

Химия элементов VA группы

Здесь нет металлического фосфора. Есть «желтый» - смесь красного и белого!

Химия азота богата на количество соединений с различными степенями окисления. 9 степеней окисления! От -3 до +5.

P_4 — белый фосфор (куб. ромб.), пары.
 P_n — красный фосфор, черный фосфор.

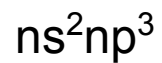
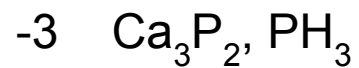
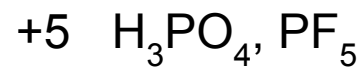
Основные: +5 (нитраты — NO_3^-)

ns^2np^3

Металлический фосфор

При $8,3 \cdot 10^{10}$ Па чёрный фосфор переходит в новую, ещё более плотную и инертную металлическую фазу с плотностью $3,56 \text{ г/см}^3$, а при дальнейшем повышении давления до $1,25 \cdot 10^{11}$ Па — ещё более уплотняется и приобретает кубическую кристаллическую решётку, при этом его плотность возрастает до $3,83 \text{ г/см}^3$. Металлический фосфор очень хорошо проводит электрический ток.

Простые вещества, и основные степени окисления



Простые вещества, и основные степени окисления

As_n , Sb_n - полимеры.
 As – мышьяк, arsenicum

Соли – арсениды, арсениты, арсенаты.

+5 H_3AsO_4 , SbCl_5

+3 AsCl_3 (лат), ant

0 As_n ты, стибат

-3 Na_3Sb , AsH_3

Неправильно – анти

ns^2np^3

Распространение на Земле

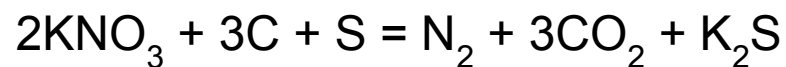
	N	P	As	Sb	Bi
Место	18	13	51	59	60
Где Содержится	Воздух, биосфера, Биоминералы (капролиты).	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - фосфорит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$ (X=F,OH) – аппатит	As_2S_3 аурипигментит FeAsS арсенопирит	Sb_2S_3 антимонит	Bi_2S_3 висмутин Bi_2O_3 бисмутит
Открыт	1772 Кавендиш Азот – Безжизненный (греч) Лаувазье	1669 Бранд Свет несущий	С античных Времен 1. Мышь 2. Мужской	С античных времен Мазь	XV век Белая масса
ЭО	3,1	2,1	2,2	1,8	1,7

Азот получение

Фракционная пере

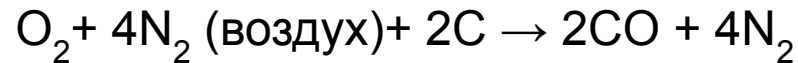
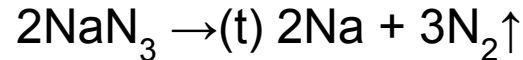
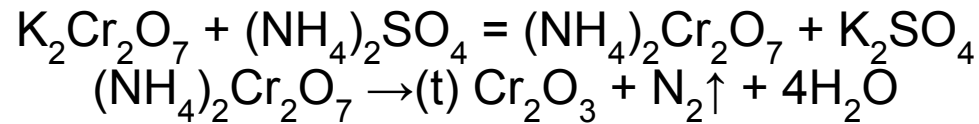
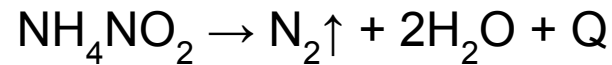
Применение

Черный порох:

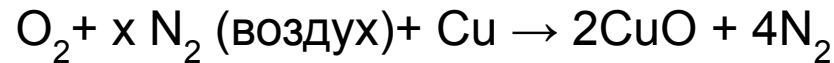


Азот получение

Лабораторное



Очистка:



Свойства

- Азот 3-прочно способ

- При кс $3\text{Mg} + \text{N}_2$

- Восста Реагир электр



13-за
ПЬНЫЕ

ьКО:
 ${}^3_3\text{N}$

эм при
 $\text{N}_2 +$

Свойства

- Бинарные соединения – нитриды.
- Делятся на ионные и ковалентные.

Примеры:

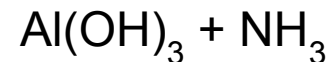
TiN
(ковалентный, куб. алмазоподоб.)



+H₂O



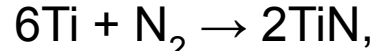
AlN
(ионный, но бывает и вторая
модификация - ковалентный)



Свойства

Свойства

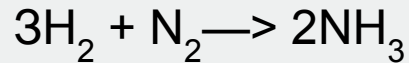
При нагревании:



Сложный в исполнении, но дешевый



$\text{C}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{CaCN}_2 + \text{C}$. (используется в про



Катализатор = Pt, Fe

Температура около 400° С и давление
300—400 атмосфер

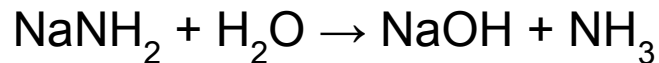
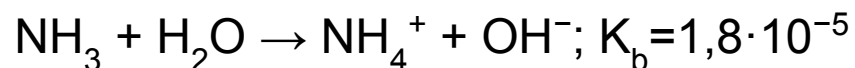
Фриц Габер

Карл Бош

1913 год

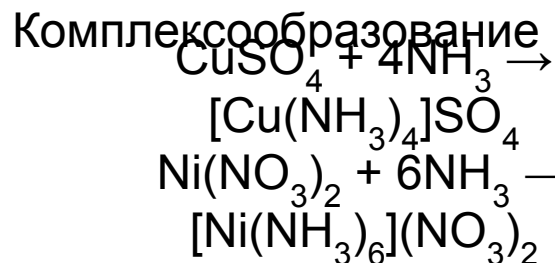
Аммиак

Аммиа́к — NH_3 , нитрид водорода, при нормальных условиях — бесцветный газ с резким характерным запахом (запах нашатырного спирта), почти вдвое легче воздуха.



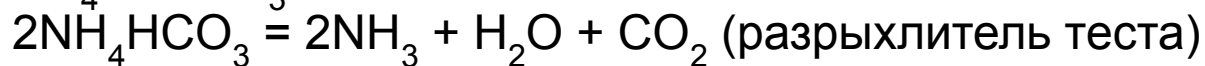
Катализатор = Pt

Аммиак

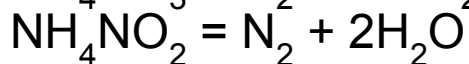
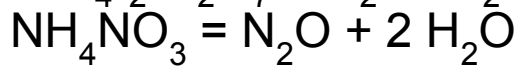
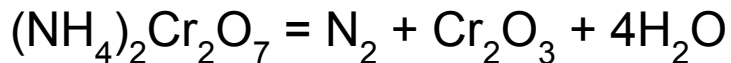


Соли аммония – б.ц., хорошо раств., термически нестойкие.

Кисл-основн.:



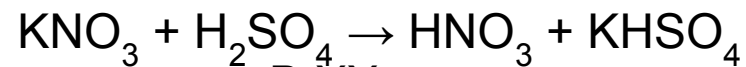
ОВР:



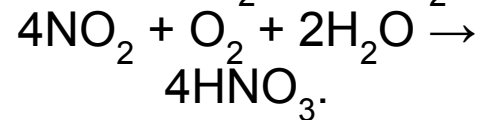
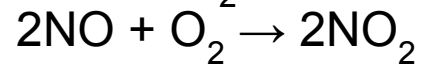
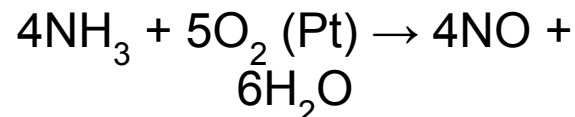
Азотная кислота

Производство:

До XX века:



В XX веке и до... :



Азотная кислота

- **Применение**
- в производстве минеральных удобрений;
- в производстве красителей и лекарств (нитроглицерин)
- в военной промышленности (дымящая — в производстве взрывчатых веществ, как окислитель ракетного топлива, разбавленная — в синтезе различных веществ, в том числе отравляющих);
- в ювелирном деле — основной способ определения золота в золотом сплаве;

Азотная кислота

Различные азотсодержащие продукты при взаимодействии азотной кислоты с различными веществами:

увеличение концентрации кислоты

увеличение активности металла

Азотная кислота

Различные азотсодержащие продукты при взаимодействии азотной кислоты с различными веществами:

увеличение концентрации кислоты

увеличение активности металла

Оксида азота

- N_2
- NO
- N_2O
- NO_2
- N_2O_5
- O_4

Хим. свойства P, As, Sb, Bi

- Степень окисления (-3). PH_3 , AsH_3 , SbH_3 , BiH_3 .
- $3\text{Mg} + 2\text{P} \rightarrow \text{Mg}_3\text{P}_2$
 $\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{PH}_3$
(устойчив к темп)
- $2\text{AsH}_3 \xrightarrow{(t)} 2\text{As} + 3\text{H}_2$
- В отличии от NH_3 не проявляет
кисл.-основ. свойств (размеры)

Хим. свойства P, As, Sb, Bi

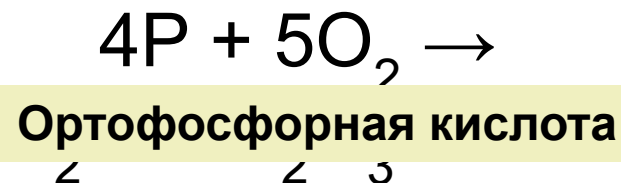
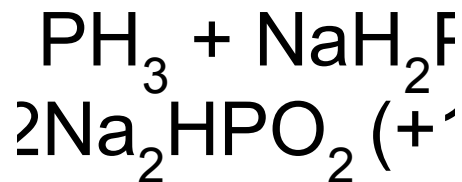
- Степень окисле
Валентность = 5!

- Горение на возд

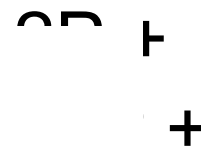


- С кислотами-не

- С щелочами P по двум путя



е реагируют

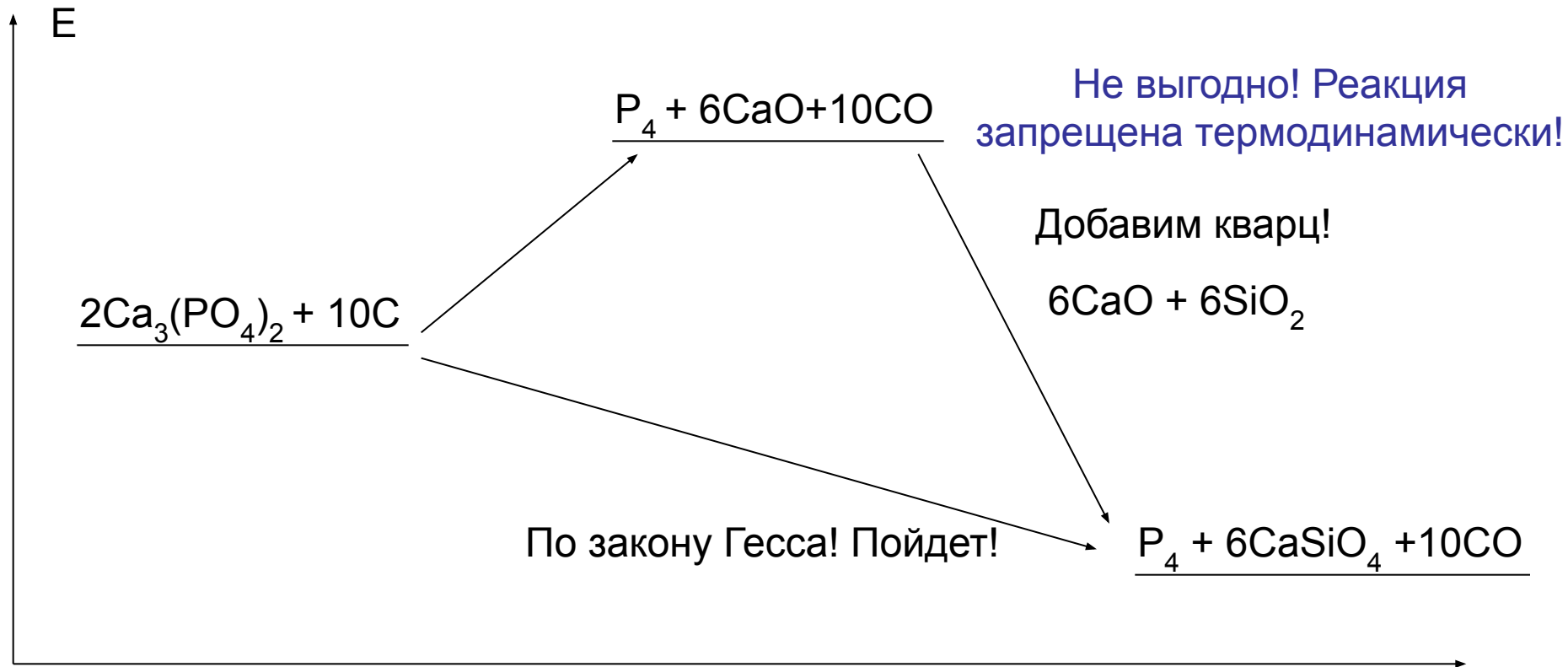


Фосфористая кислота

Фосфорноватистая кислота

Получение

- $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} = \text{P}_4 + 6\text{CaSiO}_4 + 10\text{CO} (>1200\text{ }^\circ\text{C})$
- $2\text{Э}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 = 2\text{Э}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$ ($\text{Э}=\text{As, Sb, Bi}$) $\text{Э}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 2\text{Э} + 3\text{CO}$



ХИМ. СВОЙСТВА P, As, Sb, Bi

- Степень окисления +3.
- $P_4O_6 + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_3$ слаб. (или HPO_3)
- $As_2O_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_3$ слаб. (или $HAsO_2$)
- $As_2O_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_3$ слаб. (или $HAsO_2$)
- $Sb_2O_3 + HCl \rightarrow SbOCl + H_2O$ Sb_2O_3
+NaOH $\rightarrow Na[Sb(OH)_4]$ амфотер.
- $Bi_2O_3 + H^+ \rightarrow Bi^{3+}$ основной

ХИМ. СВОЙСТВА P, As, Sb, Bi

- Степень окисления +5
- $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$ (или HPO_3)
- $As_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3AsO_3$ (или $HAsO_2$)
- $Sb_2O_5 + HF \rightarrow [SbF_6]^- + H_2O$
 $+NaOH \rightarrow Na[Sb(OH)_6]$
 $SbOCl + Cl_2 + H_2O$ (амфотерный, окислитель)
 $Sb_2O_5 + HCl \rightarrow$
- $Bi_2O_5 + NaOH \rightarrow NaBiO_3$ (сплавлен), (Сильный окислитель, основной)
- Висмутат окисляет Mn^{2+} до MnO_4^- :
 $5NaBiO_3 + 2Mn^{2+} + 14H^+ \rightarrow 5Bi^{3+} + 2MnO_4^- + 7H_2O$

ХИМ. СВОЙСТВА P, As, Sb, Bi

- $\text{Bi}_2\text{O}_3 + 2\text{Cl}_2 + 4\text{KOH} = \text{Bi}_2\text{O}_5 + 4\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ (100 C)
- $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$ (давл) = Sb_2O_5

- Соединения с серой и тиосоли:
- $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{NaAsS}_2$ (Sb) кислый
- $\text{As}_2\text{S}_5 + 3\text{Na}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Na}_3\text{AsS}_4$ (Sb) кислый
- $\text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{X}$
- Bi_2S_5 – не существует.