

АЗОТ И ФОСФОР

1. Положение в периодической системе

Подгруппа азота
(пниктогены) –
V группа, главная
подгруппа «А»

азот, фосфор, мышьяк,
сурьма, висмут.

Электронное
строение
последнего уровня:

Степени окисления:

-3, 0, +1,+2,+3,+4,
+5

Первые представители подгруппы — азот и фосфор — типичные неметаллы, мышьяк и сурьма проявляют металлические свойства, висмут — типичный металл.

...	2	3	!	!	!	!	!
	+5	+4	+3	+2	+1	0	-3
	HNO_3	NO_2	N_2O_3	NO	N_2O	N_2	NH_3
	Азотная	Бурый	HNO_2			Азот	Аммиак
	кислота	газ	Азотистая				M_3N_x
			кислота				Нитриды

2. Изотопы и аллотропные модификации

Азот: 17 изотопов, два стабильных изотопа ^{14}N и ^{15}N .

Фосфор: 23 *изотопа*, среди них один стабильный ^{31}P и только он встречается в природе.

АЗОТ:

В твердом состоянии известны две модификации азота: *a* – кубическая и *b* – гексагональная.

ФОСФОР: Известно 11 аллотропных модификаций фосфора.

Традиционно различают четыре его модификации: **белый, красный, чёрный и металлический фосфор.**

Также встречается «**желтый фосфор**» - неочищенный белый.

3. Нахождение в природе

**Содержание в земной коре:
азот - 0,01%, фосфор - 0,08%,
мышьяк - 0,0006%, сурьма -
0,0004%, висмут - 0,00002%**

АЗОТ - один из самых распространённых элементов на Земле, четвертый в солнечной системе. Основной компонент воздуха (78,09 % объёма).

В живых организмах он входит в состав белков (16—18 % по массе), аминокислот, нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, хлорофилла, гемоглобина и др.

В составе живых клеток по массовой доле — около 2,5 % (четвёртое место после водорода, углерода и кислорода).

В результате процессов гниения и разложения азотсодержащей органики, при условии благоприятных факторов окружающей среды, могут образоваться природные залежи **полезных ископаемых**, содержащие азот, например, «чилийская селитра» (нитрат натрия с примесями других соединений), норвежская, индийская селитры.

**Содержание в земной коре:
азот - 0,01%, фосфор - 0,08%,
мышьяк - 0,0006%, сурьма -
0,0004%, висмут - 0,00002%**

ФОСФОР: В свободном состоянии не встречается из-за высокой химической активности.

Образует около 190 минералов, важнейшими из которых являются апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$, фосфорит и другие.

Фосфор входит в состав важнейших биологических соединений — фосфолипидов.

Содержится в животных тканях, входит в состав белков и других важнейших органических соединений (АТФ, ДНК), является элементом жизни.

4. Физические свойства

АЗОТ

Газ без цвета, вкуса и запаха.

Применяется как инертная среда для множества технологических процессов; жидкий азот — хладагент.

В жидком состоянии (температура кипения $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) — бесцветная, подвижная, как вода, жидкость.

При повышенном давлении он вызывает наркоз, опьянение или удушье (при недостатке кислорода); при быстром снижении давления азот вызывает кессонную болезнь.



ФОСФОР

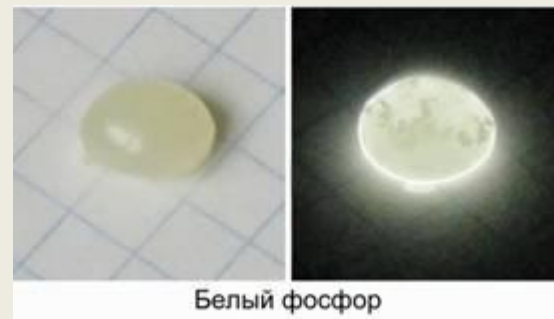
Белый фосфор представляет собой белое вещество (из-за примесей может иметь желтоватый оттенок).

Плохо растворяется в воде, но легко растворим в органических растворителях.

Обладает хемилюминесценцией (бледно-зеленый свет)

Ядовит: летальная доза белого фосфора для взрослого человека составляет 0,05—0,15 г, а при хроническом отравлении поражает кости, например, вызывает омертвление челюстей.

При контакте с кожей легко самовоспламеняется, вызывая серьёзные ожоги.



Белый фосфор



Белый
фосфо
р

Красн
ый
фосфо
р

ФОСФОР

Неочищенный белый фосфор обычно называют «жёлтый фосфор». Сильно ядовитое, огнеопасное кристаллическое вещество от светло-жёлтого до тёмно-бурого цвета.

В воде не растворяется, на воздухе самовоспламеняется.

Горит ослепительным ярко-зеленым пламенем с выделением густого белого дыма



ФОСФОР

В зависимости от способа получения и степени дробления, красный фосфор имеет оттенки от пурпурно-красного до фиолетового, а в литом состоянии — тёмно-фиолетовый с медным оттенком, имеет металлический блеск.

Растворяется в свинце и висмуте.

На воздухе не воспламеняется, но самовоспламеняется при ударе.

Моноэлемент



Красный
фосфор

Пар

Белый
фосфор

ФОСФОР

Чёрный фосфор представляет собой чёрное вещество с металлическим блеском, жирное на ощупь и весьма похожее на графит, и с полностью отсутствующей растворимостью в воде или органических растворителях.

Проводит электрический ток и имеет свойства полупроводника.



ФОСФОР

Металлический фосфор – плотное темно-серое вещество с металлическим блеском.

Металлический фосфор очень хорошо проводит электрический



Черный
фосфор

Давлени
е

Металли
ческий
фосфор

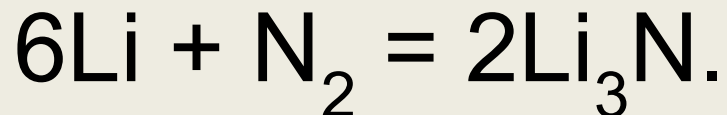
5. Химические свойства

АЗОТ

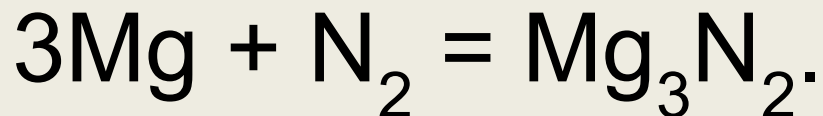
Химически инертное (малоактивное вещество)

1. Взаимодействие с металлами

А) При обычных условиях молекулярный азот реагирует лишь с некоторыми сильными восстановителями, например, литием:



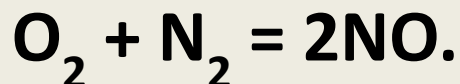
Б) Для образования нитрида магния из простых веществ требуется нагревание до 300 °С:



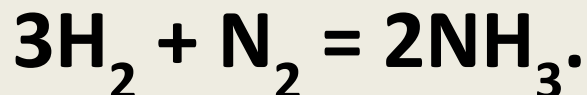
Нитриды активных металлов представляют собой ионные соединения, которые гидролизуются водой с образованием аммиака.

АЗОТ

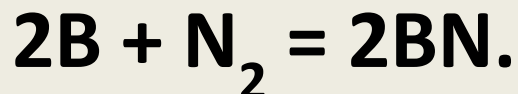
2. Взаимодействие с кислородом Только под действием электрического разряда азот реагирует с кислородом:



3. Взаимодействие с водородом Реакция с водородом протекает при температуре порядка 400 °С и давлении 200 атм в присутствии катализатора – металлического железа:



4. Взаимодействие с другими неметаллами При высоких температурах реагирует с другими неметаллами, например, с бором:

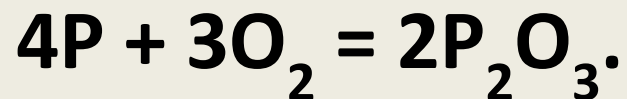
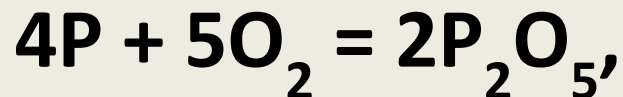


ФОСФОР

Химическая активность фосфора значительно выше, чем у азота. Химические свойства фосфора во многом определяются его аллотропной модификацией. Белый фосфор очень активен, в процессе перехода к красному и черному фосфору химическая активность резко снижается.

1. Взаимодействие с простыми веществами

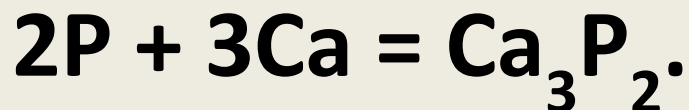
А) Фосфор легко окисляется кислородом:



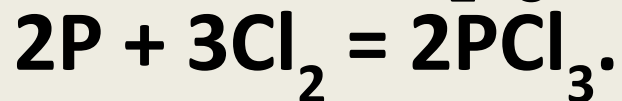
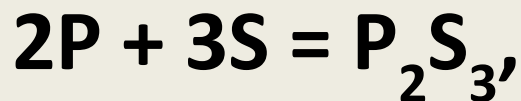
ФОСФОР

Б) Взаимодействует со многими простыми веществами – галогенами, серой, некоторыми металлами, проявляя окислительные и восстановительные свойства:

- **с металлами** – окислитель, образует фосфиды:



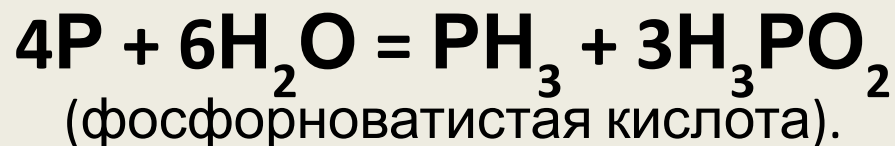
- **с неметаллами** – восстановитель :



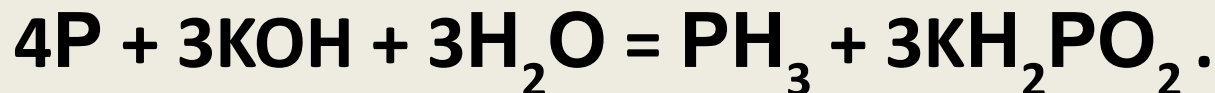
Не взаимодействует с водородом.

ФОСФОР

2. Взаимодействие с водой



3. Взаимодействие со щелочами

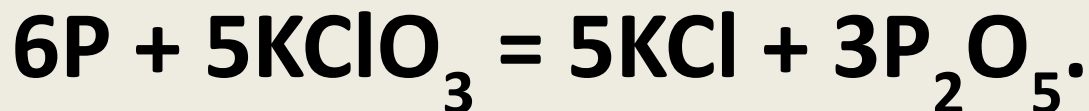


4. Восстановительные свойства

Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:



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

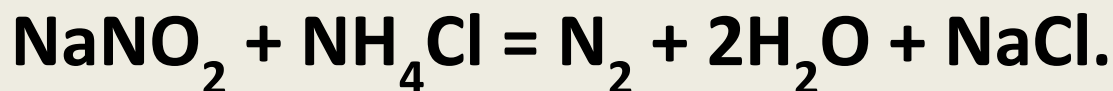


6. Получение

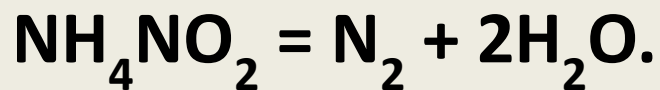
АЗОТ

- **В лаборатории**

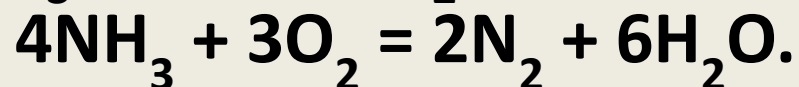
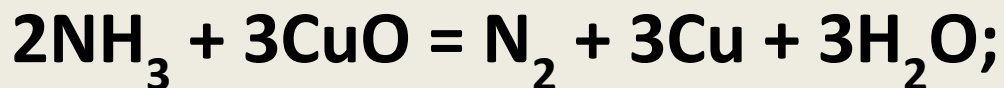
1. Нагревание смеси растворов нитрита натрия и хлорида аммония при 80 °С:



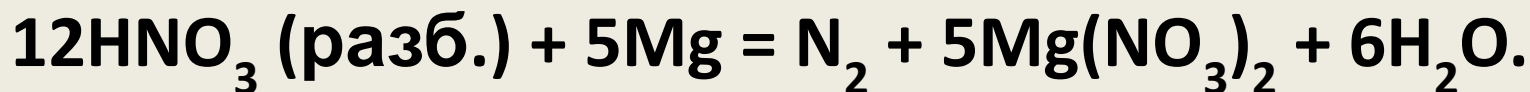
2. Разложение твердого нитрита аммония (со взрывом)



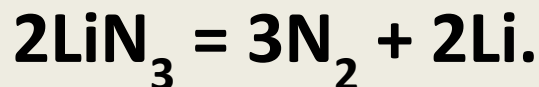
3. Реакции окисления аммиака:



4. Реакции взаимодействия металлов с азотной кислотой:



5. Термическое разложение азида лития:



АЗОТ

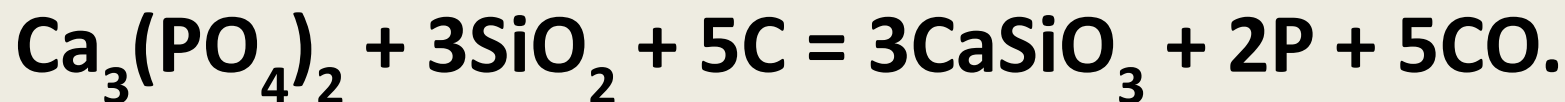
- ***В промышленности***

Чистый азот в промышленности наряду с кислородом и другими газами получают фракционной перегонкой жидкого воздуха.

ФОСФОР

- ***В промышленности***

Фосфор получают восстановлением из фосфата кальция, который входит в состав апатита и фосфорита:



ЗАДАНИЕ

№1. Осуществите превращения по схеме:



№2. Составьте уравнения реакции взаимодействия азота с кислородом, магнием и водородом. Для каждой реакции составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

№3. В одном цилиндре находится газ азот, в другом - кислород, а в третьем - углекислый газ. Как различить эти газы?