

МБОУ Татарско-Кандызская СОШ  
Бавлинского муниципального района РТ

# Плазма

Выполнил: учащийся 10 класса **Лихачёв Денис Мансурович**

Научный руководитель: учитель физики **Валиуллина Рамзия  
Хамзовна**

2012

# Содержани е:

- Понятие плазмы
- Примеры плазмы
- Открытие плазмы
- Плазма в быту
- Плазменные технологии
- Плазма для практических целей
- Плазма во вселенной

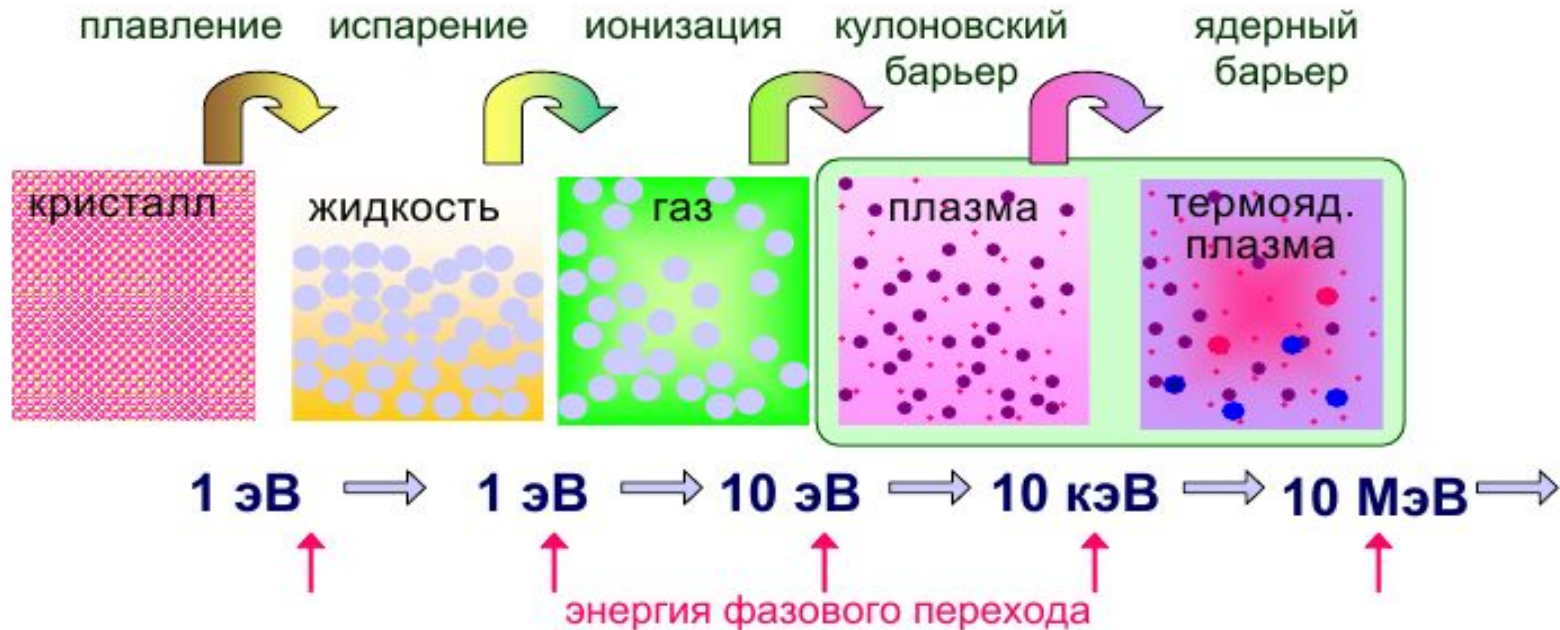
# Понятие плазмы

Плазма – это квазинейтральная среда, состоящая из заряженных и нейтральных частиц

- Слово «квазинейтральная» означает, что количество положительных и отрицательных зарядов в единице объёма практически одинаково.
- Есть и дополнительные условия, при соблюдении которых данную совокупность частиц можно считать плазмой.
- Слово «среда» часто заменяется на слово «газ». Оба варианта не являются идеальными.

# Четвертое состояние вещества

- Плазма = квазинейтральная среда заряженных частиц



- При достаточно сильном нагревании любое вещество испаряется, превращаясь в газ. Если увеличивать температуру и дальше, резко усилится

процесс термической ионизации, то есть молекулы газа начнут распадаться

на составляющие их атомы, которые затем превращаются в ионы.

## Открытие плазмы



ЛЭНГМЮР (Langmuir) Ирвинг (31.01.1881– 16.08.1957), американский физик и физикохимик.

Ввел слово **плазма** в физику и химию (21.06.1928). Труды по электрическим разрядам в газах, термоэлектронной эмиссии, вакуумной технике и др. Исследовал поверхностные явления (адсорбция, мономолекулярные слои и др.).

Нобелевская премия «**За открытия и исследования в области химии поверхностных явлений**» (1932).

### OSCILLATIONS IN IONIZED GASES

BY IRVING LANGMUIR

RESEARCH LABORATORY, GENERAL ELECTRIC CO., SCHENECTADY, N. Y.

Communicated June 21, 1928

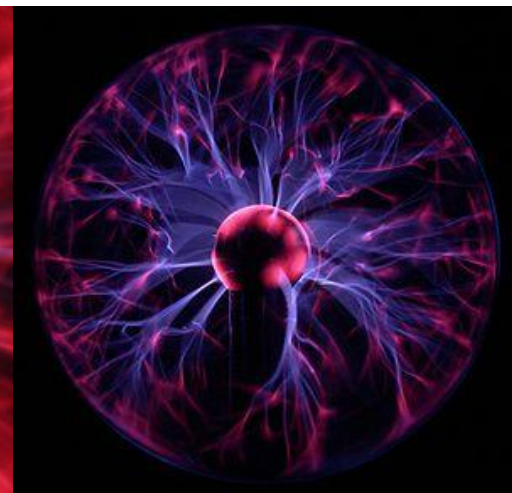
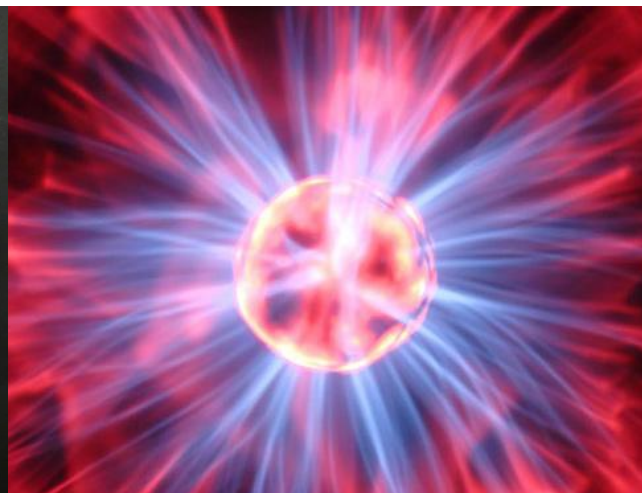
In strongly ionized gases at low pressures, for example in the mercury arc, the free electrons have a Maxwellian velocity distribution corresponding to temperatures that may range from  $5000^{\circ}$  to  $60,000^{\circ}$ , although the mean free path of the electrons may be so great that ordinary collisions cannot bring about such a v

*Proc. of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 14 (8), 627 (1928).*

It seemed that these oscillations must be regarded as compressional electric waves somewhat analogous to sound waves. Except near the electrodes, where there are *sheaths* containing very few electrons, the ionized gas contains ions and electrons in about equal numbers so that the resultant space charge is very small. We shall use the name *plasma* to describe this region containing balanced charges of ions and electrons.

(Газетная вырезка)

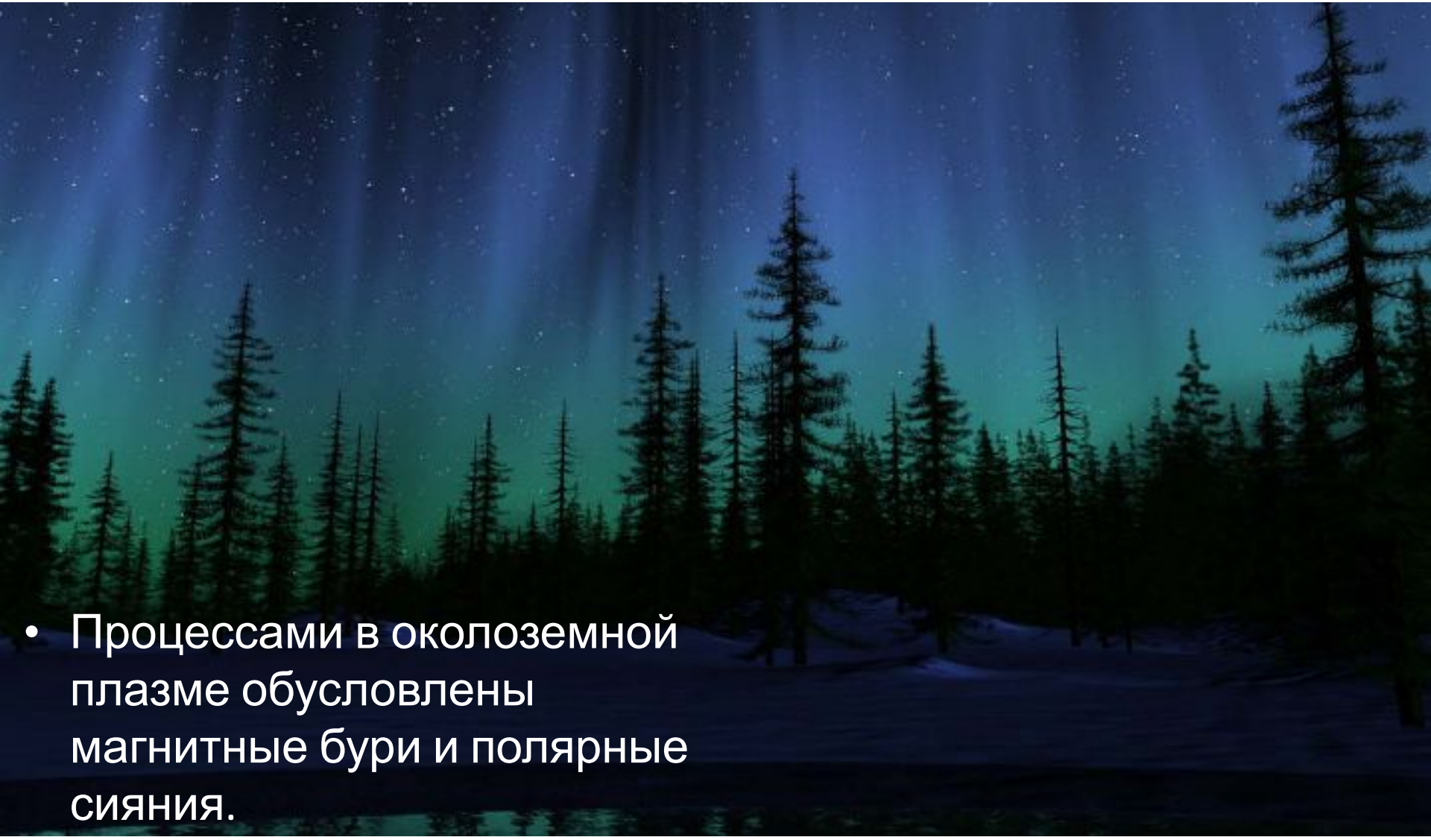
# Примеры плазмы



# Плазма молнии



# Околоземная плазма



- Процессами в околоземной плазме обусловлены магнитные бури и полярные сияния.



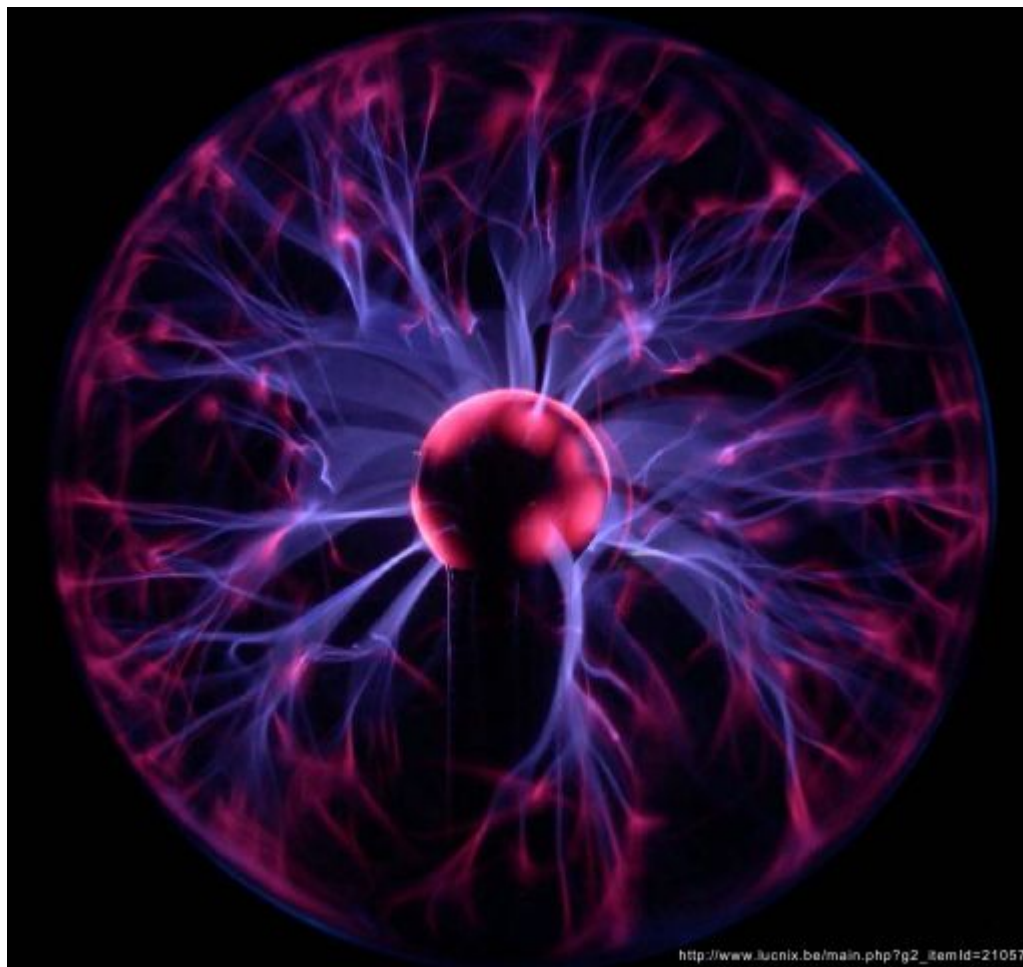
# Вселенная

галактика М51

"Каждый раз, когда вы смотрите на небо, каждая из из тех точек света является напоминанием о том, что термоядерная мощность извлекается из водорода и других легких элементов, и это повседневная реальность всей Галактики Млечный Путь".

- Карл Саган, Спитцерская лекция, октябрь 1991

## Плазма в быту



## Плазменные источники света:

- эффективность
- яркость



## Плазменные технологии

- **Травление**



- **Эпитаксия**



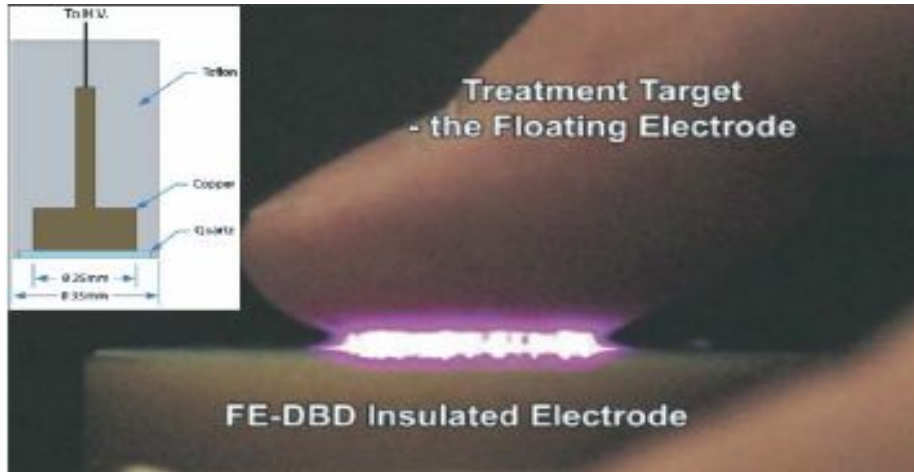
## Плазма для практических целей



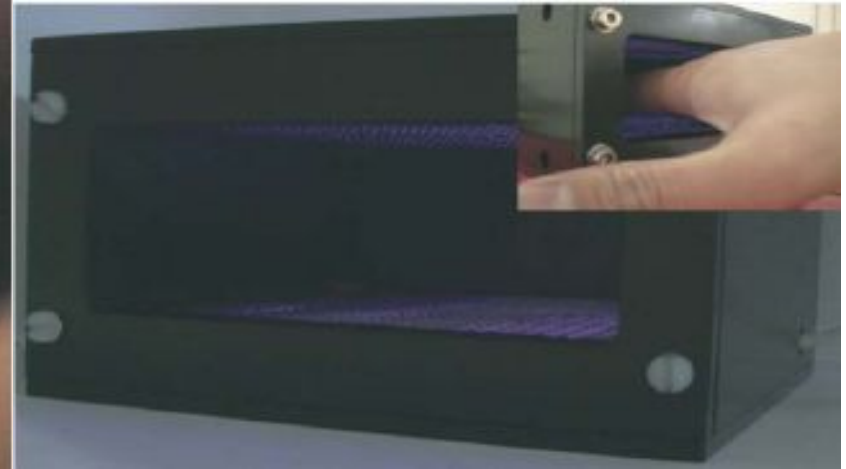
- Плазменные технологии важны для индустрии.  
Годовое производство >200 млрд. US\$  
(Доклад в Конгрессе США)
- Переработка отходов, очистка воды и продуктов
- Покрытия и пленки: SiO<sub>2</sub>, алмазы
- Электроника и компьютерные микросхемы ...
- Жёсткие диски для компьютеров
- Плазменные дисплеи
- Современные материалы... керамика
- Высокоэффективное освещение
- Лазерные технологии
- Медицина

# Плазменная медицина: примеры

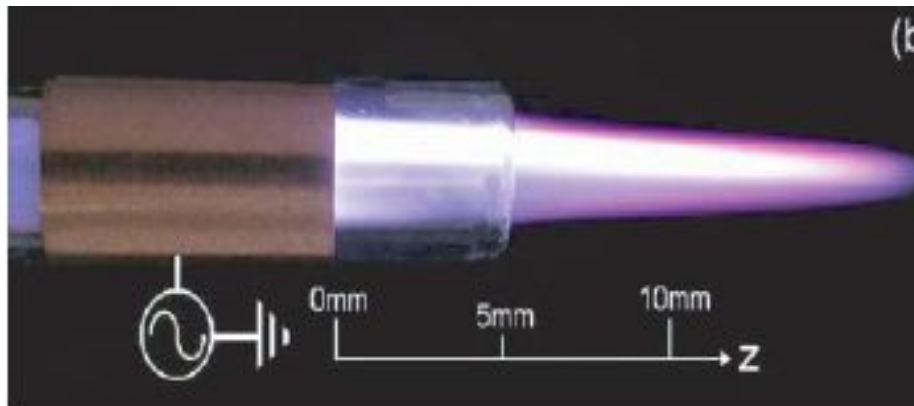
- Прямое воздействие плазмы на кожу



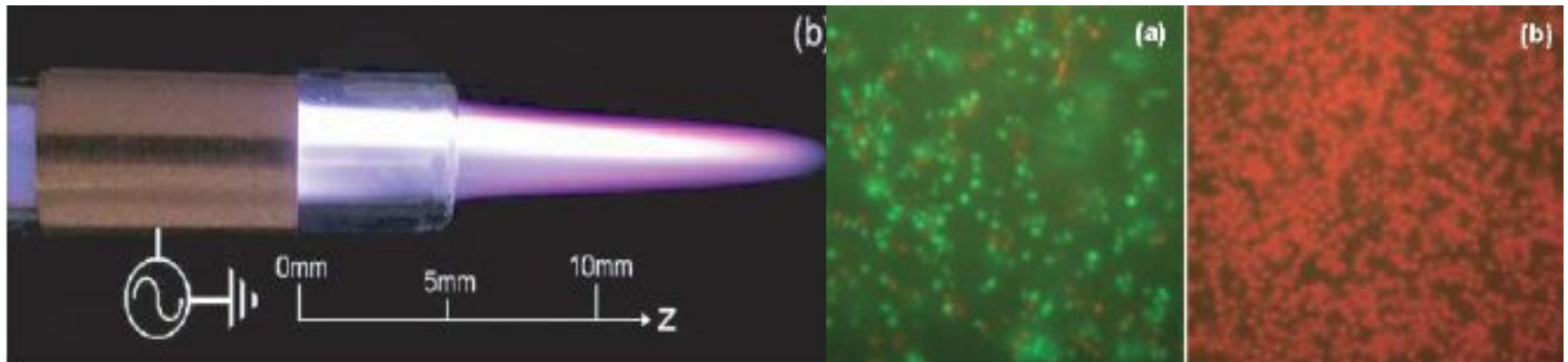
- Обеззараживание рук



- Плазменный скальпель

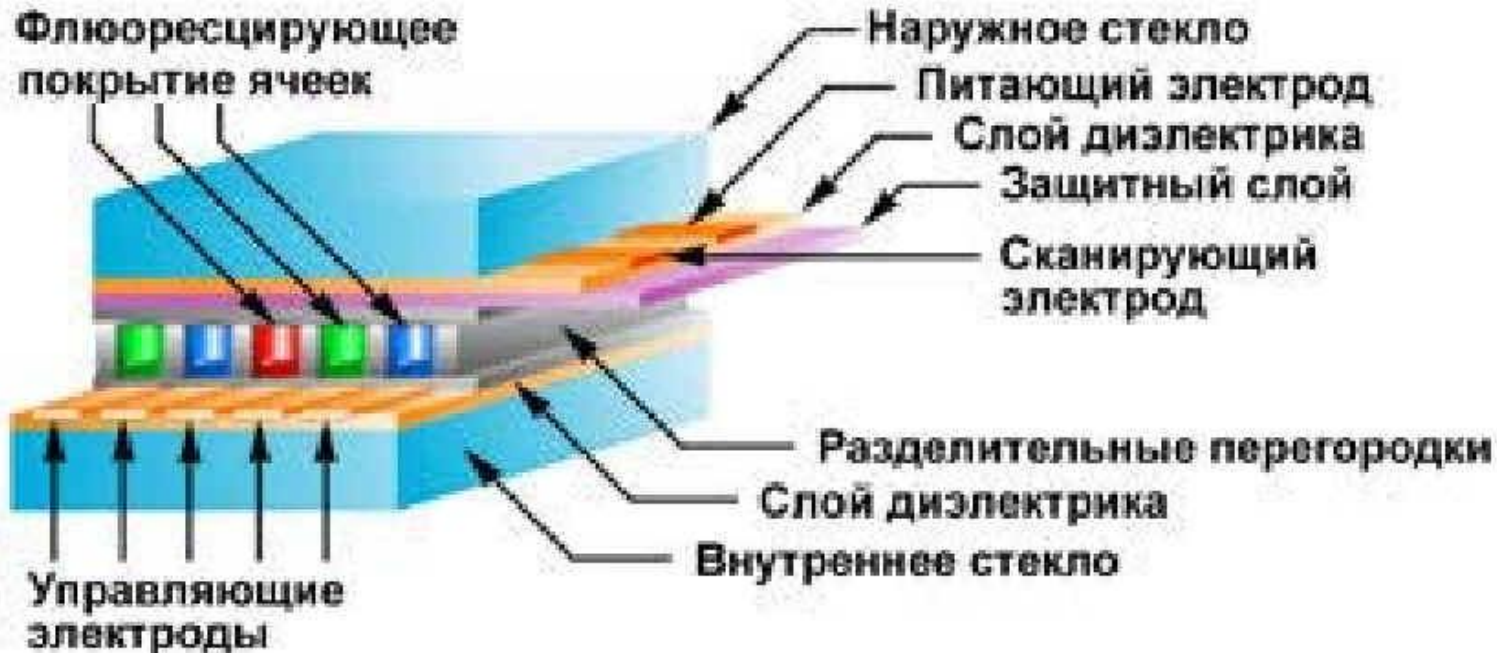


- Стерилизация.  
(зелёные – живые споры,  
красные – нет)



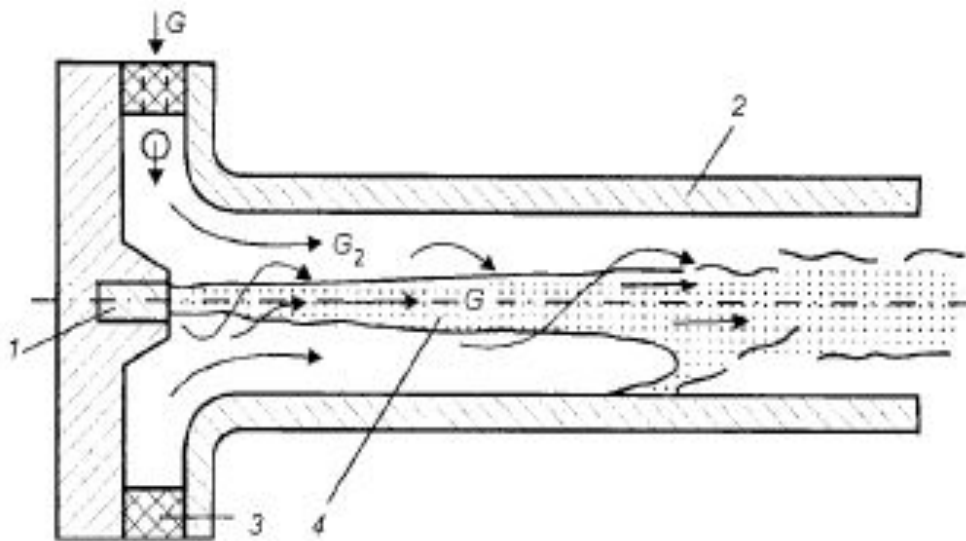
# Плазменный дисплей

Газоразрядный экран (также широко применяется английская калька «плазменная панель») или устройство отображения информации — монитор, дисплей с увеличенным экраном (32" дюйма или большим), использующее в своей работе явления электрического разряда в газе и возбуждаемого им свечения люминофоров.



# Дуговые плазмотроны

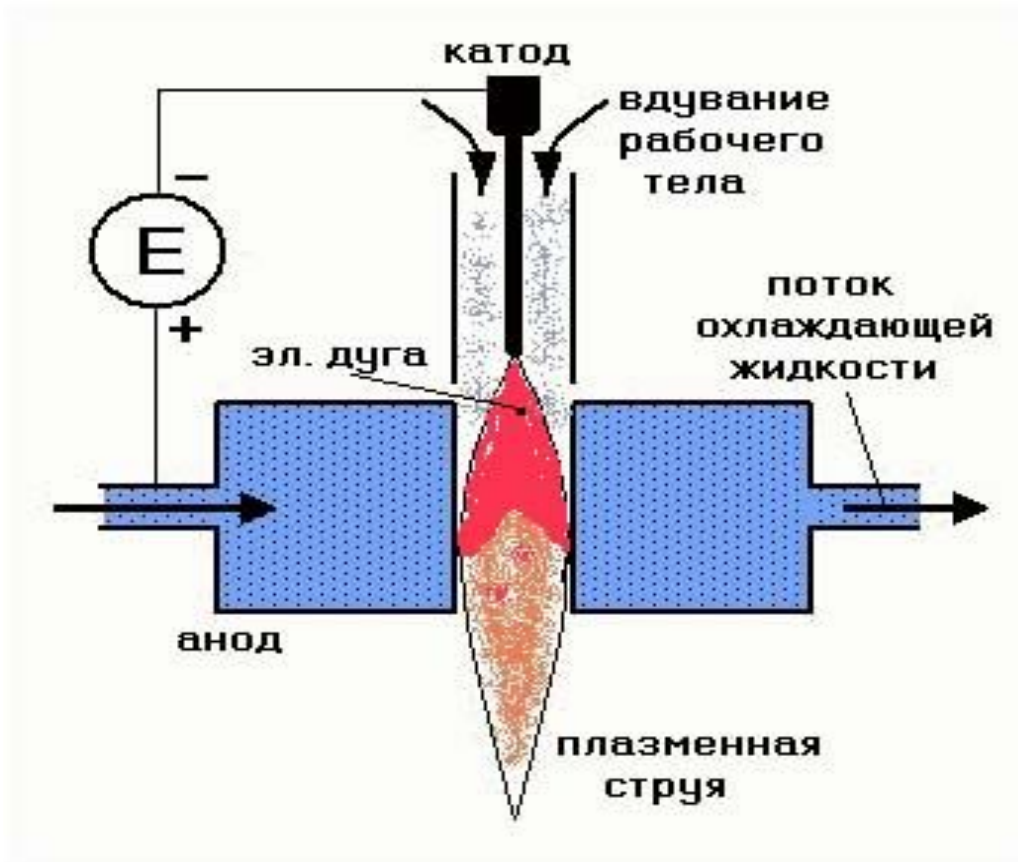
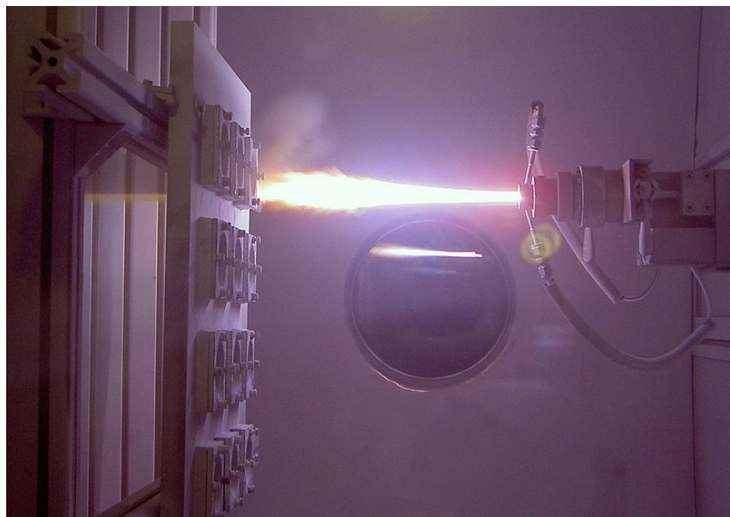
- плазмотроны - электродуговые генераторы термической плазмы



- 1 - внутренний (торцевой) электрод
- 2 - цилиндрический выходной электрод
- 3 - изолятор
- 4 - электрическая дуга

**Применение:** Плазменная сварка, плазменная резка, плазменная плавка, реактор для производства химических соединений, производство мелкодисперсных материалов, уничтожение отходов.

# Плазмотроны





# Двигатели для космоса

## Почему плазменные двигатели?

Формула Циолковского:  $M = M_0 \exp(-\Delta V / u_0)$

$M$  - конечная масса ракеты (полезная)

$M_0$  - стартовая масса

$\Delta V$  - полное изменение скорости экспедиции

$u_0$  - скорость истечения рабочего тела в двигателе

Пример: полет на Луну:  $\Delta V = 23$  км/с,

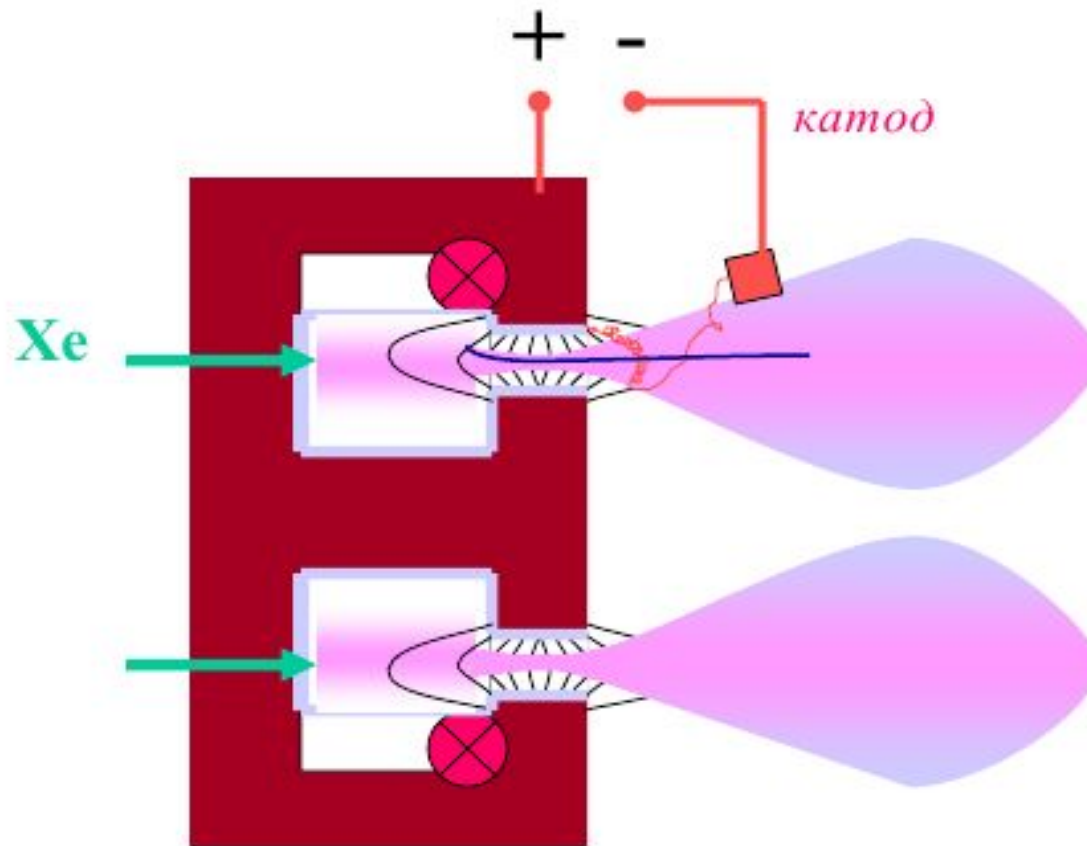
Для экспедиции Сатурн-Аполлон:  $u_0 = 4$  км/с,  $M = 5$  т,  $M_0 = 2900$  т

Максимальная скорость истечения газа для двигателя на  $u_0 = 4,5$  км/сек

Для каждой экспедиции существует оптимальная скорость газа, при которой расход массы минимальный.

Экспедиция на Марс: крейсерская мощность – 10 МВт, тяга – 100 Н, полное изменение скорости за полёт ~ 100 км/с

# Принцип работы плазменного двигателя

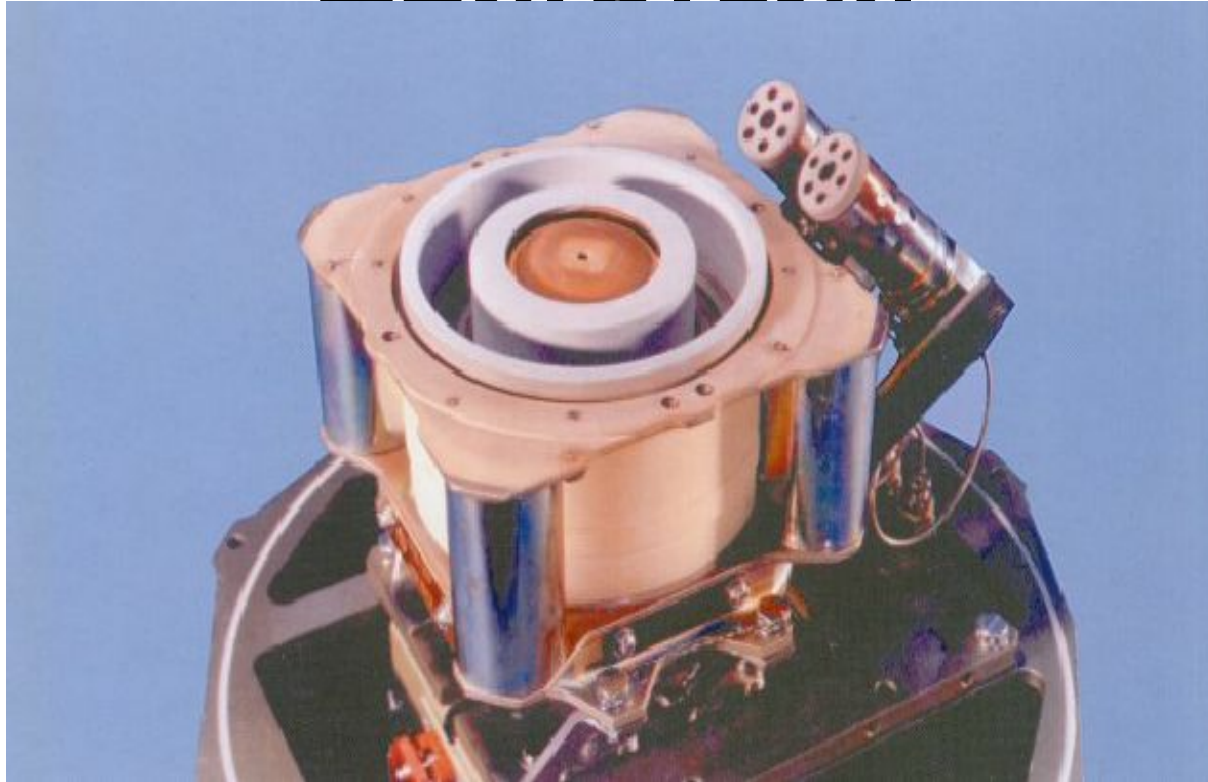


Электроны замагничены, а ионы - нет

$$U \sim V_a$$

Электроны: движение в скрещенных полях, большой ток, ионизация газа  
Ионы: ускорение поперёк магнитного поля, внешний нейтрализатор потока

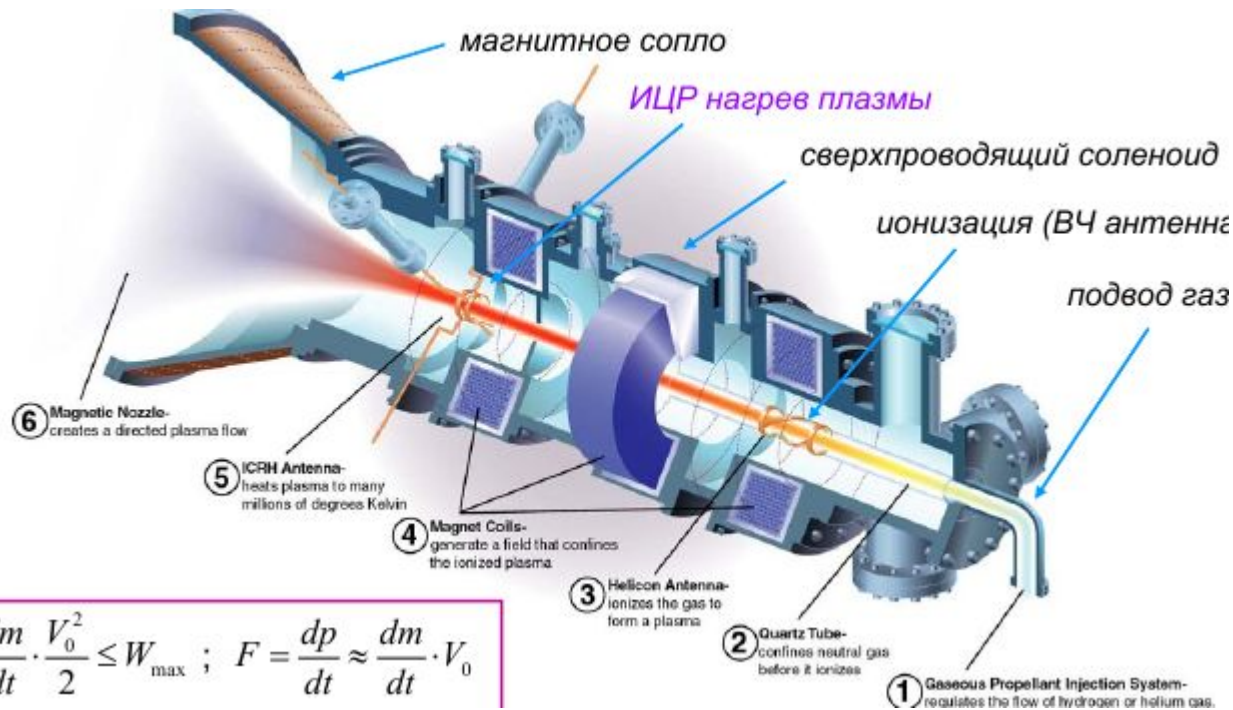
# Образец плазменного двигателя



Стационарный плазменный двигатель СПД-100, предназначен для корректировки орбиты космических аппаратов типа "Экспресс-АМ", "Галс" и др.

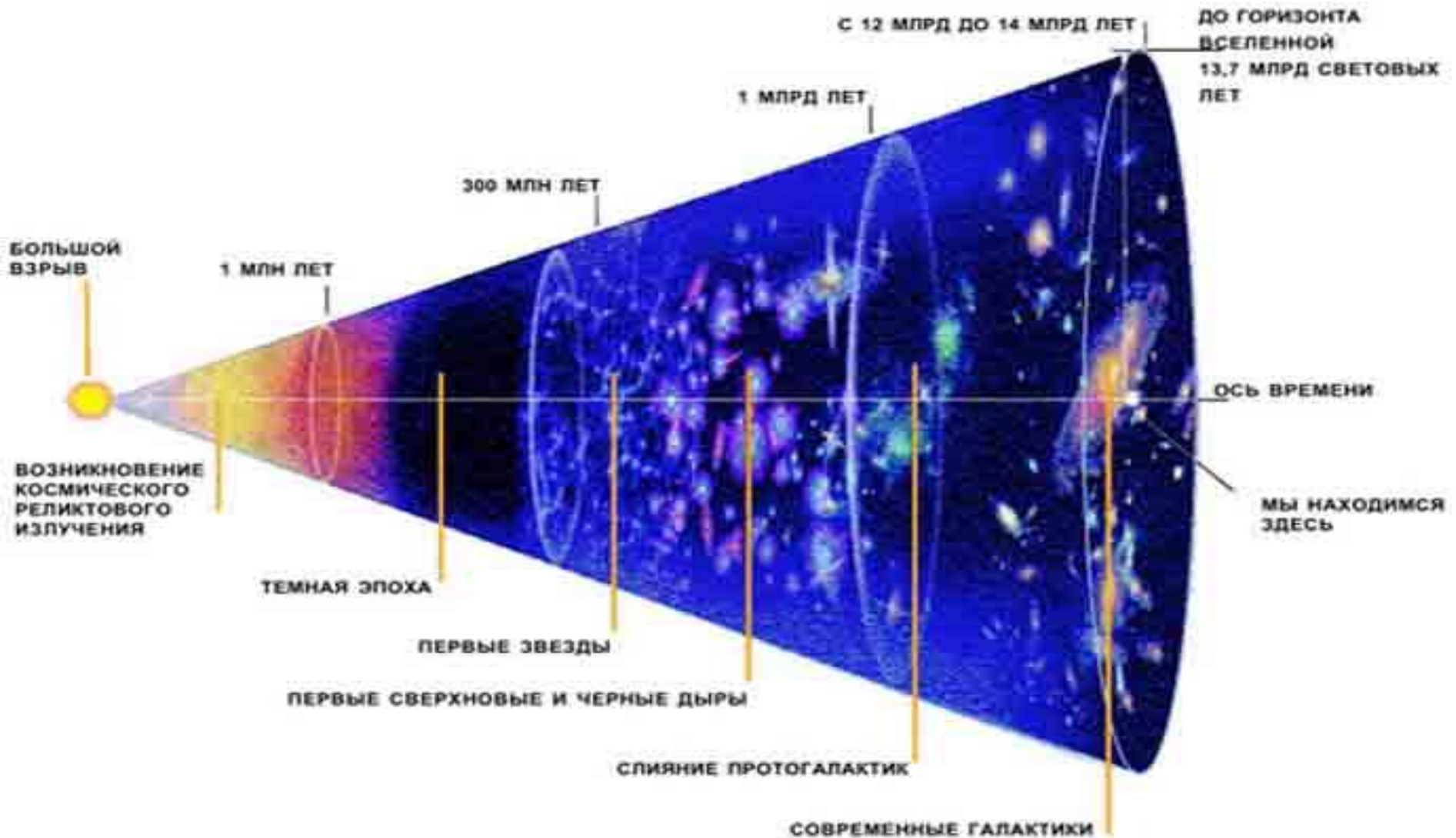
# Двигатель VASIMR (США)

Основная идея: использование техники плазменного эксперимента для создания двигателя, в котором скорость истечения рабочего тела может изменяться в широких пределах: от 30 до 300 км/с (выбор режима: тяга или расход топлива)

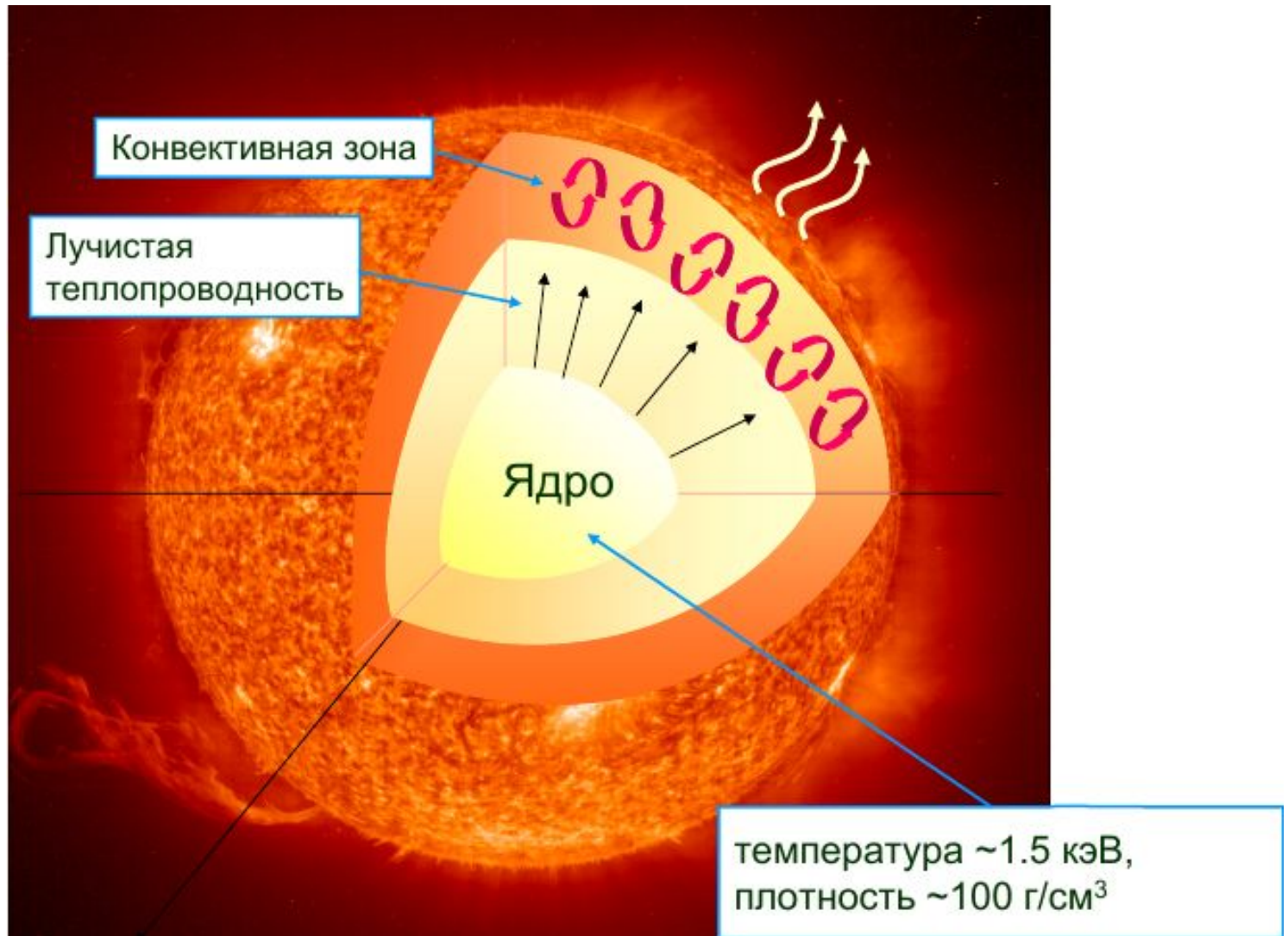


$$\approx \frac{dm}{dt} \cdot \frac{V_0^2}{2} \leq W_{\max} ; F = \frac{dp}{dt} \approx \frac{dm}{dt} \cdot V_0$$

# Плазма во вселенной



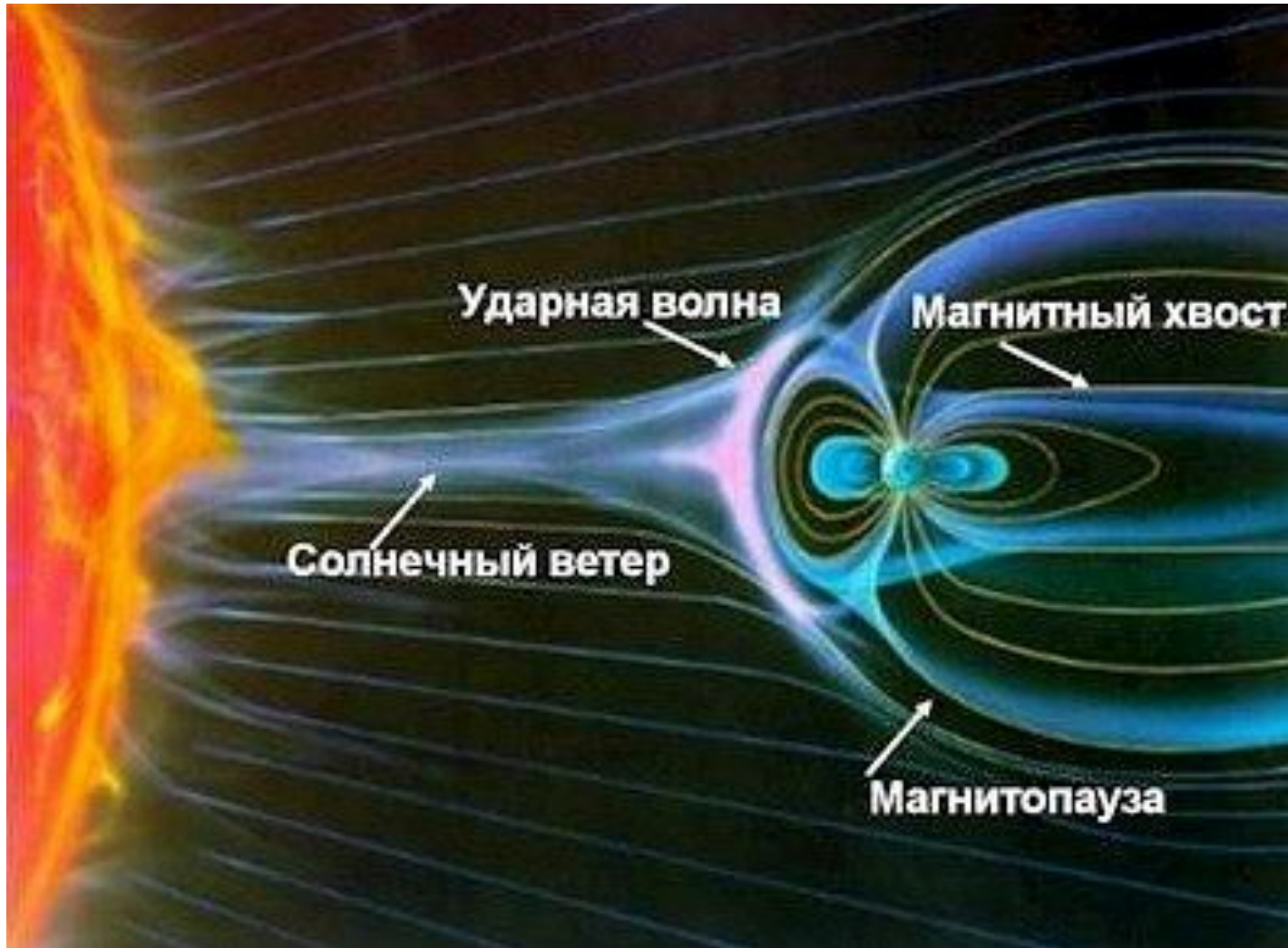
# Структура солнца



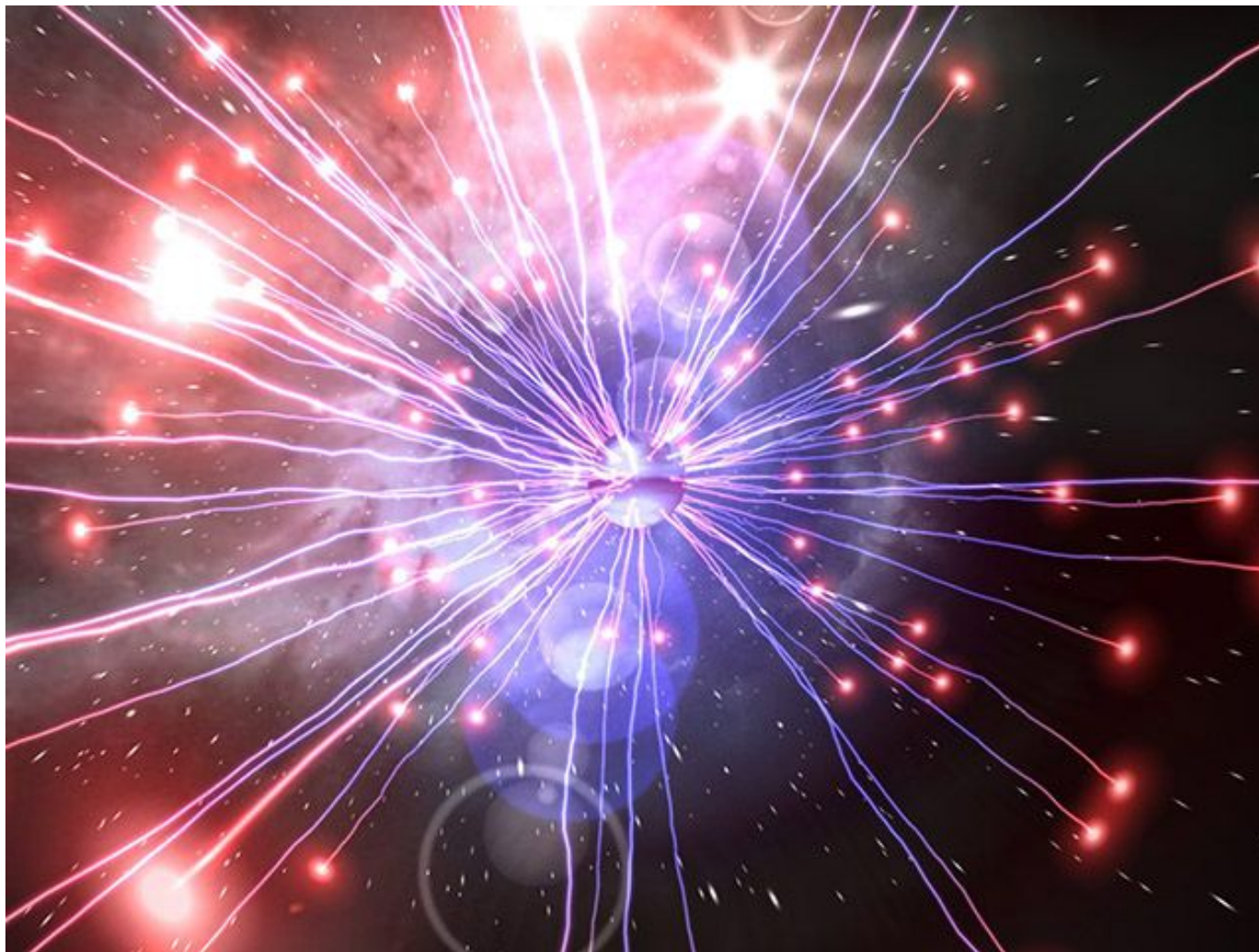
# Эволюция солнца



# Магнитосфера Земли и солнечный ветер







**КОНЕЦ**