

# Фосфор

Гафарова Алфинур Замилевна  
Учитель химии МБОУ «Елховская  
СОШ» Альметьевского  
муниципального района  
Республики Татарстан

# ФОСФОР

- Общая характеристика фосфора. Рассмотрение аллотропных видоизменений фосфора. Изучение химических свойств фосфора.
- Углубление и систематизация знаний периодического закона и системы химических элементов на примере строения и свойств простых веществ, образованных фосфором

# История



- *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

# Заполните таблицу:

Свойства химических элементов

**N**

АЗОТ  
14,0067

$2s^2 2p^3$

7

**P**

ФОСФОР  
30,973

$3s^2 3p^3$

5

5  
8  
2

Положение в периодической системе

Число электронов на внешнем уровне

Электронная формула

Число энергетических уровней

Характерные степени окисления

Сравнение электроотрицательности элементов той же группы

Сравнение радиуса атома с радиусами атомов элементов этой же группы

Формула высшего оксида

Формула летучего водородного соединения

Формула высшего гидроксида

Нахождение в природе

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетический уровень	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б				
1	1	<b>H</b> 1.008 ВОДОРОД															<b>He</b> 4.003 ГЕЛИЙ	2	
2	2	<b>Li</b> 6.941 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 9.0122 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 10.811 БОР	<b>C</b> 12.011 УГЛЕРОД	<b>N</b> 14.007 АЗОТ	<b>O</b> 15.999 КИСЛОРОД	<b>F</b> 18.998 ФТОР									<b>Ne</b> 20.179 НЕОН	10	
3	3	<b>Na</b> 22.99 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24.312 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26.982 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28.086 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30.974 ФОСФОР	<b>S</b> 32.064 СЕРА	<b>Cl</b> 35.453 ХЛОР									<b>Ar</b> 39.948 АРГОН	18	
4	4	<b>K</b> 39.102 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40.08 КАЛЬЦИЙ	21 <b>Sc</b> 44.956 СКАНДИЙ		22 <b>Ti</b> 47.887 ТИТАН	23 <b>V</b> 50.941 ВАНАДИЙ	24 <b>Cr</b> 51.996 ХРОМ	25 <b>Mn</b> 54.938 МАРГАНЕЦ	26 <b>Fe</b> 55.845 ЖЕЛЕЗО	27 <b>Co</b> 58.933 КОБАЛЬТ	28 <b>Ni</b> 58.7 НИКЕЛЬ							
	5	29 <b>Cu</b> 63.546 МЕДЬ	30 <b>Zn</b> 65.37 ЦИНК	31 <b>Ga</b> 69.72 ГАЛЛИЙ	32 <b>Ge</b> 72.59 ГЕРМАНИЙ	33 <b>As</b> 74.922 МЫШЬЯК	34 <b>Se</b> 78.96 СЕЛЕН	35 <b>Br</b> 79.904 БРОМ									<b>Kr</b> 83.8 КРИПТОН	36	
5	6	<b>Rb</b> 85.468 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87.62 СТРОНЦИЙ	39 <b>Y</b> 88.906 ИТРИЙ		40 <b>Zr</b> 91.22 ЦИРКОНИЙ	41 <b>Nb</b> 92.906 НИОБИЙ	42 <b>Mo</b> 95.94 МОЛИБДЕН	43 <b>Tc</b> [99] ТЕХНЕЦИЙ	44 <b>Ru</b> 101.07 РУТЕНИЙ	45 <b>Rh</b> 102.906 РОДИЙ	46 <b>Pd</b> 106.4 ПАЛЛАДИЙ							
	7	47 <b>Ag</b> 107.868 СЕРЕБРО	48 <b>Cd</b> 112.41 КАДМИЙ	49 <b>In</b> 114.82 ИНДИЙ	50 <b>Sn</b> 118.69 ОЛОВО	51 <b>Sb</b> 121.75 СУРЬМА	52 <b>Te</b> 127.6 ТЕЛЛУР	53 <b>I</b> 126.905 ИОД									<b>Xe</b> 131.3 КСЕНОН	54	
6	8	<b>Cs</b> 132.905 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137.34 БАРИЙ	57-71 ЛАНТАНОИДЫ			72 <b>Hf</b> 178.49 ГАФНИЙ	73 <b>Ta</b> 180.948 ТАНТАЛ	74 <b>W</b> 183.85 ВОЛЬФРАМ	75 <b>Re</b> 186.207 РЕНИЙ	76 <b>Os</b> 190.2 ОСМИЙ	77 <b>Ir</b> 192.22 ИРДИЙ	78 <b>Pt</b> 195.09 ПЛАТИНА						
	9	79 <b>Au</b> 196.967 ЗОЛОТО	80 <b>Hg</b> 200.59 РУТУТЬ	81 <b>Tl</b> 204.37 ТАЛЛИЙ	82 <b>Pb</b> 207.19 СВИНЕЦ	83 <b>Bi</b> 208.98 ВИСМУТ	84 <b>Po</b> [210] ПОЛОНИЙ	85 <b>At</b> [210] АСТАТ									<b>Rn</b> [222] РАДОН	86	
7	10	<b>Fr</b> [223] ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> [226] РАДИЙ	89-103 АКТИНОИДЫ			104 <b>Rf</b> [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	105 <b>Db</b> [262] ДУБНИЙ	106 <b>Sg</b> [263] СИБОРГИЙ	107 <b>Bh</b> [262] БОРИЙ	108 <b>Hn</b> [265] ХАНИЙ	109 <b>Mt</b> [268] МЕЙТНЕРИЙ	110						
ВЫШНИЕ ОКСИДЫ		$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$					$RO_4$						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					$RH_4$	$RH_3$	$H_2R$	$HR$											



Д.И. Менделеев  
1834-1907



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 <b>La</b> 138.906 ЛАНТАН	58 <b>Ce</b> 140.12 ЦЕРИЙ	59 <b>Pr</b> 140.908 ПРАЗЕОДИЙ	60 <b>Nd</b> 144.24 НЕОДИМ	61 <b>Pm</b> [145] ПРОМЕТИЙ	62 <b>Sm</b> 150.4 САМАРИЙ	63 <b>Eu</b> 151.96 ЕВРОПИЙ	64 <b>Gd</b> 157.25 ГАДОЛИНИЙ	65 <b>Tb</b> 158.926 ТЕРБИЙ	66 <b>Dy</b> 162.5 ДИСПРОЗИЙ	67 <b>Ho</b> 164.93 ГОЛЬМИЙ	68 <b>Er</b> 167.26 ЭРБИЙ	69 <b>Tm</b> 168.934 ТУЛМИЙ	70 <b>Yb</b> 173.04 ИТТЕРБИЙ	71 <b>Lu</b> 174.97 ЛЮТЕЦИЙ
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## А К Т И Н О И Д Ы

89 <b>Ac</b> [227] АКТИНИЙ	90 <b>Th</b> 232.038 ТОРИЙ	91 <b>Pa</b> [231] ПРОТАКТИНИЙ	92 <b>U</b> 238.029 УРАН	93 <b>Np</b> [237] НЕПТУНИЙ	94 <b>Pu</b> [244] ПЛУТОНИЙ	95 <b>Am</b> [243] АМЕРЦИЙ	96 <b>Cm</b> [247] КЮРИЙ	97 <b>Bk</b> [247] БЕРКЛИЙ	98 <b>Cf</b> [251] КАЛИФОРНИЙ	99 <b>Es</b> [254] ЭЙЗЕНШТЕЙНИЙ	100 <b>Fm</b> [257] ФЕРМИЙ	101 <b>Md</b> [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 <b>No</b> [259] НОБЕЛИЙ	103 <b>Lr</b> [260] ЛОУРЕНСИЙ
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Свойства химических элементов	Азот	Фосфор
Положение в периодической системе	порядковый №7 2 период Главная подгруппа V группы	порядковый №15 3 период Главная подгруппа V группы
Число электронов на внешнем уровне	5	5
Электронная формула	$2S^22P^3$	$3S^23P^3$
Число энергетических уровней	2	3
Характерные степени окисления	от -3 до +5	от -3 до +5
Сравнение электроотрицательности элементов той же группы	ЭО выше у азота, чем у фосфора	
Сравнение радиуса атома с радиусами атомов элементов этой же группы	Атомы фосфора по сравнению с атомами азота имеют больший радиус	
Формула высшего оксида	$N_2O_5$	$P_2O_5$
Формула летучего водородного соединения	$NH_3$	$PH_3$
Формула высшего гидроксида	$HNO_3$	$H_3PO_4$
Нахождение в природе	В свободном виде и в виде соединений	Только в соединениях

# Сравнение фосфора и азота

- еще один представитель главной подгруппы V группы периодической системы, Так как в атоме фосфора электронных слоев больше, чем в атоме азота, по сравнению с азотом атомы фосфора имеют больший радиус. Ядро фосфора будет слабее притягивать внешний электрон, чем ядро атома азота, отсюда меньшее значение электроотрицательности, а значит, более выраженные восстановительные свойства.
- Фосфор проявляет степени окисления -3, +3, +5. Самые устойчивые соединения со степенью окисления +5.

# Нахождение в природе и

## организме



**АПАТИТ**



В свободном состоянии в природе не встречаются вследствие легкой окисляемости фосфора. Природные минералы – фосфорит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , апатит –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$  или  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ .

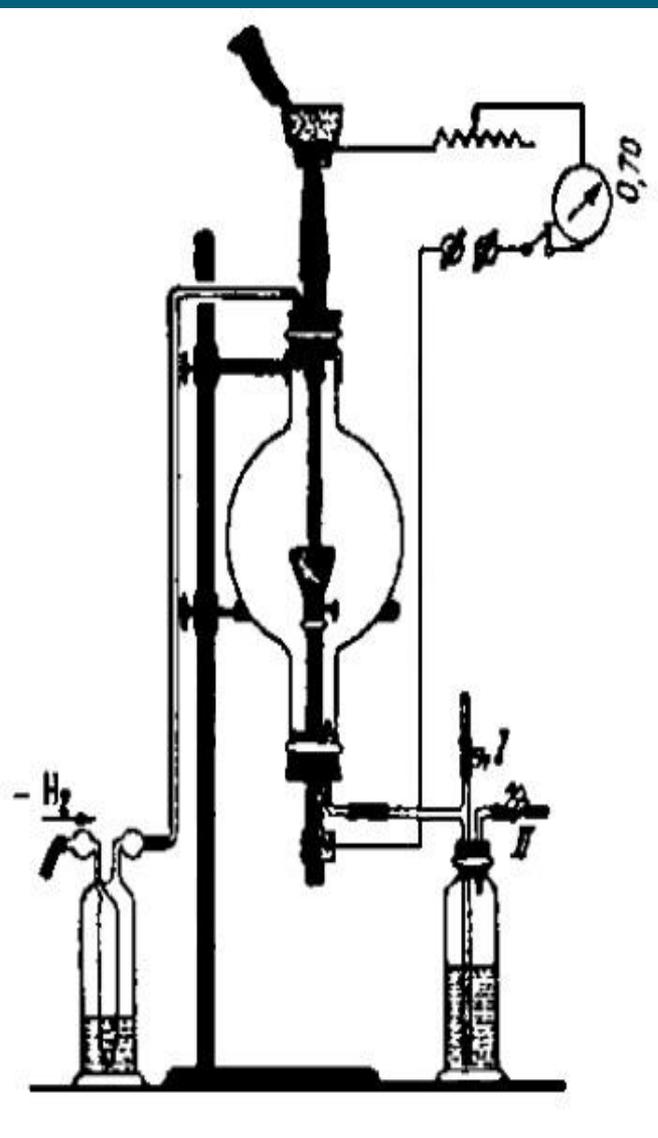
- Зубная эмаль, представляющая собой в соответствии со своими функциями самое твёрдое из веществ, тот же самый апатит.
- В растениях фосфор сосредотачивается главным образом в семенах и плодах, в организме животных, птиц и рыб – в скелете и нервной ткани. В среднем тело человека содержится около 1,5 кг фосфора, из которых около 1,4 кг приходится на кости. Если бы фосфор исчез из костей, наше тело превратилось бы в бесформенные массы. Если бы фосфор исчез из мышц, мы утратили бы способность двигаться, из нервной ткани – мы перестали бы мыслить.
- Академик А.Е. Ферсман назвал фосфор “элементом жизни и мысли”.

# Получение фосфора

- Фосфор получают из апатитов или фосфоритов в результате взаимодействия с коксом и кремнезёмом при температуре около  $1600^{\circ}\text{C}$ :



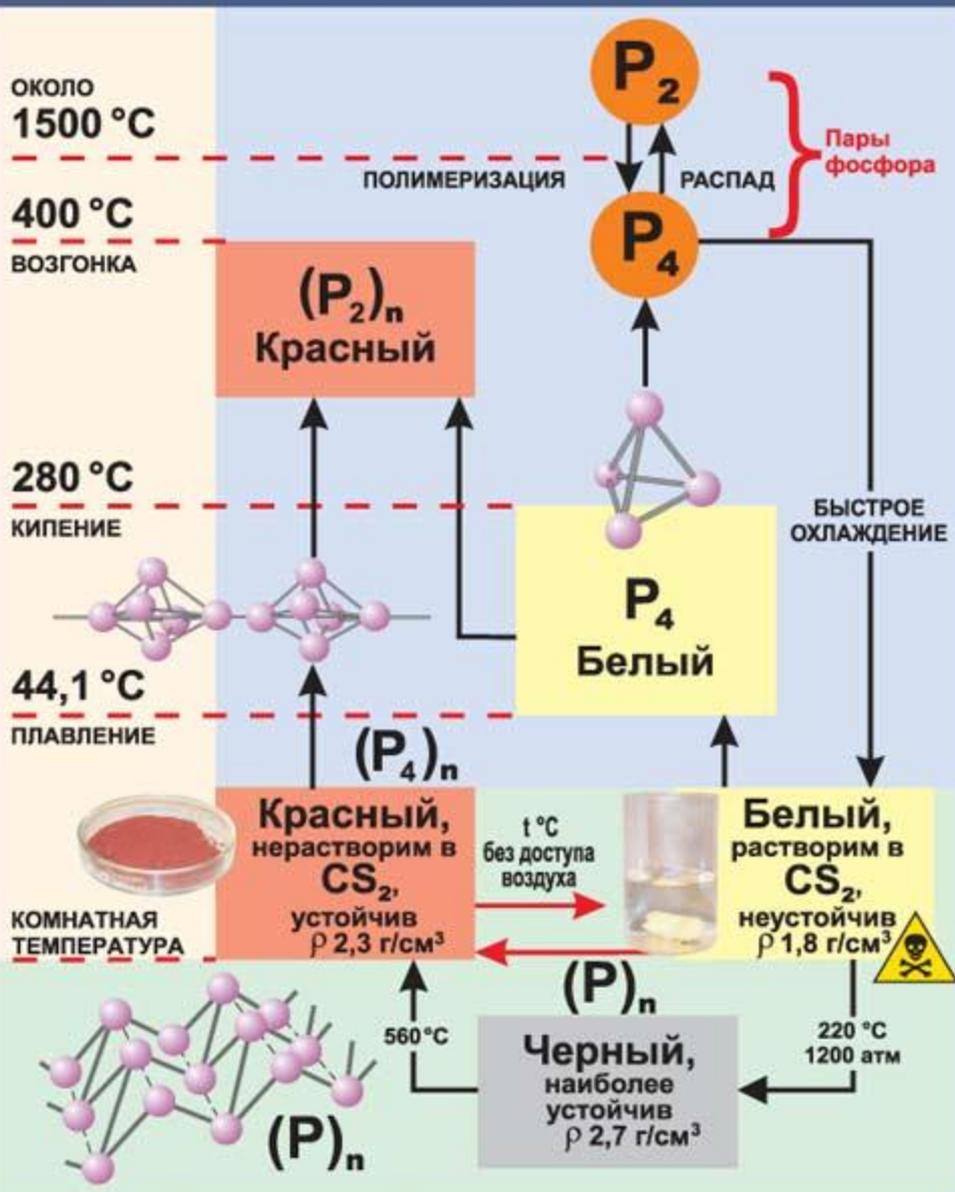
Предварительно измельченная и обогащенная фосфорсодержащая руда смешивается в заданных соотношениях с кремнеземом и коксом и загружается в электропечь. Кремнезем необходим для снижения температуры реакции, а также увеличения ее скорости за счет связывания выделяющейся в процессе восстановления окиси кальция в силикат кальция, который



# Аллотропия- явление, когда один и то же химический элемент образует несколько простых веществ



- Химический элемент фосфор образует несколько аллотропных модификаций. Наиболее известны *белый фосфор* и *красный фосфор*.
- При длительном нагревании без доступа воздуха белый фосфор желтеет и постепенно превращается в красный. Красный фосфор при нагревании в таких же условиях превращается в пар,



- Белый, красный и черный фосфор – аллотропные модификации фосфора.
- Они резко различаются по физическим свойствам. (учебник, табл 16).
- Белый фосфор имеет молекулярное строение. Белый фосфор состоит из молекул  $P_4$ .
- Химически белый фосфор чрезвычайно активен
- Красный и черный фосфор имеют атомную кристаллическую решетку.
- Химическая активность красного фосфора значительно ниже, чем у белого.
- Черный фосфор химически наименее активная форма

# Химические свойства фосфора

- Химические свойства белого и красного фосфора близки, но белый фосфор химически более активен.
- Белый фосфор самовоспламеняется на воздухе, а красный горит при поджигании:
- $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$  (с избытком кислорода),
- $4P + 3O_2 \rightarrow 2P_2O_3$  (при медленном окислении или при недостатке кислорода).
- При взаимодействии с металлами образуются **фосфиды**:
- $3Ca + 2P = Ca_3P_2$ .
- **С водородом фосфор не реагирует**, но при разложении водой или кислотами фосфидов образуется **фосфин**  $PH_3$  — ядовитый газ с неприятным запахом:
- $Ca_3P_2 + 6HCl = 3CaCl_2 + 2PH_3 \uparrow$ .
- $Ca_3P_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2PH_3 \uparrow$
- **Свойства фосфина** -
- $PH_3 + 2O_2 = H_3PO_4$ .
- $PH_3 + HI = PH_4I$
- .

- С неметаллами — восстановитель:



- Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:

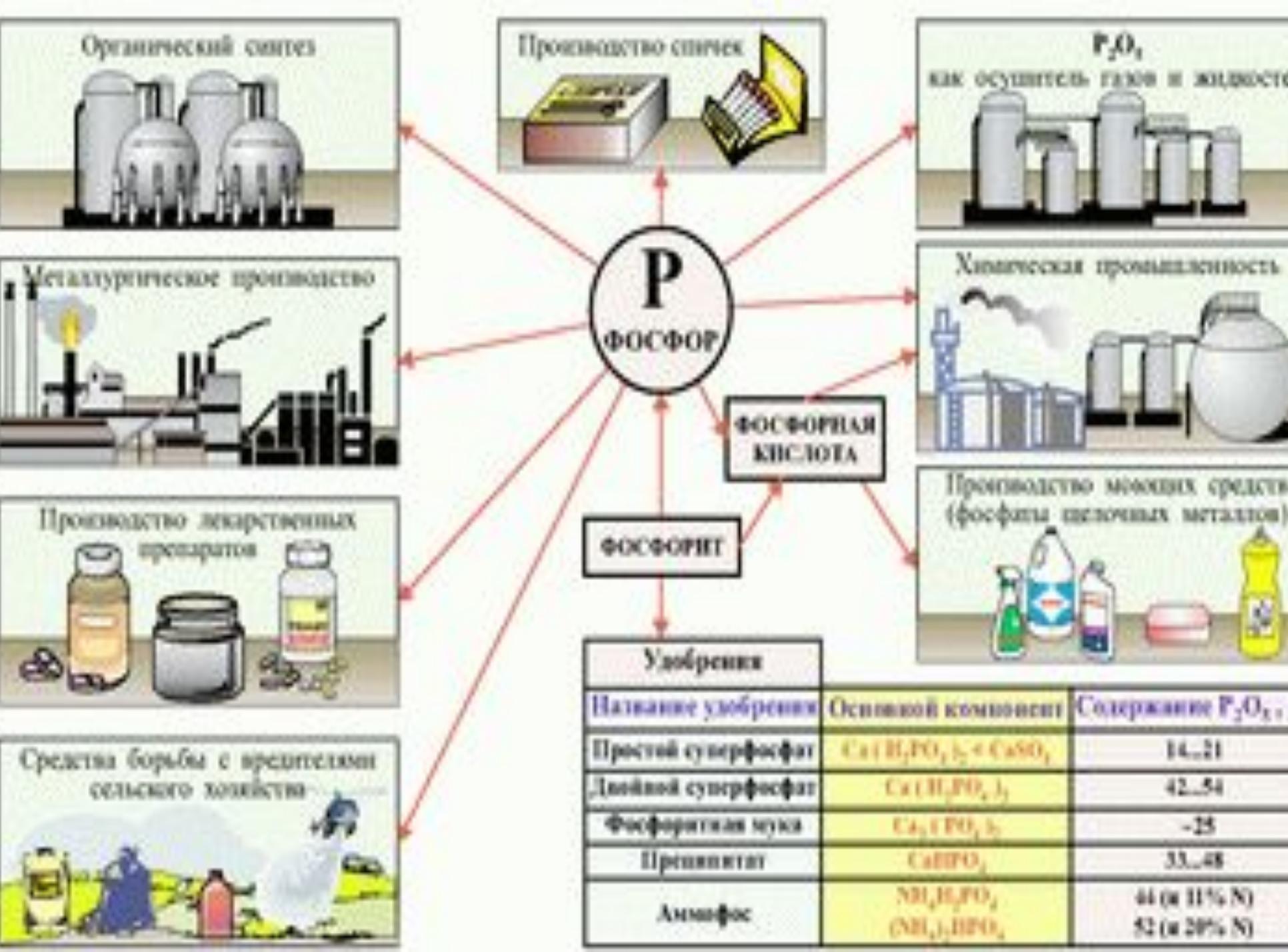


- Реакция окисления также происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает бертолетова соль:



- В холодных концентрированных растворах щелочей медленно протекает реакция диспропорционирования:





# Осуществите превращения:

- Осуществите превращения



- Для уравнений 1,2,4 составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Домашнее  
задание: § 21,  
упр. 1-5, (с. 70)

Урок окончен.  
Спасибо за урок.