



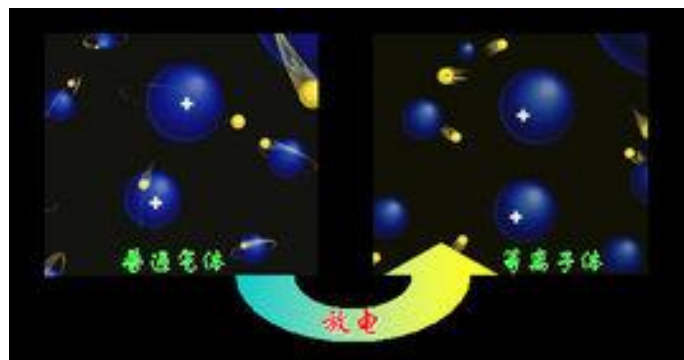
## 1.2 等离子体

### 等离子态

随着温度升高，物质由固体变为液体，进而转变为气体。当温度升至几千摄氏度到几万摄氏度时，气体的分子（原子）就会失去电子成为带正电的离子，而失去的电子成为自由电子，这种电离的气体状态称为等离子体态“Plasma”，又称物质的第四态。

I. Langmuir 1926

**定义1:** “包含足够多的正负电荷数目近于相等的带电粒子的物质聚集状态。”





**固态等离子体**：晶格中正离子与自由电子组合;半导体中电子与空穴的组合等。

**液态等离子体**：如电解质溶液中正负离子的组合。

**定义2**：“等离子体是由大量带电粒子组成的非凝聚系统。”

（国家自然科学基金委，“等离子体物理学发展战略调研报”，1994年）

强调了非凝聚系统，即排除了单纯的固态和液态，但包含了电子束和离子束。



**定义3:** “等离子体是包含足够多的正负电荷数目近于相等的带电粒子的非凝聚系统。”

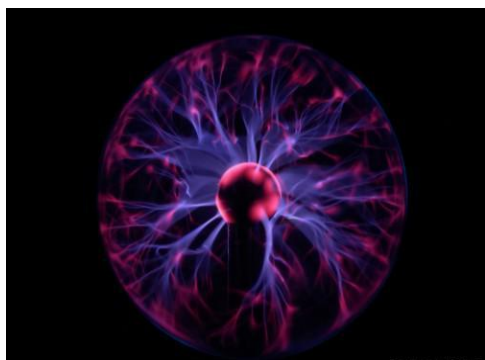
单纯气态：完全或部分电离了的气体

非单纯气态：尘埃等离子体、雾滴等离子体

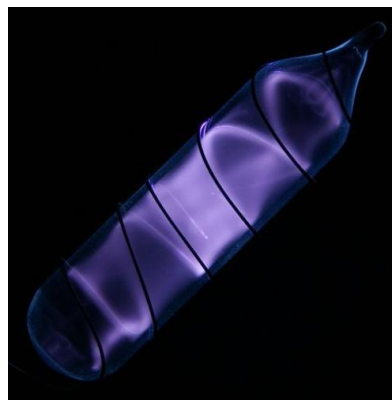
注:特殊条件下还有超固体、中子态、磁性超流态以及辐射场态等。

### 等离子体的典型特征

- 1、是一种导电流体；
- 2、带电粒子间存在库仑力；
- 3、其运动受电磁场的影响和约束。



等离子体



等离子体态下的氢



## 等离子体的产生方法

- 1. 气体放电法** 在电场作用下使 加速电子与气体分子碰撞使气体分子电离，形成等离子体。
- 2. 光电离法** 利用入射光子的能量来使某物质的分子电离形成等离子体。
- 3. 射线辐照法** 用各种射线或者粒子束对气体进行辐照也能产生等离子体。
- 4. 燃烧法** 这是一种热致电离法，借助热运动能足够大的原子、分子间相互碰撞引起电离。产生等离子体。



## 等离子体的应用

- 1、热平衡等离子体温度可达 $5 \times 10^3 \sim 2 \times 10^4 \text{K}$ 可作为热源进行超高温化学反应，如：高熔点金属的熔炼和提纯、高熔点合金的制备、超高温耐热材料的合成等。
- 2、热力学非平衡态等离子体可用于人工合成金刚石等。



### 物质的层次

层次	空间尺度	遵循运动规律	实例
宇观	$>10^6$ m	相对论力学	地球、太阳、星云
宏观	$(10^{-8} \sim 10^6)$ m	牛顿力学	交通工具
微观	$(10^{-10} \sim 10^{-8})$ m	量子力学	原子、分子、电子

宏观

微观

介观 ( 纳米级  $1 \sim 100$  nm )