

Министерство общего и профессионального образования  
Ростовской области  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
Ростовской области  
«Ростовский – на – Дону строительный колледж»

*Творческая работа по учебной  
дисциплине «Математика»*

*На тему: «**В мире кристаллов**»*

*Выполнили: Маенко А.; Коваленко В.*

*Проверила: Никитина А. В.*

*г. Ростов-на-Дону*

*2015г.*

# *Основы теории*

*Кристаллы* (от греч. κρύσταλλος, первоначально — лёд, в дальнейшем — горный хрусталь, кристалл) — твёрдые тела, в которых атомы расположены закономерно, образуя трёхмерно-периодическую пространственную укладку — кристаллическую решётку. Кристаллы — это твёрдые вещества, имеющие естественную внешнюю форму правильных симметричных многогранников, основанную на их внутренней структуре, то есть на одном из нескольких определённых регулярных расположений составляющих вещество частиц (атомов, молекул, ионов).

*Аллотро́пия* (от др.-греч. ἄλλος — «другой», τροπός — «поворот, свойство») — существование двух и более простых веществ одного и того же химического элемента, различных по строению и свойствам — так называемых аллотропных (или аллотропических) модификаций или форм.

# *Аллотропные видоизменения*

*Аллотропные видоизменения элементарных веществ* представляют собой вещества, построенные из различных молекул (или кристаллов), образованных атомами одного и того же химического элемента. Аллотропные видоизменения одного элемента имеют различные свойства, проявляемые в различных агрегатных состояниях. Наряду с аллотропией известно также явление полиморфизма - способности одного и того же вещества существовать в различных кристаллических формах. Полиморфизм может быть двух видов: *энантиотропный*, когда относительная устойчивость полиморфных видоизменений зависит от температуры и существует температура обратимого превращения, и *монотропный*, когда одно видоизменение устойчивее другого независимо от температуры.

# *Энантиотропный переход*

Примером *энантиотропного* перехода может служить превращение ромбической серы в моноклинную  $\alpha$ -S (ромб.)  $\leftrightarrow$   $\beta$ -S (монокл.) при 95,6 °С. При обычной температуре стабильной является ромбическая модификация серы, которая при нагревании до 95,6 °С при нормальном давлении переходит в моноклинную форму. Последняя при охлаждении ниже 95,6 °С вновь переходит в ромбическую форму. Таким образом, переход одной формы серы в другую происходит при одной и той же температуре, и сами формы называются *энантиотропными*.

# *Монокотропный переход*

К монокотропному переходу относится превращение белого фосфора  $P_4$  под давлением 1,25 ГПа и температуре 200 °С в более стабильную модификацию — чёрный фосфор. При возвращении к обычным условиям обратный переход не происходит. Переход из нестабильной формы в стабильную в принципе возможен при любой температуре, а обратный — нет, то есть определенная точка перехода отсутствует. Ещё один пример — превращение графита в алмаз при давлении 6 ГПа и температуре 1500 °С в присутствии катализатора (никель, хром, железо и другие металлы), то есть при условиях термодинамической устойчивости алмаза. Тогда как алмаз легко и быстро переходит в графит при температурах выше 1000 °С. В обоих случаях давление способствует превращению, поскольку образуется вещества с более высокой плотностью, чем исходные.

# *Монокотропный переход*

Три известные модификации олова переходят друг в друга различным образом. При обычных условиях устойчиво  $\beta$ -Sn (пластичное белое олово) с тетрагональной кристаллической решеткой. Выше  $173\text{ }^{\circ}\text{C}$   $\beta$ -Sn энантиотропно превращается в хрупкую модификацию  $\gamma$ -Sn, а ниже  $13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$   $\beta$ -Sn переходит монокотропно в порошкообразное  $\alpha$ -Sn (серое олово) с кубической решёткой типа алмаза. Этот полиморфный переход происходит с малой скоростью, но резко ускоряется в контакте с серым оловом — плотные куски белого олова рассыпаются в пыль («оловянная чума»). Обратный процесс возможен только путем переплавки.

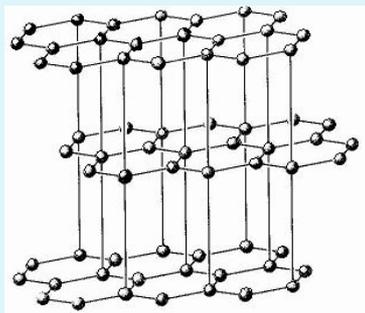
# *Аллотропия. История*

Понятие аллотропии введено в науку Й. Берцелиусом в 1841 году для обозначения разных форм существования элементов; одновременно он предполагал, по-видимому, применить его и к изомерии соединений. После принятия гипотезы А. Авогадро в 1860 году стало понятно, что элементы могут существовать в виде многоатомных молекул, например,  $O_2$  — кислород и  $O_3$  — озон. В начале XX века было признано, что различия в кристаллической структуре простых веществ (например, углерода или фосфора) также являются причиной аллотропии. В 1912 году В. Оствальд отметил, что аллотропия элементов является просто частным случаем полиморфизма кристаллов, и предложил от него отказаться. Однако, по настоящее время они используются параллельно. Аллотропия относится только к простым веществам, независимо от их агрегатного состояния; полиморфизм — только к твёрдому состоянию независимо от того, простое это вещество или сложное. Таким образом, эти термины совпадают для простых твёрдых веществ (кристаллическая сера, фосфор, железо и др.)

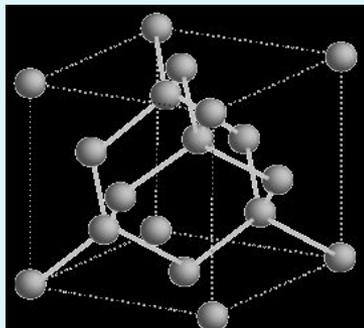
# *Кристаллическая решётка*

Составляющие данное твёрдое вещество частицы образуют кристаллическую решётку. Если кристаллические решётки стереометрически (пространственно) одинаковы или сходны (имеют одинаковую симметрию), то геометрическое различие между ними заключается, в частности, в разных расстояниях между частицами, занимающими узлы решётки. Сами расстояния между частицами называются параметрами решётки. Параметры решётки, а также углы геометрических многогранников определяются физическими методами структурного анализа, например методами рентгеновского структурного анализа. Часто твёрдые вещества образуют (в зависимости от условий) более чем одну форму кристаллической решётки; такие формы называются полиморфными модификациями. Например, среди простых веществ известны ромбическая и моноклинная сера, графит и алмаз, которые являются гексагональной и кубической модификациями углерода, среди сложных веществ — кварц, тридимит и кристобалит представляют собой различные модификации диоксида кремния.

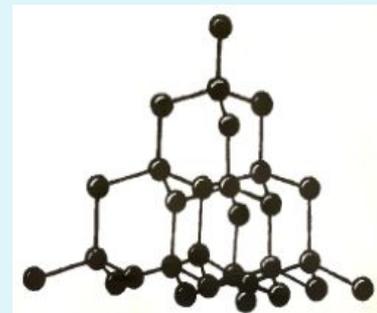
Строение углерода



Строение кремния



Строение алмаза



# Примеры аллотропии

Аллотропные модификации фосфора  
(белый, красный, жёлтый, чёрный фосфор)



В настоящее время известно более 400 разновидностей простых веществ. Способность элемента к образованию аллотропных форм обусловлена строением атома, которое определяет тип химической связи, строение молекул и кристаллов.

Как правило, большее число аллотропных форм образуют элементы, имеющие переменные значения координационного числа или степени окисления (олово, фосфор). Другим важным фактором является катенация — способность атомов элемента образовывать гомоцепные структуры (например, сера). Склонность к аллотропии более выражена у неметаллов, за исключением галогенов и благородных газов, и полуметаллов.

Принято обозначать различные аллотропические формы одного и того же элемента строчными буквами греческого алфавита; причём форму, существующую при самых низких температурах, обозначают буквой  $\alpha$ , следующую —  $\beta$  и т. д.

# *Виды кристаллов*

## ✓ *Идеальный кристалл*

Является, по сути, математическим объектом, имеющим полную, свойственную ему симметрию, идеализированно ровные гладкие грани и т. д.



## ✓ *Реальный кристалл*

Всегда содержит различные дефекты внутренней структуры решетки, искажения и неровности на гранях и имеет пониженную симметрию многогранника вследствие специфики условий роста, неоднородности питающей среды, повреждений и деформаций. Реальный кристалл не обязательно обладает кристаллографическими гранями и правильной формой, но у него сохраняется главное свойство — закономерное положение атомов в кристаллической решётке.



# *Ряд аллотропных видоизменений*

- ✓ сера бывает: ромбическая, моноклинная, пластическая;
- ✓ углерод существует в виде: графита, алмаза, карбина, фуллере-на.
- ✓ известно серое и белое олово;
- ✓ фосфор красный, белый и черный.
- ✓ кислород  $O_2$  и озон  $O_3$ .

# *Список литературы*

1. Википедия
2. Академик
3. FB. ru
4. Bestreferat.ru

*Спасибо за внимание*