

30,973

15

P

Phosphorus

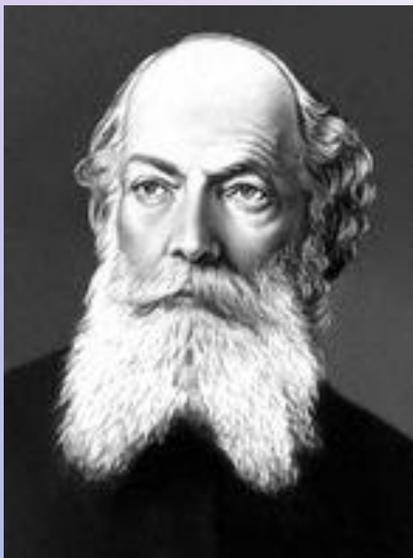
ФОСФОР И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ



ВОПРОСЫ ЛЕКЦИИ

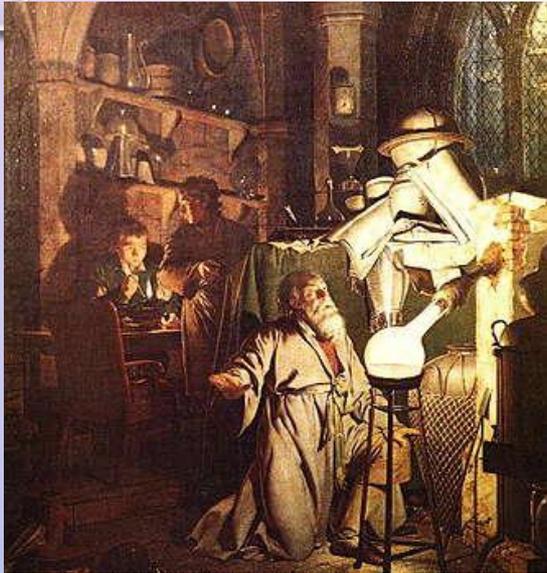
- ФОСФОР, АЛЛОТРОПИЯ ФОСФОРА, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.
- ОКСИДЫ ФОСФОРА И ИХ СВОЙСТВА.
- ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.
- БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ФОСФОРА.

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ



Считается, что фосфор открыл в 1669 году алхимик из Гамбурга Хеннинг Бранд. Он был разорившимся купцом и пытался разбогатеть с помощью алхимии. Предполагая, что физиологические продукты могут содержать «первичную материю», которая считалась основой философского камня, Бранд заинтересовался человеческой мочей.

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ



Он собрал около тонны мочи из солдатских казарм и выпаривал ее до образования сиропообразной жидкости. Эту жидкость он вновь дистиллировал и получил тяжелое красное «уринное масло», которое перегонялось с образованием твердого остатка. Нагревая последний, без доступа воздуха, он заметил образование белого дыма, оседавшего на стенках сосуда и ярко светившего в темноте.

Бранд назвал полученное им вещество фосфором, что в переводе с греческого означает **«светоносец»**.



И лишь в 1777 году К.В. Шееле разработал способ получения фосфора из рога и костей животных.

ДАЙТЕ ХАРАКТЕРИСТИКУ ЭЛЕМЕНТУ ПО ПЛАНУ

- 1. ПОЛОЖЕНИЕ В П.С.Х.Э. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
- 2. СТРОЕНИЕ АТОМА: А) ЯДРО – ЧИСЛО ПРОТОНОВ, ЧИСЛО НЕЙТРОНОВ (ФОРМУЛЫ ИХ РАСЧЕТА); Б) СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБОЛОЧКИ
- 3. ВОЗМОЖНЫЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ⁶ ВЫСШАЯ И НИЗШАЯ, ПРИМЕРЫ СОЕДИНЕНИЙ.
- 4. ФОРМУЛА ОКСИДА И СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ЕМУ ГИДРОКСИДА
- 5. ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО.

ПРИРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Из-за большой химической активности встречается в природе только в виде соединений.

Важнейшими минералами фосфора являются:

Фосфорит	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	
Апатиты	Фторапатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$	
	Хлорапатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$	

ПРИРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



Крупнейшее месторождение апатитов находится на Кольском полуострове, в районе Хибинских гор.



Залежи фосфоритов находятся в районе гор Каратау.



НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ

Фосфор входит в состав всех живых организмов. А именно он встречается в соединениях:



1. Белковых веществ, содержащихся в генеративных органах растений;
2. Нервной и костной тканей организмов животных и человека;
3. Мозговых клеток.

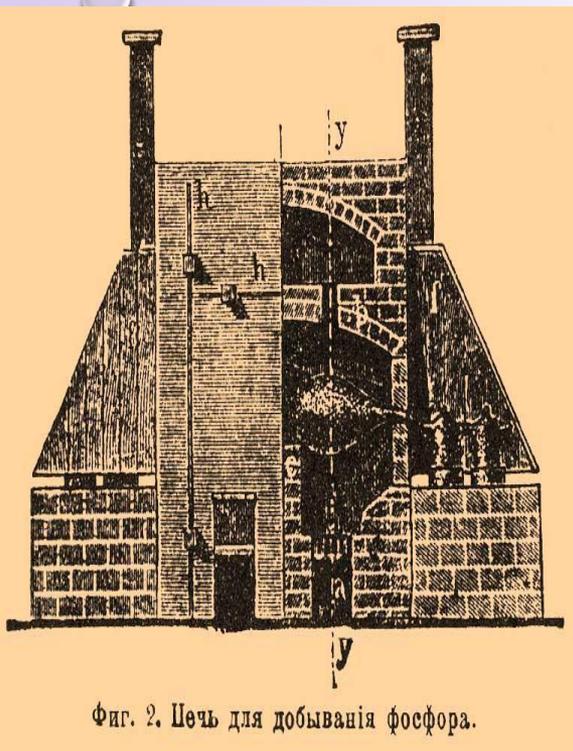
ПОЛУЧЕНИЕ

Фосфор производят в электрических печах, восстанавливая апатит углем в присутствии кремнезема:



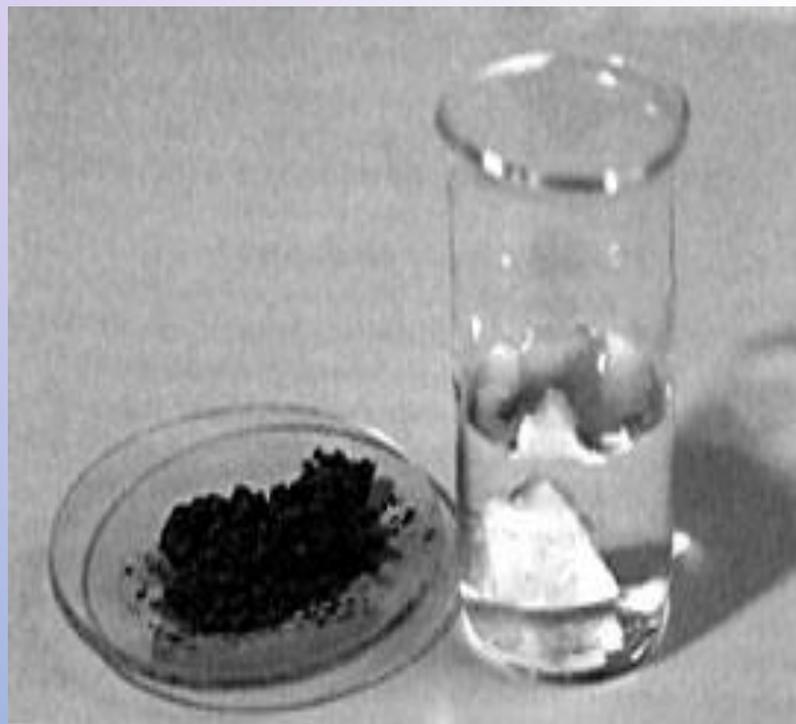
Составьте электронный баланс к схеме

Пары фосфора при этой температуре почти полностью состоят из молекул P_2 , которые при охлаждении конденсируются в молекулы P_4 .



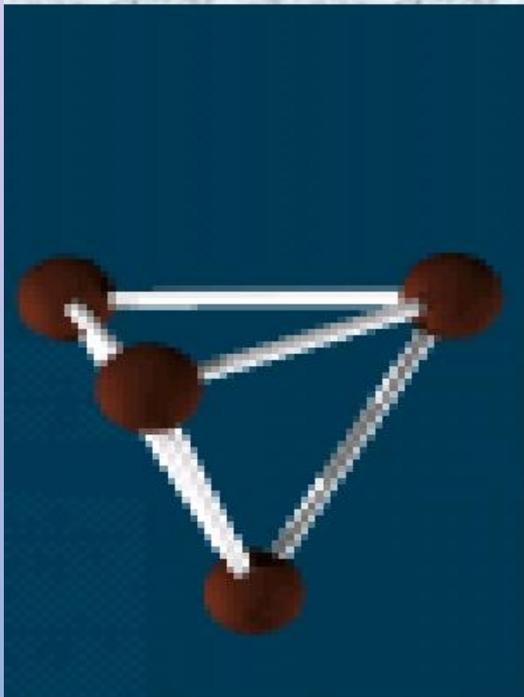
Печь для
добывания
фосфора

АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ФОСФОРА

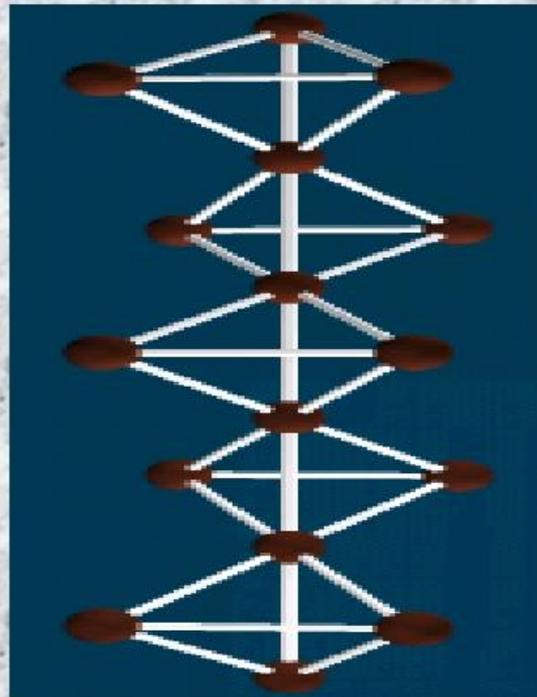


ИСХОДЯ ИЗ СТРОЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК ПРЕДПОЛОЖИТЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗНЫХ АЛЛОТРОПНЫХ ВИДОИЗМЕНЕНИЙ ФОСФОРА

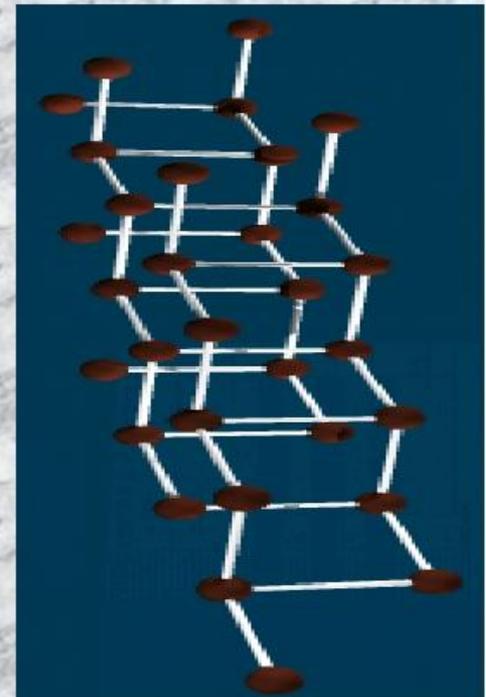
Аллотропные видоизменения фосфора



Белый фосфор

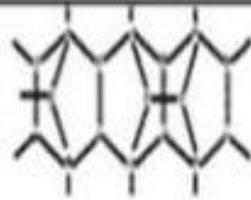
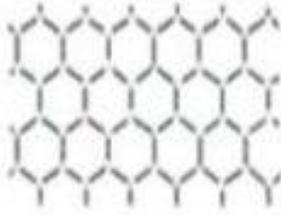


Красный
фосфор



Черный фосфор

«Аллотропные модификации фосфора»

Аллотропные модификации	Белый фосфор	Красный фосфор	Черный фосфор
Обозначение состава	P_4 	P_∞ 	P_∞ 
Тип кристаллической решетки	Молекулярная кристаллическая решетка	Атомная кристаллическая решетка	Атомная кристаллическая решетка



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 фосфора
3) Цвет	Белый	Красный	Черный
4)Запах	Чесночный	Не обладает	Не обладает
5)Плотность (в г/см3)	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

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- ❏ Элементарный фосфор в обычных условиях представляет собой несколько устойчивых аллотропических модификаций; вопрос аллотропии фосфора сложен и до конца не решён. Обычно выделяют четыре модификации простого вещества – белый, красный, черный и металлический фосфор.



АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ



Горение белого фосфора



Хранение белого
фосфора

- Белый фосфор окисляется кислородом уже при обычных условиях, а в тонкоизмельченном состоянии самовоспламеняется, поэтому его хранят под водой. Окисление фосфора сопровождается свечением. **Химическая энергия непосредственно превращается в световую.**

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В химических реакциях проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

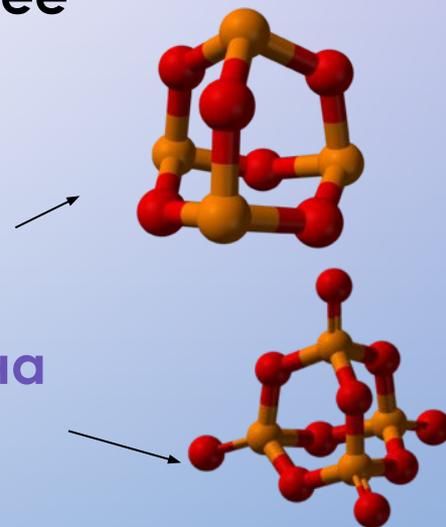
Как окислитель взаимодействует со многими **металлами**, образуя фосфиды.

Фосфор непосредственно **с водородом не реагирует**.

Как восстановитель взаимодействует **с более электроотрицательными неметаллами**.

При недостатке кислорода или при комнатной температуре окисляется до **оксида фосфора (III)**.

При сгорании фосфора в кислороде или на воздухе образуется **оксид фосфора (V)**.



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

• КАК НЕМЕ
ФОСФОР
РЕАГИРУЕТ С МЕ

(ЗАПИШИТЕ
УРАВНЕНИЯ
РЕАКЦИЙ
ФОСФОРА С
КАЛИЕМ,
КАЛЬЦИЕМ)
ОПРЕДЕЛИТЕ
ОКИСЛИТЕЛЬ И
ВОССТАНОВИТЕЛ

ЗАПИШИТЕ УРАВНЕНИЯ РЕАКЦИЙ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОСФОРА С
КИСЛОРОДОМ И ХЛОРОМ
(ВАЛЕНТНОСТЬ (III) И (V))

ЗАПИШИТЕ РЕАКЦИЮ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОСФОРА СО
ЩЕЛОЧЬЮ- КОН (ПРОДУКТЫ
РЕАКЦИИ: ФОСФИН И
ГИПОФОСФИТ КАЛИЯ- СОЛЬ
ФОСФОРНОВАТИСТОЙ КИСЛОТЫ
 H_3PO_2 (КИСЛОТА ОДНООСНОВНАЯ-
НО- POH_2)

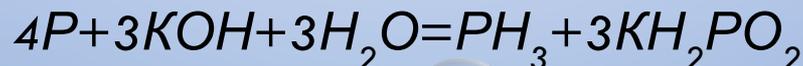
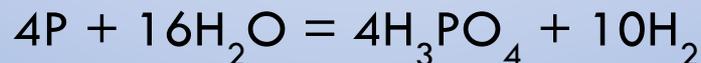
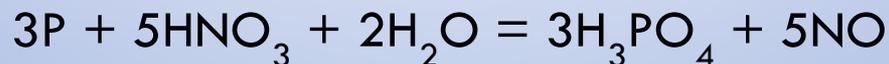
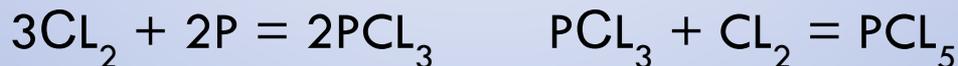
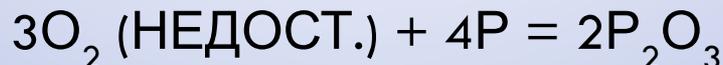
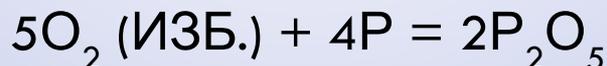
СОСТАВЬТЕ ЭЛЕКТРОННЫЙ
БАЛАНС

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НАГРЕВАНИИ БЕЛОГО ФОСФОРА БЕЗ ДОСТУПА ВОЗДУХА ОН ЖЕЛТЕЕТ И ПОСТЕПЕННО ПРЕВРАЩАЕТСЯ В КРАСНЫЙ ФОСФОР. ПРИ НАГРЕВАНИИ КРАСНОГО ФОСФОРА В ТЕХ ЖЕ УСЛОВИЯХ ОН ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ПАР, ПРИ КОНДЕНСАЦИИ КОТОРОГО ОБРАЗУЕТСЯ БЕЛЫЙ ФОСФОР.

ФОСФОР ПРОЯВЛЯЕТ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА.

ФОСФОР – ВОССТАНОВИТЕЛЬ:



ФОСФОР – ОКИСЛИТЕЛЬ:



ВАЖНЕЙШИЕ СОЕДИНЕНИЯ

H_3PO_4 ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА

P_2O_5 ОКСИД ФОСФОРА (V)



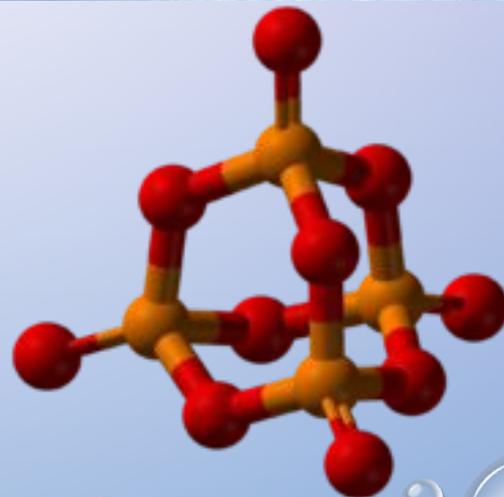
ОКСИД ФОСФОРА (V)

P_2O_5 – белый порошок, очень гигроскопичен (самый эффективный осушитель).

Является типичным *кислотным оксидом*.

Взаимодействует с **основаниями** и **основными оксидами**.

Оксиду фосфора (V) соответствует **ортофосфорная кислота**.



ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА P_2O_5

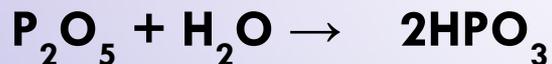
**БЕЛЫЙ, РЫХЛЫЙ
ПОРОШОК,
ГИГРОСКОПИЧНЫЙ.
ХРАНЯТ В
ГЕРМЕТИЧЕСКИ
ЗАКРЫТЫХ
СОСУДАХ.**



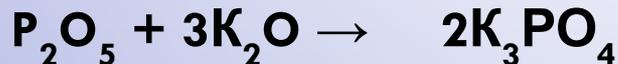
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА P_2O_5

ПРОЯВЛЯЕТ СВОЙСТВА КИСЛОТНОГО ОКСИДА.

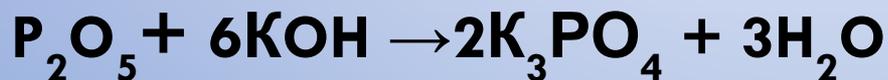
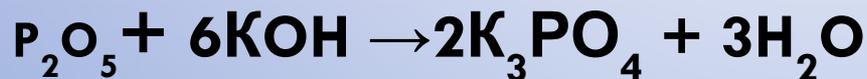
1) РЕАГИРУЕТ С ВОДОЙ:



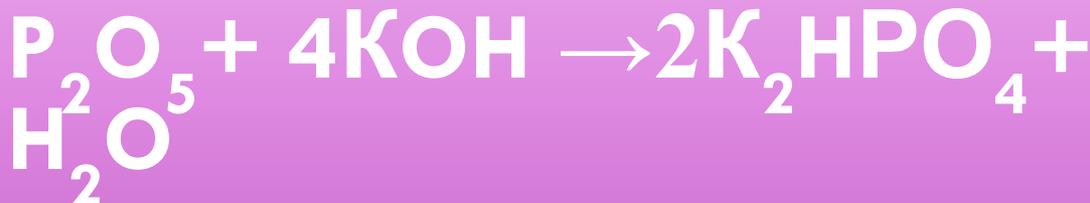
2) РЕАГИРУЕТ С ОСНОВНЫМИ ОКСИДАМИ:



3) РЕАГИРУЕТ С ОСНОВАНИЯМИ, ПРИ ЭТОМ МОЖЕТ ОБРАЗОВАТЬ 3 РЯДА СОЛЕЙ. ПОЧЕМУ?

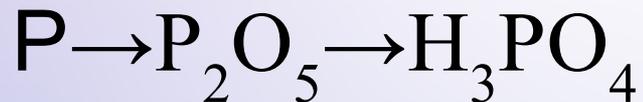


ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА P_2O_5



ОРТОФОСФОРНАЯ КИСЛОТА

ПОЛУЧЕНИЕ .ЗАПИШИТЕ УРАВНЕНИЯ
РЕАКЦИЙ ПО СХЕМЕ:



Взаимодействие оксида фосфора (V)
с водой при нагревании.

Этим способом получают чистую фосфорную кислоту, которую используют в пищевой промышленности как добавку к безалкогольным напиткам.



ОРТОФОСФОРНАЯ КИСЛОТА

Получение. Сначала ортофосфорную кислоту получали действием серной кислоты на природный фосфорит Запишите уравнения реакций по схеме:

ВЫТЭСНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ФОСФАТОВ БОЛЕЕ СИЛЬНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИ НАГРЕВАНИИ.

ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА, ПОЛУЧЕННАЯ ПЕРЕРАБОТКОЙ ПРИРОДНЫХ ФОСФАТОВ, ИДЁТ НА ПРОИЗВОДСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.



ОРТОФОСФОРНАЯ КИСЛОТА

Ортофосфорная кислота –

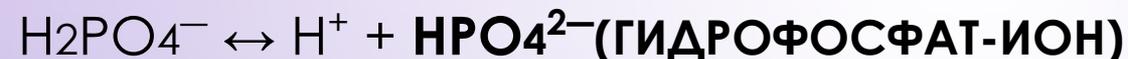
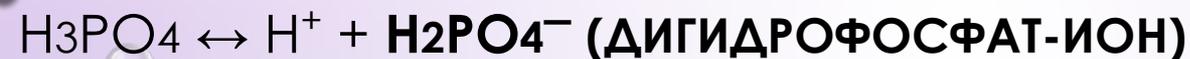
- кристаллическое,
- нелетучее,
- твердое,
- бесцветное вещество.

Концентрированную кислоту называют ледяной



- Смешивается с водой в любых отношениях.
- Проявляет все свойства кислот.
- Не является сильной в водном растворе.

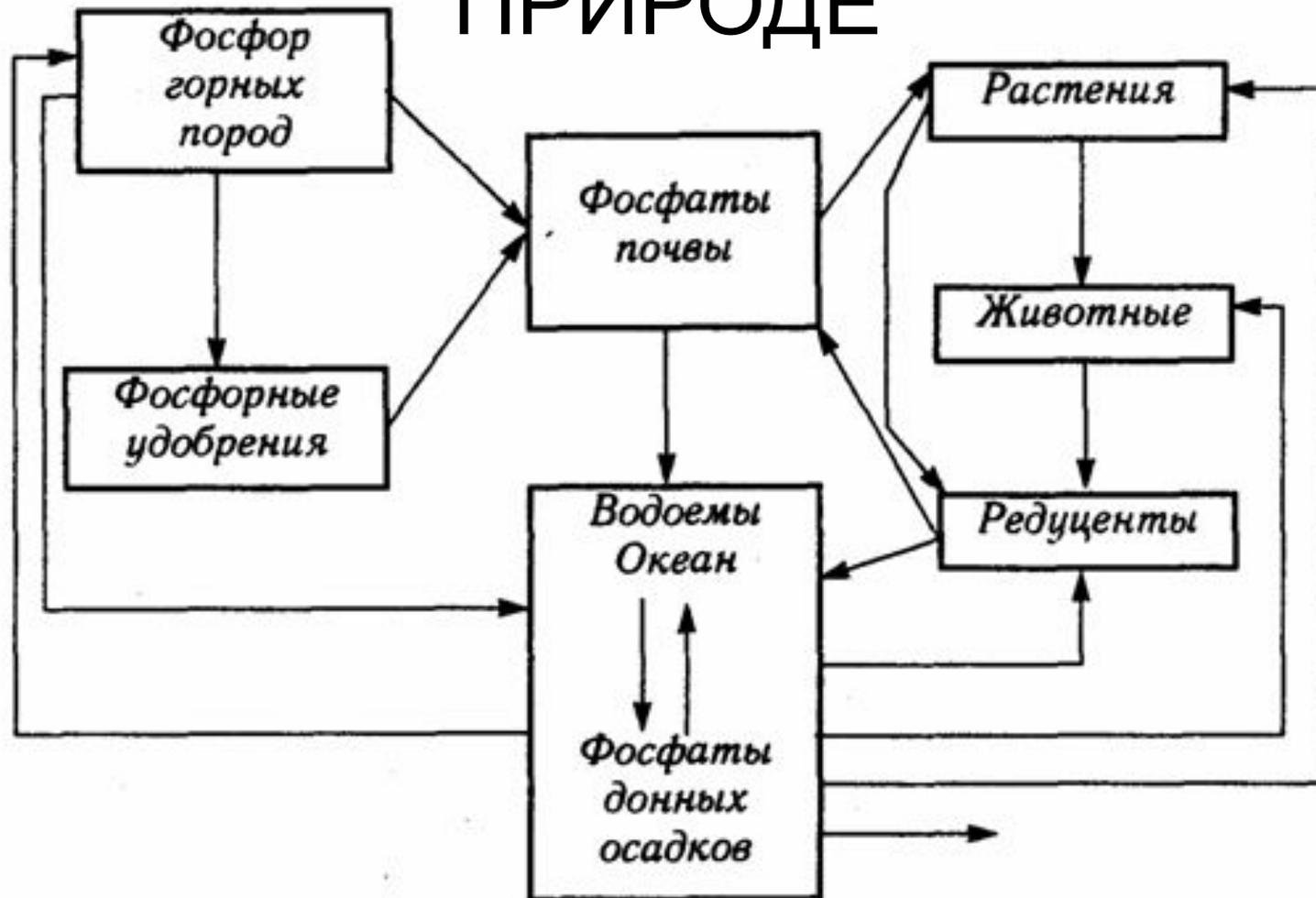
- КАК ТРЕХОСНОВНАЯ КИСЛОТА, ДИССОЦИИРУЕТ СТУПЕНЧАТО.



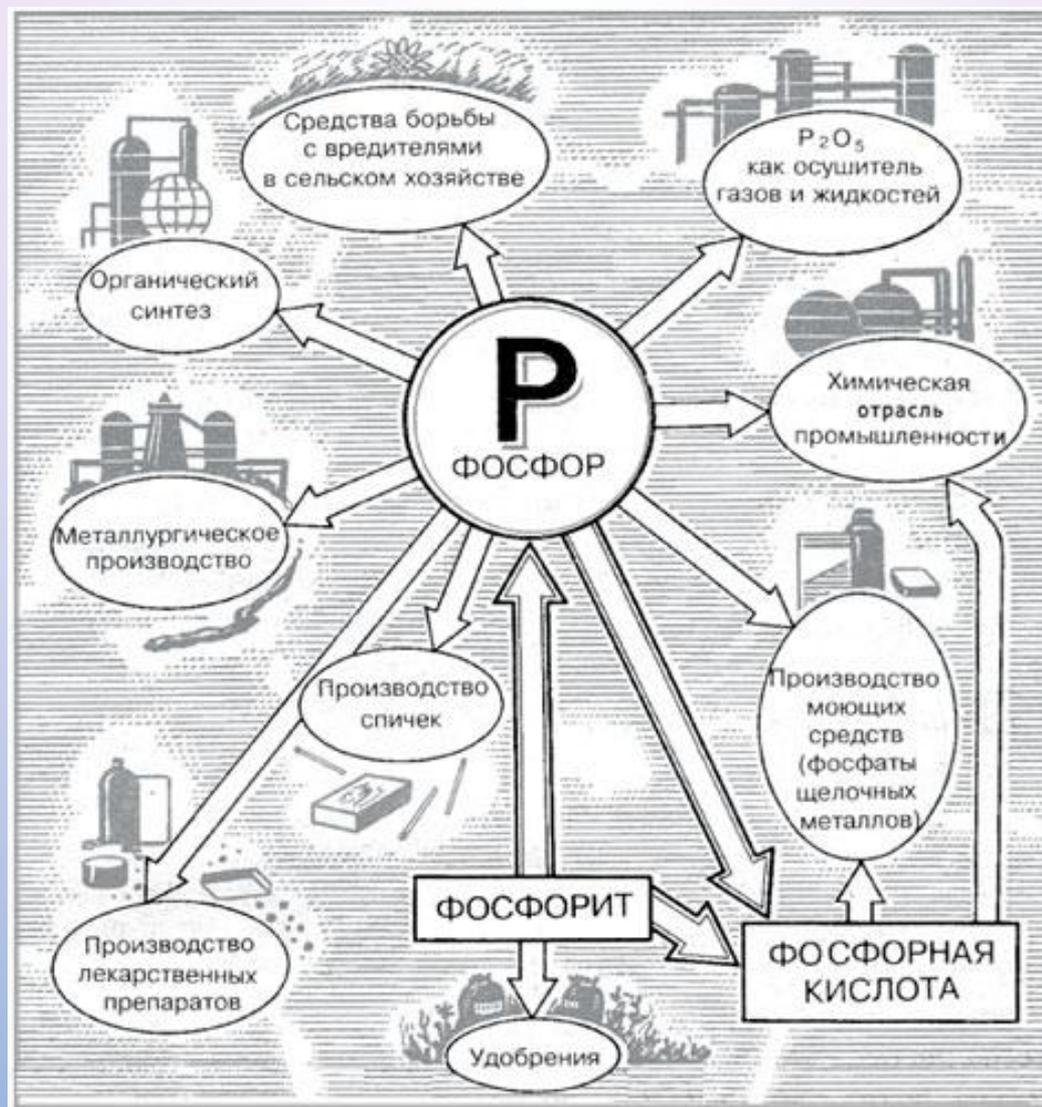
- **ФОСФАТЫ ПОЧТИ ВСЕХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ НЕ РАСТВОРИМЫ. КРОМЕ ЩЕЛОЧНЫХ**
ДИГИДРОФОСФАТЫ ВСЕХ МЕТАЛЛОВ ХОРОШО РАСТВОРИМЫ В ВОДЕ.
ГИДРОФОСФАТЫ ПО РАСТВОРИМОСТИ ЗАНИМАЮТ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.

- **ВСЕ НЕРАСТВОРИМЫЕ В ВОДЕ ФОСФАТЫ РАСТВОРЯЮТСЯ В РАСТВОРАХ СИЛЬНЫХ КИСЛОТ.**
- **ПОЧЕМУ ПОСЛЕ ЕДЫ НЕОБХОДИМО ПОЛОСКАТЬ РОТ ВОДОЙ?**

КРУГОВОРОТ ФОСФОРА В ПРИРОДЕ



ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРА



ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРА

Около 80% от всего производства белого фосфора идет на синтез чистой ортофосфорной кислоты. Она используется для получения полифосфатов натрия (их применяют для снижения жесткости питьевой воды) и пищевых фосфатов. Оставшаяся часть белого фосфора расходуется для создания дымообразующих веществ и зажигательных смесей.



Полифосфат натрия

ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРА: СПИЧКИ

Первые фосфорные спички – с головкой из белого фосфора – были созданы лишь 1827 г. Такие спички загорались при трении о любую поверхность, что нередко приводило к пожарам. Кроме того, белый фосфор очень ядовит. Описаны случаи отравления фосфорными спичками как из-за неосторожного обращения, так и с целью самоубийства: для этого достаточно было съесть несколько спичечных головок. Вот почему на смену фосфорным спичкам пришли безопасные, которые верно служат нам и по сей день. Промышленное производство безопасных спичек началось в Швеции в 60-х гг. XIX века.



ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРА: СПИЧКИ

Зажигательная поверхность спичечного коробка покрыта смесью красного фосфора и порошка стекла. В состав спичечной головки входят окислители (PbO_2 , KClO_3 , BaCrO_4) и восстановители (S , Sb_2S_3). При трении от зажигательной поверхности смесь, нанесенная на спичку, воспламеняется.



ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРА

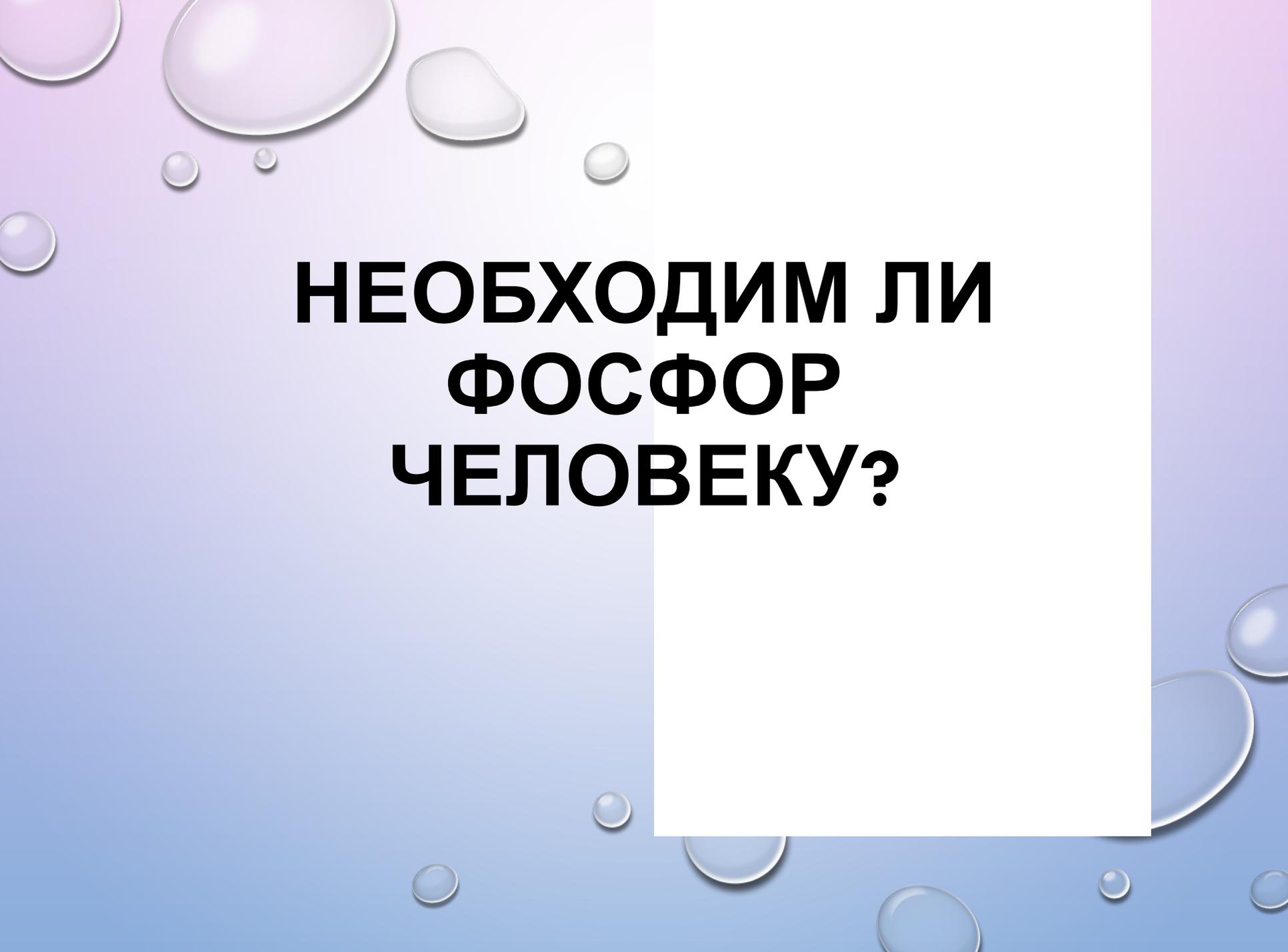
Немало ортофосфорной кислоты потребляет *пищевая промышленность*. Дело в том, что на вкус разбавленная ортофосфорная кислота очень приятна и небольшие ее добавки в мармелад, лимонады и сиропы заметно улучшают их вкусовые качества. Этим же свойством обладают и некоторые соли фосфорной кислоты. Гидрофосфаты кальция, например, с давних пор входят в хлебопекарные порошки, улучшая вкус булочек и хлеба.



ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРА

Интересны и другие применения ортофосфорной кислоты в промышленности. Например, было замечено, что пропитка древесины самой кислотой и ее солями делают дерево негорючим. На этой основе сейчас производят огнезащитные краски, негорючие фосфодревесные плиты, негорючий фосфатный пенопласт и другие строительные материалы.



The background features a vertical gradient from light purple at the top to light blue at the bottom. Numerous realistic water droplets of various sizes are scattered across the surface. A large, solid white vertical rectangle is positioned on the right side of the image, partially overlapping the text.

НЕОБХОДИМ ЛИ ФОСФОР ЧЕЛОВЕКУ?

ЗНАЧЕНИЕ ФОСФОРА

ФОСФОР ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВОЙ

СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА И ЗУБОВ.

**ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ НЕ МОГУТ
ОБХОДИТЬСЯ БЕЗ ФОСФОРА.**

**ЗНАЧЕНИЕ ФОСФОРА СОСТОИТ В ТОМ,
ЧТО САХАРА И ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ НЕ
МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ КЛЕТКАМИ В
КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ БЕЗ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ.
ЦЕЛЫЙ РЯД СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА
ИСПОЛЬЗУЮТ В КАЧЕСТВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ
ПРЕПАРАТОВ.**

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ФОСФОРА

- ✓ **СУТОЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ ДЛЯ
ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА 1 ГРАММ**
- ✓ **ВХОДИТ В СОСТАВ СКЕЛЕТА**
- ✓ **ВХОДИТ В СОСТАВ ЗУБНОЙ ТКАНИ**
- ✓ **СОЕДИНЕНИЯ ФОСФОРА ПРИНИМАЮТ
УЧАСТИЕ В ОБМЕНЕ ЭНЕРГИИ**
- ✓ **НЕОБХОДИМ ДЛЯ НОРМАЛЬНОЙ
МЫШЕЧНОЙ И УМСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

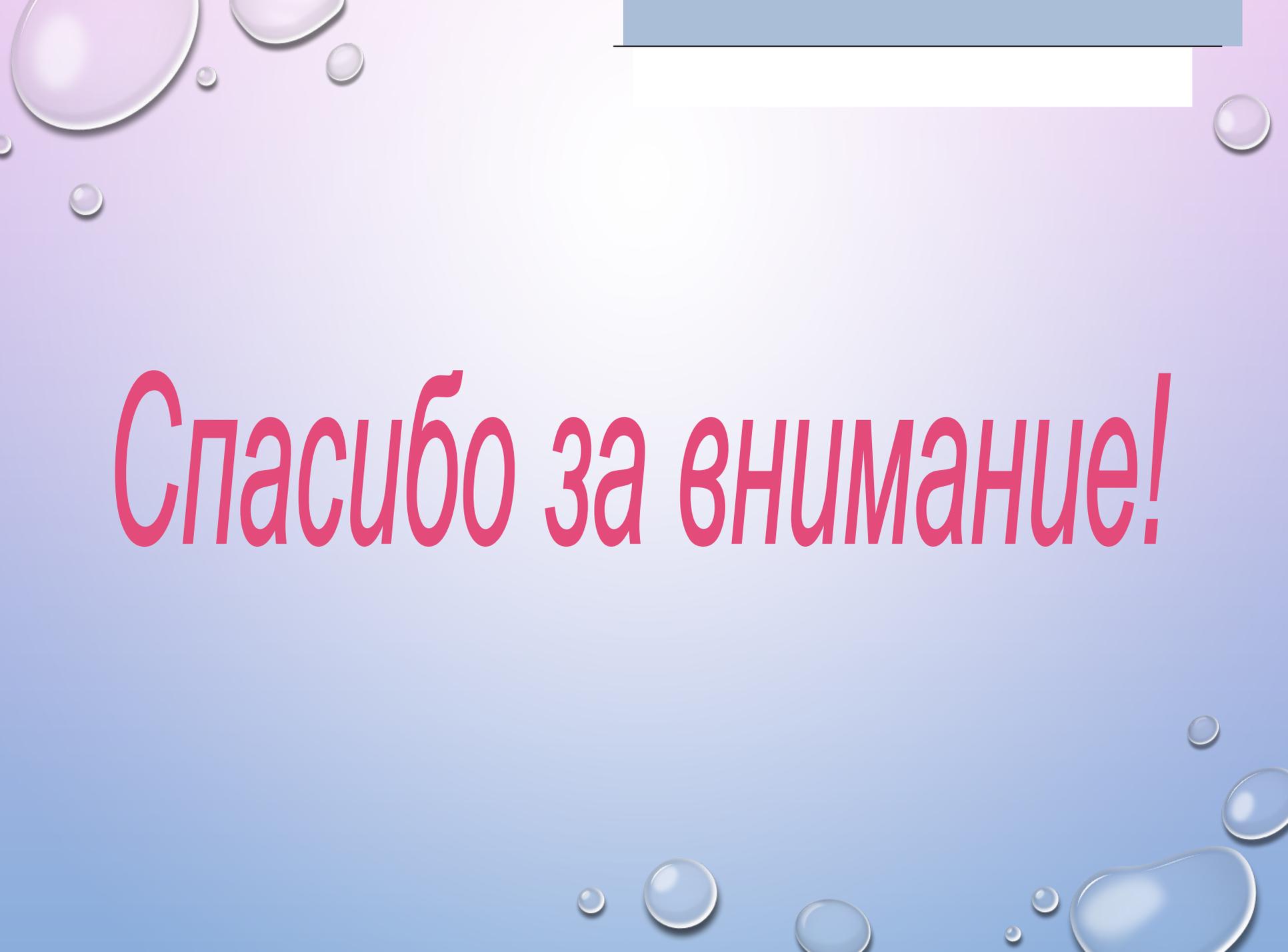
РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА НА НЕДОСТАТОК И ИЗБЫТОК ФОСФОРА

- **НЕДОСТАТОК ФОСФОРА**

*РАЗВИВАЕТСЯ
ЗАБОЛЕВАНИЕ РАХИТ,
СНИЖАЕТСЯ УМСТВЕННАЯ И
МЫШЕЧНАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.*

- **ИЗБЫТОК ФОСФОРА**

*РАЗВИВАЕТСЯ
МОЧЕКАМЕННАЯ
БОЛЕЗНЬ, СОЕДИНЕНИЯ
ФОСФОРА ВЫСОКО
ТОКСИЧНЫ (ЛЕТАЛЬНАЯ
ДОЗА 60 МГ.).*



Спасибо за внимание!