

Азот, фосфор (1)

Лекция курса

«Общая и неорганическая химия»

для 11-х классов СУНЦ

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | VIII |
|----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | H 1 Водород | | | | | | | | | | He 2 Гелий |
| 2 | Li 3 Литий | Be 4 Бериллий | B 5 Бор | C 6 Углерод | N 7 Азот | O 8 Кислород | F 9 Фтор | | | | Ne 10 Неон |
| 3 | Na 11 Натрий | Mg 12 Магний | Al 13 Алюмин.. | Si 14 Кремний | P 15 Фосфор | S 16 Сера | Cl 17 Хлор | | | | Ar 18 Аргон |
| 4 | K 19 Калий | Ca 20 Кальций | Sc 21 Скандий | Ti 22 Титан | V 23 Ванадий | Cr 24 Хром | Mn 25 Марганец | Fe 26 Железо | Co 27 Кобальт | Ni 28 Никель | |
| 5 | Cu 29 Медь | Zn 30 Цинк | Ga 31 Галлий | Ge 32 Германий | As 33 Мышьяк | Se 34 Селен | Br 35 Бром | | | | Kr 36 Криптон |
| 6 | Rb 37 Рубидий | Sr 38 Стронций | Y 39 Иттрий | Zr 40 Цирконий | Nb 41 Ниобий | Mo 42 Молибден | Tc 43 Технеций | Ru 44 Рутений | Rh 45 Родий | Pd 46 Палладий | |
| 7 | Ag 47 Серебро | Cd 48 Кадмий | In 49 Индий | Sn 50 Олово | Sb 51 Сурьма | Te 52 Теллур | I 53 Иод | | | | Xe 54 Ксенон |
| 8 | Cs 55 Цезий | Ba 56 Барий | La 57 Лантан | Hf 72 Гафний | Ta 73 Тантал | W 74 Вольфрам | Re 75 Рений | Os 76 Осмий | Ir 77 Иридий | Pt 78 Платина | |
| 9 | Au 79 Золото | Hg 80 Ртуть | Tl 81 Таллий | Pb 82 Свинец | Bi 83 Висмут | Po 84 Полоний | At 85 Астат | | | | Rn 86 Радон |
| 10 | Fr 87 Франций | Ra 88 Радий | Ac 89 Актиний | Rf 104 Резерфо.. | Db 105 Дубний | Sg 106 Сиборго.. | Bh 107 Борий | Hs 108 Хассий | Mt 109 Мейтнер.. | Uun 110 Ун-ун-ну.. | Uuu 111 Ун-ун-ун.. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Ce 58 Церий | Pr 59 Празеод.. | Nd 60 Неодим | Pm 61 Прометий | Sm 62 Самарий | Eu 63 Европий | Gd 64 Гадолин.. | Tb 65 Тербий | Dy 66 Диспроз.. | Ho 67 Гольмий | Er 68 Эрбий | Tm 69 Тулий | Yb 70 Иттербий | Lu 71 Лютеций |
| Th 90 Торий | Pa 91 Протакт.. | U 92 Уран | Np 93 Нептуний | Pu 94 Плутоний | Am 95 Америций | Cm 96 Кюрий | Bk 97 Берклий | Cf 98 Калифор.. | Es 99 Энштейн.. | Fm 100 Фермий | Md 101 Менделе.. | No 102 Нобелий | Lr 103 Лоуренс.. |

Простые вещества VA (15) группы

| | N₂ | P(бел) | As | Sb | Bi |
|---------------------------|----------------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
| Температура плавления, °С | -210 | 44,2 | 817 (36 атм) | 631 | 272 |
| Температура кипения, °С | -195,8 | 280 | 613 (возг) | 1635 | 1560 |
| Радиус атома, пм | 52 | 92 | 100 | 141 | 152 |



1С Химия для всех – XXI

Энциклопедия Аванта+, т. 17. Химия

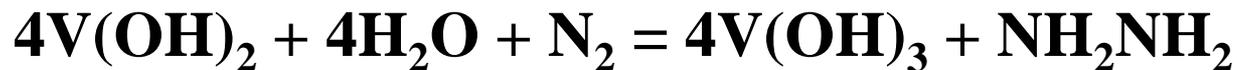


Реакции молекулярного азота

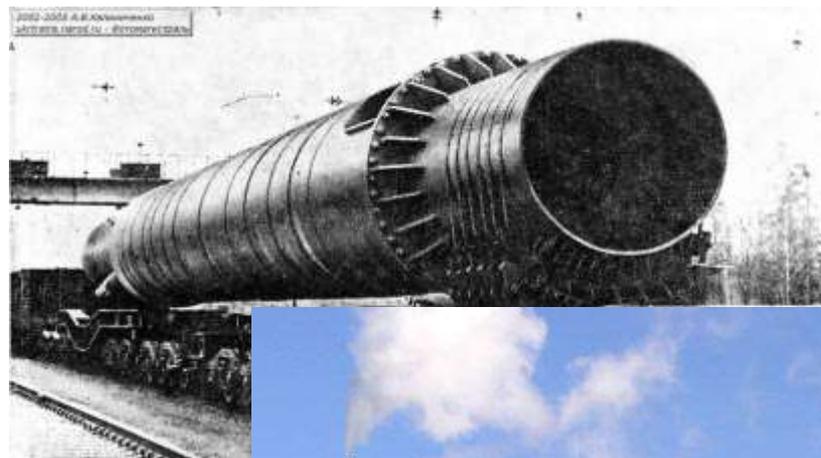
(Энергия связи $\text{N}\equiv\text{N}$ 945 кДж/моль)



Катализаторы А.Е.Шилова (Ti^{II} , V^{II} , V^{III} , Mo^{III} , W^{III})
давали при 20°C выход гидразина и аммиака из воздуха до 35%:



Колонны синтеза аммиака



Клубеньковые бактерии

на корнях клевера лугового (*Trifolium pratense* L.)

Препарат изготовила Волкова Евгения, июль 2007, ЛШ «Химера»



Биологическая фиксация азота

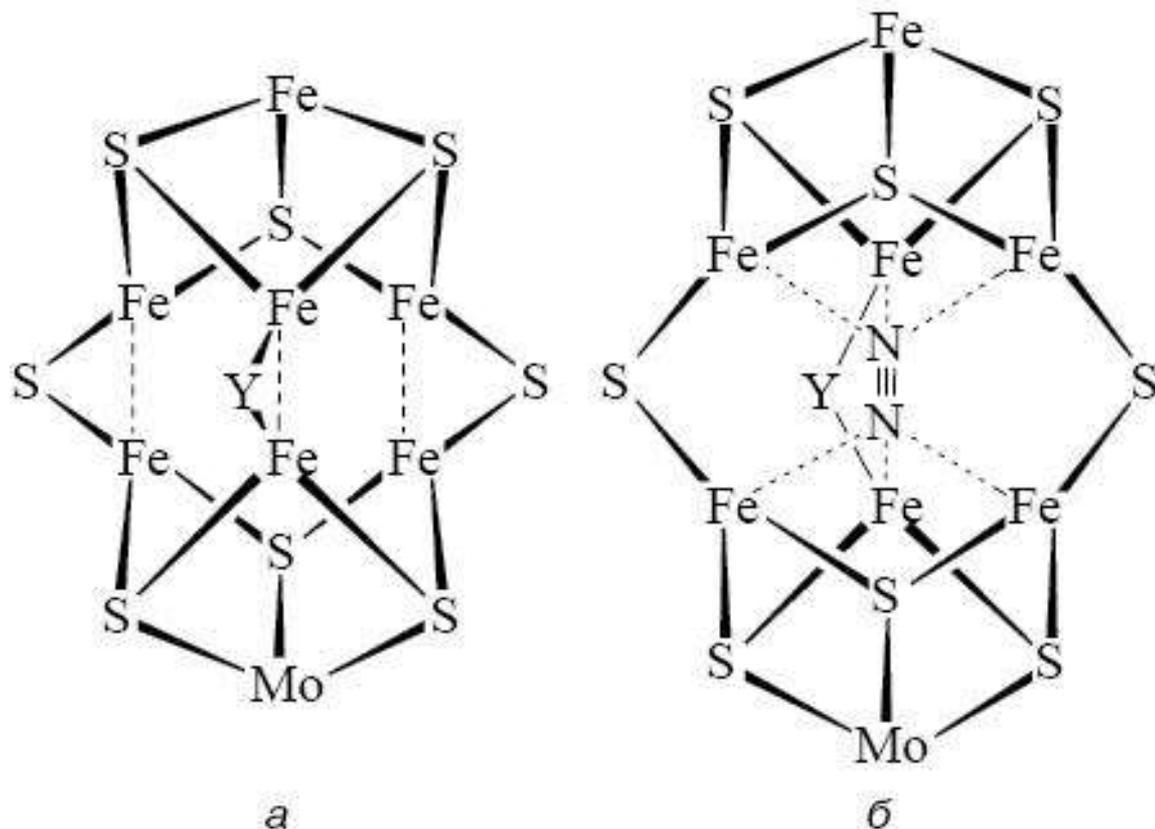
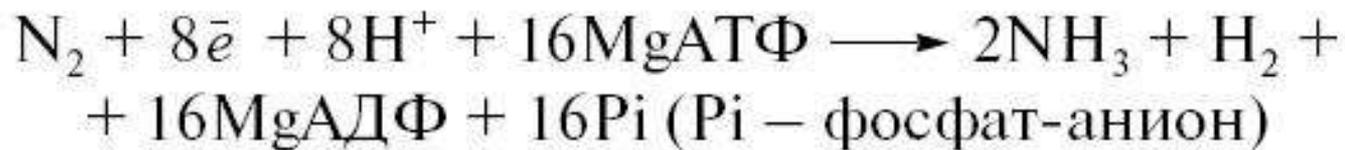


Рис. 1. Схематическое строение FeMo-кофактора нитрогеназы *Azotobacter vinelandii* (Science, 1993. Vol. 260. P. 792–794)

Нитриды. Примеры покрытий **TiN** на стали



Нитриды. Примеры покрытий **TiN** на стали

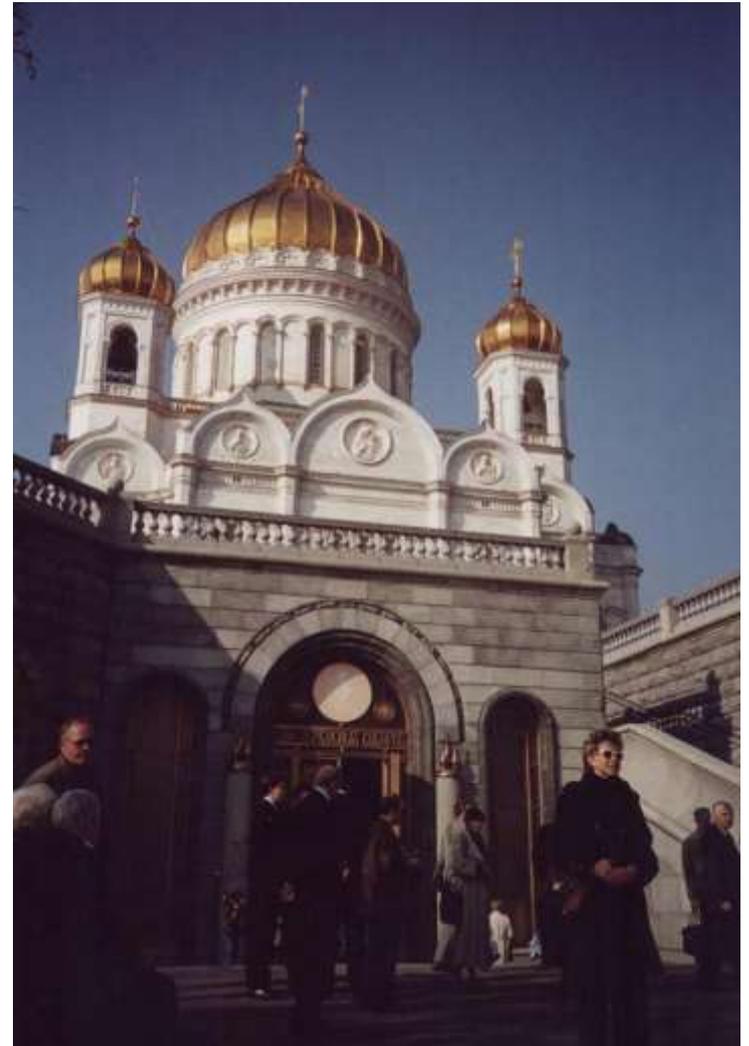
Кровельный материал с покрытием TiN на нержавеющей стали.

TiN - цвет золота;

TiN_x, TiN_xO_y - от светло-желтых
до коричневых;

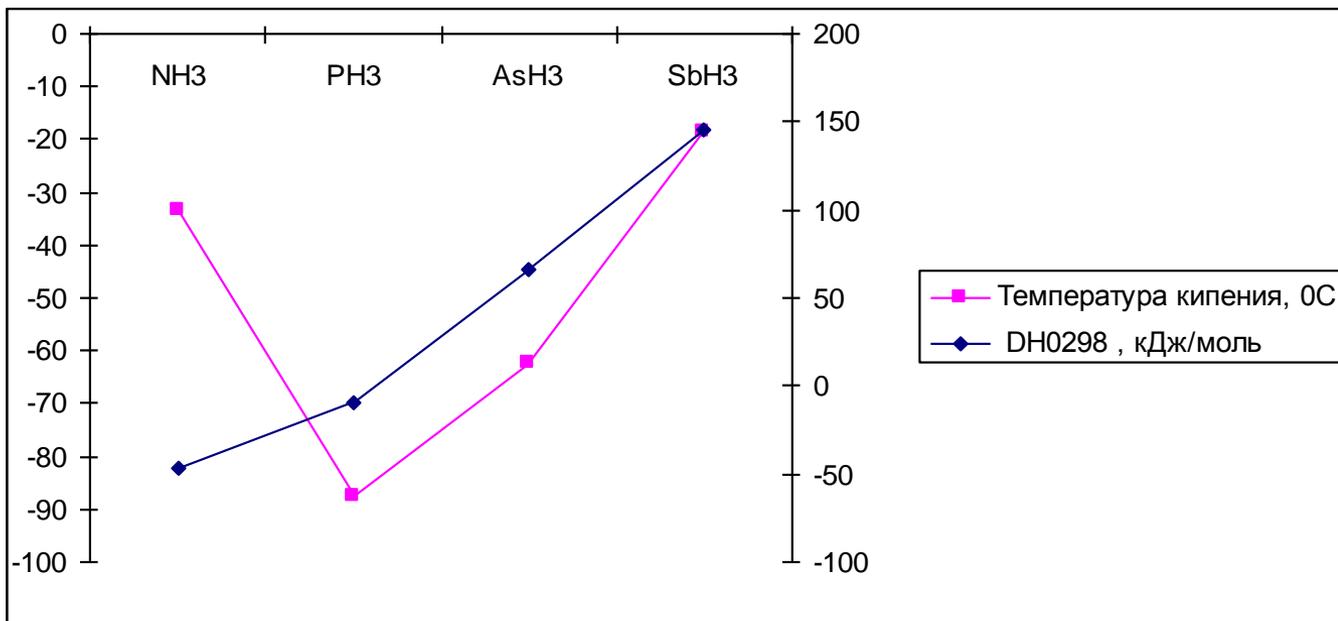
TiC_x - от серого до антрацитового;

TiN_xC_y - оттенки золотого цвета и
от красно-желтого до фиолетового

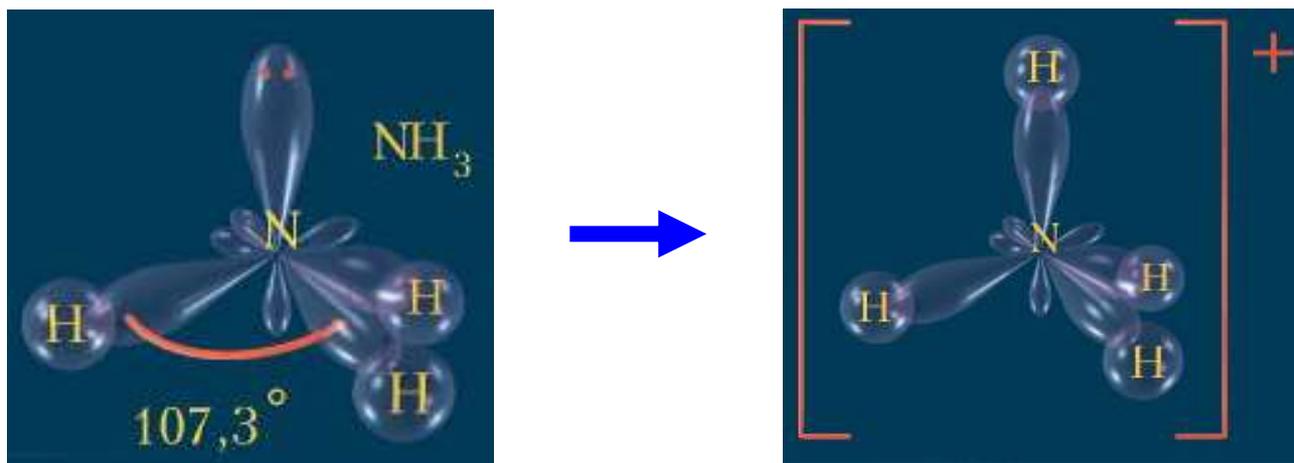
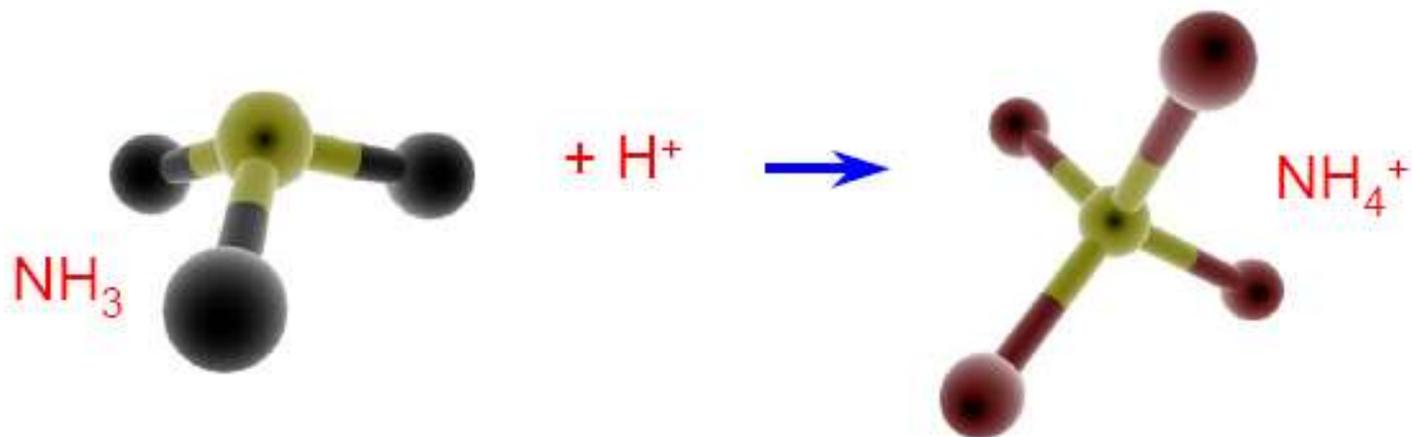


Водородные соединения элементов VA группы

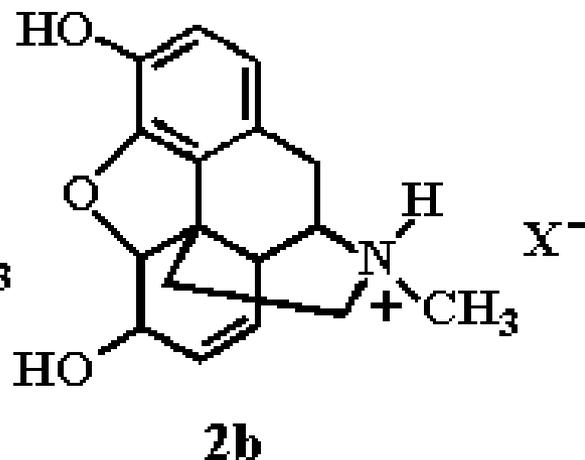
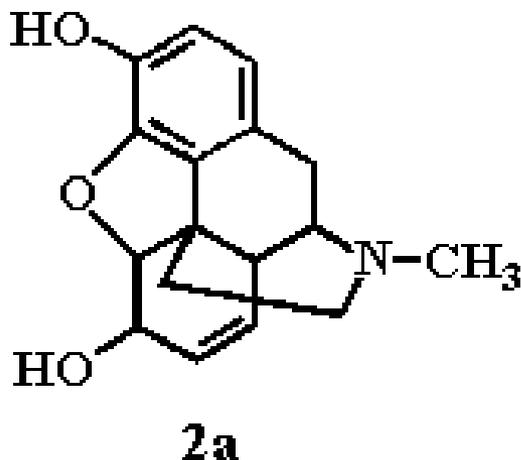
| | NH_3 | PH_3 | AsH_3 | SbH_3 |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$ | -77,8 | -133,5 | -116,3 | -88 |
| Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$ | -33,4 | -87,5 | -62,4 | -18,4 |
| ΔH^0_{298} , кДж/моль | -46,1 | -9,6 | 66,4 | 145,1 |



Аммиак и ион аммония

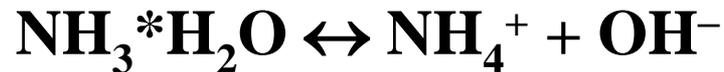


Ионизация азота и взаимодействие морфина с рецептором



Бензольное кольцо морфина устраивается в плоской области рецептора, а соседние с бензольным кольцом углеродные атомы находятся на таком расстоянии и имеют такую ориентацию, что они великолепно укладываются в углубление. За углублением находится отрицательно заряженная группа, которая может притягивать положительно заряженный атом азота. Благодаря такому высокому соответствию их форм молекула морфина связывается с рецептором очень прочно и блокирует его функции.

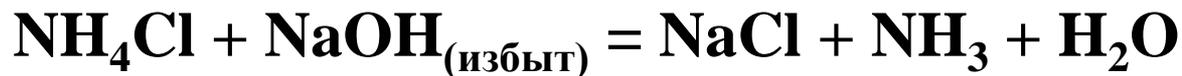
Аммиак как основание:



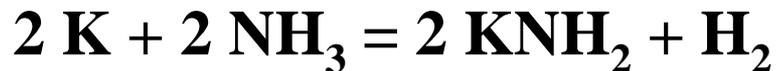
$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$



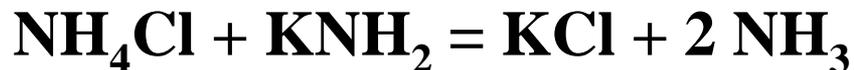
Обнаружение иона аммония:



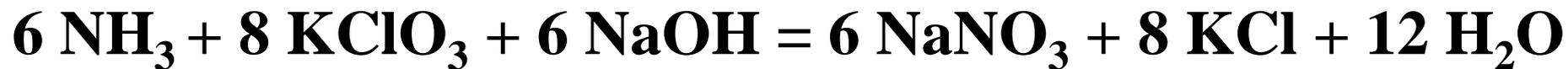
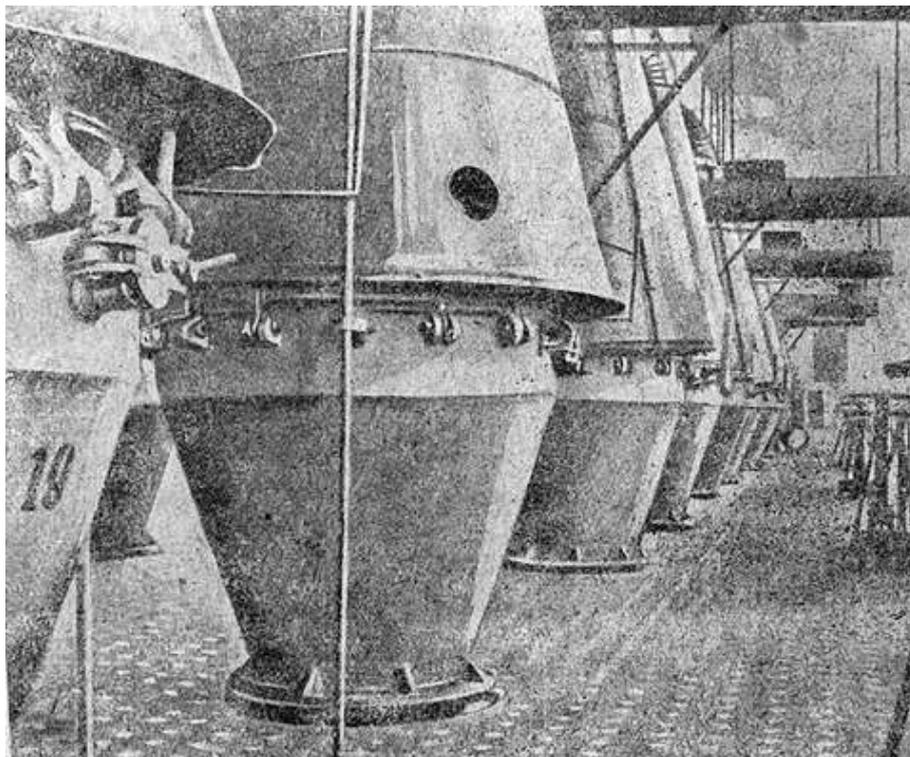
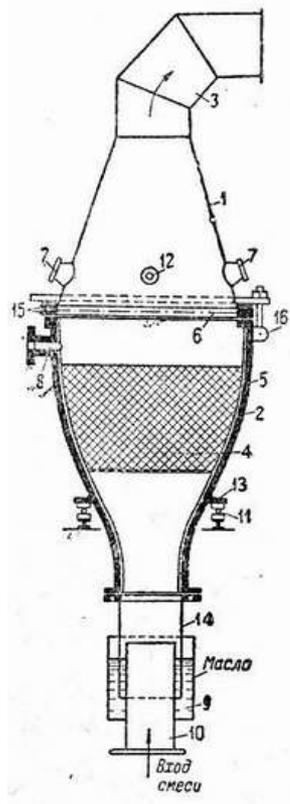
Аммиак как протонный растворитель (аналог воды)



Реакция между сильной кислотой и сильным основанием:



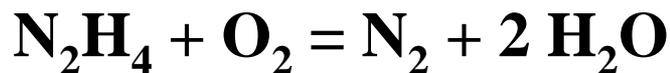
Окисление аммиака:



Гидразин

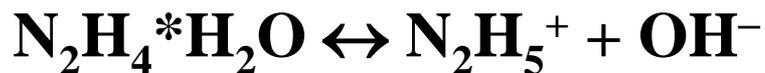
N_2H_4 гидразин

$$\Delta H_{298}^0 = +56 \text{ кДж/моль.}$$



$$\Delta H^0 = -622 \text{ кДж}$$

Гидразин – слабое двухосновное основание:



$$K_{b1} = 9,3 * 10^{-7}$$

$$K_{b2} = 8,5 * 10^{-15}$$

Топливо РН «Космос-3М»:

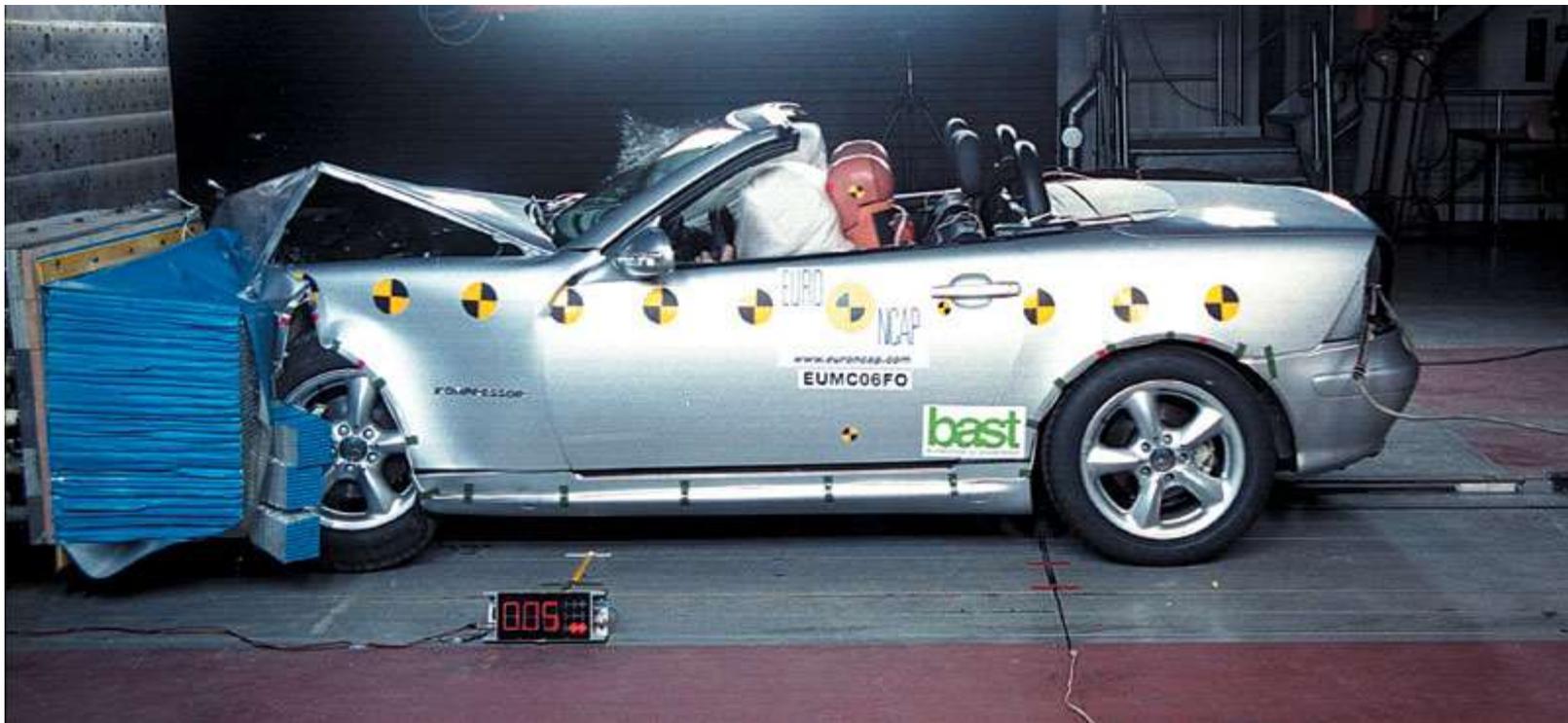
Окислитель – 27% раствор тетроксид азота NO_2
в азотной кислоте (АК-27И),

горючее – несимметричный диметилгидразин
(НДМГ) $\text{H}_2\text{NN}(\text{CH}_3)_2$

Легкая двухступенчатая ракета-носитель (РН)
«Космос-3М» (11К65М)



Азотистоводородная кислота HN_3 и азиды



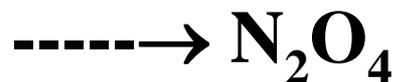
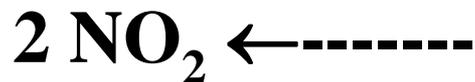
Кислородные соединения азота (оксиды)

| Оксид | N_2O | NO | N_2O_3 | NO_2 | N_2O_5 |
|-------------------------------|--------|-------|-----------|--------|----------|
| ΔH^0_{298} , кДж/моль | +81,5 | +90,4 | +86,6 | +33,9 | +13,3 |
| Формула кислоты | - | - | HNO_2 | - | HNO_3 |
| Название кислоты | - | - | азотистая | - | азотная |
| Название солей | - | - | нитриты | - | нитраты |



+150⁰C

-11⁰C



$$\Delta H^0_{298} = -55 \text{ кДж}$$

бурый

бесцветный



BB3-06



Растворение аммиака в воде

$\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$ 0:50



BB3-06



NH4Cl-tV1 0:32





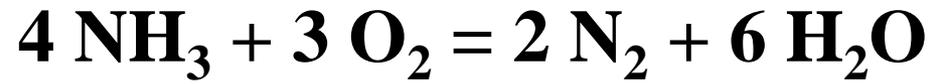
NH4Clv-tV1 0:52

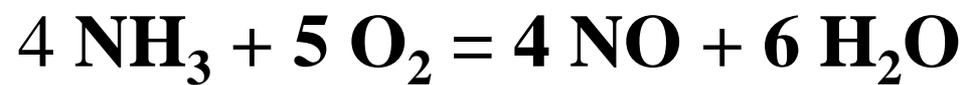


«Легкий» дым на сцене



Окисление аммиака на оксиде хрома NH3-Cr-ttV1 0:59





Равновесие $2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ N2O4-tV1 1:38

