

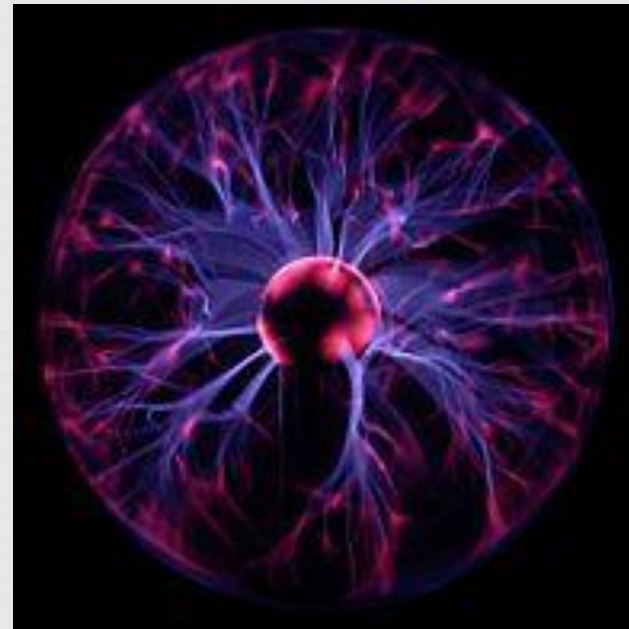
# Плазма

---

Электрический  
ток в плазме

# Что такое плазма?

- - это четвертое агрегатное состояние вещества с высокой степенью ионизации за счет столкновения молекул на большой скорости при высокой температуре; встречается в природе: ионосфера - слабо ионизированная плазма, Солнце - полностью ионизированная плазма; искусственная плазма - в газоразрядных лампах.



# 4 стихии и плазма



- Философы античности, начиная с Эмпедокла, утверждали, что мир состоит из четырёх стихий: земли, воды, воздуха и огня. Это положение с учётом некоторых допущений укладывается в современное научное представление о четырёх агрегатных состояниях вещества, причем плазме, очевидно, соответствует огонь.<sup>[1]</sup> Свойства плазмы изучает физика плазмы.

# Формы плазмы



- Искусственно созданная плазма (плазменная лампа, плазменные ракетные двигатели и т.д.)
- Земная природная плазма (молния, северное сияние)
- Космическая плазма



# Плазма бывает:



- Низкотемпературная ( при температурах ниже 100 000К)
- Высокотемпературная ( при температурах больше 100 000К)
- Идеальная
- Неидеальная
- Равновесная
- Неравновесная



## Сложные плазменные явления!

Такие эффекты как спонтанное изменение формы плазмы являются следствием сложности взаимодействия заряженных частиц, из которых состоит плазма. Подобные явления интересны тем, что проявляются резко и не являются устойчивыми. Многие из них были изначально изучены в лабораториях, а затем были обнаружены во Вселенной.

# Получение плазмы



- Способ создания плазмы путем обычного нагрева вещества – не самый распространенный. Чтобы получить термическим путем полную ионизацию плазмы большинства газов, нужно нагреть их до температур в десятки и даже сотни тысяч градусов. Только в парах щелочных металлов (таких, например, как калий, натрий или цезий) электрическую проводимость газа можно заметить уже при  $2000\text{--}3000^\circ\text{C}$ , это связано с тем, что в атомах одновалентных щелочных металлов электрон внешней оболочки гораздо слабее связан с ядром, чем в атомах других элементов периодической системы элементов (т.е. обладает более низкой энергией ионизации)

# Получение плазмы



- Общепринятым способом получения плазмы в лабораторных условиях и технике является использование электрического газового разряда. Газовый разряд представляет собой газовый промежуток, к которому приложена разность потенциалов. В промежутке образуются заряженные частицы, которые движутся в электрическом поле, т.е. создают ток. Для поддержания тока в плазме нужно, чтобы отрицательный электрод (катод) испускал в плазму электроны. Эмиссию электронов с катода можно обеспечивать различными способами, например нагреванием катода до достаточно высоких температур (термоэмиссия), либо облучением катода каким-либо коротковолновым излучением (рентгеновские лучи,  $\gamma$ -излучение), способным выбивать электроны из металла (фотоэффект). Такой разряд, создаваемый внешними источниками, называется несамостоятельным.



# Основные свойства плазмы

---

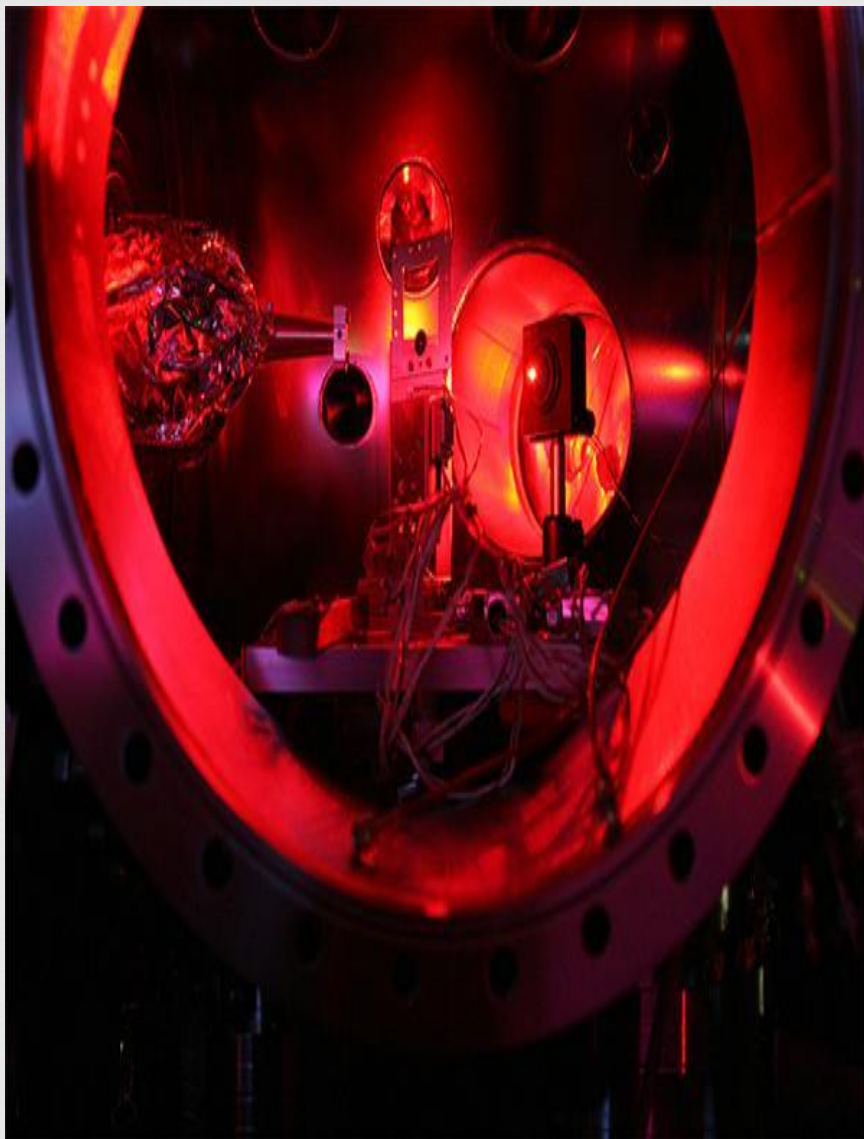
- - высокая электропроводность
- сильное взаимодействие с внешними электрическими и магнитными полями.
- При температуре больше 100000 градусов любое вещество находится в состоянии плазмы.
- Интересно, что 99% вещества во Вселенной - плазма.

# Токи в плазме



- Суммарный ток в плазме можно записать как сумму трех компонент в ортогональных направлениях
- $$\mathbf{J} = \sigma_0 (\mathbf{E} \cdot \mathbf{b}) \mathbf{b} + \sigma_{\parallel} [\mathbf{b} \times (\mathbf{E} \times \mathbf{b})] - \sigma_{\times} (\mathbf{E} \times \mathbf{b})$$
- где первый член определяется *продольной проводимостью*  $\sigma_0$  и задает ток вдоль магнитной силовой линии, второй - проводимостью *Педерсена* в направлении вектора электрического поля и третий, *ток Холла*, течет в направлении перпендикулярном как к электрическому так и к магнитному полю.

В слое E ионосферы педерсеновская и холловская проводимости достаточно велики, выше превалирует продольная проводимость, а в нижней ионосфере при высокой частоте соударений холловский ток мал, педерсеновская и продольная проводимости примерно равны.

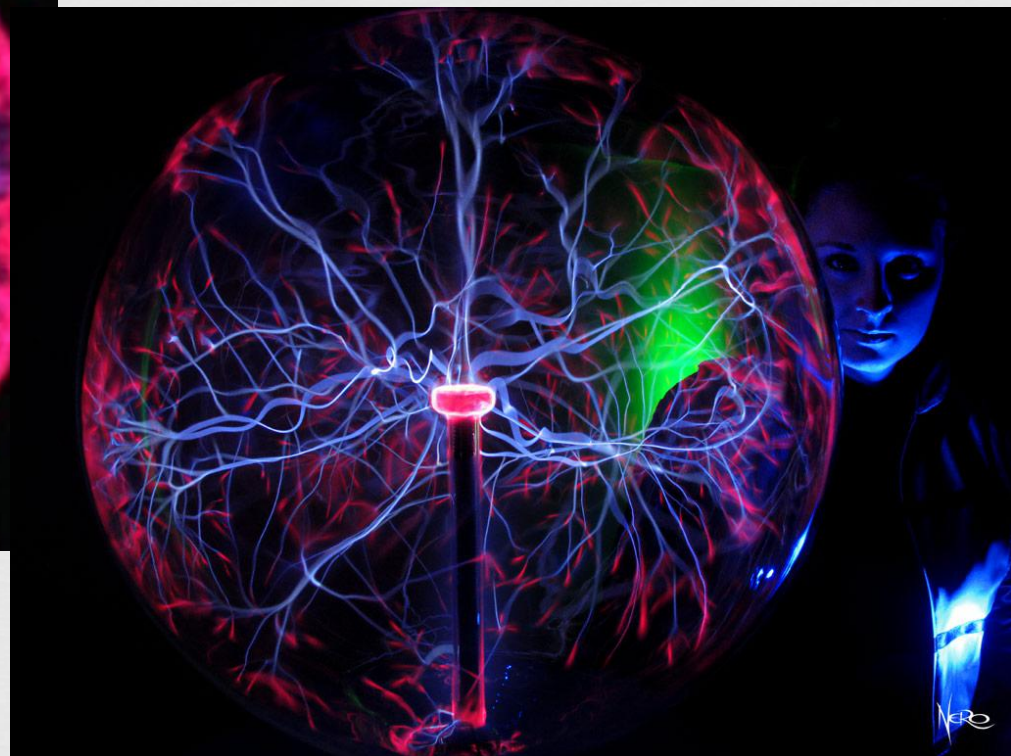
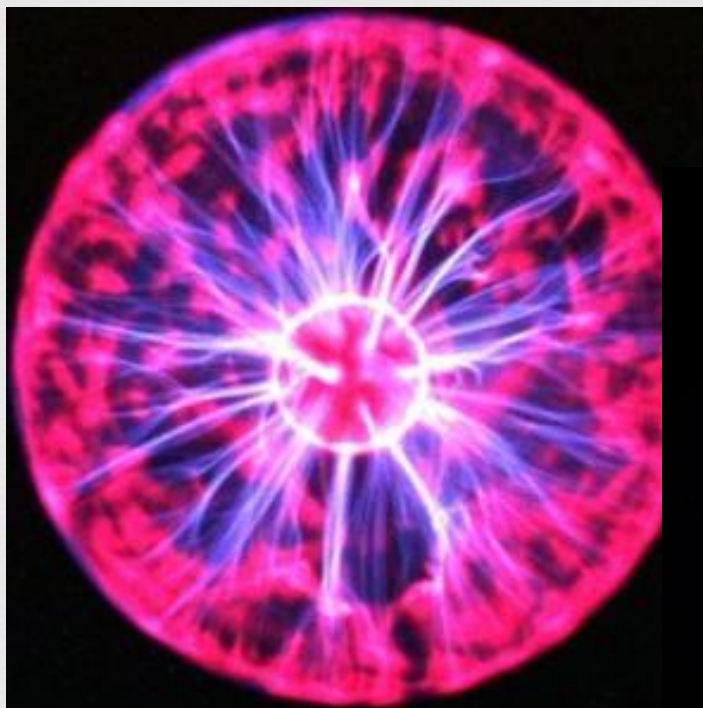


# Физики

## получили самую плотную материю

Очередной рекорд был поставлен в рамках эксперимента, воспроизводящего условия сразу после Большого взрыва. Созданная в Большом адронном коллайдере материя была значительно горячее центра Солнца и плотнее недр нейтронной звезды.

# Плазма



# Спасибо за внимание!



Над проектом работали:

Гладковская А.

Позняк М.