

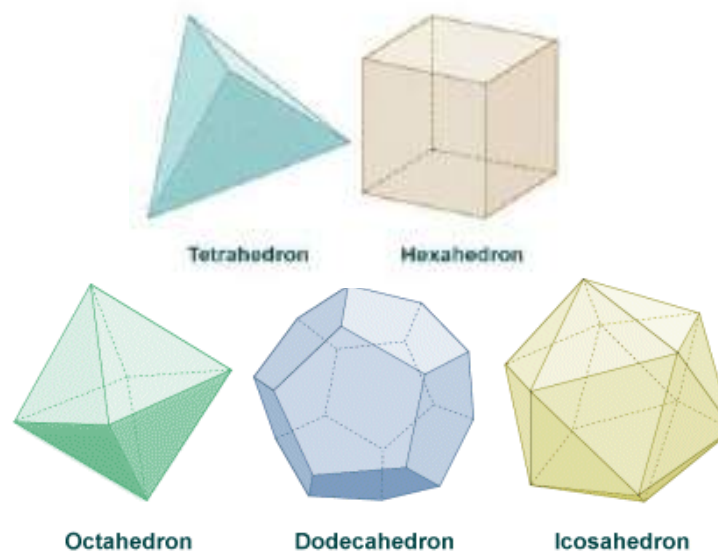


Новые технологии для поиска Новой физики

В.И. Шевченко

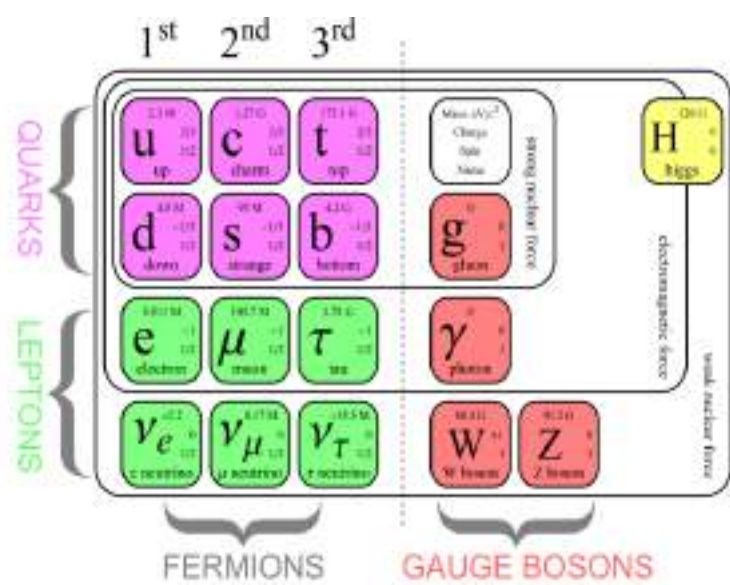


Кирпичи мироздания разных эпох



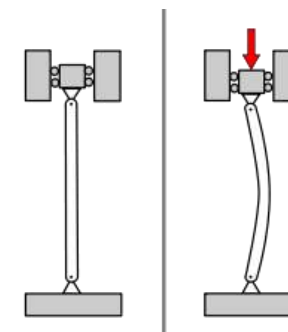
Periodic Table of the Elements

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | | | | | | | | | | | 18 | 19 | 20 | | | | | |
| H | He | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | |
| Li | Be | B | C | N | O | F | Ne | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | Ar | K | Ca | | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | | |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | | |
| 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | | |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | | |
| 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | | |
| Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Hf | Ta | W | Re | | |
| 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | | |
| Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Uut | Uuq | Uup | Uuh | Uuq | Uuo | Uuq | Uuo | | | |
| 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | | |
| Uuq | Uub | Uut | Uuq | Uur | Uus | Uud | Uue | Uuf | Uug | Uuh | Uuq | Uur | Uus | Uud | Uue | Uuf | Uug | | |
| 119 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | 121 | 122 | | |
| Uue | Uuq | | | | | | | | | | | | | | | | | Uuq | Uur |



Симметрии и их нарушение

| | Macro | Micro |
|----------|--|---|
| C |  <p>Материя-антиматерия</p> |  |
| P |  <p>Киральность</p> |  |
| T |  <p>Стрела времени</p> |  |



Большие проекты



- **Время:** порядка или больше жизни
- **Ресурсы:** государство(а)
- **Мотивация:** внеэкономическая

Проекты Megascience

Megascience – уникальные научные установки большого масштаба, создание и эксплуатация которых требует длительного объединения усилий многих специалистов, организаций и даже стран.

Ускорители и детекторы, включая
большие детекторы редких процессов

Реакторы (ядерные и термоядерные)

Лазерные комплексы

Суперкомпьютеры

Сети обработки и хранения данных

Космические проекты, включая

телескопы в различных диапазонах

The Human Genome Project

Blue Brain Project



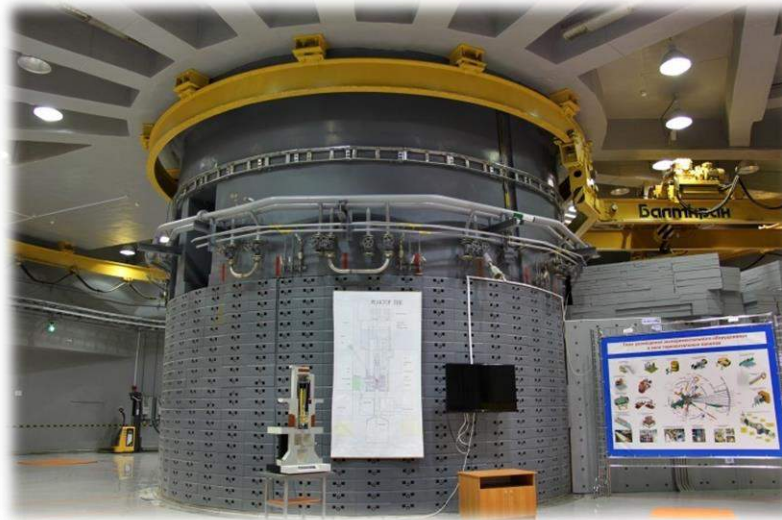
LHC



LIGO

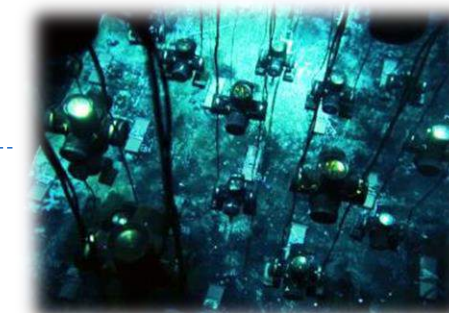
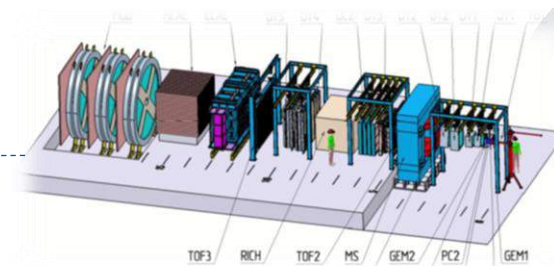
Megascience установки в России

- Ускорительный комплекс NICA (Дубна)
- Высокопоточный реактор ПИК (Гатчина)
- Лазерно-синхротронный комплекс СИЛА (Протвино)
- Синхротрон СКИФ (Кольцово)
- Лазерный комплекс УФЛ-2М (Саров)
- Реактор на быстрых нейтронах МБИР (Димитровград)



Российские научные установки «midiscience»

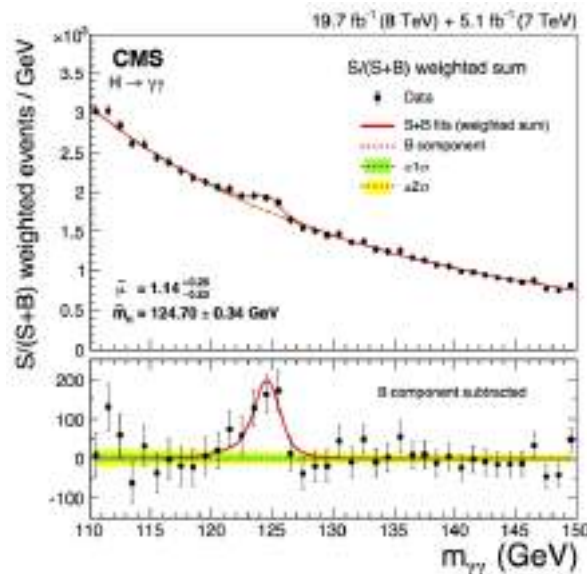
- Гига-тонный водный детектор
Baikal-GVD (ИЯИ, Байкал)
- Баксанский нейтринный телескоп
БНТ (БНО, ИЯИ РАН, Кабардино-Балкария)
- Гамма-телескоп для поиска ПэВатронов
TAIGA (НИИЯФ МГУ, Иркутская область)
- Детектор для исследования спиновой асимметрии образования чармония
СПАСЧАРМ (ИФВЭ НИЦ КИ, Протвино)
- Многофункциональный экспериментальный комплекс
НЕВОД (НИАУ МИФИ, Москва)



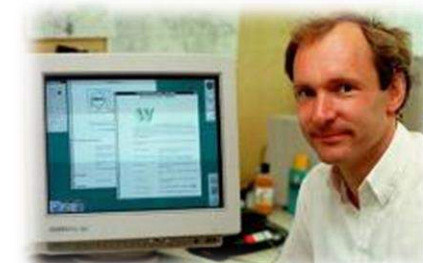
Фундаментальная наука как заказчик технологий



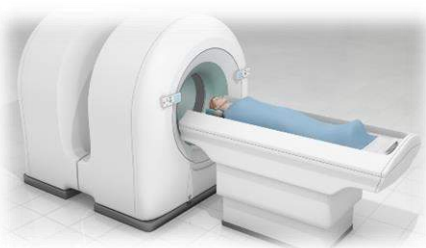
Сверхпроводящие магниты



Криогеника



Обработка информации



Детекторы частиц



It's all about respect

HR технологии
Soft skills

«Новые направления в науке гораздо чаще возникают благодаря новым приборам, чем из-за новых концепций. Новые теории объясняют старые вещи на новый лад. Новые эксперименты открывают новые вещи, для которых ещё нет объяснений».



Ф.Дайсон

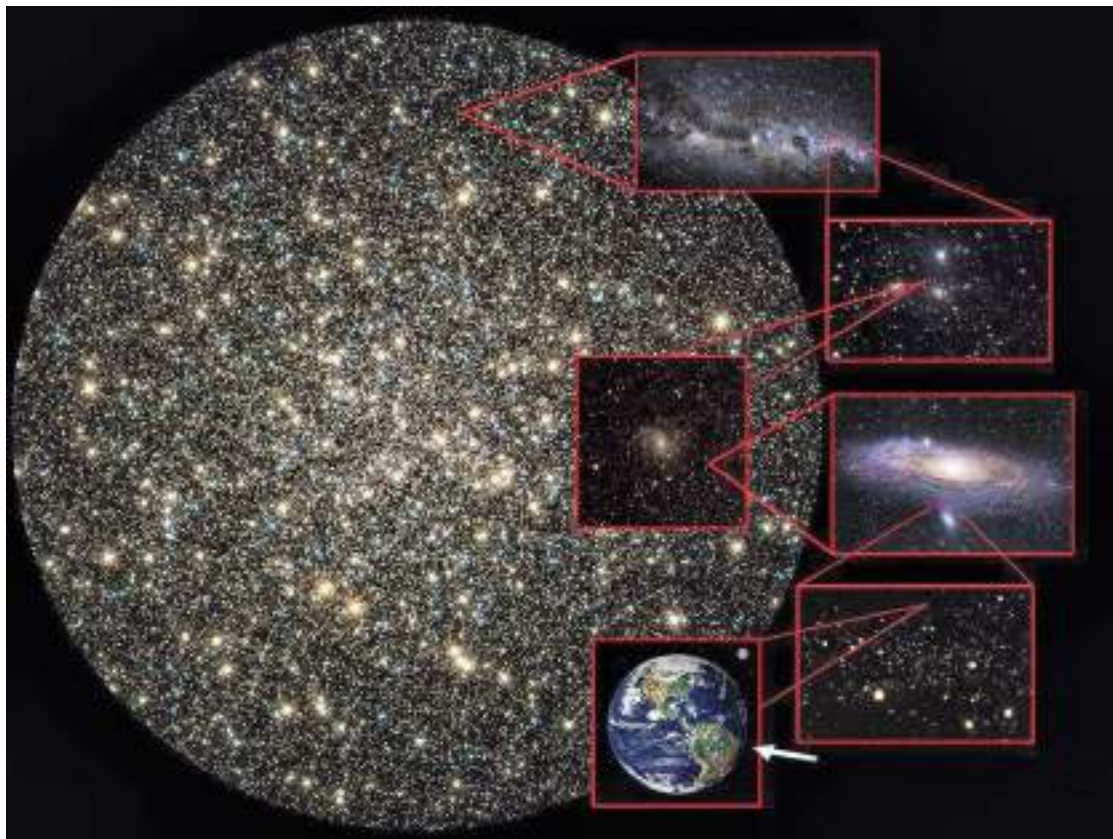


Микроскоп
Телескоп

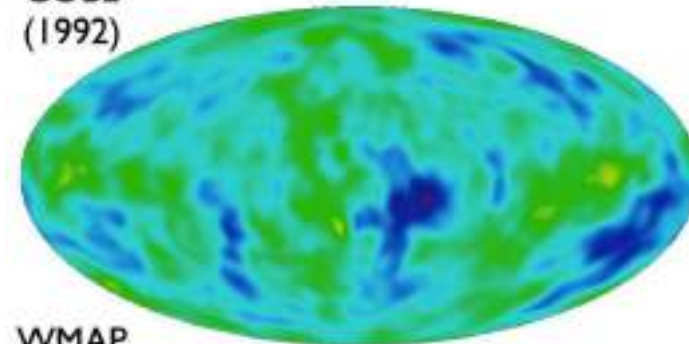
Криостат
Детектор



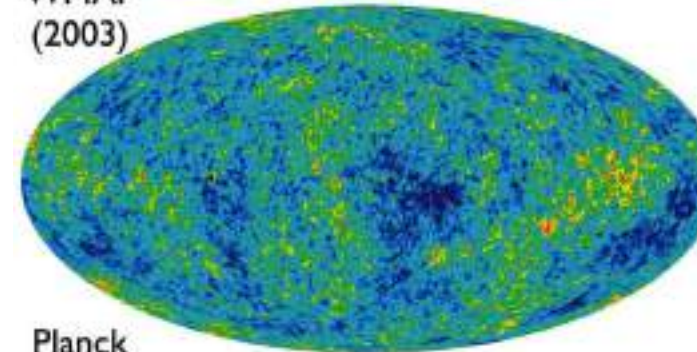
$E \rightarrow m$ ← $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$ → $m \rightarrow E$



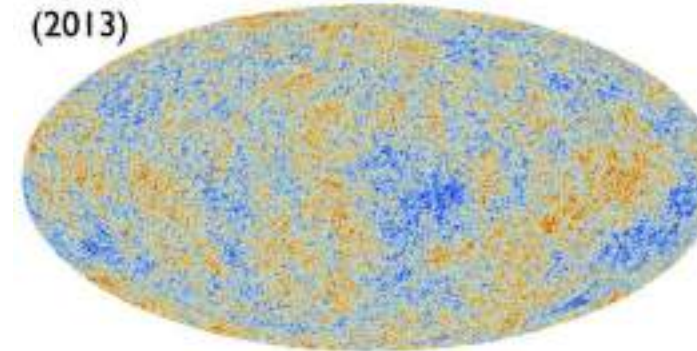
COBE
(1992)



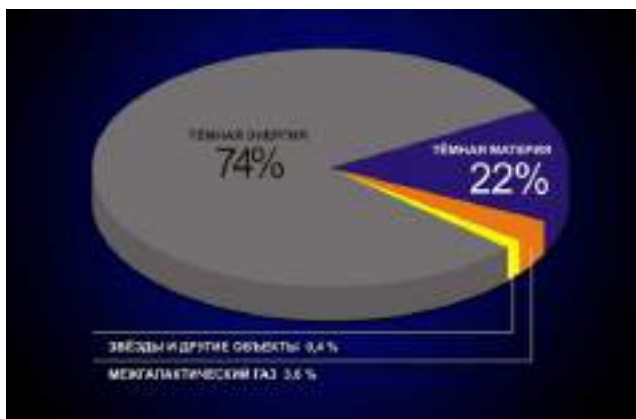
WMAP
(2003)



Planck
(2013)



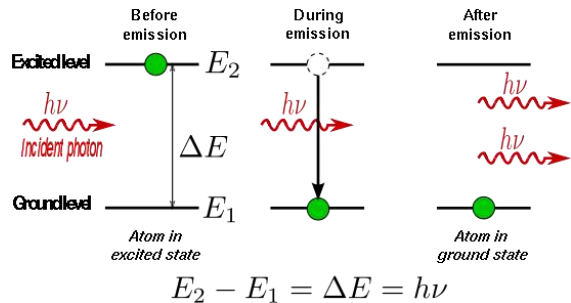
Микроволновое излучение:
фотография Вселенной в
возрасте 300 тысяч лет



НИТУ МИСИС
Земля
Солнечная
система
Млечный путь
Местная группа
Скопление Девы
Ланиакя

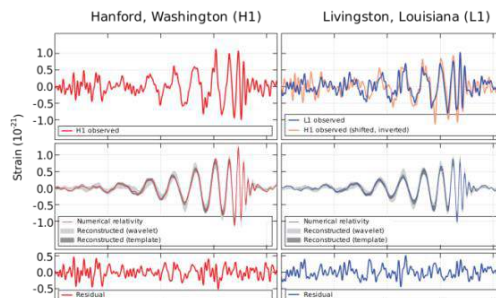
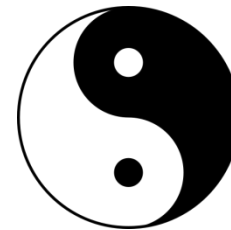
Достижения фундаментальной науки

Возникновение новых технологий



Квантовые свойства света. Спонтанное и вынужденное излучение.
(**А.Эйнштейн, 1905; 1917**)

Квантовые генераторы электромагнитных волн.
(**Ч.Таунс, Н.Басов, А.Прохоров, Т.Майман, 1955-1960**)



Гравитационные волны.
(Коллаборация **LIGO/ VIRGO, 2015**)

Лазерные интерферометры.

В 1982 году премьер-министр Великобритании Маргарет Тэтчер посетила Европейскую организацию по ядерным исследованиям в Женеве (ЦЕРН), где между нею и молодым теоретиком Джоном Эллисом состоялся следующий диалог:



- What do you do young man?
- I think of things that the experiments can look for, and I hope that the experiments find something different.
- Wouldn't it be better, young man, if they found what you predicted?
- No, it would not.

Инженер и учёный



Учёный делает предсказание и надеется, что опыт его не подтвердит, поскольку высшей ценностью для него является **несравнимое новое знание**.

Идеальное ТЗ для учёного:

«Пойди туда, не знаю куда, принеси то, не знаю что.»

Учёный ищет факты (явления, соотношения, законы), которые верны, с данной точностью, всегда и везде, независимо от его личных обстоятельств. В этом смысле учёный **«открывает»** – **«to discover»**.

Несколько первых знаков числа π можно определить экспериментально.

$\pi =$ 3.141592653589793238462643
3832795028841971693993751
0582097494459230781640628
6208998628034825342117067
9821480865132823066470938
4460955058223172535940812
848113745446410270145511

99-й знак числа π нельзя «измерить» никаким феноменологическим способом. Однако он, несомненно, (пре)существует и мы способны разработать методы, чтобы его определить.

Инженер имеет цель и план, как её достичь. Инженер не «открывает», а **«создаёт»** – **«to create»** – объекты, которых до него не существовало.

| Эйфелева башня | | | | |
|--|---|--|---|---|
| (Густав Эйфель, Морис Кеклен (англ. Maurice Koechlin), Эмиль Нужье (англ. Émile Nouguier) и др.) | | | | |
| Инженеры | Идея | Проект | Строительство | Готовое сооружение |
|  |  |  |  |  |

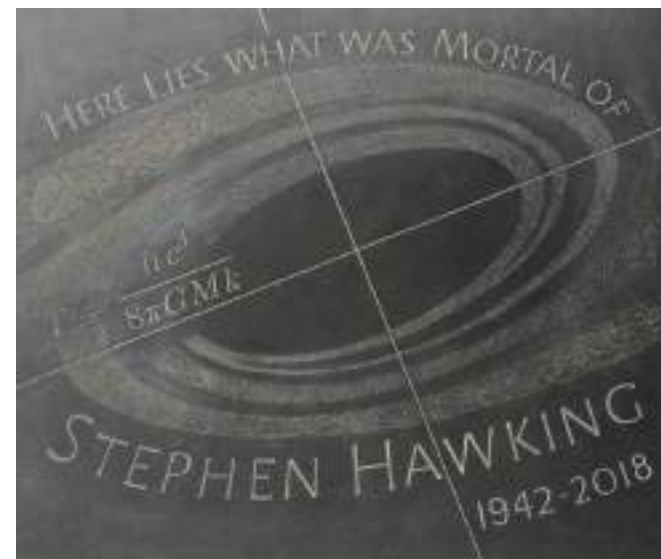
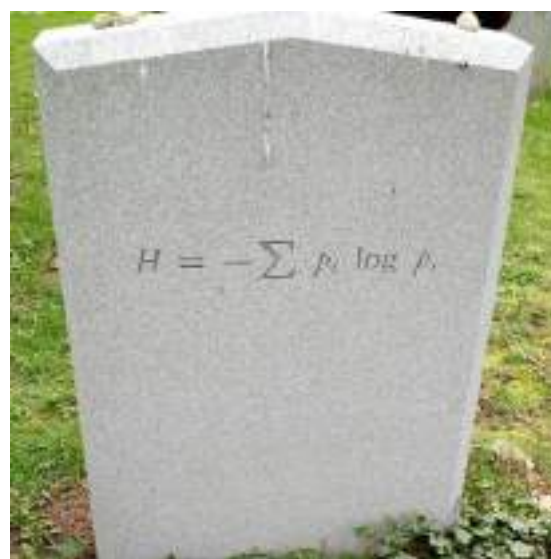
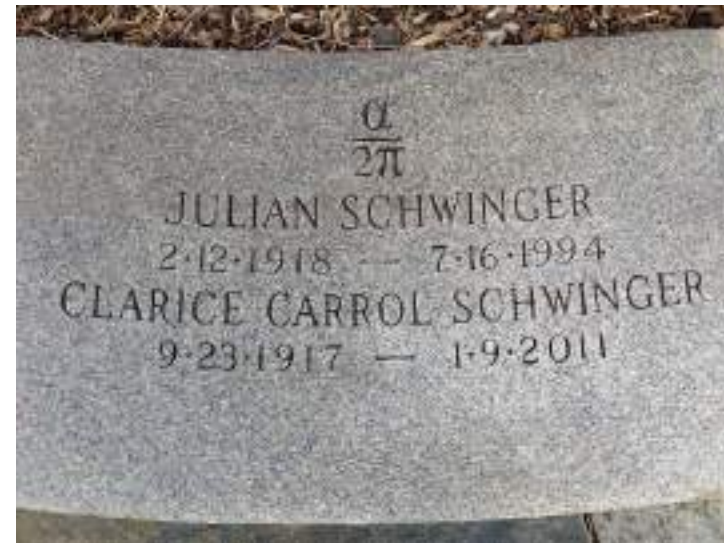


Ingenium (лат) — изобретательность.

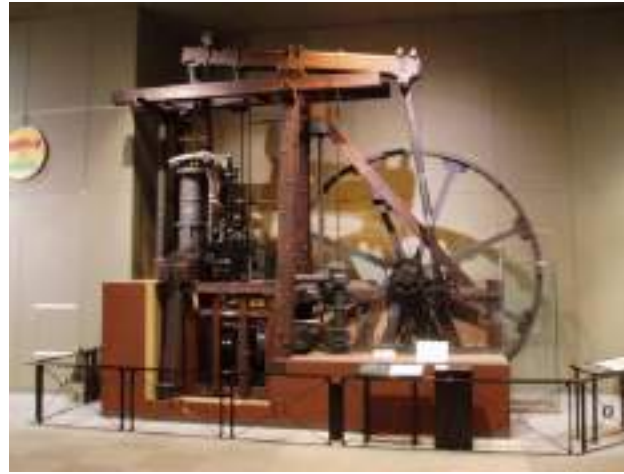
В русском языке допетровской эпохи инженер – **«розысл»**.



Успешность учёного тем выше, чем больше «вечного» в его результатах.



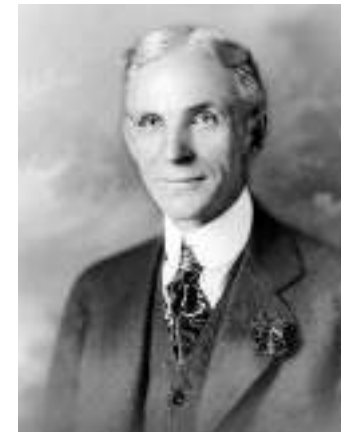
Достижения инженера в исключительных случаях также могут жить века, но, как правило, нет.



А. Фиораванти



Д.Уатт



Г.Форд



Б.Франклин



$$\begin{cases} e^{iklm} \frac{\partial F_{lm}}{\partial x^k} = 0 \\ \frac{\partial F^{ik}}{\partial x^k} = -\frac{4\pi}{c} j^i \end{cases}$$



Д.Максвелл

Из всех электромагнитных устройств XVIII – XIX веков до наших дней в фактически неизменном виде дошло только одно – первое – громоотвод.

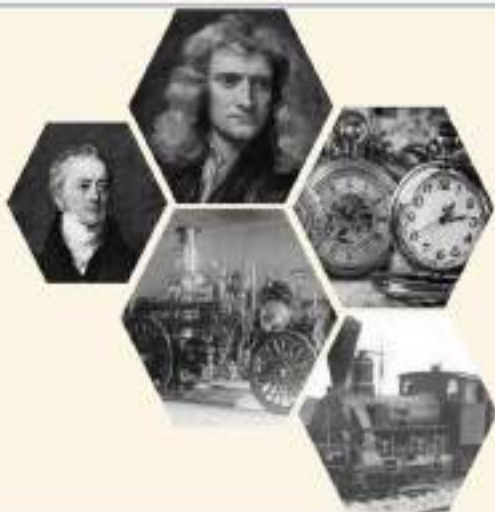
«В истории человечества, как она будет восприниматься, скажем, через 10 тысяч лет от сегодняшнего дня, не может быть сомнений о том, что было самым важным событием XIX века – это открытие Максвеллом законов электромагнетизма. На фоне этого Гражданская война в Америке будет выглядеть мелкой провинциальной заварушкой.»



Р.Фейнман

$\hbar = 0$

Механика
Термодинамика



XVIII век

Электромагнетизм

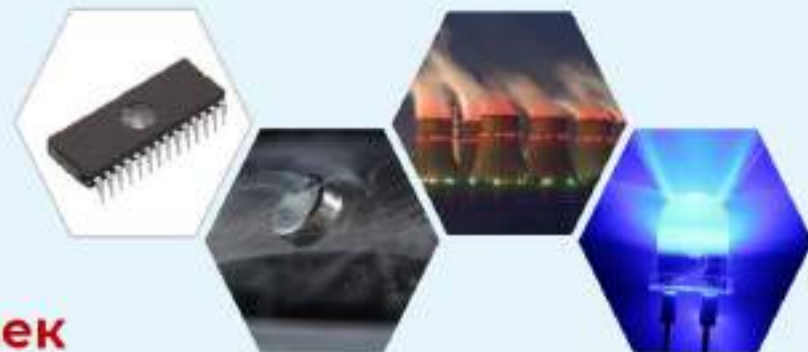


XIX век

Классическая физика

$\hbar \neq 0$

Квантовая механика
Ядерная физика

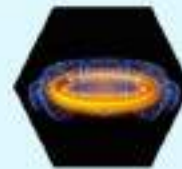


XX век

Квантовая теория поля
Новая сложность



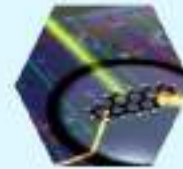
Релятивистская
квантовая
инженерия



Новые
энерготехнологии



Лазеры и
ускорители



Радиофотоника

XXI век

Квантовая физика

Наш мир:
 $\hbar = 1,054\ 571 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
 $c = 299\ 792\ 458$ м/с

$c = \infty$

$c \neq \infty$

В настоящее время специальная теория относительности, лежащая в основе физики и технологий ускорителей и детекторов частиц является, фактически, инженерной дисциплиной.

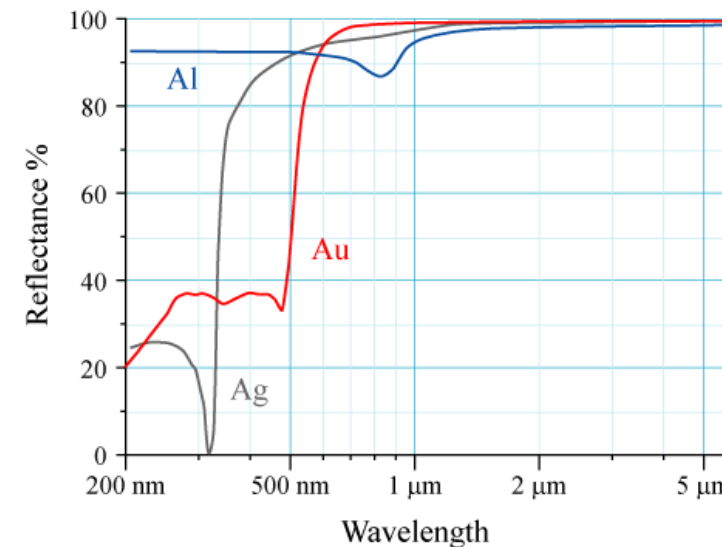
Спутники **GPS**:
высота ~ **20 000** км
скорость ~ **14 000** км/ч



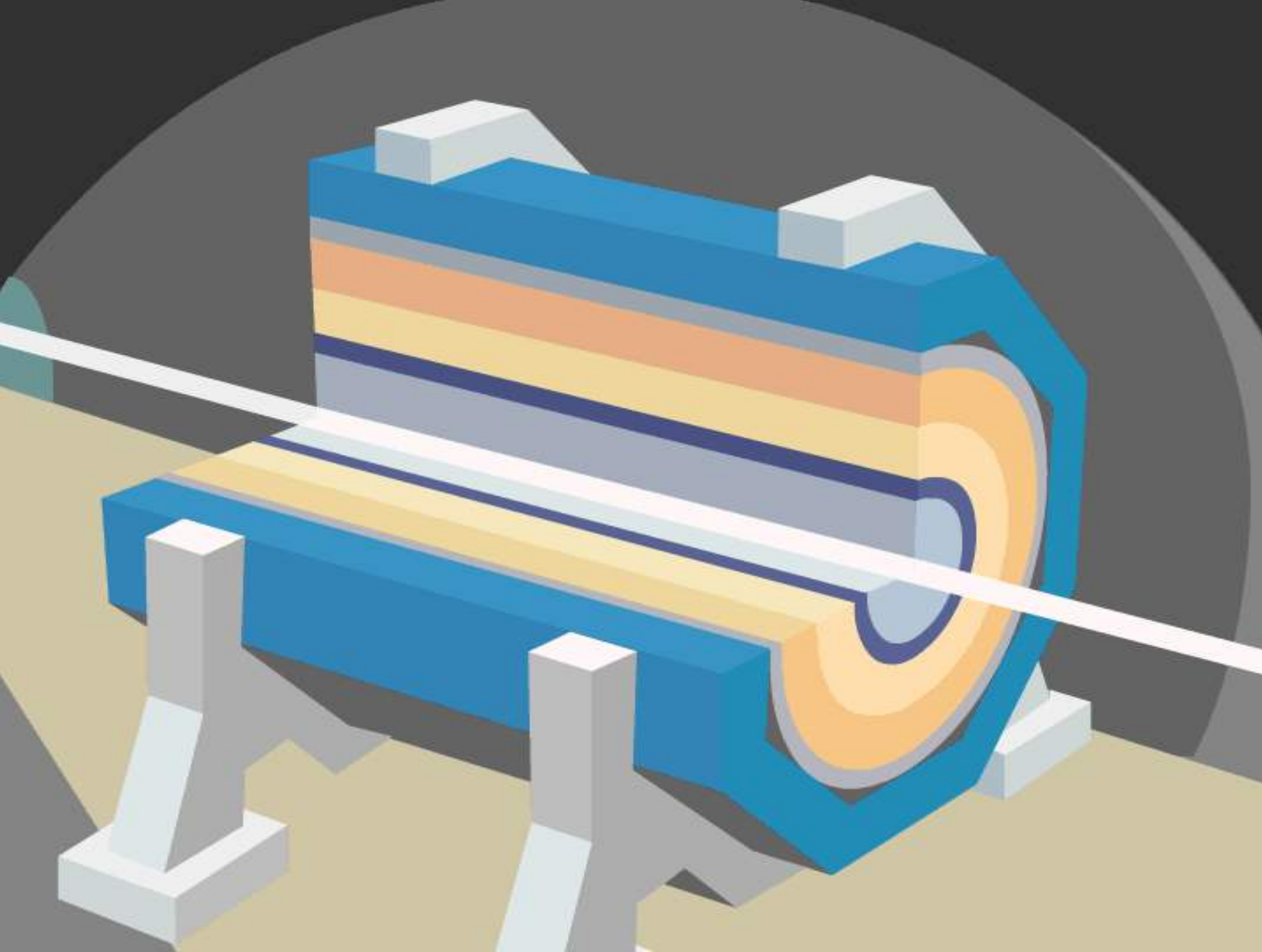
запаздывание за счёт движения
~ **7000** наносекунд в сутки (СТО)

ускорение за счёт более слабого
гравитационного поля на высоте
~ **45000** наносекунд в сутки (ОТО)

скорость накопления ошибки без
учёта СТО и ОТО ~ **7** метров в
минуту



Золото сильно поглощает голубой свет и поэтому кажется жёлтым. За это поглощение отвечает **5d-6s** электронный переход. Аналогичный переход есть у серебра, но **4d-5s** щель у серебра существенно больше, чем **5d-6s** щель у золота – за счёт релятивистских эффектов.

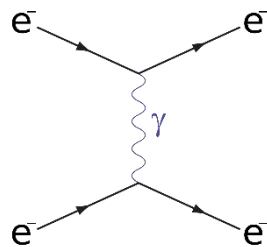




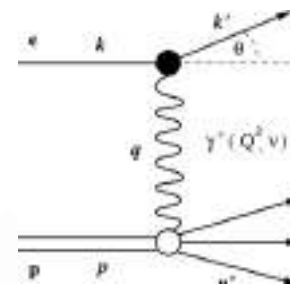
Основные объекты интереса – вероятности:

- **рассеяния**

Вероятности
измеряются
в единицах
площади

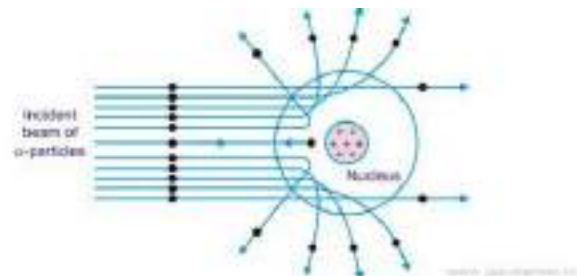


Упругое

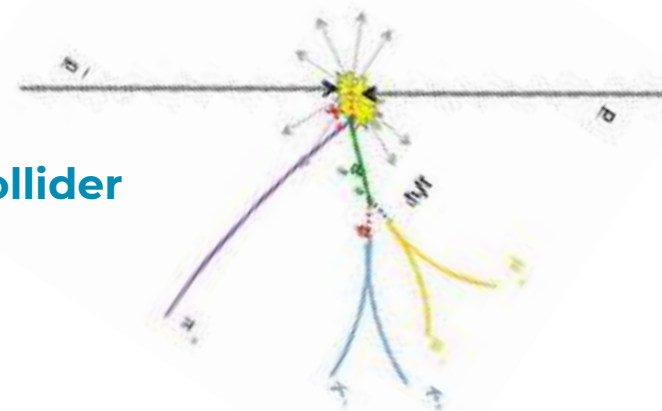


Неупругое

Fixed target



Collider



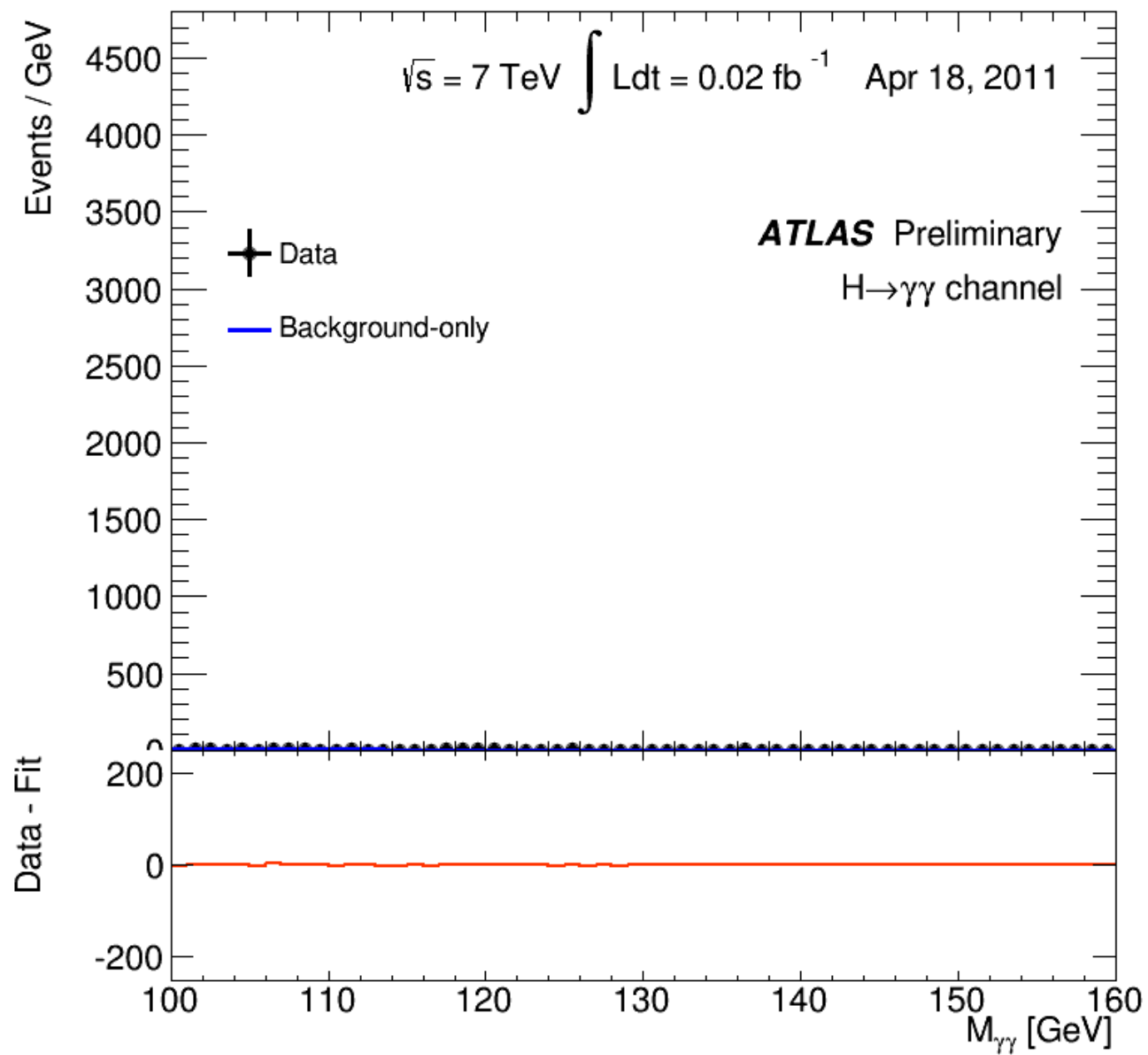
- **распадов**

Вероятности
измеряются
в единицах
обратного времени



$$-\Delta N \propto N \cdot \Delta t$$

Частицы не стареют!



Программа реализуется на площадке НИТУ МИСИС с 2018 года



Welcome on board!

