

Лекция №10

**Элементы V A группы.
Азот и фосфор:
физические и химические
свойства элементарных
веществ и их соединений.
Применение в фармации.**

План.

1. Общая характеристика элементов VA группы. Их характерные степени окисления.
2. Физические свойства элементов.
3. Химические свойства элементов VA группы: отношение к кислотам, щелочам, воде и неметаллам.
4. Свойства основных соединений: оксидов, гидроксидов, кислот, солей.
5. Биологическая роль элементов VA группы.

**Общая характеристика
элементов VA группы.
Их характерные
степени окисления.**

V группа периодической системы Д.И. Менделеева

**К *p*-элементам V группы относятся азот,
фосфор, мышьяк, сурьма и висмут.**

**Общая электронная конфигурация
валентного уровня: ns^2np^3**

Элементы V A группы

$+7\text{N}$))				
Азот	2	4				
$+15\text{P}$)))			
Фосфор	2	8	4			
$+33\text{As}$))))		
Мышьяк	2	8	18	4		
$+51\text{Sb}$)))))	
Сурьма	2	8	18	18	4	
$+83\text{Bi}$))))))
Висмут	2	8	18	32	18	4

Степень окисления в возбужденном состоянии

+4, +5

+4, +5

+3, +5

+3, +5

+3, +5

Степень окисления в основном состоянии

-3, +3, +1,
+2, -2, -1

-3, +3, +1,
-2

-3

-3

-3

Условный радиус атома, нм

0,071

0,130

0,148

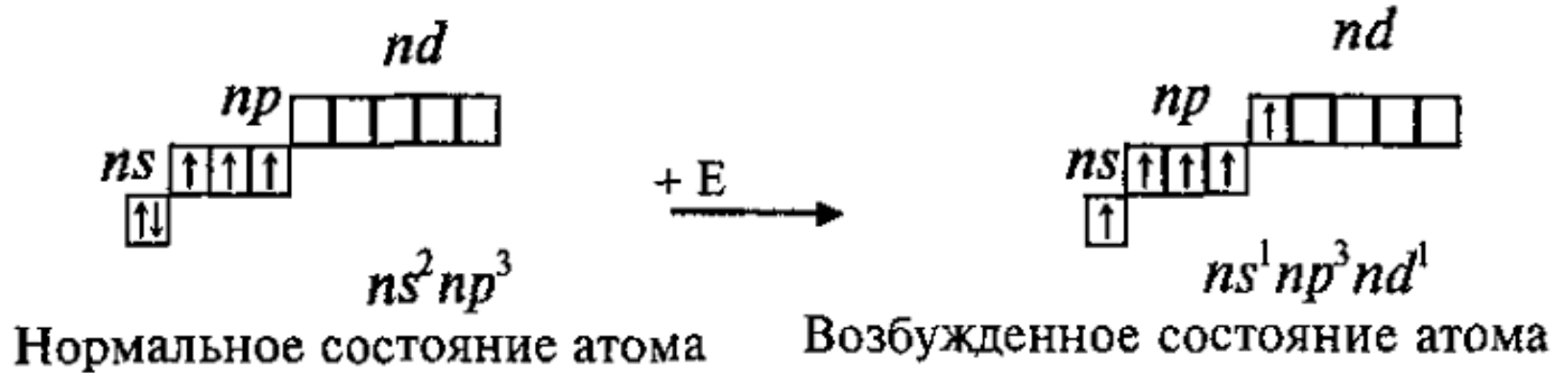
0,161

0,182

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Строение внешнего электронного слоя



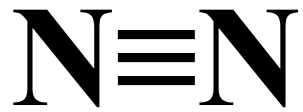
Физические свойства элементов

Физические свойства простых веществ

Свойства	N	P	As	Sb	Bi
Физическое состояние (1 атм. 25°C)	газ	ТВ	ТВ	ТВ	ТВ
Цвет	безцв.	красн., белый, черный	желтый, серый	желтый, серый	серый
t плавления, °C	-210	44 (белый)	814 (желтый)	631 (серый)	271
t кипения, °C	-196	280 (белый)	613 (возг.)	1750	1560



Азот

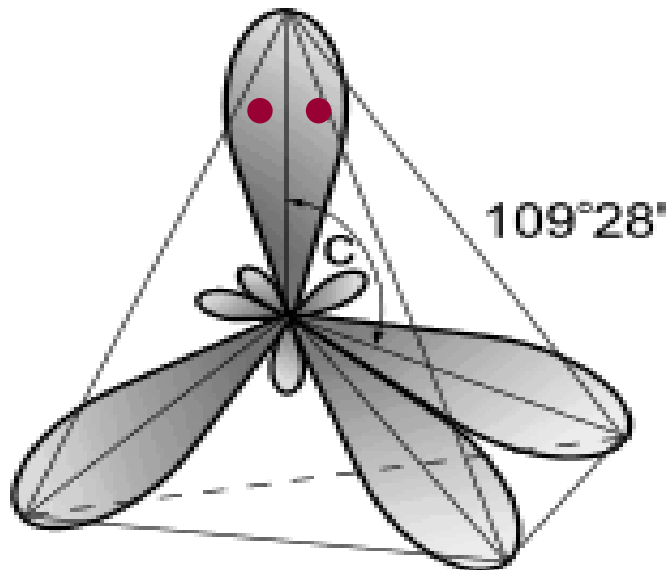


В свободном состоянии азот — бесцветный газ без вкуса и запаха, немного легче воздуха, плохо растворяется в воде.

В молекуле N₂ химическая ковалентная (неполярная) связь, тройная очень устойчивая и короткая этим объясняется химическая инертность азота при обычных условиях и в отсутствие катализаторов. В воде азот очень мало растворим (15,4мл/1 л Н₂О при 20 °С)



$T_{\text{пл}} = -210,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
$T_{\text{кип}} = -196 \text{ } ^\circ\text{C}$



sp^3 –гибридизация

Азот с водородом образует 3 ковалентные связи по обменному механизму

На 4-й гибридной орбитали атома N находится неподеленная пара электронов.

Аммиак



NH_3 – нитрид водорода, при нормальных условиях — бесцветный газ с резким характерным запахом (запах нашатырного спирта).

$$T_{\text{пл.}} = -77,75^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{кип.}} = -33,4^\circ\text{C}$$

Растворимость в воде чрезвычайно велика.

Газ, легче воздуха в 1,7 раза

Оксиды азота

N_2O – оксид азота (I)

NO – оксид азота (II)

N_2O_3 – оксид азота (III)

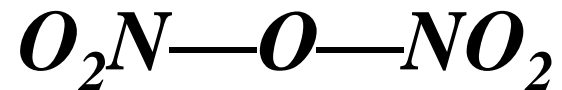
NO_2 – оксид азота (IV)

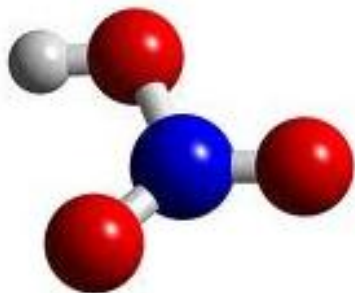
N_2O_5 – оксид азота (V)

} Несолеобразующие оксиды

} Солеобразующие оксиды

нитрат нитрония

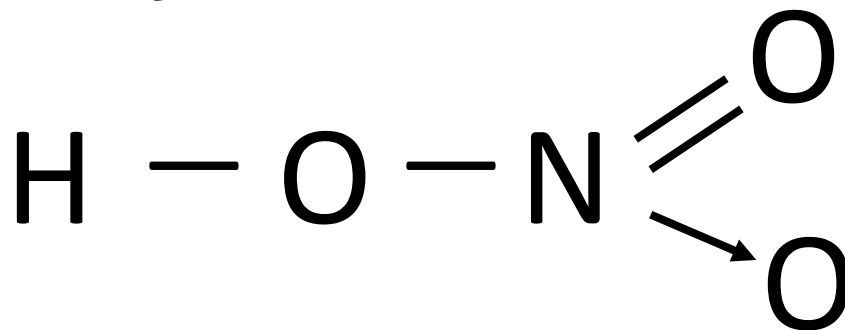


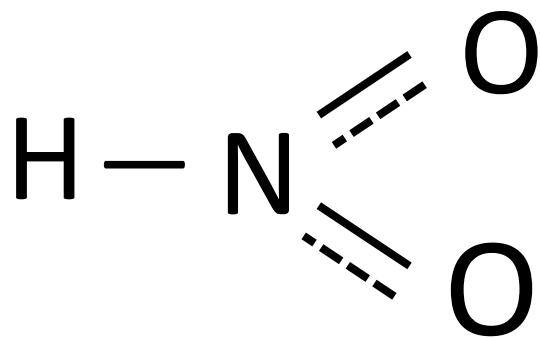


Азотная кислота



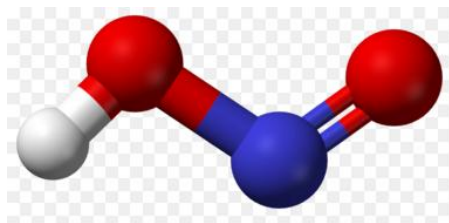
Бесцветная жидкость с резким запахом, «дымящая» на воздухе из-за образования ее парами с влагой воздуха капелек тумана. С водой HNO_3 смешивается в любых соотношениях. При кипении ($85\text{ }^\circ\text{C}$) и при длительном стоянии она частично разлагается, образующийся NO_2 придает ей желтый оттенок (в зависимости от количества NO_2 цвет HNO_3 может быть даже желтым или красным).



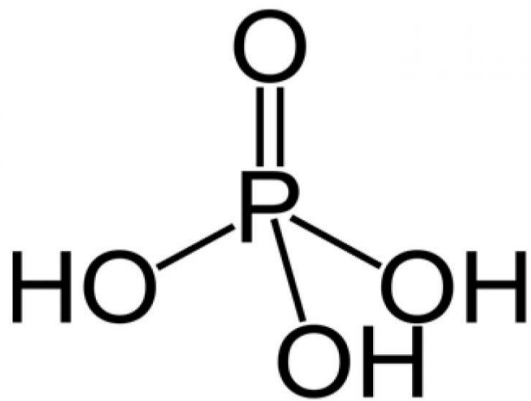


Азотистая кислота HNO_2

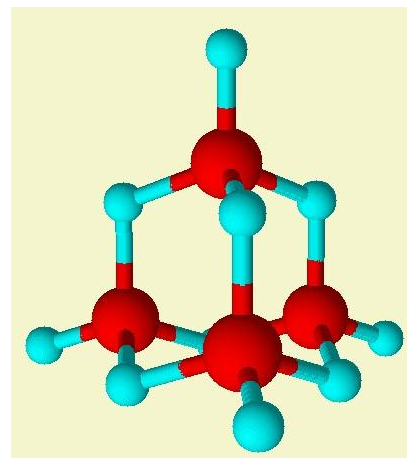
Полярное соединение с ковалентной полярной связью и молекулярной кристаллической решеткой. Это слабая одноосновная кислота, существующая только в разбавленных водных растворах, окрашенных в слабый голубой цвет.



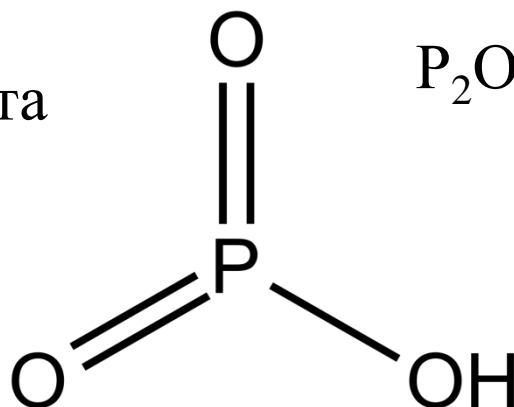
Важнейшие соединения фосфора



H_3PO_4 фосфорная
(ортофосфорная) кислота



P_2O_5 или P_4O_{10} оксид
фосфора (V)



HPO_3
метафосфорная кислота

Аллотропные модификации

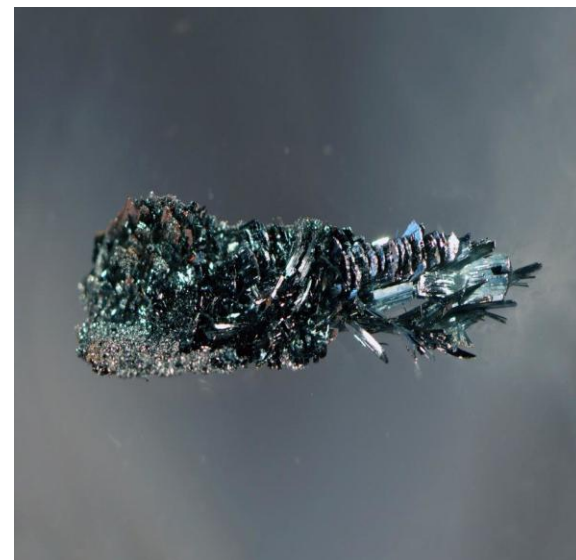
Фосфор



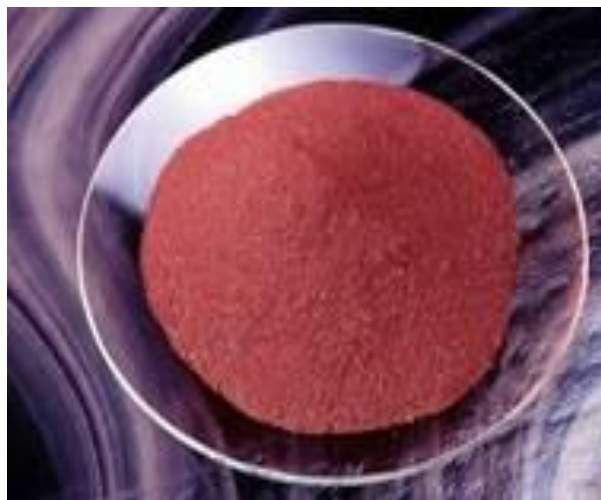
Белый фосфор



Черный фосфор

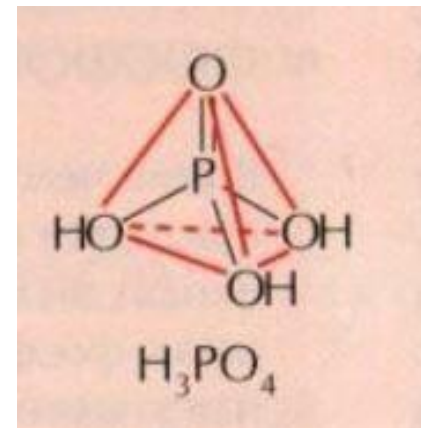


Красный фосфор



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

H_3PO_4 фосфорная кислота (Ортофосфорная кислота)



Безводная ортофосфорная кислота представляет собой светлые прозрачные кристаллы, при комнатной температуре расплывающиеся на воздухе.

Не ядовита.

Расплывается на воздухе, смешивается с водой в любых соотношениях.



$$\rho = 1,88 \text{ г/см}^3,$$

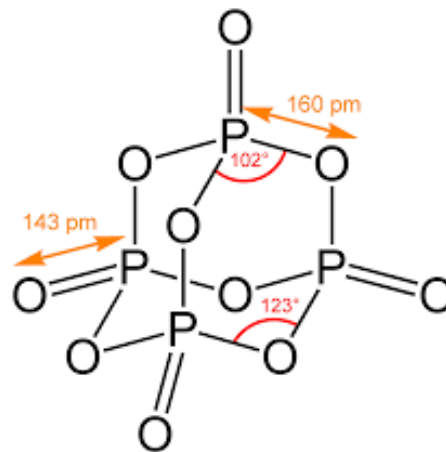
$$T_{\text{пл}} = 42,5^\circ\text{C}.$$

$$T_{\text{кип.}} = 158^\circ\text{C}$$

Кислотный оксид P_2O_5 (фосфорный ангидрид)

- Белое гигроскопичное порошкообразное вещество.
- Хорошо растворимое в воде, образует несколько кислот.
- Используется как осушитель газов и жидкостей, отнимает воду у химических соединений.

**Расплавляется на воздухе,
возгоняется при 360 °С.**



Мышьяк

Серебристо-серое или оловянно-белое вещество, в свежем изломе обладающее металлическим блеском.

Но на воздухе он быстро тускнеет.

Представляет собой хрупкий полуметалл стального цвета (расположен в периодической системе на границе между металлами и неметаллами, поэтому и называется «полуметаллом»).



$$\rho_{\text{(при н. у.)}} = 5,73 \text{ г/см}^3 \text{ (серый мышьяк)}$$

$$T_{\text{пл.}} = 817^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{кип}} = 615^{\circ}\text{C}$$

Сурьма



Серебристо - белая с синеватым оттенком. По своему строению, металл крупнозернистый и очень хрупкий, не поддается ковки.

$$\rho = 6,68 \text{ г/см}^3$$

$$T_{\text{пл.}} = 630,9^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{кип.}} = 1635^\circ\text{C}$$

при застывании расширяется



Висмут

Серебристо-серый металл
с розоватым оттенком.



При плавлении висмут уменьшается в объеме (как лед), т. е. твердый висмут легче жидкого. При высоких давлениях существуют другие модификации металлического висмута. Висмут хрупок, легко растирается в порошок.

$$\rho = 9,80 \text{ кг/дм}^3$$

$$T_{\text{пл}} = 271,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{кип}} = 1564 \text{ }^\circ\text{C},$$

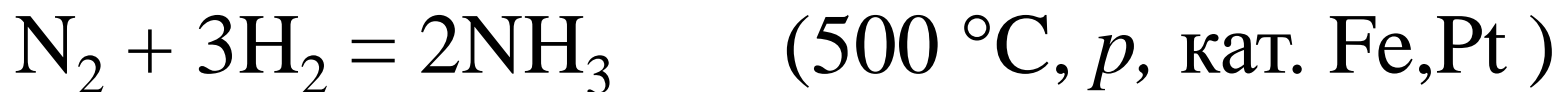
**Химические свойства
элементов VA группы:
отношение к кислотам,
щелочам, воде и
неметаллам.**

Химические свойства азота

Взаимодействие с неметаллами.



(комн. электрич.разряд; почти не идет)



(комн. электрич.разряд; почти не идет)



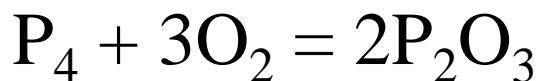


2) Взаимодействие с металлами.

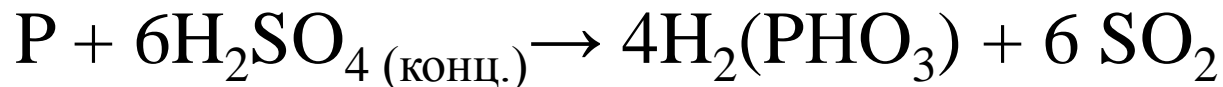
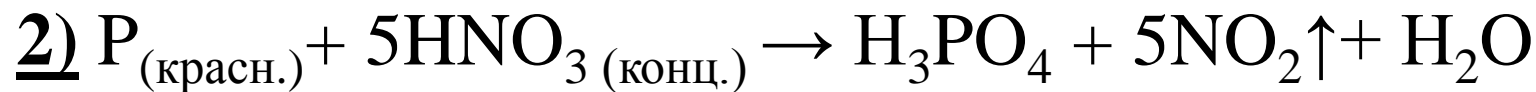
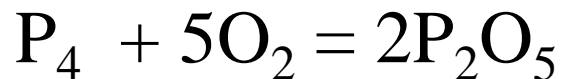


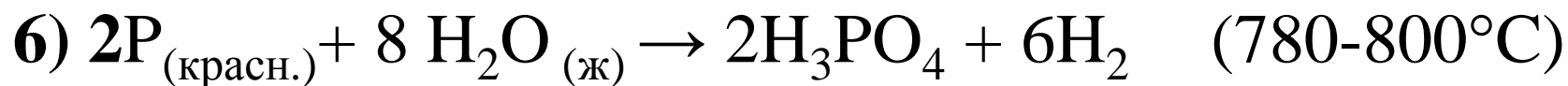
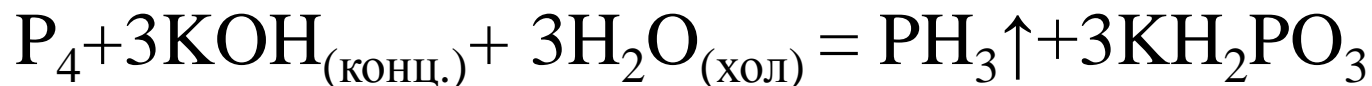
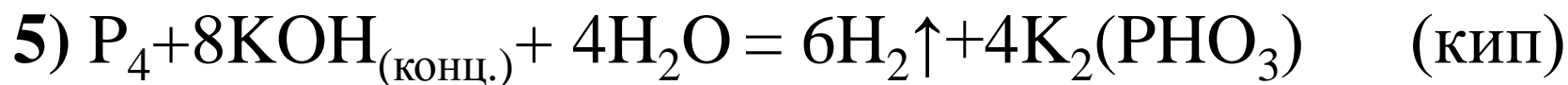
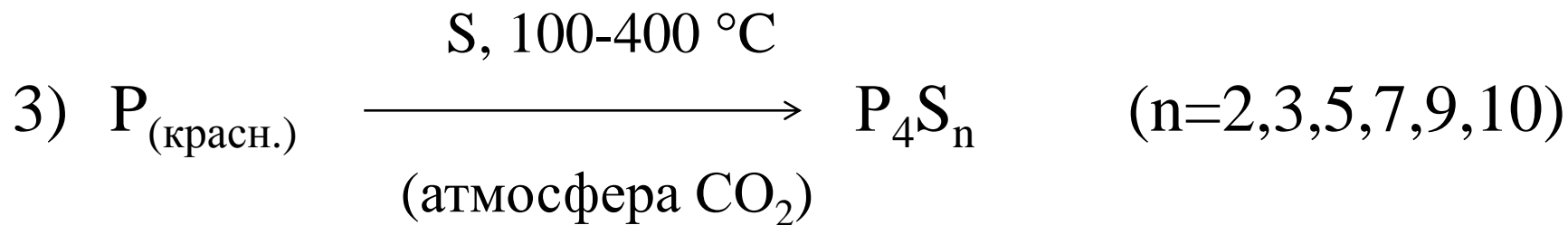
Химические свойства фосфора

1) Фосфор сгорает при недостатке кислорода с образованием оксида P_2O_3



при избытке кислорода образуется оксид фосфора(V) или фосфорный ангидрид

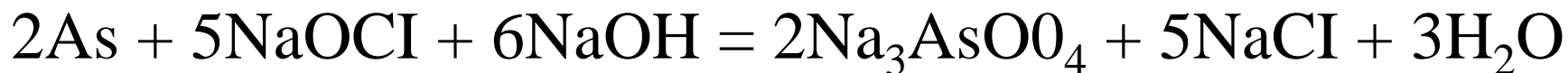




Свойства As, Sb, Bi



4) Реакция Марша



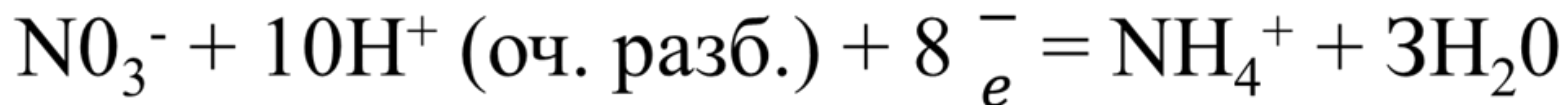
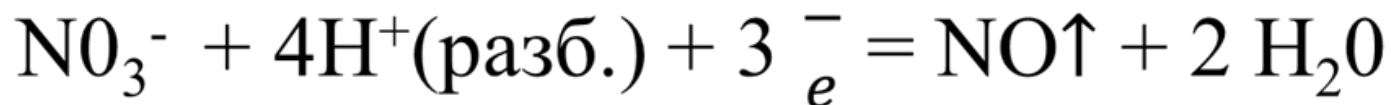
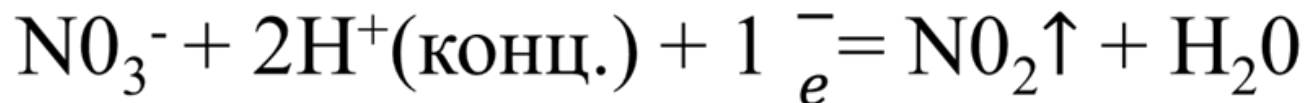
(только As)

**Свойства основных
соединений: оксидов,
гидроксидов, кислот,
солей.**

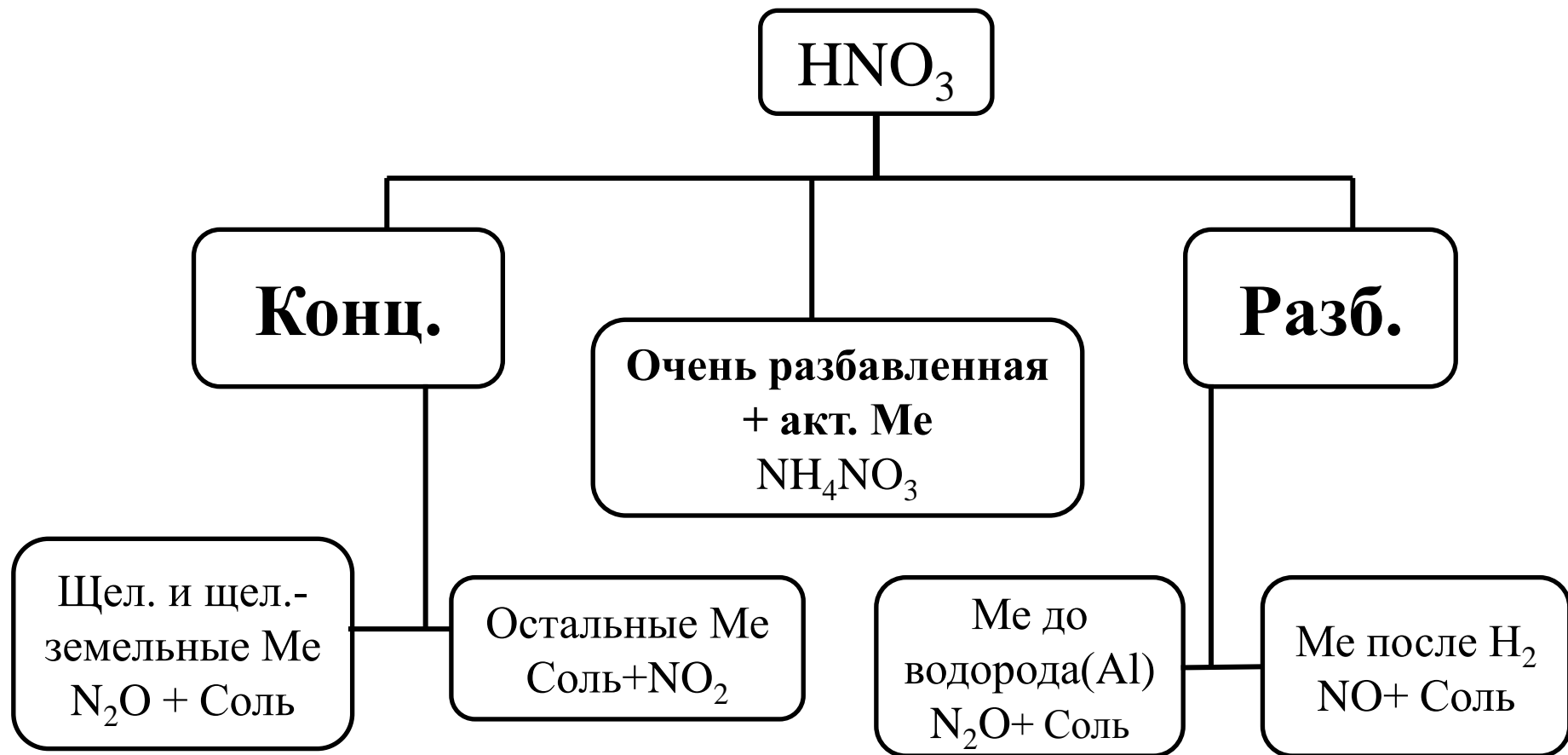
Азотная кислота HNO_3

Окислительно-восстановительные свойства

1) Полуреакции восстановления азотной кислоты:



Особенности взаимодействия HNO_3 с металлами различной активности



«Царская водка»: $\text{HNO}_3(\text{к}) + \text{HCl}(\text{к})$ (1:3 по объему)

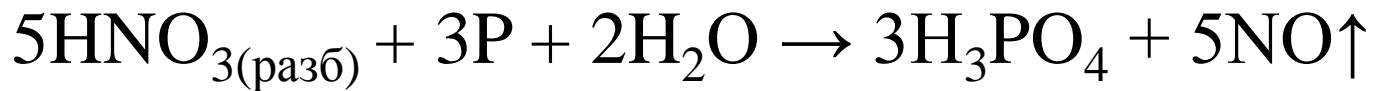
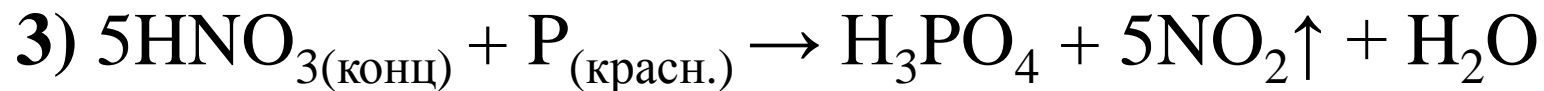


Содержит очень сильный окислитель Cl^0

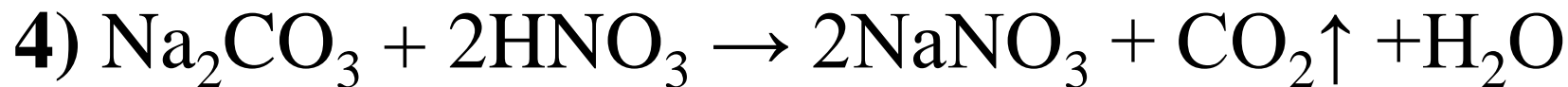
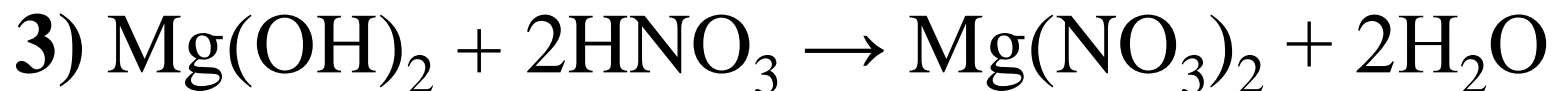
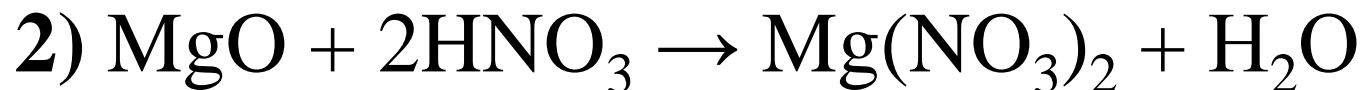
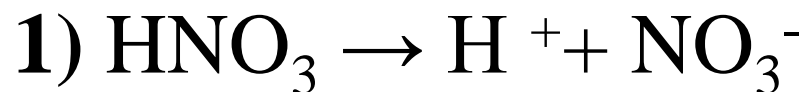


Это интересно!

В 1943 году известный датский физик лауреат Нобелевской премии Нильс Бор, спасаясь от гитлеровских оккупантов, был вынужден покинуть Копенгаген. Но у него хранились две золотые Нобелевские медали его коллег – немецких физиков-антифашистов Джеймса Франка и Макса фон Лауэ. Не рискуя взять медали с собой, ученый растворил их в царской водке и поставил ничем не примечательную бутылку подальше на полку, где пылилось много таких же бутылок и пузырьков с различными жидкостями. Вернувшись после войны в свою лабораторию, Бор нашел драгоценную бутылку. По его просьбе сотрудники выделили из раствора золото и заново изготовили обе медали.

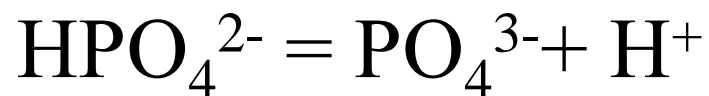


Кислотно-основные свойства



фосфорная кислота

Диссоциация в водном растворе:

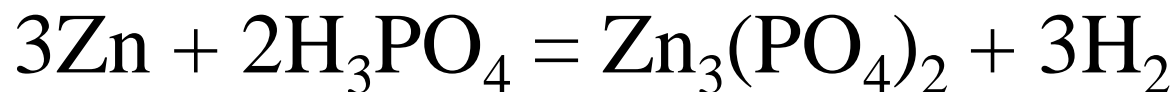


Суммарное уравнение:

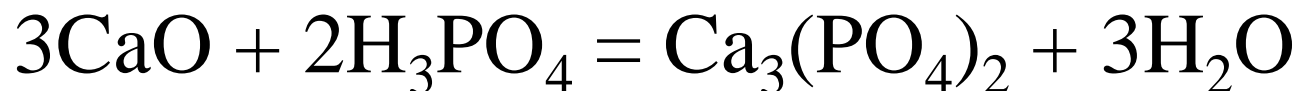


Свойства кислоты

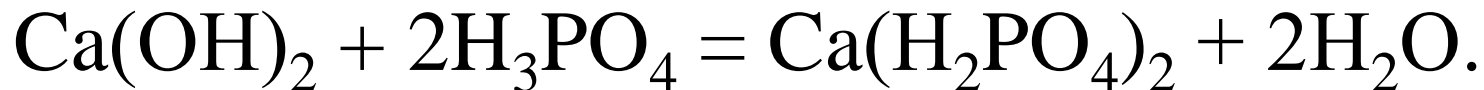
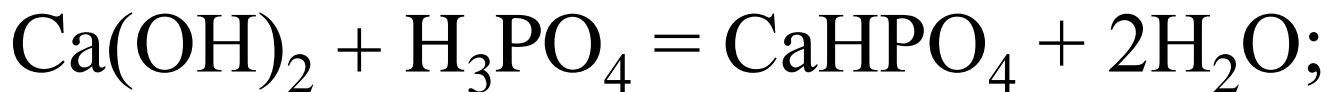
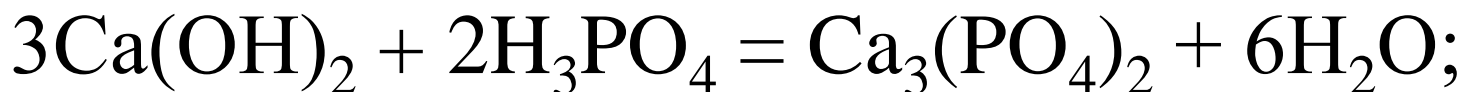
Реагирует с металлами, стоящими в ряду напряжений металлов до водорода:



С оксидами металлов:



С основаниями:



Не проявляет ни окислительных, ни восстановительных свойств.

**Биологическая роль
элементов VA группы.**

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ АЗОТА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Биологическая роль азота обусловлена его способностью образовывать пептидные связи.

Азот необходим для синтеза аминокислот, из которых образуются белки и нуклеиновые кислоты.

Некоторые гормоны представляют собой производные аминокислот, а, следовательно, также содержат азот (инсулин, глюкагон, тироксин, адреналин и пр.).

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В ОРГАНИЗМЕ.

Содержание азота в организме взрослого человека составляет около 3% от массы тела.

Содержание азота в крови составляет 3077 мг/л, в волосах - 140 000-157 000 мг/кг, а в ногтях - 146 000-148 000 мг/кг.

Суточное потребление азота с продуктами питания составляет 10-20 г.

Продукты питания содержащие азот:

➤ мясо;

➤ рыба;

➤ яйца;

➤ орехи;



➤ бобовые культуры; молочные продукты.

Дефицит азота причины:

- белковое голодание
- нарушение всасывания аминокислот в кишечнике;
- дистрофия и цирроз печени;
- наследственные нарушения обмена веществ;
- усиленное расщепление белков тканей;
- нарушение регуляции азотистого обмена

Последствия дефицита азота:

- изменение цвета кожи, сыпь
- диарея
- уменьшение мышечной массы, неспособность набирать вес и нормально расти
- усталость и общая слабость
- отеки и припухлости
- большой выступающий живот
- вялость, апатия и раздражительность
- повышенная восприимчивость к тяжелым инфекциям из-за снижения иммунитета

Избыток азота причины:

- избыточное поступление с белками пищи отдельных аминокислот (напр., у спортсменов),
- нежелательными примесями в пище (напр., в виде нитратов и нитритов) и т.д.;
- поступление в организм через легкие в виде окислов азота (нитрозных газов), образующихся при производстве азотной кислоты и других азотсодержащих веществ;
- поступление в организм токсических соединений азота;
- нарушение регуляции обмена азота.

Последствия избытка азота:

- воспаление и отек слизистых оболочек дыхательной системы в результате поступления в организм нитрозных газов;
- снижение уровня кислорода в крови под действием нитритов;
- повышение функциональной нагрузки на почки и печень;
- отвращение к белковой пище.

Биологическая роль фосфора

- фосфор входит в состав многих веществ организма (фосфолипиды, фосфопротеиды, нуклеотиды, коферменты, ферменты и пр.)
- фосфолипиды являются основным компонентом мембран всех клеток в организме человека
- в костях фосфор находится в виде гидроксилапатита, в зубах в виде фторапатит, выполняя структурную функцию
- остатки фосфорной кислоты входят в состав нуклеиновых кислот и нуклеотидов, а также в состав аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и креатинфосфата – важнейшие аккумуляторы и переносчики энергии
- остатки фосфорной кислоты входят в состав буферной системы крови, регулируя ее значение рН

Какие продукты содержат фосфор

мясо, молоко, яйца;

злаковые

бобовые;

фрукты и соки,

рыба



Дефицит фосфора

Причины :

- период активного роста детей
- у женщин в период лактации (ежедневно с молоком выводится до 160 мг фосфора)
- недостаточное поступление с пищевыми продуктами (малое потребление белка)
- избыток соединений магния, кальция, алюминия
- различные хронические заболевания
- наркомания, алкоголизм
- болезни почек, щитовидной и паращитовидных желез
- искусственное вскармливание детей

Последствия :

- снижение внимания, слабость, повышенная утомляемость
- остеопороз, боли в мышцах
- нарушения функции печени
- угнетение иммунитета, иммунодефицитные состояния
- дистрофические изменения в миокарде
- кровоизлияния на коже и слизистых оболочках

Избыток фосфора

Причины:

- избыточное поступление фосфора (например, при чрезмерном потреблении белка);
- работа во вредных условиях труда.

Последствия:

- отложение фосфора в различных тканях в виде фосфатов
- почечнокаменная болезнь
- патология печени
- расстройства желудочно-кишечного тракта
- кровотечения, кровоизлияния, анемия
- декальцинация костной ткани

Спасибо за внимание!