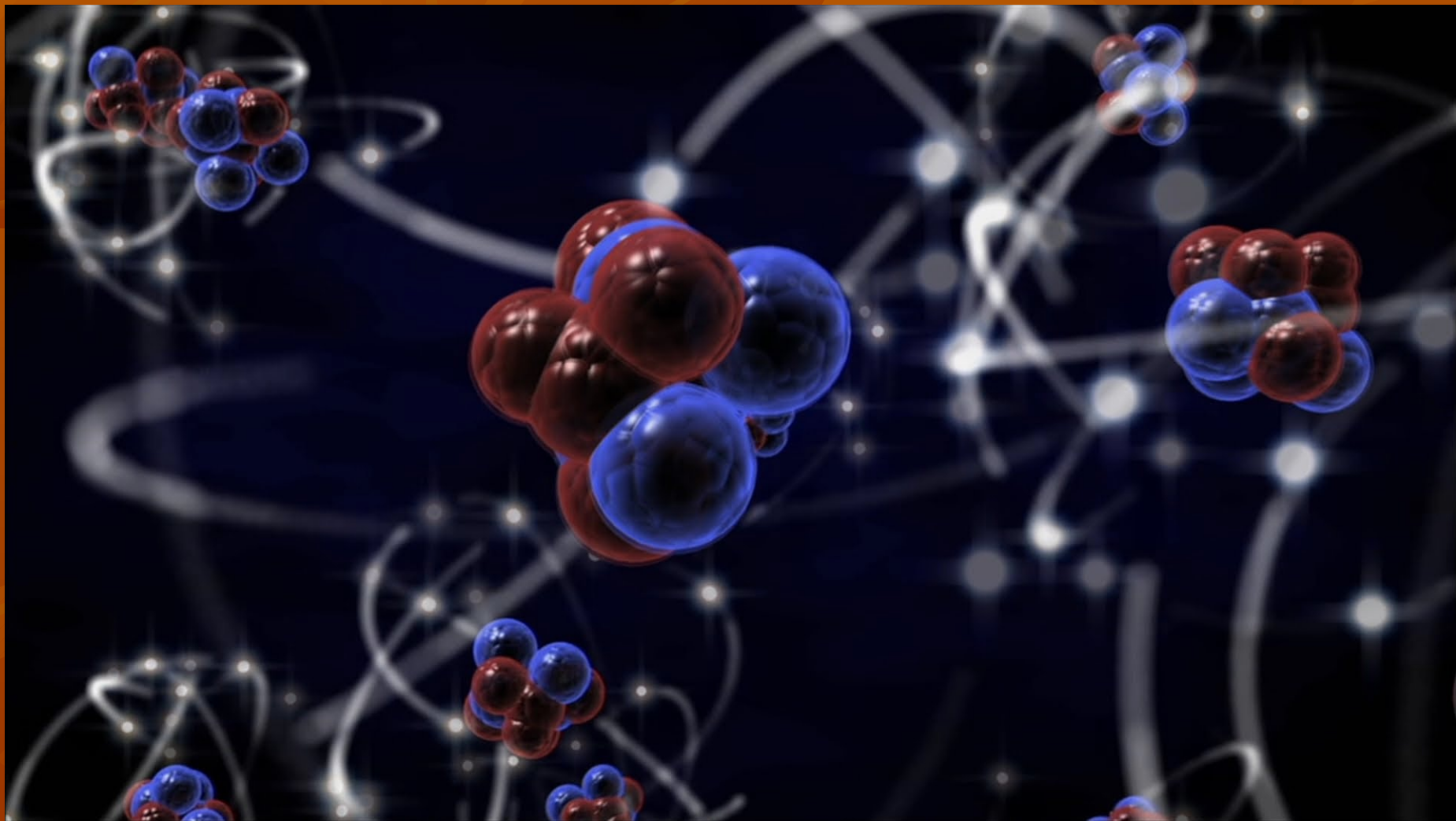


Микромир, простой и сложный

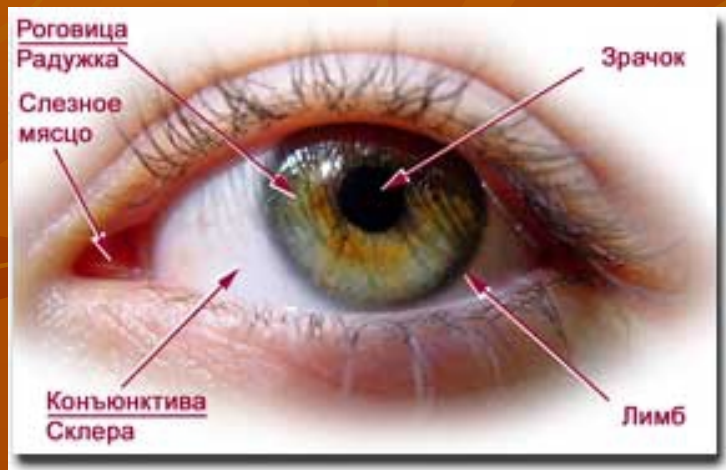


Е.В.Широков XIII-я летняя школа учителей физики, Усть-Лабинск, 30 июня 2025 г.

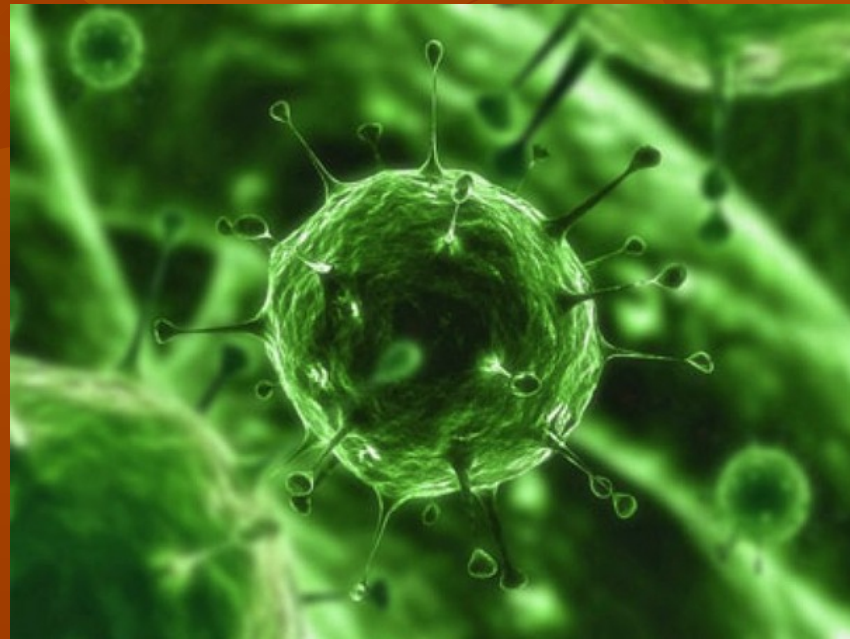
Микромир?



Оптические приборы



Микромир?



Увеличим их немного...

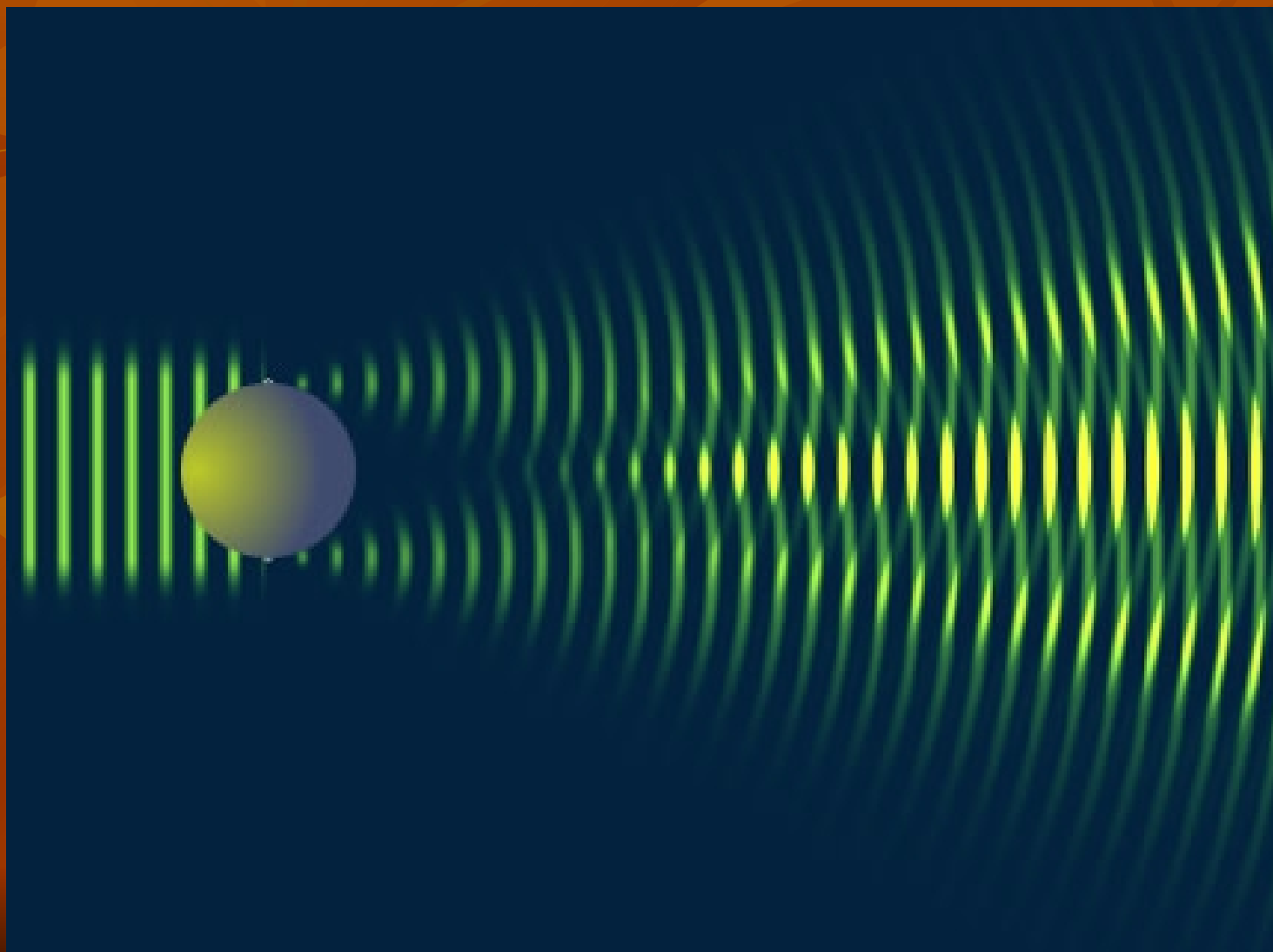




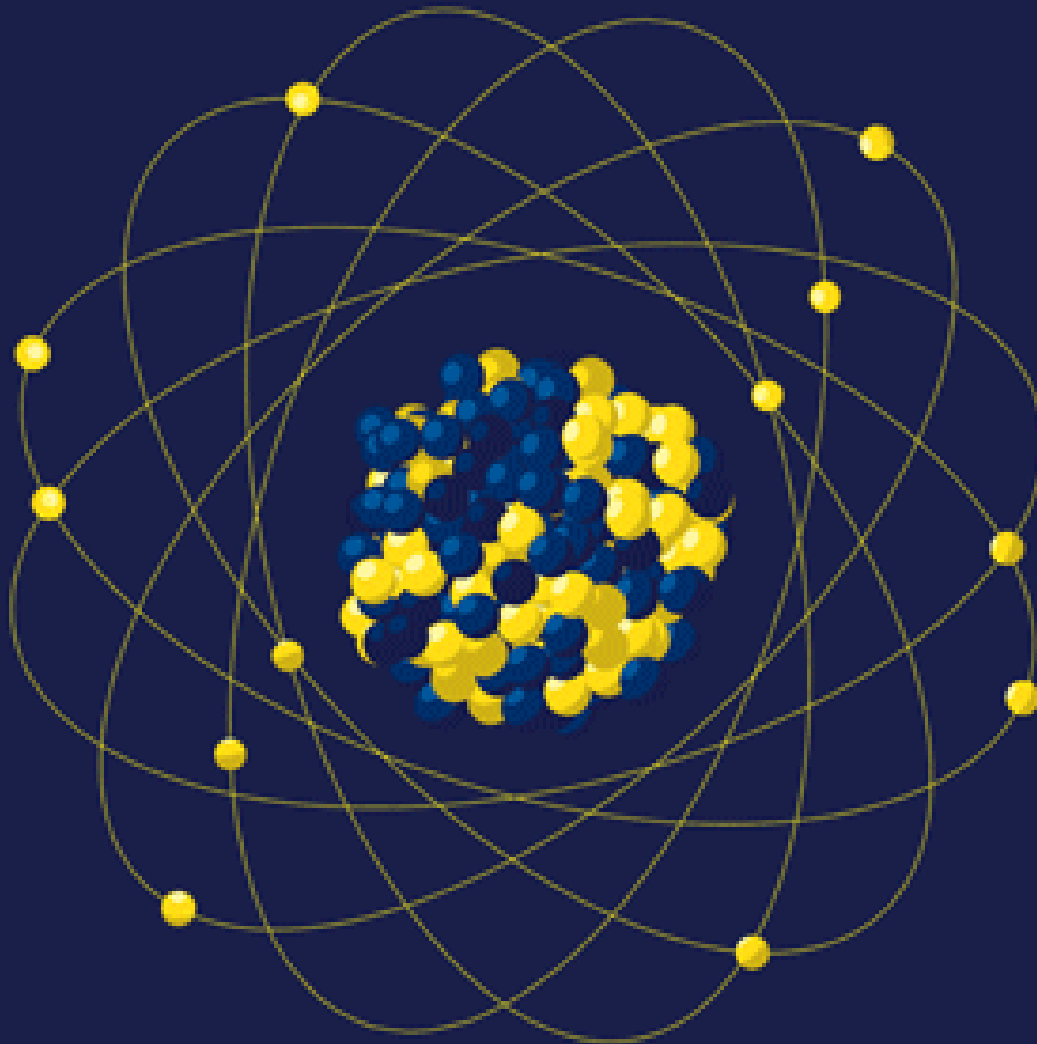
А как мы «видим»?



Дифракция-интерференция

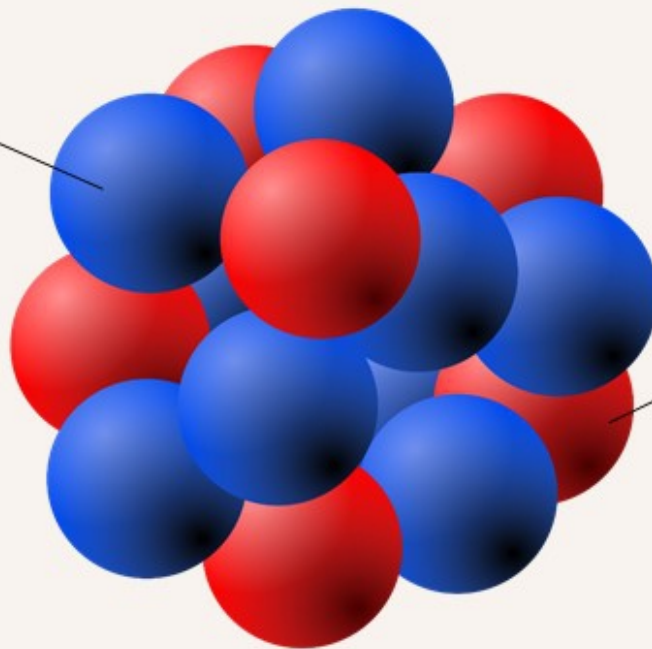


ATOM



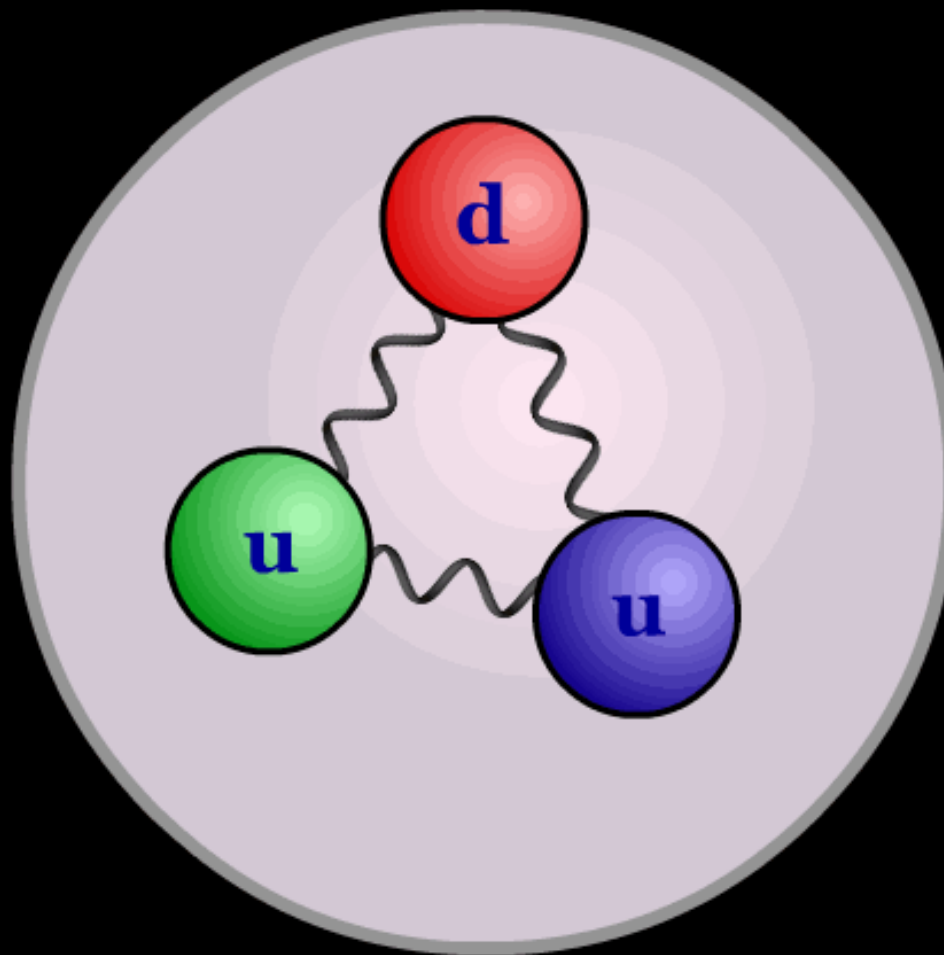
Строение атомного ядра

Протон



Нейтрон

Модель протона

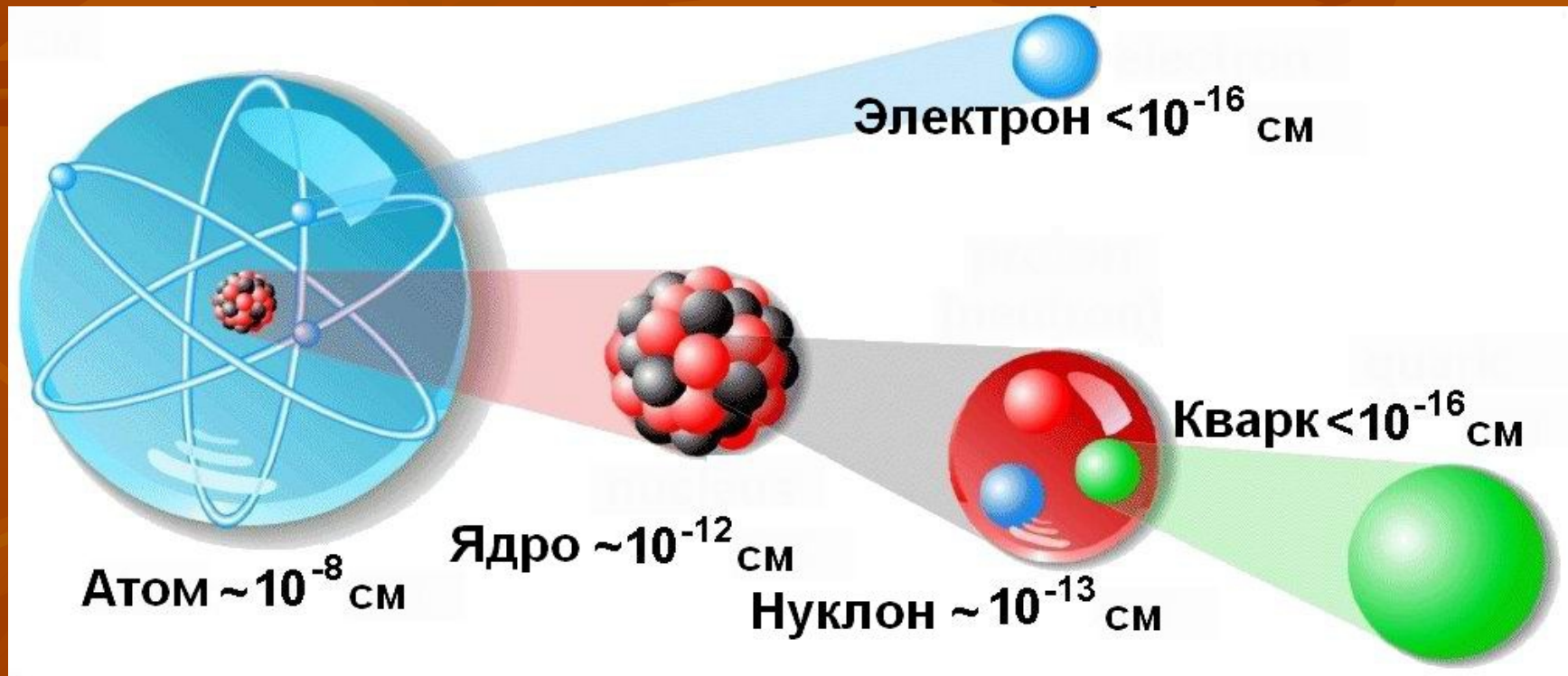




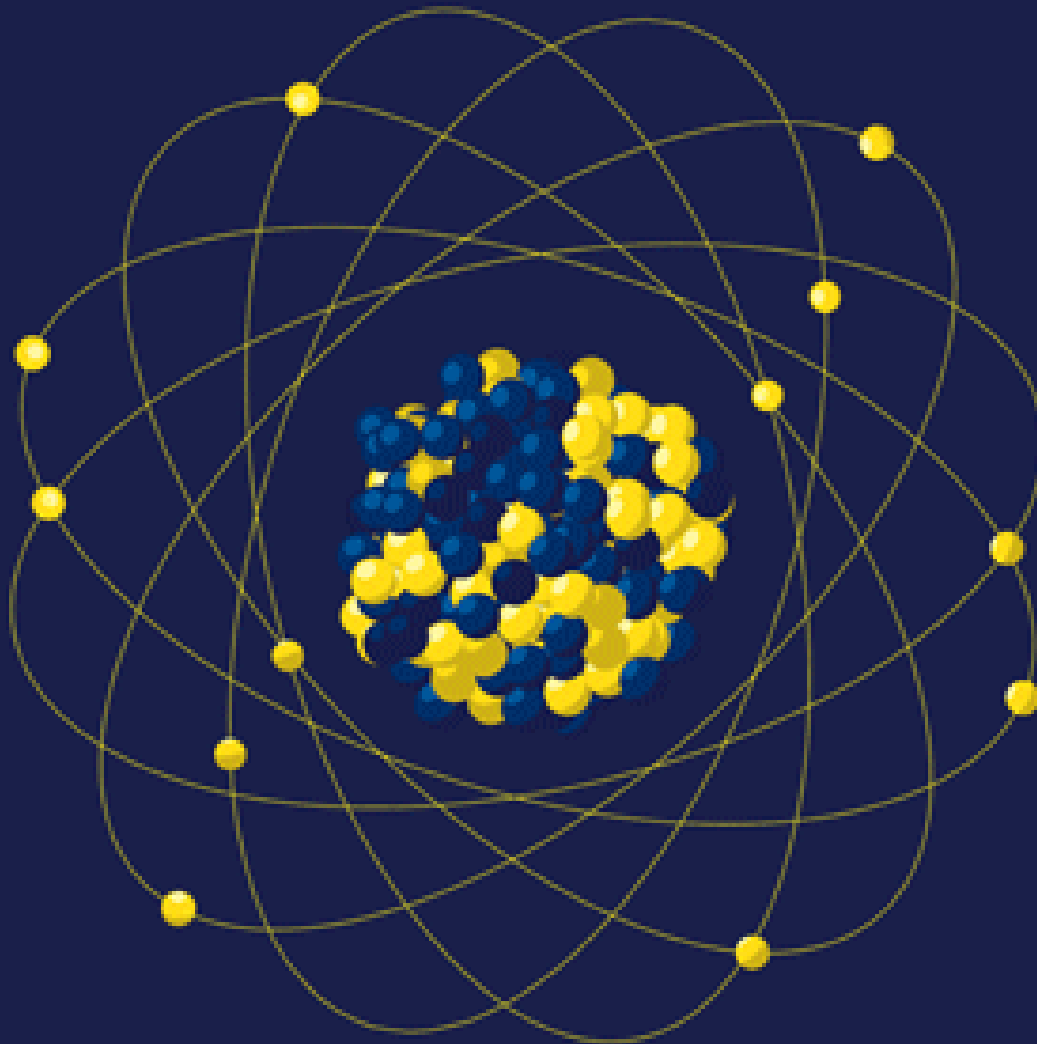
В нашей работе мы всегда находимся между Сциллой и Харибдой; мы можем недостаточно абстрагироваться и пропустить важную физику, или мы можем слишком много абстрагироваться и в конечном итоге фиктивные объекты в наших моделях превращаются в настоящих монстров, которые пожирают нас.

Мюррей Гелл-Манн,
лауреат Нобелевской премии

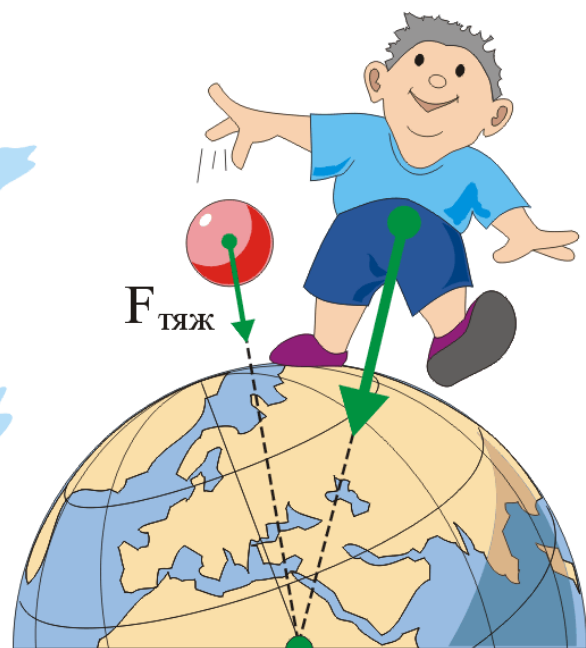
Структура вещества



ATOM



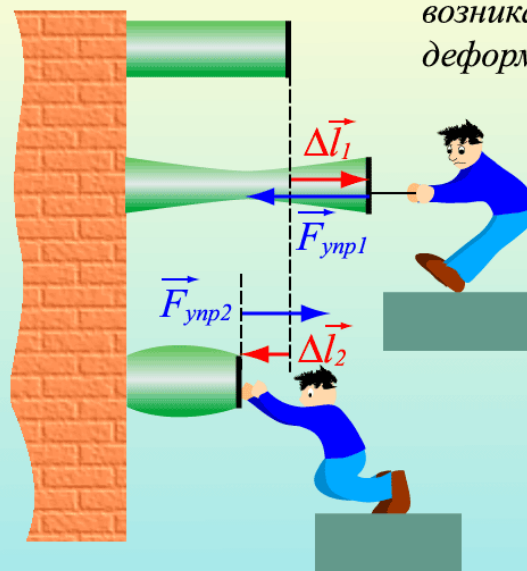
Силы



www.fizika.ru

Сила упругости

Упругие силы – силы, возникающие при упругой деформации тел



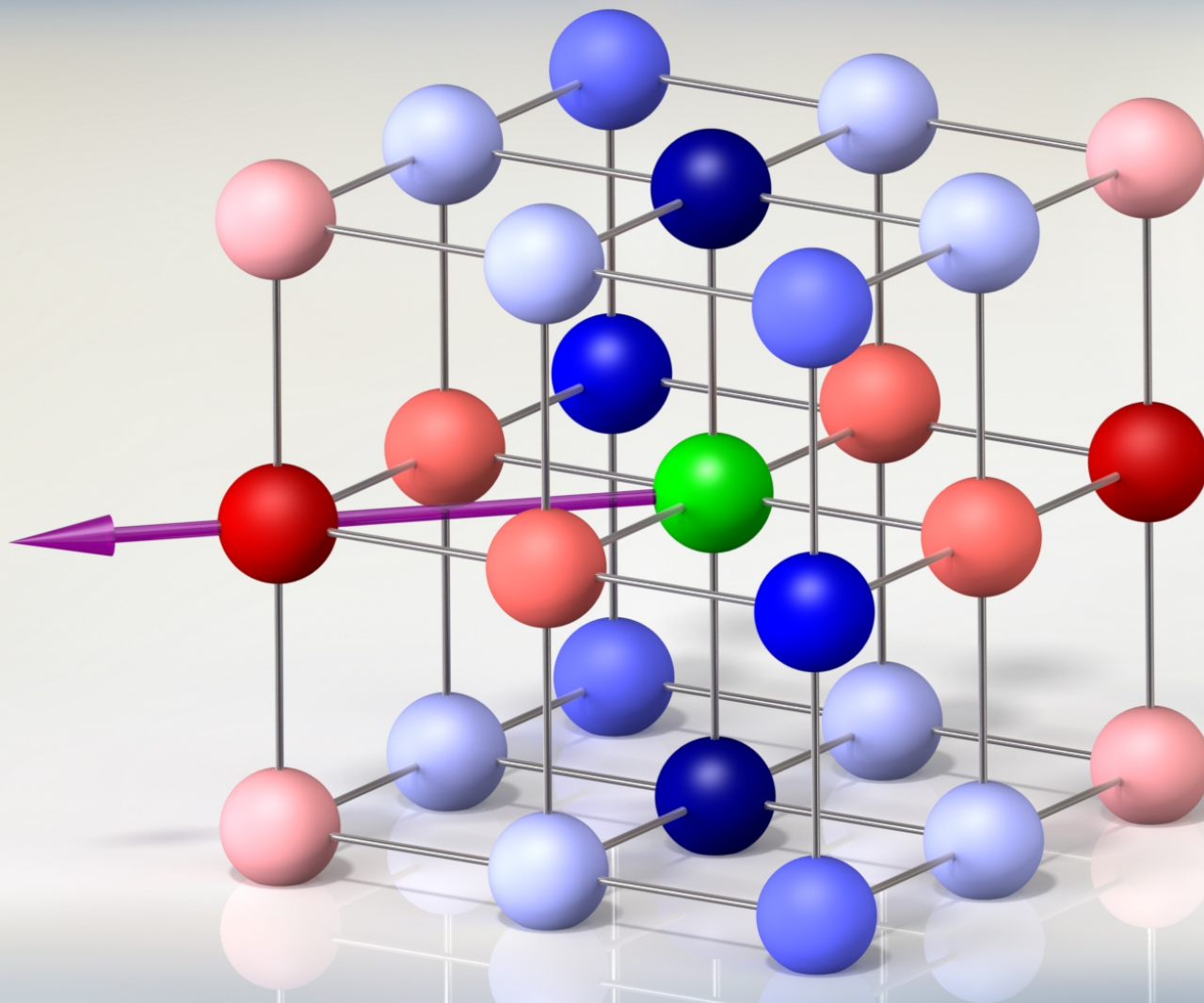
Закон Гука

$$\vec{F}_{упр} = -k\Delta\vec{l}$$

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела

Природа «обычных» сил



Закон Кулона (1785 год)

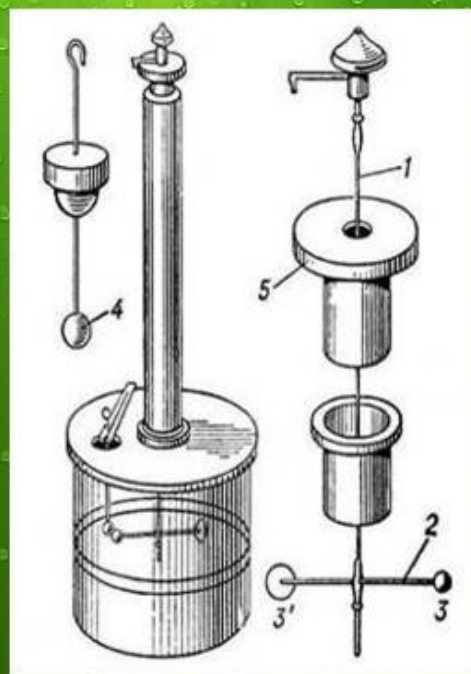


Шарль Огюстен Кулон

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

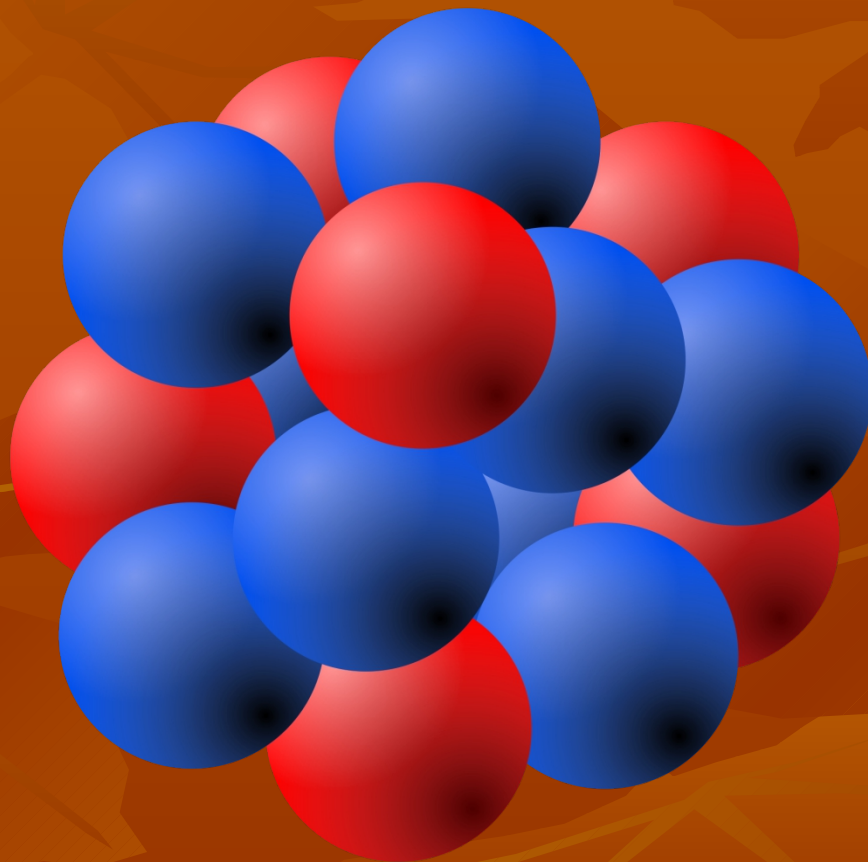
$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Опыт Кулона с крутильными весами.

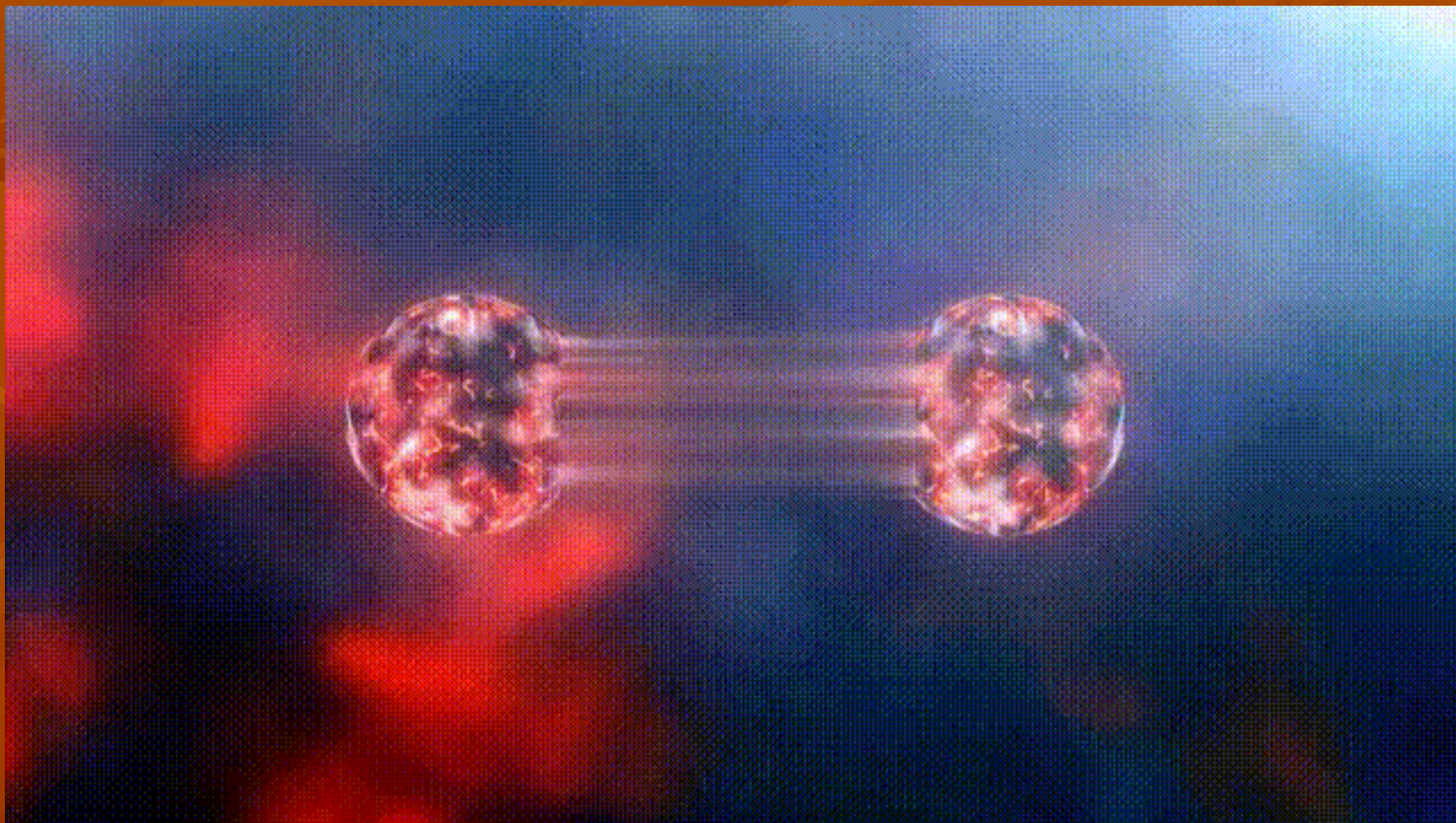


1 – серебряная нить; 2 – игла; 3, 4 – шары; 5 – шкала

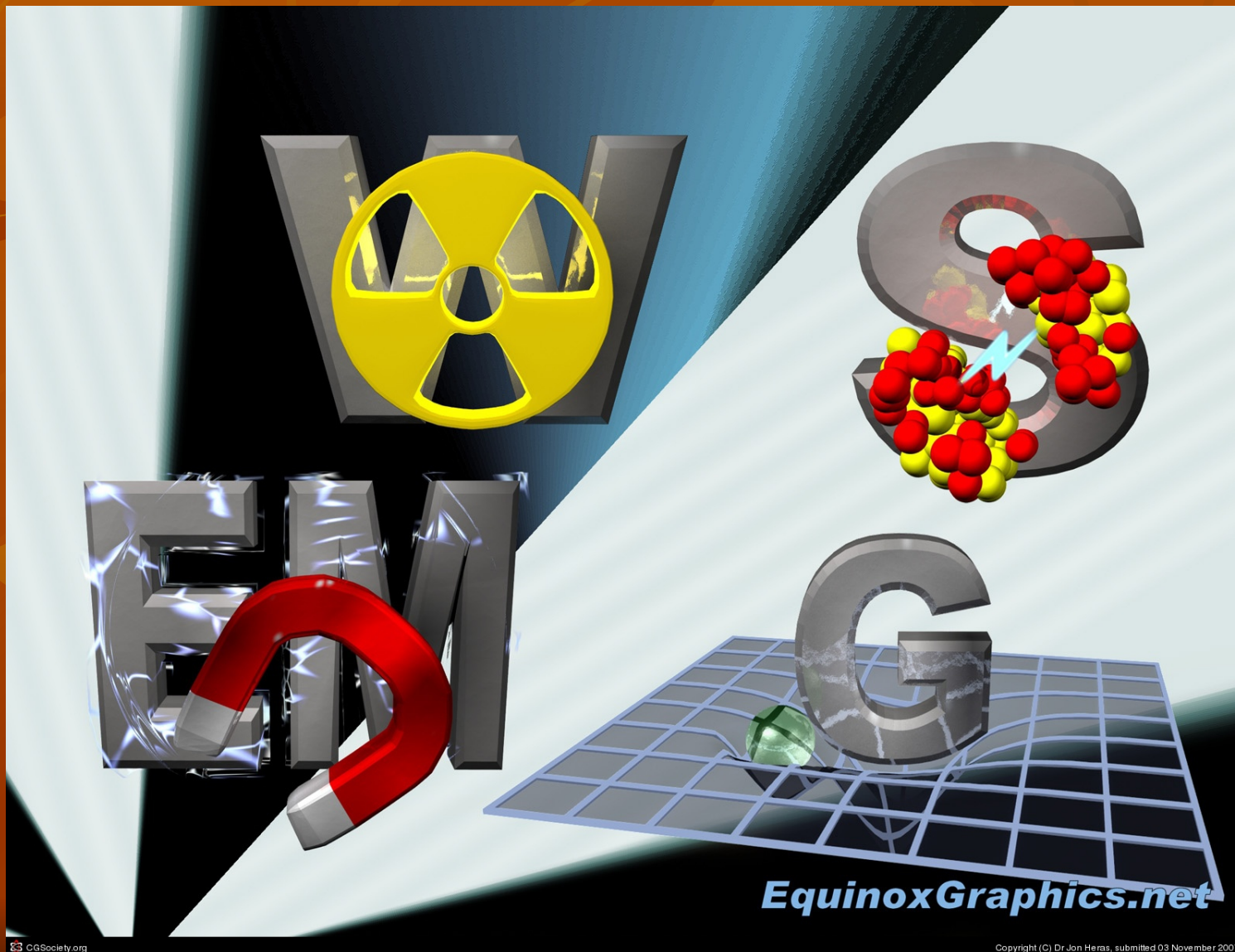
Атомное ядро



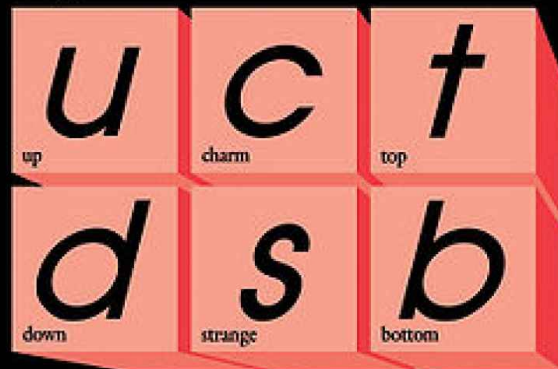
Что такое взаимодействие?



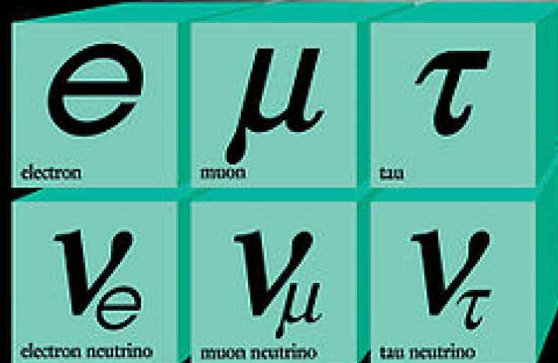
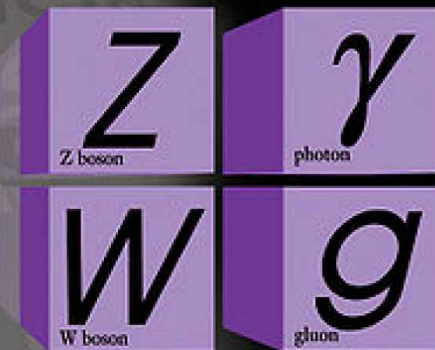
Виды взаимодействий



Quarks



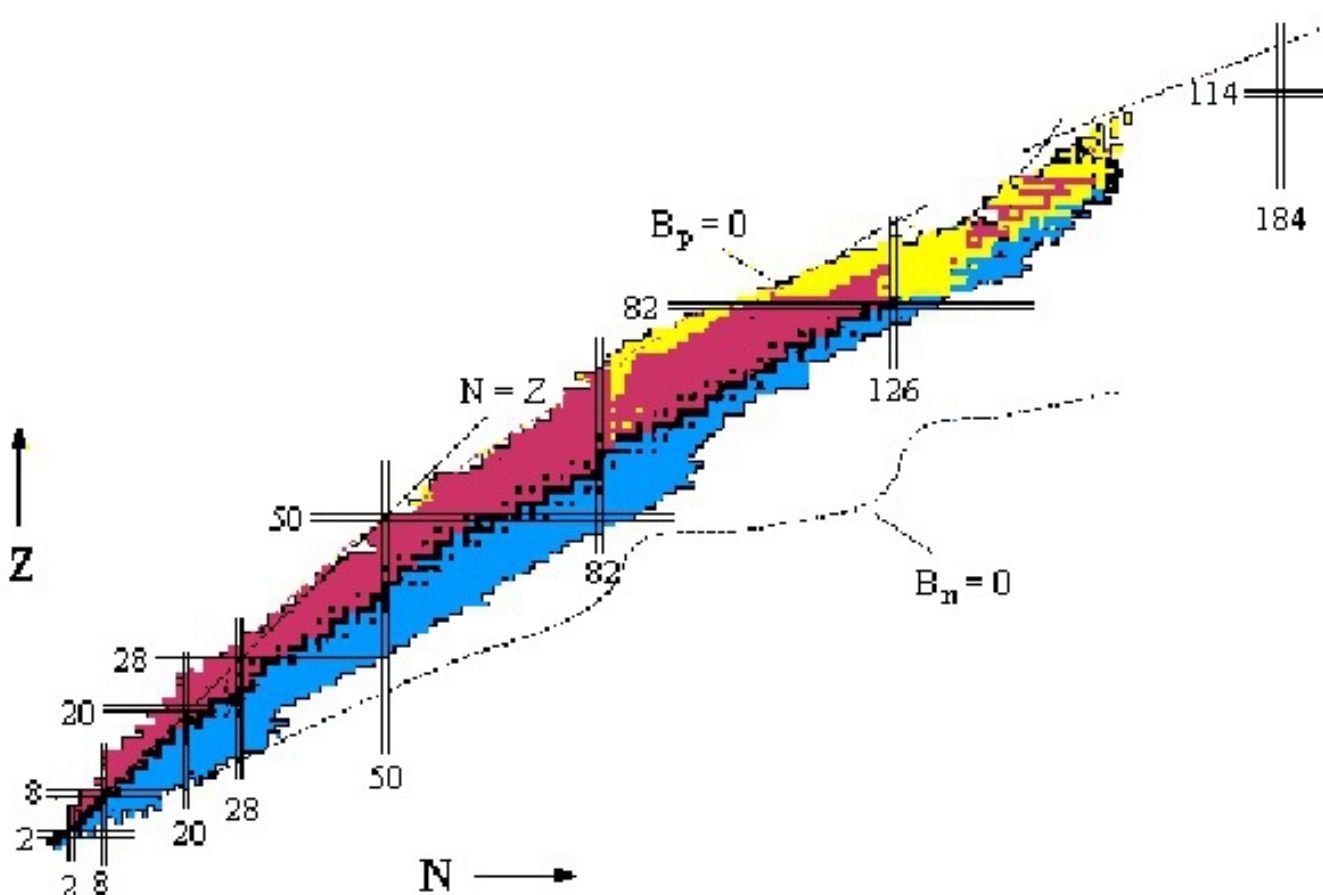
Forces



Leptons

Диаграмма атомных ядер

N-Z диаграмма атомных ядер



Радиоактивные ядра

- На настоящий момент известно более 3000 атомных ядер, только 280 из них — стабильны
- Впрочем, основная часть радиоактивных ядер получена искусственным путём, в природе их нет

Случайный характер распадов





Атом нельзя увидеть, но его существование можно доказать. И более того, можно доказать, что его нельзя увидеть. Однако техническую сложность этих косвенных доказательств можно сравнить с просьбой к человеку, который никогда не видел пианино, описать его по звуку, который оно издало бы, падая вниз по лестнице в темноте.

Карл Андерсон, первооткрыватель
позитрона, лауреат Нобелевской премии

Методы исследования в микромире

**эксперимент
в микромире**



**макроскопический
опыт**



Шкала электромагнитных волн



Главное правило

6) Энергия фотона может быть выражена через длину волны:

E – энергия фотона

h – постоянная Планка, $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

c – скорость света

λ – длина волны

$$[E] = 1 \text{ Дж}$$

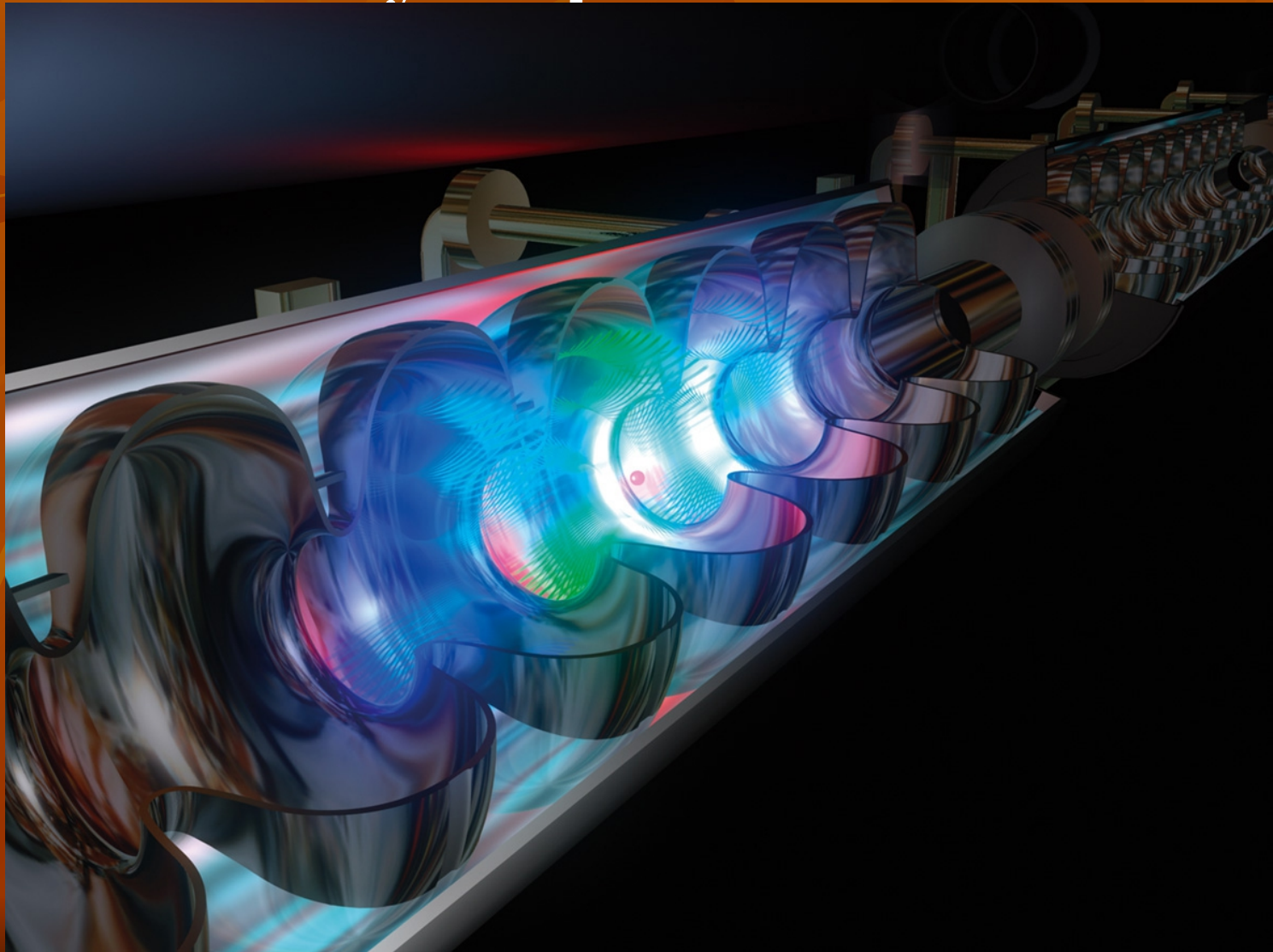
$$[c] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$[\lambda] = 1 \text{ м}$$

Инструменты..



Общий принцип работы ускорителей



**Ускоряются ТОЛЬКО заряженные
частицы (протоны, электроны и
тяжёлые ионы)!**

Коллайдер NICA



NICA, JINR

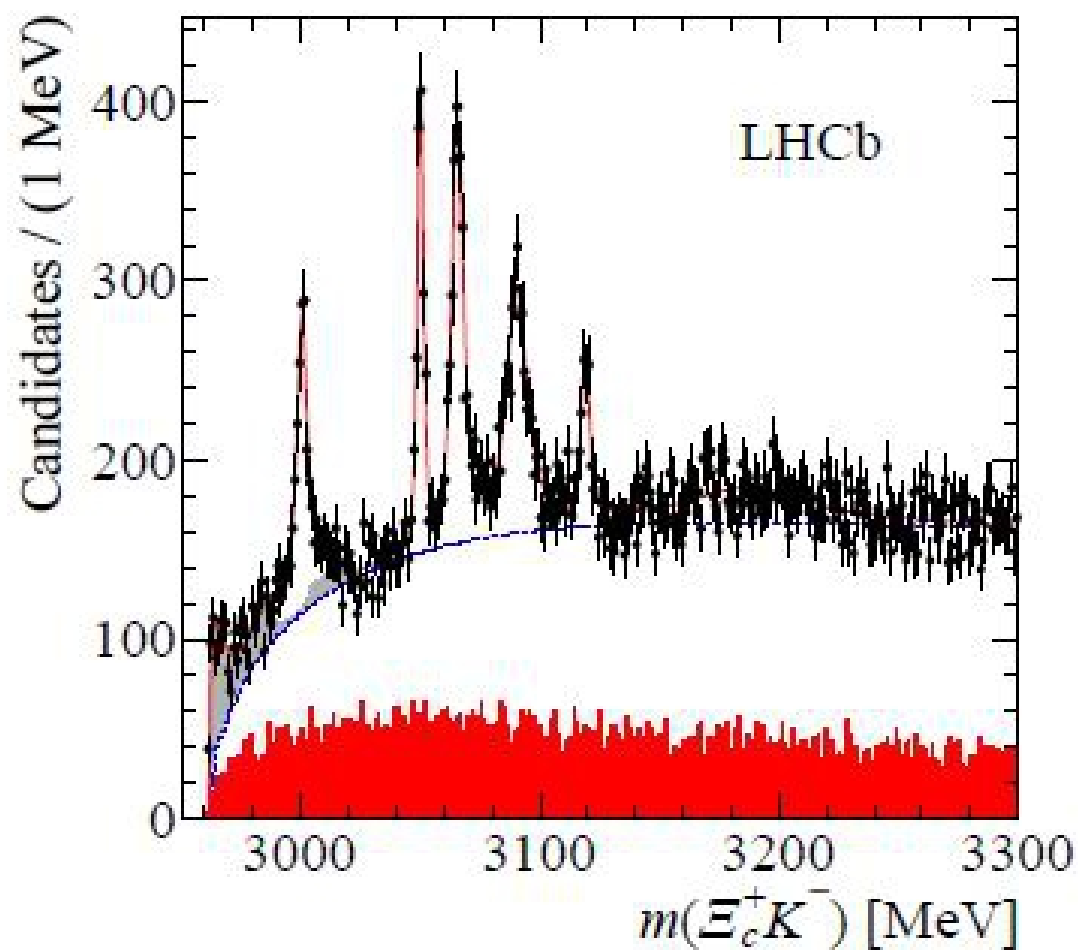
Коллайдер NICA



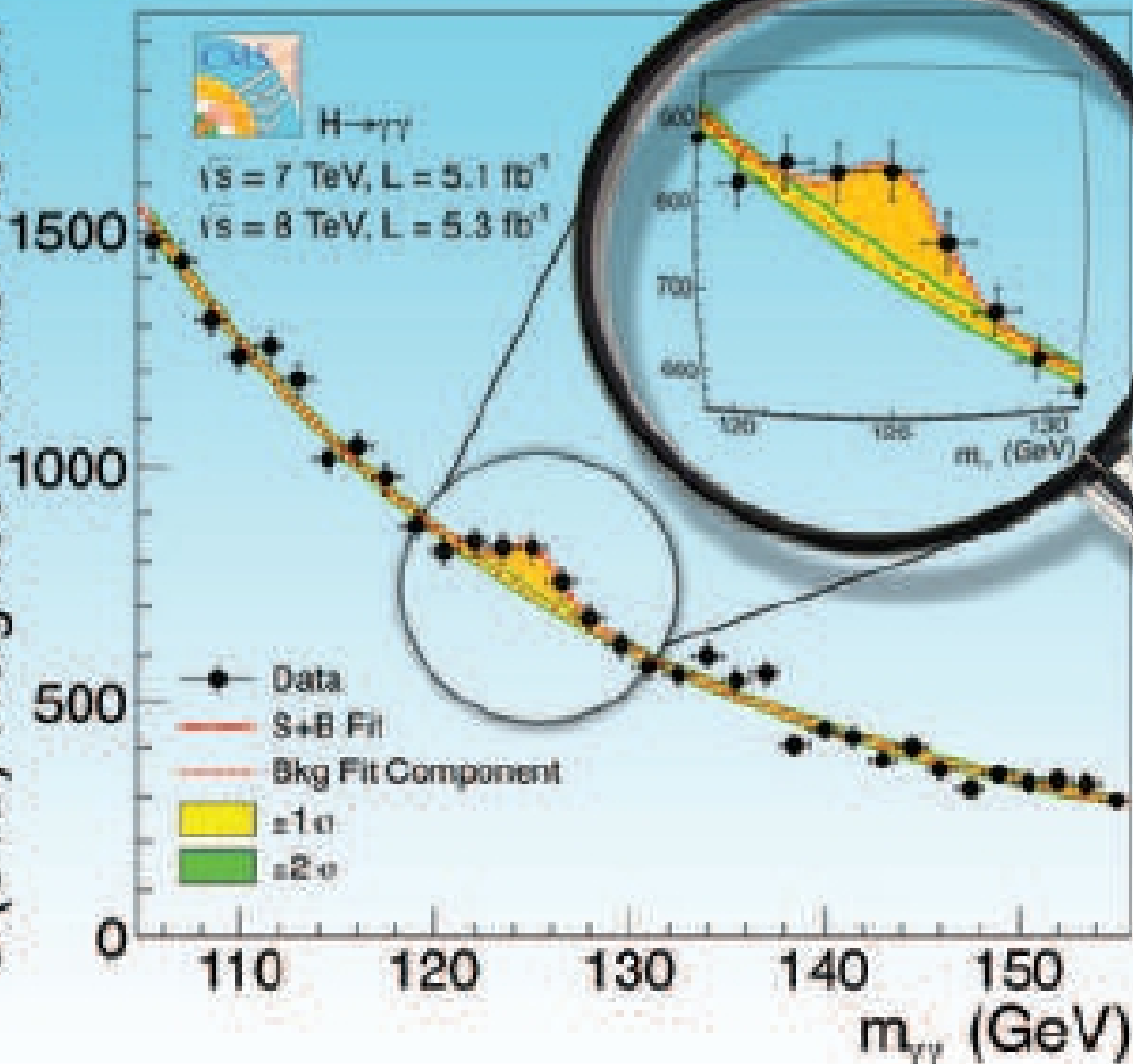
Большой Адронный Коллайдер- самый крупный современный ускоритель



Открытия частиц



$S/(S+B)$ Weighted Events / 1.5 GeV



THE HIGGS IS THE
PARTICLE RESPONSIBLE
FOR GIVING MASS TO
OTHER PARTICLES.



Проблема массы





Полкило нейтрино?
Да я даже не знаю,
сколько весит одно!

Muon Spectrometer

Muon

Neutrino

Hadronic Calorimeter

Proton

Neutron

The dashed tracks are invisible to the detector

Electromagnetic Calorimeter

Electron

Photon

Solenoid magnet

Tracking

Transition
Radiation
Tracker

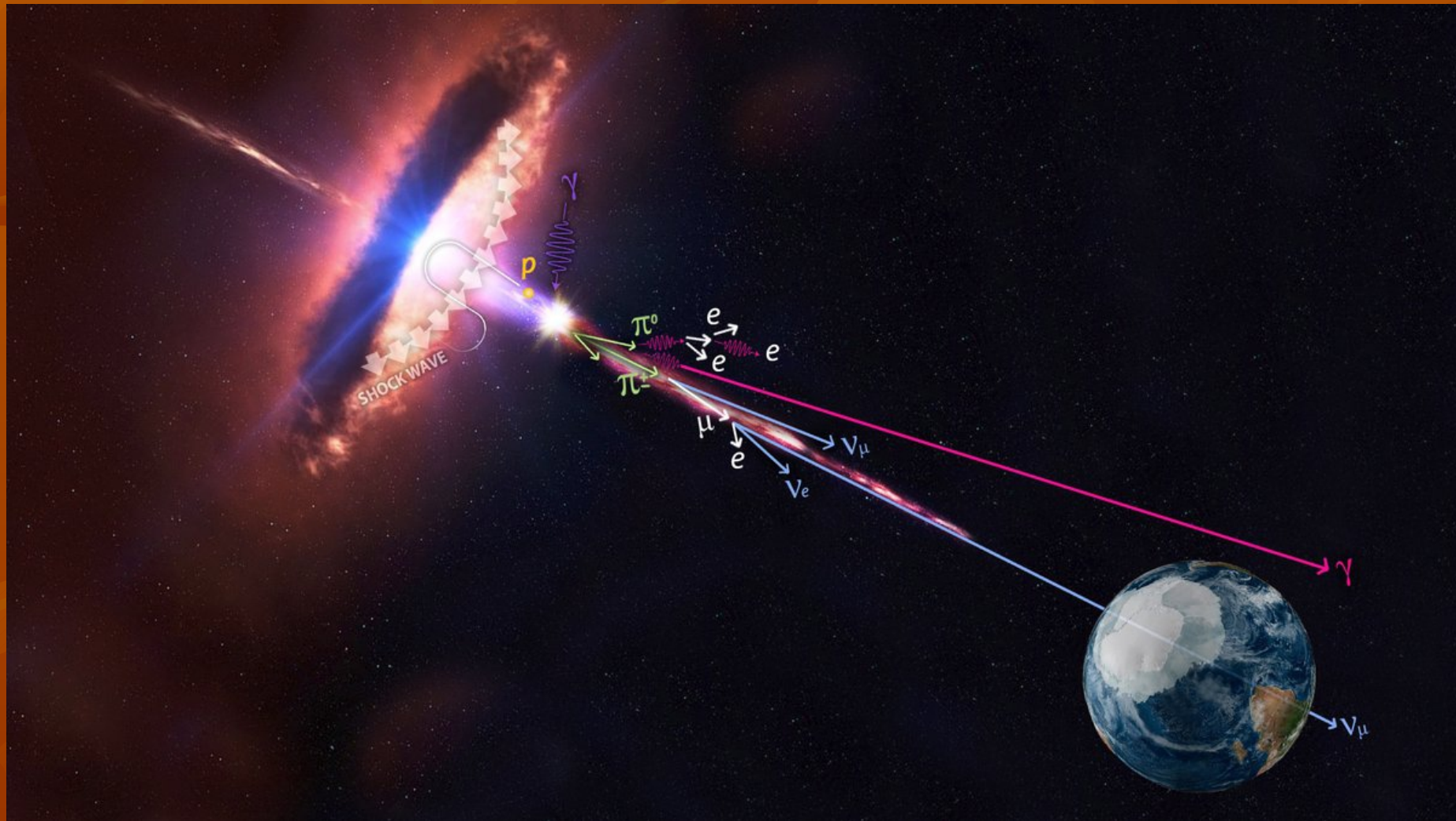
Pixel/SCT
detector



Проект JUNO



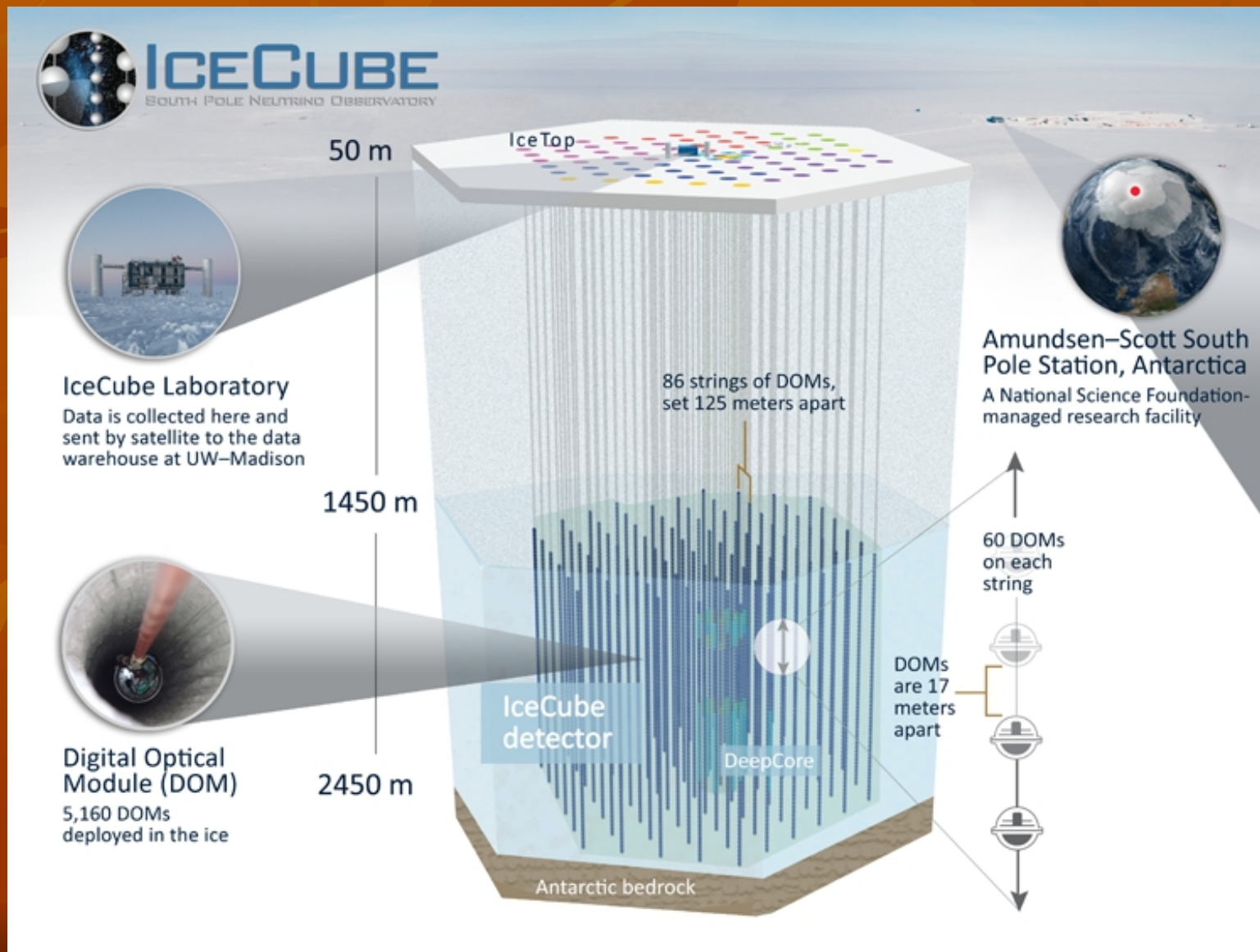
Нейтринные телескопы



Проект Байкал-GVD



Детектор IceCube



Актуальные вопросы

- Структура вещества на более глубоком уровне
- Нейтрино
- Гравитация
- Удалённые астрофизические объекты
- Управляемый термоядерный синтез
-

И ещё больше информации...

«От кварка до квазара» в соцсети
ВКонтакте

https://vk.com/quark_quasar

«Тайны квантового мира» - часть
популяризаторского проекта учащихся
Университетской Гимназии

https://vk.com/quantum_secret