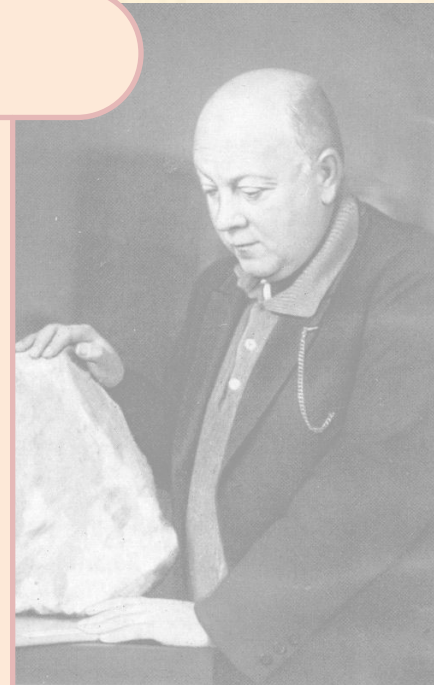


# Элемент фосфору



© 2011 Avantor Chemicals Corp. All rights reserved.



# Фосфор



**То я камень  
философский,  
То огонь холодный я,  
То цвет белый,  
красный, черный  
представляю я,  
А в России появился,  
светоносцем  
объявился.**

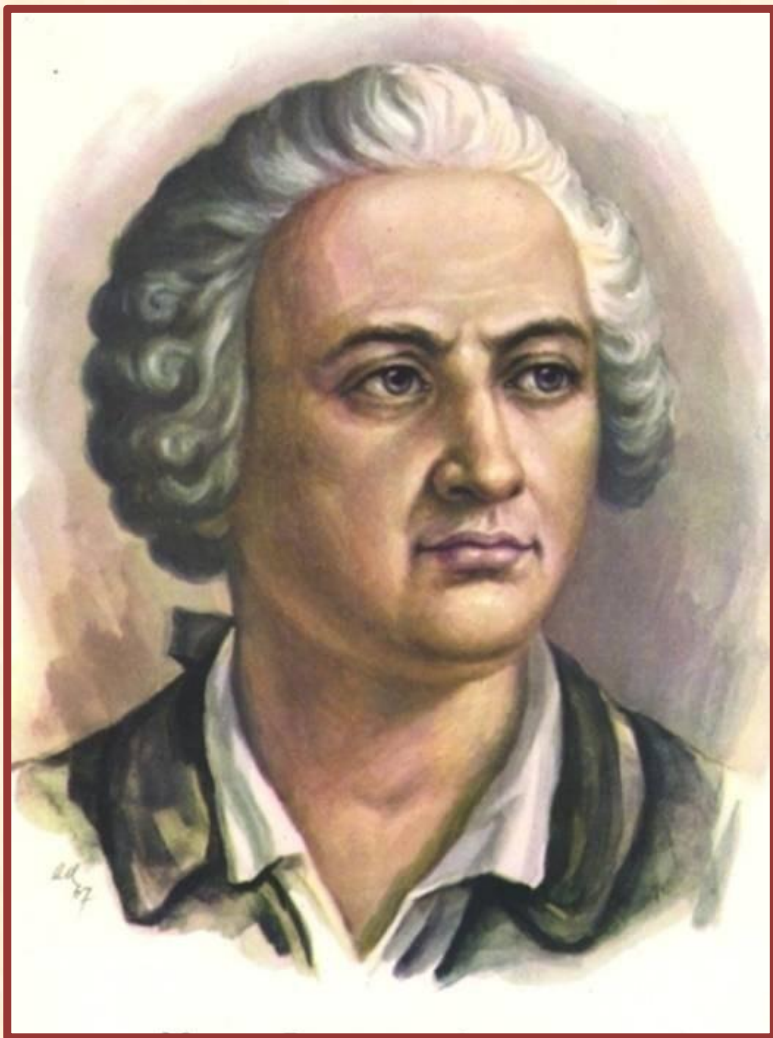
**Фосфор, в переводе с греческого  
«phosphoros» означает «светоносец»**



**Хеннинг Бранд, 1669 г**



**Роберт Бойль**



**Михаил Васильевич  
Ломоносов**



# Нахождение в природе



*Апатит*

Содержание в земной коре – 0,08%. В природе фосфор встречается только в виде соединений.

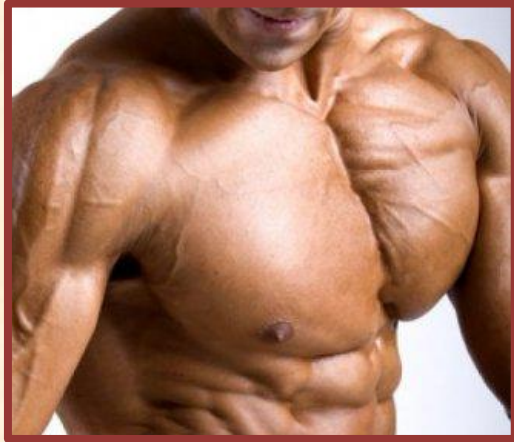
Важнейшее из них – *фосфат кальция* – минерал *апатит*, наиболее распространен *фторапатит*  
 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 * \text{CaF}_2$ .

Разновидности апатита слагают осадочные горные породы – *фосфориты*.

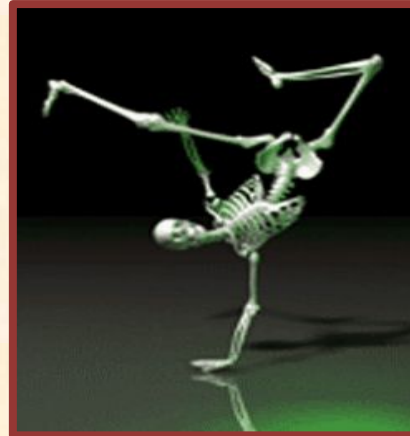
# Содержание фосфора в организме человека

В организме содержится 500-800 г фосфора.  
До 85% его находится в костях и зубах.

*В мышцах – 0,27 %.*

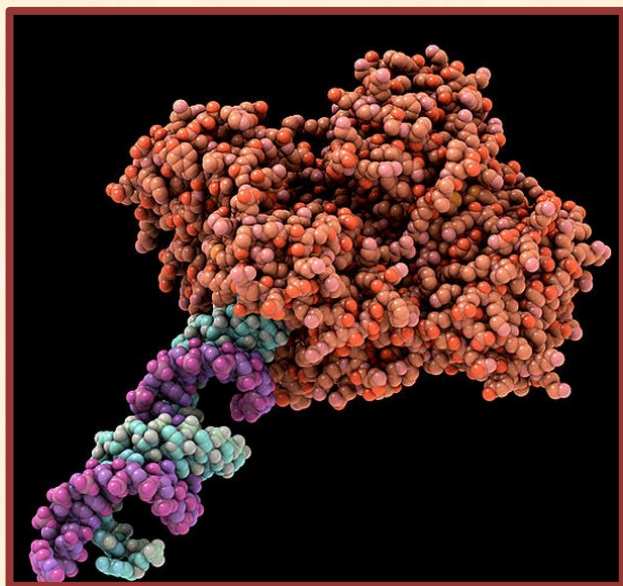


*В тканях  
мозга – 0,38 %.*

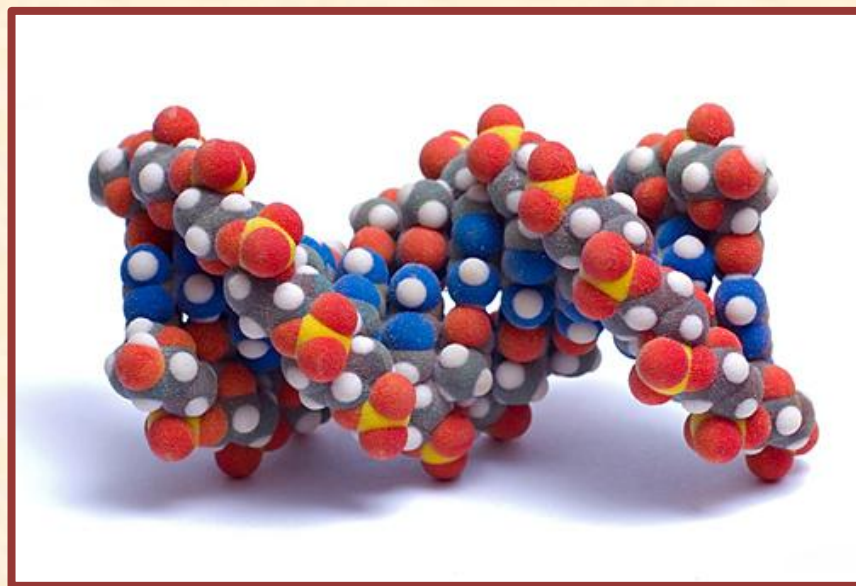




**А**  
**Т**  
**Ф**



**РНК**



**ДНК**

# **Знаете ли вы, что...**



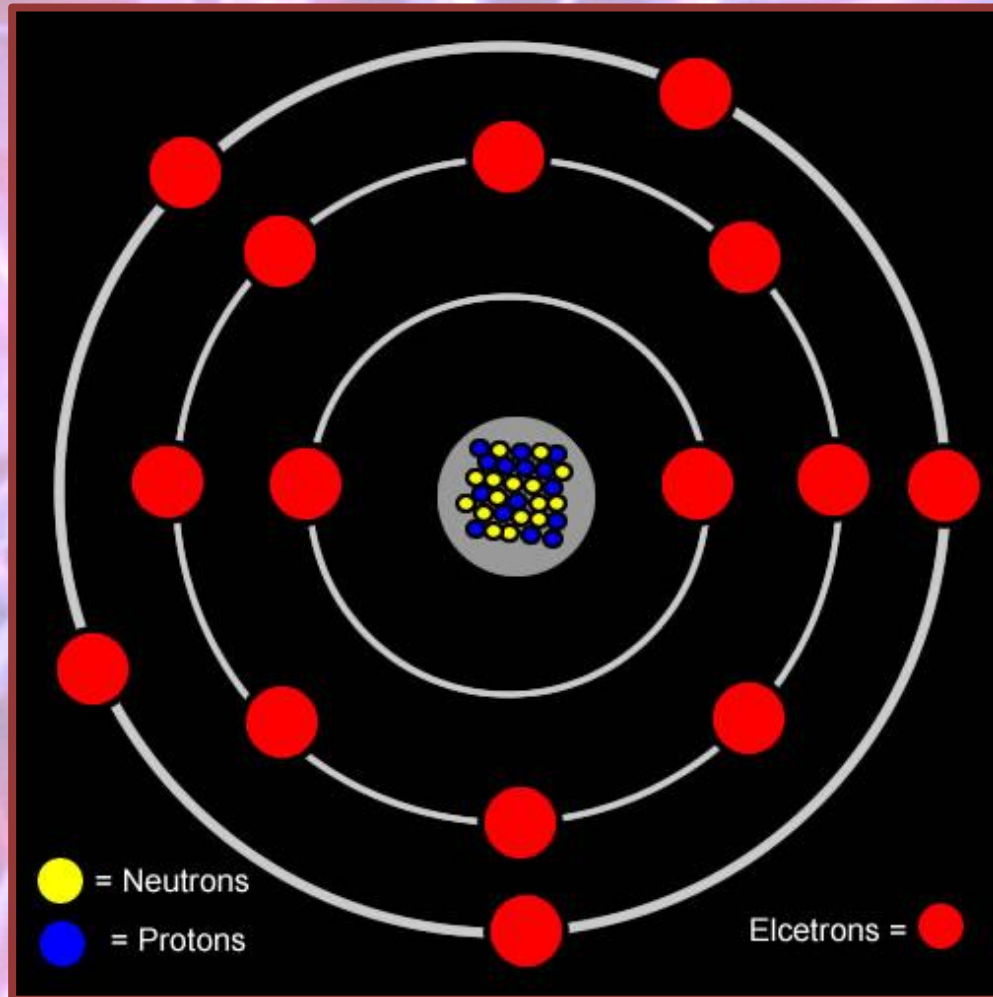
**В теле человека более 1,5 кг фосфора (1,4 кг в костях, 130 г в мышцах, 12 г в нервных тканях).**

**Ежесуточная потребность взрослого человека в фосфоре от 1 до 1,2 г.**

***С каждым куском хлеба весом 100 г человек съедает до 10.000000000000000000000000 атомов фосфора.***



# Строение атома фосфора





# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834–1907

Периоды	Ряды	Г Р П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергия ионизации
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	
1	1	<b>Н</b> ВОДОРОД 1,008															<b>Не</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 16,00	<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>Ar</b> АРГОН 39,948	18
4	4	<b>K</b> КАЛИЙ 39,102	<b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ 40,08		<b>Sc</b> СКАНДИЙ 44,956					<b>Fe</b> ЖЕЛЕЗО 55,845	<b>Co</b> КОБАЛЬТ 58,933	<b>Ni</b> НИКЕЛЬ 58,7						
	5		<b>Cu</b> МЕДЬ 63,546	<b>Zn</b> ЦИНК 65,37	<b>Ga</b> ГАЛЛИЙ 69,72	<b>Ge</b> ГЕРМАНИЙ 72,63											<b>Kr</b> КРИПТОН 83,8	36
5	6	<b>Rb</b> РУБИДИЙ 85,468	<b>Sr</b> СТРОНЦИЙ 87,62		<b>Y</b> ИТРИЙ 88,906					<b>Ru</b> РУТЕНИЙ 101,07	<b>Rh</b> РОДИЙ 102,906	<b>Pd</b> ПАЛЛАДИЙ 106,4						
	7		<b>Ag</b> СЕРЕБРО 107,868	<b>Cd</b> КАДМИЙ 112,41	<b>In</b> ИНДИЙ 114,82	<b>Sn</b> ОЦИНК 118,710											<b>Xe</b> КСЕНОН 131,3	54
6	8	<b>Cs</b> ЦЕЗИЙ 132,905	<b>Ba</b> БАРИЙ 137,34		57–71 ЛАНТАНОИДЫ					<b>Os</b> ОСМИЙ 190,2	<b>Ir</b> ИРИДИЙ 192,22	<b>Pt</b> ПЛАТИНА 195,09						
	9		<b>Au</b> ЗОЛОТО 196,967	<b>Hg</b> РУТУТЬ 200,59	<b>Tl</b> ТАЛЛИЙ 204,37	<b>Pb</b> СВИНЕЦ 207,19	<b>Bi</b> ВИСМУТ 208,98	<b>Po</b> ПОЛОНИЙ (209)	<b>At</b> АСТАТ (210)									<b>Rn</b> РАДОН (222)
7	10	<b>Fr</b> ФРАНЦИЙ (223)	<b>Ra</b> РАДИЙ (226)		89–103 АКТИНОИДЫ			<b>Rf</b> РЕЗЕРФОРДИЙ (261)	<b>Db</b> ДУБНИЙ (262)	<b>Sg</b> СИБОРГИЙ (263)	<b>Bh</b> БОРИЙ (264)	<b>Hn</b> ХАННИЙ (265)	<b>Mt</b> МЕЙТНЕРИЙ (266)	<b>110</b>				
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>									RO <sub>4</sub>	
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> R	HR									

P

15

ФОСФОР

30,973

3s<sup>2</sup> 3p<sup>3</sup>

5  
8  
2



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

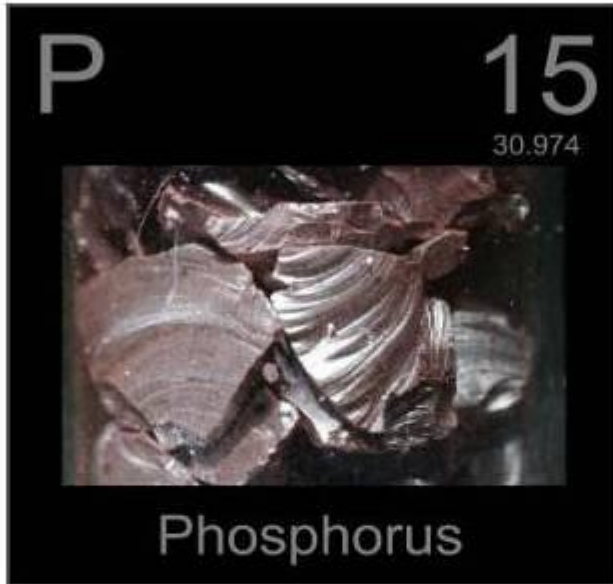
## Л А Н Т А Н О И Д Ы

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 158,928	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> ТУЛЬИЙ 168,934	70 <b>Yb</b> ИТТЕРБИЙ 173,04	71 <b>Lu</b> ЛЮТЕЦИЙ 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

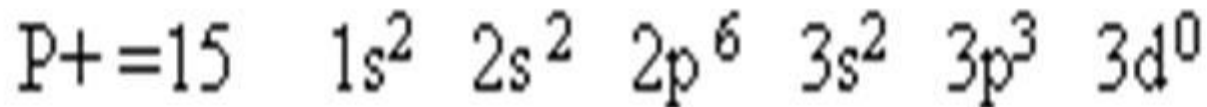
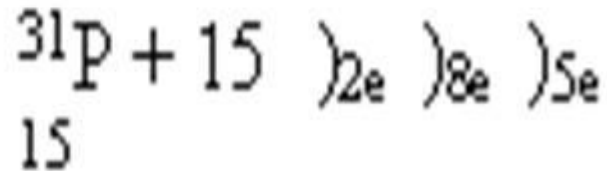
## А К Т И Н О И Д Ы

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> ПУТОНИЙ (244)	95 <b>Am</b> АМЕРИЦИЙ (243)	96 <b>Cm</b> КУРИЙ (247)	97 <b>Bk</b> БЕРКЛИЙ (247)	98 <b>Cf</b> КАЛЬФОРНИЙ (251)	99 <b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ (254)	100 <b>Fm</b> ФЕРМИЙ (257)	101 <b>Md</b> МАНДЕЛИЦИЙ (258)	102 <b>No</b> НОБЕЛИЙ (259)	103 <b>Lr</b> ЛОУРЕНСИЙ (260)
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

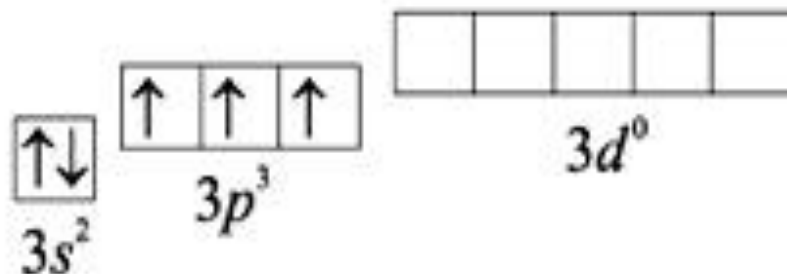
# Фосфор как элемент



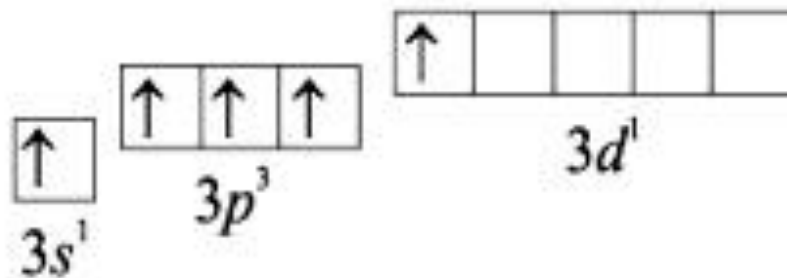
	В	А	У	В	А
6	<b>N</b> 14,0067 АЗОТ	7	<b>O</b> 15,9994 КИСЛО		
14	<b>P</b> 30,97376 ФОСФОР	15	<b>S</b> 32,066 СЕРА		
		23	<b>V</b> 50,9415	24	



P:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^0$ . Валентность III;  
степени окисления  
 $+3$  ( $\overset{+3}{\text{P}}_2\text{O}_3$ ),  $-3$  ( $\overset{-3}{\text{P}}\text{H}_3$ )

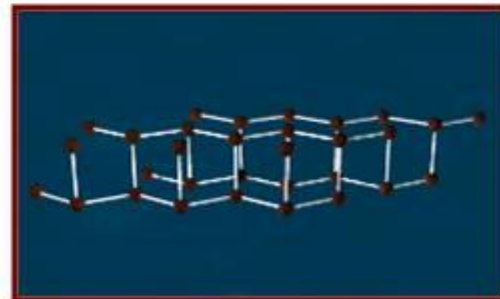
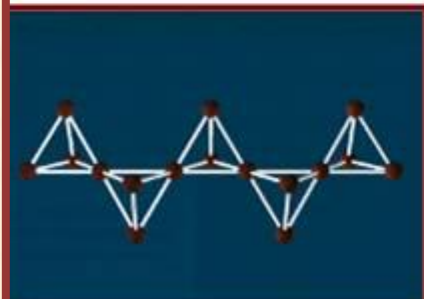


P\*:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$ . Валентность V;  
степень окисления  
 $+5$  ( $\overset{+5}{\text{H}}_3\text{PO}_4$ )

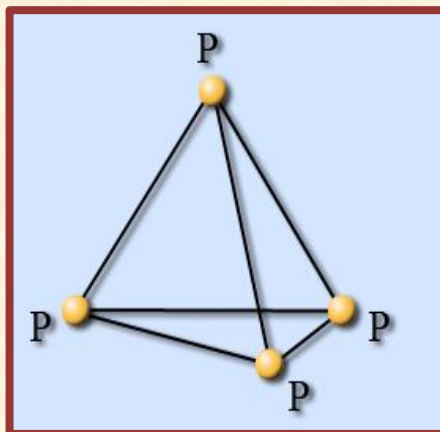


# Фосфор как простое вещество.

## Аллотропные возможности фосфора



# Белый фосфор

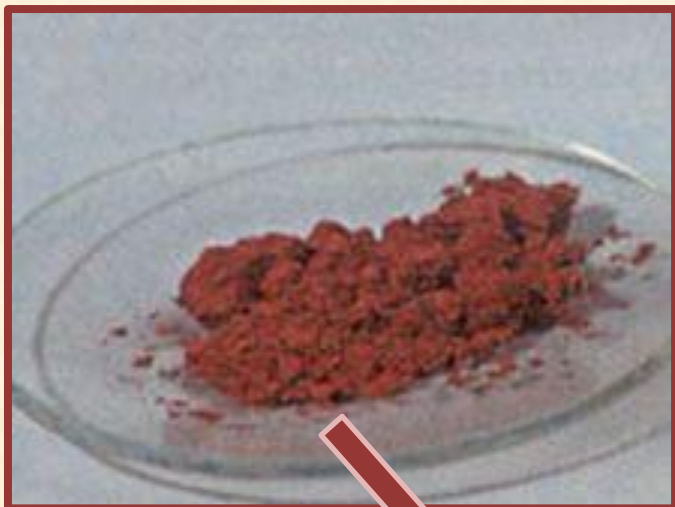


**Белый фосфор самовозгорается на воздухе. Кроме того, процесс окисления катализируется органическим веществом. Поэтому собака Баскервиль не могла быть окрашена белым фосфором.**

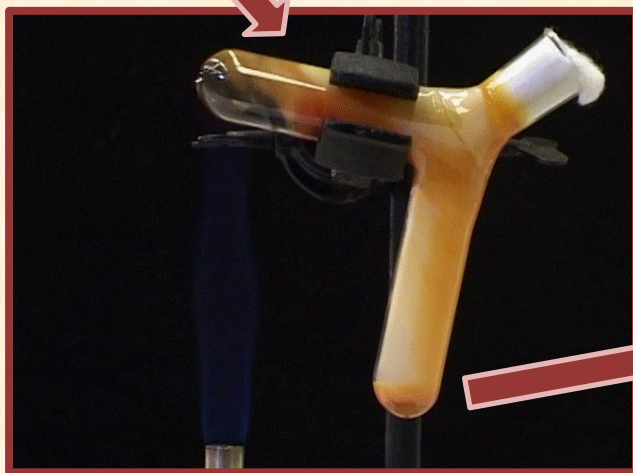
**Доза фосфора в 0,05-0,15 г для человека смертельна.**

**Профессиональное заболевание рабочих спичечных фабрик был *фосфорный некроз* – поражение челюстей. Белый фосфор не только сильный яд, при попадании на кожу вызывает долго не заживающие ожоги.**

# Красный фосфор



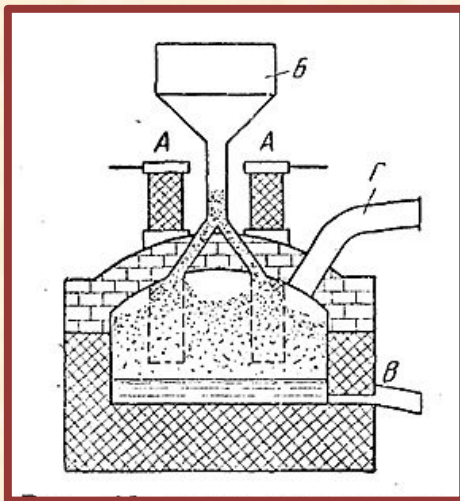
Не растворяется ни в воде, ни в сероуглероде. На воздухе окисляется медленно и не самовоспламеняется. Не ядовит и не светится в темноте.



*Белый фосфор*



# Получение фосфора



*фосфат кальция*



*электропечь*

*белый фосфор*

*(желтый фосфор)*



# Химические свойства фосфора

Фосфор проявляет и *окислительные*,  
и *восстановительные* свойства.



*окислитель*

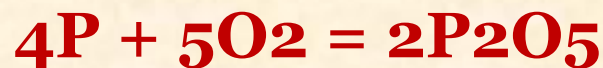
*восстанавливается*

*восстановитель*

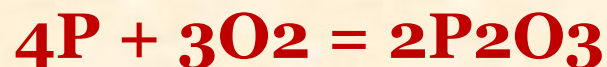
*окисляется*

# 1. Взаимодействие с простыми веществами – неметаллами.

Фосфор может реагировать со многими неметаллами: кислородом, серой, галогенами, с водородом фосфор не реагирует. В зависимости от того, находится фосфор в избытке или недостатке, образуются соединения фосфора (III) и (V), например:



*(с избытком кислорода)*



*(при медленном окислении или при недостатке O<sub>2</sub>)*



**2. Взаимодействие с металлами. При нагревании фосфора с металлами образуются *фосфиды*:**

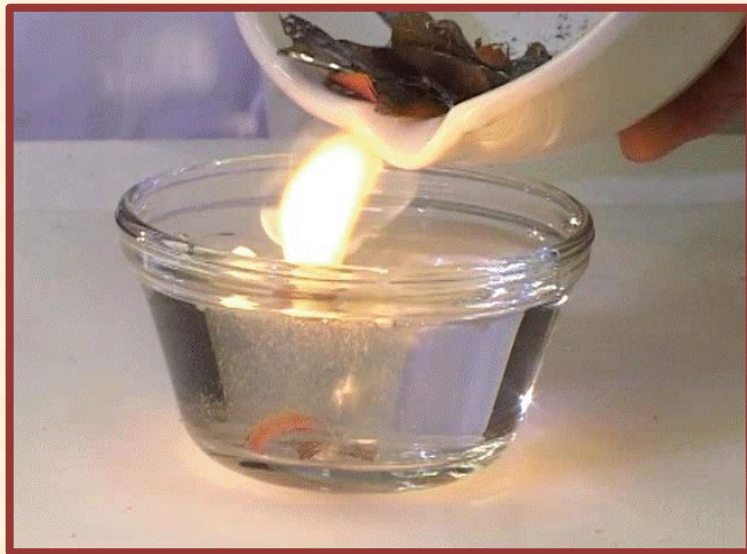
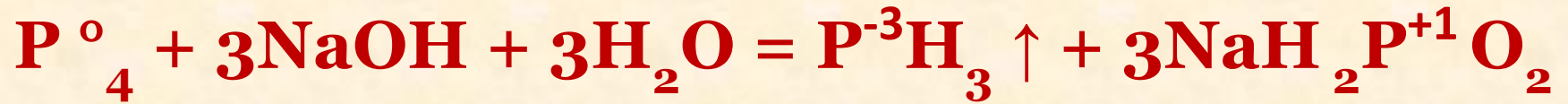


**Фосфиды некоторых металлов могут разлагаться водой с образованием газообразного *фосфина*  $\text{PH}_3$ :**



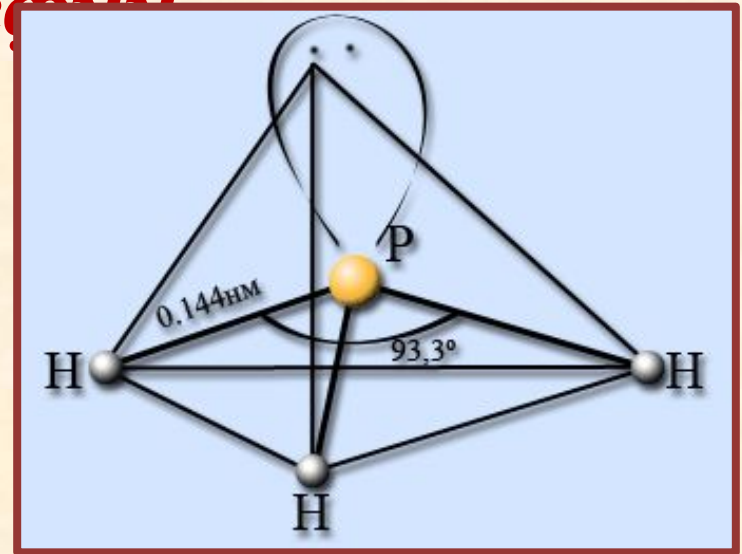
***Фосфин – очень ядовитый газ с неприятным запахом, легко воспламеняется на воздухе. Это свойство фосфина объясняет появление болотных блуждающих огней.***

**3. Взаимодействие со щелочами. При нагревании белого фосфора в растворе щелочи он диспропорционирует:**



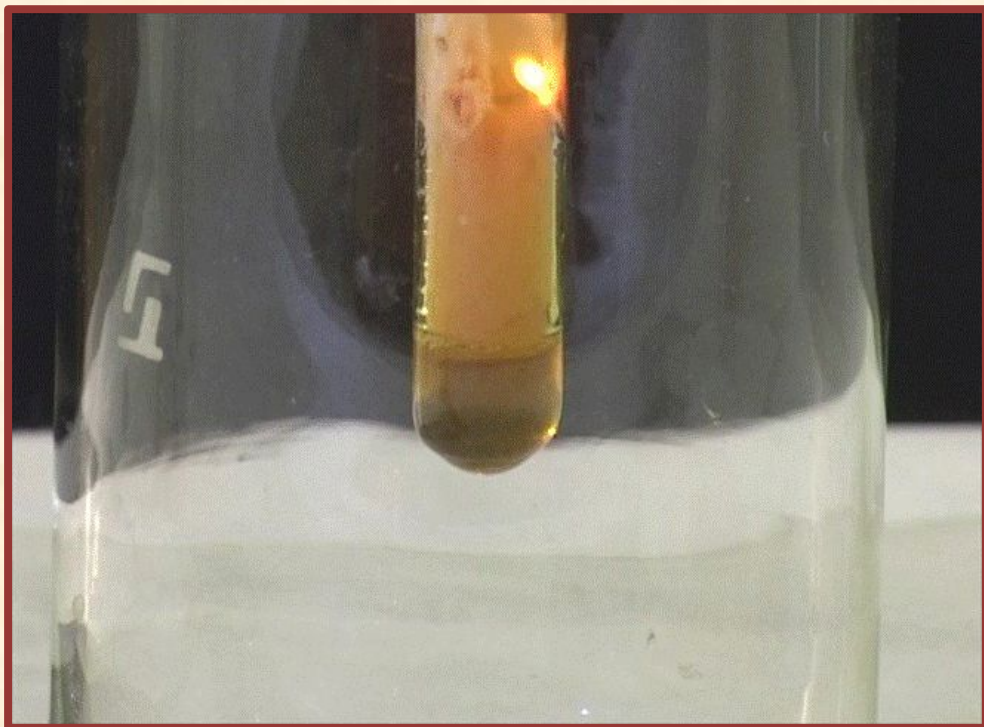
**Самовоспламенение  
фосфина**

**фосфин**



**Фосфин**

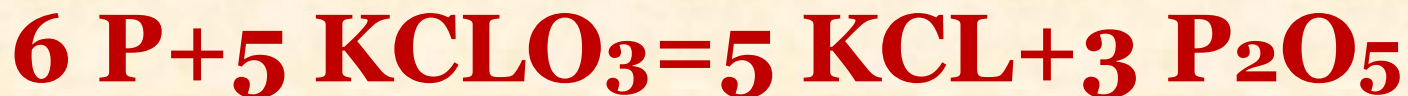
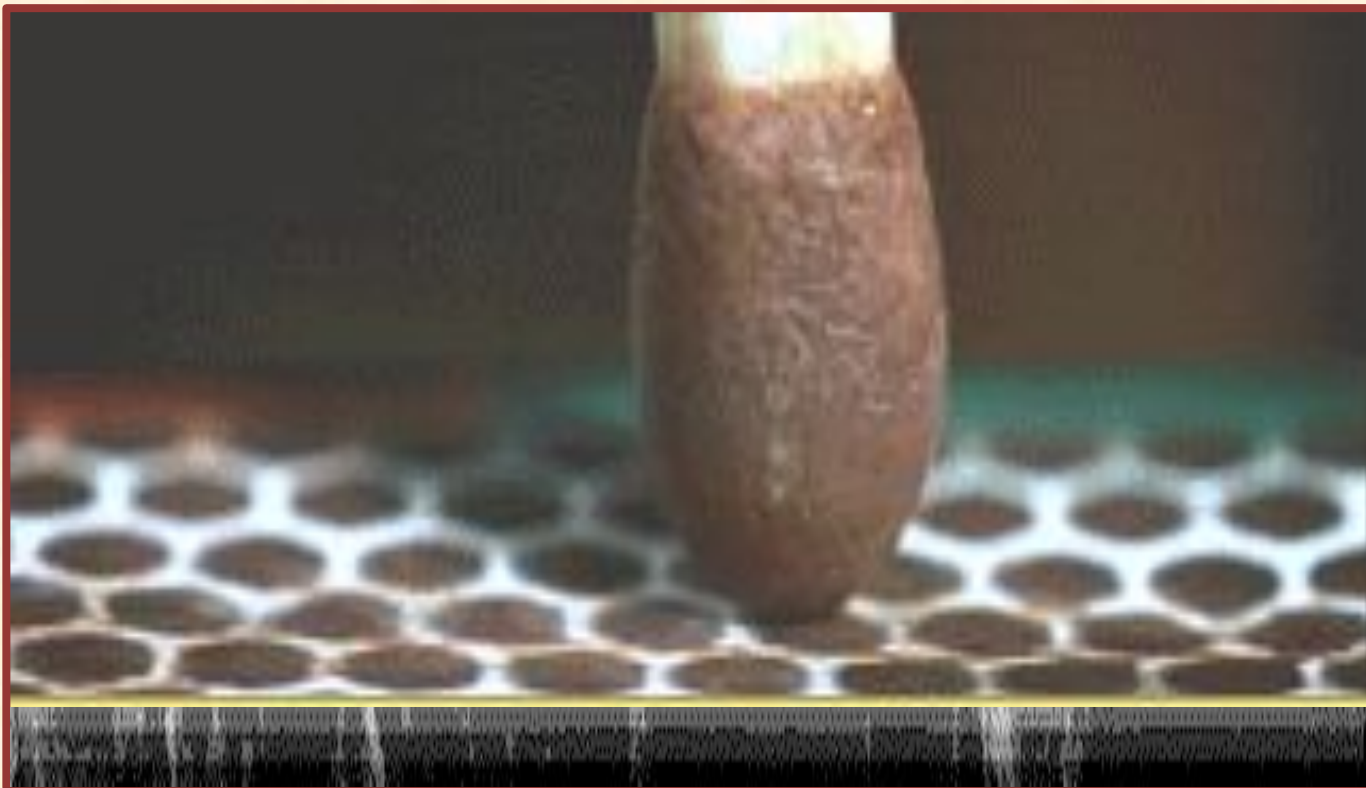
**Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:**



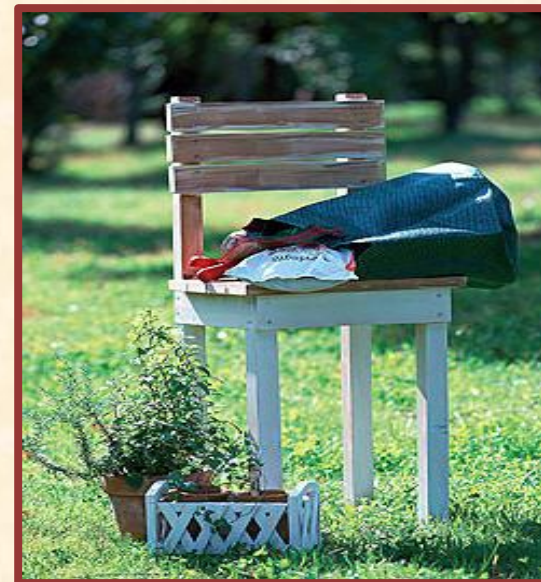
$\text{P}^0 - 5 \text{e}^- = \text{P}^{+5}$   
**восстановитель**  
**(окисление)**  
 $\text{N}^{+5} + 8 \text{e}^- = \text{N}^{+2}$   
**окислитель**  
**(восстановление)**

**Взаимодействие фосфора с азотной кислотой**

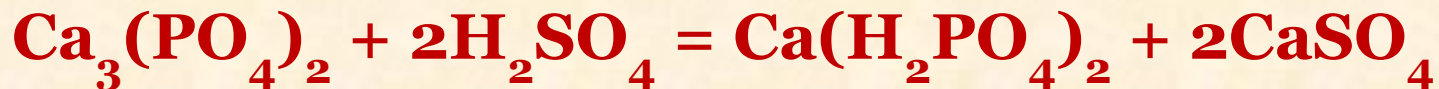
**Реакция окисления также происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает бертолетова соль:**



# Применение фосфора



*Простой суперфосфат, основным компонентом которого является дигидрофосфат кальция  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$*





# Двойной суперфосфат



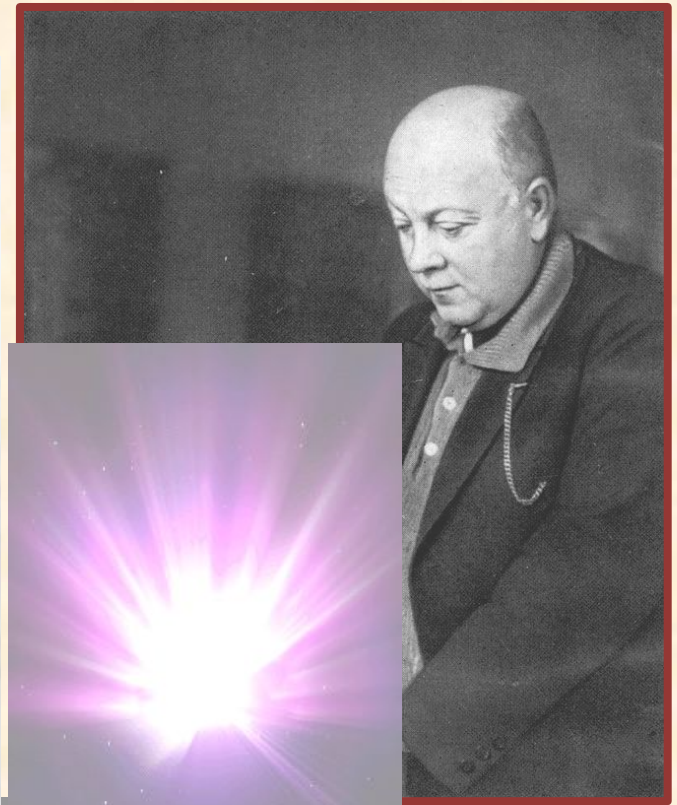
**Вместе с азотом фосфор входит в состав некоторых других комплексных удобрений, например аммофоса и диаммофоса.**



# Оружие массового поражения



Мечтая раздобыть свой  
философский камень,  
Способный приоткрыть золотые  
ворота,  
Алхимик Бранд увидел синий  
пламень  
И фосфором нарек его тогда.  
Он «элементом мысли» будет  
назван,  
Плодоношенье трав определит.  
И даст начало удобрениям разным:  
Природный фосфорит и апатит.  
Двуликий фосфор: миф о нем  
развеян.  
Он даст завесы дым – лишь только  
тронь.  
Или в компании с стеклом и клеем  
На спичке в коробке смирят огонь.



А. Е. Ферсман

15



P

ФОСФОР

30,97376

Фосфор

Спасибо за  
внимание

P 15

30.97376

Phosphorus

