

Фосфор, его физические и химические свойства

Строени
е
атома

ФОСФОР
Его положение в
Периодической
системе

История
открыти
я

Фосфор
в
природе

Фосфор
в
организ
ме

Кругово
рот
в
природе

Белый
фосфор

Черный
и
красный
фосфор

Химичес
кие
свойств
а

Получен
ие

Примене
ние

| ПЕРИ ОДЫ | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | a I б | a II б | a III б | a IV б | a V б | a VI б | a VII б | a | VIII | б | | | |
| 1 | | | | | | | H ВОДОРОД | He 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 АЛЮМИНИЙ | Si 14 КРЕМНИЙ | P 15 ФОСФОР | S 16 СЕРА | Cl 17 ХЛОР | Ar 18 АРГОН | | | | | |
| 4 | K 19 КАЛИЙ | Ca 20 КАЛЬЦИЙ | 21 Sc СКАНДИЙ | 22 Ti ТИТАН | 23 V ВАНАДИЙ | 24 Cr ХРОМ | 25 Mn МАРГАНЕЦ | 26 Fe ЖЕЛЕЗО | 27 Co КОБАЛЬТ | 28 Ni НИКЕЛЬ | | | |
| | 29 Cu МЕДЬ | 30 Zn ЦИНК | 31 Ga ГАЛЛИЙ | 32 Ge ГЕРМАНИЙ | 33 As МЫШЬЯК | 34 Se СЕЛЕН | 35 Br БРОМ | 36 Kr КРИПТОН | | | | | |
| 5 | Rb 37 РУБИДИЙ | Sr 38 СТРОНЦИЙ | 39 Y ИТРИЙ | 40 Zr ЦИРКОНИЙ | 41 Nb НИОБИЙ | 42 Mo МОЛИБДЕН | 43 Tc ТЕХНЕЦИЙ | 44 Ru РУТЕНИЙ | 45 Rh РОДИЙ | 46 Pd ПАЛЛАДИЙ | | | |
| | 47 Ag СЕРЕБРО | 48 Cd КАДМИЙ | 49 In ИНДИЙ | 50 Sn ОЛОВО | 51 Sb СУРЬМА | 52 Te ТЕЛЛУР | 53 I ЙОД | 54 Xe КСЕНОН | | | | | |
| 6 | Cs 55 ЦЕЗИЙ | Ba 56 БАРИЙ | 57 La* ЛАНТАН | 72 Hf ГАФИЙ | 73 Ta ТАНТАЛ | 74 W ВОЛЬФРАМ | 75 Re РЕНИЙ | 76 Os ОСМИЙ | 77 Ir ИРИДИЙ | 78 Pt ПЛАТИНА | | | |
| | 79 Au ЗОЛОТО | 80 Hg РУТУТЬ | 81 Tl ТАЛЛИЙ | 82 Pb СВИНЕЦ | 83 Bi ВИСМОТ | 84 Po ПОЛОНИЙ | 85 At АСТАТ | 86 Rn РАДОН | | | | | |
| 7 | Fr 87 ФРАНЦИЙ | Ra 88 РАДИЙ | 89 Ac* АКТИНИЙ | 104 Ku КУРЧАТОВИЙ | 105 Ns НИЛЬСБОРИЙ | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | | | |
| * ЛАНТАНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | |
| Ce 58 ЦЕРИЙ | Pr 59 ПРАЗЕОДИЙ | Nd 60 НЕОДИМ | Pm 61 ПРОМЕТИЙ | Sm 62 САМАРИЙ | Eu 63 ЕВРОПИЙ | Gd 64 ГАДОЛИНИЙ | Tb 65 ТЕРБИЙ | Dy 66 ДИСПРОЗИЙ | Ho 67 ГОЛЬМИЙ | Er 68 ЭРБИЙ | Tm 69 ТУЛИЙ | Yb 70 ИТТЕРБИЙ | Lu 71 ЛЮТЕЦИЙ |
| * АКТИНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | |
| Th 90 ТОРИЙ | Pa 91 ПРОТАКТИНИЙ | U 92 УРАН | Np 93 НЕПТУНИЙ | Pu 94 ПЛУТОНИЙ | Am 95 АМЕРИЦИЙ | Cm 96 КУРНИЙ | Bk 97 БЕРКЛИЙ | Cf 98 КАЛИФОРНИЙ | Es 99 ЭЙНШТЕЙНИЙ | Fm 100 ФЕРМИЙ | Md 101 МЕНДЕЛЕВИЙ | No 102 (НОБЕЛИЙ) | Lr 103 (ЛОУРЕНСИЙ) |
| - s-элементы - p-элементы - d-элементы - f-элементы | | | | | | | | | | | | | |

История открытия

В 1669 Хеннинг Бранд при нагревании смеси белого песка и выпаренной мочи получил светящееся в темноте вещество, названное сначала «холодным огнём». Вторичное название «фосфор» происходит от греческих слов: «фос» - свет, «феро» - несу.

Phosphorus- Светоносный.

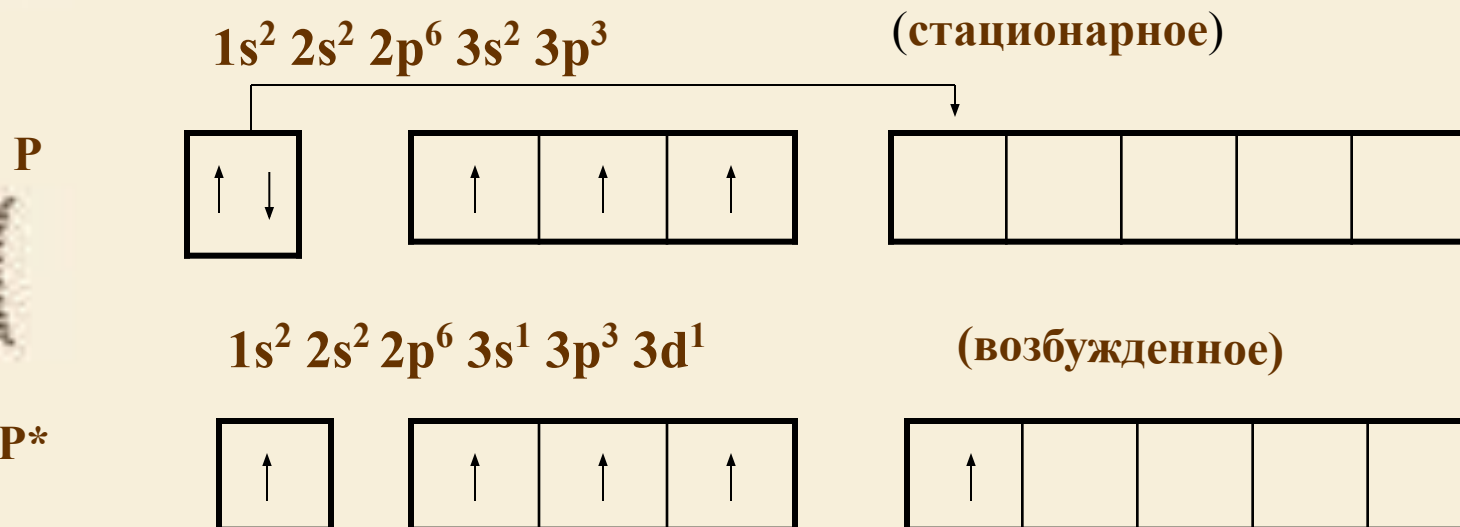
Лавуазье определил фосфор, как **новый химический элемент!**



Строение атома

Р заряд ядра= +15 ^{31}P

Электронная конфигурация:



| | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Типичные степени окисления | -3 | 0 | +3 | +5 |
| Примеры | PH_3 | P_4 | P_2O_3 | P_2O_5 |

Устойчивая степень окисления в соединениях +V.

Шкала степеней окисления фосфора:

| | | |
|------|--|--|
| +V | | P_2O_5 , PO_4^{3-} , H_3PO_4 , Na_3PO_4 , PF_5 , PCl_3O , P_2S_5 |
| +III | | P_2O_3 , PF_3 , PCl_3 , P_2S_3 |
| 0 | | $P(P_4, P_n)$, P_2 , P^0 |
| -III | | PH_3 , Na_3P , Mg_3P_2 , AlP |

АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ

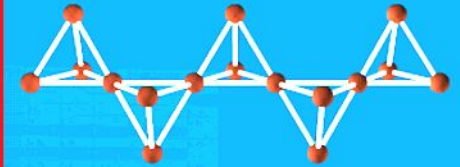
В уравнениях реакций аллотропные формы
представляют как Р (красн.) и Р (бел.).

БЕЛЫЙ

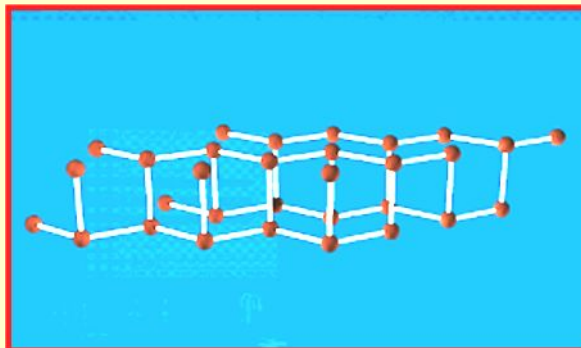


Р

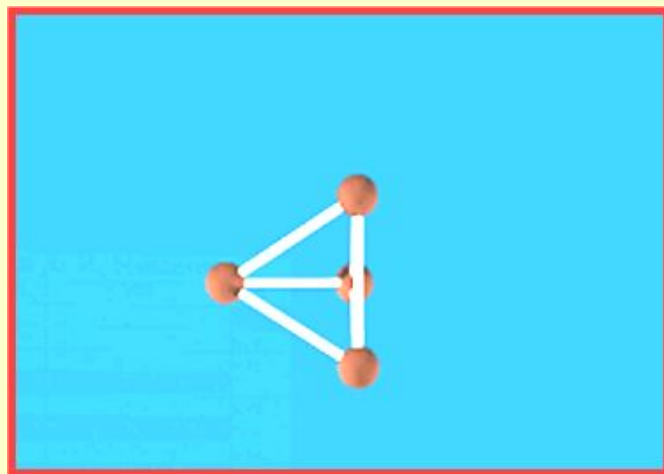
КРАСНЫЙ



ЧЕРНЫЙ



БЕЛЫЙ ФОСФОР P_4

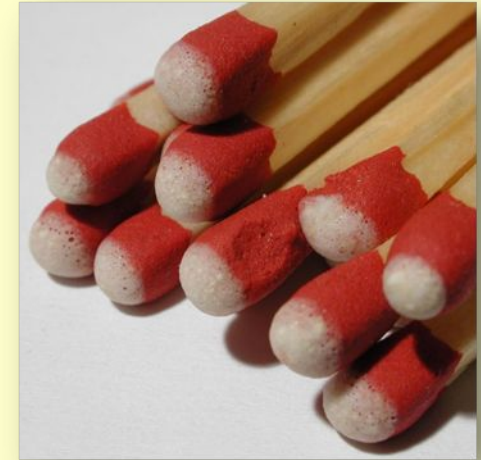
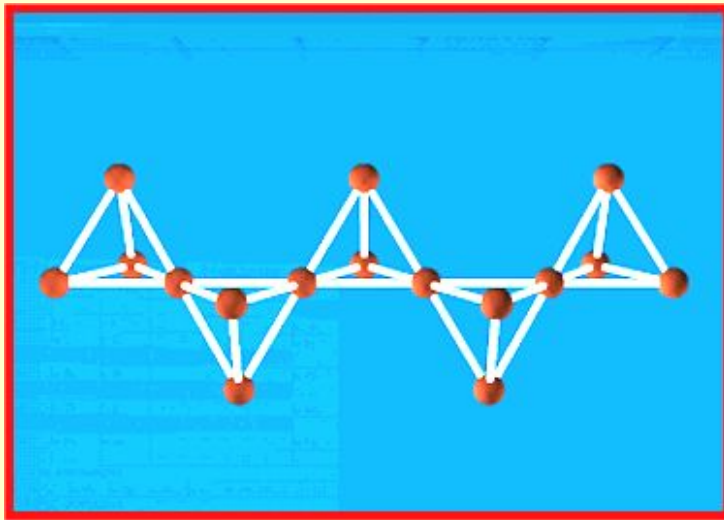


Молекулы P_4 имеют форму тетраэдра. Это легкоплавкое $t(\text{пл})=44,1^\circ\text{C}$, $t(\text{кип})=275^\circ\text{C}$, мягкое, бесцветное воскообразное вещество. Хорошо растворяется в сероуглероде и ряде других органических растворителей. Ядовит, воспламеняется на воздухе, светится в темноте. Хранят его под слоем воды.

Применяется в производстве H_3PO_4 и красного фосфора, как реагент в органических синтезах, раскислитель сплавов, зажигательное средство. Горящий фосфор следует гасить песком (но не водой!).
Чрезвычайно ядовит.



КРАСНЫЙ ФОСФОР

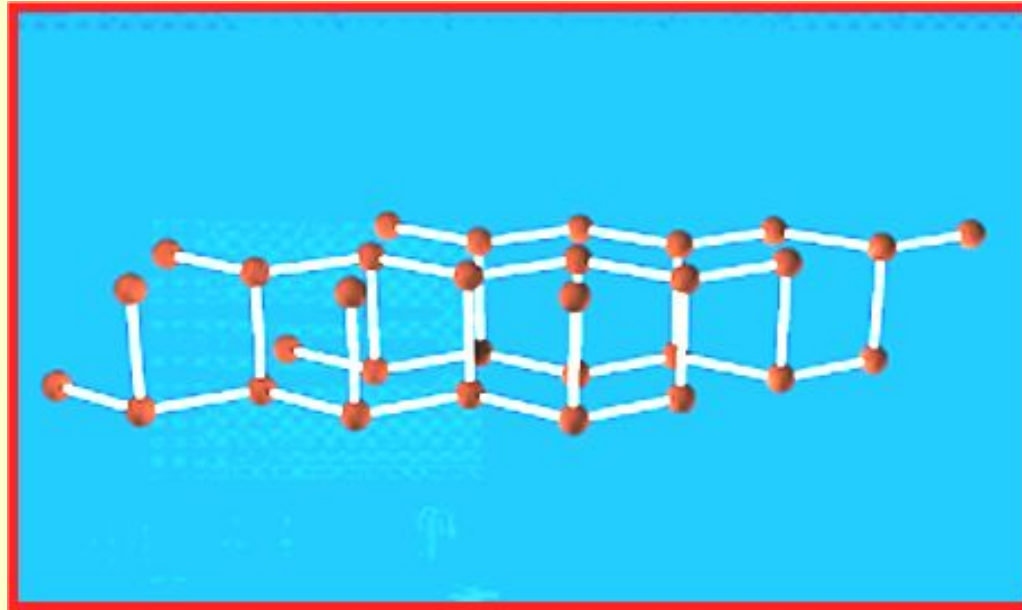


Существует несколько форм красного фосфора. Их структуры окончательно не установлены. Известно, что они являются атомными веществами с полимерной кристаллической решеткой. Их температура плавления $585-600^{\circ}\text{C}$, цвет от темно-коричневого до красного и фиолетового. Не ядовит.

Применяется как реагент (более безопасный, чем белый фосфор) в неорганическом синтезе, наполнитель ламп накаливания, компонент намазки коробка при изготовлении спичек.

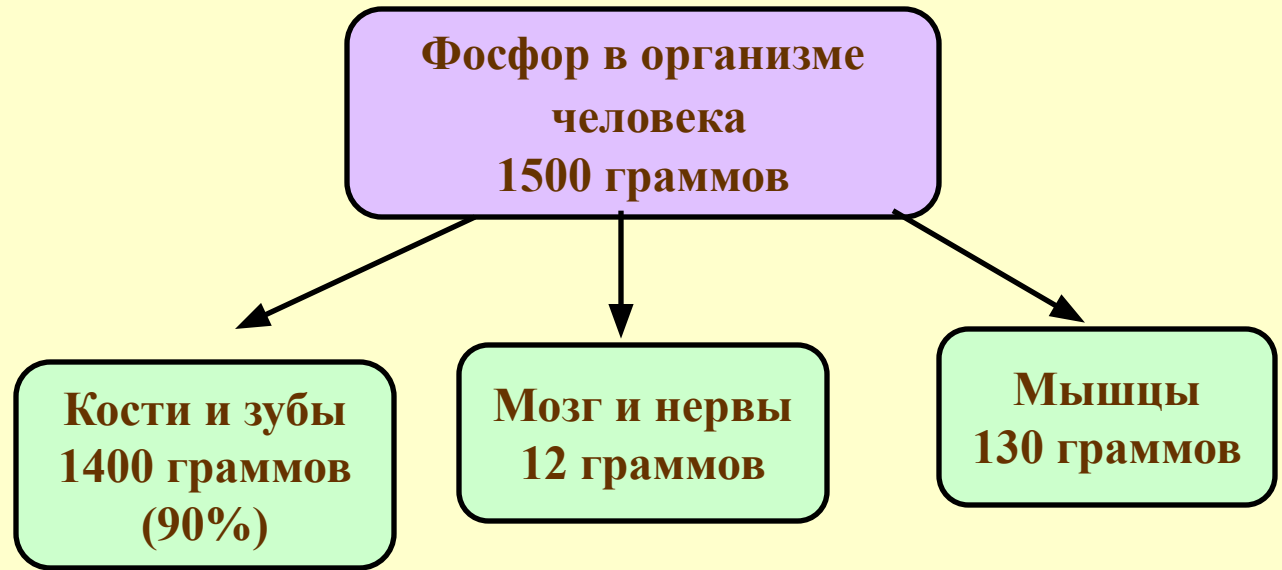


ЧЕРНЫЙ ФОСФОР



Черный фосфор имеет слоистую атомную кристаллическую решетку. По внешнему виду похож на графит, но является полупроводником. Не ядовит.

Фосфор в организме

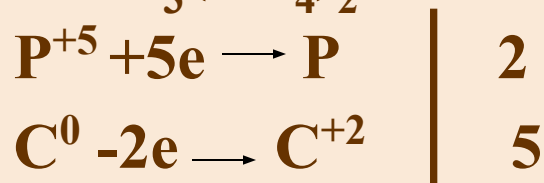


АТФ - аденозинтрифосфорная кислота (носитель энергии).

Фосфор участвует в передаче наследственных свойств (ДНК и РНК).

Получение фосфора

Из апатитов и фосфоритов в электрической печи:

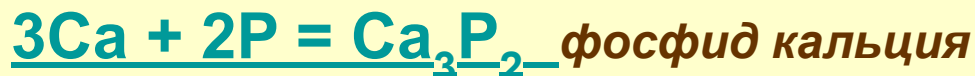


Химические свойства фосфора

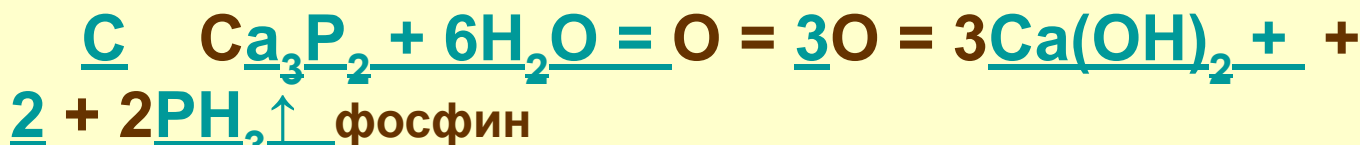


I. Фосфор – окислитель:

При реакции с активными металлами:

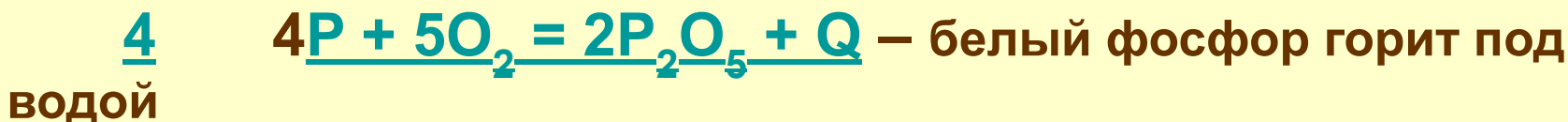


Фосфиды разлагаются водой:



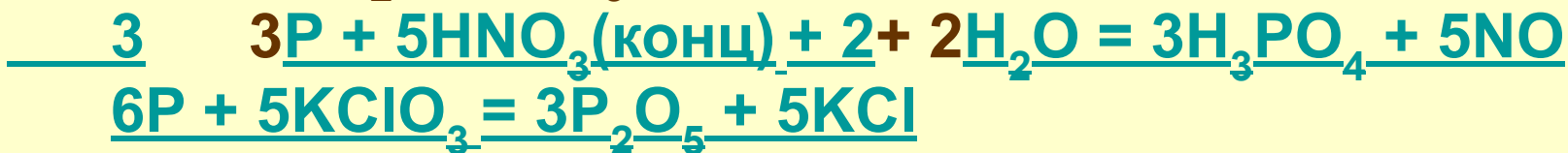
II. Фосфор – восстановитель:

1. При реакции с другими неметаллами:

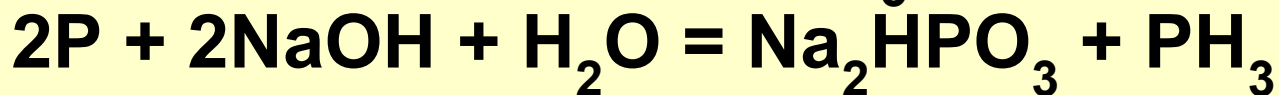


Красный фосфор сгорает менее энергично

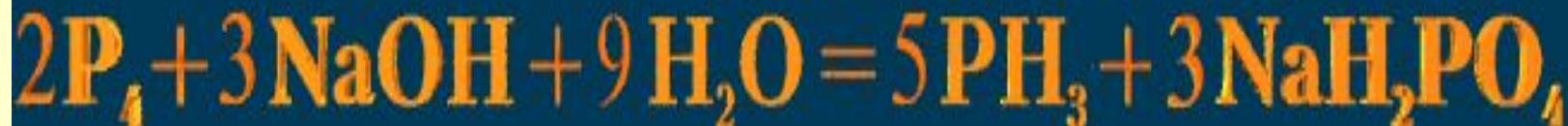
2. В реакции с сложными веществами – окислителями:

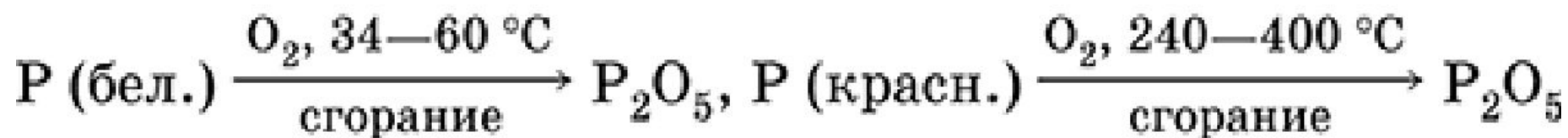
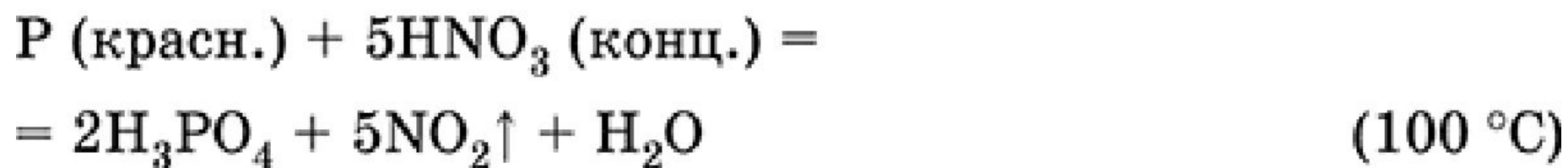
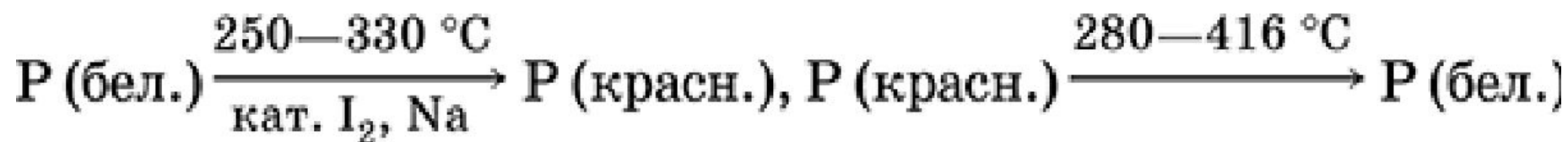


При взаимодействии со щелочами образуется фосфин PH_3 :



(700 - 900°C, кат. Pt, Cu, Ti, Zr)





намазка
коробка

головка
спички

Применение фосфора



Фосфин PH_3 .

- Бинарное соединение, степень окисления фосфора равна – III. Бесцветный газ с неприятным запахом. Молекула имеет строение незавершенного тетраэдра $[: \text{P}(\text{H})_3]$ (sp^3 -гибридизация). Мало растворим в воде, не реагирует с ней (в отличие от NH_3). Сильный восстановитель, сгорает на воздухе, окисляется в HNO_3 (конц.). Присоединяет H^+ . Применяется для синтеза фосфорорганических соединений. Сильно ядовит.

Уравнения важнейших реакций:

