

Аллотропные модификации: таблица

Модификация	Элемент	Строение	Свойства
Алмаз	углерод	атомная решётка, каждый атом С связан с четырьмя (sp^3)	самое твёрдое природное вещество, прозрачный, не проводит ток
Графит	углерод	слои из шестиугольников (sp^2), слабо связаны между собой	мягкий, серо-чёрный, жирный на ощупь, проводит ток
Карбин	углерод	линейные цепочки атомов С (sp)	чёрный порошок, полупроводник
Фуллерены	углерод	молекулы-сферы: C_{60} , C_{70}	молекулярная решётка, растворяются в органических растворителях
Графен	углерод	один слой графита толщиной в атом	очень прочный, проводит ток и тепло
Кислород O_2	кислород	двухатомные молекулы	газ без цвета и запаха, нужен для дыхания и горения
Озон O_3	кислород	трёхатомные молекулы	голубоватый газ с резким запахом, сильный окислитель, ядовит
Ромбическая сера	сера	молекулы-кольца S_8	жёлтые кристаллы, устойчива при комнатной температуре
Моноклинная сера	сера	молекулы S_8 , иное расположение в кристалле	игольчатые кристаллы, устойчива от 95,5 до 119 °C
Пластическая сера	сера	длинные цепи атомов S	тянется как резина, получается быстрым охлаждением расплава
Белый фосфор	фосфор	молекулы P_4 , молекулярная решётка	ядовит, светится в темноте, самовоспламеняется, хранят под водой
Красный фосфор	фосфор	полимерные цепи	не ядовит, не светится, горит при поджигании (спичечный коробок)
Чёрный фосфор	фосфор	слоистая решётка	похож на графит, полупроводник, самый устойчивый
Белое олово (β)	олово	металлическая решётка	серебристый пластичный металл, устойчиво выше 13,2 °C
Серое олово (α)	олово	атомная решётка, как у алмаза	серый порошок, устойчиво ниже 13,2 °C

Аморфный углерод (сажа, древесный уголь) обычно не считают отдельной модификацией: это мелкие неупорядоченные частицы графита. У железа при нагревании меняется кристаллическая решётка (α -, γ - и δ -железо) — это тоже аллотропия.

Причины аллотропии

Причина	Пример
Разное число атомов в молекуле	кислород O_2 и озон O_3
Разное строение кристаллической решётки	алмаз и графит; белое и серое олово; ромбическая и моноклинная сера
Молекулы и полимерные цепи	белый фосфор P_4 и красный фосфор; ромбическая и пластическая сера

Химический состав модификаций одинаков: при сгорании алмаза и графита получается один и тот же CO_2 , а озон разлагается до обычного кислорода.

Аллотропия или нет: примеры

Пара	Аллотропия?	Почему
алмаз и графит	да	два простых вещества одного элемента
O_2 и O_3	да	простые вещества кислорода разного состава
белый и красный фосфор	да	простые вещества фосфора разного строения
лёд и вода	нет	одно вещество в разных агрегатных состояниях
протий и дейтерий	нет	изотопы — атомы, а не простые вещества
СО и CO_2	нет	сложные вещества разного состава
бутан и изобутан	нет	изомеры — сложные вещества одного состава

Аллотропия бывает только у простых веществ. Разные кристаллические формы сложного вещества, например кальцит и арагонит $CaCO_3$, называют полиморфизмом.

