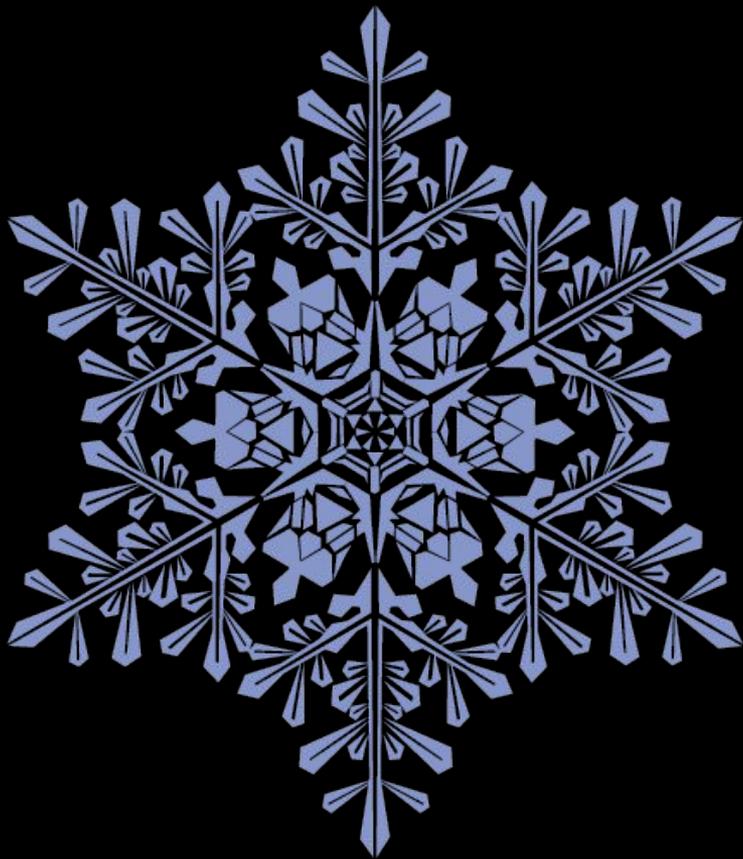


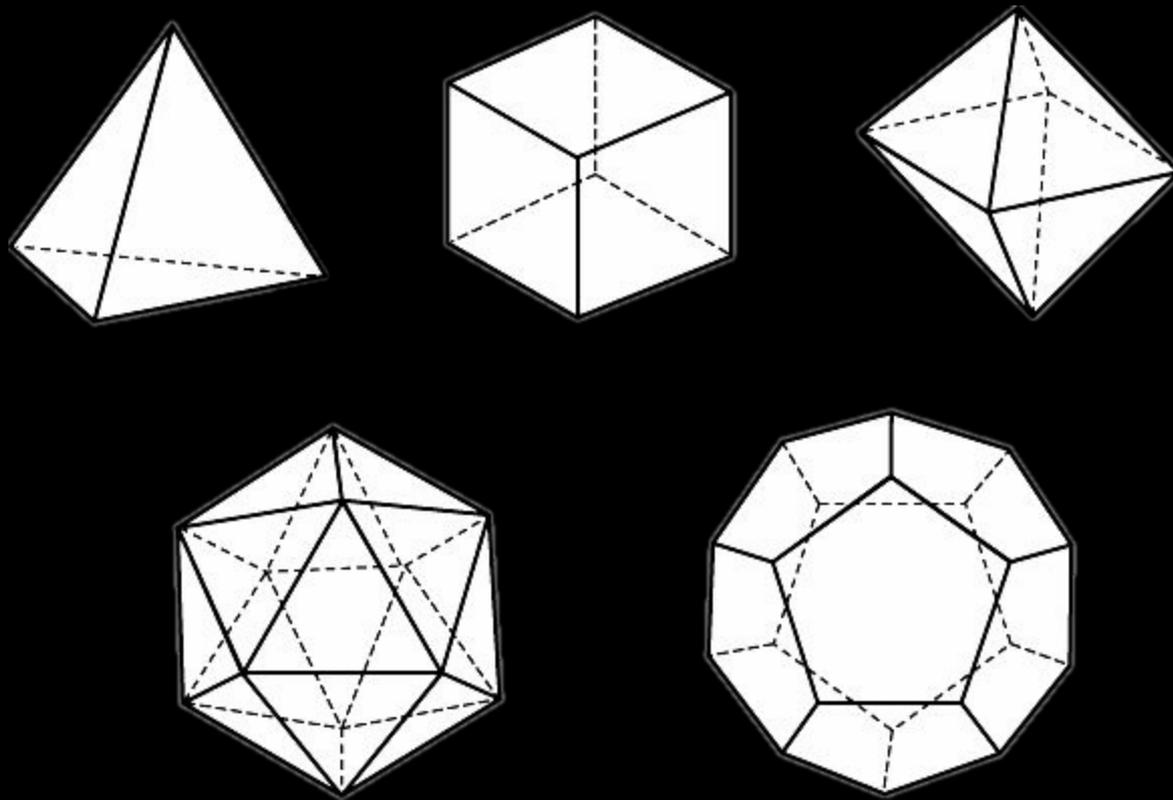
# Симметрия

The image features a central, glowing blue hexagonal crystal structure, possibly a snowflake or a molecular model, set against a dark, textured background. The word "Симметрия" (Symmetry) is written in large, white, sans-serif font across the center of the image, partially overlapping the crystal.

Математика  $\neq$  числа!



Симметричные объекты



Платоновы тела  
(обладают геометрической симметрией)



Кто “Более симметричен”?

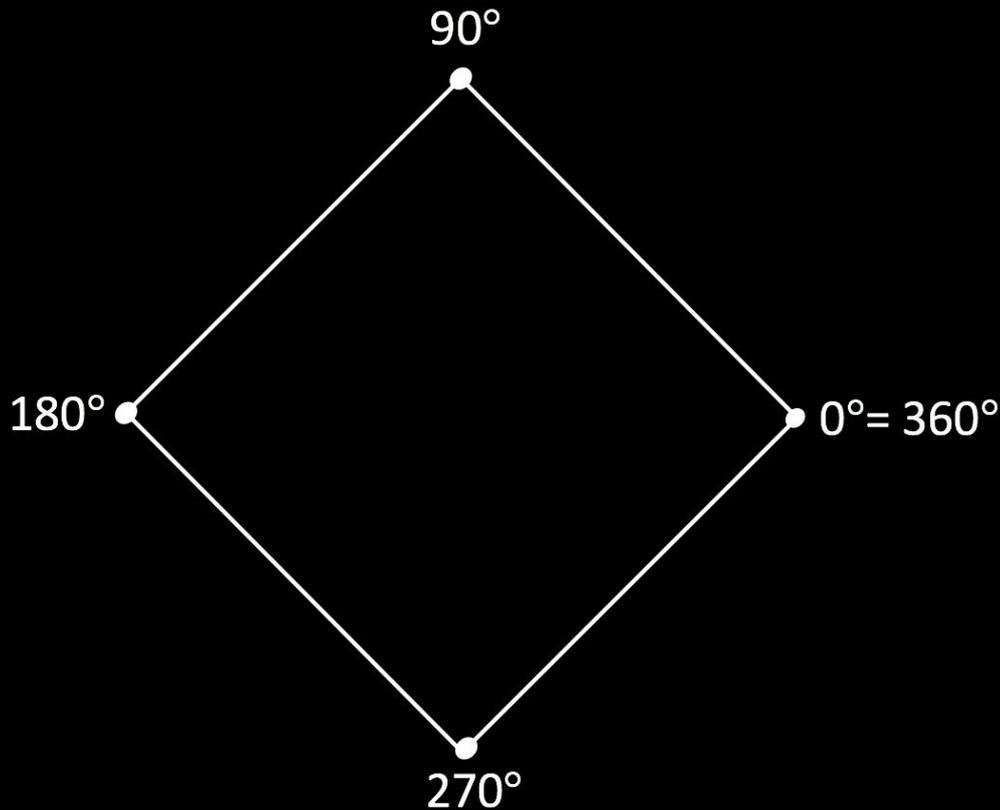
Симметрия - неизменность объекта при каких-либо его преобразованиях или изменениях.

Например: лист  
обладает  
зеркальной  
симметрией  
относительно  
стебля





Что делает эти столы симметричными?



- $360^\circ = 0^\circ$
- $450^\circ = 360^\circ + 90^\circ = 90^\circ$
- $90^\circ + 270^\circ = 360^\circ = 0^\circ$

*Группа* - множество элементов (например: симметрий какого-то объекта), причем:

1. Среди элементов есть особый, называемый тождественным, который просто “ничего не делает”.
2. Элементы можно “компоновать” или “складывать” между собой и снова получать сходный элемент.
3. Для любого элемента, можно отыскать другой такой элемент, что их “сумма” этот самый особый тождественный элемент.

*Целые числа - очень простой и всем знакомый  
пример группы:*

$0+5=5$      $0+100500 = 100500$      $0+X = X$     *Ноль -  
этот “особый” тождественный элемент*

*Для 5 есть -5 и их сумма - ноль*

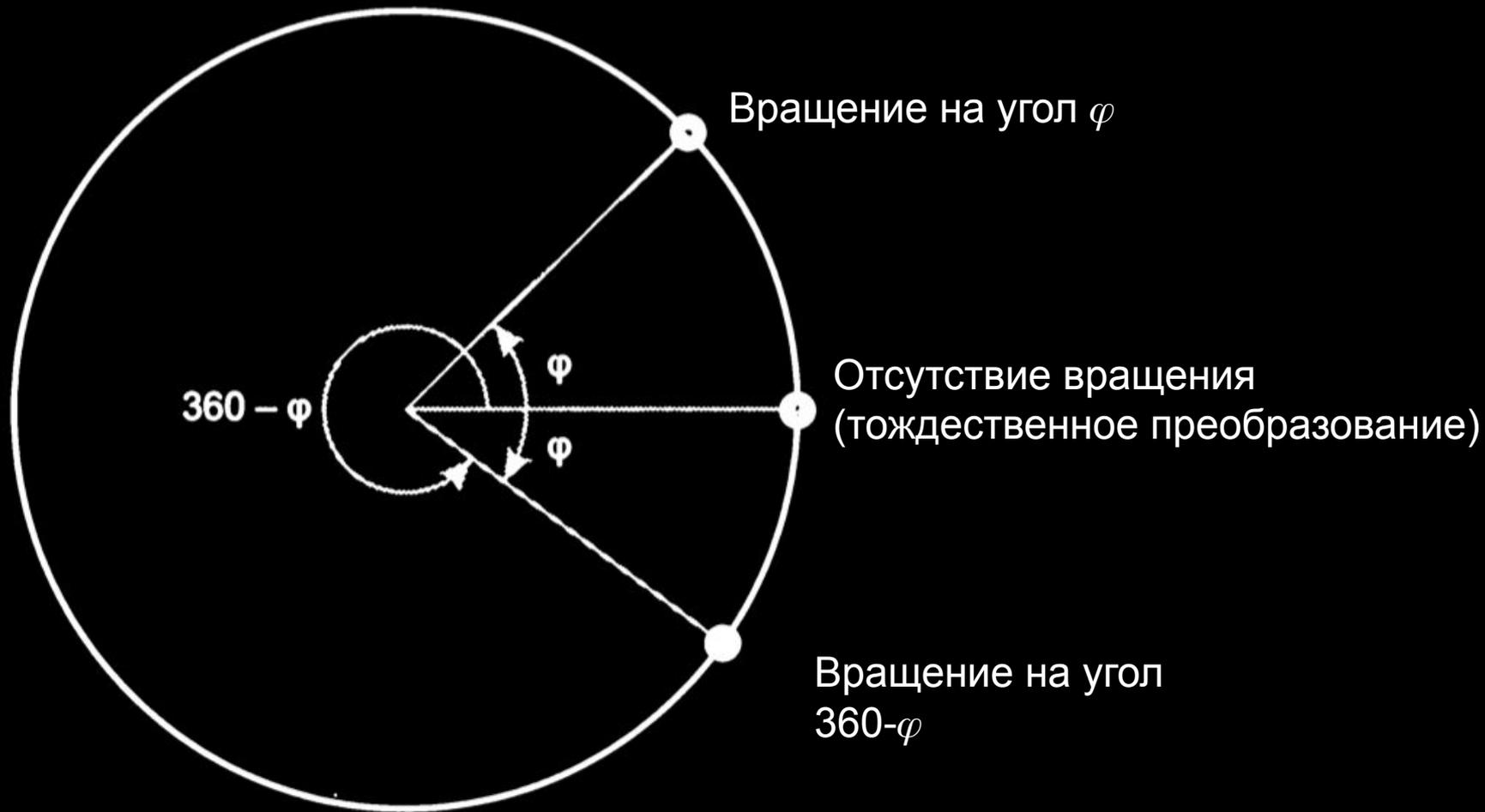
*Для 100500 есть -100500 и их сумма - ноль*

*Для любого числа X есть число -X и их сумма - ноль!*



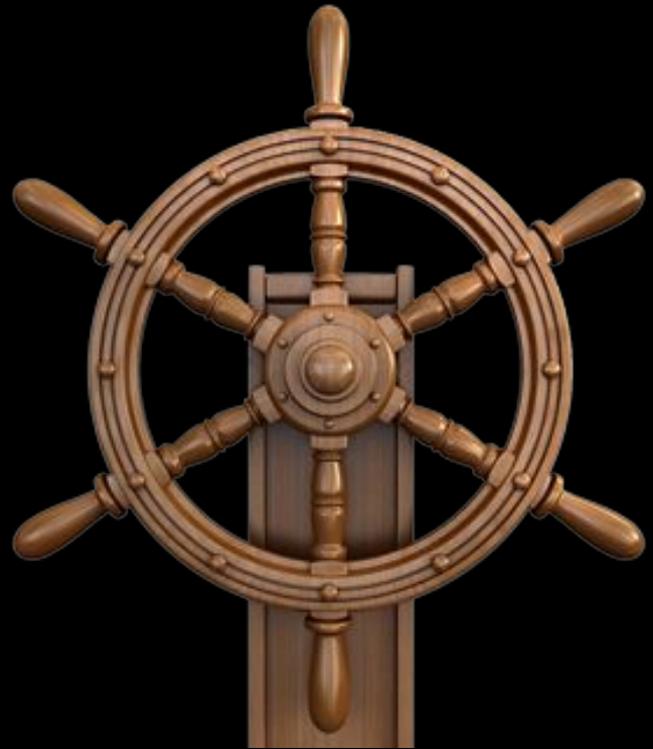
Множество  
симметрий  
АБСОЛЮТНО  
любого объекта  
образует группу!







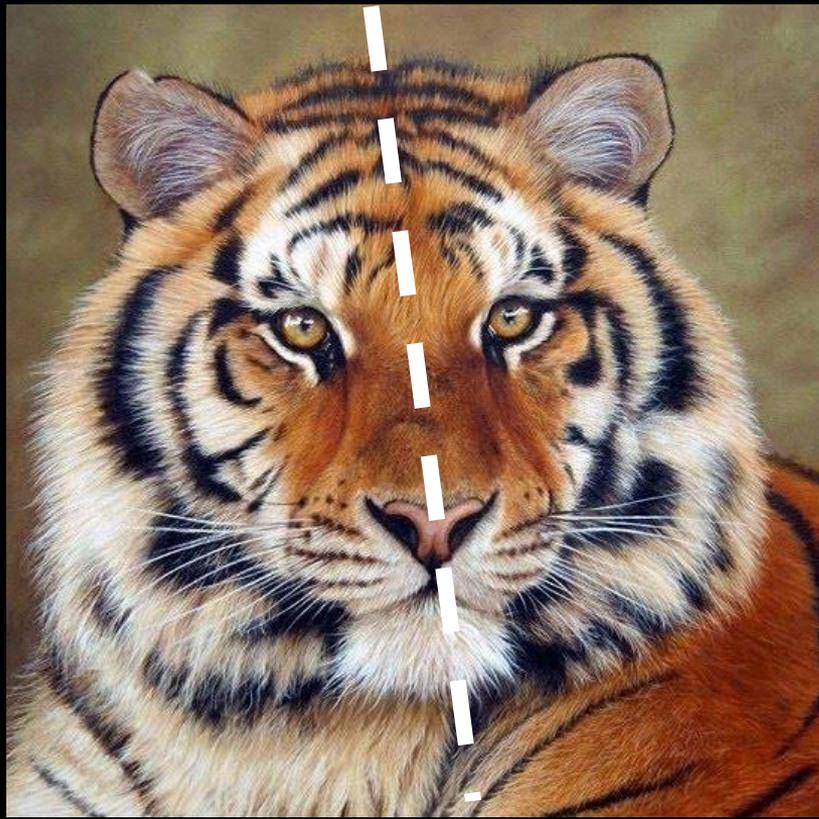
=



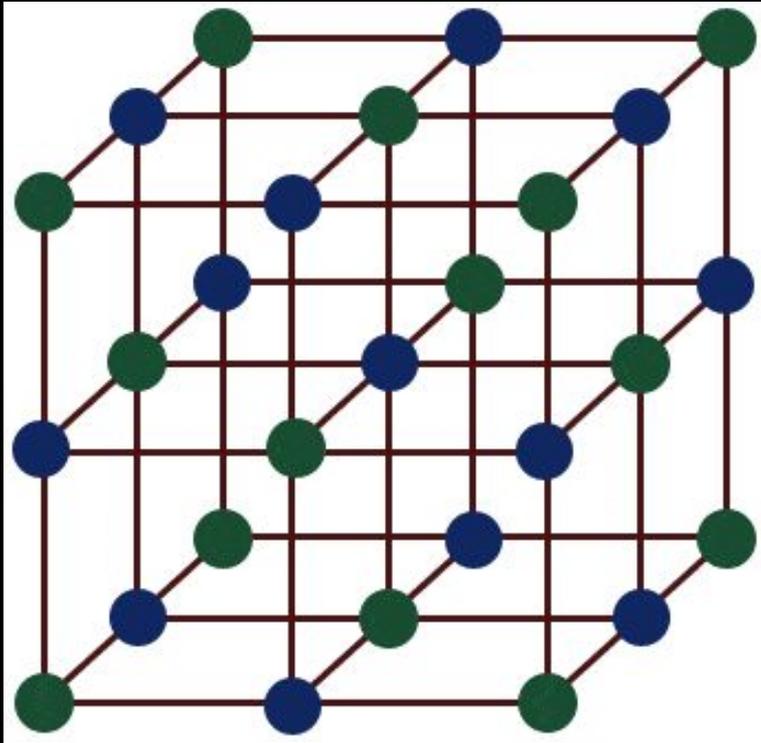
Штурвал при повороте переходит в себя



У настоящей бабочки есть лапки  
Реальный стол - не идеальной формы



Зеркальная симметрия биологических видов



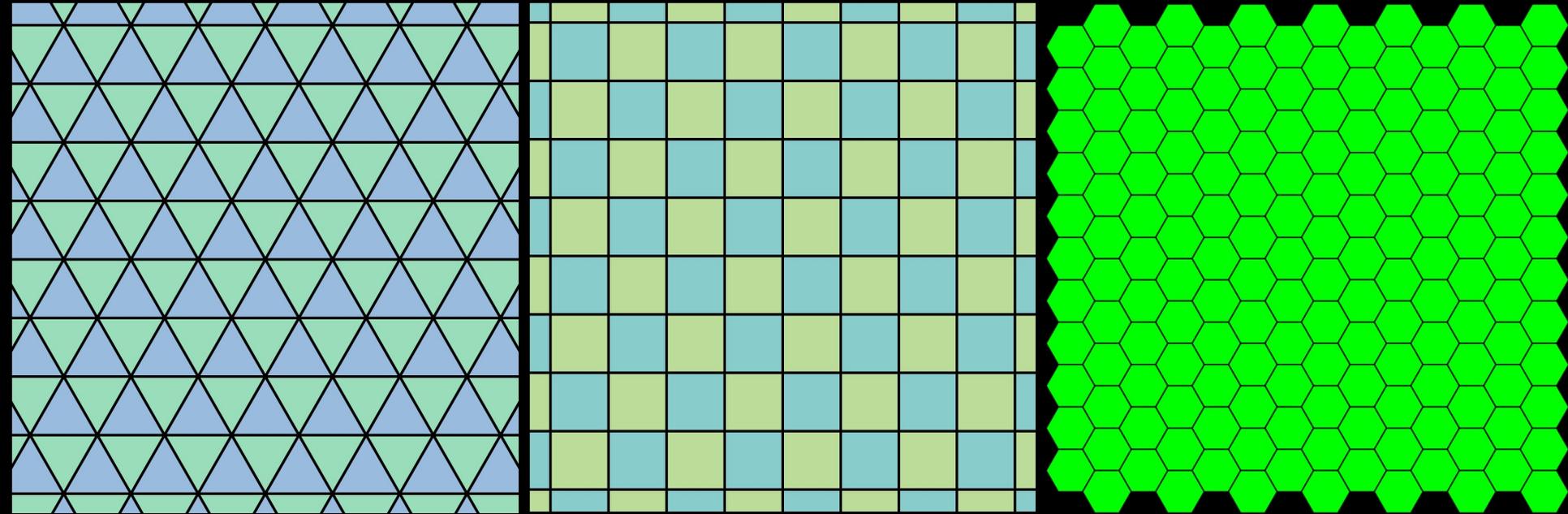
Допустимые углы для трансляционной симметрии кристаллов:

$\theta = 2\pi/n$  - оси  $n$ -го порядка

$n = 1, 2, 3, 4, 6$

$\theta = 180^\circ, 120^\circ, 90^\circ, 60^\circ$

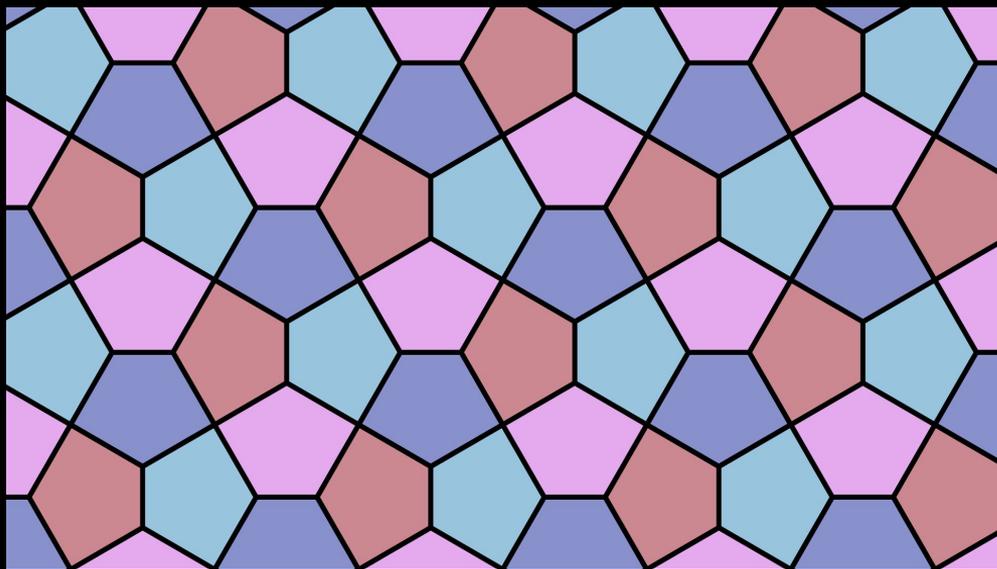
Кристаллическая решётка



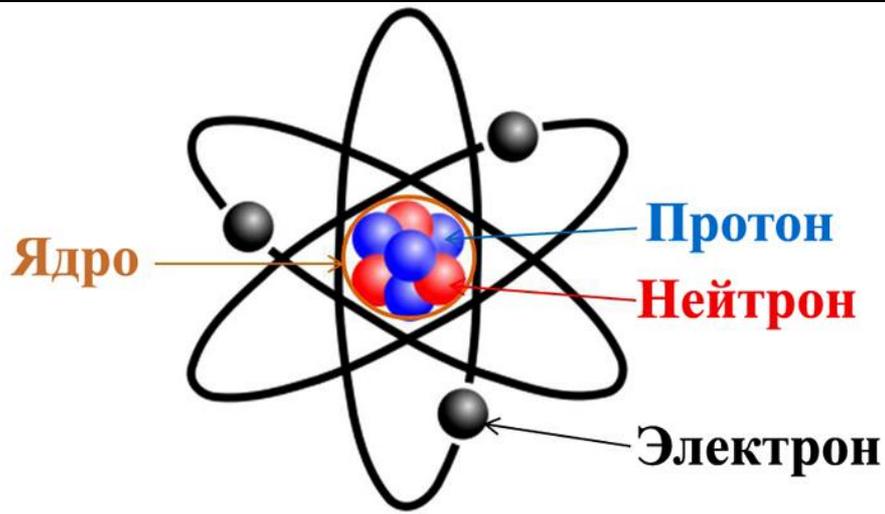
- Трех -
- Четырех - угольные паркетты
- Шести -



Невозможность замощения  
плоскости правильными  
пятиугольниками



“Неправильный”  
пятиугольный  
паркет



Разные типы адронов:

- Протоны и нейтроны в атоме
- Мезоны (переносчики сильного взаимодействия)

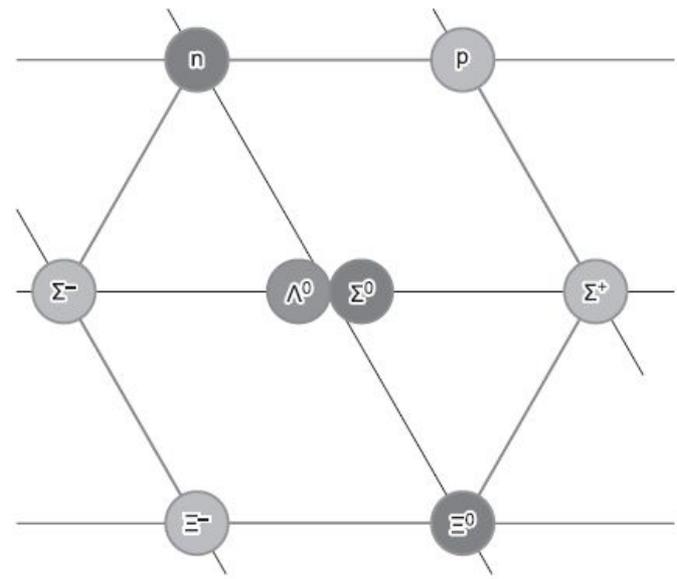
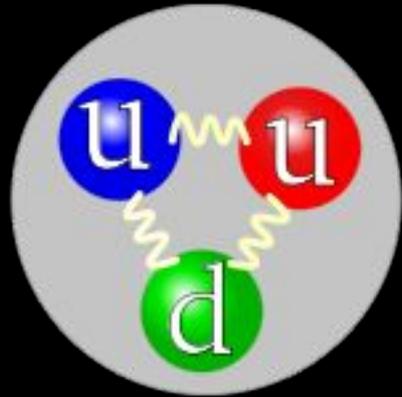


Диаграмма октета  
(восьми частиц)

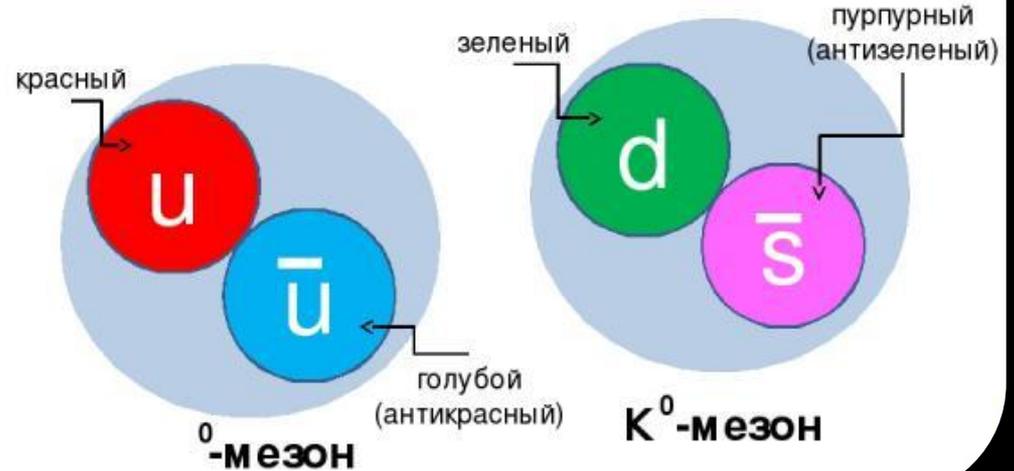
Протон - состоит из трёх кварков:

2u - “верхних;  
1d - “нижний”



## Мезоны

Мезоны состоят из двух кварков (кварка и антикварка)



## Рекомендуемая литература:

Э. Френкель - “Любовь и математика”

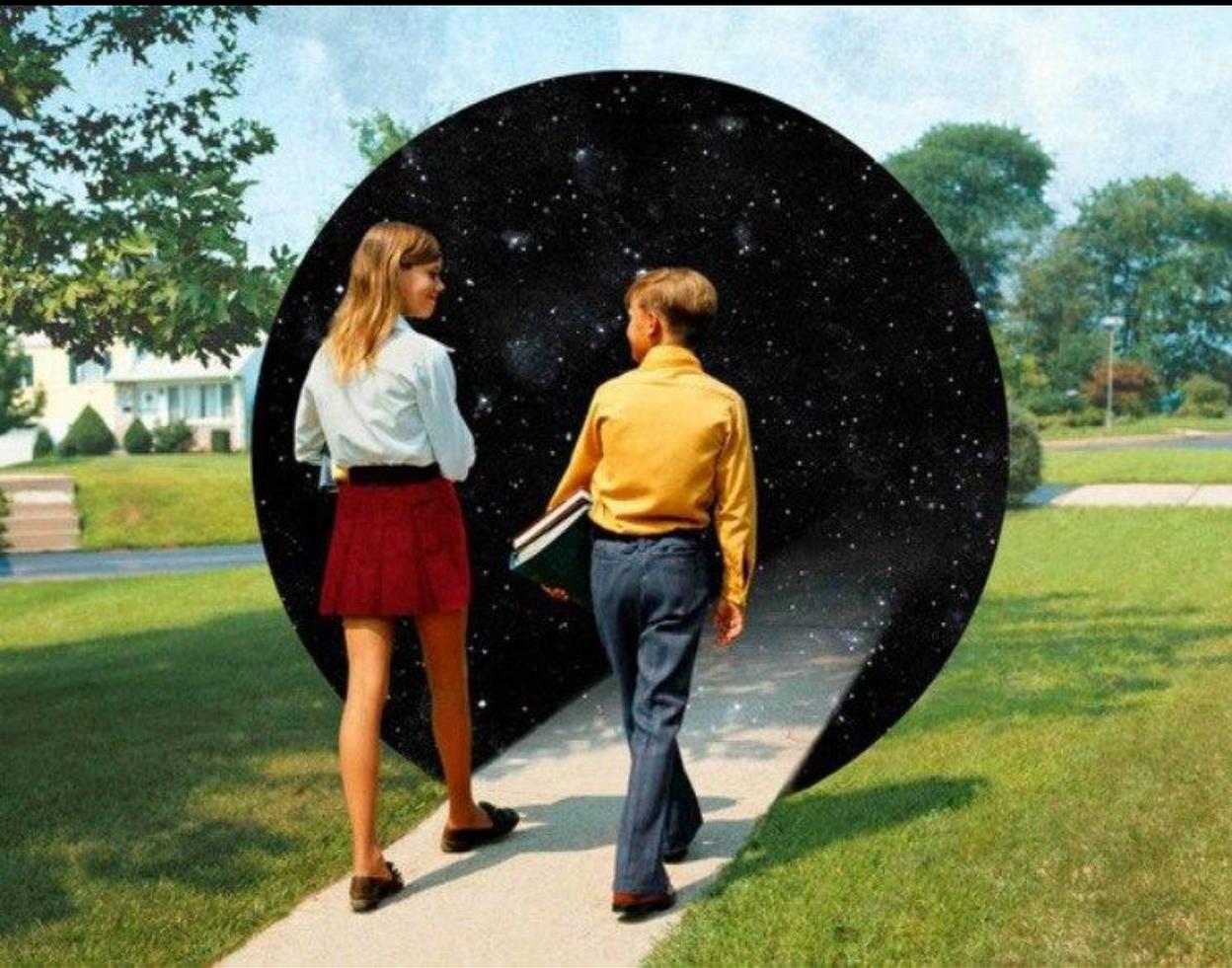
Р. Фейнман - “Характер физических законов”

Л.Б. Окунь - “ $\alpha \beta \gamma \dots Z$ ”

П.С. Александров - “Введение в теорию групп”  
(выпуск 7 серии “Библиотечка квант”)



Присоединяйтесь  
к миру науки!  
У нас интересно  
и есть котики :3



-[vk.com/15x4msk](https://vk.com/15x4msk)

-[15x4.org](https://15x4.org)

-insta: [15x4talks](https://www.instagram.com/15x4talks)