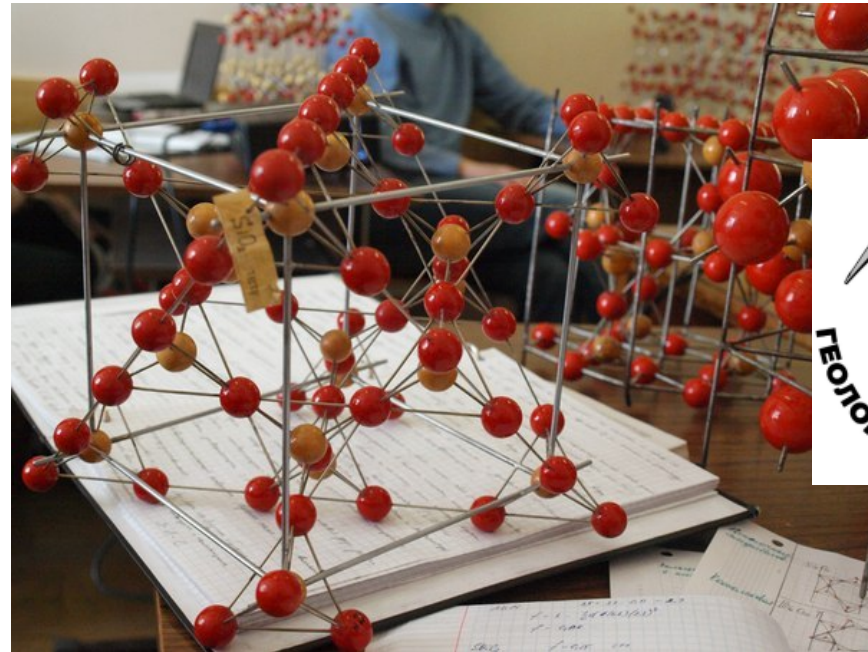


КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

(полный курс – 1 и 2 семестр)



читается **исключительно юным
волшебникам геохимического
потока** Геологического
факультета МГУ

Занятие 1

Обещанные симметричные ужасы
кристаллического микромира...

ИЛИ



ОСНОВЫ кристаллографической магии



Транспортная проблема в государстве кристаллического микромира очень актуальна

Внешние перевозки

(если $1 \text{ м} = 1 \text{ ангстрем}$, то кристалл в 1 см будет иметь в микром мире размерность $1000000000 \text{ м} = 100000 \text{ км} = 10 \text{ расстояний от Москвы до Владивостока}$) т.е. РЖД не особо годится

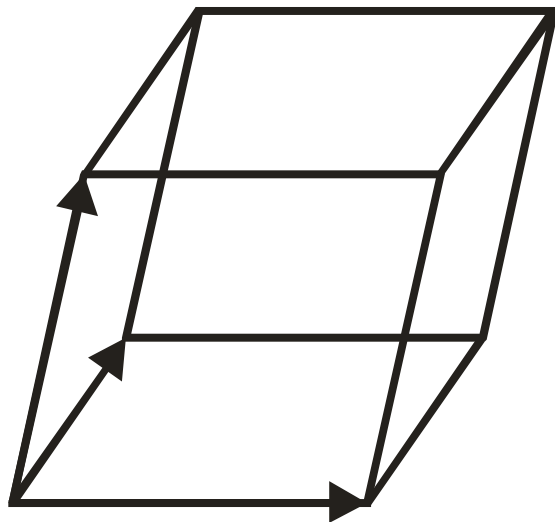


© Идиотека
idioteka.ru

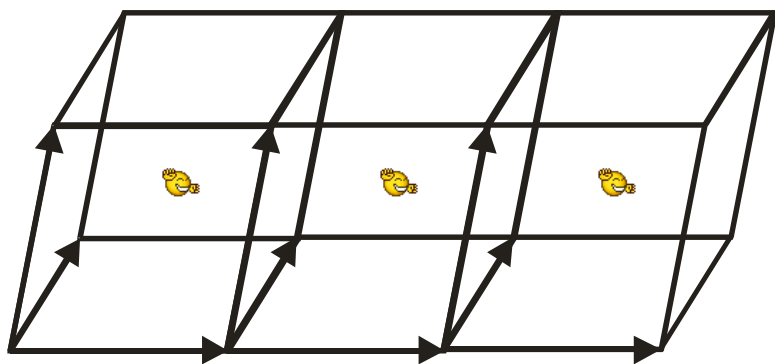
Внутренние перевозки

(элементарные ячейки бывают тоже большие!)





Вселенная микромира дискретна
и все самое интересное
сосредоточено в
ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЯЧЕЙКЕ –
параллелепипеде повторяемости

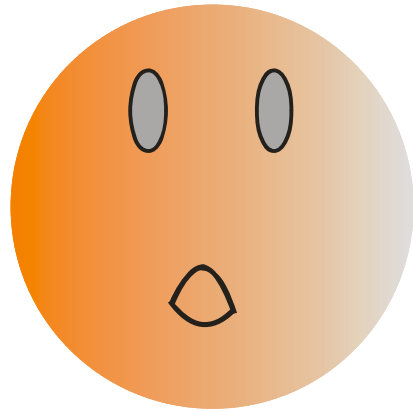


Трансляция позволяет **мгновенно**
перемещаться между эквивалентными
узлами с одинаковыми координатами
(x, y, z) в **различных** ячейках так как они
эквивалентны!



**Это евро-экспресс
ICE с бесконечной
скоростью!**

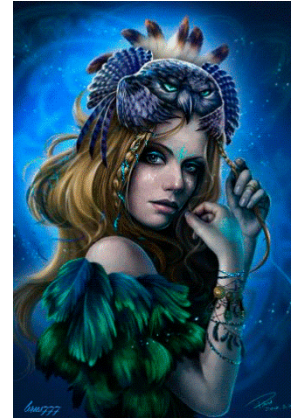




$$32 + 14 = ?$$

Был точечный набор (А)

*Была трансляция (Б)
(симпатичная)*



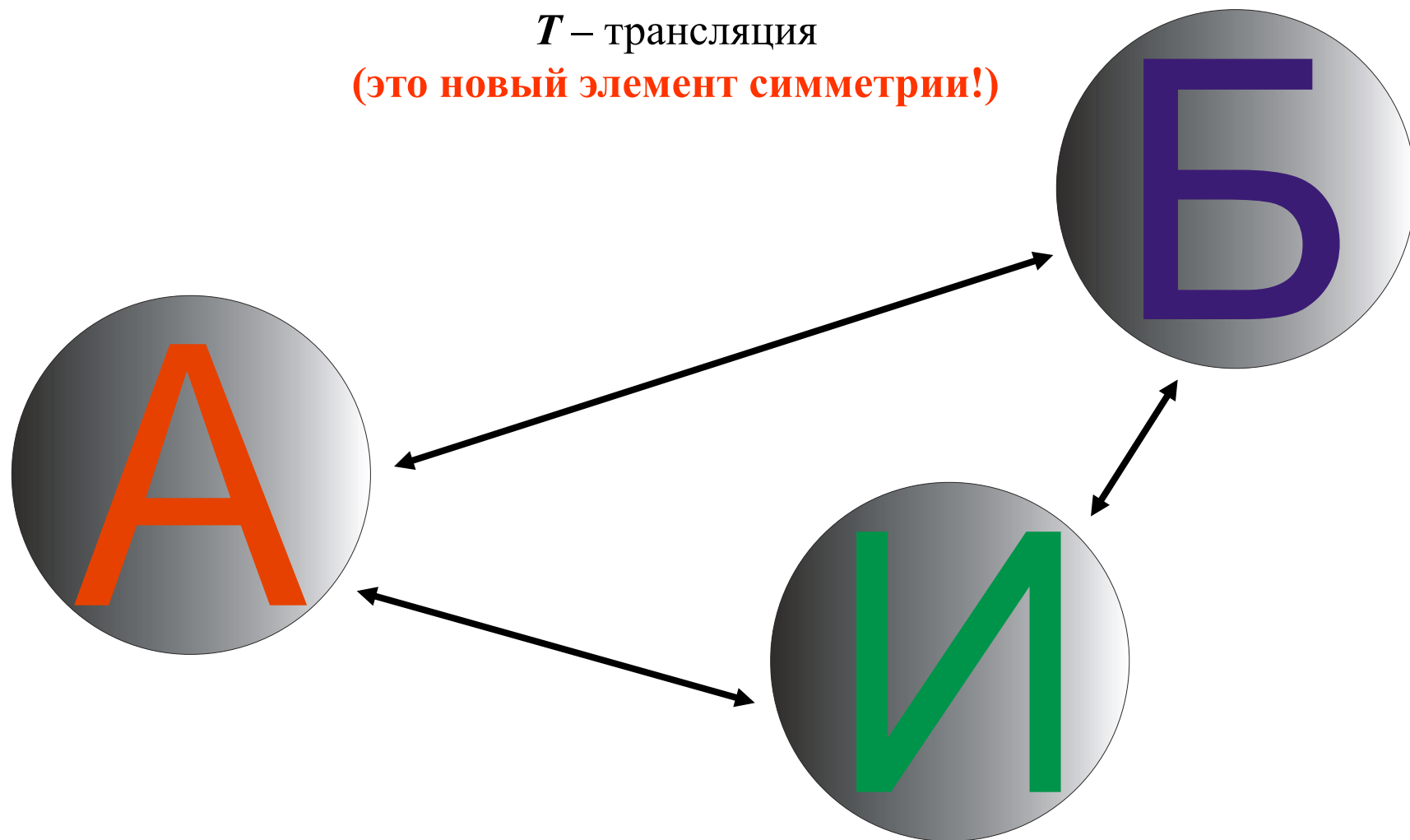
(А) И (Б) сидели на трубе...

И - что это?

ПРОБЛЕМУ ВНУТРЕННИХ ПЕРЕВОЗОК РЕШАЮТ И (ТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИММЕТРИИ)

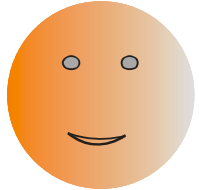
T – трансляция

(это новый элемент симметрии!)



Ее взаимодействие с точечными элементами симметрии приводит к появлению:

Винтовых осей (волшебные оси со входом в винтовой портал) и волшебных плоскостей скользящего отражения



Волшебная арифметика

14 решеток

+

32 класса

=

230 пространственных групп!

Надо осознать, что исходная и трансляционная точка – это теперь одно и то же!
Следовательно, элемент симметрии может не оставить нас на месте а
переместить
в трансляционный эквивалент!



НАСТАЛО ВРЕМЯ!



ПЕРЕХОДИ НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ

Гарри Каспаров наконец-то выиграл у компьютера и с двумя очками и тремя жизнями перешел на следующий уровень.

СТРОГО СЕКРЕТНО!



СТРОГО ХРАНИ
ГОСУДАРСТВЕННУЮ И ВОЕННУЮ ТАЙНУ!

тайна-
находка
для врага!

Для служебного
пользования

СТУДЕТНАМ ДРУГИХ
ПОТОКОВ
ПОКАЗЫВАТЬ
КАТЕГОРИЧЕСКИ
ВОСПРЕЩАЕТСЯ!

*Для заклинаний
настоятельно рекомендуется
приобрести волшебную палочку*



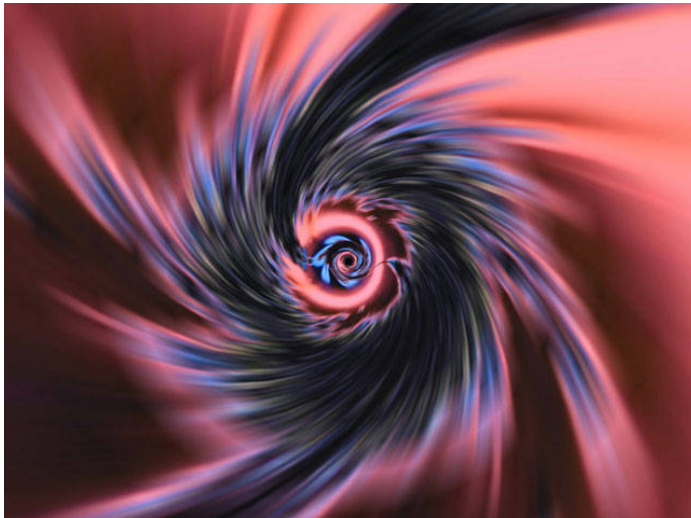


1-ый волшебный инструмент кристаллографа

«Портал буравчика»



*В микромире можно безболезненно перемещаться,
прыгая от одного эквивалентного узла в другой.
Один из инструментов для прыжка – волшебная ось
 n -ого порядка*





«Винтовой портал»

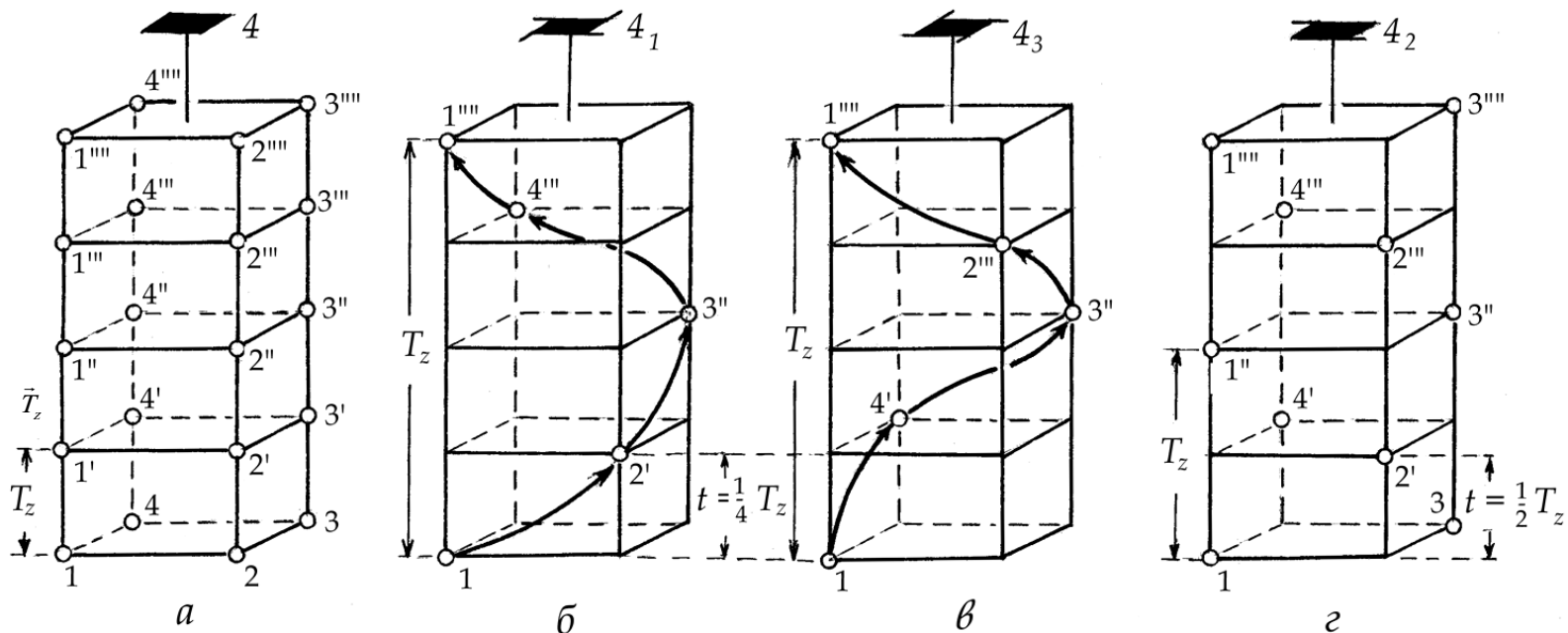


Иллюстрация взаимодействия поворотной оси 4-го порядка с параллельным ей трансляционным вектором:

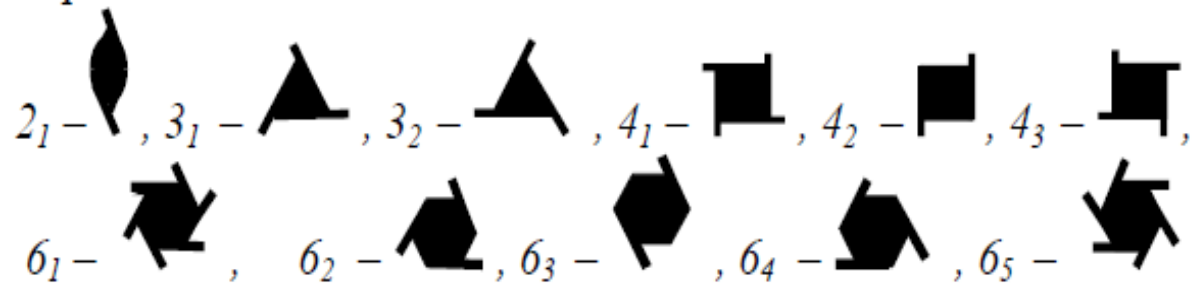
а – четверная поворотная ось 4;

б, в – энантиоморфные винтовые оси 4_1 (правая) и 4_3 (левая);

г – нейтральная винтовая ось 4_2



«Винтовой портал»



Ось	Для маглов	Для продвинутых гриффиндорцев				
	2					
3						
4						
5	Не сегодня					
6						

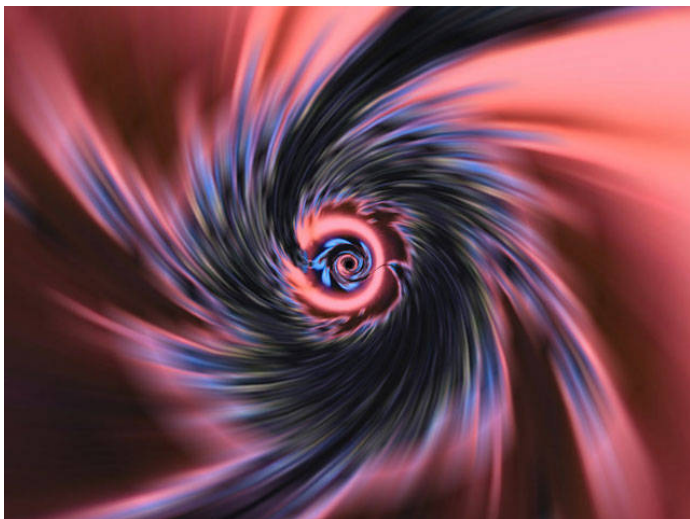
Осей 6-ого порядка ШЕСТЬ!



2-ой волшебный инструмент кристаллографа

«Портал кривых зеркал»

В микромире можно безболезненно перемещаться, прыгая от одного эквивалентного узла в другой. Еще один из инструментов для прыжка – волшебная плоскость-зеркало



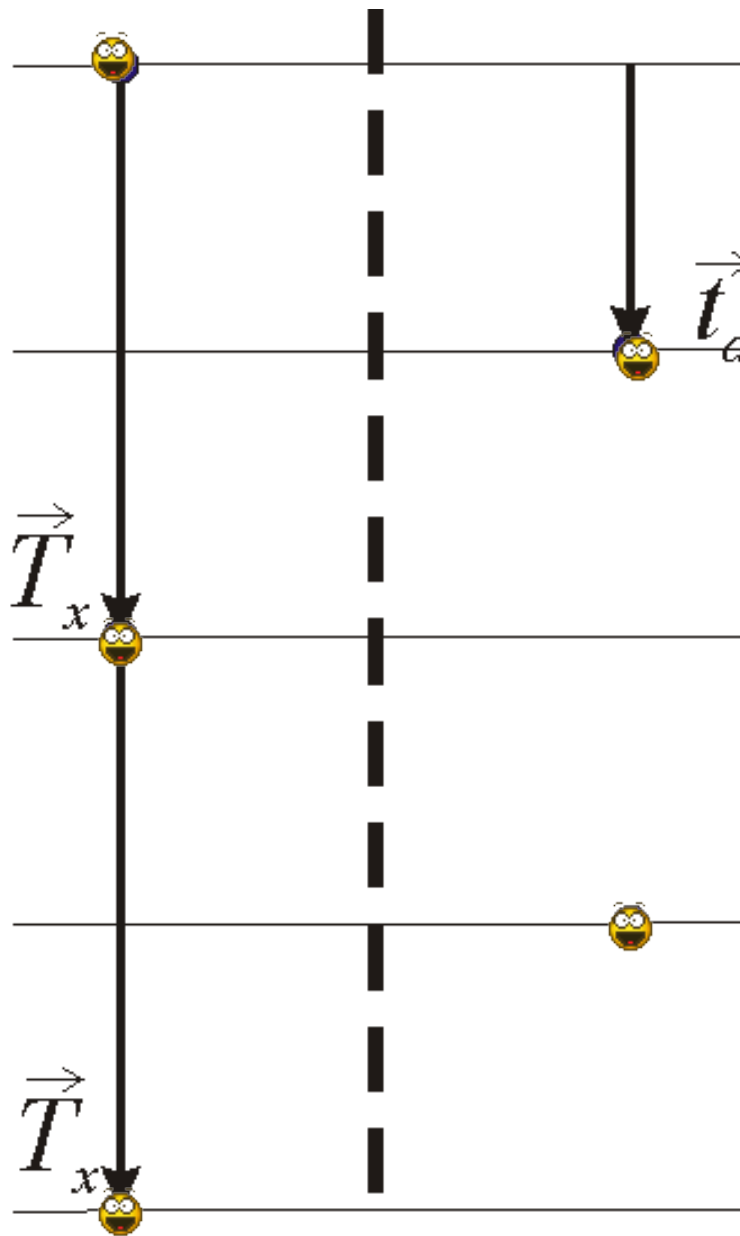
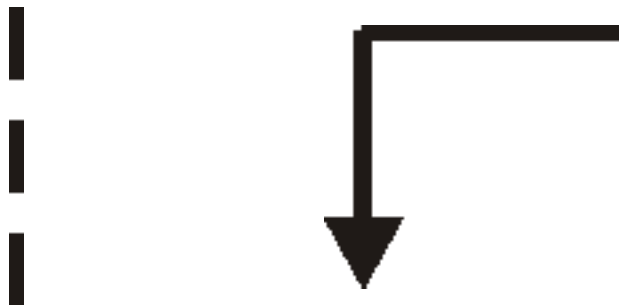


Волшебная плоскость скользящего отражения

a

Фигурка отражается в плоскости и входит в портал, выскочив из него через половину трансляции по координате x

Обозначения :

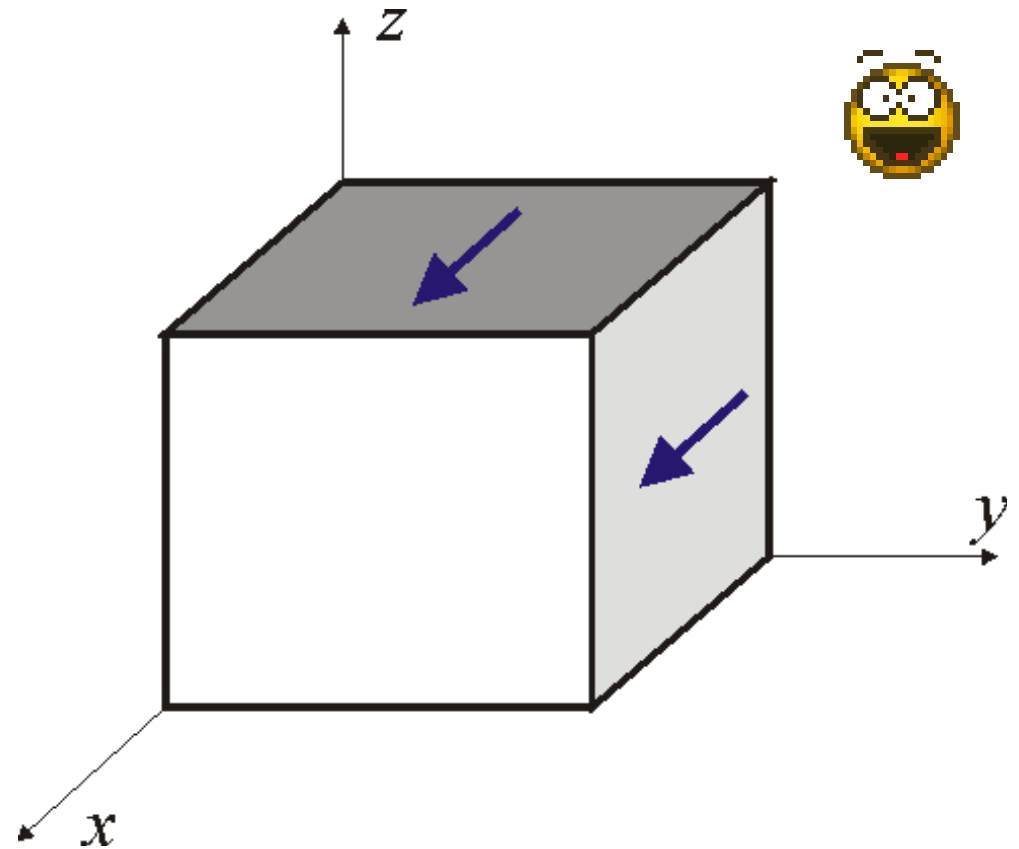




Волшебная плоскость

скользящего отражения

a



a_z – горизонтальная плоскость, скользящего отражения; нормаль перпендикулярна оси z

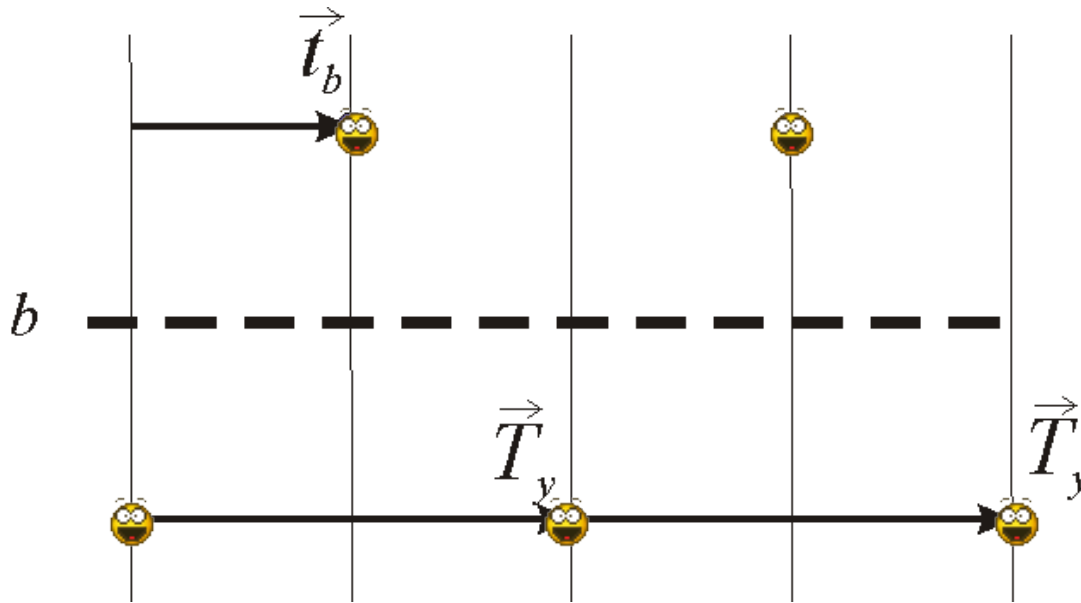
a_y – вертикальная плоскость, скользящего отражения; нормаль перпендикулярна оси y

a_x – **быть не может!**



Волшебная плоскость скользящего отражения

v



Фигурка отражается в плоскости и входит в портал, выскочив из него через половину трансляции по координате *y*

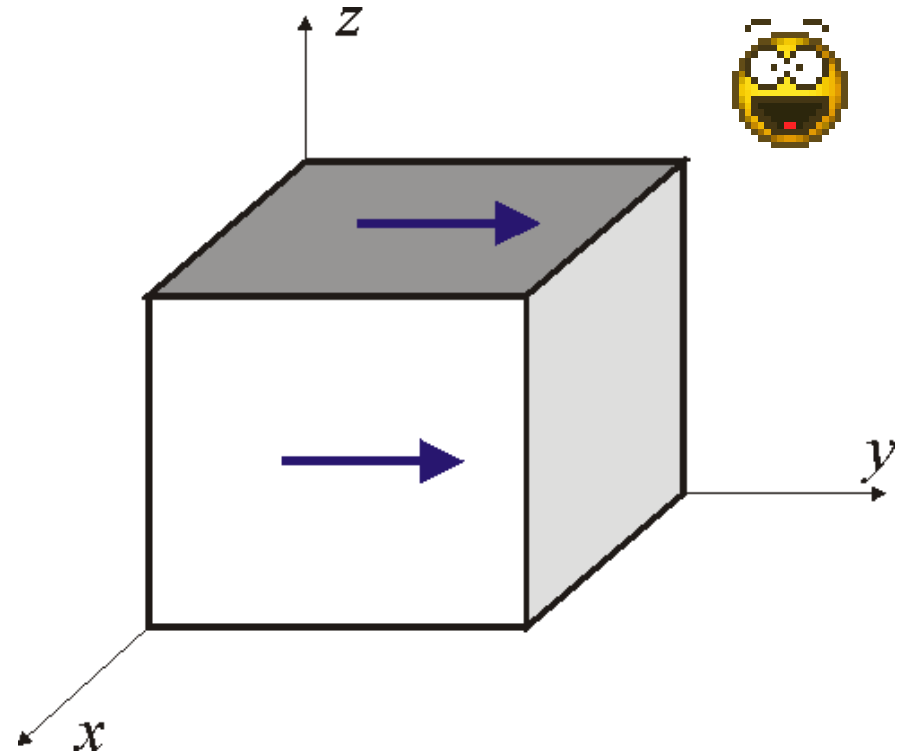
Обозначения :





Волшебная
плоскость
скользящего
отражения

b



b_z – горизонтальная плоскость скользящего отражения; нормаль перпендикулярна оси z

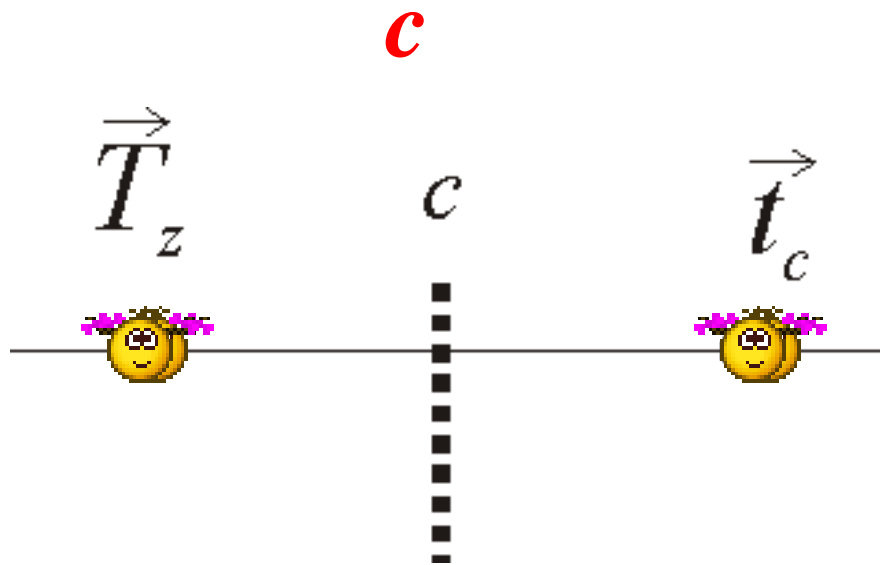
b_x – вертикальная плоскость скользящего отражения; нормаль перпендикулярна оси x

b_y – ***быть не может!***



Волшебная плоскость скользящего отражения

Фигурка отражается в плоскости и входит в портал, выскочив из него через половину трансляции по координате z



Обозначения :

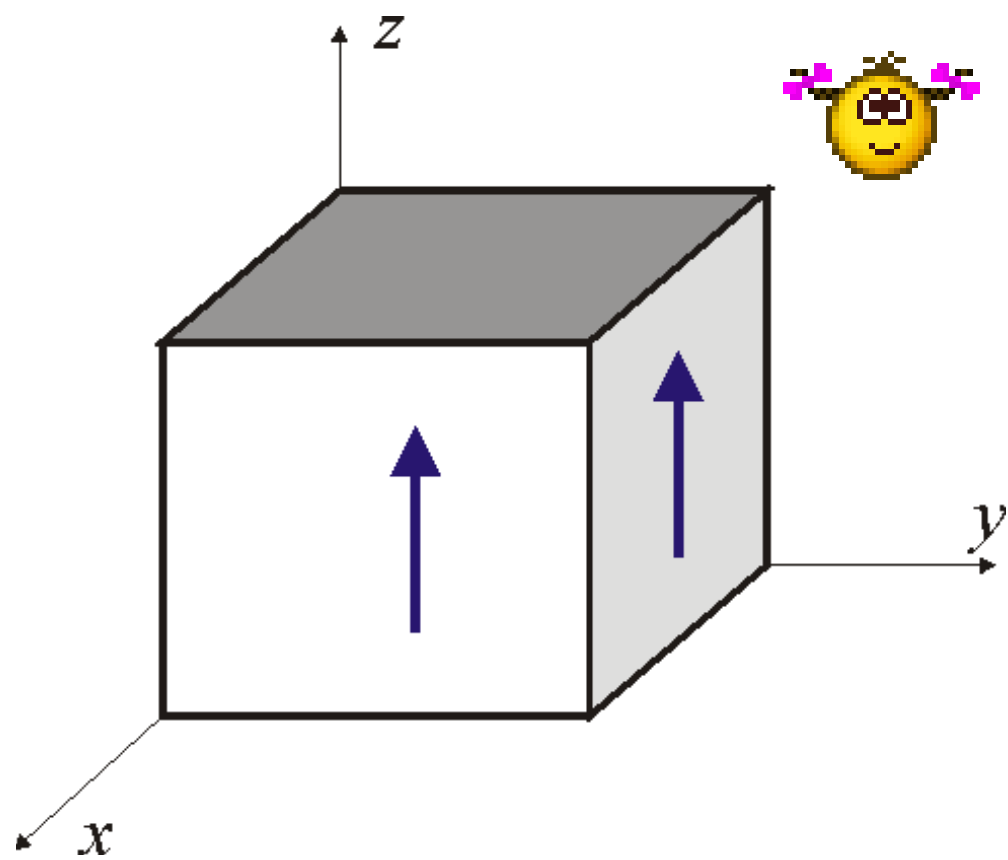




Волшебная плоскость

скользящего отражения

c



c_x — вертикальная плоскость скользящего отражения; нормаль перпендикулярна оси x

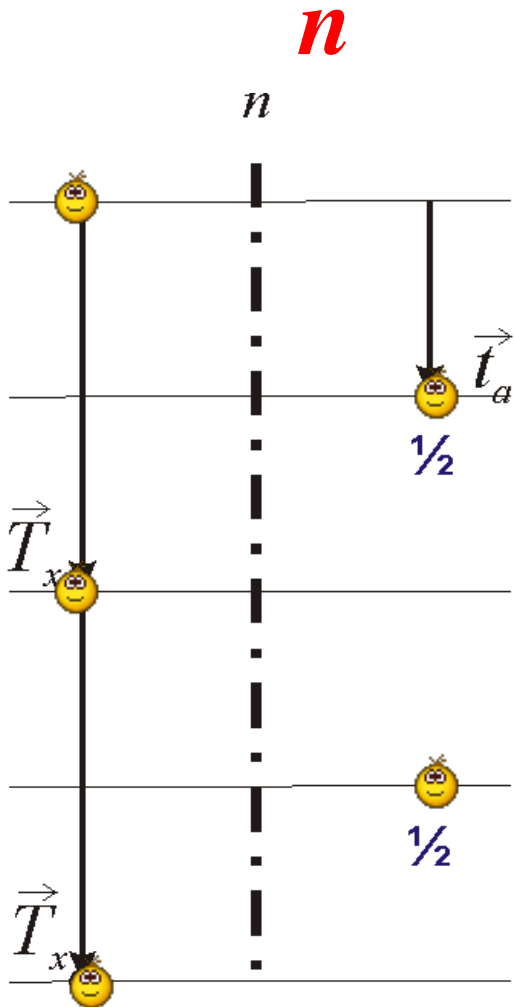
c_y — вертикальная плоскость скользящего отражения; нормаль перпендикулярна оси y

горизонтальной с быть не может!



Волшебная КЛИНО- плоскость

Фигурка отражается в плоскости и входит в портал, выскочив из него через половину трансляции по двум координатам



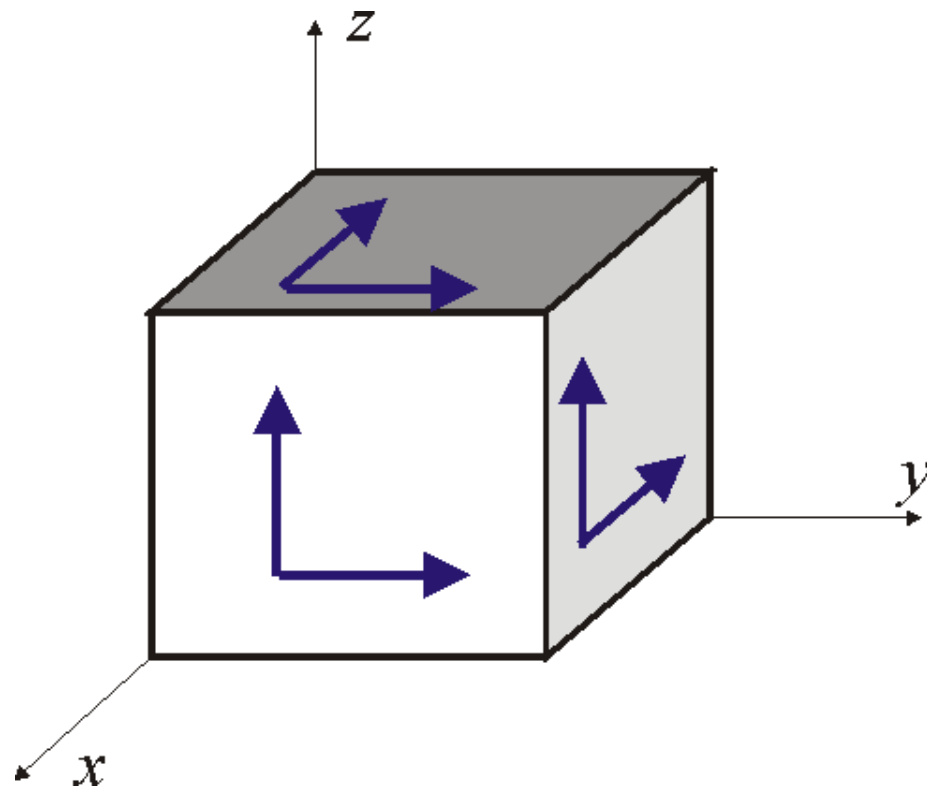
Обозначения :





Волшебная
КЛИНО-
плоскость

n



Есть три разных n



Волшебная
клино-
плоскость

d



Есть еще



Волшебная
плоскость
скользящего
отражения

e



и другие...

Так что не думайте,
что вам прям так сразу
все расскажут

Заклинания взаимодействия (только для продвинутых кристаллографов)





1-ое волшебное заклинание взаимодействия кристаллографа «Клон»



Берем поворотную ось n -ого порядка

и прикладываем к нему трансляцию.

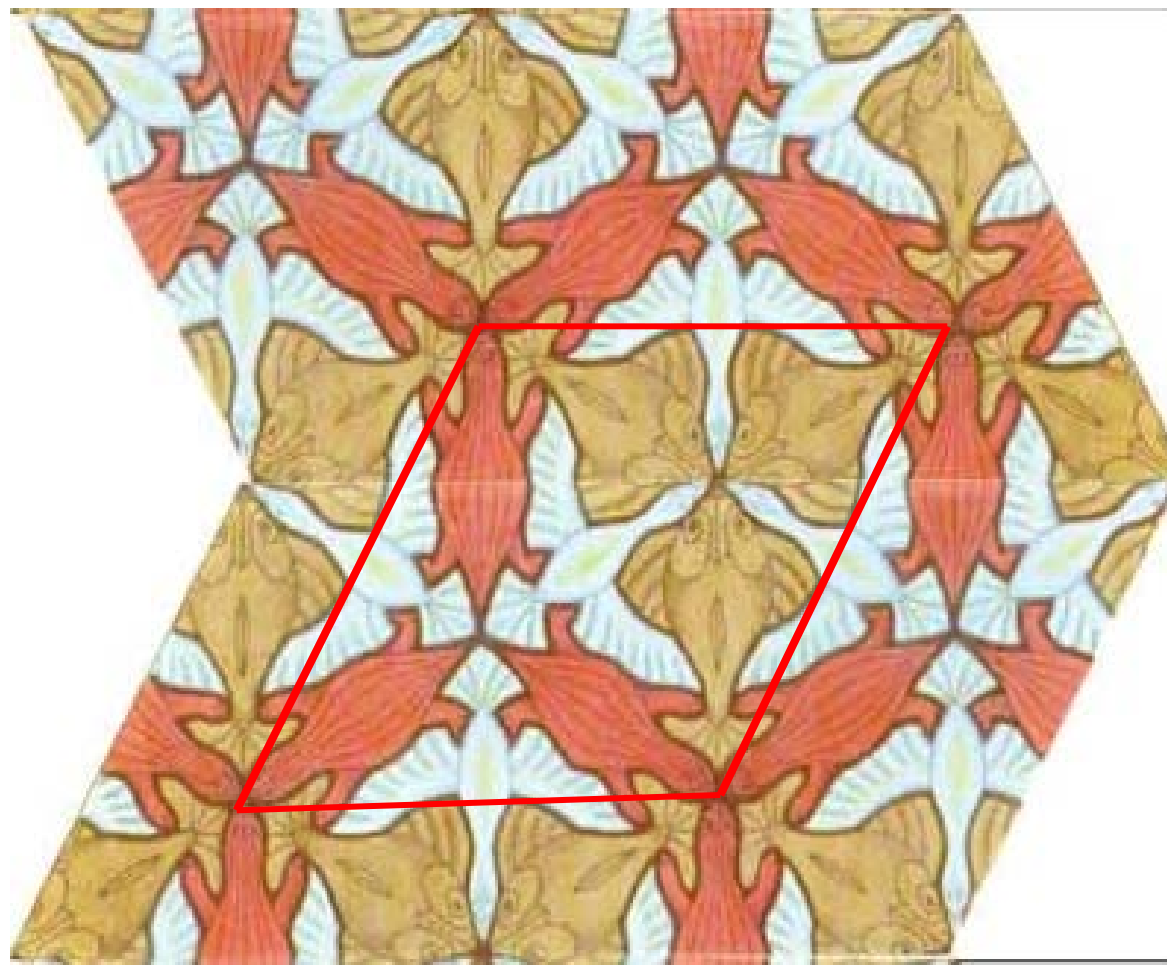
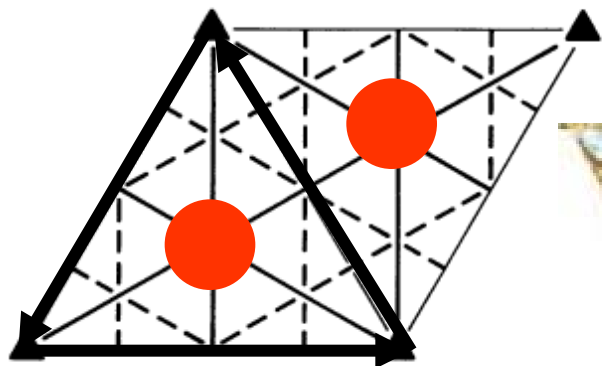


**В результате кристаллографической магии,
используя волшебную палочку и произнеся «Clone!»
клонировается ось n -ого порядка
(такая же, но другая)**

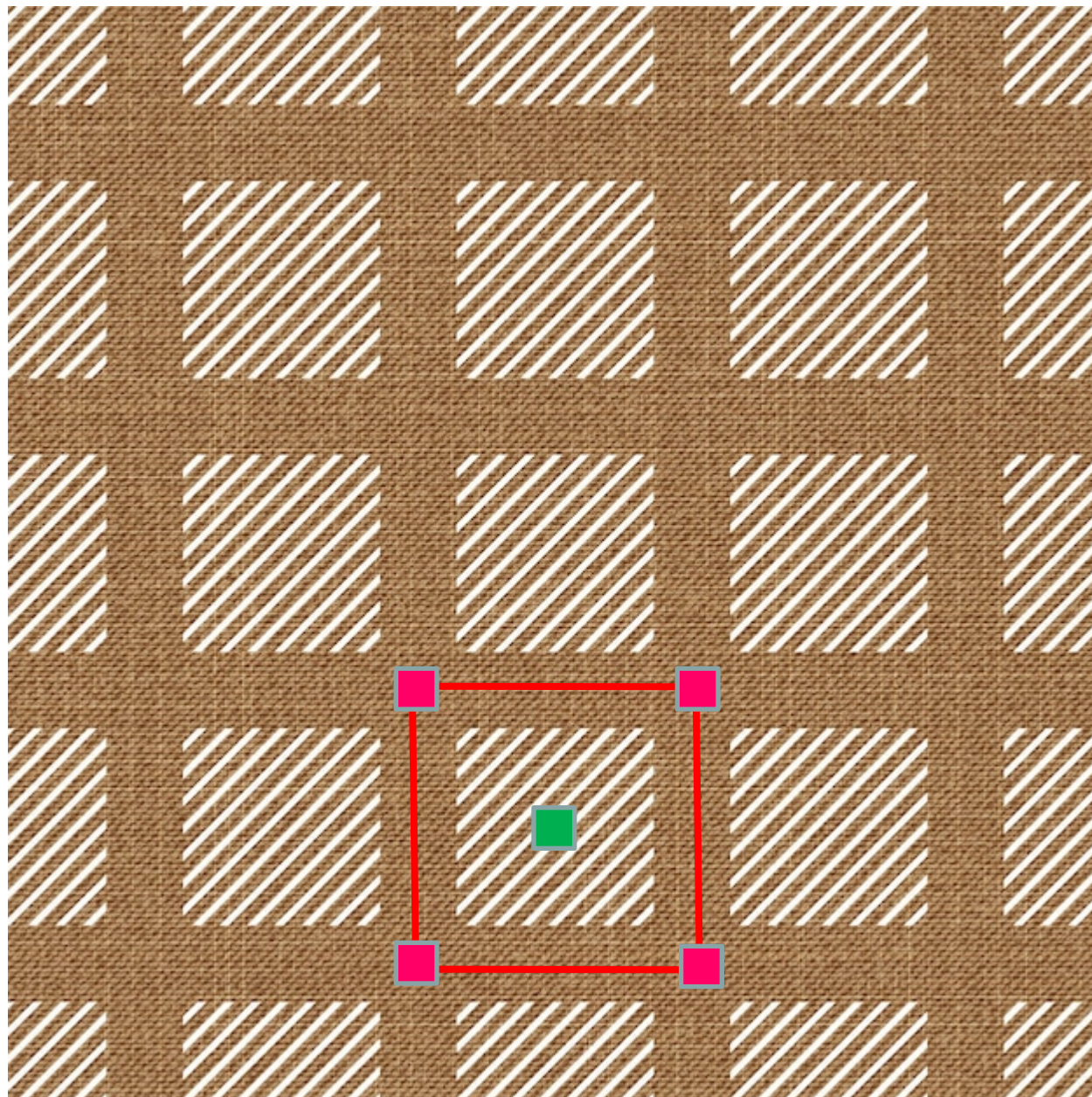
**в центре магического n -угольника,
построенного на этой трансляции**



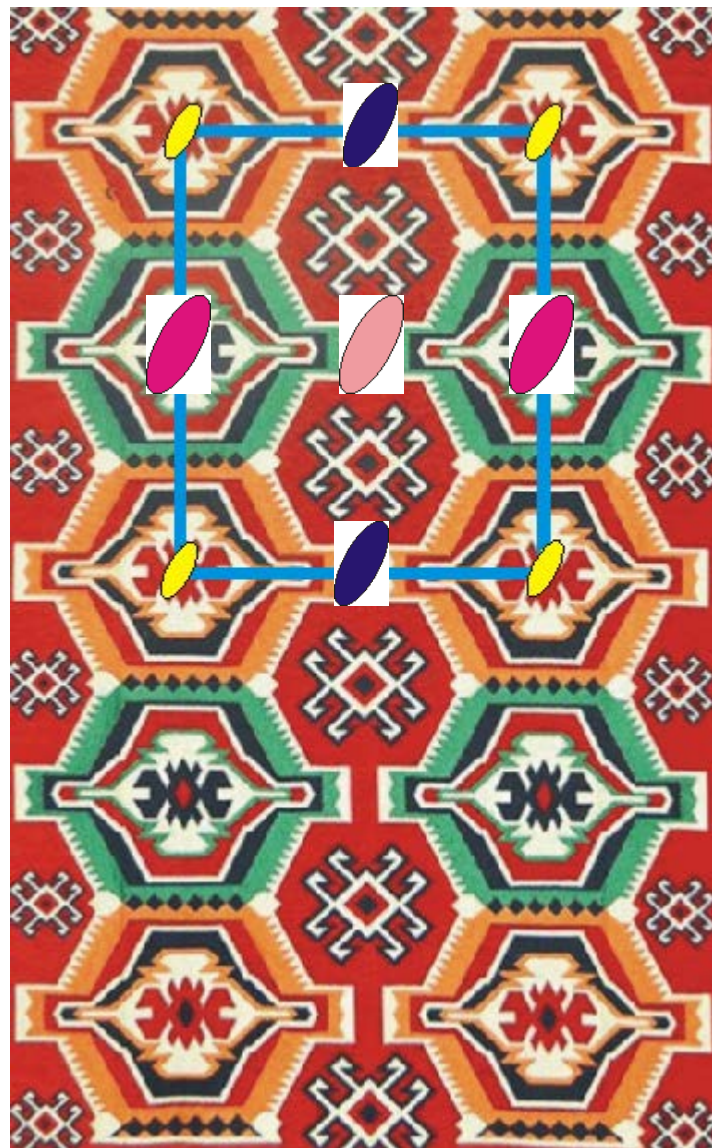
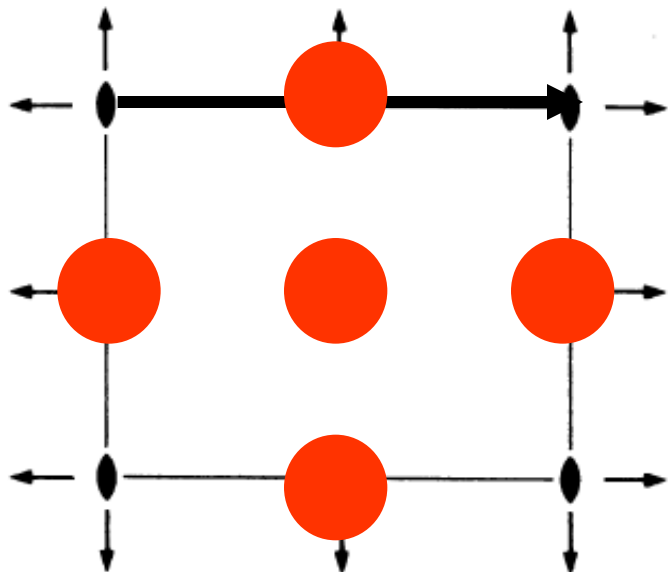
Например:



Еще:



Еще:





2-ое волшебное заклинание геохимика *«Поиск портала»*



Когда встречаются две волшебные плоскости

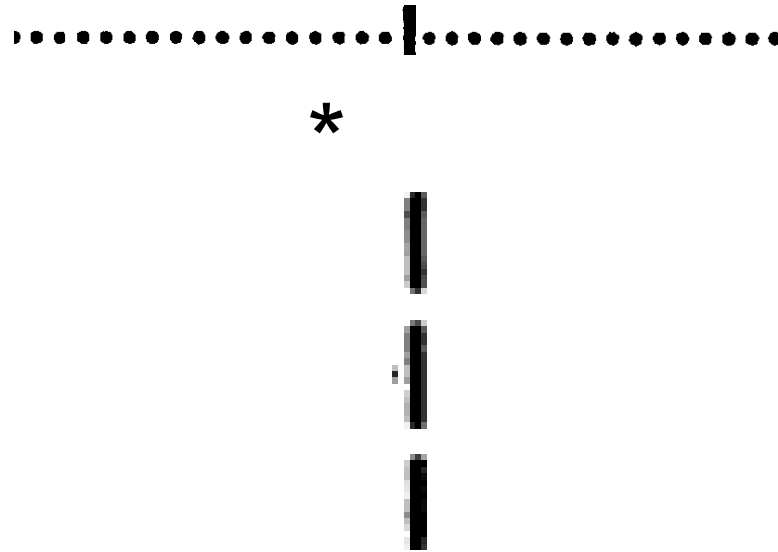


**Ищи результат их взаимодействия разложением каждой из
них на магические порталы $t=1/2 T$
и магловские зеркальные плоскости m**

**Чтобы найти искомый элемент, надо
использовать мозги, волшебную палочку
и произнести **«Portal search!»****



Например:



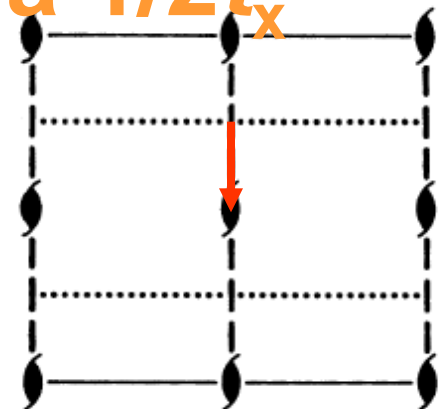
$$c_x = m_x t_z$$

$$a_y = m_y t_x$$

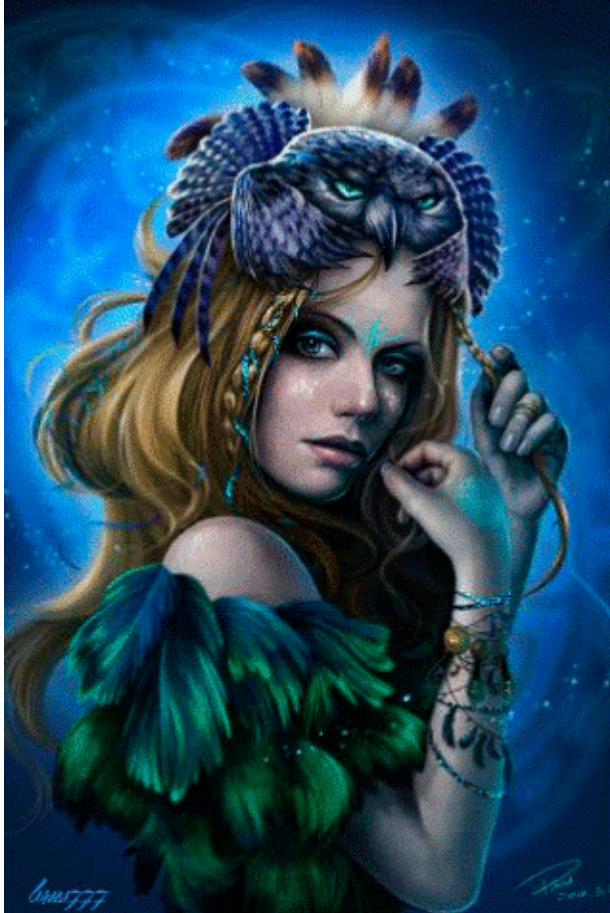
= 2_{1z}
 смещенная
 на $1/2 t_x$

$$= m_y^* m_x t_x t_z$$

$$= 2_z t_z t_x = 2_{1z} t_x$$

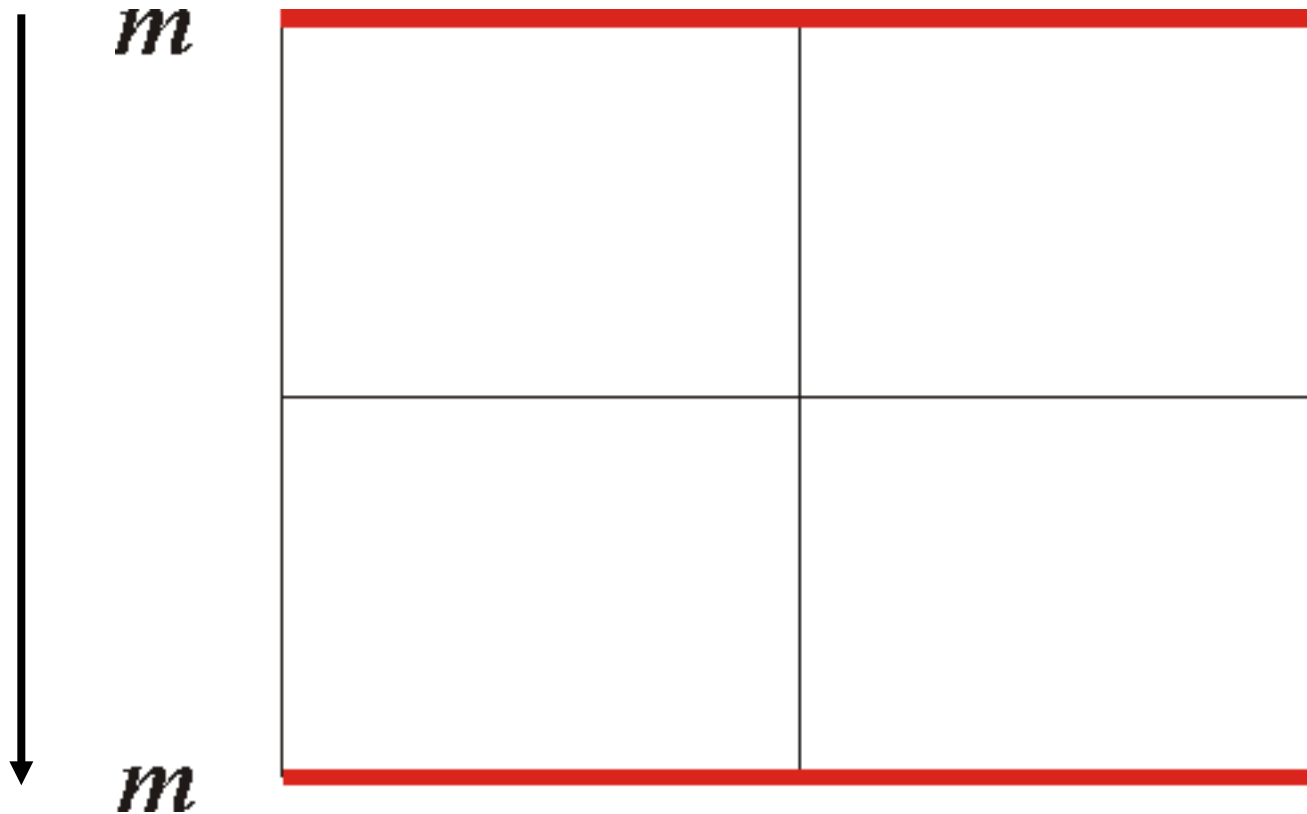


Откуда родилась трансляция?

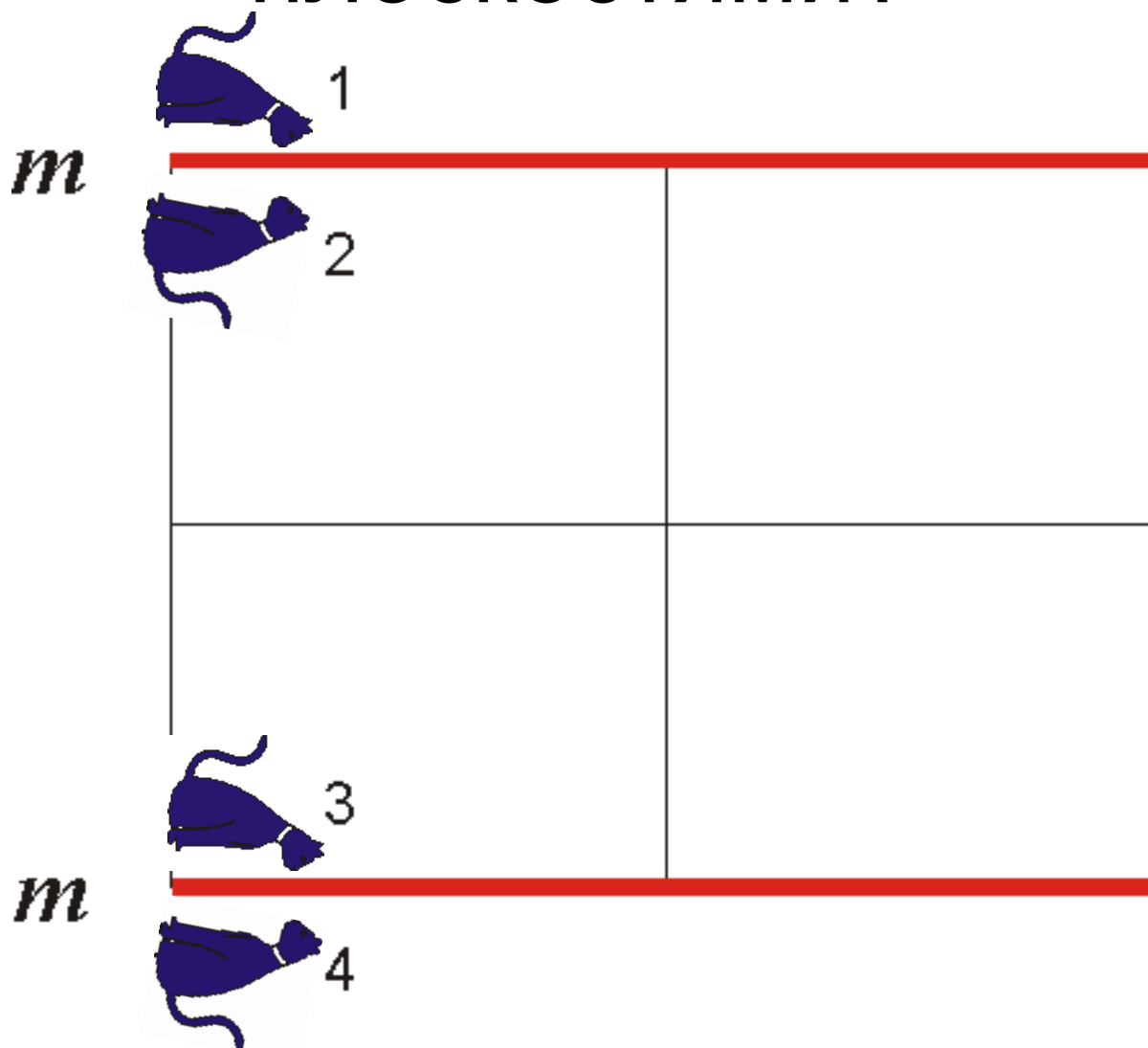


*Принес аист?
Нашли в капусте?
Родилась из пены
как Афродита?
Как то еще?*

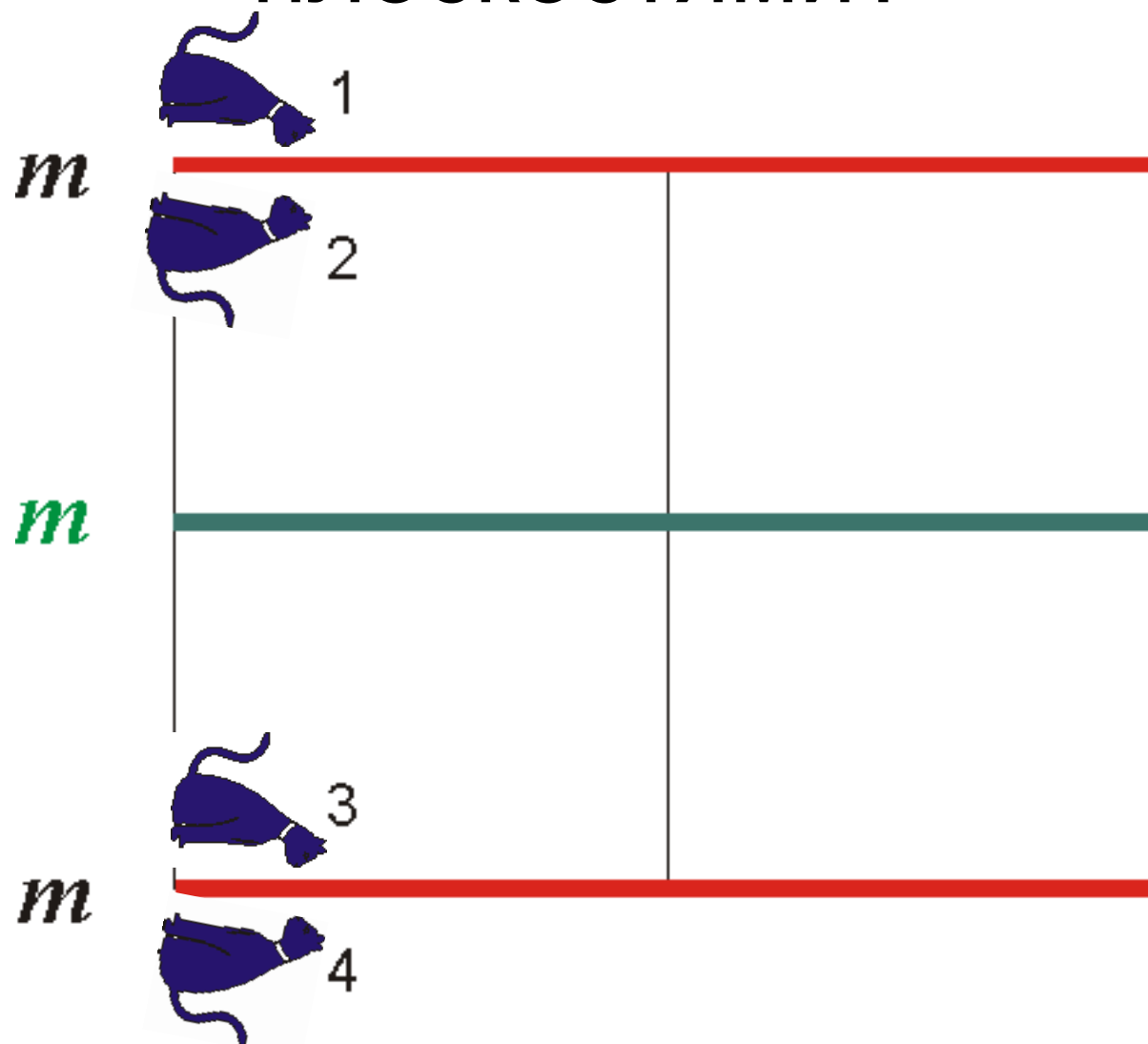
Для этого проверим, как трансляция сосуществует с плоскостями?



А как трансляция сосуществует с плоскостями?



А как трансляция сосуществует с плоскостями?

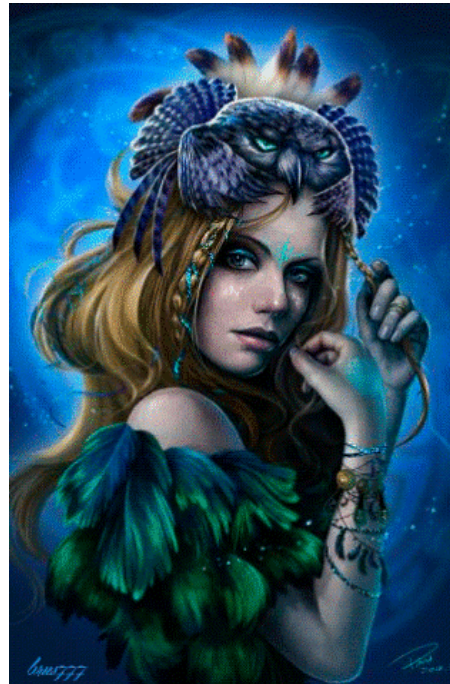


И если Европа родилась
из пены...



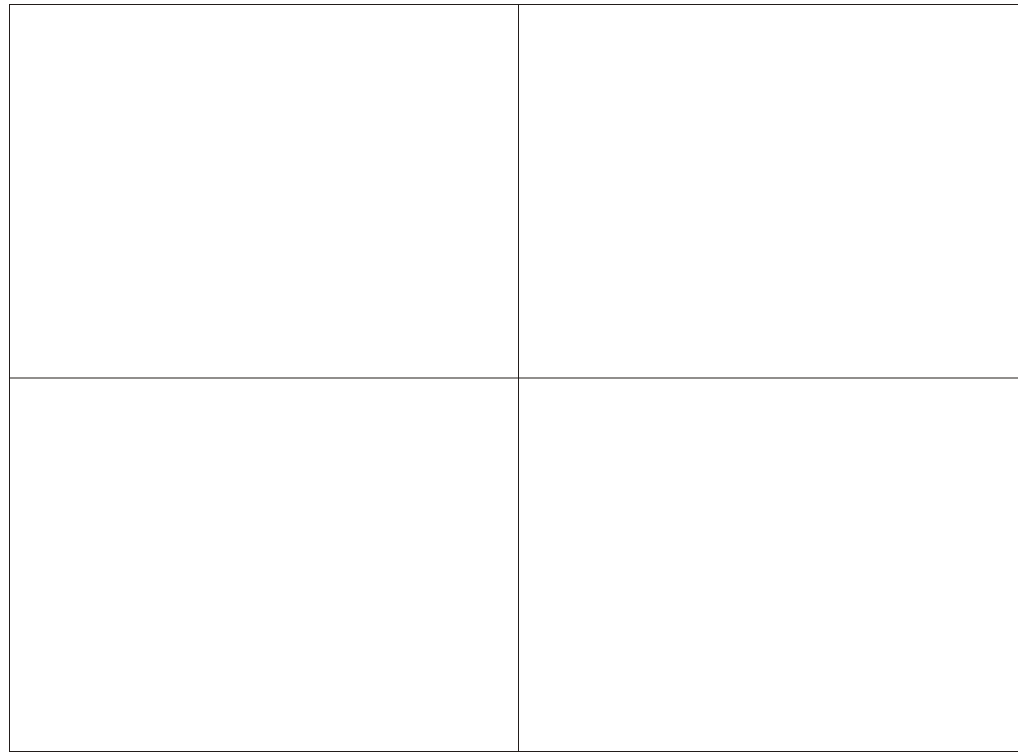
То трансляция родилась

(например, так как есть еще варианты кристаллографического непорочного зачатия с помощью центров инверсии и т.д.)



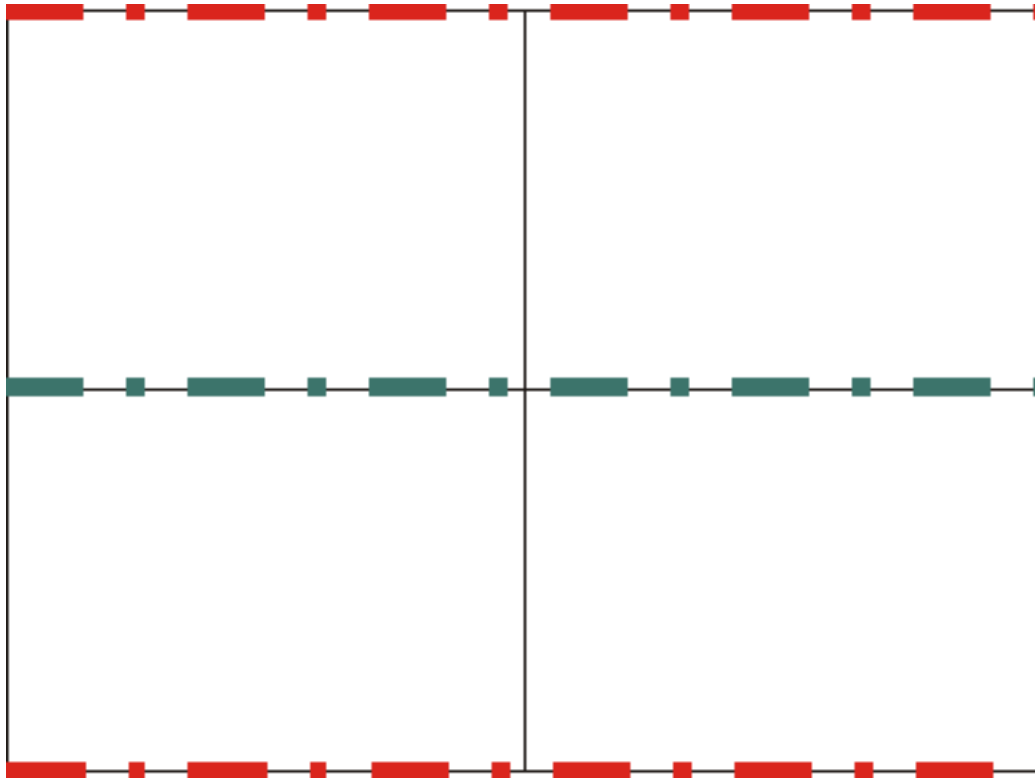
В результате взаимодействия двух параллельных плоскостей, находящихся друг от друга на расстоянии в два раза меньшем, чем длина новорожденной...

Этапы построения графика группы Pnc ?



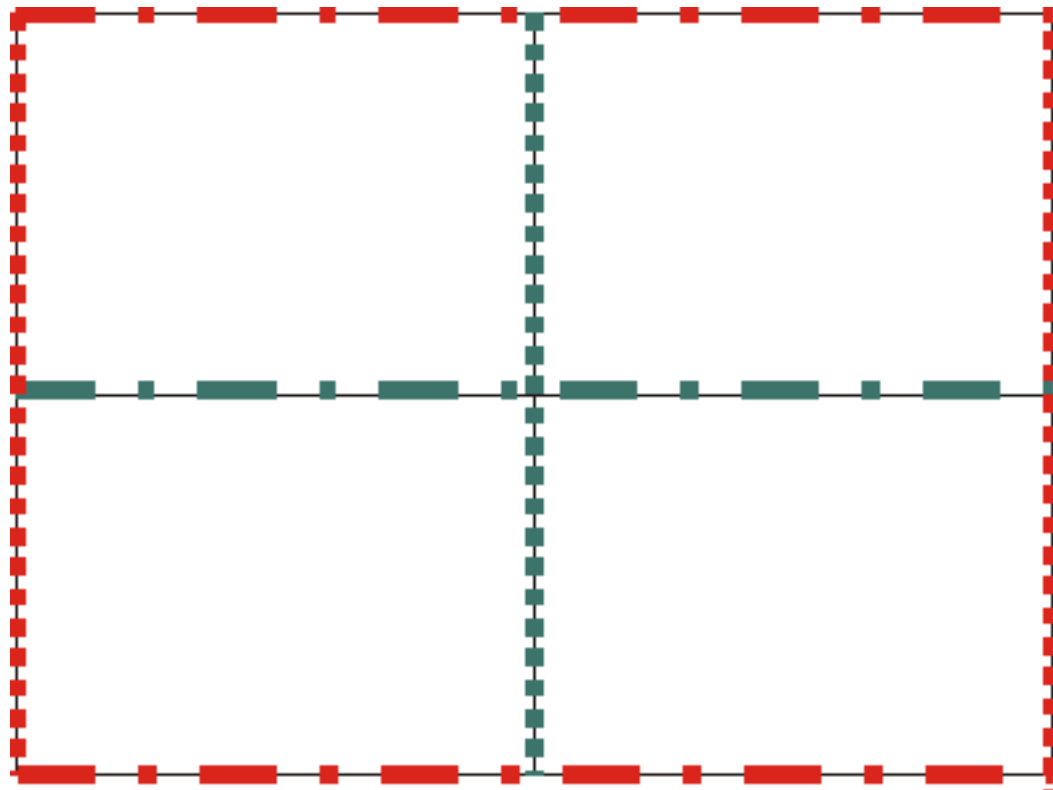
- 1) В оконтуренной ячейке (лучше не как у ленивого меня, а **ТОНКИМИ ВОЛНИСТЫМИ** линиями) наносим x плоскости (n)

Этапы построения графика группы Pnc ?



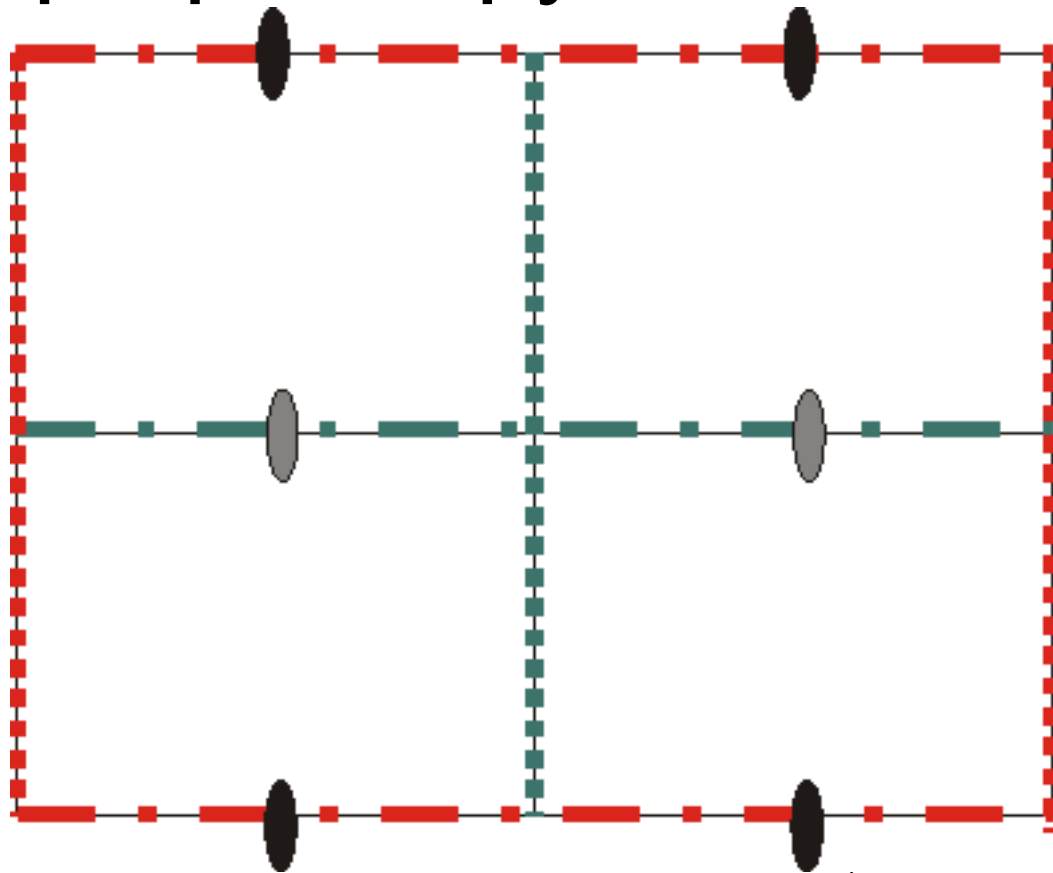
2) В оконтуренной ячейке наносим у-ые плоскости (с)

Этапы построения графика группы Pnc ?



3) Ищем результат их взаимодействия (каждую плоскость раскладываем на магические и не-магические компоненты)

Этапы построения графика группы Pnc ?



4) Выбираем правильно начало координат (в самой неподвижной точки с наименьшим числом степеней свободы) ЧСС

Число степеней свободы точки



ЧСС

Число измерений,
в которых можно
смещать точку
и при этом ее комплекс
магловской макросимметрии (СП)
не изменится

Этому анализу подвергаются только магловские позиции!!

Волшебные элементы симметрии

не оставляют точку на месте и, следовательно, размножают ее!!

Центр , комплекс $3/m$ и т. д.

– 0 степеней свободы

Ось 2, 3, 4, 6

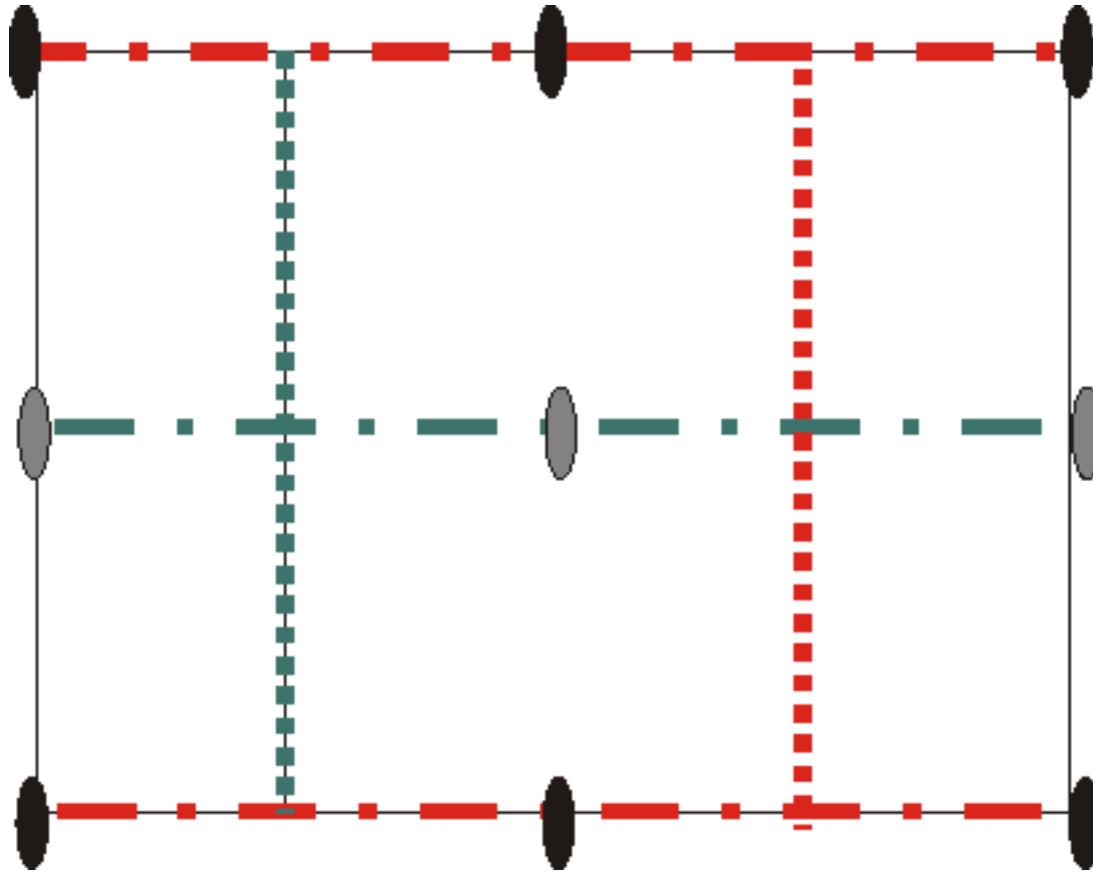
– 1 степень свободы

Плоскость m

– 2 степени свободы

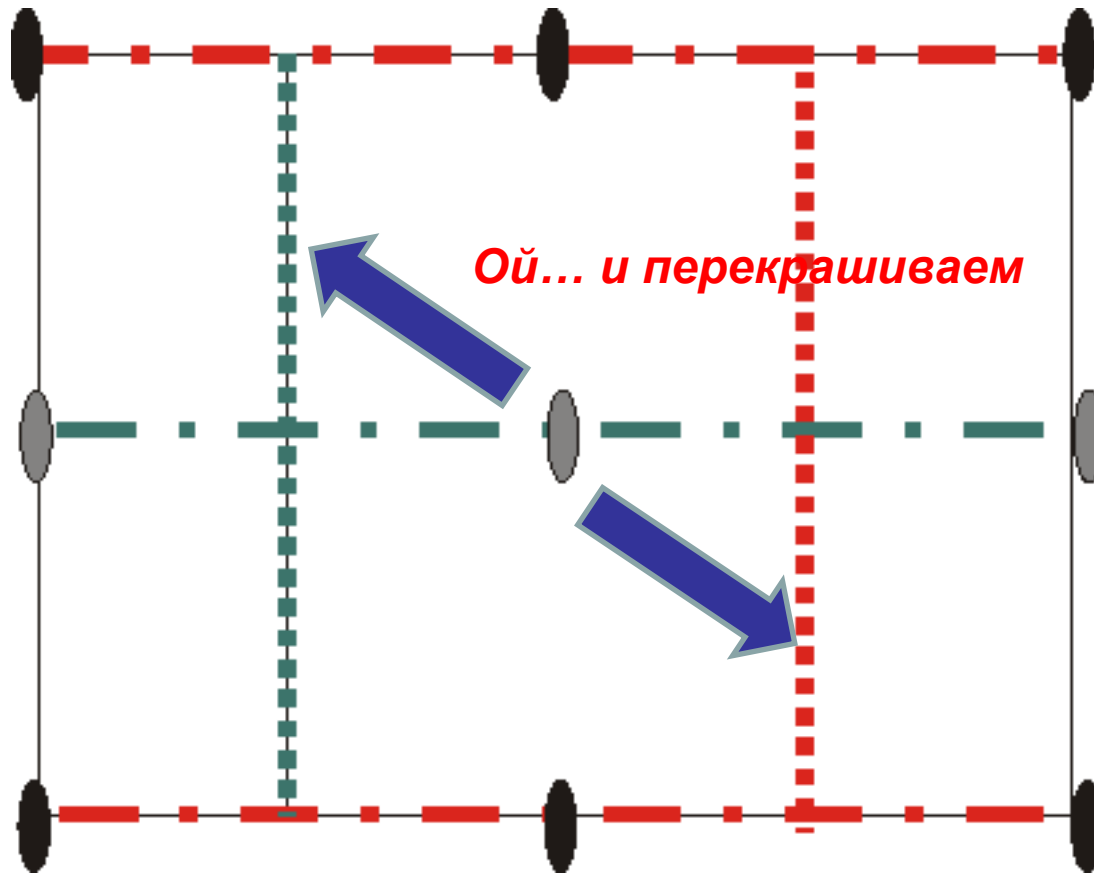
Точка без элементов симметрии (1) – 3 степени свободы

Этапы построения графика группы $Pnc2$



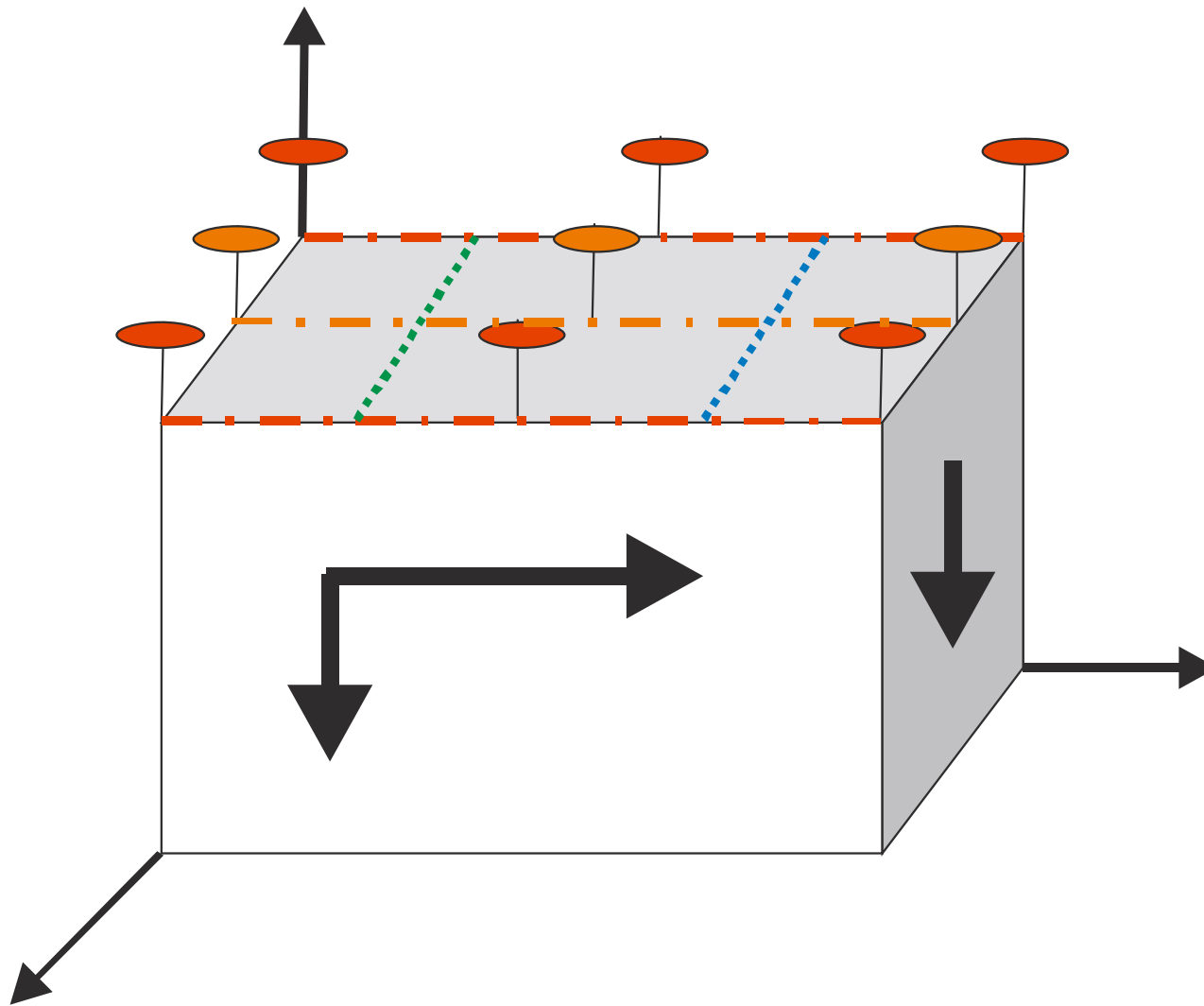
5) В данном случае.... Ой ! Перерисовываем

Этапы построения графика группы $Pnc2$



5) В данном случае перерисовываем

Группа $Pnc2$



В следующий раз



- **Характеристики правильных систем точек**
- **Магическая книга кристаллографа**
- **Позиция Уайкоффа – что это?**
- **Как найти трижды в одном месте центр в группах *ттт*. Разбор группы *Rtab***
- **Ромбические группы, повернутые набок – дубли или клоны?**

Домашнее задание (весна -1)

