

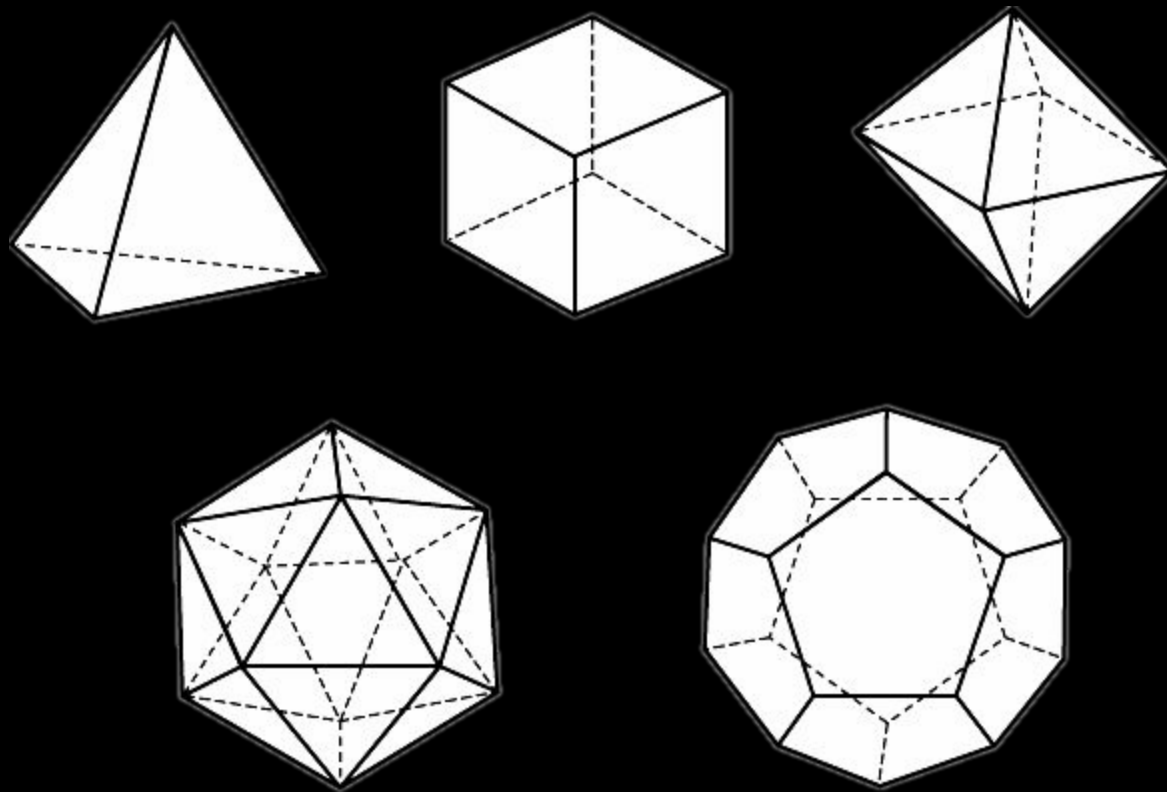
# Симметрия

The image features a central, glowing blue hexagonal crystal structure, possibly representing a molecular or atomic lattice. The structure is composed of interconnected hexagonal units, with some units appearing to be stacked or layered. The background is dark and textured with faint, wavy lines, suggesting a microscopic or scientific environment. The word 'Симметрия' (Symmetry) is written in a large, white, sans-serif font across the center of the image, partially overlapping the crystal structure.

Математика  $\neq$  числа!



Симметричные объекты



Платоновы тела  
(обладают геометрической симметрией)



Кто “Более симметричен”?

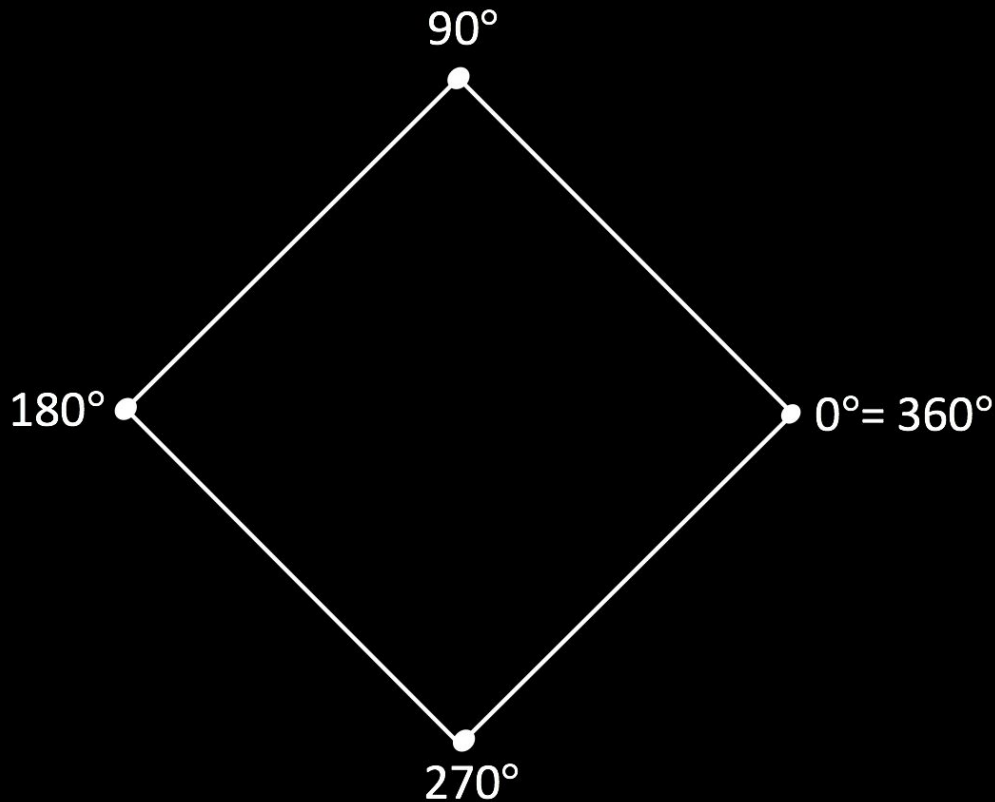
Симметрия - неизменность объекта при каких-либо его преобразованиях или изменениях.

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*

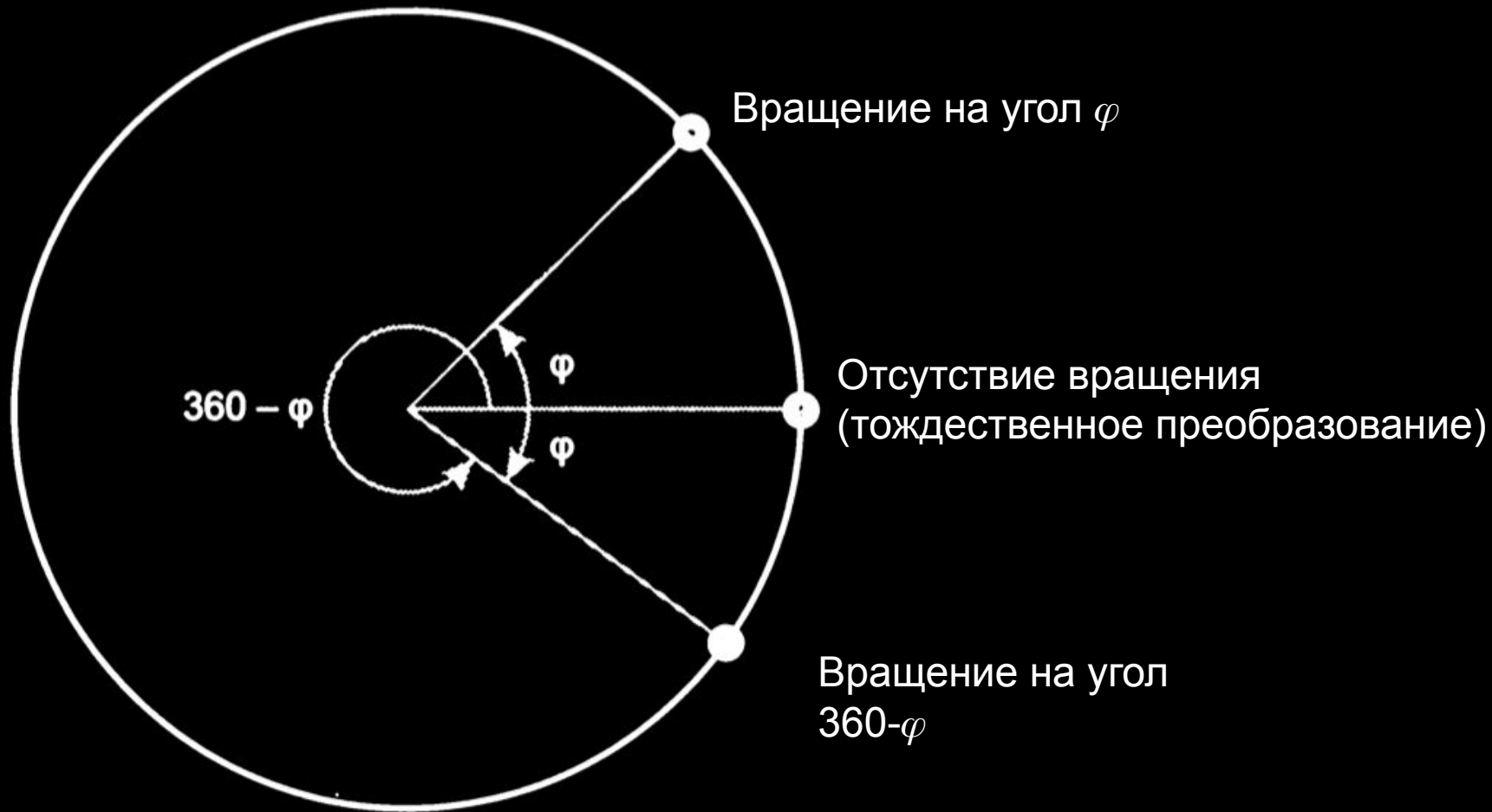
*Для 100500 есть -100500 и их сумма - ноль*

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



Множество  
симметрий  
АБСОЛЮТНО  
любого объекта  
образует группу!







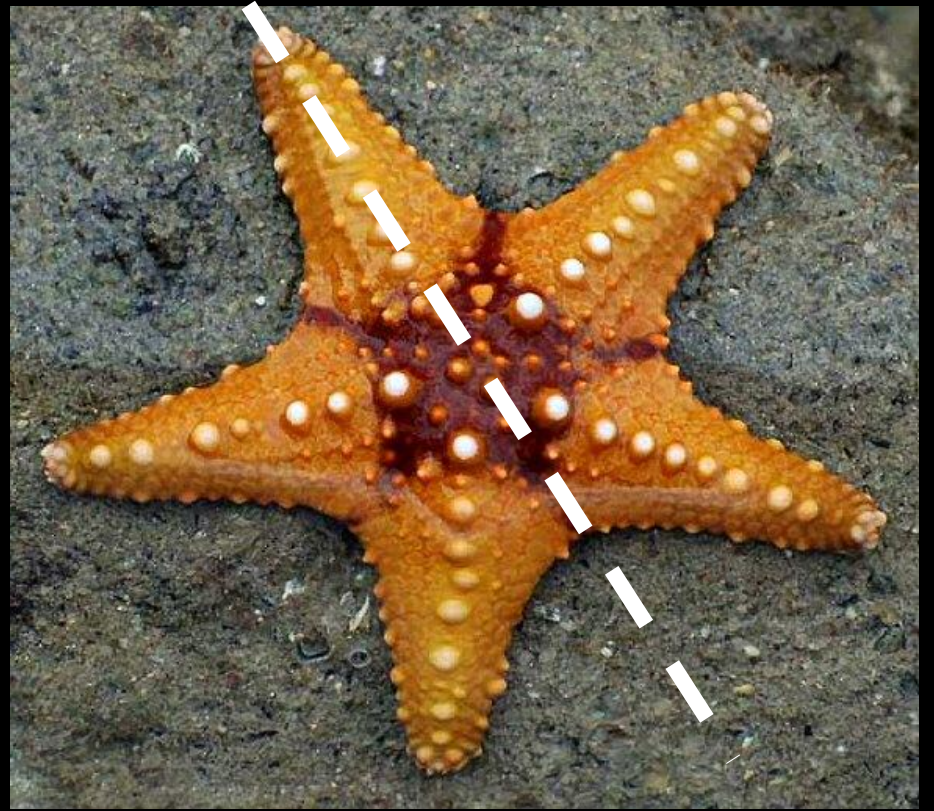
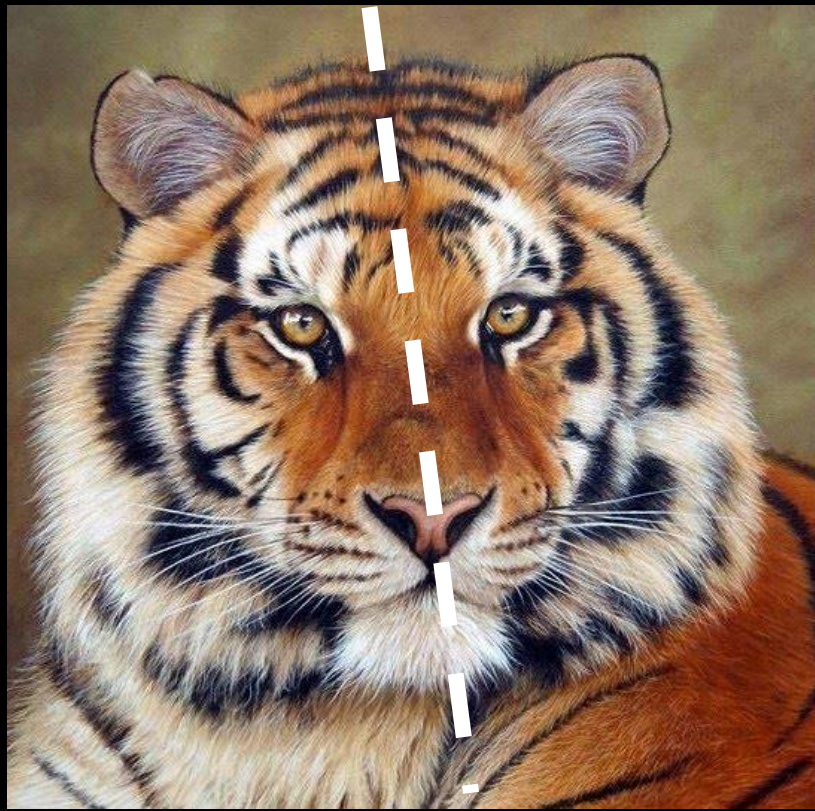
=



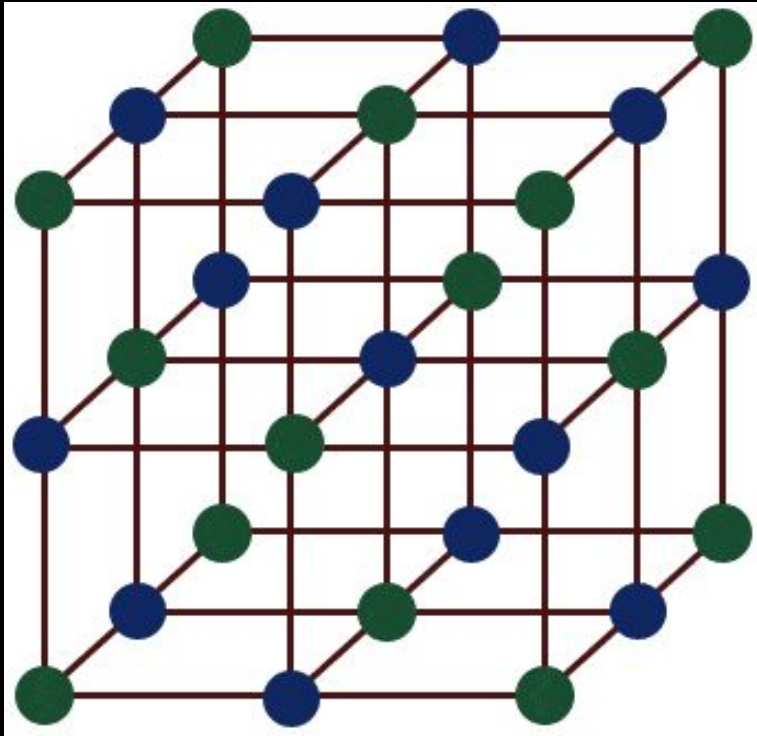
Штурвал при повороте переходит в себя



У настоящей бабочки есть лапки  
Реальный стол - не идеальной формы



Зеркальная симметрия биологических видов



Допустимые углы для трансляционной симметрии кристаллов:

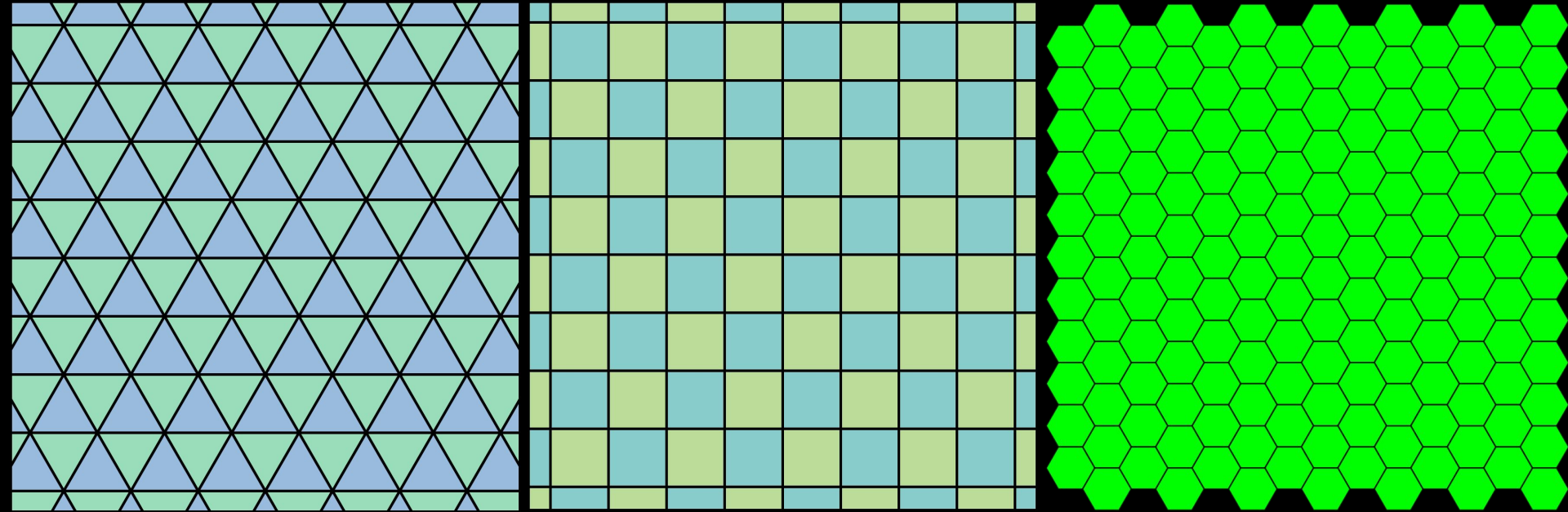
$\theta = 2\pi/n$  - оси  $n$ -го порядка

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

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

Кристаллическая решётка

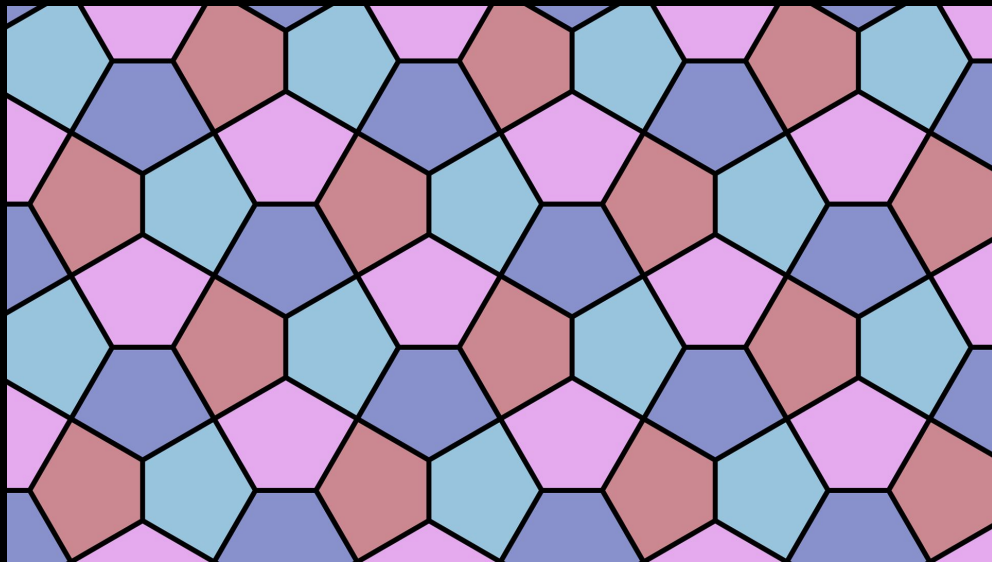




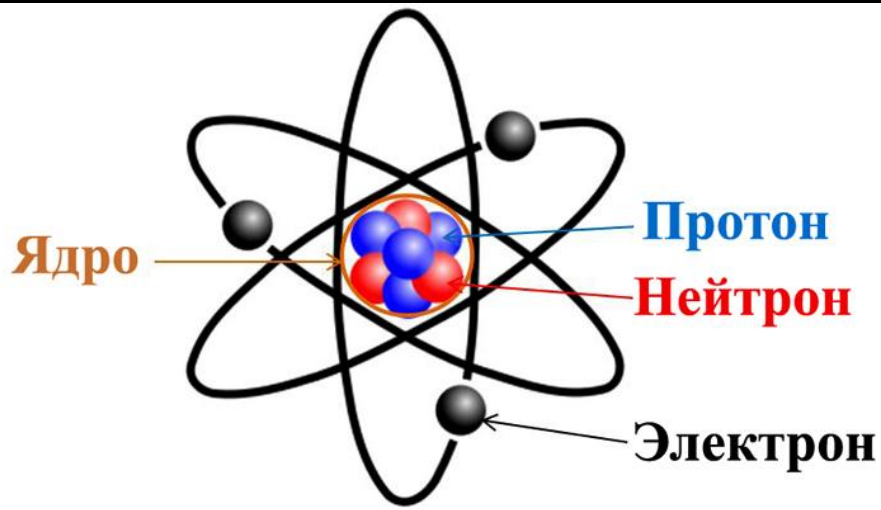
- Трех -
- Четырех - угольные паркетты
- Шести -



Невозможность замощения  
плоскости правильными  
пятиугольниками



“Неправильный”  
пятиугольный  
паркет



Разные типы адронов:

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

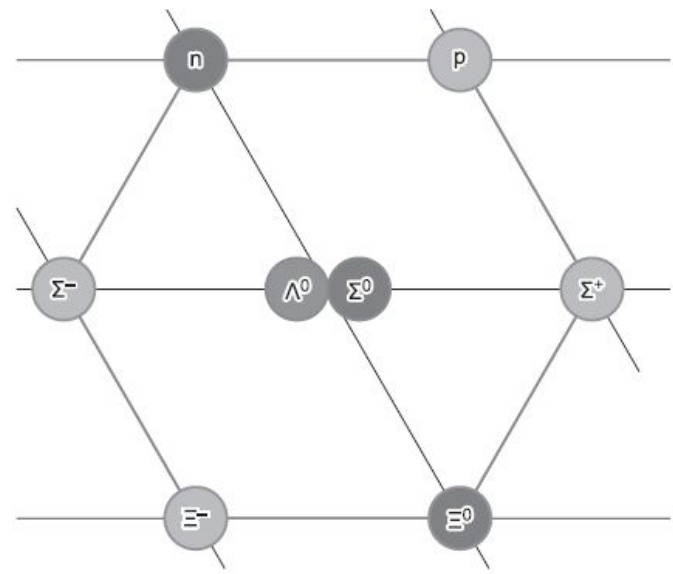
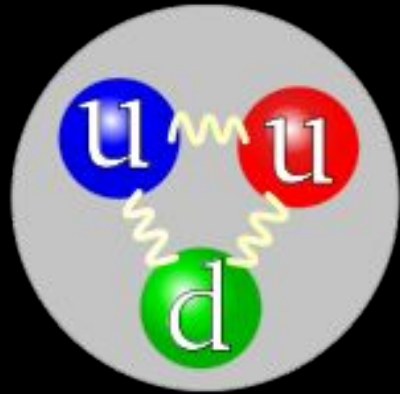


Диаграмма октета  
(восьми частиц)

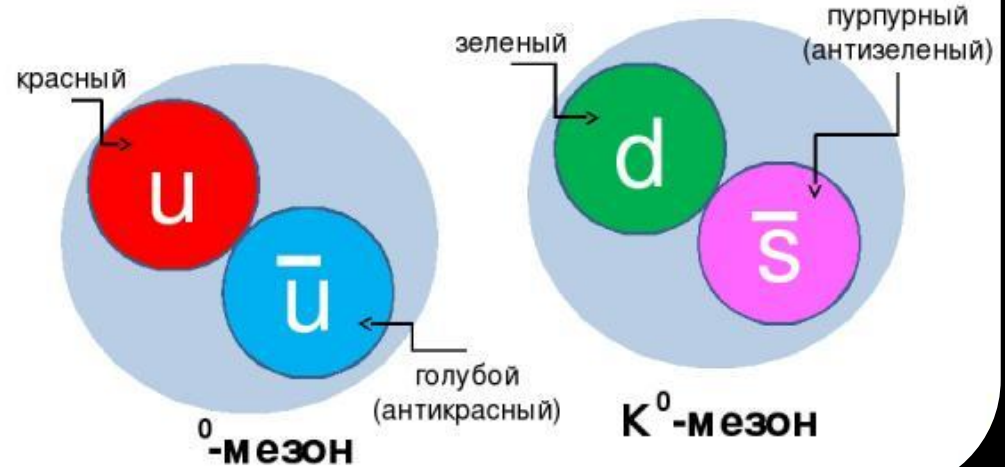
Протон - состоит из трёх кварков:

2u - “верхних;  
1d - “нижний”



## Мезоны

Мезоны состоят из двух кварков (кварка и антикварка)



## Рекомендуемая литература:

Э. Френкель - “Любовь и математика”

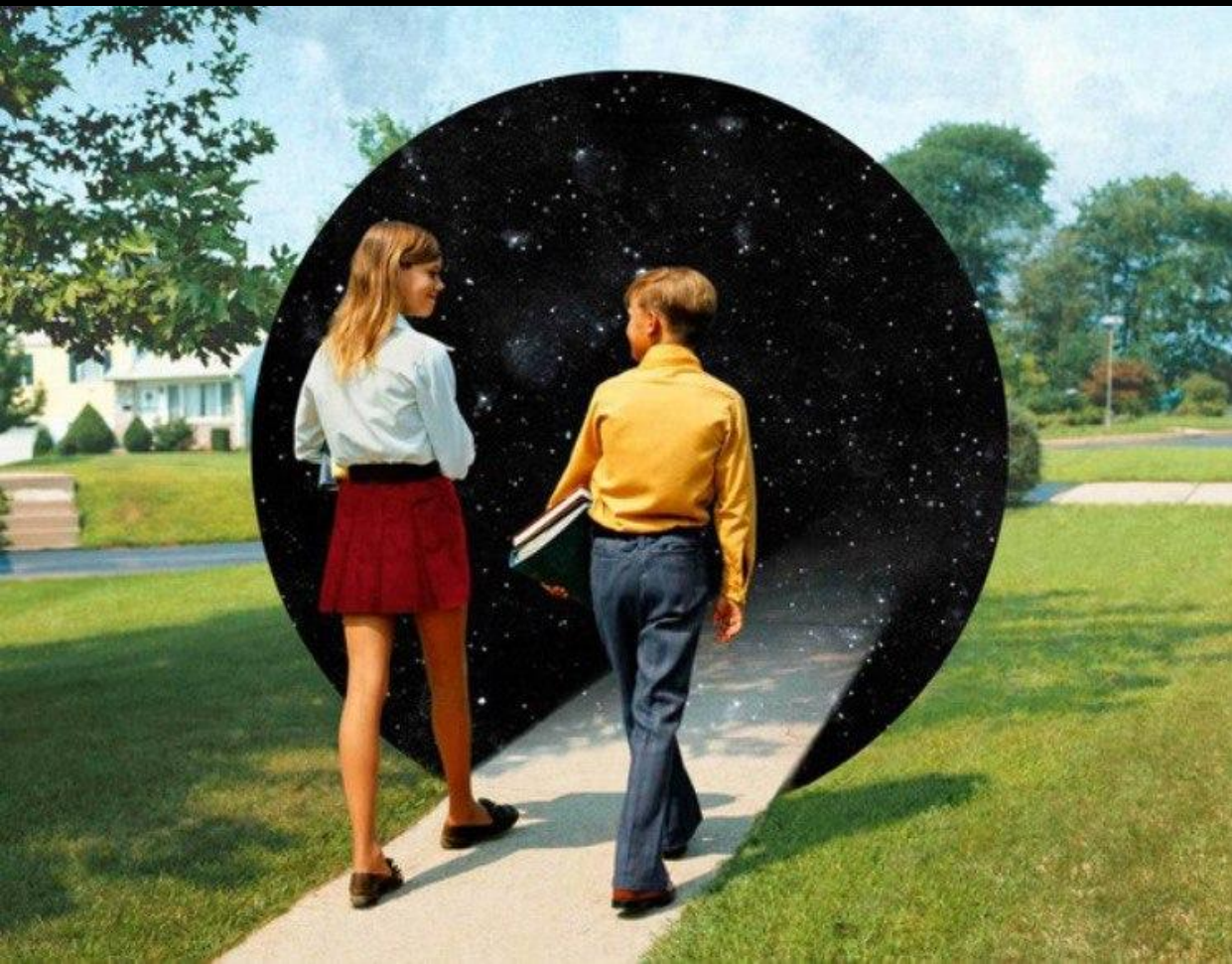
Р. Фейнман - “Характер физических законов”

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)