

# 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> водород 1,008															<b>He</b> гелий 4,003	2	
2	2	<b>Li</b> литий 6,941	<b>Be</b> бериллий 9,0122	<b>B</b> бор 10,811	<b>C</b> углерод 12,011	<b>N</b> азот 14,007	<b>O</b> кислород 15,999	<b>F</b> фтор 18,998									<b>Ne</b> неон 20,179	10	
3	3	<b>Na</b> натрий 22,99	<b>Mg</b> магний 24,312	<b>Al</b> алюминий 26,982	<b>Si</b> кремний 28,086	<b>P</b> фосфор 30,974	<b>S</b> сера 32,064	<b>Cl</b> хлор 35,453									<b>Ar</b> аргон 39,948	18	
4	4	<b>K</b> калий 39,102	<b>Ca</b> кальций 40,08	21 <b>Sc</b> скандий 44,956		22 <b>Ti</b> титан 47,88	23 <b>V</b> ванадий 50,941	24 <b>Cr</b> хром 51,996	25 <b>Mn</b> марганец 54,938	26 <b>Fe</b> железо 55,845	27 <b>Co</b> кобальт 58,933	28 <b>Ni</b> никель 58,7							
	5	29 <b>Cu</b> медь 63,546	30 <b>Zn</b> цинк 65,37	31 <b>Ga</b> галлий 69,72	32 <b>Ge</b> германий 72,59	33 <b>As</b> мышьяк 74,922	34 <b>Se</b> селен 78,96	35 <b>Br</b> бром 79,904										<b>Kr</b> криптон 83,8	36
5	6	<b>Rb</b> рубидий 85,468	<b>Sr</b> стронций 87,62	39 <b>Y</b> иттрий 88,906	40 <b>Zr</b> цирконий 91,22	41 <b>Nb</b> ниобий 92,906	42 <b>Mo</b> молибден 95,94	43 <b>Tc</b> технеций [99]	44 <b>Ru</b> рутений 101,07	45 <b>Rh</b> родий 102,906	46 <b>Pd</b> палладий 106,4								
	7	47 <b>Ag</b> серебро 107,868	48 <b>Cd</b> кадмий 112,41	49 <b>In</b> индий 114,82	50 <b>Sn</b> олово 118,69	51 <b>Sb</b> сурьма 121,75	52 <b>Te</b> теллур 127,6	53 <b>I</b> йод 126,905										<b>Xe</b> ксенон 131,3	54
6	8	<b>Cs</b> цезий 132,905	<b>Ba</b> барий 137,34	57-71 лантаноиды		72 <b>Hf</b> гафний 178,49	73 <b>Ta</b> тантал 180,948	74 <b>W</b> вольфрам 183,85	75 <b>Re</b> рений 186,207	76 <b>Os</b> осмий 190,2	77 <b>Ir</b> ирридий 192,22	78 <b>Pt</b> платина 195,09							
	9	79 <b>Au</b> золото 196,967	80 <b>Hg</b> ртуть 200,59	81 <b>Tl</b> таллий 204,37	82 <b>Pb</b> свинец 207,19	83 <b>Bi</b> висмут 208,98	84 <b>Po</b> полоний [210]	85 <b>At</b> астат [210]										<b>Rn</b> радон [222]	86
7	10	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	89-103 актиноиды		104 <b>Rf</b> резерфордий [261]	105 <b>Db</b> дубний [262]	106 <b>Sg</b> сигборгий [263]	107 <b>Bh</b> борий [262]	108 <b>Hn</b> ханний [265]	109 <b>Mt</b> мейтнерий [266]	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> ЛАНТАН 138,906	58 <b>Ce</b> ЦЕРИЙ 140,12	59 <b>Pr</b> ПРАЗЕОДИЙ 140,908	60 <b>Nd</b> НЕОДИМ 144,24	61 <b>Pm</b> ПРОМЕТИЙ [145]	62 <b>Sm</b> САМАРИЙ 150,4	63 <b>Eu</b> ЕВРОПИЙ 151,96	64 <b>Gd</b> ГАДОЛИНИЙ 157,25	65 <b>Tb</b> ТЕРБИЙ 158,926	66 <b>Dy</b> ДИСПРОЗИЙ 162,5	67 <b>Ho</b> ГОЛЬМИЙ 164,93	68 <b>Er</b> ЭРБИЙ 167,26	69 <b>Tm</b> ТУЛЬМИЙ 168,934	70 <b>Yb</b> ИТТЕРБИЙ 173,04	71 <b>Lu</b> ЛЮТЕЦИЙ 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## А К Т И Н О И Д Ы

89 <b>Ac</b> АКТИНИЙ [227]	90 <b>Th</b> ТОРИЙ 232,038	91 <b>Pa</b> ПРОТАКТИНИЙ [231]	92 <b>U</b> УРАН 238,029	93 <b>Np</b> НЕПТУНИЙ [237]	94 <b>Pu</b> ПЛУТОНИЙ [244]	95 <b>Am</b> АМЕРЦИЙ [243]	96 <b>Cm</b> КЮРИЙ [247]	97 <b>Bk</b> БЕРКЛИЙ [247]	98 <b>Cf</b> КАЛИФОРНИЙ [251]	99 <b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ [254]	100 <b>Fm</b> ФЕРМИЙ [257]	101 <b>Md</b> МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102 <b>No</b> НОБЕЛИЙ [259]	103 <b>Lr</b> ЛОУРЕНЦИЙ [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

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	<b>ЭО выше у азота, чем у фосфора</b>	
Сравнение радиуса атома с радиусами атомов элементов этой же группы	<b>Атомы фосфора по сравнению с атомами азота имеют больший радиус</b>	
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	<b>В свободном виде и в виде соединений</b>	<b>Только в соединениях</b>

# 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”.

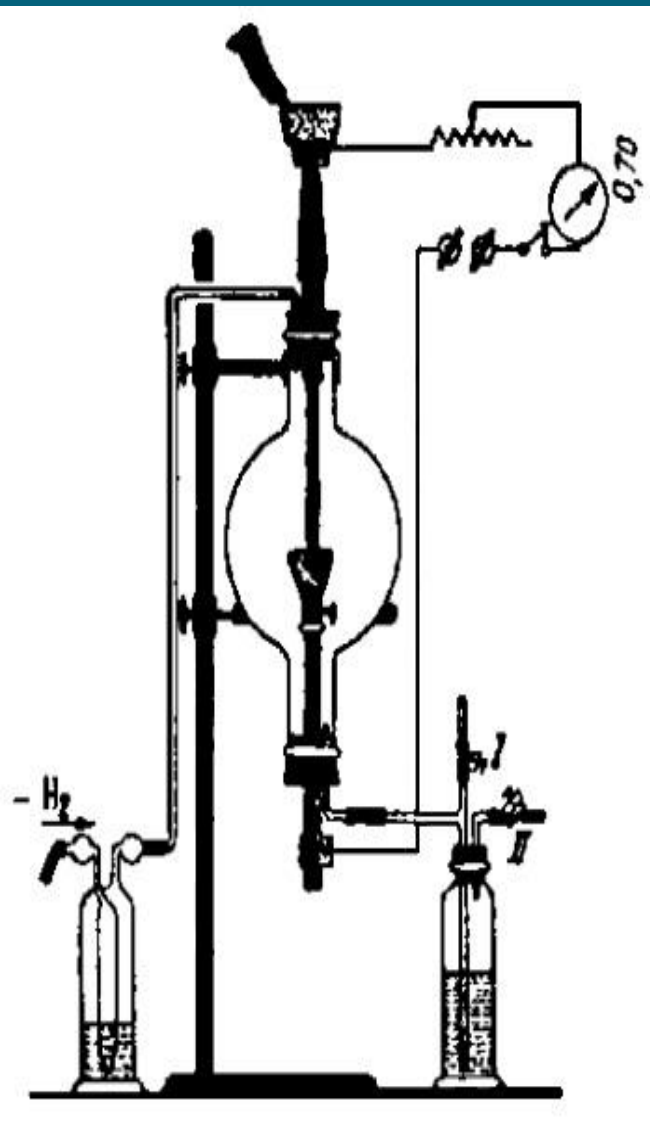


# Получение фосфора

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



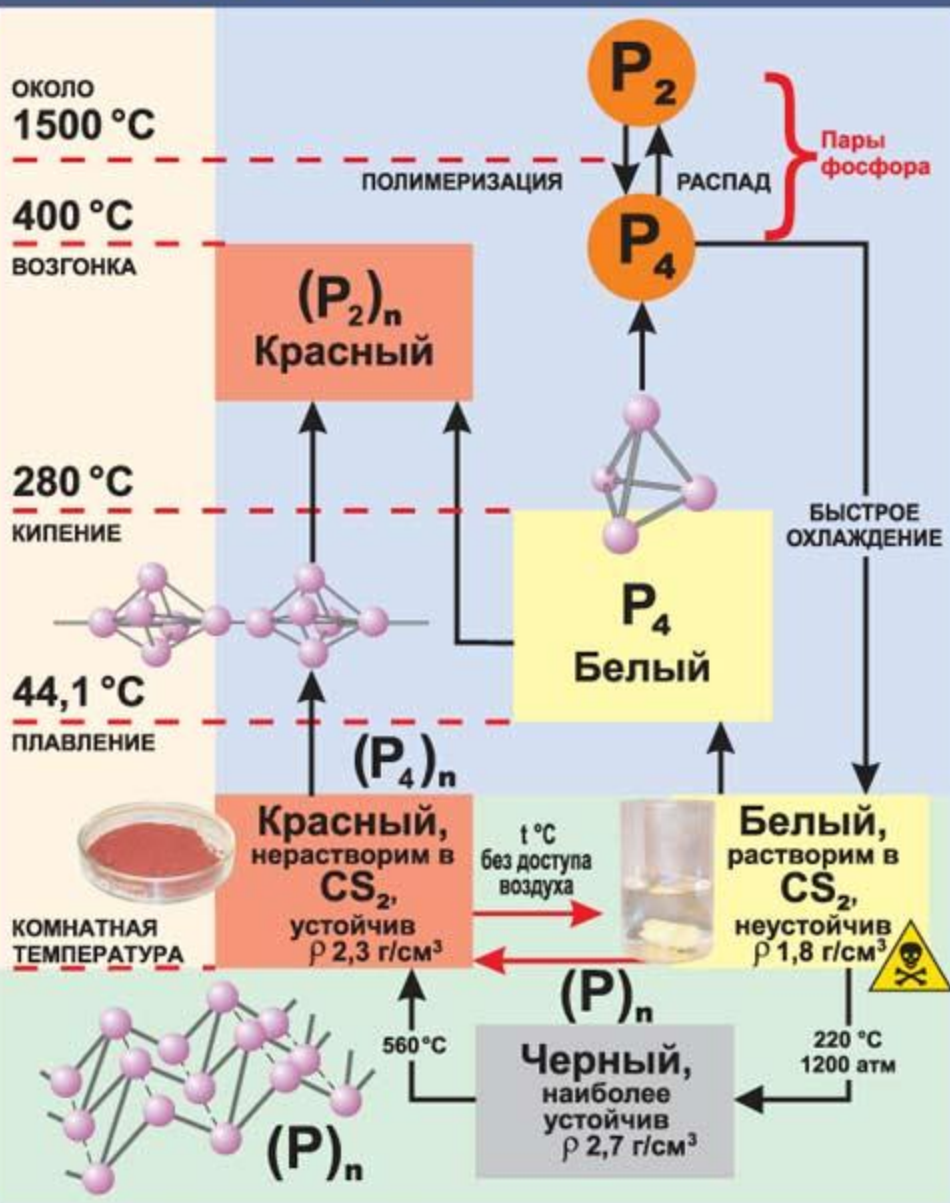
Предварительно измельченная и обогащенная фосфорсодержащая руда смешивается в заданных соотношениях с кремнеземом и коксом и загружается в электропечь. Кремнезем необходим для снижения температуры реакции, а также увеличения ее скорости за счет связывания выделяющейся в процессе восстановления окиси 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** -
- $PH_3 + 2O_2 = H_3PO_4$ .
- $PH_3 + HI = PH_4I$
- .



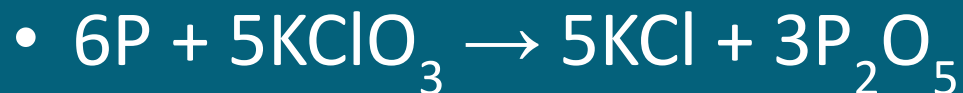
- С неметаллами — восстановитель:



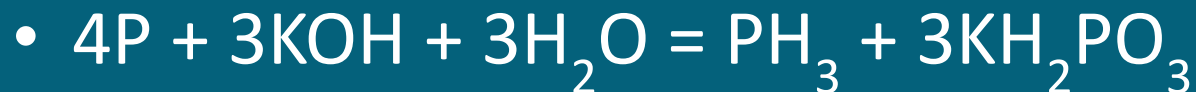
- Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:

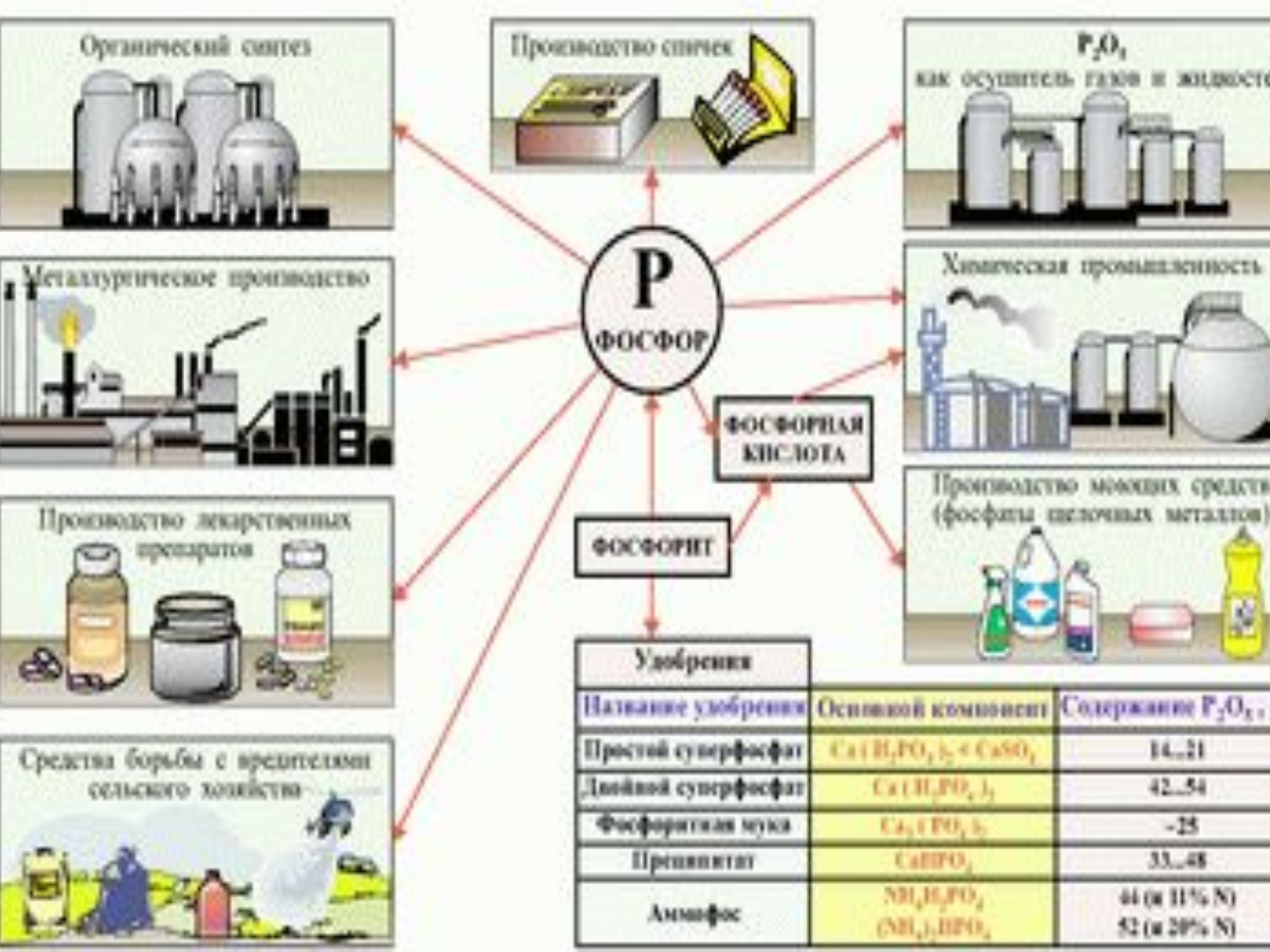


- Реакция окисления также происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает бертолетова соль:



- 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.