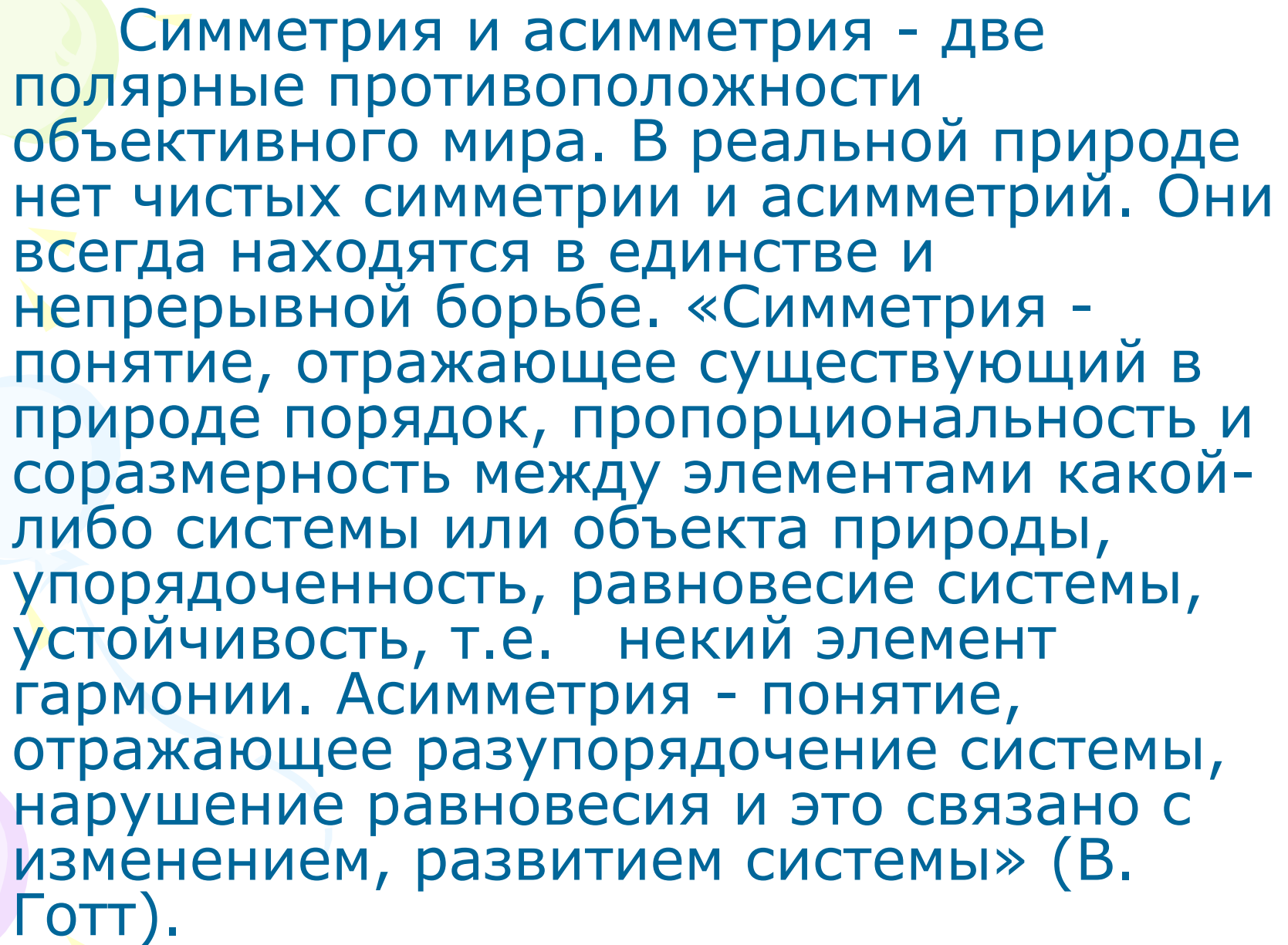


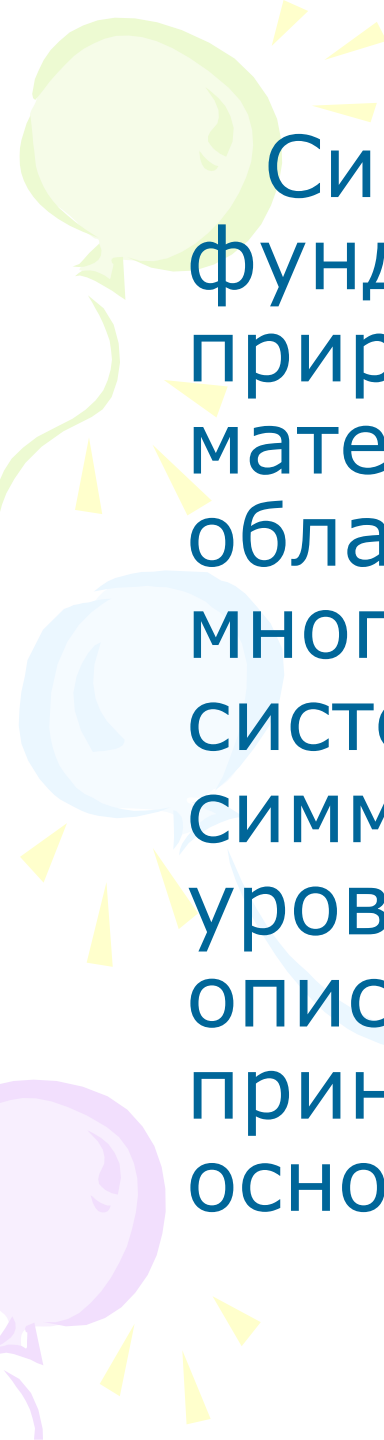


# **Принципы симметрии**

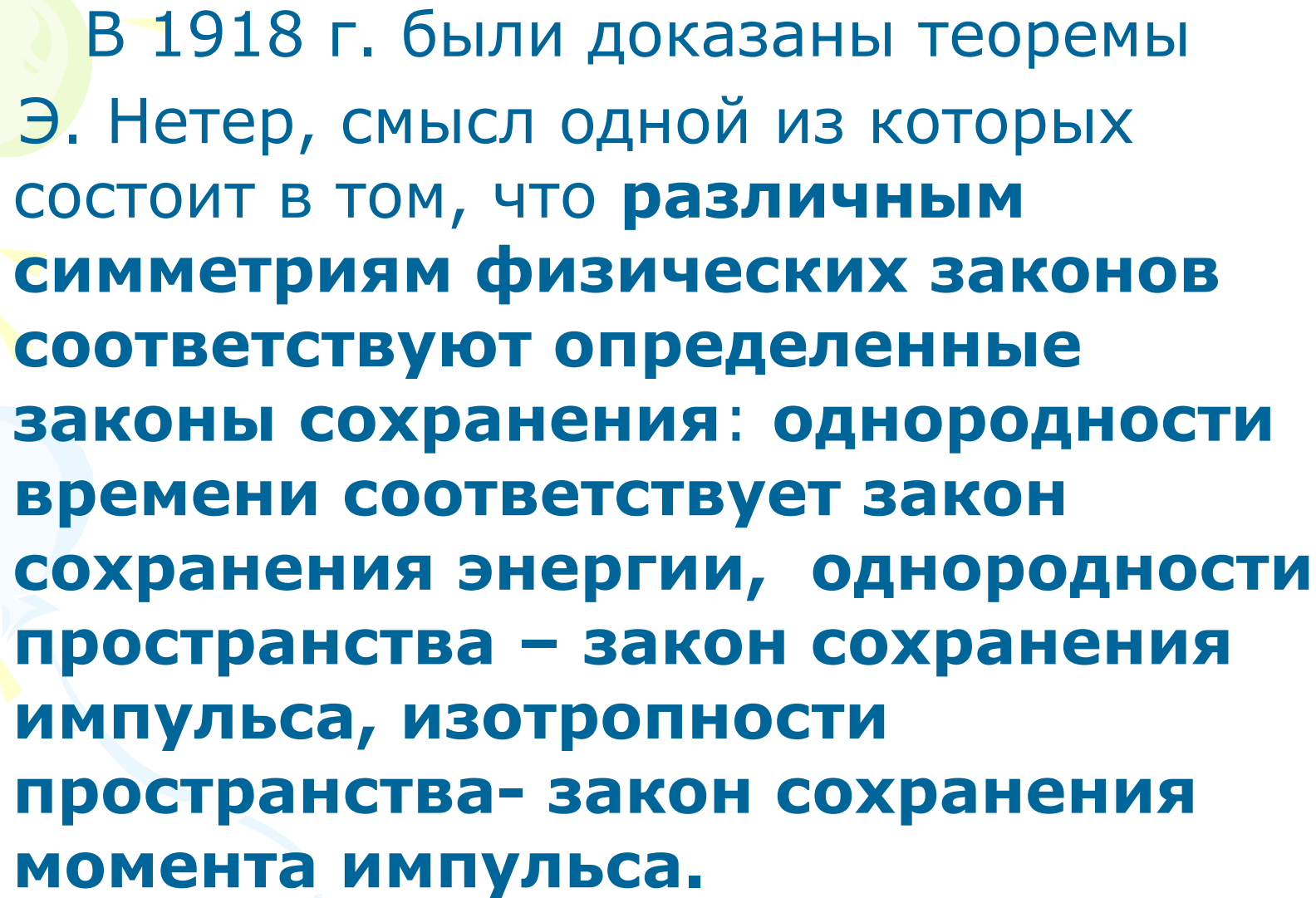
**Категории симметрии,  
асимметрии.**

The background features several overlapping circles in shades of green, blue, and purple, with yellow triangular rays emanating from them, resembling a stylized sun or light effect.

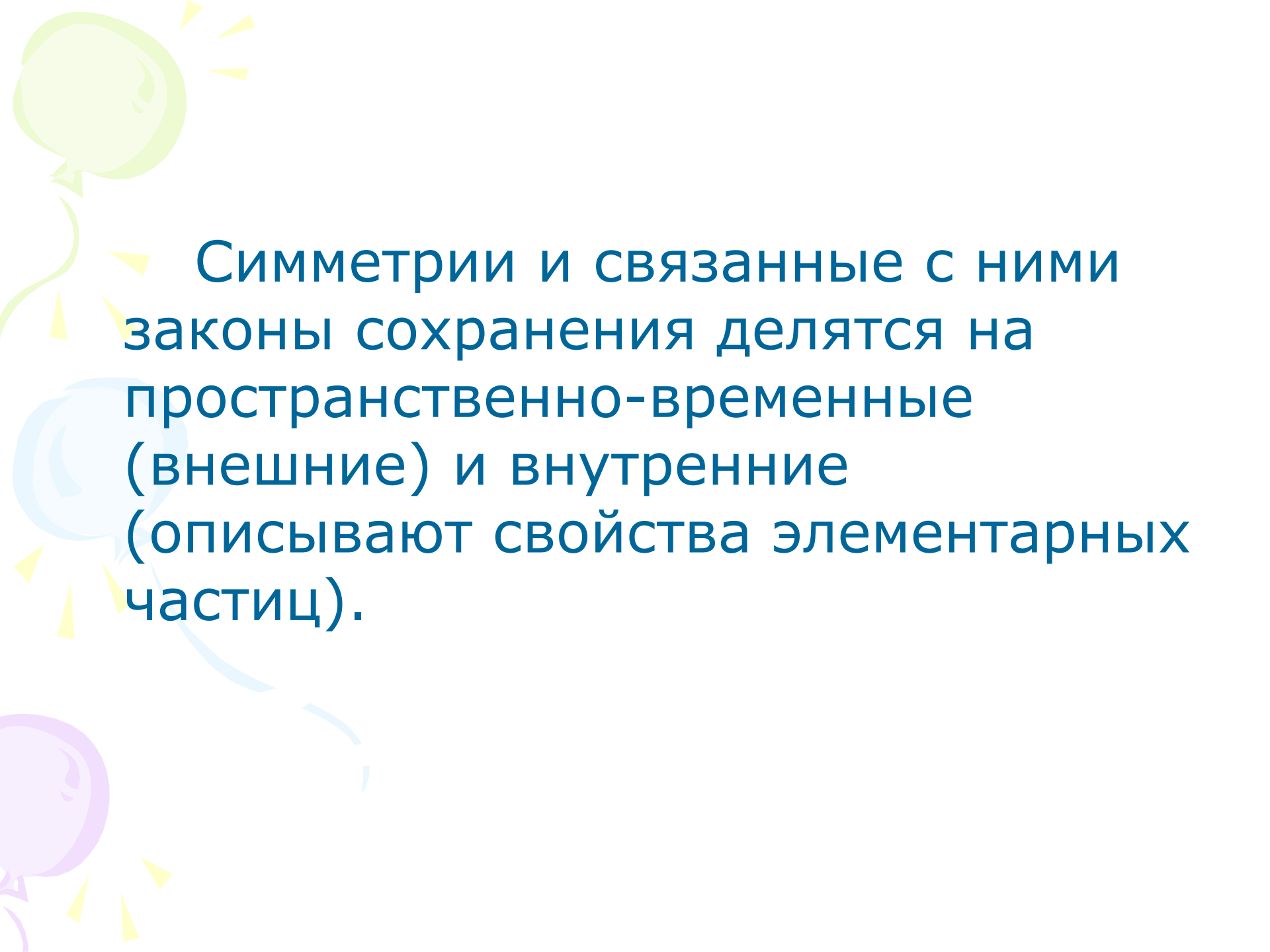
Симметрия и асимметрия - две полярные противоположности объективного мира. В реальной природе нет чистых симметрии и асимметрий. Они всегда находятся в единстве и непрерывной борьбе. «Симметрия - понятие, отражающее существующий в природе порядок, пропорциональность и соразмерность между элементами какой-либо системы или объекта природы, упорядоченность, равновесие системы, устойчивость, т.е. некий элемент гармонии. Асимметрия - понятие, отражающее разупорядочение системы, нарушение равновесия и это связано с изменением, развитием системы» (В. Готт).



Симметрия, являясь фундаментальным свойством природы, определяет структуру материального мира. Симметрия обладает многоплановым и многоуровневым характером. В системе физических знаний симметрия рассматривается на уровне явлений, законов, которые описывают эти явления, и принципов, которые лежат в основе этих законов.



В 1918 г. были доказаны теоремы Э. Нетер, смысл одной из которых состоит в том, что **различными симметриям физических законов соответствуют определенные законы сохранения: однородности времени соответствует закон сохранения энергии, однородности пространства – закон сохранения импульса, изотропности пространства – закон сохранения момента импульса.**

The background features a white surface with decorative elements on the left side. There are three balloons: a light green one at the top, a light blue one in the middle, and a light purple one at the bottom. Each balloon is attached to a thin, wavy streamer. Small, yellow, triangular shapes are scattered around the balloons, resembling confetti or streamer pieces.

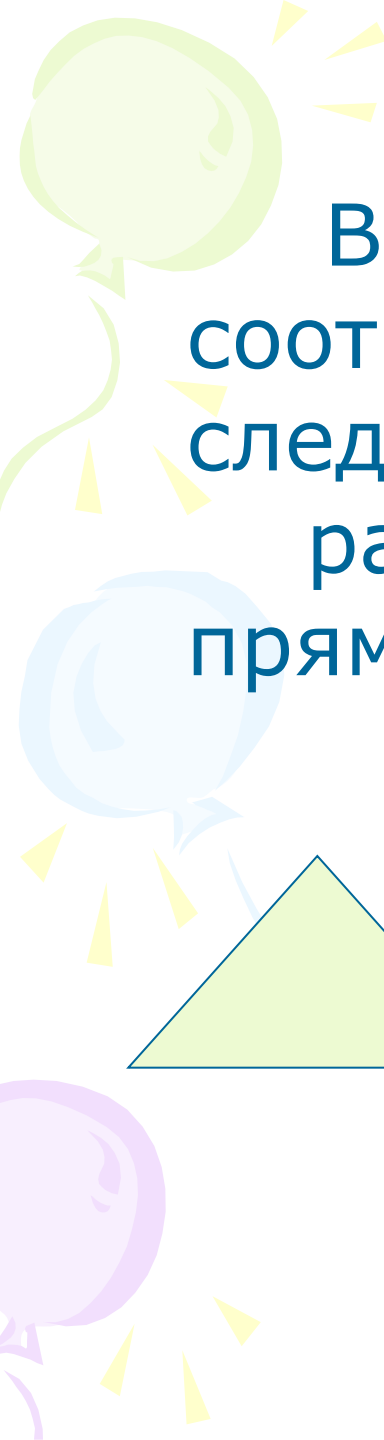
Симметрии и связанные с ними законы сохранения делятся на пространственно-временные (внешние) и внутренние (описывают свойства элементарных частиц).



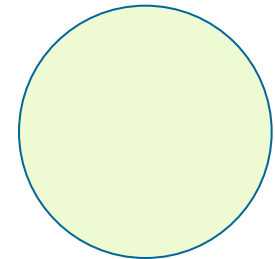
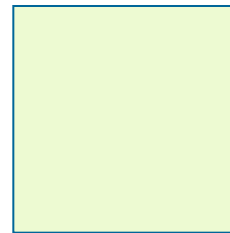
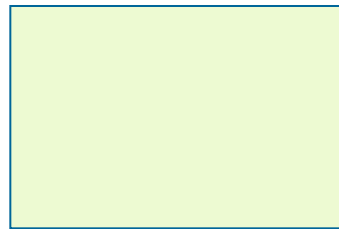
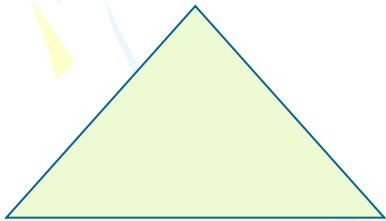
# Пространственные (геометрические) симметрии

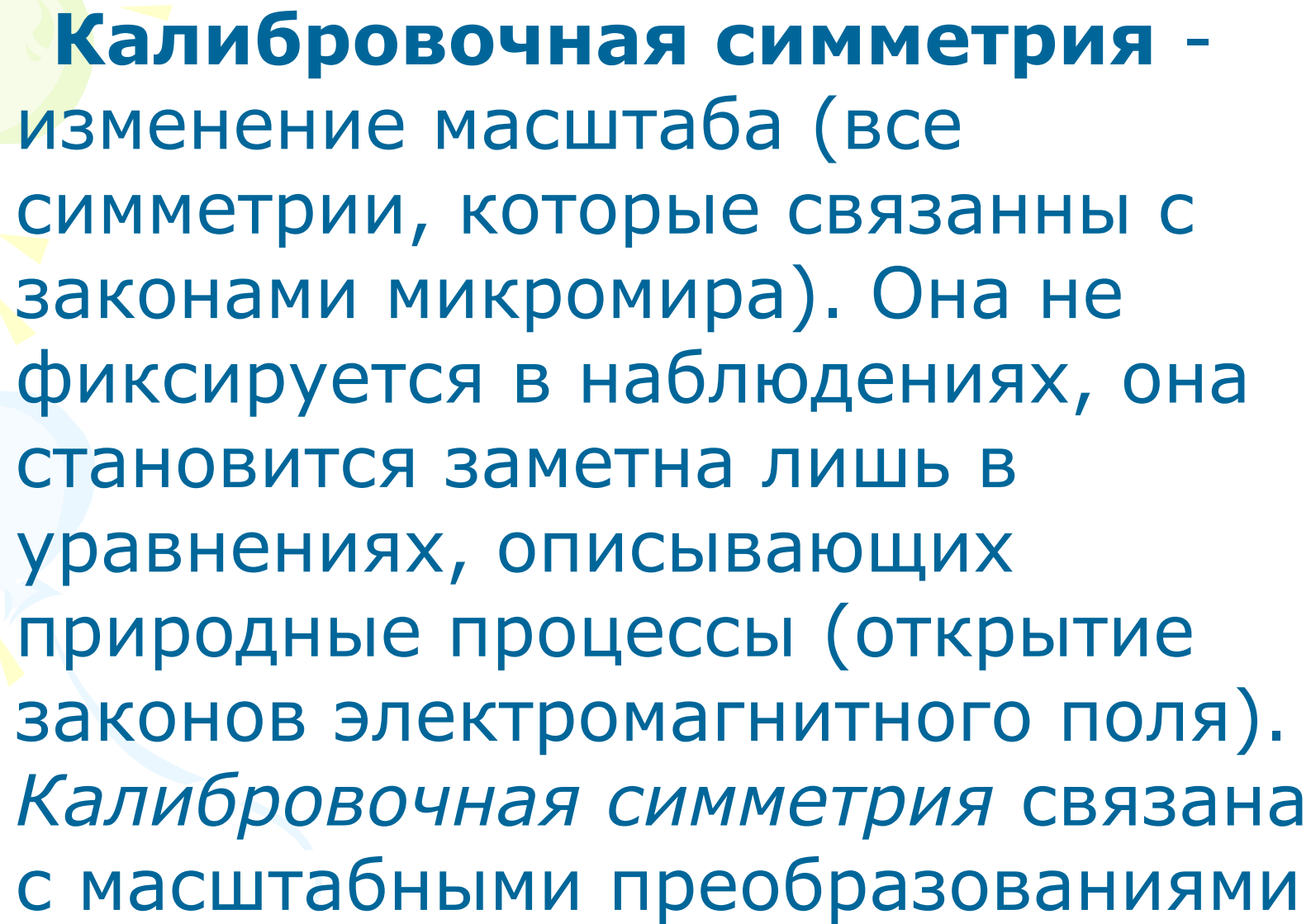
Можно выделить следующие операции симметрии:

- отражение в плоскости симметрии (отражение в зеркале);
- поворот вокруг оси (поворотная симметрия);
- отражение в центре симметрии (инверсия);
- перенос (трансляция) фигуры на расстоянии;
- винтовые повороты.



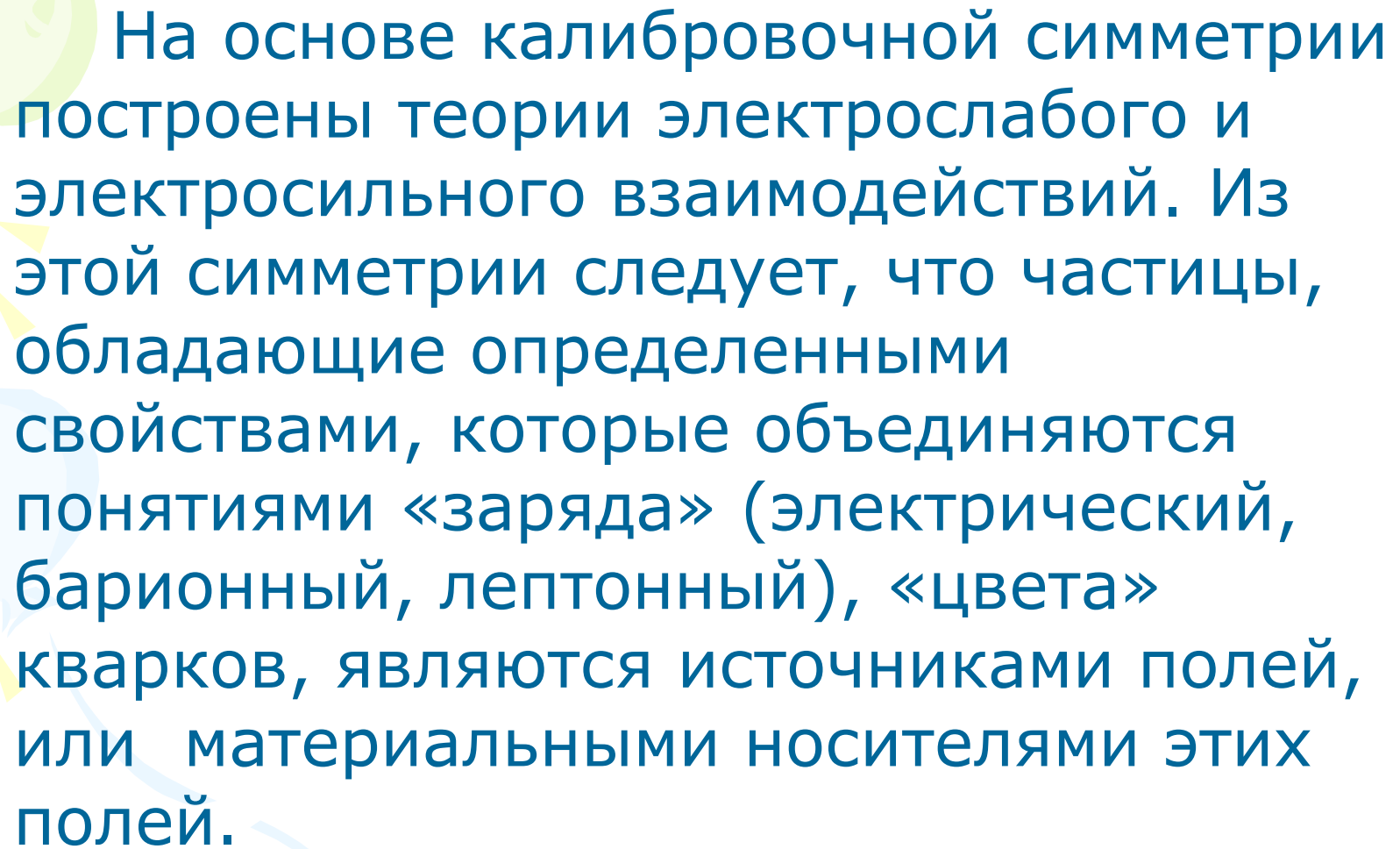
Возрастанию симметрии  
соответствует следующий порядок  
следования геометрических фигур:  
равнобедренный треугольник,  
прямоугольник, квадрат, круг.





**Калибровочная симметрия** - изменение масштаба (все симметрии, которые связаны с законами микромира). Она не фиксируется в наблюдениях, она становится заметна лишь в уравнениях, описывающих природные процессы (открытие законов электромагнитного поля). *Калибровочная симметрия* связана с масштабными преобразованиями





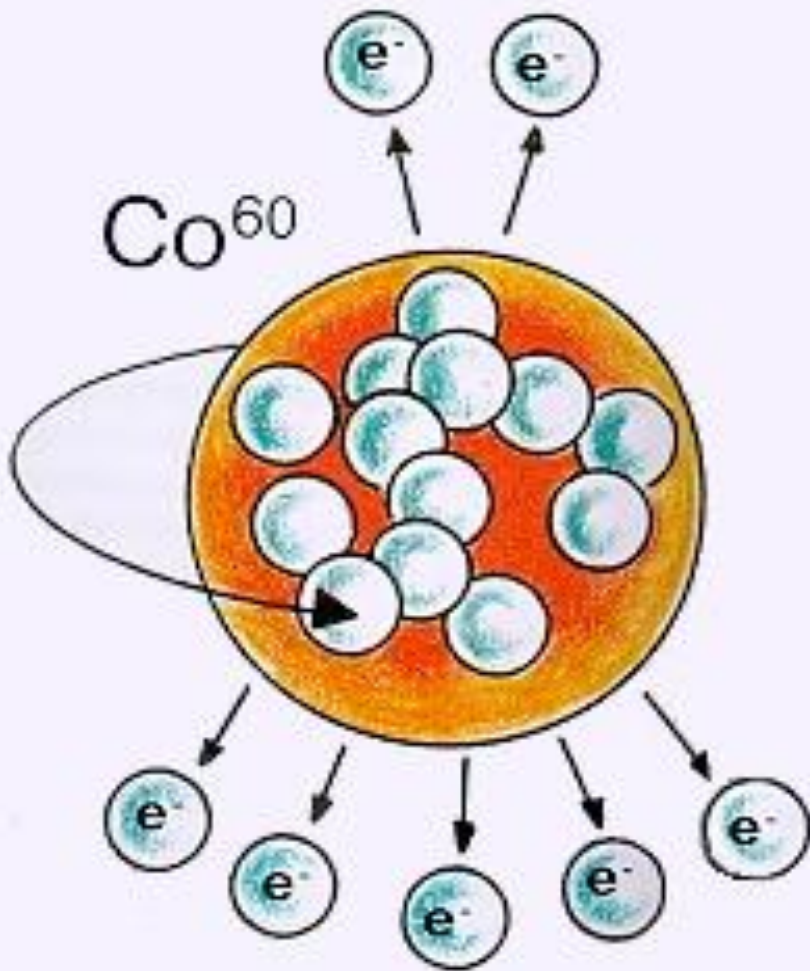
На основе калибровочной симметрии построены теории электрослабого и электросильного взаимодействий. Из этой симметрии следует, что частицы, обладающие определенными свойствами, которые объединяются понятиями «заряда» (электрический, барионный, лептонный), «цвета» кварков, являются источниками полей, или материальными носителями этих полей.




Внутренние симметрии действуют в микромире, и описывают разные аспекты взаимопревращений элементарных частиц друг в друга.

- **При всех превращениях элементарных частиц, сумма электрических зарядов частиц остается неизменной.** В этом состоит закон сохранения электрического заряда.
- На основе экспериментальных наблюдений выведен закон сохранения барионного заряда. Следствием этого закона является **требование стабильности протона**, который не распадается на другие элементарные частицы.
- Легкие элементарные частицы – лептоны – стабильны. В этом состоит закон сохранения лептонного заряда.

- Известна внутренняя симметрия, названная изотопической инвариантностью. Хорошо известны такие **элементарные частицы, как протоны и нейтроны, составляющие атомные ядра. Они очень похожи друг на друга.** Отличие - наличие у протона электрического заряда и отсутствие такового у нейтрона. Был сформулирован закон сохранения изотопического спина, который выполняется только при сильных взаимодействиях, но нарушается при слабых и электромагнитных взаимодействиях.
- Последняя известная сегодня внутренняя симметрия позволила сформулировать закон сохранения странности. Странность - это квантовое число, характеристика адронов, частиц, участвующих в сильных взаимодействиях.



**1956 г.**  
**Обнаружение**  
**право-левой**  
**асимметрии в**  
**мире элемен-**  
**тарных частиц.**  
**При распаде**  
**ядра кобальта**  
**электроны**  
**летят "вниз"**  
**чаще, чем**  
**"вверх"**



**Вывод, сформулированный на основе этих наблюдений, гласил: наш мир относительно левого и правого не симметричен.**

Однако, в 1964 году обнаружено, что что в распадах античастиц есть та же асимметрия, что и у частиц, но противоположного направления! То есть при распаде нейтрона электроны летят вниз, а при распаде антинейтрона - вверх.

Сформулирован принцип CP-инвариантности: частицы и античастицы имеют противоположные симметрии, что приводит к сохранению право-левой симметрии мира.

