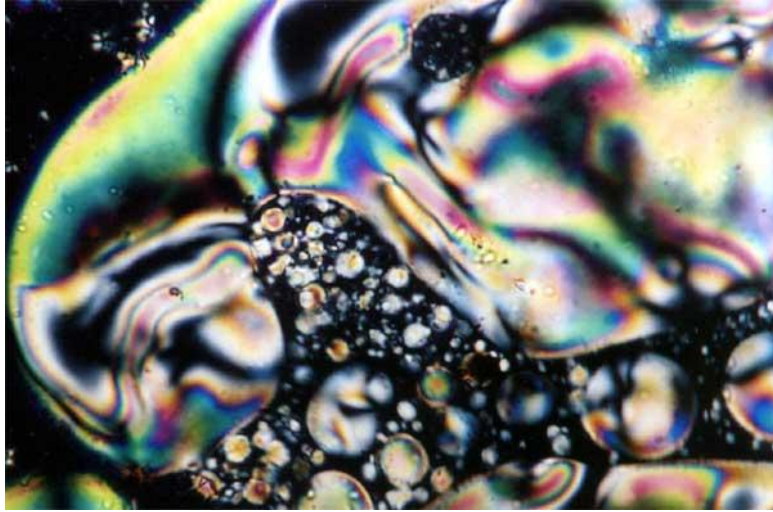


Жидкие кристаллы – не кристаллы



Некоторые вещества при определенных условиях (температура, давление, и пр.) переходят в состояние в котором обладают одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов (анизотропия).

Texture of Liquid Chrystal nematic phase

По структуре **ЖК представляют собой вязкие жидкости**, состоящие из молекул вытянутой или дискообразной формы, определённым образом упорядоченных во всем объёме этой жидкости. Наиболее характерным свойством ЖК является их *способность изменять ориентацию молекул под воздействием электрических полей*

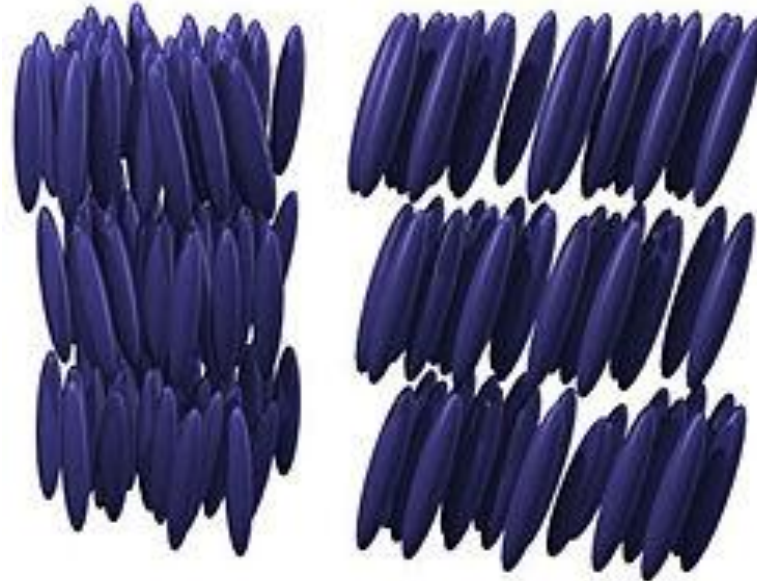
Жидкие кристаллы

По типу ЖК обычно разделяют на две большие группы: нематики и смектики.



Схематическое изображение **нематического** жидкого кристалла.

Молекулы сохраняют ориентационный порядок



Схематическое изображение жидкого кристалла в **смектической фазе** имеют слоистую структуру

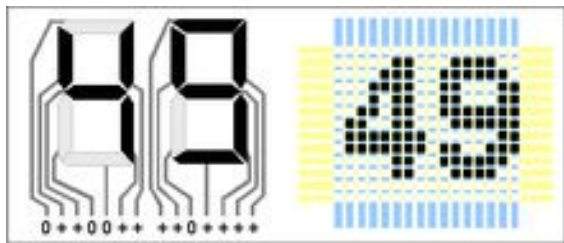
Жидкие кристаллы

Термотропные ЖК, образующиеся в результате нагревания твердого вещества и существующие в определенном интервале температур и давлений.

Лиотропные ЖК, которые представляют собой двух- или более компонентные системы, образующиеся в смесях стержневидных молекул данного вещества и воды (или других полярных растворителей). Эти стержневидные молекулы имеют на одном конце полярную группу, а большая часть стержня представляет собой гибкую гидрофобную углеводородную цепь.

Жидкие кристаллы

применение



Основная область применения жидкокристаллических веществ — информационная техника

Одно из важных направлений использования жидких кристаллов — термография. Подбирая состав жидкокристаллического вещества, создают индикаторы для разных диапазонов температуры и для различных конструкций.

- Обнаружение паров химических соединений и опасных для здоровья человека гамма- и ультрафиолетовое излучения

Кристаллографические индексы

три целых числа, определяющие расположение в пространстве граней и атомных плоскостей кристалла (индексы Миллера),

а также направлений в кристалле и его рёбер (индексы Вейса) относительно кристаллографических осей.

Индексы Миллера

Индексы Миллера — кристаллографические индексы, характеризующие расположение атомных плоскостей в кристалле.

Индексы Миллера связаны с отрезками, отсекаемыми выбранной плоскостью на трёх осях кристаллографической системы координат (не обязательно декартовой).

Возможны три варианта относительного расположения осей и плоскости:

- плоскость пересекает все три оси
- плоскость пересекает две оси, а третьей параллельна
- плоскость пересекает одну ось и параллельна двум другим

Индексы Миллера

Индексы Миллера выглядят как три взаимно простых целых числа, записанные в круглых скобках: (111), (101), (110)...

представляют собой набор целых чисел h, k, l
заклученных в круглые скобки (h, k, l)

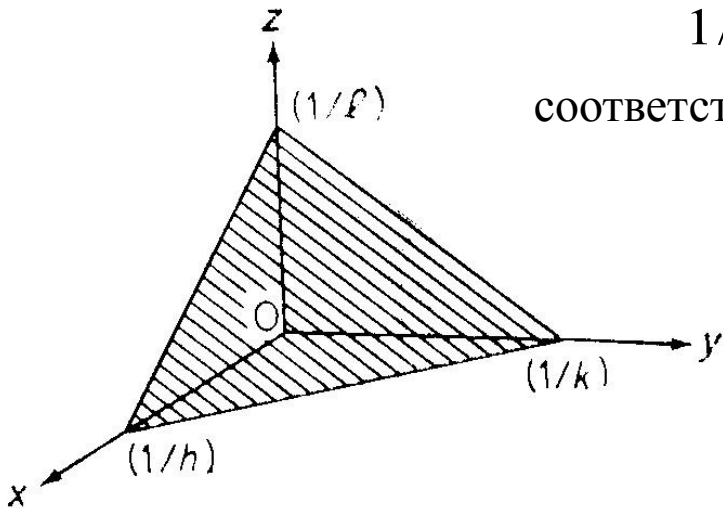
и связанных с ориентацией плоскости относительно кристаллографических осей следующим образом:

Плоскость (h, k, l) в кубическом кристалле пересекает оси в точках с координатами

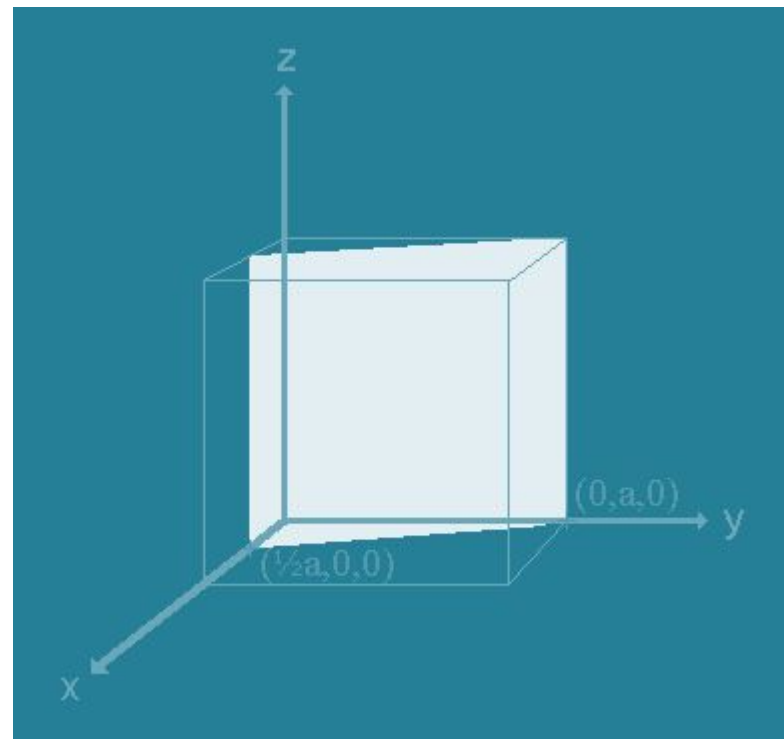
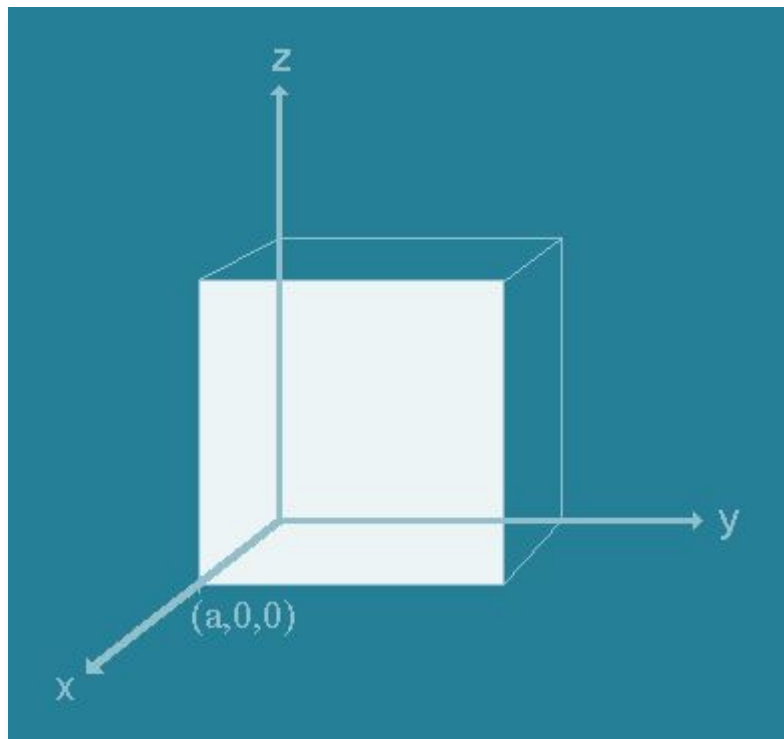
$$1/h \quad 1/k \quad 1/l$$

соответственно и уравнение плоскости можно записать в виде

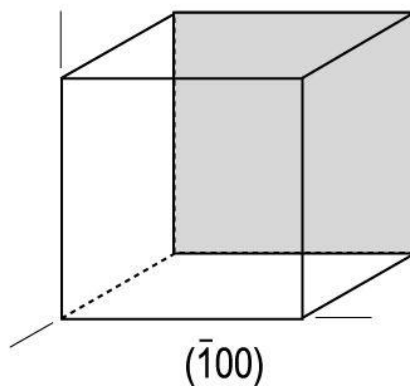
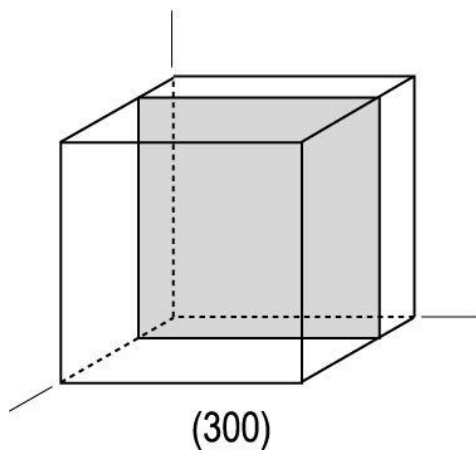
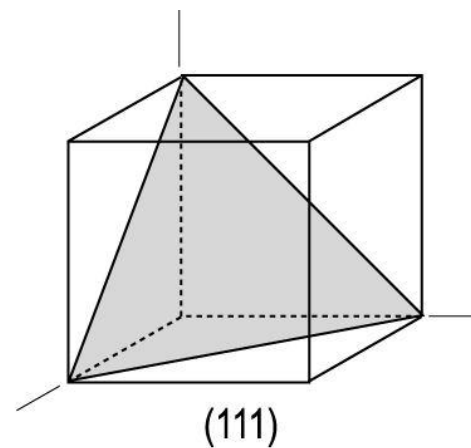
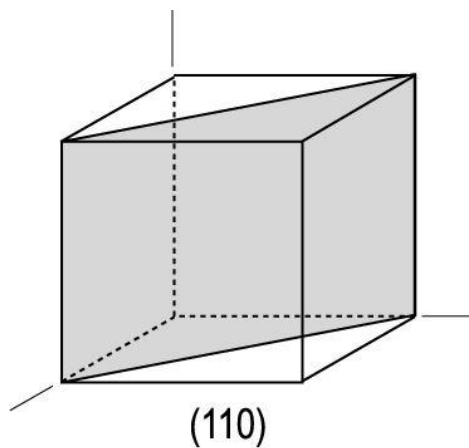
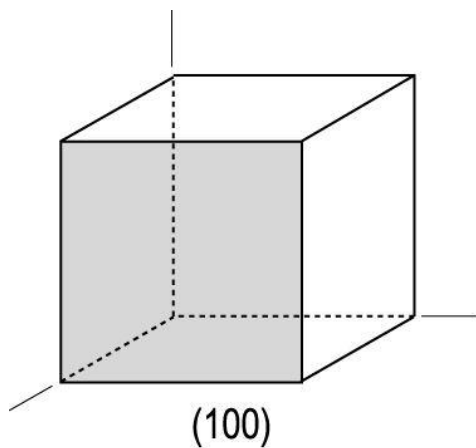
$$\frac{x}{1/h} + \frac{y}{1/k} + \frac{z}{1/l} = 1$$



Индексы Миллера



Индексы Миллера



Индексы Миллера

Равенство нулю одного или двух индексов Миллера означает, что плоскости параллельны одной или двум кристаллографическим осям.

Отрицательны значения индексов Миллера соответствуют плоскостям, пересекающим оси координат в отрицательных направлениях.

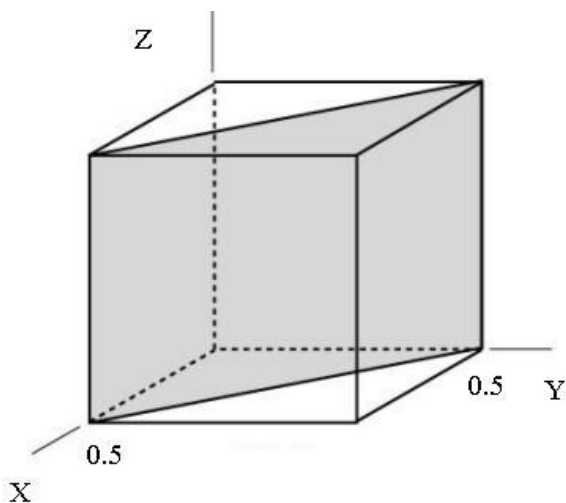
$(-h, k, l)$ обозначают как $(\bar{h}, k, l)$

Задача: написать индексы Миллера плоскостей в ОЦК решетке, перпендикулярных плоскости основания и проходящих через 2 боковых ребра.

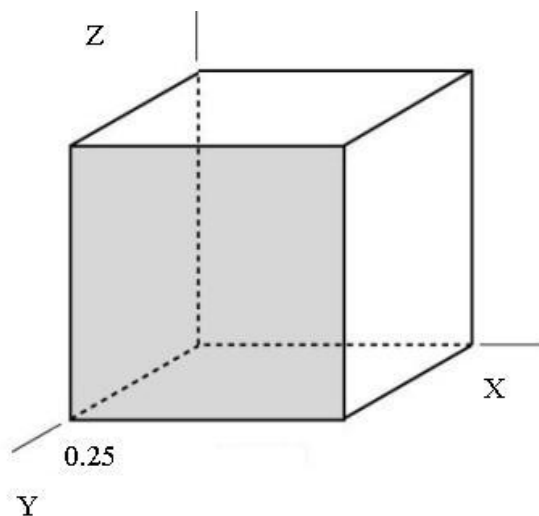
Индексы Миллера

Задача: написать индексы Миллера следующих плоскостей

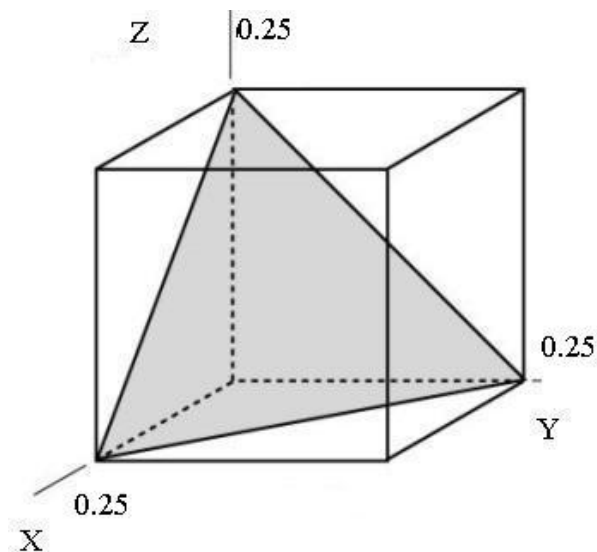
1



2



3

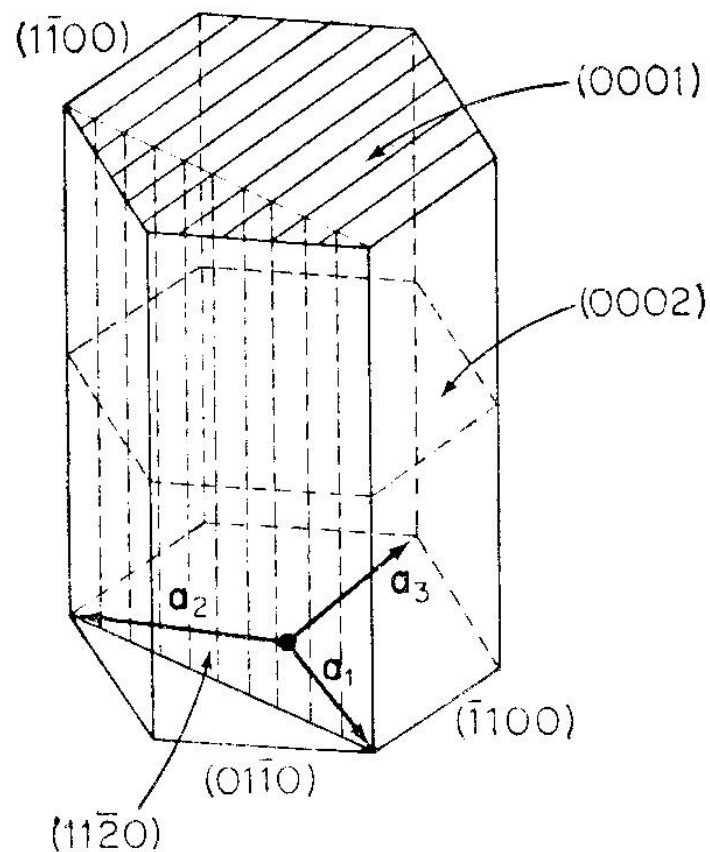


Индексы Миллера

Обозначение в фигурных скобках $\{hkl\}$ объединяет все семейство плоскостей и векторов (с отрицательными или положительными индексами, индексами, отличающимися перестановкой чисел).

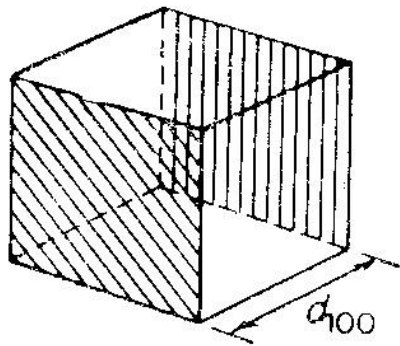
Задача: написать индексы Миллера всех плоскостей типа $\{111\}$, изобразить их на рисунке в ГЦК структуре.

Индексы Миллера для ГПУ

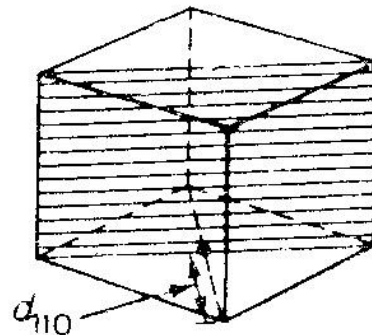


Индексы Миллера главных плоскостей симметрии г. п. у.

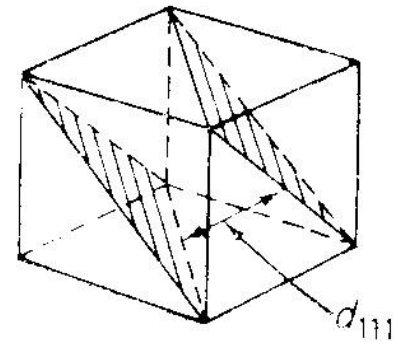
Расстояния между плоскостями



a



b



b

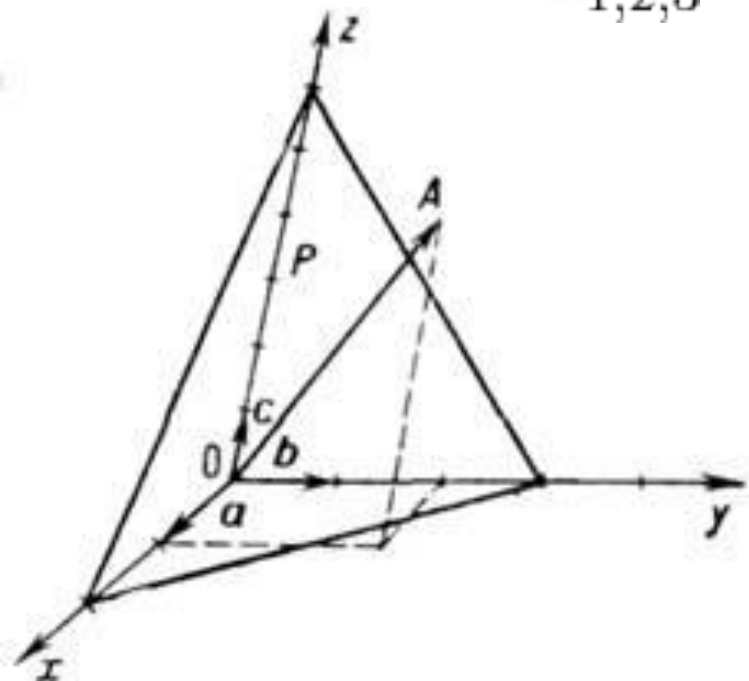
Расстояние между кристаллографическими плоскостями в кубической решетке.

Индексы Вейса

Индексы Вейса — кристаллографические индексы, характеризующие направление векторов решётки.

Выглядят как группы чисел, заключённые в квадратные скобки, например $[110]$, $[101]$. Запись вида $[lmn]$ означает, что вектор решётки имеет вид $\mathbf{r} = l\mathbf{a}_1 + m\mathbf{a}_2 + n\mathbf{a}_3$,

$\mathbf{a}_{1,2,3}$ — базисные вектора решётки



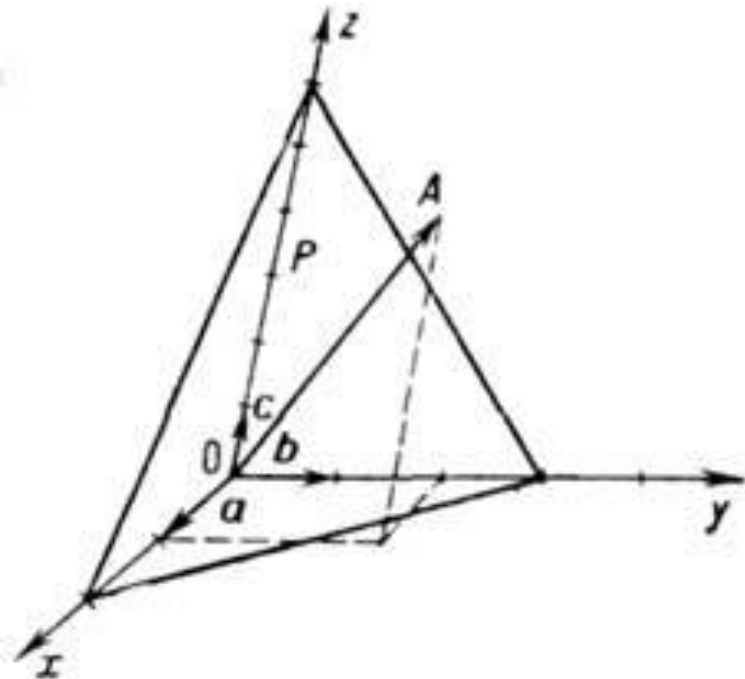
Прямая и параллельное ей ребро, определяемые индексами Вейса p_1, p_2, p_3 (обозначаются $[p_1 p_2 p_3]$), проходят из начала координат O в точку A , определяемую вектором $p_1\mathbf{a} + p_2\mathbf{b} + p_3\mathbf{c}$, где a, b, c - периоды решётки (на рис. прямая OA определяется индексами Вейса).

Индексы Вейса

Направляющая нормаль к плоскости с индексами Миллера

(h, k, l) обозначается через $[h, k, l]$

Кристаллографическая плоскость отсекает на осях координат, построенных на векторах a, b, c , отрезки $p'_1 a, p'_2 b, p'_3 c$ (p'_1, p'_2, p'_3 - целые числа)



Расстояния между плоскостями

Задача.

Приняв молекулярный вес меди M за 64 аем, а плотность $8,92 \text{ г/см}^3$ рассчитать расстояния между плоскостями вектор нормали к которым имеет индекс ВЕЙСА $[100]$ в ангстремах.

($1 \text{ аем} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$)

Задача.

Приняв молекулярный вес меди M за 64 аем, а плотность $8,92 \text{ г/см}^3$ рассчитать расстояния между плоскостями вектор нормали к которым имеет индекс ВЕЙСА $[110]$ в ангстремах.

($1 \text{ аем} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$)

Cu - ГЦК структура

Расстояния между плоскостями

Задача.

Приняв молекулярный вес меди M за 64, а плотность $8,92 \text{ г/см}^3$ рассчитать расстояния между плоскостями (400) в ангстремах.
($1 \text{ аем} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$)

Задача.

Приняв молекулярный вес меди M за 64, а плотность $8,92 \text{ г/см}^3$ рассчитать расстояния между плоскостями (111) в ангстремах.
($1 \text{ аем} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$)

Cu

- ГЦК структура