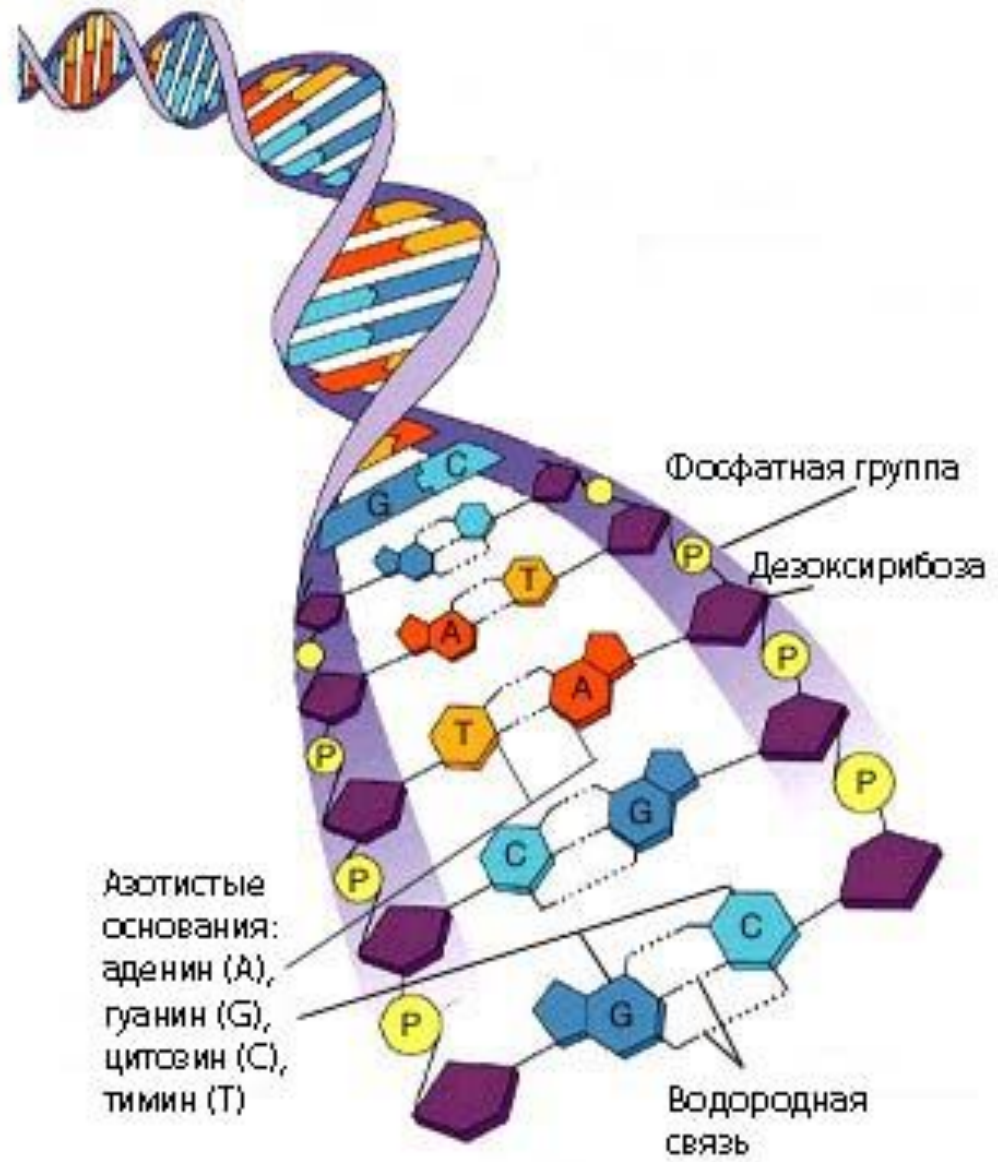
Фосфор является органогеном. В неорганической форме входит в состав костей.

В органической в состав многих важных соединений:

- АТ



- ДНК, РНК



Применение в сельском

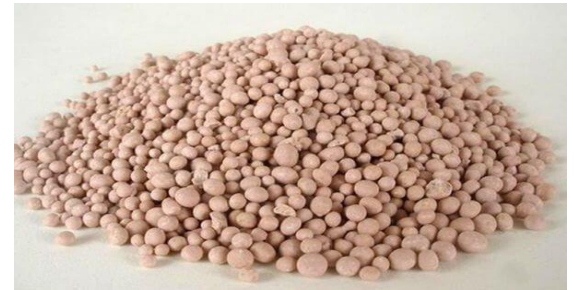
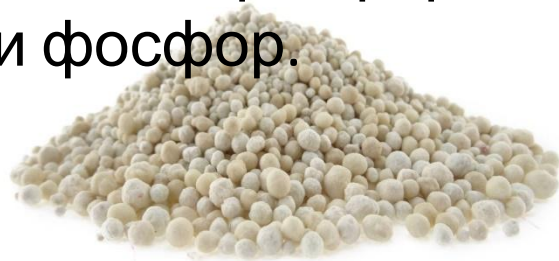
ХОЗЯЙСТВЕ

- Фосфор способствует накоплению полезных веществ растением и повышает его выносливость. Фосфорное голодание проявляется в изменении окраски листьев на пурпурную, бронзовую и задержке цветения и



Фосфорсодержащие удобрения

- **Аммофос** — сложное фосфорно-азотное удобрение содержит азот и фосфор.

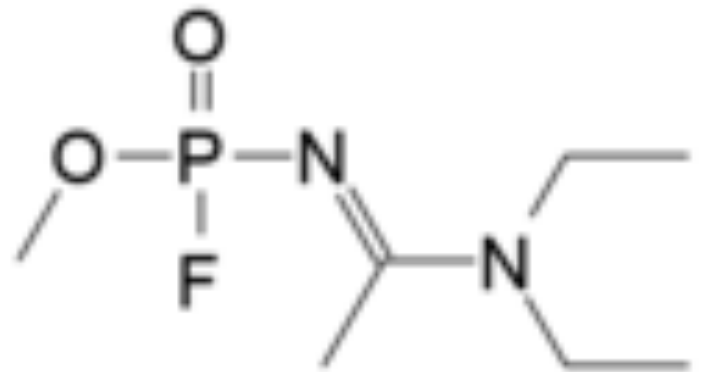
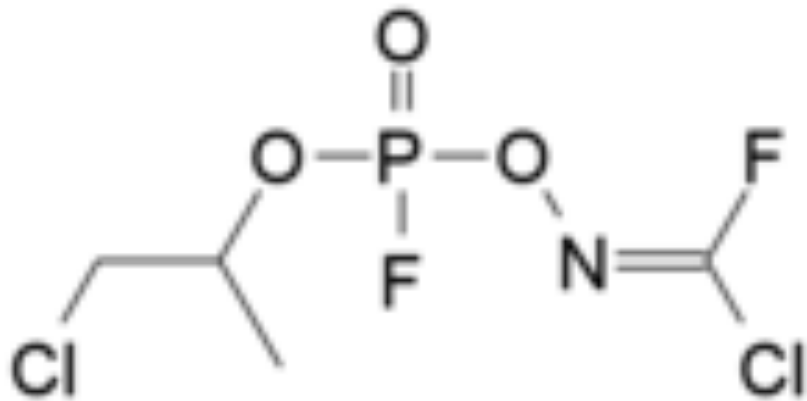
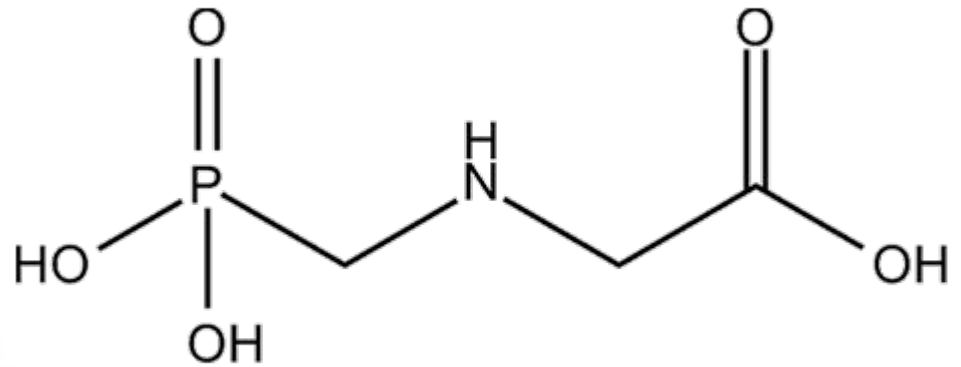
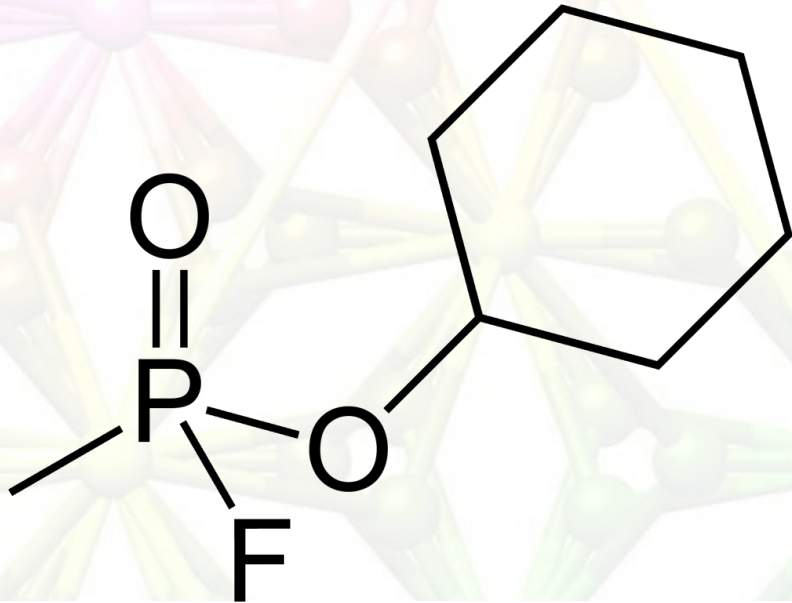


- **Нитроаммофос** — азотно-фосфорное удобрение, которое содержит водорастворимый фосфор.
- **Нитрофос** — двойное азотно-фосфорное удобрение.



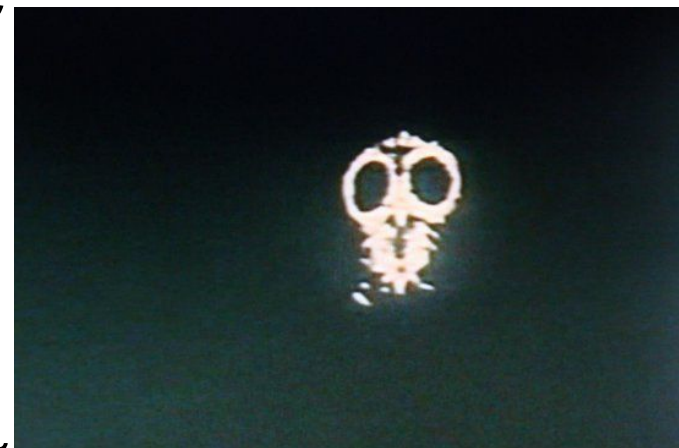
- **Диаммофос** — азотно-фосфорное удобрение, широко применяемое для овощных культур.
- **Нитроаммофоска** — сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение.

Яды с фосфором



Химия в литературе:

А. Конан Дойл описал собаку, морда которой была в белом фосфоре, выглядела она так:



В сериале «Breaking Bad» главный герой залил водой прокаленную смесь йода с фосфором, в результате выделился газ, отравивший мексиканцев (симптомы: удушье, поражение ЦНС)



Какая из ситуаций реальна с точки зрения химии? Объясните ответ.

- Известно, что бактерии гниения разлагают трупы с выделением соединений фосфора. Используя эти данные, объясните «призраков» на кладбищах.
- Известно, что белый фосфор растворим в сероводороде и в этом состоянии не самовозгорается. Однако сероводород быстро испаряется. Используя эти данные, предположите объяснение «снисхождения благодатного огня».



Спасибо за внимание!

