

# 都是电子惹的祸

尤卫东 著

## 前言

如果原子是由“电子”、“质子”、“中子”构成的，那么，根据电的同性相斥、异性相吸的性质。同性粒子在斥力作用下将会自动分离，而异性粒子又是相吸的，这就造成同性粒子因斥力而分离，又因异性粒子的引力而聚合，其结果自然是异性粒子相互结合在一起而不再分离。

这也意味着，理论上这样的原子是不可能稳定存在的。为了解决原子稳定问题，人们提出了各种解决办法，但是，由此也引出了许多让我们感到困惑和难以理解的东西。

如果原子是由“中子”构成的，那么，大量现代实验观测已经表明，一个具有一定质量、大小、形状的中子是客观存在的，而且中子还具有自旋运动、和南北磁极。

由于中子同时拥有南北二磁极，因此在二个中子之间才能产生引、斥这二股力量的。而当中子一旦开始旋转运动后，那么在二个粒子之间的力就变成了，引与斥循环往复，交替变换的“循环场力”。

二粒子在斥力作用下将会自动分离，但是还没等它们分离的太远，循环场力已转换为引力。引力把分离状态的粒子重新拉回。但是还不等它们相互碰在一起，循环场力又自发转换为斥力，斥力再次把二粒子推回平衡位置。二粒子在循环场力作用下，即不会分离的太远，也不会紧密聚合在一起，而总是自发的围绕在一平衡距离  $L_0$  内做着永不停息的分合运动，通过有序变换的分合运动自动建立起一种相对稳定的动态连接。

一定数目的中子在循环场力作用下，将会自发形成一个具有特定结构、功能的原子。随着中子数目的增加，元素的结构、性质随着原子序数的递增而呈现周期性的递变。

实验表明原子同样拥有南北二磁极。不过，不同的原子由于所含中子数不同，内部结构不同，向外产生的循环磁场不同，这就导致不同的原子自发建立连接时，所形成的平衡距离  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  是各不相同的。

如果将大量的原子聚集到一起构成固体，那么显然原子会有无限多种不同的排列方式，但是，由于原子在循环场力作用下，总是自发维持在平衡距离  $L$  内的，这就决定各原子在自组织过程中不会胡乱排列，而是自发按照平衡距离  $L$  的长短不同，在空间的不同方向上有规律排列在一起，从而形成了千变万化、绚丽多彩的宇宙万物。

那么

没有了电子，我们是否能够更好的了解电？

没有了电子，我们是否能够更好的了解万物的生成与变化？

没有了电子，光又是如何产生的？

《都是电子惹的祸》针对以上几个问题进行了一次大胆尝试，由此也得出了许多新推论，但是，又不知这些新推论有没有道理，故斗胆写出来想和大家一起共同探讨。

尤卫东

2011年4月28日于中国山东枣庄

## 导读

也许，读者第一次读《都是电子惹的祸》会感动它比较难懂，其实它还是比较好理解的。虽然，书中有些观点和教科书中的有些不同，但是，该书仍是参考教科书编写的，故读者可参考教科书去读这本书。

在分析各自然现象时始终坚持一个原则，即对所有自然现象的解释，都要通过物质自身的性质去说明其自然原因。在分析各现象时主要遵循以下思路：①由微观粒子的各状态（如原子结构、运动状态等）了解其产生的磁场。②再由磁场分析粒子间的力。③了解了粒子间的“力”，我们就可以进一步了解物质的自然生成，以及物质运动变化的规律“平衡规律”。

**“平衡规律”**：由于原子间自发产生的引与斥这二股力量作用总量相等，但是作用方向又正好相反，这就决定原子在分与合这二种截然相反的状态中，又总体上保持在一种动态平衡状态。因此物质运动、生成、变化的规律就是平衡规律：物质在循环场力作用下，总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态发展的。

在分析光、热、电、磁等自然现象，以及物质的生成变化过程中，发现“平衡规律”不但是微观物质共同遵循的规律，还是宏观物质共同遵循的规律。因此读者可以通过这根主线去读这本书。

# 目录

## 第一章 原子是由什么粒子构成的

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>第一节 都是电子惹的祸</b> .....       | 8  |
| 1·1 引入“某某素”“某某子”               |    |
| 1·2 摩擦起电的困惑                    |    |
| 1·3 我们发现了电子                    |    |
| 1·4 原子不能稳定存在的力学原因              |    |
| <b>第二节 从磁性角度去认识大自然</b> .....   | 10 |
| <b>第三节 循环引力模型</b> .....        | 10 |
| 3·1 中子的磁矩                      |    |
| 3·2 一生二                        |    |
| 3·3 中子的一物二面                    |    |
| 3·4 一分为二、合二为三                  |    |
| 3·5 一物二面与循环引力模型                |    |
| <b>第四节 中子的运动</b> .....         | 12 |
| 4·1 中子南北磁极旋转运动的产生原因            |    |
| 4·2 中子的循环磁场                    |    |
| 4·3 中子间的循环场力                   |    |
| 4·4 中子的分合运动                    |    |
| 4·5 中子的涡旋运动                    |    |
| 4·6 中子磁极旋转轴的摆动                 |    |
| <b>第五节 由循环磁力得出的几个结论</b> .....  | 14 |
| 5·1 中子的独立生存空间                  |    |
| 5·2 原子和虚空                      |    |
| 5·3 原子的自然形成                    |    |
| 5·4 原子的稳定性                     |    |
| 5·5 最小作用量原理                    |    |
| 5·6 平衡规律                       |    |
| <b>第六节 物质生成、运动、变化的原因</b> ..... | 16 |

## 第二章 光

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>第一节 光的自然产生</b> ..... | 19 |
| 1·1 原子的自旋运动             |    |
| 1·2 光的自然产生              |    |
| <b>第二节 光的性质</b> .....   | 19 |
| 2·1 光的量子性               |    |
| 2·2 波长与光能关系             |    |
| 2·3 二种磁性光               |    |
| 2·4 光的波动性               |    |
| 2·5 光的叠加性               |    |
| <b>第三节 光的传播</b> .....   | 20 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 3·1 光波的光速球面传播性质 |    |
| 3·2 光波的传播图像     |    |
| <b>第四节 光的吸收</b> | 22 |
| 4·1 叠加后的光波      |    |
| 4·2 波动场方程       |    |
| 4·3 光的吸收        |    |
| 4·4 惠更斯原理       |    |

## 第三章 热

|  |    |
|--|----|
| <b>第一节 温度</b>                          | 25 |
| 1·1 热平衡状态                              |    |
| 1·2 热量的传递                              |    |
| 1·3 热平衡定律                              |    |
| 1·4 温度与辐射出射度 $M(T)$                    |    |
| 1·5 影响物体温度的二个微观因素                      |    |
| 1·6 比热容                                |    |
| <b>第二节 压强</b>                          | 26 |
| 2·1 气态分子的理想状态                          |    |
| 2·2 压斥力平衡                              |    |
| 2·3 影响气体压强 $P$ 的二个因素                   |    |
| 2·4 非线性                                |    |
| 2·5 勒夏特列原理                             |    |
| 2·6 气体的扩散                              |    |
| 2·7 帕斯卡定律                              |    |
| 2·8 阿基米德定理                             |    |
| 2·9 气体的沉浮                              |    |
| <b>第三节 热力学第一定律</b>                     | 28 |
| 3·1 气态分子的势能                            |    |
| 3·2 分子势能增加的原因                          |    |
| 3·3 热力学第一定律                            |    |
| 3·4 能的耗散                               |    |
| 3·5 等体过程                               |    |
| 3·6 等压过程                               |    |
| 3·7 摩尔气体常量 $R$ 与气体势能增量 $\Delta E$ 势的关系 |    |
| 3·8 理想气体的状态方程                          |    |
| 3·9 卡诺定理                               |    |
| <b>第四节 热力学第二定律</b>                     | 29 |
| 4·1 热平衡原理                              |    |
| 4·2 开尔文说法                              |    |

## 第四章 宇宙万物的自然形成

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>第一节 自发与自然</b> | 31 |
|------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1·1 物质的本性                  |    |
| 1·2 自发与自然                  |    |
| <b>第二节 中子的自发调整和相互协调</b>    | 32 |
| <b>第三节 原子有序变换的的循环磁场</b>    | 33 |
| <b>第四节 原子间的循环场力</b>        | 33 |
| <b>第五节 原子间的连接状态</b>        | 33 |
| 5·1 连接状态                   |    |
| 5·2 时断时连状态                 |    |
| 5·3 连接断开状态                 |    |
| <b>第六节 物质系统的自组织</b>        | 34 |
| 6·1 平衡距离                   |    |
| 6·2 竞争与协调                  |    |
| 6·3 由平衡距离决定的结构             |    |
| 6·4 自组织原理                  |    |
| 6·5 万物的自然生长是在原有基础上的稳定、平衡发展 |    |
| <b>第七节 晶体结构</b>            | 36 |
| 7·1 晶体结构类型的多样性             |    |
| 7·2 各向异性                   |    |
| 7·3 晶体的共性                  |    |

## 第五章 万物间的相互作用

|                     |    |
|---------------------|----|
| <b>第一节 毛细现象</b>     | 38 |
| 1·1 表面张力            |    |
| 1·2 浸润现象            |    |
| 1·3 毛细现象            |    |
| <b>第二节 物质的溶解和沉淀</b> | 38 |
| 3·1 溶解现象            |    |
| 3·2 沉淀现象            |    |
| 3·3 沉淀溶解平衡          |    |
| 3·4 化学平衡            |    |
| 3·5 化学平衡的特征         |    |
| 3·6 影响化学平衡的因素       |    |
| 3·7 物质系统的最小性质       |    |
| 3·8 化学反应的方向性        |    |
| <b>第三节 固体的表面效应</b>  | 40 |
| 4·1 固体的表面效应         |    |
| 4·2 布朗运动            |    |

## 第六章 电

|                 |    |
|-----------------|----|
| <b>第一节 摩擦起电</b> | 42 |
| 1·1 摩擦起热        |    |
| 1·2 摩擦起电        |    |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1·3 功能关系             |    |
| 1·4 正负电极、电场          |    |
| <b>第二节 带电原子的调整</b>   | 43 |
| 2·1 带电原子为什么调整        |    |
| 2·2 带电原子如何调整         |    |
| 2·3 调整后图像            |    |
| 2·4 带电物体的稳定性         |    |
| 2·5 电荷守恒定律           |    |
| 2·6 电荷的量子性           |    |
| 2·7 带电量与电场关系         |    |
| 2·8 导体、绝缘体           |    |
| <b>第三节 静电场</b>       | 45 |
| 3·1 电场的光速球面传播性质      |    |
| 3·2 库仑定律             |    |
| 3·3 电力叠加原理           |    |
| 3·4 电场强度             |    |
| 3·5 电场与物质场源关系（高斯定律）  |    |
| 3·6 静电场的环路定理         |    |
| 3·7 电势               |    |
| 3·8 二个带电体之间的电势能      |    |
| 3·9 电能存于何处           |    |
| <b>第四节 平衡规律与静电平衡</b> | 48 |
| 4·1 静电平衡状态           |    |
| 4·2 均匀介质环境下的电荷分布     |    |
| 4·3 非均匀介质环境下的电荷分布    |    |
| 4·4 静电场中的导体          |    |
| 4·5 平行板电容            |    |
| 4·6 唯一性定理            |    |
| <b>第五节 磁场和它的源</b>    | 50 |
| 5·1 电流的产生原因          |    |
| 5·2 电流的磁效应           |    |
| 5·3 载流导线表面带电原子如何运动   |    |
| 5·4 同心圆磁场的产生原因       |    |
| 5·5 磁场方向判定           |    |
| 5·6 安培力的磁本质          |    |
| 5·7 安培力大小、方向         |    |
| 5·8 电流强度             |    |
| 5·9 磁场高斯定理           |    |
| 5·10 载流导线的磁场叠加原理     |    |
| 5·11 毕奥——萨伐尔定律       |    |
| 5·12 安培环路定理          |    |
| <b>第六节 洛伦兹力</b>      | 55 |
| 6·1 洛伦兹力             |    |
| 6·2 洛伦兹力产生原因         |    |

|                  |          |
|------------------|----------|
| 6·3 洛伦兹力大小       |          |
| 6·4 运动轨迹偏转原因     |          |
| 6·5 库伦力、安培力、洛伦兹力 |          |
| <b>第七节 电磁感应</b>  | ..... 56 |
| 7·1 动生电动势        |          |
| 7·2 法拉第电磁感应定律    |          |
| 7·3 楞次定律         |          |
| 7·4 交流发电机原理      |          |
| 7·5 感生电动势        |          |
| 7·6 互感           |          |
| 7·7 自感           |          |
| 7·8 变压器的工作原理     |          |
| 7·9 涡旋能量场        |          |
| <b>第八节 力的统一</b>  | ..... 60 |
| 8·1 场的多样性统一      |          |
| 8·2 力的多样性统一      |          |

# 第一章 原子是由什么粒子构成的

## 第一节 都是电子惹的祸

物理大师费曼曾经说过：如果在某次灾难中，所有的科学知识都将毁灭，只有一句话能够传给下一代，那么怎样的说法才能以最少的词汇包含最多的信息呢？我相信那就是原子假说，即万物由原子组成，原子是一些小粒子，它们永不停息的四下运动，当它们分开一段小距离时彼此吸引，而被挤到一堆时则相互排斥。

宇宙万物都是由原子组成的，但是，当我们进入原子内部考察电子的运动规律时，却发现原子模型存在着三个致命的弱点。

1：原子是由居于原子中心的带正电的原子核和核外带负电的电子构成。由于异性电荷相吸，那么为什么质子和电子不会凑到一块来呢？

2：原子核中有若干个全部带着正电荷的质子，为什么它们不会相互推开呢？

3：是什么东西把带负电的电子保持在一起呢？

这也意味着，理论上是不可能存在由电子、质子、中子组成的原子，但是，这是不正确的，万物的确存在，原子也的确存在，而且是稳定的，有大量的实验事实和整个化学的支持。”（摘自《费曼物理讲义》）

那么，导致原子不能稳定存在的原因到底是什么？

### 1.1 引入“某某素”“某某子”

十七世纪中叶，自然科学发生了一次巨大的飞跃，以牛顿为代表的一批科学家用观察和实验的方法研究大自然，他们建立了以经典力学、热力学、电动力学为基础的，一个完整、严密的经典物理学理论体系。这个理论体系的建立、大大扩展了人类对客观世界物质结构及其运动规律的认识。在科学技术领域和哲学领域均产生了划时代的影响。

在这一时期，自然科学只有力学发展到了比较完整的形态，其它学科还处于收集、整理、分析经验材料的阶段。而经典力学的伟大成果暗示着机械观可以无例外地应用于物理学的任何分支部门。即用“粒子”以及“粒子间的力”去解释所有的自然现象。

正如物理学家亥姆霍兹所总结的：“物理科学的任务，在我们看来，归根结蒂在于把物理现象都归结为粒子间不变的引力或斥力，而这些力的强度只与粒子间的距离有关。要完全了解自然，就得解决这个问题。”

那么，我们要研究的粒子都是些什么粒子？

十七世纪的科学家们用观察和实验的方法研究大自然，收集、整理了许许多多的经验知识，而对原因的追问却要求我们深入到物质的内部，从微观层面上寻找各类物理现象的本质。但是，面对微观世界我们即看不见又摸不着，对原因的解释实在是离不开假设和猜测。

那么，在各类物理现象中是否存在一些代表该类现象的，性质特殊的粒子？我们是否可以用这些性质各异的“粒子”去分别解释各类现象？

当时的人们用这一分析方法，开始对大自然进行了一次有益探索。由于受到科学技术发展水平的限制，由于受到亚里士多德的“四元素说”和机械观的影响，人们把自然科学按类分出去的时候，不自觉地各学科分支中，分别引入一些性质特殊的粒子如“某某素”、“某某子”。然后在假设其存在的前提下，寻找其存在的依据。或在承认其存在的前提下，用这些性质各异的“粒子”去分别说明各类现象。

例如，在研究燃烧现象时，引入了一种物质“燃素”。在研究热现象时，引入一种零质量的热物质“卡路里”。在分析摩擦起电现象时引入“电子”。在分析磁现象时寻找“磁极单子”。在研究光现象时，粒子说引入了“光粒子”，波动说引入了传递机械振动光波的媒介物质“以太”。

那么，引入这些物质到底能不能帮助我们更好的了解大自然？

现在我们已经了解到，引入“燃素”、“卡路里”虽然能够简易地解释当时发现的大部分燃烧现象、热现象，使人们相信它是正确的。但是，现代化学之父拉瓦锡在做金属的煅烧实验时，发现金属在煅烧后重量是增加的，而按照燃素说，燃烧后的灰烬应该比燃烧前要轻。在这种鲜明的事实面前，拉瓦锡毫不犹豫的拿起“奥卡姆剃刀”剃掉了“燃素”这种物质，提出了科学的燃烧学说—氧化学说。

1798年，英籍物理学家伦福德用钝钻头加工炮筒时，发现摩擦生的热是“取之不尽的”，“热质守恒”观点是错误的。于是伦福德果断的向0质量的热物质（卡路里）剪去；热是物质内部粒子运动的一种宏观表现，物质内部根本不存在热物质（卡路里）。伦福德的实验彻底摧毁了热质说，并为物理学的发展开辟了道路。

1905年3月，爱因斯坦根据著名的麦克尔逊、莫雷“以太漂流实验”否定了以太的存在。

## 1·2 摩擦起电的困惑

可以说电学是从研究摩擦起电现象开始的。18世纪中期，富兰克林经过分析和研究后提出；世界上有两种性质不同的电，一种为正电，另一种为负电。摩擦两个不同物体就会引起电子的转移，得到电子的物体带负电，而失去电子的物体显正电。

但是，如果富兰克林当时再做一个实验，同种材料进行相互摩擦会不会产生摩擦起电现象？相信他绝不会轻易做出以上结论。

现在让我们拿一些容易起电的同种材料进行相互摩擦，例如；用力掰断一根旧圆珠笔套，然后用这二截圆珠笔套相互摩擦，我们会发现两个摩擦表面能够出现带电现象。通过进一步的实验表明：两个表面所带电荷为同性电荷，并且有的材料摩擦可以带同性正电荷，有的摩擦后可以带同性负电荷。在排除了外界的影响(如通过其它导体导走电荷等)之后，实验仍能得到相同的结果。

实验表明同一种材料相互摩擦后，两个摩擦表面带同性电荷，这也表示同一种材料相互摩擦时，某一种电荷在两个物体的摩擦表面同时增加了。显然电子转移说遇到了与热质说完全相同的问题。

那么，引入“电子”能够帮助我们了解摩擦起电现象吗？

## 1·3 我们发现了电子

1897年，汤姆逊通过阴极射线实验，第一个发现了“电子”。但是，汤姆逊测得的阴极射线粒子的荷质比平均值是 $1 \cdot 3 \times 10^{-11}$  千克/库伦，而理论值却是 $0 \cdot 56857 \times 10^{-11}$  千克/库伦，显然实验值和理论值相差很远。进百年来，不断有科学家重复汤姆逊的实验，实验表明汤姆逊当时的实验误差最高只能达百分之二十，而扣除这一因素，实验值和理论值仍相差很大。

现在出现了一个问题，如果我们通过阴极射线实验发现了电子，那么它会导致我们的一些精密电磁实验的实验值和理论值不相符。

为了解决这一问题，爱因斯坦提出“只要摒弃牛顿所确立的绝对空间和绝对时间的概念，一切困难都可以解决。”现在，一些精密电磁实验的实验值只有通过“洛伦兹变换”才能和理论值达到一致。

那么，阴极射线实验是否能够完全证明电子的存在？导致实验值和理论值不相符的原因到底是什么？

## 1·4 原子不能稳定存在的力学原因

从力学角度去分析，在建立原子模型时，我们加了二种电性物质“电子”和“质子”，但是，根据电的同性相斥、异性相吸的性质，原子自然发展的趋势却是：同性粒子在斥力作用下将会自动分离，而异性粒子又是相吸的，这就造成同性粒子因斥力而分离，又因异性粒子的引力而聚合。

同性粒子在引力、斥力双重作用下，将自动分离向着异性物质方向运动，其结果自然是异性粒子相互结合在一起而不再分离。

当我们把电一分为二，认为独立存在二种电性物质时，大自然的力量却使“二”重新结合成“一”。为了阻止大自然的这一趋势，为了阻止原子核中的质子因斥力相互推开，我们假设在质子之间存在一个比电力更为强大的“强作用力”。但是，由于“强作用力”不是来自于原子核内，质子、中子的自身性质，目前我们仍不清楚其产生原因是什么、作用机理是什么。

为了阻止电子坠入原子核中，有人猜测：“原子必定有一种“稳定态”，在这种状态下，电子的运行轨道是稳定的，它不辐射光，也不会跌入原子核。”

但是，处于“基态”的电子与原子核之间的异性电荷吸引力就会突然消失吗？

这个问题我们即躲不过去，也绕不过去，我们只能勇敢的正确面对。这也表示原子稳定问题依然还在，于是有人提出：答案也许来自于这些粒子的内部，我们是否可以通过实验撞碎这些粒子，从而找到解决原子稳定问题的答案。

通过强子对撞实验，我们建立了原子的标准模型。

标准模型认为“质子”、“中子”这一类强子具有内部结构，它们不是最基本的粒子，而是由更基本的单元——夸克（quark）组成的。比如质子由两个上夸克和一个下夸克组成，中子是由两个下夸克和一个上夸克组成。在 $\beta$ 衰变发生时，中子（udd）内的一下夸克在释放一虚W玻色子后，随即衰变成一上夸克，于是中子就变成了质子（uud）。随后W玻色子衰变成一电子及一反电子中微子。

由于在强子对撞实验中，“质子”、“中子”没有被真正撞碎过，因此夸克理论认为，夸克都是被囚禁在粒子内部的，不存在单独的夸克。一些人据此提出反对意见，认为夸克不是真实存在的。

标准模型假定所有基本粒子的质量，都是来自希格斯机制，但这个机制的建立却遇到了一个难题，理论所预测的“希格斯玻色子”到现时为止仍未被发现。另外，顶夸克有着很大的质量，一个顶夸克大约跟一个金原子核一样重（ $\sim 171 \text{ GeV}/c^2$ ），而透过研究为什么组成中子的基本单元顶夸克的质量会远远大于中子，物理学家希望能找到更多有关于夸克，及其他基本粒子的质量来源。

那么，

标准模型解决了原子的稳定问题了吗？

大自然中是否真的存在一个由“电子”构成的原子？

如果大自然真的存在这样的原子，那么，原子一定是稳定的，我们也一定能够建立一个稳定的原子模型。如果大自然不存在这样的原子，那么，无论我们再怎么努力，我们“永远”也找不到满意的答案。因为，大自然从来就没有欺骗过我们，相反，人的感觉，思想有时却会欺骗我们。

### 1·5 经典电子理论

一个带电粒子，电力都是相斥的，因而电子该会趋于飞散，由于这一系统具有非平衡力，我们必须设想有某种会把电子拴在一起的东西，通过例如橡胶带之类的东西使电子不致飞散，这些东西把电子紧系在一起会产生一种附加的非电性力“彭加勒应力”，但是当我们沿这条路往下走时，将会出现一个充满矛盾的、古怪的电子理论，整个电动力学体系也会因这一假设而被打乱。

为了避免理论混乱我们假定电子处于静止状态时，电子每一部分电荷都会与其他部分的电荷相互排斥，而且这些排斥力又都成对地抵消掉了，电子因同性电荷相斥力相互抵消而变得稳定。

但是当电子受外力作用一旦加速运动时，如果我们考察电子的各部分之间的这些排斥力，则作用不会恰恰等于反作用，从而电子施与其本身上的就是一种企图阻碍其加速之力。当计算这个力时 我们发现电磁质量变成无穷大了。而这都是由于我们容许了点电荷会作用于其自身引起的。

由于我们容许了点电荷会作用于其自身，引出了一个无穷大问题，人们为了解决这些问题进行了各种尝试，但是都以失败而告终了。经典电子理论把它自身逼近了一个绝境，经典电动力学理论这座崇高大厦尽管对于解释那么多现象是多么美妙，但最终不得不脸朝下倒下去了。

（以上内容摘自《费曼物理讲义第二卷》）

那么，经典电动力学理论这座崇高的大厦又为什么要倒下？那些构成大厦主框架的经验公式、定理真的错了吗？

一开始，我们把电子看成一个一个传统意义上的点粒子，但是随着研究的深入，实验和理论分析表明电子的半径为零，却具有无穷大的能量。如果追溯量子场论中出现无穷大的原因，则发现与它假设了粒子是不具大小的点有关。

读到这，我们不禁要产生这样的疑问：一个半径为零却具有无穷大能量的电子它到底是一种什么样的物质？世上真的存在一个半径为零，却具有无穷大能量的电子？

这里的答案是，世界上不存在电子。因为，电子半径为零，这本身就表明它不存在。具有无穷大的能量，就说明它不可能存在。最为关键的是，大自然的力量还不让它独自存在。

既然大自然的力量是让电子和质子结合在一起，那么我们为什么还要把它们分开？

既然大自然的力量是让电子和质子结合在一起，那么我们人类真的有能力把它们分开吗？

既然大自然的力量是让电子和质子结合在一起，那么我们为什么不能顺应大自然的这一趋势，认为二者原本就是同一物体的正反二面。

**也许在顺应自然后，我们的理论会变得越来越自然。**

**也许在减去一些东西后，我们的理论会变得越来越简单。**

**也许离开电子的帮忙，我们反而能够更好的了解大自然。**

**也许没有了电子，经典电动力学大厦反而变得更加牢固。**

## 第二节 从磁性角度去认识大自然

我们发现电和磁有许多相似之处：带电体周围有电场，磁体周围也有磁场。同种电荷相斥，同名磁极也相斥。异种电荷相吸，异名磁极也相吸。变化的电场能激发磁场，变化的磁场也能激发电场。但是，实际上，磁和电这对佳偶也并非是完全对称的，这种不对称性不论从宏观还是微观上都有所反映。在宏观上，从地球、月球、行星到恒星、银河系和河外星系，不可胜数的天体以及辽阔无垠的星际空间，都具有磁场，磁场对天体的起源、结构和演化都有着举足轻重的影响。可是电场在宇宙空间几乎无声无息，对丰富多彩的天文学似乎毫无建树。而从微观上看：磁和电这对佳偶仍存在着不对称性，例如：我们可以用磁来制约电，却不能用电来制约磁。

从宏观、微观上分析；物质的磁性比电性更具有普遍性，是更为本质的东西。

那么我们是否可以从磁生电的角度去认识电现象，从磁性角度去认识大自然？

## 第三节 循环引斥力模型

### 3·1 中子的磁矩

当我们把电子、质子从原子模型中去掉后，就会发现原子模型中留下了唯一的一个基本粒子；中子。而现代大量实验观测已经表明一个中子是客观存在的，而且中子有以下三个性质；1 具有一定质量、大小、形状。2 具有自旋运动。3；具有磁矩。

那么中子为什么具有磁矩？

就像地球自转具有磁矩一样，这个问题目前也是困扰现代理论的一大难题。1931年 P.A.M.

狄拉克从分析量子系统波函数相位不确定性出发，得出磁单极子存在的条件，可用以说明电荷量子化这个理论上无法说明的事实。20世纪70年代以后建立起来的大统一理论以及早期宇宙的研究都要求存在磁单极子。实验上探测磁单极子成为检验粒子物理大统一理论和天体物理宇宙演化理论的重要依据。

但是，在接下来的寻找磁单极子过程中，由于磁性粒子通常总是以偶极子（南北两极）的形式成对出现，从20世纪到21世纪，在陆地、在海洋、在太空、在深海沉积物中、在月球的岩石上，世界各地都在寻找磁单极子，但是经历了这么长时间的寻找，却都以失败而告终了。可以说没有一个科学家敢于理直气壮地声称自己完全真正找到了磁单极子，于是，导致了关于磁单极子是否真的存在的疑云的产生，并且这种疑云渐渐地越积越厚，浓重地笼罩着科学界，并引发了新一轮的、更加激烈的关于磁单极子的争议。

更加有意思的是，就连到了晚年的狄拉克本人，也对磁单极子是否存在产生了深深的怀疑。1981年，他在致一位友人的信中说：至今我已是属于那些不相信磁单极子存在之列的人了。

### 3·2 一生二

目前我们不能证明存在一个磁单极子，但是一个磁性粒子的南北两磁极却是客观存在的，“有因必有果、有果必有因”，磁性粒子的南北两磁极绝不会凭空产生，一定是有其所以然原因的。那么我们能根据中子的自旋运动，以及南北磁极总是在自转轴两端成对出现这二个事实，再借鉴目前的一个假设：电子的磁矩是由于电子的旋转运动产生的。

**假设：中子的南北两磁极是由于中子的高速自旋运动而在转轴的两端成对产生的。**

如图所示



（注：曾经尝试用实验的方法去证明这一假设，但是都因各种原因以失败告终了，目前即不能证明这一假设是正确的，也不能证明它是错误的。后面读者将会看到这本书许多的观点都是建立在这一假设之上的，如果这一假设不成立的话，那么这本书就是建立在一个错误模型基础上的。）

### 3·3 中子的一物二面

根据假设：中子的南北两磁极是由于中子的高速自旋运动而在转轴的两端成对产生的。现在，我们站在中子南磁极的上方往下观察中子，我们会发现该中子是顺时针方向旋转的，中子在此方向上因顺时针旋转而产生南磁极。而当我们从下往上观察中子时，发现该中子是逆时针方向旋转的，中子在此方向上因逆时针旋转而产生北磁极。

一个中子实际上只会沿一个方向旋转，但是当我们从二个不同方向观察它，却发现它同时具有顺逆两种旋转方向，从而产生二个性质截然相反的南北磁极。因此，一个中子的南北二磁极不是从“一”中分出去后各自独立、彼此分离的“二”，而是“合二为一”的同一物体的二面，为一物二面。

### 3·4 一分为二、合二为三

从垂直于中子转轴的角度看中子，发现中子的南磁极在上，北磁极在下。南北磁场强度在转

轴处达到最大，南北磁场强度从两极向赤道处逐渐减弱，在赤道处磁场强度为零。从这一角度去看中子的南北磁极是“一分为二的”，但是南北磁极的这种分离不是真正意义上的分开，分开只是表面分开，其实质是同一基本粒子同时生化出的二个方面，是“合二为一”的。一个中子的南、北磁极是相互依赖、相互依存的，任何一方都不能脱离另一方而单独存在，一方的存在以另一方的存在为前提，双方共处于一个统一物体中。

南北磁极是中子由于自旋运动而生化出的，而中子的自旋运动又是天生的、永恒不变的，只要中子具有这一运动，南北磁极就会与中子如影随形、永不分离。中子和南北二磁极三者共同形成一个统一的整体（合二为三）。南北磁极的产生不能离开物质这一载体，离开物质这一载体南北磁极将无所依靠，它们根本不会凭空产生。而中子之间需要靠磁性连接在一起，中子离不开南北磁极，离开南北磁极中子之间将不会相互结合在一起，更不会进一步结合成丰富多彩、千变万化的物质世界。

### 3·5 一物二面与循环引斥力模型

由于一个中子的南北二磁极是同一事物的正反二面，因此一个中子的南北二磁极是不能够产生作用力的，力只能产自于二个中子之间的南北磁极，这就决定物质运动的力是来自于物质间的相互作用。这也就排除了一个孤立的粒子自己产生让自己运动的力的可能性，同时也排除了一个具有无穷大能量的粒子存在的可能性。

最为关键的是，一个中子的某一磁极相对于另一中子的不同磁极（N 或 S），产生的将是不同的力，即 N 相对于 N 产生的是斥力、N 相对于 S 产生的是引力，二个粒子间的力是即可以为引力，也可以为斥力的，这就为我们建立循环引斥力模型提供了一个可靠的理论、实验依据。

## 第四节 中子的运动

### 4·1 中子南北磁极旋转运动的产生原因

当二个中子相邻时，由于异名磁极相吸，同名磁极相斥，那么在引、斥磁力作用下，二个中子南北磁极就具有自发调整至异名磁极相吸位置的趋势。在这一自然趋势作用下，每一个中子的理想状态就是，同时与周围的所有中子处于绝对静止状态的南北磁极相吸位置。

那么中子的这一理想状态在现实中是否能够实现哪？

答案是否定的，因为二个孤立的中子是可以做到南北磁极在一条直线上，但是当第三个中子从中间位置加入时，中子的南北磁极就开始了旋转运动，这时三中子的南北磁极就不在一条直线上了，因此在现实世界中，中子的理想状态是不可能实现的。

当二个相邻中子的南北磁极不是在一条直线上时，那么在引、斥磁力作用下，这二个中子的南北磁极将会自发的向异名磁极相吸位置旋转，二中子的南北磁极开始了旋转运动。现在出现了一个问题，当二个中子的磁极旋转到异名磁极相吸位置时，中子的磁极旋转运动会不会停止？

如果中子旋转到异名磁极相吸位置，在引力作用下磁极旋转运动会停止，那么中子南北磁极旋转运动的旋转动能又会跑到哪里？因为能量是守恒的，能量即不能自动产生，也不会自动消失，能量只会从一种形式转变成另一种形式。在这个微观模型中我们找不到中子旋转动能转换或释放的途径和证据。剩下的唯一途径只能是，中子在旋转惯性作用下离开异名磁极相吸位置而继续旋转，中子的南北磁极开始了永不停息的旋转运动。

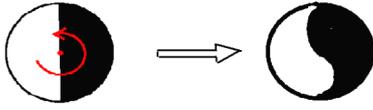
这里我们把中子南北磁极产生永不停息旋转运动的因素称为破缺因素。

### 4·2 循环磁场

当中子的南北磁极开始旋转运动后，那么该中子向外产生的磁场，就会变成一个南北磁性随

时间呈周期性循环变化的磁场，（简称循环磁场）。

如图所示



而中子的南北磁极一旦开始旋转，那么中子产生的循环磁场，将会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以恒定光速和球面的形式在真空中独立向外传播。

#### 4·3 中子间的循环场力

一个磁场强度为  $B_1$  的中子，产生的循环磁场是以光速球面形式向外传播的，随着传播距离  $R$  的增加，球表面积随之增加为  $4\pi R^2$ ，在此球面上任意一点的磁场强度将会衰减为： $A \cdot B_1/4\pi R^2$ （ $A$  为系数）。

当该磁场遇到另一个中子  $B_2$  时，那么磁场  $B_1$  就会超距作用于中子  $B_2$  的磁极而产生磁力，这时二中子间的磁力大小只与二个中子的磁场强度  $B_1$ 、 $B_2$  和中子间的距离  $R$  有关，故二中子间的磁力大小为： $F=A \cdot B_1 \cdot B_2/4\pi R^2$

由于中子产生的是循环磁场，故二个中子间的力为周期性循环变化的引斥磁力（简称循环场力）。另外，由于磁场传播是需要时间的，因此中子间的循环场力为超距延迟力。

#### 4·4 中子的分合运动

二个中子间的力为循环场力，当二中子间的力为引力时，二中子在引力作用下产生聚合运动，但是还没等它们碰在一起，循环场力又会自发转换为斥力，在斥力作用下二中子产生分离运动，但是还不等二中子分离的太远，中子间的力又变回了引力，引力把中子重新拉回，因此相邻二中子在循环场力作用下，总是自发的围绕一平衡距离  $L_0$  做永不停息的分合运动的。

#### 4·5 中子的涡旋运动

由于循环磁场是中子通过旋转运动产生的，从这一角度去分析中子产生的场又具有旋转性质。在这种旋转性质的力作用下，中子自然产生了围绕原子球心的涡旋运动。

#### 4·6 中子磁极旋转轴的摆动

中子的南北磁极一旦高速旋转起来，在旋转惯性力的作用下，中子就会按照原有运动轨迹运动，但是当二中子旋转至斥力位置时，斥力会改变二中子的运动轨迹，使其向斥力减小的方向偏转，而当二中子旋转至引力位置时，引力又会使其偏向引力增大方向。这就造成中子的南北磁极的旋转轴产生不规则的摆动运动。

从以上分析可看出，在原子内部一个中子是同时做着以下五种运动的 1；中子的自旋运动。2 中子南北磁极的旋转运动。3；中子在原子内部的涡旋运动。4；二中子围绕平衡距离的振动。5；中子南北磁极旋转轴的摆动。

一个中子是同时做着五种运动的，因此，在一个较长时间段内，中子产生的循环磁场是各相同性的，但是在某一具体时刻，中子的磁场却是各向异性的（这里各相同性和各向异性是辩证统一的）。

## 第五节 由循环场力得出的几个结论

### 5·1 中子的独立生存空间

由于中子间的作用力为循环场力，在循环场力作用下，二中子的距离总是自发的维持在平衡距离  $L_0$  内的。当两个中子间距离大于平衡距离时，二中子间的力总会转换为引力，引力把分离状态的中子重新拉回平衡位置。同样当二中子间距离小于平衡距离时，二中子间的力又总是转换为斥力，斥力把将要碰在一起的中子重新推回平衡位置（即二个中子从来就没有发生真正意义的碰撞运动）。

也就是说循环磁场具有保护功能，可以使每一个中子独自拥有一个半径为  $L_0$  的动态球型生存空间。中子的这个独立空间只允许循环磁场通过，而不允许其它中子进入。从这可看出：每一个中子都是悬浮于真空磁场中的。

## 5.2 原子和虚空

所有的物质都是悬浮在由各种场构成的真空场中的。在无限的宇宙空间内，具有一定质量、体积的物体独自占有该物体体积大小相等的空间，剩下的宇宙空间为绝对的真空。真空相对于物质而言，为绝对的真空。但是真空并不是真正意义上的绝对真空，即真空空间内什么都不存在，由于物质产生的各种场是在真空中传播的，真空相对于物质产生的场而言，它又不是真正意义上的绝对真空。另外绝对真空又为物体的运动提供了所需的运动空间，使物体的运动成为可能。

宇宙空间是由物质和真空组成的，从这我们得到了一个与德谟克利特的原子论非常相似的宇宙观。大约在公元前 450 年，德谟克利特创造了原子 (Atom) 这个词语，意思就是不可切割，并把它看作物质的最小单元。德谟克利特指出宇宙空间中除了原子和虚空之外，什么都没有。原子一直存在于宇宙之中，它们不能被从无中创生，也不能被消灭，任何变化都是它们引起的结合和分离。一切物体的不同，都是由于构成它们的原子在数量、形状和排列上的不同造成的。

## 5.3 原子的自然形成

中子在循环场力作用下会自发的连接在一起，而且中子在循环场力作用下，又是自发的与周围所有中子维持在同一平衡距离  $L$  内的，这也意味着一定数目的中子在循环力作用下会自发的收缩为球体，而且还会自发的按照  $L$  紧密排列在一起，从而组成一个具有一定质量、体积，以及特定结构的球型原子。

当我们把中子一个一个加上去时，所得到的原子全部为球型结构。当中子数目达到一定要求时，我们将会得到一个比较完美的圆球体，如果我们在此基础上再增加一个中子，那么在圆球体表面将会出现一个凸点，如果继续增加中子，球体表面将会陆续出现 2 个、3 个、4 个... 凸点。

当凸点面积占到球体面积的一半时，如果再继续增加中子，凸点由于面积增加现在变成了平坦的球体表面，而原平坦表面现在反而变成了凹点。随着中子的继续加入，凹点会逐渐被填平，直到迎来下一个近似完美的圆球体。

如果我们把近似完美圆球体结构的元素看作零族元素，把具有凸点特征的元素看作金属元素。把凸点面积、凹点面积各占一半的元素看作二性元素，把具有凹点特征的元素看作非金属元素。我们可以得出，随着中子数目的增加，各元素的结构、性质呈现周期性变化。我们可以得到一个形式和功能类似于维尔纳长式周期表的周期表，并归纳出这样一条规律：元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性的递变。

## 5.4 原子的稳定性

当二中子旋转至斥力位置时，斥力总是使二中子向斥力减小的方向偏转，而当二中子旋转至引力位置时，引力又会使其偏向引力增大方向。由此我们可以得出二中子在一个引斥力周期内，引力的作用时间是大于斥力的作用时间的。但是从力的大小分析，由于二中子在相斥位置时，二中子的间距总是小于平衡间距  $L_0$  的，而二中子距离  $R$  越小，产生的力越大  $F=A \cdot B1 \cdot B2/4 \pi R^2$ ，也就是说在一个引斥周期内斥力的平均值要大于引力的平均值。

当我们在一个引斥周期内分别计算，引力对时间的积分、斥力对时间的积分。我们发现引力冲量的作用时间长但是引力平均值小，而斥力冲量的作用时间短但斥力平均值大，引力冲量和斥力冲量是大小相等、方向相反的。这就保证了中子在一个来回振动周期内动量增量为零，中子振动过程中的动量是守恒的。中子振动过程中的动量守恒，这又使得原子内部的中子之间始终维持在平衡距离  $L_0$  附近做循环往复的振动运动，进而保证了原子内部各中子不会因动量的改变而飞散或者聚集在一起，原子具有一定的稳定性。

### 5.5 最小作用量原理

下面介绍一个从循环场力推导出的一个重要的原理（最小作用量原理），之所以说它重要，是因为哈密顿正是在它的启发下，提出了等时最小作用量原理，即哈密顿原理，由哈密顿原理我们可以导出全部力学的基本定理和运动方程。

由于粒子间的相互作用力是循环场力，当两个粒子的间距离大于平衡距离时，引力会把分离状态的粒子重新拉回平衡位置。而当二粒子的间距离小于平衡距离时，斥力又总是会把粒子重新推回平衡位置，由此我们得出在循环场力作用下，二粒子的分合运动总是自发的维持在最小范围内的。

粒子的分合运动总是自发的维持在最小范围内的，这也表示粒子的势能是自发的维持在最小状态的。拉格朗日在研究力学体系时曾经提出这样一个观点：力学体系势能的最小状态对应着体系的稳定态。这也表示粒子在循环场力作用下，是自发维持在相对内外条件为最稳定状态的。

当粒子由于某种客观原因，其运动状态偏离原稳定、平衡状态时，例如：二个粒子在较大的斥力作用下，会被推离的更远，但是只要这个距离不超出引力范围，当循环场力转换为引力时，引力仍能把这二个粒子重新拉回至平衡位置，而当斥力恢复正常值后，二粒子自动恢复原稳定状态。

由此我们得出，当粒子发生偏离稳定行为时，循环场力具有自发纠正粒子偏离行为的功能，自动把粒子的偏离状态降到最小，而不是进一步加大粒子的这种偏离行为。这就意味着，粒子在循环场力作用下，总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的状态发展的。

当物质系统的内外条件发生变化时（如外界温度上升），粒子间的力会随之发生改变，而平衡距离  $L_0$  又会随着力的变化而改变，即粒子在分合运动中随着力的变化而自动改变平衡距离，例如，在增大的斥力作用下，粒子通过一个分合循环运动就直接完成了平衡距离的调整。

在平衡距离改变过程中，由于粒子在循环场力作用下，粒子有序的分合运动的总是自发的维持在最小范围内的。这就决定粒子在变化过程中的实际状态不会向偏离新平衡点更远的方向发展，而是通过最短的途径来完成向新平衡点的转变。即最小作用量原理；对于所有的自然现象，作用量趋向于最小值，而不是最大值。

### 5.6 平衡规律

首先，中子在循环场力作用下分到极致时“物极必反”自发转向了合，合到顶点时又会自发变成分。“万物负阴而抱阳，充气以为和”，物质就这样始、终相对，如环无端循环往复生生不息的运动着。并通过有序变换的分合运动自动建立起一种相对稳定的动态连接。而粒子要在分与合这一相互矛盾的运动中保持稳定连接，那么动态平衡状态就是粒子在循环场力作用下的必然结果。

另外，由于物质间的作用力为循环场力，而物质间自发产生的这二股完全相反的力量，其作用总量又相等。这就决定物质总是从某一种不平衡状态（分的状态）向平衡状态发展，达到平衡状态后又自发向另一种不平衡状态（合的状态）发展，物质在这二种截然不同的不平衡状态中又自发维持在一种总体的平衡状态。因此世间万物无不处在一种动态平衡状态之中，在二种截然相反的不平衡状态中保持总体的平衡。

最后,如果我们再考虑,循环场力具有纠正粒子的偏离行为的功能,粒子在循环场力作用下,总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的状态发展的这一点,我们可以得出一个微观粒子运动变化的规律。

**平衡规律:**物质系统在循环场力作用下,总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态发展的。

平衡规律具体又分为以下二个内容

**1:**当物质系统的内外条件发生变化时,原相对稳定的动态平衡状态将变成不稳定状态,在循环场力作用下,各要素总是自发的调整各自的状态以建立相对于新内外条件为最稳定的动态平衡状态。(适用于物质系统的量变过程)

**2:**物质系统一旦形成,在磁场的保护或是在惯性力作用下,每一系统都具有相对的独立性、稳定性、整体性,物质系统又总是时时刻刻、处处,处于相对于现有的内外条件为最稳定的动态平衡状态。(适用于物质系统的质变过程)

## 第六节 物质生成、运动、变化的原因

下面借鉴古希腊集大成者、伟大的科学家亚里士多德的四因说,谈谈物质运动变化的原因,亚里士多德把这一原因看成是:客观自然界中一切事物的产生、运动、变化、灭亡的最根本原因和最原始原因,即“第一因”。

### 四因说

(1)“质料因”:我们把中子和中子的南北磁极看作“质料因”,即事物所由产生的,并在事物内部始终存在着的那东西。

(2)“形式因”:我们把中子存在的各种状态看作“形式因”。

(3)“动力因”:我们把理想世界与现实世界之间的差距“破缺因素”看作“动力因”,即那个叫物质运动的原因,引起物质变化的原因。

(4)“目的因”:我们把物质在现实世界中所追求的状态“动态平衡状态”看作“目的因”。

### “破缺因素”

如果我们从“质料因”(中子和中子的南北磁极)出发,那么从中子的同名磁极相斥、异名磁极相吸的性质,我们可以得出中子具有自发向异名磁极相吸这种绝对静止状态发展的趋势,因此物质自发追求的状态是达到绝对稳定、静止不动的理想状态。那么中子的这一理想状态在现实中是否能够实现哪?

前面,通过分析“中子南北磁极旋转运动的产生原因”我们已经了解到,由于现实世界形式的不完善,理想世界与现实世界客观存在着不可消除的差距“破缺因素”,绝对静止、不变的理想世界是不可能实现的。物质由于破缺因素的客观存在,而自发产生了运动,即“破缺因素”为“动力因”。

由于静止的理想状态是不可能通过运动手段达到的,物质的运动只能减小破缺因素而不能完全消除它,于是物质的运动变成了永不停息追求理想的过程。这也决定物质在现实世界中是不能达到百分之百理想状态的,但是物质可以通过运动使自己的状态达到相对最佳,即相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态。(这里“内部条件”所指的是物体自身的各种参数,“外部条件”为物体所处环境的各种参数)

理想世界是圆满常恒、永远不能达到的彼岸,现实世界是不圆满无常的此岸。由于理想世界是永远不能达到的,所以现实世界的物质只有始终不渝对“至善”的追求,而永远不能达到“至善”的理想终结。因为物质一旦达到圆满常恒的理想状态后,物质的运动、变化将会停止,事物也将不再发展变化,世界将会变得死气沉沉,毫无生机。

### 现实世界的破缺因素

绝对静止、永恒不变的理想世界，由于破缺因素的不可消除是根本不可能存在的，能够存在的的是一个运动、变动的现实世界。那么在运动、变动的现实世界中是否存在一种绝对完美的物质形态？

答案显然是否定的，现实世界是不存在**绝对**完美的物质形态的，现实世界只存在**相对**的最佳形态。例如在标准压强下，水在温度 0℃ 至 100℃ 环境下，相对最佳的形态是液态 A。100℃ 以上时，相对最佳的形态是气态 B。0℃ 以下时，相对最佳的形态是固态 C。

如果我们把一块冰放入 20℃ 环境下，那么此时冰的状态 C 就不是相对最佳，最佳的状态是液态 A。故此刻物质在现实世界中的破缺因素就是：最佳状态 A 与物质现有状态 C 之间的差距 (A—C)。由于破缺因素 (A—C) 的存在，物质此刻的状态为不稳定状态，根据平衡规律，物质就会自发的调整、改变自己的状态以达到相对最佳。而且破缺因素 (A—C) 越大，物质调整、变化量越大。

相反，如果我们把一盆水放入 -20℃ 环境下，那么破缺因素就是 (C—A)。水就会自发结成冰，而当它的温度降到 -20℃ 时，物质内部的破缺因素被完全消除，物质因为达到相对最佳状态而不再继续变化。

理想世界的破缺因素是不可消除的，但现实世界的破缺因素是可以被消除的。那么这是否意味现实世界的破缺因素被消除后，破缺因素从此就消失了哪？

答案同样是否定的，因为现实世界中的物质总是在运动，运动导致物质所处的外界环境不可能永恒不变，而且外界环境本身就不以人的意志为转移处于不停的循环变化之中（冬冷夏热）。而内外条件的变化又导致相对最佳状态发生改变，物质原先的最佳状态由于条件的变化，变成了不平衡状态，破缺因素又因此而自然生成。根据平衡规律，物质会继续调整、改变以达到相对最佳。

由此我们还可以得出：**理想世界的破缺因素是不可消除的，现实世界的破缺因素是可以被消除的，但现实世界的破缺因素又从来没有被真正消除过。**

## 第二章 光

### 第一节 光的自然产生

#### 1·1 原子的自旋运动

近代物理的无数实验证明：原子同样具有自旋运动和自旋磁矩。那么原子的自旋运动又是如何产生的哪？原子的自旋运动和物体的温度又有着什么样的关系？

现在我们已经了解到，外力做功、热传导、热辐射可以改变物体的温度。例如，当我们用物体 A 去摩擦物体 B 时，物体 A 向外产生的磁场就会推动物体 B 内部原子使其产生自旋运动，而且在单位时间内，外力做功越多，原子自旋速度越快，物体温度上升的越快。

#### 1·2 光的自然产生

当原子吸收外界能量后，原子产生的整体自旋运动就会按惯性继续旋转下去，而原子内部的中子运动，是中子间相互作用的内禀运动，它不受原子整体自旋运动的影响，对外产生的仍然是有序循环变化的磁场。即原子内部各中子在做内禀运动的同时，原子还做着整体的自旋运动。

中子的内禀运动和原子的整体自旋运动是互不影响的，但是，当二个具有整体自旋运动的原子相邻时，由于原子赤道处的中子仍是处于循环运动变化之中，因此在相邻二原子旋转赤道处的中子，就会定时发生同名磁极相切运动。由于同名磁极产生的是斥力，在斥力作用下二原子的自转速度会下降，旋转动能会减少。而根据能量守恒定律，二原子减少的这部分旋转动能将会转换成光能的形式向外释放。

从光的产生机理可看出，光不是一个孤立粒子在没有作用力的情况下自发产生的，而是二个原子相互作用时自然产生的。二原子在何时、何地，向外辐射何种光波都是由自然决定的。

### 第二节 光的性质

#### 2·1 光的量子性

从光的产生机理我们可以看出，光是由相邻二原子同名磁极相切运动产生的。由于原子产生的磁场具有循环变换性，这也决定二个相邻原子总是从不相切位置旋转至相切位置，然后再离开相切位置。因此两个原子一次只能产生一个独立的光波，二原子产生的光是一份一份向外释放的，光具有量子性。

#### 2·2 波长与光能关系

光是二原子通过同名磁极相切运动产生的，两个原子在同名磁极相切过程中，尽管所用时间  $\gamma$  很短，但是仍然是需要时间的。由于光波总是以恒定的光速向外传播的，故每一个独立光波的波长  $\lambda$  等于光速 C 乘以  $\gamma$ 。即： $\lambda = C \cdot \gamma$ 。

二原子自旋速度越快，同名磁极相切用时  $\gamma$  越短，但是二原子相切后原子自旋速度改变量越大，向外释放的这一份光能量越高。从这我们得出原子自转速度越快，产生的光波长越短，但光波的能量反而越高。

#### 2·3 二种磁性光

光是二原子通过同名磁极相切运动产生的一种磁性能量波，由于相邻二原子具有两种不同的相切方式，即 N 磁极相切、S 磁极相切，这也就意味着将会产生二种磁性光波；N 磁性能量光波、S 磁性能量光波。光是由二种磁性光波组成的，这倒是头一回听说，那么光的这一特性是否能够在一些实验中显现出来哪？

光的分裂现象；首先由荷兰物理学家塞曼通过实验发现。1896 年，塞曼使用半径 10 英尺的凹形罗兰光栅观察磁场中的钠火焰的光谱，他发现钠的 D 谱线被分裂成间隔相等的 3 条谱线，这一现象也叫塞曼效应。

磁致旋光效应；1845 年法拉第发现。当线偏振光在介质中传播时，若在平行于光的传播方向上加一强磁场，则光振动方向将发生偏转，偏转方向取决于介质性质和磁场方向。上述现象称为法拉第效应或磁致旋光效应。

克尔磁光效应；1876 年 J.克尔发现，入射的线偏振光在已磁化的物质表面反射时，振动面发生旋转的现象，上述现象称为克尔磁光效应。

磁致双折射效应；1907 年 A.科顿和 H.穆顿在液体中发现。光在透明介质中传播时，若在垂直于光的传播方向上加一外磁场，则介质表现出单轴晶体的性质，光轴沿磁场方向，主折射率之差正比于磁感应强度的平方。此效应也称磁致双折射。W.佛克脱在气体中也发现了同样效应，称佛克脱效应，它比前者要弱得多。当介质对两种互相垂直的振动有不同吸收系数时，就表现出二向色性的性质，称为磁二向色性效应。

当然了，这些效应目前还不能完全肯定光就是由二种磁性光波组成的，但是从光的这一特性中，我们发现光具有以下性质，1；量子性。2；叠加性。3；波动性。4；光速球面传播性质。5；在真空中的传播不需要任何媒介的帮忙。

#### **2·4 光的波动性**

由于原子产生的磁场具有南北磁性循环变换性，这就决定二原子向外产生的一份份光波是 N、S 循环变换的，二原子产生的一份份光波，在空间的传播就形成间歇式的波动（不是连续性波动）。波场中每点的物理状态随时间作周期性的变化，而在每一瞬时波场中各点物理状态的空间分布也呈现一定的周期性，因此磁性光波具有时空双重周期性。

#### **2·5 光的叠加性**

光是由二种磁性能量光波组成的。不同磁性的能量光波超距作用于粒子不同的磁极，会产生不同的磁力（引力或斥力）。在磁力作用下粒子的运动状态发生了改变，磁性光能从而转换为粒子的动能，或者说粒子吸收了光能后动能增加。

如果我们把 N 磁性光强度与机械振动波的正振幅相对应，S 磁性光强度与振动波的负振幅相对应，那么我们会发现磁性光波的叠加原理和机械振动波的叠加原理，形式上是完全一样的。

波的独立传播原理：当两列或多列光波在空间同一区域中传播时，不管他们是否重叠，每个独立光波都能保持各自的传播规律而不互相干扰，各自仍按照原有的传播路径继续向外独立传播。

磁性光波的叠加原理：当几个独立光波同时传播至某一区域时，在它们的重叠区域里各点的光强度等于每个独立光波单独传播至该点时引起的物理量的矢量和。

### **第三节 光的传播**

#### **3·1 光波的光速球面传播性质**

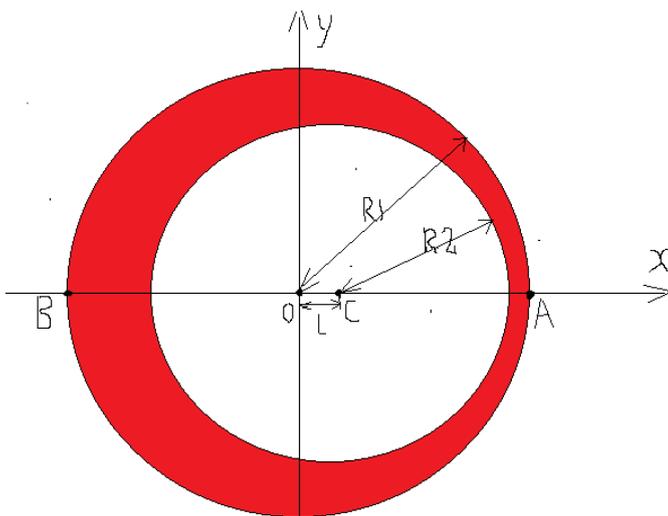
磁性能量光波是由原子同名磁极相切运动产生的，而每一个独立光波一旦产生就会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以光速球面的形式在真空中独立向外传播。

#### **3·2 光波的传播图像**

下面我们分析一下光源物体运动情况下，光波的传播图像。如图（5·4）所示

设光源物体以匀速  $v$  沿  $X$  轴方向运动，当光源物体来到坐标原点  $O$  时，开始向外辐射一个独立光波，两原子产生光波所用时间为  $\gamma$ ，即在  $\gamma$  时后该光源物体将在距坐标原点距离为  $L=v \cdot \gamma$  的  $C$  点成结束向外辐射。

光波在坐标原点  $O$  产生后，将以球面光速的形式向外传播，经过  $T_1$  时间的传播，该磁性能量波的前沿将到达以坐标原点  $O$  为球心，半径  $R_1=C \cdot T_1$  的球面上。此时光波前沿的球面位置是与光源物体是否运动无关的，但是光波的尾部却发生了变化，由于光波尾部产生地已由  $O$  点变为  $C$  点。因此，光波的尾部将是  $C$  点为球心的，半径  $R_2=C \cdot (T_1 - \gamma)$  的球面。



图（5·4）光源物体运动时产生的光波

从图中我们可以看出，二原子产生的光波是一份一份向外释放的，空间上的每一个球壳也就代表一个独立光波。在每一个独立球壳内，包含了光波的能量、波动、南北磁性、光强度、波长、偏振等信息，也可以说光波的这个球壳就是这些信息的载体，光的所有信息就包含在这个球壳层内。

由于光波是以恒定的光速向外传播的， $T_1$  时刻独立光波只位于红色球壳内。在球壳外面的任何一点，因光波目前还没有到达，此时这些区域没有任何光信号。在球壳层里面的白色区域因光波已经全部通过，所以也没有任何光信号。随着时间的推移，磁性能量波由近及远地以恒定的光速向外传播。在球壳向外传递过程中，球壳厚度，即光波的波长永远保持不变，而发生改变的是球壳表面积以及球壳表面的光强度，球面上任何一点上的光强度  $A$  与光源强度  $A_0$  关系为： $A=X \cdot A_0 / 4 \pi R^2$ 。（ $X$  为系数）

从图（5·4）中我们还可以看出，当光源物体运动时，产生的磁性能量光波总是以恒定的速度  $c$  向外传播的，光速与发光物体的运动速度无关。这也是从磁性光波得出的“光速不变原理”。

（这里把光看成是产自于物质，然后脱离物质在真空中独立传播的非物质光波，而非物质光波在真空中的传播是可以与物质运动有效分离的。）

非物质的光波在真空中的传播速度不受光源物体是否运动的影响，但是由于光源物体的运动，其光波尾部产生地的却发生了变化，故光波在不同方向上的球壳厚度（波长）受光源物体运动的影响。沿  $X$  正轴方向的  $A$  点，因与光源物体的运动方向相同，故  $A$  点接受到的光波球壳厚度为  $c \cdot \gamma - L$ ，此方向上的光波波长将变得最短。沿  $X$  负轴方向的  $B$  点，球壳厚度为  $c \cdot \gamma + L$ ，此方向上的光波波长将变得最长。从这里我们还可以得出多普勒效应。

**多普勒效应：**物体辐射的波长因为光源和观测者的相对运动而产生变化。在运动的波源前面，波被压缩，波长变得较短，频率变得较高（蓝移 blue shift）。当运动在波源后面时，会产生相反的效应。波长变得较长，频率变得较低（红移 red shift）。波源的速度越高，所产生的效应越

大。根据光波红（蓝）移的程度，可以计算出波源循着观测方向运动的速度。

## 第四节 光的吸收

### 4·1 叠加后的光波

前面介绍了一个独立光波的产生原理以及光波的各种性质，通过分析我们发现一个独立光波的图像、性质是简单的。但是一个光源物体是由数量极大的原子组成的，任一时刻，一个光源物体会同时产生数量极大，但数量毕竟有限的各种不同光波。因此在接收屏上，是绝不可能一次只接收到一个独立的球面光波。某一时刻，接收屏任一点上接收到的光波，是同时抵达该点所有球面光波叠加后的光波。

当我们在一个接收屏上，分析屏上各点光波的叠加情况时，发现情况发生了很大的变化。二个原子产生的光波，是不连续的一份一份独立光波，为间歇式光波。但是在接收屏上任一点上，叠加后的光波却变成 N 和 S 循环变化的连续光波。一个独立光波不具有频率概念，但是在接收屏上任意一点，叠加后的光波由于变成连续光波而具有频率概念，对应此变换频率，光波的波长概念也发生了完全的变化。

最为关键的是，某一时刻，各场点的叠加光波在磁性上，光强上，变换频率，位相上是各不相同的。就是同一场点的叠加光波，其变换频率、磁性、光强还会随着时间而变化。

### 4·2 波动场方程

一个光源物体产生的光波叠加后变成了连续波，因此我们可以借鉴机械波的数学公式，去描述磁性能量光波，其表达式为： $U(p,t) = A(p)\cos[\omega t - \phi(p)]$

### 5·3 光的吸收

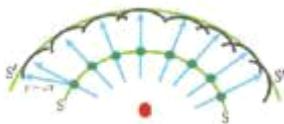
接收屏上的任何一点总是同时接收到数量极大，而且在磁性、光强、位相上各不相同的独立光波。但是当把这些独立光波叠加在一起时，每一点上的光波却只有一个确定值（九九归一）。该叠加光波就会超距作用于该点上的粒子磁极，产生一个确定的磁力，在该磁力作用下粒子的运动状态发生了改变。

或者说磁性能量波被物质内部的粒子吸收，粒子吸收的磁性能量波面积为该粒子的受光面积，被吸收的这部分光能由此完成了从光能到粒子动能的转换，而没有被吸收的球面波在增加一个缺口的情况下，仍按原路继续传播。

### 4·4 惠更斯原理

从稳定性角度分析，当物体内部的原子吸收光能后，会导致其运动状态偏离原稳定状态，根据“平衡规律”，这些原子就会通过同磁极相切运动，而自发的全部或部分释放那些吸收的光能。原子再次释放的光波我们把它称为次源波，根据磁性光波的性质，次源波仍然是以球面光速的形式传播的磁性能量波。当次源波遇到其他原子时同样会被吸收和再次释放，形成一个新的次源波。由此我们可以得出惠更斯原理。

**惠更斯(Huygens)原理:**波面上的每一点（面元）都是一个次级球面波的子波源，子波的波速与频率等于初级波的波速和频率，此后每一时刻的子波波面的包络就是该时刻总的波动的波面。



### 4·5 次源波的延迟辐射性质

根据惠更斯原理，可以解释光的反射定律、折射定律，并给出折射律的物理意义：光在两种媒质中速度之比， $N_{12} = n_2/n_1 = v_1/v_2$   $N_{12}$  叫做介质 1 相对介质 2 的相对折射率。 $v_1$  和  $v_2$  分别是光在媒质 1 和媒质 2 中速度。

但是在解释光的折射定律时，惠更斯只是人为规定光在光密媒质的传播速度小于光疏媒质的传播速度，而不能回答光在光密媒质的传播速度为什么小于光疏媒质的传播速度。下面我们尝试着用磁性光波来回答这一问题。

相邻两个原子的受光面是处于同一平面的，而这两个原子吸收光波后的次波光源点却在二原子的连线处，即二原子的受光面和次波光源点不在同一处，受光面与次波光源点之间有一定的距离。因此原子吸收光能后不是马上就会向外辐射次波，而是在吸收光能后旋转一定的角度，达到同名磁极相切条件后，再向外辐射次源波。这就造成原子吸收光能后需要延迟一段时间再产生次源波，次源波具有延迟辐射性质。

#### 4·6 光在光密媒质的传播速度为什么小于光疏媒质的传播速度

当一个独立光波在真空中传播时，由于真空中不存在其他物质，不会发生光波被吸收的现象，因此光在真空中的传播速度最快。而光在各种媒质中传播时，由于球面形式的光波总是有一部分被媒质所吸收，然后延迟一段时间后再形成次源波，因此光在媒质中的传播速度要小于光速。

光在媒质中传播速度变慢并不是次源波的光速变慢引起的，而是由于次源波具有延迟辐射性质引起的。媒质密度越大，光通过此媒质时与原子交换能量次数越多，光波经过相同距离所用时间越多，因此在密度越大的媒质中光传播速度越慢。

#### 4·7 光在媒质中的折射率为什么随光的频率而变

1672 年，牛顿利用三棱镜将太阳光分解成彩色光带，这是人们首次作的色散实验。

色散：复色光分解为单色光而形成光谱的现象叫做光的色散。色散可以利用棱镜或光栅等作为“色散系统”的仪器来实现。复色光进入棱镜后，由于棱镜对各种频率的光具有不同折射率，各种色光的传播方向有不同程度的偏折，因而在离开棱镜时就各自分散，形成光谱。

那么不同频率的光波在同一媒质中的折射率为什么不同？

前面我们已经了解叠加光波的波长越短，能量越大，这也表示一个原子接收频率越高的叠加光波，吸收的光能越多，原子自旋速度也将变得越快。现在原子的自旋速度变得更快了，但是中子循环磁场变换频率却不受原子自旋运动的影响，这也意味着，该原子在相同的时间内，需要旋转了一个更大的角度才能与下一个原子达到同名磁极相切的条件。因此频率越高的叠加光波在同一介质中的折射率越大，同一介质相对不同频率的叠加光波，具有不同的折射率。

#### 小结

从另一个新角度看世界，光是由二原子通过同名磁极相切运动产生的二种磁性能量光波，二种磁性能量光波具有以下性质，1；量子性。2；叠加性。3；波动性。4；光速球面传播性质。5；在真空中的传播不需要任何媒介的帮忙。有兴趣的读者可以用波动光学去分析各种光现象。也许你思考的越多，你的新发现就会越多。

当然了，目前还不能完全肯定光就是由二种磁性光波组成的，现在，它还只是通过中子的原子模型推导出的一个假说。

这里不反对使用假设，因为科学探索离不开假设，离开假设我们只能停留在事物的表面，但是，这并不表示每一个假设都是真理。故我们应该用理性去判断每一个假设：1 是否存在客观依

据。2 是否自相矛盾。3 是否违反逻辑。4 是否违反自然规律。5 是否违反人类的实践经验。6 是否能够经受住实践的检验，因为实践是检验真理的唯一标准。

从光的产生机理我们可以看出，二种磁性能量光波是一份一份向外释放的，**光同时具有波动性和量子性，但不具有粒子性**（粒子性和量子性不是同一概念）。这里不赞成把光看成某种无任何质量的粒子。

首先是因为粒子不具有叠加性质（因为一滴水加上一滴水一定是两滴水，而绝不会一起消失的）。

其次是粒子不能形成球面图像，因为一个东西不可能同时是一个粒子（即限制在一个很小体积内的实体）而又是一个球面波（即扩展到一个大空间的场）。二种图像根本没有调和的余地。如果非要在二种图像中选择一个的话，我会毫不犹豫的选择球面波图像，

最后，如果我们把光看成是一种粒子，还会出现这样一种现象。设想有一列跑得非常好的火车，它的速度等于光速的  $1/4$ ，这时如果我们打开车头上的灯，那么车头上这盏灯向外发射的光子速度，按照速度相加定理，总速度应该等于光速的  $5/4$  倍，显然这一结论违反光速不变原理。

第一个发现这一问题的正是爱因斯坦，为了解决这一问题，爱因斯坦指出，只要摒弃牛顿所确立的绝对空间和绝对时间的概念，一切困难都可以解决。（爱因斯坦是尝试通过改变时空观、物质观去解决理论问题的。）

爱因斯坦以光速不变为突破口列举了一个光传播的事例，并从中得出：在不同惯性系中观察同一物体运动是矛盾的。下面简要介绍一下这个光传播的事例。

有一个在空中作匀速直线运动的房间，房间里面有一个观察者 A 随房间一起运动，外面有一相对房间静止不动的观察者 B，他可以透过运动着的房间的玻璃墙看到里面所发生的一切。假设一个光的信号由房间的中央发射出去，我们问这两个人，他们观察到什么？

房里面的观察者 A 说：从房间中央发出的光信号会同时到达房间的各面墙上，因为四面墙与光源的距离相等，而光在各方向上的速度又是相等的。

房外面的观察者 B 说：我所看到的是光信号同样以标准速率向各个方向行进。一扇墙要奔离光信号，而另一扇墙要接近光信号。因此信号到达那奔离的墙，比较到达那接近的墙要稍微迟一些。

现在把这两个观察者的预言加以比较之后，就会发现一种最可惊奇的结果，这种结果显然跟经典物理学上极有根据的概念相矛盾。现在发生了两个事件，两束光到达两扇墙，在房内的观察者 A 看来，它们是同时到达的，而房外的观察者 B 却认为它们不是同时到达的。因此，在不同惯性系中观察同一物体运动是矛盾的

### 一个稀奇古怪的梦

我这个人有一个毛病，就是爱做梦，而且还总是做一些稀奇古怪的梦。一天晚上，梦中的我正驾驶着一艘光速飞行的飞碟在太空中漫游。突然飞碟中间的一盏灯亮了，当我观察这一灯光时，一件奇怪的现象发生了，光波在没有任何东西阻挡的情况下，只能向后传播，却不能向前传播。这真是奇了怪了，难倒是我梦中遇见了鬼？

但是当我定下心来时，才突然想明白：我并没有遇到鬼，世上原本就没有鬼。光波不能向前传播是正常的，如果不是这样，反倒是真的遇见了鬼。因为飞碟在以光速飞行，而光又不能跑得比光速还快，因此它只能待在原地不动。

当然了，这只是一个梦，一个稀奇古怪的梦。现实中的我从来就没有看见过飞碟，也不知道它长什么样，更不会驾驶飞碟。但是，当我**梦醒**时，一个问题却总是困扰着我：如果爱因斯坦所举事例中，房内的观察者 A 也做了和我相同的梦，他会怎么说？

## 第三章 热力学

### 第一节 温度

#### 1·1 热平衡状态

原子产生自旋运动后，会给物质系统带来新的不稳定因素。按照“平衡规律”，一个物体只要具有一定的温度，那么该物体就会自发的向外释放原子的这些自旋动能，去追求更稳定的状态。

实验表明任何物体只要温度高于绝对零度，就会自发向外辐射波长为 0.4~40 微米范围内的光波，因此我们说，物体自发向外释放能量使物体温度降到绝对零度（原子自旋速度为零），是所有物体共同追求的理想。（达到绝对零度时，由于原子内部各中子产生的叠加场仍为循环磁场，各原子之间仍维持在平衡距离内，故原子不会塌陷在一起）

物质自发追求的理想目的是达到绝对零度，但是理想是美好的，现实世界的形式是不完善的。由于能量守恒，一个物体在自发向外释放一定能量的同时，又不得不被动的吸收其它物体释放的能量。现实世界是，物体所处的大环境由于具有一定的温度，每一物体在追求理想的同时（自发向外释放能量），又不得不与周围环境达成一种妥协，转而追求现实世界的目的；**物质系统总是自发向着释放能量等于被动吸收能量的热平衡状态发展的，从而最大限度的接近理想状态。**

#### 1·2 热量的传递

具有一定温度的物体总是自发向外释放能量，和被动吸收外界能量的。当我们把一根水银温度计插入热水中时，由于水银此时的温度比热水的温度低，故从外界吸收的能量大于向外释放的能量，温度上升。热水因为温度高，从外界吸收的能量小于向外释放的能量，温度会下降。

当二个存在温度差的物体相互靠近时，物体是通过自发释放与被动吸收之间的能量差，来自发完成热量从高温物体向低温物体传递的。我们把二个物体之间由于存在温度差而传递的能量叫：热量 Q。热量的公制为焦耳。

随着水银吸收的净能量越来越多，水银的体积随之增大，汞柱在温度计中的高度不断上升，温度计显示的温度也在不断上升。当水银吸收的能量等于向外辐射的能量时，水银和热水也就同时达到了热平衡状态。达到热平衡状态后，水银和热水拥有的能量不再随时间而发生变化，水银的总体积也不再继续增大，此时温度计显示的温度也是热水的温度。我们说二物体达到热平衡状态后，二物体的温度相等。

#### 1·3 热平衡定律

否勒（Fowler）于 1939 年提出热平衡定律：在不受外界影响的情况下，只要 A 和 B 同时与 C 处于热平衡，即使 A 和 B 没有热接触，它们仍然处于热平衡状态。热平衡定律告诉我们，互为热平衡的物体之间必存在一个相同的特征——它们的温度是相同的。热平衡定律不仅给出了温度的概念，而且指出了判别温度是否相同的方法。

#### 1·4 温度与辐射出射度 M (T)

根据热平衡定律，互为热平衡的物体之间，它们的温度是相同的。而判断二物体是否达到热平衡状态，可以通过二物体的辐射出射度 M (T) 是否相同来确定。M (T)：物体在单位时间内、单位面积上，向外释放的各种光波能量的总和。当二个物体的辐射出射度 M (T) 相同时，二物体互为热平衡，它们的温度是相同的。因此我们说温度这一概念是直接反映物体辐射出射度 M (T) 大小的一个物理量。

### 1·5 影响物体温度的二个微观因素

从光的产生原理我们可以看到，影响物体辐射出射度  $M(T)$  大小的因素主要有二个。

1；原子的自旋速度  $\omega$  越快，同磁极相切过程时向外释放的光能越多，物体的辐射出射度  $M(T)$  越大。

2；原子间的距离  $R$  越小，二原子同磁极相切时的斥力越大，原子速度改变量越多，物体的辐射出射度  $M(T)$  越大。

物体辐射出射度  $M(T)$  大小是由原子的自旋速度  $\omega$  和原子间的距离  $R$  综合决定的。

1；在  $R$  不变的情况下，原子自旋速度  $\omega$  上升，物体的温度随之上升。

2；在  $\omega$  不变的情况下，原子间的距离  $R$  越小，物体温度越高。

3；当  $R$  和  $\omega$  同时增加时，物体的温度有可能上升，也有可能由于原子间的距离上升过快使物体温度下降。

因此温度不是物体内部原子自旋动能的标志，也不是原子实际距离的标志，而是二者的综合标志。

### 1·6 比热容

物体温度是由原子的自旋速度和原子间的距离综合决定的，下面结合这一观点谈谈物体的比热容问题。

当物体吸收的能量大于放时，物体温度随之上升。但是由于热胀冷缩，原子间的距离会跟着温度的上升而增大，而原子间距离加大物体的辐射出射度  $M(T)$  会下降。原子在距离增大的情况下，必须吸收更多的能量，才能使物体的温度在原有基础上升高  $1^{\circ}\text{C}$ 。这也表示固态物体的比热容是随物体温度上升而逐渐增加的。

## 第二节 压强

### 2·1 气态分子的理想状态

前面我们已经了解到，每一个气态分子在循环磁场保护下，都拥有一个属于自己的独立生存空间。其它分子想要进入该独立空间时，将会受到斥力，斥力会把闯入该独立空间的分子推回至平衡位置。因此每一个气态分子所追求的理想状态是获得最大的独立生存空间  $V_0$ ，即外界压强为绝对零压强条件下，每一个气态分子所拥有的最大的独立生存空间  $V_0$ （零压独立空间  $V_0$ ）。

影响零压独立空间  $V_0$  的二个因素：

(1)不同的气态分子由于向外产生的磁场不同， $V_0$  大小不同。

(2)同一分子获得外界更多的能量，分子的自旋速度越快，该分子就有能力追求到一个更大的  $V_0$ 。

### 2·2 压斥力平衡

每一个气态分子共同追求的理想目标，就是获得最大的生存空间  $V_0$ 。但是理想是美好的，现实是残酷的，由于大气层中的所有气态分子都受到方向指向地球心的地球引力，所以处于下一层的气态分子就会受到上一层分子的向下压力，在这种压力作用下，下层气态分子的实际空间  $V_{\text{实}}$  就会小于  $V_0$ 。而所有气态分子的  $V_{\text{实}}$  一旦小于  $V_0$ ，对外就会表现出斥力。

为了追求理想，气态分子在不停的与外部压迫做着斗争，从而表现出一种不屈不挠的抗争性，而且是外部压迫越大，气态分子的反抗力越大。但是由于地球引力又是客观永远存在的，下层分子的独立空间不会因对外抗争而恢复至理想状态。下层分子在追求自己的理想过程中，在与外部压迫做着斗争的同时，又不得不和外部环境达成一种协议，转而追求现实世界的目的“压斥力平

衡”：自发达到对外斥力与外部压力间的平衡状态，进而拥有一个相对于内外条件为最大的生存空间。

### 2·3 影响气体压强 P 的二个因素

地球表面的所有气态分子的实际独立空间  $V_{实}$  都是小于  $V_0$  的，因此所有气态分子对外都表现为斥力。当气态分子  $V_{实}-V_0$  间的偏差值越大时，气态分子对外斥力越大，气体压强越大。

因此我们说气体的压强是由气态分子  $V_{实}-V_0$  间的偏差值大小决定的。

1;  $V_0$  的影响；当气体温度上升时，气态分子由于获得能量具有争取到更大独立空间  $V_0$  的能力，即  $V_0$  随着温度同步增大。如果此时容器内的气体体积不变，即  $V_{实}$  不变，但  $V_0$  却因温度上升而变大，这就造成  $V_{实}-V_0$  间的偏差值进一步加大，气体压强跟着增大。

法国科学家查理（1746--1823）通过实验发现查理定律：一定质量的气体，当其体积一定时，它的压强与热力学温度成正比。即  $P_1 / P_2 = T_1 / T_2$  。

2;  $V_{实}$  的影响；当气体的温度保持不变时， $V_0$  也就保持不变，如果我们减小容器内的气体体积，即  $V_0$  不变而  $V_{实}$  变小。这又造成  $V_{实}-V_0$  间的偏差值进一步加大，气体压强跟着增大。

英国化学家波义耳（Boyle），用玻璃活塞做实验时发现，当他向堵住的空气施加双倍的压力时，空气的体积就会减半；施加 3 倍的压力时，体积就会变成原来的 1/3。波义耳创建了一个简单的数学等式来表示这一比例关系：在密闭容器中的定量气体，在恒温下，气体的压力和体积成反比关系。公式为： $V=k/P$  。

### 2·4 非线性

在波义耳定律中，气体的压力和体积之间的关系为线性关系，但是这是在理想状态下的气体，现实世界中，气体的压力和体积之间并不是严格的线性关系，不可积系统才是普遍存在的现象。那么气体的压力和体积之间为什么不是严格的线性关系？现实世界中为什么存在的是不可积系统？

十七世纪以后，机械唯物主义战胜了神学，物理学发生了一次巨大的飞跃。当时人们研究问题的方法，是迪卡尔奠定理论基础的分析方法：一般是把事物分解成若干部分，抽象出最简单的因素来，然后再以部分的性质去说明复杂事物。但是，这种方法的着眼点在局部或要素，遵循的是单项因果决定论，即一个原因只产生一个结果，一个结果只能由一个原因引起，由此得出的是线性的自然图景。

但是，大自然并不像人们想象的那么简单，事实上，引起事物变化的原因，是由许多原因综合决定的。在事物的变化过程中，尽管主要原因起着决定性的作用，但这并不意味着其他次要原因就不起作用了。

而单项因果决定论往往是在完全否定次要原因的前提下，只肯定主要原因。这就导致它不能如实地反映事物之间的联系和相互作用，它只能适用于事物小范围内的变化，而在较大范围内就显现出不足。虽然单项因果决定论(单向思维方式)是几百年来在特定范围内行之有效、人们最熟悉的思维方法，但是它不全面。

如果我们在保持外界温度不变的情况下压缩气体，“M(T)”会因分子间的距离变小而增加。该气体向外释放的能量就会大于被动吸收的能量，(压缩气体，气体温度上升)，但在外界温度不变的情况下，分子的自旋速度会由于放大于吸而自发下降。当气体重新达到热平衡状态后， $V_0$  会随着分子自旋速度下降而变小。 $V_0$  变小这就降低了  $V_{实}-V_0$  间的偏差值，气体压强会降低。因此，在保持温度不变的情况下压缩气体，当气体体积变成原来的 1/3 时，气体的压强增加值要小于三倍。

### 2·6 气体的扩散

由于空气重力的客观存在，地球表面的所有气态分子的实际独立空间都是小于零压独立空间的，故气态分子对外都会产生斥力，这也决定一定压强的气体具有自发向“压斥力平衡”方向发

展的趋势，在这一趋势作用下，地球表面的所有气态分子都是时时刻刻、处处，处于“压斥力平衡”状态的。

当某一气体在一容器内气体压强局部产生不平衡时，这就造成高压区的气态分子对外斥力大于外部压力，在增大的对外斥力作用下，该分子争取到了更大的实际独立空间  $V_{实}$ ，在获得更大的实际独立空间的同时，该分子对外斥力自发降低并达到“压斥力平衡”状态。而此刻低压区分子对外斥力小于外部压力，分子的实际独立空间  $V_{实}$  自发减小。

在二个压强不同的区域内气态分子的实际独立空间  $V_{实}$  分别产生了一大一小的变化，气体分子在这一大一小的变化中自发完成了从高压区向低压区的流动。因此气体具有扩散性，气体能够自动、均匀的扩散至容器的任何一个角落。

气态分子总是自发的从不平衡状态向对外斥力与外部压力的动态平衡“压斥力平衡”方向发展的。当容器中的所有气态分子达到“压斥力平衡”后，气体压强趋于均匀，且不随时间变化。当气体的内外条件不发生变化的情况下，气体绝不会自发从“压斥力平衡”状态向不平衡方向发展。

### 2·7 帕斯卡定律

当封闭容器中静止流体的某一部分发生压强变化时，由于气态、液态分子总是自发的从局部压强不平衡状态向“压斥力平衡”方向发展的。因此在封闭容器中某一部分发生的压强变化将毫无损失地传递至流体的各个部分和容器壁，从而使封闭容器中的所有流体在保持不同深度压强不同的基础上，同时增加或减少相同的压强，以达到“压斥力平衡”状态。由此我们可以得出帕斯卡定律。

帕斯卡定律：加在密闭液体任一部分的压强，必然按其原来的大小，由液体向各个方向传递。根据帕斯卡原理，在水力系统中的一个活塞上施加一定的压强，必将在另一个活塞上产生相同的压强增量。如果第二个活塞的面积是第一个活塞的面积的 10 倍，那么作用于第二个活塞上的力将增大为第一个活塞的 10 倍，而两个活塞上的压强仍然相等。

### 2·8 阿基米德定理

地球表面的压强为  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，因此在地球表面的所有气态分子都会受到来自四面八方其他分子的压力。气体对浸没其中的所有气态分子的压力是垂直该分子球独立空间的表面并指向其球心的，故静止流体中任一点的压强是各向相等的。但是对于具有一定体积的气态分子而言，其所受到的压力却不是各向相等的。

分子的前后、左右、上下都受到压力，作用在前后、左右侧面上的压力由于方向相反，而且作用面积大小相等，又处于相同的深度，所以两侧面上受到的压力彼此平衡。但是上下两面由于所处的海拔高度不同，下面受到向上的压力大于上面受到的向下的压力。因此大气层中的所有气态分子上下表面存在着压力差，而该气态分子要维持在一定海拔高度保持位置不变，上下表面的压力差必须通过另一因素来平衡，即通过分子自身向下的重力来达到力的平衡。

进一步分析表明，分子的独立生存空间越大，上下表面的压力差越大，浮力越大。液体对物体的浮力等于物体的体积乘于液体的密度，即阿基米德定理：浸在液体（或气体）里的物体受到向上的浮力作用，浮力的大小等于被该物体排开的液体（气体）的重量。浮力的大小可用下式计算： $F_{浮} = \rho_{液(气)} g V_{排}$ 。

## 第三节 热力学第一定律

### 3·1 气态分子的势能

由于地球表面的大气压强为  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。因此对于大气层中的气体而言，所有气态分子的  $V$

都小于  $V_0$ ，都具有自发恢复至  $V_0$  的趋势，而分子在恢复至  $V_0$  的过程中会对外膨胀做功。因此我们可以这样认为，大气层中的所有气态分子都具有一定的势能  $E_{\text{势}}$ 。但是，又由于每一个分子都处于压斥力平衡状态，分子拥有的这个势能  $E_{\text{势}}$ ，却不能对外膨胀做功。

### 3·2 分子势能增加的原因

在一有活塞的汽缸内盛有一定量的气体，现在对汽缸内气体进行加热。气体从外界吸收热量  $Q$  后，气态分子自旋速度会加快，气体动能增量为  $\Delta E_{\text{动}}$ 。

当分子自旋速度上升时，由于分子对外斥力会随着自旋速度的上升而增加，因此，在外界压强不变的情况下，该气体就能够对外膨胀做功，这也就表示分子的势能  $E_{\text{势}}$  会随着分子自旋速度的上升而同步增加。我们把气体因自旋运动变快而增加的这部分势能  $E_{\text{势}}$  称为势能增量  $\Delta E_{\text{势}}$ 。

由此我们得出，当气体从外界吸收热量  $Q$  后，气体的动能、势能增量分别为  $\Delta E_{\text{动}}$ 、 $\Delta E_{\text{势}}$ ，故有公式： $Q = \Delta E_{\text{内}} = \Delta E_{\text{动}} + \Delta E_{\text{势}}$  (6·22a)

### 3·3 热力学第一定律

当气体从外界吸收热量  $Q$  后，气体的动能、势能增量分别为  $\Delta E_{\text{动}}$ 、 $\Delta E_{\text{势}}$ 。在外界压强不变的情况下，该气体由于势能增加而对外膨胀做功  $W$ 。气体在膨胀做功过程中，分子对外斥力又会随着  $V_{\text{实}}$  的增加而不断下降（压强下降）。当汽缸内压强下降至与外部压强相等时，气体势能增量  $\Delta E_{\text{势}}$  将全部对外做功  $W$ 。即  $W = \Delta E_{\text{势}}$  (6·22b)

将公式 (6·22b) 代入 (6·22a) 可得： $Q = \Delta E_{\text{动}} + W$  (6·22c)

从这我们可以得出热力学第一定律：系统从外界吸收的热量  $Q$ ，一部分使系统的动能  $\Delta E_{\text{动}}$  增加，另一部分对外做功  $W$ 。热力学第一定律也叫能量不灭原理：热可以转变为功，功也可以转变为热；消耗一定的功必产生一定的热，一定的热消失时，也必产生一定的功。

热力学第一定律是对能量守恒和能量转换定律的一种表述方式，热力学第一定律指出，自然界一切物体都具有能量，能量有各种不同形式，能量既不能创生，也不能消失，它只是从一种形式的能转化为另一种形式，或者从一个物体转移到另一个物体，在转化或转移的过程中，其总量保持不变。这就是能量守恒定律。

热力学第一定律的另一种表述是：第一类永动机是不可能造成的。这是许多人幻想制造的能不断地作功而无需任何燃料和动力的机器，是能够无中生有、源源不断提供能量的机器，显然，第一类永动机违背能量守恒定律。理解能量守恒定律的关键问题是：能量即不能无中生有，凭空产生，也不会自动消失，能量只会从一种能量形式转变成另一种能量形式，从一个物体传到另一个物体，宇宙中的能量总值是守恒不变的。

### 3·4 能的耗散

大气层中的所有气态分子都具有一定的势能  $E_{\text{势}}$ 。但是分子拥有的这个势能  $E_{\text{势}}$ ，是不能对外膨胀做功的，能够对外做功的能量只能是气体新增加的势能  $\Delta E_{\text{势}}$ 。而  $\Delta E_{\text{势}}$  的增加是建立在分子自旋速度上升这一基础上的，气态分子只有在自旋速度增加 ( $\Delta E_{\text{动}}$  增加) 的基础上，零压独立空间  $V_0$  才会增加，分子势能  $\Delta E_{\text{势}}$  才会在  $V_0$  增加的基础上变大。因此用于增加分子自旋速度的那部分能量  $\Delta E_{\text{动}}$  是不能用于对外做功的，能够用于对外做功的能量只能是：随分子自旋速度上升时气体新增加的那部分势能  $\Delta E_{\text{势}}$ 。

从以上分析我们可了解：为什么机械能可以全部转化为热能，但热能不可能全部转化为机械能。科学家把能量以热的形式散发到周围空间而无法再继续做功的现象称之为能的耗散。在能的转化过程中，能的耗散是不可避免的，这也是能量守恒，能源是不守恒的原因。

### 3·5 等体过程

在一有活塞的汽缸内盛有一定量的气体，在体积不变的条件下对气体加热，气体吸收热量  $Q$  后，气体动能和势能增量分别为  $\Delta E_{\text{动}}$ 、 $\Delta E_{\text{势}}$ 。在等体过程中，由于气体的体积  $V$  是常量， $\Delta E$

不对外作功,由热力学第一定律,有  $Q=\Delta E_{\text{动}}+\Delta E_{\text{势}}=\Delta E_{\text{内}}$ ,这表明气体吸收的热量全部用来增加气体的内能 $\Delta E_{\text{内}}$ 。

从分子角度分析,气态分子因获得外界能量自旋速度加快,而在等体过程中,粒子间的距离并没有改变,故等体过程中,1mol 气体在吸收相同热量 Q 后温度上升的最快。

气体的定体摩尔热容  $C_{v,m}=dQ/dT$ ,是指 1mol 气体在体积不变条件下,温度改变 1K (或 1 度) 所吸收或放出的热量。

### 3·6 等压过程

在一有活塞的汽缸内盛有一定量的气体,在气体压强保持不变的条件下对气体加热,气体吸收热量 Q 后,气体动能和势能增量分别为  $\Delta E_{\text{动}}$ 、 $\Delta E_{\text{势}}$ 。但是在等压过程中,由于汽缸内压强这时大于汽缸外压强,所以气体势能增量 $\Delta E_{\text{势}}$ 将会全部对外做功 W,由热力学第一定律,有  $Q=\Delta E_{\text{动}}+W$

从分子角度分析,气态分子因获得外界能量自旋速度加快,但在等压过程中,气体由于对外膨胀做功,分子间距离变大,这又会导致气体温度下降。因此在等压过程中,1mol 气体在吸收相同的能量情况下,温度上升值要比等体过程小。

气体的定压摩尔热容  $C_{p,m}$ ;是指 1mol 气体在压强不变条件下,温度改变 1K (或 1 度) 所吸收或放出的热量,  $C_{p,m}=dQ_p/dT$

### 3·7 摩尔气体常量 R 与气体势能增量 $\Delta E_{\text{势}}$ 的关系

大量实验表明,无论是单原子气体还是多原子气体,尽管它们的定压摩尔热容  $C_{p,m}$  和定体摩尔热容  $C_{v,m}$  的实验值不同,但是  $C_{p,m}$  与  $C_{v,m}$  实验值之差即  $C_{p,m}-C_{v,m}$  与摩尔气体常量 R 还是比较接近的,即  $R=C_{p,m}-C_{v,m}$ 。R 约等于 8.31J。

那么  $C_{p,m}$  与  $C_{v,m}$  实验值之差为什么接近于摩尔气体常量 R?

从气体的等体过程和等压过程分析中我们可以看出,在等压过程中,气体由于对外膨胀做功分子间距离增大,而分子间距离增大又会导致气体温度下降,这就意味着在等压过程中,气体温度每升高 1K 所需要的热量要比等压过程多吸收 R (约等于 8.31J) 的能量。而气体在等压过程中之所以要多吸收 R 的能量,是由于气体把这多吸收 R 的能量全部用来对外膨胀做功。

而气体在等压过程温度上升 1K 时,能够对外做功的能量是气体的势能增量 $\Delta E_{\text{势}}$ 。这也表示:等压过程中,1mol 理想气体温度每升高 1K,气体的势能增量 $\Delta E_{\text{势}}$ 也就等于摩尔气体常量 R (8.31J)。

即 $\Delta E_{\text{势}}=R \cdot 1K$ ,或者 $\Delta E_{\text{势}}=R T$

### 3·8 理想气体的状态方程

在等压过程中,当 M/Mmol 摩尔气体温度增加 T 摄氏度时,由于 $\Delta E_{\text{势}}=R T$ ,所以该气体势能增量 $\Delta E_{\text{势}}$ 就等于 M/MmolRT,即 $\Delta E_{\text{势}}=M/MmolRT$ 。又由于 $\Delta E_{\text{势}}=PV$ ,故得出理想气体的状态方程; $PV= M/MmolRT$

前面我们已经了解了,气体的宏观物态参量之间不是严格的线性关系,理想气体的状态方程只能在气体的压强不是太大以及温度不是太低的条件下使用,但在低温和高压下,真实气体与理想气体有明显的偏差。

### 3·9 卡诺定理

大气层中的所有气体都拥有一定的分子势能。但是气体的这些势能是不能对外做功的,热机内部气体能够对外做功的能量只能是 $\Delta E_{\text{势}}$ 。从  $V_0$  变化量角度分析,当热机高温热源的温度 T1 越高,低温热源的温度 T2 越低时,气态分子的零压独立空间  $V_0$  变化量也就越大,气态分子势

能  $E_{\text{势}}$  变化量也就越大，该气体能够对外做的功也就越多，热机的效率越高。

卡诺定理：

(1) 所有工作在相同的高温  $T_1$  热库和低温  $T_2$  热库间的一切可逆热机（工作循环为可逆循环），不论其工作物质的性质，效率都为：

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

(2) 所有工作在相同的高温  $T_1$  热库和低温  $T_2$  热库间的一切不可逆热机（工作循环为不可逆循环），其效率不可能高于可逆机。

卡诺定理的意义在于它指出了热机效率的上限，即任何热机效率都不可能超过  $1 - T_2/T_1$ 。同时它也提出了提高热机效率的有效途径。这就是：提高高温热库的温度；尽量降低低温热库的温度。

## 第四节 热力学第二定律

### 4·1 热平衡原理

根据“平衡规律”：物质系统内部各要素在循环场力作用下，总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态发展的。这就决定具有一定温度的物质系统，总是自发的向外释放一定量的能量去追求更稳定的理想世界，但是，系统在向外释放能量的同时又不得不被动吸收其它物体释放的能量。因此物质系统在现实世界中的目的是：自发的向着释放能量等于被动吸收能量的热平衡状态方向发展的，从而最大限度的接近理想状态。

由此我们得出热平衡原理：具有一定温度的物质系统和外界总是处于，自发释放能量与被动吸收能量的热流交换状态中，系统总是自发向着吸收能量等于向外释放能量的热平衡状态方向发展的。

根据热平衡原理，只要物体具有一定温度，那么世界上绝不会存在只释放能量而不吸收能量的物体，也不会存在只吸收能量而不向外释放能量的物体（绝对零度的物体除外）。

根据热平衡原理，物质系统总是自发向着吸收能量等于向外释放能量的热平衡状态方向发展的，当物质系统达到热平衡状态后，如果系统的内外条件不发生其他变化，那么系统绝不会自发的从热平衡状态发展到不平衡状态，这也是热力学过程不可逆性的微观本质。

下面我们尝试用热平衡原理来分析能量自动进行方向性问题。历史上曾有人企图制造这样一种循环工作的热机，它只从单一热源吸收热量，并将吸收的热量全部用来做功而不放出热量给低温热源。这种热机叫做第二永动机。然而人们经过长期的实际认识到，第二类永动机是不可能实现的。

### 4·2 开尔文说法

开尔文总结为：热机不可能从单一热源取热，把它全部变为功而不产生其他任何影响。

我们先用热平衡原理来分析开尔文说法中的第一个正确观点：热机不可能从单一热源取热。

从热平衡原理来分析：具有一定温度的物体总是自发的向外释放一定量的能量去追求更稳定的理想世界，物体在释放一定的能量同时又不得不吸收其它物体释放的能量，世界上不存在只释放能量而不吸收能量的物体，也不会存在只吸收能量而不释放能量的物体。因此物体的能量传递，不是单一的只从高温物体传向低温物体的，而低温物体就没有能量传向高温物体。更不会出现能量单一的从低温物体传向高温物体的现象。物体的能量传递过程只能是：自发释放能量与被动吸收能量同时并存，通过释放和吸收之间的能量差，来完成热量从高温物体传递到低温物体的。

开尔文说法中的第二个正确观点：热机不可能将吸收的热量全部用来做功而不产生其他任何影响。

从能的耗散分析中我们已经了解，气体从外界吸收的热量只有气体势能增量  $\Delta E_{\text{势}}$  部分才能

对外做功，而分子势能的增加是建立在分子自旋速度增加基础上的，离开分子自旋速度增加这一基础，分子势能不会凭空增加。因此转换为分子自旋动能 $\Delta E_{\text{动}}$ 的那部分热量，只能用于气体的温度提高而不能用于对外作功，大自然中绝不可能出现，热机从单一热源吸取热使之完全变成功，而不发生其他变化的现象。

从热平衡原理我们可以看出它就是热力学第二定律，用热平衡原理可以说明物体热量传递过程中，能量为什么会自动向这个方向进行，而不是另一个方向。但是热平衡原理只能说明热量自发进行过程的方向性问题，而不能回答大自然自动进行过程中的方向性问题，要回答这些问题还得靠“平衡规律”解决，也可以说“平衡规律”本身就包含了热平衡原理，热平衡原理只是“平衡规律”在热力学中的一个具体表现形式。

## 第四章 万物的自然形成

### 第一节 自发与自然

#### 1·1 物质的本性

从另一个角度看世界，宇宙万物都是由中子组成的，由于中子具有磁矩，这就决定世界上只要它是由中子构成的客观物质，那么它就会不以人的意志为转移自发向外产生磁场。因此，自发向外产生磁场是所有物质的固有属性，而物质的本性也就在于此。

根据物质的本性，物质总是不以人的意志为转移自发向外产生磁场的，而磁场一旦产生它就不会无缘无故的凭空消失，这又决定物质在自发向外产生磁场的同时，又被动的接收其他物质产生的磁场。在磁场的超距作用下，物质自然产生了相互之间的内在动力，在内在动力作用下，物质产生了自然运动、并自发的组织在一起，因此，物质世界是通过自发向外产生的磁场，磁场产生的力而普遍的、客观的联系在一起的。

另外，具有一定温度的物质系统还会自发的向外释放能量，而能量是守恒的，这就决定物质在自发向外释放能量的同时，又不得不被动吸收其他物体所释放的能量。物质拥有的能量在这一放一吸间产生了变化，而原子拥有的能量不同又决定原子间力的变化，力变化又导致物质系统的发展变化。

#### 1·2 自发与自然

物质具有二个自发行为，1 自发向外产生磁场。2 自发向外释放能量。物质自发向外产生磁场决定了物质的运动、自组织。物质自发向外释放能量决定了物质的发展变化。而物质在自发向外产生磁场、自发向外释放能量的同时，又不得不被动接受磁场、能量。这就决定物质系统在自发与被动之间，又总是自发的向相对内外条件为最稳定的动态平衡方向发展的。

由物质的这二个自发行为，我们可以进一步得出，物质的运动是自然运动。物质间的联系是自然联系。物质的生成是自然生成。物质的变化是自然变化。物质的发展是自然发展。物质运动、生成、变化的规律是自然规律。自然界中的所有现象都是自然现象。

那么宇宙万物在自然生成过程中，组成万物的原子到底又会表现出那些自然行为哪？

### 第二节 中子的自发调整和相互协调

中子在自发建立动态连接过程中，由于循环磁场具有调整功能，无论中子之前的运动状态是什么，每一中子在加入原子过程中，都会自发调整各自的状态，以达到运动上的彼此协调有序，在相互协调中保持原子整体状态的相对稳定。

因此，中子通过自发的调整以达到彼此间的相互协调，是原子得以自然生成的基础，是原子保持相对稳定的保障。而事实上，循环场力决定了中子会自发的调整以达到彼此间的相互协调。

从原子形成过程分析，二中子在循环场力作用下自发建立起一种相对稳定的动态连接。由于循环磁场具有旋转性质，因此二中子建立连接的同时还自然产生了涡旋运动，而二中子一旦产生涡旋运动，对外就会产生一个有序变换的具有涡旋性质的叠加总场。

这就意味着，后续加入的中子还会受到来自于原子总叠加场的作用力，在总循环场力作用下，后续中子会自发调整自己的运动状态，产生相同方向的涡旋运动，以保持与原子整体运动上的协调一致。

可以说在原子自然生成的过程中，在循环场力的相互作用、影响、制约下，各中子会通过调整各自的运动状态，达到个体之间、个体与整体之间在运动上的协调有序，从而自发建立起一种相对稳定的动态连接。

也正因为，每一部分在加入整体时，总是通过自我调整保持与整体的协调一致。所以系统的整体性能才会大于各部分的性能之和（整体大于部分之和）。如果部分不能与整体保持协调一致，那么整体功能就有可能小于部分之和。例如：一个和尚有水喝，二个和尚挑水喝，三个和尚相互扯皮就反而没有了水喝。

### 第三节 原子有序变换的的循环磁场

一定数目的中子一旦自发组成原子，那么该原子向外就会产生由该原子内部所有中子决定的总叠加磁场。由于原子在自然生成的过程中，各中子在循环场力的作用下，已经自发达到了个体之间、个体与整体之间在运动上的协调有序，由此我们得出原子向外产生的总叠加磁场仍是有序变换的循环磁场。

整体是由相互作用的各个部分组成，而每一部分一旦加入到整体，也就丰富发展了整体内容，原子总循环场会随着中子数目的变化而产生变化。需要说明的是，原子总循环场在内容上的丰富发展，是在协调有序基础上的丰富发展。即在循环场力作用下，原子整体的协调有序状态不会因加入新中子而发生改变，改变的只是总循环磁场的变换频率，以及场的强度。由此我们可进一步得出，不同数目中子自然形成的原子结构不同，对外产生的总叠加场各不相同。尽管不同元素结构不同，对外产生的循环磁场有序程度、变换频率、磁场强度各不相同，但所有原子产生的总场都是有序变换的循环磁场。

### 第四节 原子间的循环场力

一定数目的中子在循环场力作用下自发结合成一个具有一定质量、形状、大小的球型结构原子。而不同的元素由于结构不同，对外产生的循环磁场；①有序程度、②变换频率、③磁场强度不同。

这又决定不同元素相邻，产生的循环场力在；①力的大小上、②引力和斥力作用时间上、③引斥力变换频率上是各不相同的。

### 第五节 原子间的连接状态

由于不同元素相邻，产生的循环场力是各不相同的，这就导致不同元素相邻，原子状态在以下几个方面是不同的：(一)原子的运动状态不同。(二)原子的位置状态不同。(三)原子间的连接状态不同。(四)原子间的平衡距离  $L_0$  长短不同。(五)原子的振动量不同。(六)振动频率不同。

根据不同的循环场力对原子间连接状态的不同影响，我们把二原子间的连接状态分为三种。

#### 5·1 连接状态

二原子在平衡距离范围内继续维持着有序的分合运动。我们把二原子的这一运动状态称为连接状态。

对应这一连接状态的物质形态是“固态”，固体内部各原子在循环场力作用下，通过有序的分合运动自发建立起相对稳定的连接。

#### 5·2 时断时连状态

由于物质的能量具有流动性，这就造成原子间的力总是处于变化之中。某一时刻，由于引力变小，不能把趋于分离的二原子重新拉回至平衡位置，而在下一时刻又会因引力变大，重新把二原子拉回至平衡位置。我们把二原子的这一运动状态称为时断时连状态。

对应这一连接状态的物质形态是“液态”，由于液态分子之间的连接是时断时连状态，故液态物质表现出流动性。

### 5·3 连接断开状态

当二原子在斥力作用下距离达到最大时，如果二原子间的引力已小到不足以把趋于分离的二原子重新拉回至平衡距离，那么二原子只能在最大间距处停留，而不能继续在平衡距离范围内做有序的分合运动。我们把二原子的这一运动状态称为连接断开状态。

对应这一连接状态的物质形态是“气态”，气态分子之间由于始终处于连接断开状态，故气态分子的独立生成空间为液态分子的 1000 倍左右。气体具有流动性、扩散性、各向同性。

## 第六节 物质系统的自组织

自然界，特别是动物界和植物界，以其千姿万态和结构精微使我们始终惊讶不已。当我们对这些现象进行观察时，始终接触到同一现象：物质结构的各个部分是如此巧妙地在协同工作的，结构的形成过程是以某种方式必然的沿一定的方向进行的，其进行方向不是始终在增加无序，而是恰恰相反，把原来无序的各个部分吸引到已经存在的有序状态中来，并在行为上受其支配。

早先人们认为动植物这种精微结构是由上帝赋予的。今天科学把兴趣日益转向这样一个问题：这些结构究竟是怎样产生的，是什么力量在起着作用？

不久以前，人们还认为这些结构的自产生是违反物理学原则的，因为根据（熵增加原理），熵是组成系统的大量微观粒子无序度的量度，系统越无序、越混乱，熵就越大。热力学过程不可逆性的微观本质和统计意义就是系统从有序趋于无序，从概率较小的状态趋于概率较大的状态。按照熵增加原理预言，系统是自发向无序、混乱状态发展的，因此就不会存在这些结构精微的动植物。（摘自：德国科学家哈肯的《协同学》）

那么动植物这些精微结构究竟是怎样产生的？物质系统是自发向无序、混乱状态发展的，还是自发向有序、平衡状态发展的？

### 6·1 平衡距离

不同元素由于结构不同产生的循环磁场不同，这就造成不同元素相邻，产生的循环场力是各不相同的，在不同的循环场力作用下，原子间的连接状态不同，原子间的平衡距离  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_n \dots$  是各不相同的。

需要特别说明的是，在物质系统内部，孤立的二个相互作用的原子是不可能存在的。由于每一个原子都是和周围的所有原子相互作用、相互影响的，因此当二个原子相互作用后，其运动状态会发生变化，而这种变化紧接着又会影响它与周围其他原子之间的作用力。因此系统内部原子间的各平衡距离  $L$ ，是综合了所有原子相互作用后产生的平衡距离。

从力上分析，一个原子在某一时刻受到的力，不是只来自于某一个原子，而是叠加场产生的总叠加力。

### 6·2 竞争与协调

万物在自然生成过程中，原子首先是做为一个独立个体加入到整体中去的，其次原子还会为了自身的生存，而与其他原子展开激烈的生存竞争。竞争主要围绕以下两个方面展开，（1）自发的争取最稳定的空间位置。（2）自发的争取最大的独立生存空间。

#### 自发争取最稳定的空间位置

例如在晶体生长过程中，为了留在晶体生长表面某一处，各种元素展开了激烈的竞争。而竞争的结果是由先期形成的晶体做出的自然选择。

由于不同元素相邻自然形成的平衡距离  $L$  是各不相同的，而原子间平衡距离  $L$  越短，根据作用力公式  $F=A.B_1.B_2/4 \pi L^2$ ，二原子间的循环场力越大，该连接方式也就越稳定，晶体也越容

易以该连接方式形成稳定的晶体主框架。

又由于原子在循环场力作用下，总是在最大距离  $R_1$  与最小距离  $R_2$  之间不停振动的。因此，各原子在振动过程中，会通过比较不同连接方式的平衡距离长短，通过比较力的大小，而自动把一些相对平衡距离最小、相互作用力最大的原子留在其身旁，而把那些相对平衡距离较大的原子推向外围。

由此可见，各原子为了留在晶体生长表面某一处展开的竞争，是由先期形成的晶体决定的。另外在循环力作用下，一个原子又是同时与周围所有相邻原子维持在平衡距离的。这也意味着一个能同时与晶体表面所有原子维持在平衡距离的原子将会在这场竞争中胜出，而一个原子要与周围所有原子维持在平衡距离内，也就离不开原子之间的相互协调。从这我们可以看出，协调性最好的原子将会在这场竞争中胜出。

从稳定角度分析，系统只有通过竞争才能把不稳定因素降到最低，既把协调性较差的原子推向外围，留下协调性最好的原子，从而达到相对于内外条件为最稳定的状态。

### 自发争取最大的独立生存空间

做为一个独立存在的原子，总是自发追求最大的独立生存空间的，从这一点来看，原子为了自身的生存而具有天生的竞争性。但是由于现实世界的不完善，地球表面上的每一个原子是不可能达到这一理想状态的。

在一个有限的空间内，当所有的原子都为自己的独立生存空间而争时，剩下的自然选择只能是通过相互之间的彼此合作与协调去追求相对最佳。而现实情况是，原子间的循环场力，又总是趋势原子去自我调整，通过分合运动的动态配合、协调，使每一个原子都能够获得相对内外条件为最大的生存空间。即原子是通过相互之间的协同去争取最大的生存空间的。

### 6.3 由平衡距离决定的结构

如果将大量的原子聚集到一起构成固体，那么显然原子会有无限多种不同的排列方式，但是，由于原子在循环场力作用下，总是自发维持在平衡距离内的，这就决定各原子在自组织过程中不会胡乱排列，而是自发按照一定规律排列。

如在氯化钠晶体内部，元素之间将会产生三种平衡距离。①氯和钠间的平衡距离  $L_1$ 。②钠与钠间的平衡距离  $L_2$ 。③氯与氯间的平衡距离  $L_3$ 。

由于在这三种距离中，氯元素和钠元素之间的平衡距离  $L_1$  最短，因此一个氯元素会自发把钠元素留在其身旁，并同时在六个不同方向上与六个钠元素直接建立起稳定的连接，同样一个钠元素也会自发把氯元素留在其身旁，同时在六个不同方向上与六个氯元素直接建立起稳定的连接，这就决定在氯化钠晶体内部，氯元素和钠元素会按照一定规律周期性交替排列在一起。

在晶体形成过程中，每一原子在循环场力作用下，不但把一些平衡距离最小的原子留在其身旁，而且还会自发与周围所有相邻原子维持在平衡距离。如一个氯原子在与六个钠原子维持在平衡距离  $L_1$  的同时，还要与周围的氯原子维持在平衡距离  $L_3$  内。而  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的长短又综合决定了氯原子的配位数，以及其它原子在氯原子周围的空间分布，也可以说平衡距离  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的长短，最终决定了晶体的结构。

### 6.4 自组织原理

通过以上分析，我们可以进一步得出自组织原理：原子在循环场力作用下，总是自发按照平衡距离  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的不同，在空间的不同方向上有规律周期性排列在一起，从而自发组成一个相对于内外条件为最稳定的、具有特殊结构、功能的有机整体。

根据物质系统的自组织原理，物质系统的自组织是物质在内在动力下的自组织，这就排除了系统它组织、被组织的可能性，同时也排除了上帝、人插手系统自组织的可能性。

根据物质系统的自组织原理，人只能改变物质系统自组织过程中的内外条件，如改变自组织系统的化学成分、环境的温度、压强，以及振动、搅拌、加入催化剂等。在人所设定的内外条件下，让物质通过自身的内在动力自组织在一起，从而产生出所需要的新材料。而物质自身的这种内在动力，即不是人赋予的，也不是外力所能够推动的，它只能来自于物质按其本性自然产生的内在动力。

在物质系统自组织过程中，人所能做的也仅仅是改变系统的内外条件，通过内外条件的变化来改变物质自身内在动力的参数，从而获得出所需要的新材料。人在新材料的研制领域是受大自然规律制约的，人并不是无所不能的，违反自然规律的材料我们是永远不可能制造出来的。

### 6·5 万物的自然生长是在原有基础上的稳定、平衡发展

在晶体生长过程中，每一原子都是同时满足以下二个条件的，1；把一些平衡距离最小的原子留在其身旁的。2；同时又要与周围所有相邻原子维持在平衡距离。

如果一原子在 A 点不如在 B 点更能满足这二个条件，那么该原子在循环场力作用下会自发调整到 B 点。即二条件决定原子留在什么位置。

如果在 B 点，原子 1 不如原子 2 更能满足这二个条件，那么原子 2 在这次自然竞争中将会胜出，而占据该位置。即二条件决定什么样的原子能够留下。

在晶体生长过程中，二条件决定什么样的原子在什么位置结晶。而新原子一旦加入到整体后，又丰富了、改变了整体的内容。即前一原子的加入改变了后续原子加入时的内外条件，使整体内容在原有基础上不断向前发展、变化。

由此我们可以得出，整体的发展是在原有基础上的稳定发展，动植物、晶体的生长总是沿一定的方向以某种必然的方式进行的，动植物的基因决定了它将来的发展方向和未来状态。

## 第七节 晶体结构

### 7·1 晶体结构类型的多样性

化学成分不同的晶体，在相同的外部环境下，由于不同元素相邻自发形成的平衡距离  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  是各不相同。因此，不同化学成分的晶体，原子按  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的长短不同自发形成的晶体结构类型不同，晶体结构类型表现出多样性。

### 7·2 各向异性

晶体是由各原子根据平衡距离  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的长短不同有规律的自发排列组成的，因此在晶体内部，沿不同的方向原子排列的疏密程度不尽相同，晶体在不同方向的物理、化学特性表现出各向异性。

晶体的各向异性具体表现在晶体不同方向上的弹性模量、硬度、热膨胀系数、导热性、电阻率、和折射率等都是不同的。

### 7·3 晶体的共性

由于晶体的形成机理本质上是相同的，这就决定所有晶体存在着一些相同的性质：

- 1 长程有序：晶体内部原子在至少在微米级范围内的规则排列。
- 2、均匀性：晶体内部各个部分的宏观性质是相同的。
- 3、各向异性：晶体中不同的方向上具有不同的物理性质。
- 4、对称性：晶体的理想外形和晶体内部结构都具有特定的对称性。
- 5、自限性：晶体具有自发地形成封闭几何多面体的特性。

- 6、解理性：晶体具有沿某些确定方位的晶面劈裂的性质。
- 7、最小内能：成型晶体内能最小。
- 8、晶面角守恒：属于同种晶体的两个对应晶面之间的夹角恒定不变。

## 第八节 影响物质结构的内因、外因

现在我们已经了解到，物体的各种物理、化学性质主要由该物体的内在结构决定的。从另一个新角度分析，物体的内在结构主要是由粒子间的平衡距离  $L_0$  决定的。而粒子间平衡距离  $L_0$  的长短又是由粒子间的循环场力决定的。而影响循环场力的因素又有许多，我们把这些因素分成二类；内因和外因。

### 8·1 内因

在相同的外界条件下，不同的元素由于结构不同产生的磁场不同，这就造成不同元素相邻，产生的循环场力、平衡距离不同。不同化学组分的物体自发形成的结构是不同的。

因此我们把物体的化学组分看作是影响物体结构的内因，内因是物质变化发展的根据。

### 8·2 外因

由于世界上一切事物都不是孤立存在的，所有物质都是自发的通过场而与外界建立普遍联系的。因此当物体所处的外界环境（温度  $T$ 、压强  $P$ ）等因素发生改变时，外界会通过场力的作用改变物体内部粒子的运动状态，而粒子的运动状态发生改变，会进一步影响物体结构的变化。因此我们把物体所处的外界环境看作影响物体结构的外因。外因是物质变化发展的条件，外因通过改变内因而起作用。

### 8·3 内因和外因

从“平衡规律”分析；物质系统内部各要素在循环场力作用下，总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态发展的。这就决定；

1 在外因不变的情况下，改变物体的内因，原相对稳定的平衡状态将被打破，在新循环场力作用下，各要素通过调整各自的状态以适应条件的变化，从而形成相对于新内外条件为最稳定的结构。

2 在内因不变的情况下，改变物体所处的外界环境，在外界场力作用下各原子的运动状态随之发生改变，原相对稳定的平衡状态被打破，在新循环场力作用下，各要素通过调整各自的状态以适应条件的变化，从而形成相对于新内外条件为最稳定的结构。

物质系统的生成变化是内因和外因共同起作用的结果。内因是事物变化发展的根据，外因是事物变化发展的条件，外因通过改变事物内部的状态而起作用。因此要了解物体的结构、性质，我们应该综合分析物体的内因、外因这二个方面。而物质系统的内外条件一旦被确定下来，那么根据“平衡规律”，当系统达到动态平衡状态后，系统的各种状态、结构也就同时被确定下来。

## 第五章 万物间的相互作用

在不同的内外条件下，原子自发形成的结构、物态各不相同。在循环场力作用下，虽然原子之间、原子与整体之间在运动上是自发的维持在协调有序状态的，但是由于原子的自旋磁矩  $B_{\text{原}}$  的干扰，以及各原子到空间某一点的距离不同，导致由原子组成的大系统在空间某一点的总叠加磁场失去了有序变换性质。

虽然固体、液体、气体产生的叠加总场已经不具有有序变换性质，但是只要它是物质，它就会不以人的意志为转移而自发的向外产生磁场，产生彼此间的相互作用力。虽然不同物态的物体向外产生的磁场不同，但是，不同物态的物体相互接触时仍会自然产生相互作用力。

### 第一节 毛细现象

#### 1·1 表面张力

当水与空气接触时，由于水分子间的距离是气态分子间距离的  $1/10$ ，故水分子间的作用力远大于它与气态分子间的力，界面处的液态分子所受合力不等于零，其合力方向垂直指向液体内部，这就导致液体表面具有自动缩小的趋势，这种收缩力称为表面张力。

#### 1·2 浸润现象

当液体与固体接触时，由于液态分子间的距离和固态分子间的距离处于同一数量级，所以液态分子间的力  $f_{\text{液}}$  和固液间的力  $f_{\text{固液}}$  大小处于同一数量级。如果  $f_{\text{固液}}$  大于  $f_{\text{液}}$ ，那么液面就会具有在固体表面扩散的趋势。放在洁净的玻璃板上的一滴水，会附着在玻璃板上形成薄层。这种现象叫做浸润。对玻璃来说，水是浸润液体。

如果  $f_{\text{固液}}$  小于  $f_{\text{液}}$ ，那么液面就会呈现收缩的趋势，便形成了不浸润现象。放在洁净的玻璃板上的一滴水银，能够在玻璃板上滚来滚去，而不附着在上面。这种现象叫做不浸润。对玻璃来说，水银是不浸润液体。

同一种液体与不同物体接触，由于液态分子与不同物体表面粒子接触产生的力不同，对一种固体来说是浸润的，对另一种固体来说可能是不浸润的。如水能浸润玻璃，但不能浸润石蜡。水银不能浸润玻璃，但能浸润锌。另外，当外界温度变化时，浸润现象还会随着粒子间力的变化而改变。

#### 1·3 毛细现象

毛细管插入浸润液体中，由于  $f_{\text{固液}}$  大于  $f_{\text{液}}$ ，因此毛细管附近的液面向上弯曲，管内液面会一直上升至平衡状态才会停止。毛细管插入不浸润液体中，管内液体下降，低于管外。我们把这一现象叫做毛细现象。

### 第二节 物质的溶解和沉淀

#### 3·1 溶解现象

当某一晶体浸没在液体中时，如果固体表面原子与液态分子间的力  $f_{\text{固液}}$  大于晶体内部原子间的力  $f_{\text{固}}$ ，那么固体表面原子在液态分子较大引力作用下，很容易被液态分子拉入溶液，并在液体内部形成一个新的液态分子（溶质分子）。我们把液态分子和固体表面粒子相互作用，使溶质粒子脱离固体表面进入溶液成为新的液态分子的过程称为溶解。

如果  $f_{\text{固液}}$  小于  $f_{\text{固}}$ ，那么该晶体将会由于  $f_{\text{固}}$  较大而保持一定的稳定性，一般很难被该液体溶解，我们称该晶体相对于该液体为难溶物质。

虽然该液体为难溶物质。但是这并不代表该物质一点也不溶解，由于物质的能量具有流动

性，这就导致原子间的力总是处于涨落起伏状态。这就造成难溶物质表面某一处的原子，由于  $f_{固液}$  变大、 $f_{固}$  变小而被拉入溶液。

### 3·2 沉淀现象

难溶物质由于原子间的力处于涨落起伏状态而发生微量的溶解。反过来说，由于原子间的力处于涨落起伏状态，还会导致已经溶解的溶质分子被重新拉回晶体表面。我们把溶质分子从溶液中析出的过程叫沉淀。

### 3·3 沉淀溶解平衡

在标准状态(STP)下，我们把晶体 NaCl 放入水中，由于 NaCl 刚开始溶解时，与晶体表面相邻的大部分为水分子，所以晶体溶解速率较快。随着溶解过程继续进行，溶液浓度不断增加，溶质分子在晶体表面出现的几率越来越高，发生沉淀的速率会随着溶液浓度的上升而上升，而溶解速率会随着溶液浓度的上升而下降，当溶液的浓度上升至一定程度时，溶液的沉淀速率和溶解速率将会相等，溶液将会处于沉淀溶解平衡状态（另一种动态平衡状态）。

### 3·4 化学平衡

当物质系统的内外条件保持不变时，根据“平衡规律”，系统总是自发的从相对的不稳定状态向相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态发展的。当系统达到相对最稳定状态后，系统的整体状态表现出一种静态不变的状态。

但是，这种状态对于系统整体而言是对的，对于系统内部各要素而言却是错的，由于物质的能量具有流动性，各要素的状态不可能达到静态不变，而是处于不停的涨落起伏状态，各要素在涨落起伏状态中自发维持在一种动态平衡状态。因此我们说系统整体的相对不变是通过内部各要素不停的绝对变化来维持的，系统整体的相对静止是通过内部各要素永不停息的绝对运动来维持的，系统处于一种动态平衡状态。

对于化学反应而言，由于物质的能量具有流动性，这就造成反应既能正向进行又能逆向进行（生成物离开系统的化学反应除外）。绝大多数化学反应都具有可逆性，但是在所有的可逆反应中，又存在着不可逆。因为所有的化学反应都是自发向着正逆反应速率相等方向发展的。当反应达到正逆反应速率相等时，反应自发达到了一种化学平衡状态。

当反应达到化学平衡状态时，如果内外条件不发生改变，那么反应绝不会自发从平衡状态向不平衡方向发展，从这一角度分析，可逆反应又是不可逆的。（可逆反应与不可逆反应在这里是辩证统一的，这里反对在完全否定事物一面的前提下，去肯定事物的另一面。）

### 3·5 化学平衡的特征

化学平衡状态具有逆，等，动，定，变、同等特征。下面结合循环场力来谈谈对这几个字的理解。

**逆：**由于原子间的力为循环场力，原子分到极致时“物极必反”自发转向了合，合到顶点时又会自发变成分。这就决定原子总是处于分与合这二种截然相反的状态中，并在二种截然相反的状态中维持整体的动态平衡的。

另外，由于物质能量的流动性，原子产生的磁场是在一定范围内大小变化的，这就决定原子间的力总是处于大小循环变化之中，力变小时连接断开，力变大时断开的连接又会重新结合，从这我们可以了解为什么绝大多数化学反应都具有可逆性（生成物离开反应混合物的化学反应除外）。

**等：**绝大多数化学反应都具有可逆性，事物内部的矛盾双方总是处于周而复始的变换中，这也决定事物自动发展的方向，事物内部的矛盾双方在周而复始的变换中自动达到平衡。达到平衡

时正逆反应速率相等，即  $v_{\text{正}}=v_{\text{逆}}$ 。

**动：**由于事物内部的矛盾双方总是处于周而复始的变换中，这也决定事物达到平衡时，内部的反应并没有停止仍在进行中，这里的平衡不是一种没有变化的静态平衡，而是一种动态的平衡。

**定：**当内外条件保持一定的稳定时，事物自发达到平衡状态，达平衡状态时，反应混合物中各组分的浓度保持不变，反应速率保持不变，反应物的转化率保持不变，各组分的含量保持不变。这里的“定”是建立在内部不停的变化基础上的。

**变：**物质在循环场力作用下循环往复运动着，但是这并不表示物质在一个循环周期后又回到了原点，物质的“平衡点”是随着内外条件的变化而自然改变的。

当内外条件发生变化时，原平衡状态就会被破坏，系统由平衡变为不平衡，然后在新的条件下建立新平衡。当内外条件不变时，平衡点绝不会自发从平衡状态向不平衡状态逆向发展，这里的不可逆是系统平衡状态的不可逆，它和系统内部矛盾双方的可逆是二种概念。

### 3·6 影响化学平衡的因素

化学平衡的最终状态只与内外条件有关，而和化学反应的途径无关，当内外条件发生改变时，平衡状态随之发生改变。影响化学平衡的因素有很多，如压强、温度、浓度等。根据勒夏特列原理：如果改变影响平衡的一个条件(浓度、压强、温度等)，平衡就向能够减弱这种改变的方向移动。

1.浓度对化学平衡的影响；在其他条件不变时，增大反应物浓度或减小生成物浓度，平衡向正反应方向移动；

2.压强对化学平衡的影响；在有气体参加、有气体生成而且反应前后气体分子数变化的反应中，在其他条件不变时，增大压强，平衡向气体体积减小方向移动；

3.温度对化学平衡的影响；在其他条件不变时，升高温度平衡向吸热反应方向移动。

当我们在反应中加入催化剂时，由于催化剂在此种条件下仍为最稳定的结构，故不参加反应。但是，催化剂产生的磁场却会改变反应环境的总场，改变反应物的运动状态以及反应物之间的力，加快反应速率，因此催化剂不影响化学平衡，但会影响反应速率。

## 第四节 固体的表面效应

### 4·1 固体的表面效应

从稳定平衡角度分析，当某一固体与液体或气体接触时，由于结构、物态不同向外产生的磁场不同，这就造成固体表面原子的受力状态不可能与界内原子、界外原子同时处于平衡状态，而是处于相对不稳定的状态，根据“平衡规律”：固体表面原子在循环场力的作用下会自发的调整各自的位置状态，运动状态，以达到相对于内外条件为最稳定的平衡状态。

现在出现了一个问题，表面原子调整后会导致与界面内的原子不能达到平衡状态，那么固体内部原子是否会随之而全部调整哪？显然固体内部原子如果全部调整又会使固体结构变得不稳定，因此调整只会在固体表面层中发生。另外根据最小作用量原理，固体表面原子的调整，只能是自发向相对于内外条件为最小方向调整的。

这就决定固体界面原子的调整只能是从外到内按一定规律逐渐递减的。也就是说固态物质会为了维护自身内部结构的稳定，通过内部的稳定总场自发的把那些不稳定因素推到固体表面，并在固体表面形成薄薄一层有别于内部原子运动状态和排列情况的表面层。我们把物质表面部分和内部部分的性质有所不同现象叫表面效应。

对于一般的宏观物体，表面一层的组元在组元总数中只占很小的比例，表面效应常常是完全可以忽略的。但是对于体积很小的凝聚态微粒，由于内部具有稳定结构的原子数急剧减少，从而使这些表面原子具有很高的活性且极不稳定，颗粒表面效应特别明显：如小尺寸效应、纳米效应。

## 4·2 布朗运动

当固体颗粒悬浮在水中时，根据“平衡规律”，固液交界面处的各原子会自发调整各自的状态，达到了相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态。但是由于固体颗粒与液体为二种不同的物相，固体颗粒原子、水分子产生的磁场在变换频率上根本不可能达到同步，这就造成固体颗粒表面每一个原子受到的水分子力是各不相同的。

当我们把这些力叠加在一起时，得出固体颗粒力受到的总叠加力为不平衡力，即某一瞬间，固体颗粒在某个方向受到的吸引力较强，而在另一侧受到的斥力较强，在这种不平衡力作用下它就会沿着力的方向运动。而在下一瞬间，固体颗粒在另一方向受到吸引力较强，它又会自发向着另一个方向运动。

从力的变换规律分析，首先，固态分子与水分子产生的磁场变换频率不同，这就导致固体颗粒表面的每一个原子受到的水分子力是各不相同的，固体颗粒受到的总叠加力是没有规律可循的。其次，由于物质的能量具有流动性，这就造成固体颗粒受到的每一个水分子力处于涨落起伏状态，总叠加力没有规律可循。最后，固体颗粒在不平衡力作用下总是处于不停的运动中，所处环境经常发生改变，这又进一步导致总叠加力没有规律可循。因此固体颗粒在没有规律可循的总叠加力作用下，其运动轨迹是杂乱无章的，为无规则的布朗运动。

悬浮在液体中的颗粒越小，作用面积越小，某一瞬间产生的不平衡力越明显，布朗运动越明显。随着固体颗粒体积的增大，来自各个方向的不平衡力，会由于作用面积增大而互相平衡，因此微粒体积越大布朗运动不明显。

液体温度越高，液态分子产生的磁场强度越大，产生的不平衡力越大，故布朗运动越激烈。

（这里不赞成用粒子的无序碰撞模型去解释布朗运动，因为它会导致我们对压强、温度知识的不完全。吉布斯在成功地用“统计规律性概念”说明了热学规律后，适当地领会了不完全知识的性质，他指出：温度概念正好与知识的不完全性紧密相连。一种物理概念，只有在我们对自然界中的一个对象的知识不完全时，才能把统计规律性概念用到这个对象上。）

## 第八章 电

### 第一节 摩擦起电

室温下，当我们拿一块琥珀在静止的丝绸布上用力摩擦时，琥珀与丝绸之间产生了相互之间的定向直线运动。这时琥珀磁场产生的力，就会定向推动丝绸表面原子的①中子的南北磁极。②原子的南北磁极。使原子产生定向旋转运动。

#### 1·1 摩擦起热

作用于中子磁极的定向推力，由于中子运动为原子的内禀运动，除了放射性元素自发衰变外，它一般不随外界条件的变化而发生改变，因此作用于中子磁极的推力，不能改变单个中子的运动状态，而只会通过该中子去推动整个原子，加快原子的自旋速度。前面我们已经了解了，这是和物质温度有关的运动，原子的自旋速度越快，物体的温度越高。

#### 1·2 摩擦起电

作用于原子南北磁极的定向推力，原子将会产生一种摩擦前没有的整体运动，即原子的 N、S 磁极产生了定向旋转运动，现在我们把原子的这个旋转轴称为电轴，把围绕电轴定向旋转运动的原子称为带电原子。我们把二物体相互摩擦时，原子的 N、S 磁极产生围绕电轴的定向旋转运动过程，称为原子的摩擦起电过程。

#### 1·3 功能关系

由于丝绸、琥珀之间的力具有作用力与反作用力的关系，当外力做功定向推动琥珀时，琥珀磁场就会推动丝绸表面原子朝一个方向定向旋转。同样，丝绸原子对琥珀原子的反作用力，又会使琥珀表面原子产生方向相反的旋转运动。

另外丝绸对琥珀的反作用力，起阻碍琥珀作定向直线运动的作用，琥珀要作定向直线运动，外力须克服这个反作用力而做功。而外力做功的结果是，分别使丝绸和琥珀表面原子产生了方向相反的旋转运动，外力所作的功全部转换为原子的定向旋转动能。即外力所做的功全部转换为热能和电能。

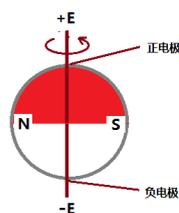
#### 1·4 正负电极、电场

现在我们从上往下观察一个带电原子，发现原子的南北磁极因围绕电轴逆时针旋转而产生北磁极。由于带电原子运动状态的特殊性（南北磁极处于旋转状态），我们把此处的北磁极称为正电极，正电极对外就会产生围绕电轴逆时针旋转性质的正电场 $+E$ （为一种南北磁极处于旋转状态的磁场）。

如果我们来到该带电原子的另一侧，发现其围绕电轴的旋转方向为顺时针。带电原子在此方向上因顺时针旋转而产生负电极，负电极对外就会产生围绕电轴顺时针旋转性质的负电场 $-E$ 。

一个带电原子实际上只会沿一个方向旋转，现在我们从二个不同方向观察它，却发现它却是同时具有顺逆两种旋转方向，因而对外同时产生二个性质截然相反的正、负电场。正、负电极为同一带电原子的正反二面（一体二面）。

如图所示；



围绕电轴定向旋转的带电原子

根据同种电荷相斥力、异种电荷相吸的性质，大自然的力量是让异性电荷相互聚合在一起而不再分离，但是当我们顺应自然的这一趋势，让二者聚在一起时，却得出同一带电原子的正、负电极之间根本没有相互作用力。表面上看，这好像是大自然和我们开了一个不大不小的玩笑，但仔细想想，它确实有一定的客观道理，因为如果二者存在吸引力的话，我们还需要为它们为什么不能结合的更紧密一些而发愁。

## 第二节 带电原子的调整

### 2·1 带电原子为什么调整

从稳定平衡角度分析，二物体相互摩擦后，摩擦表面原子产生了围绕电轴的定向旋转运动，原子由原先的不带电变成了带电原子。但是带电原子的这种特殊运动方式，毕竟为一种偏离原稳定平衡状态的运动，它会导致物体不稳定因素的进一步上升。

根据“平衡规律”第二条：当系统的内外条件发生变化时，原相对稳定的动态平衡状态将被打破，该系统的平衡点将会发生改变，在循环场力作用下，各要素总是自发的调整各自的状态以达到相对于新内外条件为最稳定的动态平衡状态。这也意味着带电原子产生的这些特殊运动将不会被原封不动的保留下来，而是经过一番调整后，在相对于新内外条件为最稳定的基础上被保留下来。

那么带电原子围绕电轴的定向旋转运动，将会如何调整和保留哪？

### 2·2 带电原子如何调整

带电原子的调整模型，主要是依据以下三点建立的模型。1“平衡规律”。即物质在循环场力作用下，总是自发的调整各自的状态以达到相对最稳定的状态。2 固体的表面效应。3 导体的静电平衡条件。

（需要特别说明的是，这是一个还没有被实验证明的模型，通过这三点建立的模型只作为理论尝试中的一种参考，而不作为微观粒子的实际模型，同时也不排除其他模型客观存在的可能性。）

根据固体的表面效应，当固体界面处的原子与内外原子处于不平衡状态时，固态物质为了维护自身内部结构的稳定，总是通过内部的稳定场自发的把物质表面上的不稳定因素全部推到固体表面，并在固体表面形成薄薄一层有别于内部原子运动状态和排布情况的表面层，而且固体界面原子的调整是从外到内按一定规律逐渐递减的。

根据这一点我们得出，带电原子的这种特殊运动不会向物体内部深处传递，带电原子只会集中在物体表面薄薄一层内，而且是从外到内按一定规律逐渐递减的，即带电体最外层带电原子围绕电轴的定向旋转速度最快，拥有的电能最大，越往物体内部带电原子的电能越小。通过带电原子的这一调整，我们可以得到导体的静电平衡条件 1；处于静电平衡的带电导体，电荷只分布在导体表面，其内部各处净电荷为零。

从导体的静电平衡条件分析；原子由于产生围绕电轴的定向旋转运动，从而在电轴的二端同时产生一对正负电极。而正负电极是相吸的，这就决定带电原子在异名电极相吸的电磁力作用下，会自发的向正负电极相吸位置调整。

依据导体的静电平衡条件 2（导体表面紧邻处的电场必定和导体表面垂直带）这一点，我们得出，带电原子之间的吸引不是同层之间的相互吸引，而是上下层之间的吸引。上下层之间带电原子的调整结果为；带电原子围绕电轴的旋转方向自发调整为同一的旋转方向，并且带电原子的电轴与物体表面垂直。（电场必定和导体表面垂直）

### 2·3 调整后图像

一个带电原子对外同时产生二个性质截然相反的正负电场，但是由于物体表面的带电原子经过调整后，围绕电轴的旋转方向为同一的旋转方向，并且带电原子的电轴与物体表面垂直。这就决定一个带电物体向外只产生某一电场，某一带电物体之所以显示带正电或负电，是由该物体表面带电原子的旋转方向决定的。

如果物体表面带电原子旋转方向为逆时针，那么该物体带正电，我们把此状态的带电原子称为正电荷。如图（2·31）所示

如果物体表面带电原子旋转方向为顺时针，那么该物体带负电，我们把此状态的带电原子称为负电荷。如图（2·32）所示

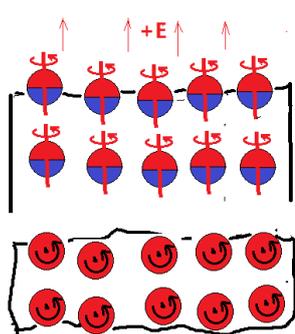


图2-31 带正电物体的侧视图、俯视图

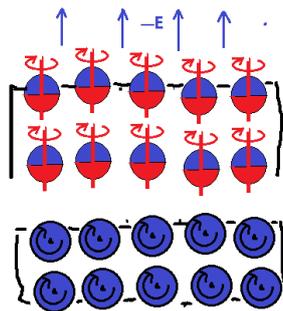


图2-32 带负电物体侧视图、俯视图

### 2·4 带电物体的稳定性

当带电原子调整完成后，由于带电原子围绕电轴的旋转方向为同一的旋转方向，并且带电原子的电轴与物体表面垂直。因此上下层之间的带电原子，它们的相互作用力为正负电极的吸引力，故一个带同种电荷的物体不但不会因为同种电荷相互排斥而四处飞散，反而因正负电极的相互吸引力而变得更稳定。而同一层的相邻带电原子由于电场垂直于物体表面，故没有相互之间的电场力。

另外由于循环磁场的保护作用，每一个带电原子都拥有一个独立生存空间，故上下层间的带电原子、同一层相邻带电原子之间会自发维持在平衡距离范围内，不会出现因同种电荷相吸而紧靠在一起的现象。

一个带电物体由于带电原子产生围绕电轴的旋转运动，尽管会增加该物体的不稳定因素，但是经过带电原子的自发调整后，在磁力、电力的综合作用下，带电物体仍然保持一定的相对稳定性，为一种介稳定平衡状态。所谓介稳定平衡状态，就是带电物体毕竟在同等条件下存在着更大的不稳定因素，根据“平衡规律”，带电物体就具有释放这些电能以达到更稳定状态的趋势。

### 2·5 电荷守恒定律

一个原子因产生围绕电轴的定向旋转运动而变成带电原子，而原子一旦产生围绕电轴的旋转运动，正、负电极和电场会自发随着旋转运动而一起成对产生，而且带电原子的正负电场还会随着旋转速度的加快而同时变强，随着旋转速度减慢而同时变弱，随着旋转运动的消失而成对消失。

现代物理研究已经表明；在粒子相互作用的过程中，电荷是可以产生和消失的，但是它们总是成对产生和成对消失的，产生的正、负电荷数量上永远相等。

### 2·6 电荷的量子性

从能量角度分析；二个物体摩擦后，外力所做的功全部转换为热能和电能。一个带电原子拥

有的电能就等于该原子围绕电轴的旋转动能。一个带电体拥有的电能  $W$  等于该物体所有带电原子的电能总和。

由于带电原子总是分布于物体表面，而且带电原子围电轴的旋转速度是从外到内逐渐减小的，这就决定处于最外层的带电原子旋转速度最快，拥有的电能最大，越往里层的带电原子旋转速度越小，拥有的电能越少。上下层之间的带电原子拥有的电能是不同的。但是从平均角度分析，一个带电体拥有多少总电能  $W$ ，就会拥有多少带电原子  $q$  ( $q$  也叫做电荷量)。而总电能  $W$  除以带电原子数  $q$ ，我们就会得到一个带电原子的平均电能  $e$ ； $e=W/q$ 。

平均电能  $e$ ，还会出现一个有趣的现象，当一个带电体的电能  $W$  增加时，带电原子数目  $q$  会随  $W$  增加而同步增多，从公式  $e=W/q$ 。我们可以看出；由于一个带电体的  $W$  和  $q$  是同步增加或减小的，因此  $e$  一般不会随  $W$  一起变化，带电原子的平均电能  $e$  接近一个常数，但  $e$  不是一个绝对的常数。

一个带电物体拥有的电能总是以一个(接近)基本单元  $e$  的整数倍出现，这一特性也叫电荷的量子性，这一概念首先由法拉第根据电解现象，通过溶液的电量 and 析出物质的质量之间的关系提出的。1913 年，密立根通过著名的油滴实验证实了任何带电体所带电量都是一个极小的基本电量  $e$  的整倍数。

### 2·7 带电量与电场关系

由于一个带电体拥有的电能总是以一个(接近)基本单元  $e$  的整数倍出现，因此我们可以用带电原子数目  $q$  (电荷量) 来表示一个带电体拥有的电能  $W$ 。又由于一个带电体在表面积一定的情况下，拥有的电能  $W$  越大，最外层的带电原子的旋转速度越快。而电场的强弱主要是由最外层带电原子的旋转速度决定的，最外层的带电原子的旋转速度越快，对外产生的电场越强，因此我们也可以这样说：一个带电体拥有的电荷量  $q$  越多，向外产生的电场越强。

### 2·8 导体、绝缘体

当我们拿一个金属球与一带电体接触时。由于金属元素具有凸点特征，金属元素这些的凸起点如同齿轮中一个个凸起的外齿，很容易把围绕电轴的旋转运动传递给相邻的金属原子，因此金属晶体具有很高的导电性和导热性。而凹点特征的非金属显然就不具有这一优势，由非金属组成的物体为绝缘体。

由于金属为电的良导体，因此带电原子具有在金属球表面均匀分布的趋势。而琥珀、丝绸之类的绝缘体，摩擦起电的带电原子只能在某一处维持稳定存在，而不能均匀分布在绝缘体表面。

## 第三节 静电场

一个物体在吸收了一定量的电能  $W$  后，表面原子将会产生围绕电轴的定向旋转运动，而带电原子一旦产生围绕电轴的定向旋转运动，那么它就会不以人的意志为转移，自发向外产生一个电场。而且物体吸收的电能  $W$  越多，拥有的电荷量  $q$  越多，向外产生的电场就越强。

电场是由物质场源产生的，离开物质场源电场绝不会凭空产生，而且有什么样的物质场源，就一定会产生什么样的电场，因此要了解电场实在是离不开物质场源。下面主要论述电场的各种性质与物质场源之间的关系。

### 3·1 电场的光速球面传播性质

一个金属球在吸收了一定量的电能  $W$  后，那么该带电金属球就会不以人的意志为转移，自发向外产生一个电场。而电场一旦产生，就会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以球面光速的形式在真空中独立传播。

电场与原子磁场的区别是，一个带电体向外只产生一种电场，而原子向外产生的却是有序变换的循环磁场，这就决定原子产生的磁场，其南北磁性在自由空间是随时间呈周期性循环变换的，而带电金属球产生的正电场或是负电场，在自由空间却是不随时间变化的。

### 3·2 库仑定律

一个带电量为  $q_1$  的金属球，其电场一旦产生就会以球面光速的形式在真空中独立传播。由于带电原子是均匀分布在金属球表面的，故带电金属球产生的电场在三维空间中表现出各向同性。随着电场传播距离  $R$  的延长，球表面积随之增加为  $4\pi R^2$ ，而在此球面上任意一点的电场强度将会衰减为： $q_1/4\pi R^2\epsilon_0$ 。当电场遇到另一带电量为  $q_2$  的物体时，那么该电场就会超距作用于另一带电体的电极，产生超距延迟电磁力。

由此我们得出库仑定律；真空中两个静止的点电荷之间的作用力与这两个电荷所带电量的乘积成正比，和它们距离的平方成反比，作用力的方向沿着这两个点电荷的连线，同名电荷相斥，异名电荷相吸。公式为： $F = q_1q_2/4\pi R^2\epsilon_0$

库仑定律是 1784--1785 年间库仑通过扭秤实验总结出来的，为电磁场理论的基本定律之一。需要说明的是，库仑定律和万有引力定律公式中引入“ $4\pi R^2$ ”因子的真正原因是，所有的场都具有球面传播性质。从场的球面传播性质，我们可以进一步了解平方反比律：两个点电荷之间的库仑力与它们之间距离的平方成反比，称为平方反比律。

### 3·3 电力叠加原理

库仑定律只讨论两个点电荷之间的作用力。当考虑两个以上静止电荷之间的作用力时，需补充另一个实验事实：两个点电荷之间的作用力并不因为第三个点电荷的存在而有所改变。

电力叠加原理：点电荷系  $\{q_1, q_2, \dots, q_n\}$  中所有点电荷对点电荷  $q_0$  作用的库仑力等于各点电荷单独存在时对  $q_0$  作用的库仑力的矢量和。

$$\vec{F} = \vec{f}_{10} + \vec{f}_{20} + \dots + \vec{f}_{n0} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i q_0}{r_{i0}^2} \vec{r}_{i0}$$

### 3·4 电场强度

为了从电磁力角度去描述电场中各点的性质，人们引入了描述电场基本性质的物理量——电场强度矢量。

设  $q$  为一点电荷，它在其周围空间激发电场。为测量该电场，引入一个试探点电荷  $q_0$ 。由

库仑定律，试探点电荷  $q_0$  所受电场力为：
$$\vec{F} = q_0 \times \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{r}$$

显然，试探点电荷  $q_0$  所受电场力的大小和方向随  $q_0$  的大小及正、负而改变。但比值  $F/q_0$  与

试探电荷  $q_0$  无关，它反映的是点电荷  $q$  在场点  $P$  所激发的电场的电场强度为：
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{r}$$

### 3·5 电场与物质场源关系（高斯定律）

电场在传播过程中，球面面积  $S$  和球面上的电场强度  $E$  都是变化量，但是就在  $E$  和  $S$  的变化过程中，它们的变化关系始终不变，而决定变化关系始终不变的原因是，产生电场的物质场源

拥有的电荷量  $q$  始终不变。

电场  $E$  与物质场源  $q$  关系为：以带电体为中心，取任意长度  $r$  为半径做一球面  $S$ ，球面上任一点的电场强度  $E$ ，都等于物质场源的电荷量  $q$  除以球面积  $4\pi r^2$  的  $\epsilon_0$  倍。 $E=q/4\pi R^2\epsilon_0$ ，当我们对该带电体整个封闭曲面的电场强度  $E$  进行面积分时，其电通量也就等于该带电物体产生的电

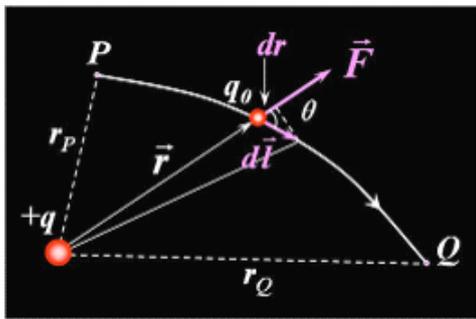
荷量  $q$  的  $1/\epsilon_0$  倍。即 
$$\oiint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i q_i$$

当我们对球面加以引深，取一个包围场源的任意封闭曲面，在这封闭曲面内  $r$  可以不同。但  $r$  增大时，曲面面积  $S$  相应增大， $E$  又会相应减小，该封闭曲面上的电通量始终保持不变。由此可得高斯定理；在真空中的静电场内，通过任意封闭曲面的电通量等于该封闭面所包围的电荷量  $q$  的  $1/\epsilon_0$  倍。

高斯定理是用电通量表示的电场和场源电荷关系的定理，是电磁学的一条重要定理。它是由德国物理学家和数学家高斯（K.F.Gauss, 1777—1855）利用电通量的概念根据库仑定律和场强叠加原理推导出的。

### 3·6 静电场的环路定理

电场是由物质场源产生的，有什么样的物质场源，就一定会产生什么样的电场，而且一个处于静电平衡状态的带电体，在自由空间产生的静电场是不随时间变化的，这就决定各场点的  $E$  只与场源电荷量  $q$  和各点到场源的距离  $r$  有关。尽管不同的场点电场强度、方向是不同的，但是各场点的电场强度、方向却是始终保持不变的。从这一点我们可以了解静电场的保守性。



设试探电荷  $q_0$  在点电荷  $q$  的电场中沿曲线由  $P$  运动到  $Q$ 。当电荷运动一个元位移  $d\mathbf{l}$  时，电

场力所做的元功为：
$$dA = q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr$$

试探电荷  $q_0$  从  $P$  运动到  $Q$  时，电场力做的总功为：
$$A = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_P}^{r_Q} \frac{dr}{r^2} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_P} - \frac{1}{r_Q} \right)$$

上式是试探电荷  $q_0$  在点电荷电场中运动的情况，当  $q_0$  在任意带电体（点电荷系）的电场中

运动时，则：
$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i \left( \frac{1}{r_{iP}} - \frac{1}{r_{iQ}} \right)$$

由上面的讨论可得结论：静电场力对试探电荷  $q_0$  所作的功与  $q_0$  的运动路径无关，只和  $q_0$  的始、末位置（ $r_P$ 、 $r_Q$ ）有关。或： $q_0$  沿任意闭合路径一周，静电场力的功为零。
$$A = \oint q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

静电场的环路定理：在静电场中，电场强度沿任意闭合路径的线积分等于零。
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

### 3·7 电势

电场强度是从电场力的角度描述电场各点性质的物理量。通过静电场的保守性，我们还可以从功能角度去描述电场各点的性质。静电场的保守性意味着，对静电场来说，存在着一个由各场点位置所决定的标量函数，此函数在 P1 和 P2 二点的数值之差，等于从 P1 点到 P2 点移动带单位电荷的物体时静电场所做的功，这个函数叫电场的电势，以 $\phi_1$  和 $\phi_2$  分别表示 P1 和 P2 二点的电势，就可以有以下定义公式： $\phi_1 - \phi_2 = \int E \cdot dr$

$\phi_1 - \phi_2$  也叫做 P1 和 P2 二点间的电势差，记作  $U_{12}$  ，  $U_{12} = \phi_1 - \phi_2$ 。

在一个带电量为  $q$  的静电场中，对于给定的两点 P1 和 P2，由于静电场的保守性，该两点的电场强度、方向是固定不变的，这也决定这两点的电势差是不会随着时间而发生改变的，静电场中任何一点的电势 $\phi$ 都有一个不变的确定值。

### 3·8 二个带电体之间的电势能

当一个电量为  $q_2$  的带电体处于另一带电体  $q_1$  的电场中时，由于同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引，那么这二个带电体在相互之间的电磁力作用下，就具有自发恢复至平衡位置的趋势。如果这二个带电体带同种电荷，那么二者的平衡距离为无限远处。如果二个带电体带异种电荷，那么二者的平衡距离接近于原子间的平衡距离  $L$ 。（从宏观角度分析接近于零）

当一个电量为  $q_2$  的带电体处于另一带电体  $q_1$  的电场中时，只要二者的实际距离  $R$  偏离平衡距离，那么在这二个带电体之间就会自然产生恢复至平衡距离的电势能。二个距离为  $R$  的带电体拥有的电势能  $A$ ，就等于外力克服电磁力使二者从平衡距离移动至  $R$  处时外力所做的功。

$$A = q_1 q_2 / 4\pi R \epsilon_0$$

二个带电体的电势能  $A$ ，是由二个带电体的实际距离  $R$  偏离平衡距离产生的，因此电势能不可能被某一个带电体独自占有，而是被二个相互作用的带电体共同拥有。如果静电场某一点上不存在另一个带电体，那么在该点上的电势能也就无从谈起。

### 3·9 电能存于何处

对于一个处于静电平衡状态的带电体，由于上下层之间的带电原子、同一层中相邻的带电原子已经处于平衡位置，因此我们说一个带电体内部不存在由相互位置决定的电势能，而只存在带电原子围绕电轴旋转运动的电能(动能)，一个带电体的总电能  $W$  也就被这些带电原子分别拥有，即： $W = q \cdot e$

一个带电体内部不存在由相互位置决定的电势能，但是带电原子由于具有偏离平衡状态的旋转运动，造成带电体状态的相对不稳定，根据“平衡规律”，带电体就会在一定条件下自发向外释放、或者对外做功转换这些电能，以达到相对最稳定的状态。从这一角度分析，带电体具有自发释放这些电能的趋势，因而拥有一个电势能。但这一电势能是由物质偏离平衡状态的特殊运动造成的，它和二个带电体间由相互位置决定的电势能有着本质上的区别。

## 第四节 平衡规律与静电平衡

### 4·1 静电平衡状态

从物质间的相互作用力分析，当一个带电体表面原子产生围绕电轴的定向旋转运动后，那么这些带电原子就会同时与内部、外部不带电原子之间产生相互作用力。即带电原子通过电场作用于这些原子，改变这些原子的运动状态，反过来这些原子又会影响带电原子，使带电原子运动状态以及在物体表面的分布情况发生改变。

从平衡角度分析，由于带电原子的运动状态和周围不带电原子的运动状态不同，这就造成带电原子与这些原子之间处于一种不平衡状态。根据“平衡规律”，在物质间自然产生的相互作用力下，带电原子和不带电原子都会自发的调整各自的状态，最大限度把不稳定因素降到最低，从

而达到相对现有内外条件为最稳定的状态，这种状态也叫静电平衡状态。

#### 4·2 均匀介质环境下的电荷分布

前面介绍了带电原子在导体表面的自发调整，带电原子经过调整后

1; 带电原子自发集中在物体表面薄薄一层内，而且是从外到内按一定规律逐渐递减，故处于静电平衡的导体，其内部各处净电荷为零，电荷只分布在导体的外表面。

2; 带电原子的电轴与物体表面垂直，由于电场是由物体表面带电原子产生的，故处于静电平衡的导体，其表面上各处的面电荷密度 $\sigma$ 与当地表面紧邻处的电场强度  $E$  具有以下关系： $\sigma = E \cdot \epsilon_0$ 。

3; 当带电导体为圆球体时，带电原子总是均匀的分布在球体表面。

但是当导体形状不规则时，导体为了维护自身内部结构的稳定，总是通过内部的稳定场自发的把带电原子推到导体表面的。导体表面曲率半径的小地方，由于内部处于稳定状态的原子数目相对较多，对外产生的稳定场强度高，所以能够把更多的带电原子（不稳定因素）推离其表面（强者越强）。而表面曲率半径大的地方，由于对外产生的稳定场强度低，而不得不接收更多的带电原子（弱者越弱）。即在稳定因素与不稳定因素相冲突中，稳定因素总是自发的把不稳定因素推离其表面，以达到把不稳定因素降到最低这一目的，在这一过程中就表现出强者越强、弱者越弱。

但是强者越强、弱者越弱，并不表示强者就能够把所有不稳定因素都推离其表面，由于带电原子本身就具有在导体表面均匀分布的趋势，因此在这二种趋势作用下，在二种力量的对抗中，平衡又是物质的自然选择。当带电导体达到静电平衡后：表面曲率半径 $\rho$ 大的地方，电荷面密度

$\sigma$ 小；而表面曲率半径 $\rho$ 小的地方，电荷面密度大。 $\sigma$ 与 $\rho$ 有以下近似的经验公式：
$$\sigma \propto \frac{1}{\rho}$$

#### 4·3 非均匀介质环境下的电荷分布

以上三个导体表面电荷分布的规律，是通过分析带电原子和内部原子相互作用、相互调整时得出的。而当我们考虑带电导体与外围介质的相互作用时，发现导体的静电平衡状态还会随着外围介质的变化而发生改变。

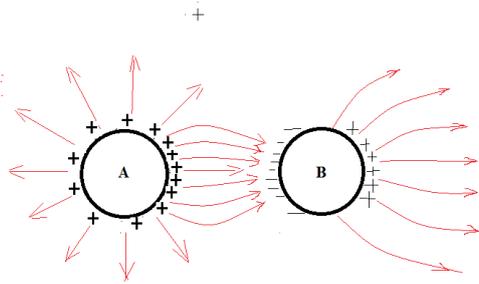
##### 感应起电

电场是由带电原子围绕电轴的定向旋转运动产生的，因此电场也就具有旋转性质。当另一不带电的物体处于旋转性质的电场中时，那么旋转电场将会作用于该物体的表面原子，使其产生与电场旋转方向相同的旋转运动。我们把处于外电场中的一个物体，物体表面产生电荷的现象，称为感应起电。

如果带电体对外产生的是逆时针旋转方向的正电场 $+E_0$ ，由于感应电荷与电场旋转方向相同，但朝向却正好相反，因此靠近带电体那一侧的表面原子就会产生顺时针旋转方向的负电场  $E'$ ，与带电体相背的那一侧的表面原子就会产生逆时针旋转方向的正电场。

#### 4·4 静电场中的导体

一个带电金属球 A 在匀质介质中（空气），其表面带电原子是均匀分布的，产生的静电场也是各向同性。但是，当我们在静电场中放入一个导体 B 时，由于导体 B 产生的感应电荷数量要远大于空气介质的感应电荷，这就造成导体 B 的附加电场  $E'$  大于空气介质的附加电场  $E'$ ，导体 B 的感应电荷对金属球 A 带电原子的吸引力要大于空气介质。在异性电荷的吸引下，带电原子将会自发向导体 B 这一侧漂移，而带电原子的这种漂移将一直持续到新的静电平衡形成之后才会停止。这就导致金属球 A 表面电荷的分布从原先的均匀分布变为不均匀。如图



#### 4·5 平行板电容

一个平行板电容器，两板分别带有等量异种电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 。两板上的异种电荷在引力作用下，将会自发向平行板内侧漂移，因此一个孤立的带电电容器的静电平衡状态是，异种电荷将全部集中于平行板内侧，在忽略边缘效应情况下，带电平行板电容器对外无电场。

#### 4·6 唯一性定理

通过以上分析我们可以看出，带电原子的调整、漂移以及在导体表面的重新分布，都是围绕着“静电平衡”这四个字展开的。当带电导体的内部条件发生变化时（如形状变化），带电原子会通过调整，自发建立新的静电平衡。当带电导体的外部条件发生变化时，带电原子同样会通过调整，自发建立新的静电平衡。

而当带电导体的内外条件一旦被确定下来，那么带电导体就会自发达到相对于内外条件为最稳定的静电平衡状态，这时带电原子在导体表面的分布状态也就被同时确定下来，带电导体产生的电场也就被同时确定下来。只要内外条件不发生变化，每一场点都有一个确定的、不变的、唯一的 $E$ 、 $\varphi$ 和带电导体的内外条件相对应。

### 第五节 磁场和它的源

#### 5·1 电流的产生原因

一个分别带有等量异号电荷的平行板电容器，带电原子将全部集中于平行板内侧。现在，我们分别从二极板引出一根导线，当我们接通这二根导线时，此时在二极板的外侧，将同时接受到通过闭合导线光速传播过来的异种电场。由于电容极板外侧受到的是异性电场，产生的是静电引力，而这一新增加的静电引力，将会打破电容器内部的原静电平衡状态，根据“平衡规律”，带电原子将会进行调整自发建立新的平衡。

当电路处于闭合状态时，带电原子将会同时受到来自于内侧和外侧的静电引力，因此带电原子就具有了在整个闭合回路中均匀分布的趋势，在这一趋势作用下，电能开始了在闭合回路中的流动，这一现象也叫电流在闭合回路中流动。

需要重点说明的是，闭合导线中的电流不是某一电荷（或某一些带电原子）从一个极板流向另一个极板引起的，而是电能从平行板内侧向整个闭合回路均匀分布过程中所产生的能量流动。

即导线中的一个带电原子在保持位置不变的情况下，前一带电原子通过定向旋转运动把电能传递传给它，而它在接收电能的同时还会通过定向旋转运动把电能传递传给下一个原子。而导线上的带电原子一旦把电能传递给下一个原子，就会自发恢复至原平衡状态。

## 5·2 电流的磁效应

第一个发现电流磁效应的物理学家是奥斯特；当电流通过导线时，在导线周围将会产生一个磁场，该磁场将会引起近旁的磁针偏转。对电流的磁效应进一步研究表明；通电导线在周围产生的磁场，其磁感线都是圆心在导线轴线上的同心圆。电流对磁体的作用不是纵向的，而是一种横向力。而这种横向力与任何力都是发生在两个粒子连线上的相互作用力这一实践经验是相矛盾的。

那么通电导线磁场为什么是圆心在导线轴线上的同心圆？电流对磁体的作用为什么是横向力？这一横向力真的和实践经验相矛盾吗？

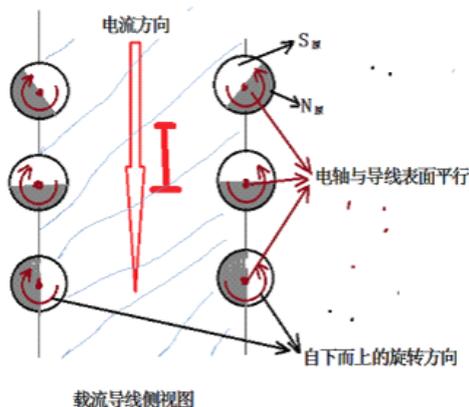
下面我们尝试着从磁性角度来回答这几个问题。

## 5·3 载流导线表面带电原子如何运动

电流在闭合导线中的流动，不是电荷在闭合导线中的流动，而是电能

在闭合导线中的流动，是带电原子在保持位置不变的情况下通过定向旋转运动，电能从一个原子传到下一个的流动。在电能的传输过程中，导线上原先不带电的原子在上一个带电原子的推动下，产生了围绕电轴的定向旋转运动，原子由不带电变成了带电原子。

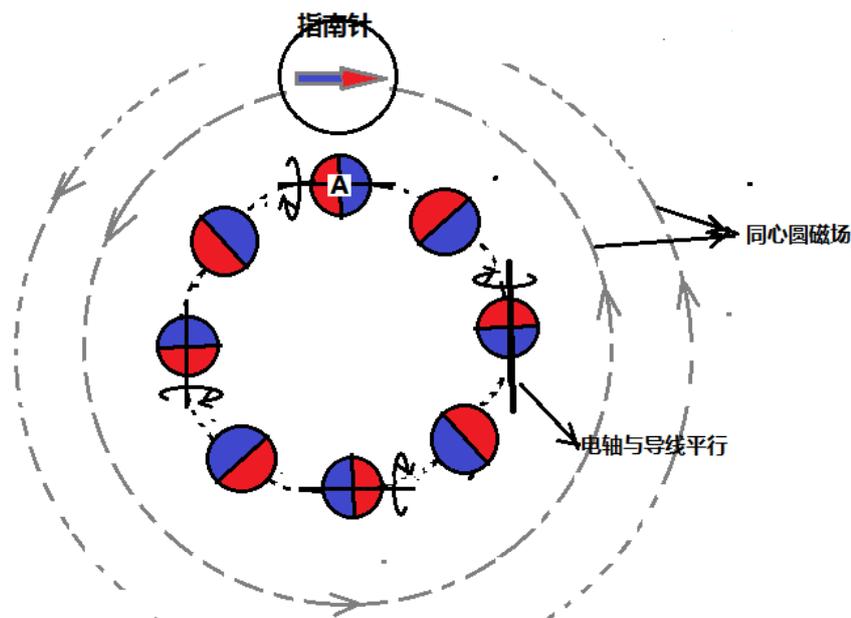
需要和静电平衡状态的带电原子加以区别的是，如果处于静电平衡状态的带电原子，其电轴是垂直于物体表面的，那么导线上正在传递电能的带电原子，在前一个带电原子的推动下，产生的旋转运动其电轴却是与导体表面平行的，而且电轴还与电流方向相垂直。如载流导线的侧视图(a)所示



如果我们把电能从电容器正极流向负极方向定义为电流方向，那么当电流从上往下流动时，那么导线表面正在传递电能的带电原子，其电轴是平行于导线表面和垂直于电流方向的，而且原子南北磁极是从下往上的旋转运动。

## 5·4 同心圆磁场的产生原因

当电流在导线中从上往下流动时，正在传递电能的带电原子产生了围绕电轴的定向旋转运动，根据磁场产生原因假设，这些带电原子在电轴二端就会分别产生 $N_{电}$ 、 $S_{电}$ 二磁极，向外产生 $N_{电}$ 、 $S_{电}$ 磁场，而且原子围绕电轴旋转速度越快，产生的 $N_{电}$ 、 $S_{电}$ 磁场越强。由于载流导线带电原子的电轴平行于导线表面，这就决定每一带电原子的 $N_{电}$ 、 $S_{电}$ 磁场方向，如图(b)所示是平行于导线表面的。又由于带电原子 $N_{电}$ 、 $S_{电}$ 二磁极是围绕导线表面排列的，因此载流导线的总叠加磁场，其磁感线都是圆心在导线轴线上的同心圆。



如果我们在载流导线带电原子 A 近旁放一磁针，那么带电原子 A 产生的磁场将会作用于磁针，在磁力作用下磁针将会自发旋转至异名磁极相吸位置，这一现象我们可以通过一个指南针和一个磁球来验证，即当我们转动手中的磁球时，指南针会跟着转动。实际上，磁针受到的磁力是来自于载流导线所有带电原子产生的总叠加磁场，由于总叠加磁场的磁感线都是圆心在导线轴线上的同心圆，所以磁针受到的总叠加磁力和带电原子 A 产生的磁力，方向上是相同的。

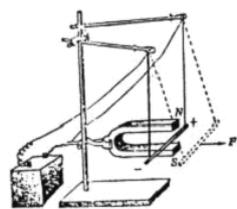
通过以上分析我们可以看出，磁针受到的力不是直接来自于电流，而是来自于导线上正在传递电能的带电原子，二者之间的力仍然是发生在两个粒子连线上的相互作用力。由于磁针受到的力并不是直接来自于电流，因此这种横向力并没有违反实践经验，**人类在长期实践中积累的经验是可靠的。**

### 5.5 磁场方向判定

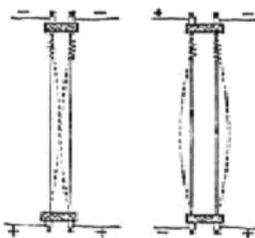
通电直导线周围产生的磁场，其磁感线是圆心在导线轴线上的同心圆。直线电流、环形电流以及通电螺线管周围的磁场方向都可以用右手螺旋定则来判断。右手螺旋定则又叫安培定则。

### 5.6 安培力的磁本质

丹麦物理学家奥斯特的电流磁效应的实验消息传到巴黎后，启发了法国物理学家安培。他思考，既然磁与磁之间、电流与磁之间都有作用力，那么电流与电流之间是否也存在作用力呢？他于第二天就重复了奥斯特的实验，并加以发展。安培主要做了以下二个实验有，如下图所示：(a) 磁铁对通电导线的作用。(b) 两根平行通电直导线的相互作用



(a) 磁铁对通电导线的作用



(b) 两根平行通电直导线的相互作用

实验 (a) 和 (b) 表明, 当电能导线中流动时, 在其周围会自然产生同心圆磁场。这就决定无论是载流导线之间的相互作用力, 还是载流导线与磁铁之间的相互作用力, 它们本质上都是通过磁场超距延迟作用产生的磁力。

### 5·7 安培力大小、方向

尽管磁针受到的力不是直接来自于电流, 但是磁针的偏转确实是由导线中的电流间接引起的, 而且导线中的电流方向决定了带电原子的旋转方向, 而带电原子的旋转方向又决定了磁场方向, 决定了磁针的受力方向, 因此电流方向和磁针的受力方向有着必然的因果关系。

另外, 导线中的电流大小决定了带电原子的旋转速度, 而带电原子的旋转速度快慢又决定了同心圆磁场强度, 决定了磁针的受力大小, 因此电流大小和磁针的受力大小仍然有着必然的因果关系。

由于载流导线产生的磁场, 其磁感线是圆心在导线轴线上的同心圆, 这就决定载流导线在外磁场中的受力方向, 是垂直于电流方向, 垂直于外磁场方向的。磁场对载流导线的磁力通常称为安培力。

一根载流导线在匀强磁场  $B$  中受到的安培力大小和导线的电流强度  $I$ 、导线在外磁场中的受力长度  $L$  成正比。由于载流导线在外磁场中的受力方向, 是垂直于电流方向, 垂直于外磁场方向的, 故安培力大小还和电流方向与磁场方向间的夹角有关, 因此一根电流为  $I$ 、长为  $L$  的直导线, 在匀强磁场  $B$  中受到的安培力大小为:  $F=ILB\sin(\theta, B)$

### 5·8 电流强度

根据二根平行载流直导线间的安培力, 我们可以进一步定义电流强度  $I$ 。设在真空中两无限长平行直导线相距  $1m$ , 通以大小相等的恒定电流。如果导线每米长度的作用力为  $2\times 10^{-7}N$ , 则每根导线上的电流强度就规定为  $1$ “安培”。

从能量角度分析, 闭合导线中的电流流动是由电源驱动的, 在单位时间通过单位体积上的电能 (电功率  $P$ ) 主要由以下二个参数决定。

1 导线单位体积中有多少带电原子  $q$  参与电能的传递。也就是我们通常所说的有多少电荷  $q$  流过导线。

2 每个带电原子在单位时间内传递了多少电能  $w$ 。这个参数是由电源电压  $U$  决定的。

因此，闭合电路的电功率就等于  $Uq/t$ 。由于  $I=q/t$ 。所以  $P=UI$

(了解了电流  $I$ 、电压  $U$  这二个概念，我们可以从微观模型上进一步推导出经典电磁理论中的一些经验公式。这里想说的是：离开电子的帮忙，我们反而能够更好的了解电。否定了电子的存在，并不意味着经典电磁理论就错了，来自于大量实验的经验公式仍然是正确的，是有其客观依据的。)

### 5·9 磁场高斯定理

由于通电直导线产生的磁场，其磁感应线是圆心在导线轴线上的无头无尾的闭合圆曲线，可以想象，对于磁场中任一闭合曲面来说，有多少条磁感应线穿进闭合曲面，必有多少条磁感应线

穿出闭合曲面。所以通过任意闭合曲面的磁通量恒等于零。即 
$$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$$

这个结论叫做磁场高斯定理，或叫做磁通连续定理。磁场高斯定理是磁感应线是闭合曲线这一磁场的重要性质的数学表示。它指出：磁场是一种无源场。

### 5·10 载流导线的磁场叠加原理

电能是通过带电原子的旋转运动传递的，而带电原子在传递电能的过程中又自然产生了磁场，因此一根载流直导线的总叠加磁场就是由这些带电原子共同产生的，每一场点的磁场强度，也就等于所有带电原子在该点所激发的磁场强度矢量和，这个结论称为磁场的叠加原理。

### 5·11 毕奥——萨伐尔定律

电能是通过带电原子的旋转运动传递的，当等径导线通有恒定电流  $I$  时，那么最外层每一个带电原子产生的磁场  $B_0$  大小是近似相等的。如果我们把一个带电原子看作为一个产生磁场的点源，那么由点源产生的磁场仍是球面光速向外传播的，根据磁场的这一性质，一个带电原子在距离为  $r$  的空间任意点  $P$  处所激发的磁场  $dB$  就等于  $u_0 B_0/4\pi r^2$ 。即  $dB = u_0 B_0/4\pi r^2$ 。

根据磁场的叠加原理，每一场点的磁场强度，也就等于所有带电原子在该点所激发的磁场强度矢量和，然而，由于载流导线中带电原子的数量太大，这种矢量和实际上是不能计算的。由于导线最外层带电原子产生的磁场  $B_0$  大小是近似相等的，因此，我们在计算任意形状的载流导线所激发的磁场时，可以将导线分割成无限多段长为  $dl$  的小段电流，每一小段电流称为电流元  $Idl$ ，在一个更大范围内用电流元  $Idl$  来表示一定数目的带电原子。而导线上每一电流元在距离为  $r$  的

某一场点产生的磁场  $dB$  就为：
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \mathbf{e}_r}{r^2}$$

上式即为电流元  $Idl$  的磁场公式，称为毕奥——萨伐尔定律，它是 1820 年首先由毕奥和萨伐尔根据对电流的磁作用的实验结果分析得出的，显然，若能够先计算出任一电流元  $Idl$  产生的磁场  $dB$ ，则任意形状导线所激发的总磁场就是其上所有电流元所激发的磁场  $dB$  的矢量和。

### 5·12 安培环路定理

由毕奥——萨伐尔定律表示的恒定电流和它的磁场关系，还可以导出恒定电流的磁场的一条基本规律，这一规律叫安培环路定理，它表示：在恒定电流的磁场中，磁感强度沿任意闭合路径  $C$  的线积分（环路积分），等于路径  $C$  所包围的电流强度的代数和的  $\mu_0$  倍。它的数学表示式为：

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum I$$

## 第六节 洛伦兹力

### 6.1 洛伦兹力

当一带电粒子以初速度  $V$  沿垂直于磁场的方向进入均匀磁场  $B$  中。实验表明，在没有外磁场时，带电粒子是沿直线前进的。如果加入外磁场，那么荧光屏上显示带电粒子的运动的径迹就发生了弯曲。这表明，运动中的带电粒子受到了与运动方向垂直的磁场作用力，这个力通常叫做洛伦兹力，它为荷兰物理学家 H.A.洛伦兹首先提出。洛伦兹力定律是一个基本公理，不是从别的理论推导出来的定律，而是由多次重复完成的实验所得到的同样的结果。

那么带电粒子沿垂直于磁场的方向进入均匀磁场  $B$  中，为什么洛伦兹力的方向是垂直于  $v$  和  $B$  构成的平面。下面通过一个简单的实验来回答这一问题。

### 6.2 洛伦兹力产生原因

我们拿一根绳子记在磁球两极间的中间点上，然后吊起磁球让磁球高速旋转，这时磁球自然下垂，只做旋转运动而没有回旋运动。但是，当我们在磁球的下面加一磁铁时，我们发现旋转状态的磁球在与磁铁的相互作用中自然产生了回旋运动，即旋转状态的磁球通过回旋运动，保持与磁场的平衡。

如图 (6.2) 所示

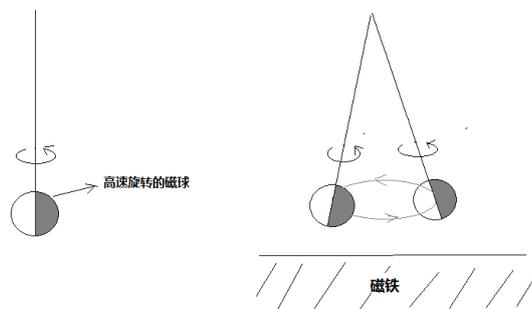
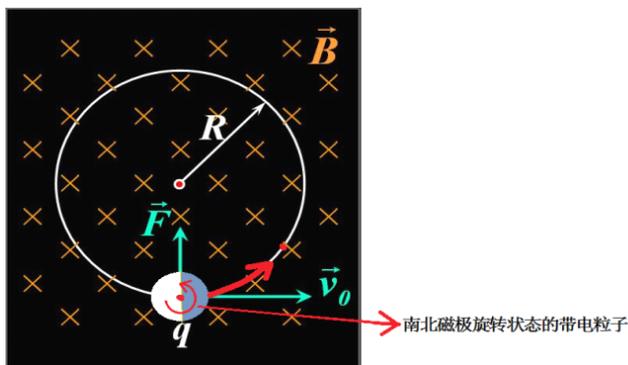


图6.2 磁球回旋运动

下面我们结合上面的实验来分析质谱仪的工作原理。

当一个不带电的粒子从带电平行极板中间穿过时，由于正负极板上的带电原子的旋转方向是相同的，因此这个粒子在电场作用下将会产生与极板上带电原子相同的旋转运动，该粒子在吸收了一部分电能 ( $W=qe$ ) 后，变成了一个带电粒子，而且电容器的电场强度越高，该粒子吸收的电能 ( $qe$ ) 越多，粒子的南北磁极围绕电轴的旋转速度就会越快。

当该带电粒子以初速度  $V$  (电轴垂直于  $V$ )，沿垂直于磁场的方向进入均匀磁场  $B$  时，如果我们把这个带电粒子看成是一个南北磁极处于高速旋转的磁球，那么该带电粒子在磁场作用下其运动轨迹就会发生偏转。如图所示：



从图中我们可以看出，当一个南北磁极处于旋转状态的带电粒子，以初速度  $V$  (电轴垂直于

V), 沿垂直于磁场的方向进入均匀磁场  $B$  时, 该粒子将会受到来自均匀磁场  $B$  的洛伦兹力。由于洛伦兹力始终垂直于带电粒子的运动方向, 不改变带电粒子的速率和动能, 只改变带电粒子的运动方向, 所以它对带电粒子不作功。又由于带电粒子的旋转方式分顺逆二种, 因此带不同电的粒子在同一磁场下, 所受到的洛伦兹力方向不同, 带电粒子在磁场中的运动轨迹不同。

### 6·3 洛伦兹力大小

洛伦兹力大小与磁场强度  $B$ 、粒子运动速度  $V$ 、带电量  $q$  有关。磁场强度  $B$  越大, 带电粒子受到的洛伦兹力越大。带电粒子运动速度  $V$  越快, 带电粒子受到的洛伦兹力越大。带电粒子拥有的电能越多, 带电量  $q$  越大, 带电粒子的南北磁极的旋转速度越快, 受到的洛伦兹力越大。由于带电粒子受到的洛伦兹力总是与磁场垂直的, 故一个运动带电粒子在磁场中所受的洛伦兹力公式为:

$$F = qv \times B$$

### 6·4 运动轨迹在电场、磁场中发生偏转的二种原因

现在我们已经了解了, 运动轨迹在磁场中发生偏转的原因主要有二个。

- 1; 磁场中带电粒子运动轨迹的偏转。
- 2; 磁场中二种光波的分裂、偏转。

通过这二种原因, 我们可以进一步分析阴极射线、气泡室中出现的各种偏转现象。由于光和带电粒子之间, 本质上是二种不同的东西, 因此分析时我们要具体问题具体分析。

### 6·5 库伦力、安培力、洛伦兹力

从前面论述中我们已经了解, 1; 一个带电体向外产生的静电场本质上是磁场。2; 一个永磁体向外产生的场是磁场。3; 载流导线向外产生的场是磁场。4; 一个孤立的带电粒子向外产生的场仍是磁场。因此我们得出; 库伦力为二个带电体之间的磁力。安培力是磁铁对载流导线的磁力, 或者是二根载流导线之间的磁力。洛伦兹力为一个运动带电粒子在磁场中所受的磁力。

库伦力、安培力、洛伦兹力这三种力本质上都是磁力, 但是这三种力在形式上却存在着很大的区别, 首先是带电粒子的运动方式不同, 带电粒子所处环境不同, 带电粒子作用对象不同, 这就造成三种力的公式不同, 力的方向不同, 作用效果不同, 洛伦兹力不做功, 库伦力、安培力能做功。

## 第七节 电磁感应

1820 年, 奥斯特发现了电流的磁效应, 从一个侧面揭示了电与磁之间的关系。由此人们自然想到, 能否利用磁效应产生电流? 从 1822 年起, 法拉第就开始对这一问题进行有目的的实验研究, 经过多次失败后, 终于在 1831 年发现了电磁感应现象。

电磁感应现象表明, 当穿过一个闭合导体回路所限定的面积的磁通量发生变化时, 不管这种变化是由什么原因引起的, 导体回路中就会产生感应电动势。而引起磁通量变化的原因可归结为两类; 一类实验是磁铁与线圈有相对运动时, 线圈中产生了电流, 我们将这一原因产生的感应电动势称为动生电动势。另一类实验是当一个线圈中的电流发生变化时, 在它附近的其他线圈中也产生了电流, 我们将这一原因产生的感应电动势称为感生电动势。

那么当穿过一个闭合导体回路所限定的面积的磁通量发生变化时, 导体回路中为什么会产生感应电动势?

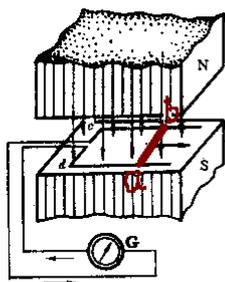
下面我们将从磁力角度, 分别对动生电动势和感生电动势的产生原因进行论述。事实上我们根本不能离开磁, 单纯的去谈电, 但是我们可以离开电去谈磁。

### 7·1 动生电动势

前面我们已经了解了摩擦起电的产生原因；外力做功推动物体 A 使其相对于另一物体 B 做定向直线运动，物体 A、B 产生的磁场就会在运动过程中，推动另一物体的原子做围绕电轴的旋转运动，外力所作的功全部转换为带电原子的电能。

现在我们从切割磁力线的角度，来理解摩擦起电的产生原因。二物体在相对运动中，原子的南北磁极通过切割另一物体的磁力线，使穿过二物体运动过程中所限定面积的磁通量发生变化，二物体的原子产生了围绕电轴的定向旋转运动，原子由不带电变成了带电原子。

下面我们分析一下导线线圈中动生电动势的产生原因。



图(a) 在磁场中运动着的导体

如图 (a) 在磁场中运动着的导体所示；马蹄形磁铁固定不动，外力做功使线圈相对于磁铁磁场做定向直线运动（导体切割磁力线，二者在相对运动中穿过闭合导线回路的磁通量发生了变化），磁铁的南北磁场直接作用于线圈表面原子的磁极，使其产生围绕电轴的定向旋转运动。反过来线圈原子产生的场起到阻碍二物体做相对运动的作用，外力须克服这个反作用力而做功。外力做功的结果是机械能全部转换为线圈表面原子的电能。

需要特别说明的是，导体表面原子产生的旋转运动为电轴平行于导体表面的旋转运动，其状态是与正在传递电能的带电原子完全相同的。它和摩擦起电经过调整的带电原子，在电轴方向上有着天壤之别。

当线圈表面原子产生围绕电轴的定向旋转运动后，由于线圈为闭合回路，带电原子具有在整个回路中均匀分布的趋势，因此回路中产生了电流，电流计的指针发生偏转。由于导线与永磁体的相对运动方向不同，原子围绕电轴的旋转方向不同，而且导体切割不同磁性的磁力线，表面原子围绕电轴的旋转方向不同，即感应电流方向不同，电流计的指针偏转方向不同。

### 7·2 法拉第电磁感应定律

从图 a 中可看出，在切割磁场导线 ab 的长度 L，导线相对于永磁体运动速度 V 不变的情况下，如果增大永磁体磁场强度 B，那么导体所受到的阻力越大，外力在单位时间内所做的功越多，回路产生的感应电动势越大。

在 B、V 不变的情况下，如果切割磁场的导线长度 L 越长，那么单位时间内产生的带电原子数越多，回路产生的感应电动势越大。

在 B、L 不变的情况下，如果导线相对于永磁体运动速度 V 越快，那么带电原子围绕电轴的旋转速度越快，回路产生的感应电动势越大。

由此我们得出，当外力推动一长为 L 的导线，以垂直于磁场 B 的方向做速度为 V 的直线运

动时，回路中将会产生感应电动势，感应电动势  $\epsilon$  大小正比于 B、L、V。即：
$$|\epsilon| = \frac{d\Phi}{dt} = Bl \frac{dx}{dt} = Blv$$

在 SI 制中，感应电动势单位：伏特

### 7·3 楞次定律

外力做功使导线产生相对于永磁体的运动，由于导线在切割磁力线过程中，永磁体产生的作用力方向总是与外力做功方向相反的，因此感应电动势总具有这样的方向，即使它产生的感应电流在回路中产生的磁场去阻碍引起感应电动势的磁通量的变化，这一规律叫做楞次定律。

### 7·4 交流发电机原理

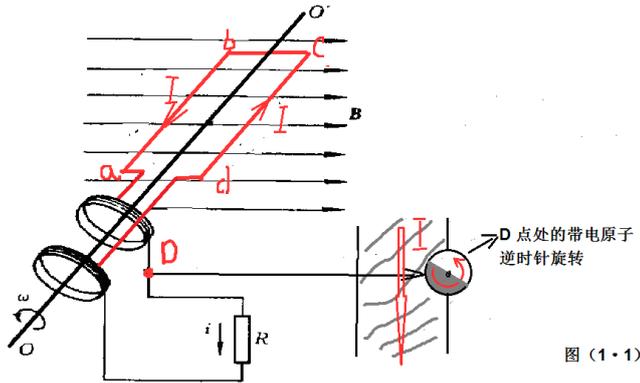


图 (1·1)

当外力持续做功使线圈以角速度  $\omega$  和逆时针方向恒速转动时，线圈的 ab 和 cd 两边分别切割不同磁极的磁力线，根据右手定则，此时导线 ab 的产生的电流方向是从内到外，而导线 cd 产生的电流方向却是从外到里，但是对于闭合回路来说，导线 ab 和 cd 上产生的电流却是同向的。因此整个导线回路形成了一个由带电原子按照同一旋转方向组成的闭合回路。

此刻导线回路中 D 点处的带电原子旋转方向如图 (1·1) 所示；为逆时针旋转方向。

随着线圈的继续旋转，当线圈平面逐渐离开平行磁场方向位置时，根据法拉第电磁感应定律，导线上的带电原子的旋转速度会逐渐下降，产生的电动势逐渐变小。当线圈与磁场方向垂直时，导线 ab 和 cd 不再切割磁力线。由于回路处于闭合状态，切割磁力线产生的电能已经在流动过程中被用电设备转换为其他形式的能量；热能、光能、机械能，因此 ab 和 cd 上的带电原子会立刻恢复至正常状态，即围绕电轴的旋转运动随之停止。此时导线没有动生电动势，因此 D 点处的带电原子由逆时针旋转状态变为停止状态。

当线圈继续旋转，线圈的 cd 来到与 N 磁极相切位置时，根据右手定则，此时 cd 边上的导线产生的电流方向是从内到外，而 ab 边上的导线产生的电流方向却是从外到里，这又导致产生的电动势方向发生改变，整个回路的电流方向发生了改变，故此时 D 点的原子又由停止状态转换为顺时针旋转状态。如图 (1·2) 所示；

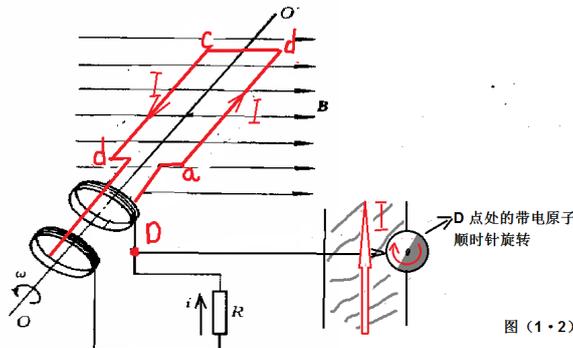


图 (1·2)

外力持续做功使线圈在磁场中转动，所输出的电流方向是周期性交替变换的，为交流电。这

种输出交流电的发电机叫做交流发电机。

交流电在闭合回路中流动过程中，如图中的 D 点；D 点处的带电原子是通过顺时针与逆时针交替变化的旋转运动来传递交流电能的，所有带电原子只参加传递电能而不在回路中流动。

### 7·5 感生电动势

一个正在传递交流电能的带电原子，其围绕电轴的旋转方向、速度是随时间作周期性变化的，其向外产生的是一个周期性变化的涡旋电磁场，因此，交流线圈 1 向外产生的是一个周期性变化的涡旋电磁场。当导体回路 2 处于该涡旋电磁场中时，线圈 1 产生的涡旋电磁场就会超距作用于回路 2 表面原子的磁极，使其产生相同的围绕电轴的旋转运动。这时回路 2 中就会产生感应电动势。（从平衡角度去分析，回路 2 原子通过相同的运动，以保持与通交流线圈 1 之间的平衡）

导体回路 2 在电磁场中虽无相对运动，但是来自线圈 1 的电磁场在空间的传播却是随时间变化的，这就导致回路 2 包围的磁通量发生变化，回路 2 中产生感应电动势，我们将这一原因产生的感应电动势称为感生电动势。

回路 2 感生电动势的产生原因是其包围的磁通量发生了变化，根据法拉第电磁感应原理，回路 2 感生电动势公式仍为： $\varepsilon = -d\Phi/dt$

### 7·6 互感

如图，两个相互靠近的线圈 1 和 2，两个线圈中分别通有电流  $I_1$  和  $I_2$ ，当线圈 1 中的电流  $I_1$  随时间变化时，线圈 1 产生的涡旋磁场，会激发线圈 2 产生感应电动势，由于二线圈之间的作用力为作用与反作用力，因此当线圈 2 中的电流变化时，同样也会在线圈 1 中产生感应电动势。我们把这一电磁感应现象，称为互感现象，所产生的感应电动势称为互感电动势。

显然，一个线圈中的互感电动势不仅与另一线圈中电流改变的快慢有关，而且也与两个线圈的结构以及它们之间的相对位置有关。

### 7·7 自感

在一个交流的线圈中，当线圈中的电流增大时，由于原子要吸收一部分电能用于增加旋转速度，于是线圈自身便产生了阻碍电流增大的感应电动势。而当线圈中的电流减小时，由于带电原子的电能不会自发消失，因此这些带电原子在旋转惯性的作用下会自发的阻止线圈内电流的变化，或者说这些带电原子拥有的电能通过释放来阻止线圈内电流的变化。我们把线圈自身产生的，阻碍电流变化的感应电动势称之为自感电动势。

就象充电电容器具有能量一样，对于通电线圈来说它拥有一定量的电能，线圈是储能元件。我们把这些储存于线圈的能量称为通电线圈的自感磁能。通电线圈的自感磁能来源于，电源在建立新平衡时对线圈带电原子所作的功。通电线圈在某一时刻拥有的自感磁能也就等于，该时刻导线内所有带电原子围绕电轴的旋转动能。

### 7·8 变压器的工作原理

从平衡角度分析，当交流线圈周围存在其他介质时，这些介质为了保持与线圈涡旋电磁场间的平衡，会吸收一部分电能产生相同的旋转运动，也可以认为交流线圈通过涡旋电磁场的超距作用对这些介质做功，使其产生相同的旋转运动。而这些被介质吸收的电能，就会以电磁场能的形式分布于线圈周围空间中。

下面通过两个相互靠近的线圈 1 和 2 之间的互感现象，来了解交流线圈周围电磁场能的分布以及变化情况。

有两个相互靠近的线圈 1 和 2，线圈 1 中通有交流电流  $I_1$ ，线圈 2 中无电源。当线圈回路 1 闭合时，通电线圈 1 通过涡旋电磁场的超距作用，对线圈 2 原子做功使其产生相同的旋转运动，

于是线圈 2 产生了感应电动势。

在线圈回路 2 不闭合的情况下，当线圈 1 中交流电流开始下降时，线圈 2 中的带电原子将会超距作用于线圈 1 的原子，将电能反馈给线圈 1 以减缓线圈 1 电流下降。从这一角度分析，在线圈回路 2 不闭合的情况下，线圈 2 不消耗电能，载流导线周围的介质不消耗电能。但是这只是一种理想状态下的近似，实际上线圈 2 仍会消耗一小部分电能用于激发更远处的介质。

在线圈回路 2 闭合的情况下，线圈 2 吸收的电能将会通过闭合回路中的用电设备转换为其他形式的能量。而当线圈 1 中的电流下降时，线圈 2 中的电能已经被消耗，故没有电能可以反馈。也就是说在线圈回路 2 闭合的情况下，通电线圈 1 将会持续不断的通过涡旋电磁场对线圈 2 做功，回路 2 通过闭合回路中的用电设备把吸收的电能全部转换为其他形式的能量。

### 7·9 涡旋能量磁场

从磁场的角度分析，一个物体只要它客观存在，它就会不以人的意志为转移，自发向外产生磁场，而磁场一旦产生，就会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以光速球面的形式在真空中独立传播。

同样，对于交流线圈而言，只要线圈中通有交流电流，那么交流线圈就会不以人的意志向外自发产生涡旋磁场，涡旋磁场同样会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以光速球面的形式在真空中独立传播。

在一个通有交流的线圈中，由于线圈上的带电原子围绕电轴的旋转方向、速度是随时间作周期性变化的。当线圈周围存在一些介质时，根据互感原理，交流线圈产生的涡旋磁场将会作用于这些介质，使其产生相同的旋转运动，因此交流线圈产生的涡旋磁场即是一种能量场，同时还是以一定的变换频率，光速球面形式向外传播的涡旋磁场。

## 第八节 力的统一

### 8·1 场的多样性统一

世界上只要它是客观存在的物质，那么它就会不以人的意志为转移自发向外产生磁场。而磁场一旦产生就会脱离物质，在不需要任何媒介的情况下以球面光速的形式在真空中独立向外传播。当某一物体 A 产生的磁场遇到另一物体 B 时，磁场就会超距作用于物体 B 内部粒子的磁极而产生引斥磁力。因此，我们说物质是通过场产生的力而普遍的、客观的联系在一起的。

物质是通过场产生的力而普遍的、客观的联系在一起的。而物质自发产生的场主要分成以下几种

- 1; 系统内部中子、原子、分子向外产生的叠加磁场。
- 2; 光源物体向外产生的是磁性能量场。
- 3; 带电物体向外产生的正负电场。
- 4; 载直流导线向外产生的电磁场。
- 5; 载交流导线向外产生的涡旋磁场。

虽然物质在不同的条件下自发向外产生的场不同，但是所有的场都具有一个基本特征，那就是大自然中所有的场都是物质产生的非物质磁场。这也决定，各种场具有以下几个共同特点

1; 场是由物质产生的。

场是由物质运动或物质相互作用时产生的，离开物质，非物质磁场绝不会凭空产生。

2; 独立传播原理。

由于物质产生的场是一种没有任何质量的非物质场，所以当二个磁场在真空中相遇时，才不会发生粒子的相互碰撞现象。当二个场在空间同一区域中传播时，不管他们是否重叠，每个独立场都能保持各自的传播规律而不互相干扰，各自仍按照原有的传播路径继续向外独立传播。

### 3: 光速不变原理

由于物质产生的场是一种没有任何质量的非物质场，所以非物质场在真空中的传播情况，可以和物质的运动情况加以有效分离，非物质场向外的传播速度才不会受物质是否运动的影响，非物质场总是以恒定的光速独立在真空中独立向外传播的，即光速不变原理。

### 4: 球面传播性质

由于物质产生的场是一种没有任何质量的非物质场，所以非物质场在真空中的传播形式为球面形式。所有的非物质场一旦产生，就会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以光速球面传播形式在真空中独立向外传播。

由于所有的场都是由物质产生的，所有的场都具有光速球面传播性质，故我们可以采用同一个通用公式（高斯定律）对所有的场进行描述。

### 5: 相同的作用原理

所有的非物质场一旦产生，就会脱离物质在不需要任何媒介的情况下，以光速球面传播形式在真空中独立向外传播。当磁场遇到另一物质时，该磁场就可以通过磁场的超距延迟作用，直接作用于另一物质内部粒子的磁极而产生引斥磁力。因此物质间的超距作用是通过磁场的超距延迟作用完成的，即：磁极 1 → 磁场 1 → 磁极 2

磁极 1 ← 磁场 2 ← 磁极 2

## 8·2 力的多样性统一

### 原子核力

中子之间的相互作用力为交变引斥磁力，在交变引斥磁力作用下，二中子围绕一平衡距离做分合运动，一定数目的中子在交力作用下，自发组成一个具有一定体积、形态、质量的球型原子，随着中子数目不断增加，所组成的球型结构呈现周期性的变化。因此原子核力本质上为磁力，原子核力大小为： $F=A \cdot B_1 \cdot B_2/4 \pi R^2$ （A 为系数）

### 万有引力

由于宇宙万物都是由一种基本粒子中子组成的，因此一个质量为  $m_1$  的物体 1 产生的磁场，就是该物体内部所有中子产生的磁场总和，根据场的光速球面传播性质，物体 1 产生的场，在半径为  $R$  的球面上的磁场强度为： $B_1=B_0 \cdot m_1/m_0 \cdot /4 \pi R^2$ （ $B_0$  为中子磁场强度， $m_0$  为中子的质量， $m_1/m_0$  为该物体内部中子数目）

如果在 A 点有另一质量为  $m_2$  的物体 2 存在，那么物体 1 产生的磁场就会超距作用于物体 2 内部粒子的磁极而产生磁力，这二个物体之间的磁力大小为： $F=A \cdot B_1 \cdot B_2/4 \pi R^2$

由于  $B_1=B_0 \cdot m_1/m_0 \cdot /4 \pi R^2$        $B_2=B_0 \cdot m_2/m_0$

所以  $F=B_0 \cdot m_1/m_0 \cdot /4 \pi R^2 \cdot B_0 \cdot m_2/m_0$

由于中子具有全同性，即所有中子具有相同的质量  $m_0$ ，产生的磁场强度  $B_0$  是完全相同的，因此我们可以把公式中的  $B_0/m_0$  作为常数提到系数中，系数由 A 变为 K，公式变为： $F=K \cdot m_1 \cdot m_2/4 \pi R^2$

上式为质量为  $m_1$  和  $m_2$ ，距离为  $R$  的二个物体之间的引斥磁力公式，同时它也是万有引力公式。通过这一公式我们可以得出原子核力，和宇宙间所有物体之间的相互作用力（万有引力）都有一个共同的起源，为同一种力。

### 电磁力

前面我们已经了解到，电场是由带电原子的南北磁极围绕电轴的旋转运动产生的，本质上为南北磁极旋转状态的磁场，而且带电体拥有的电能  $W$  越多，该带电体拥有的带电原子数目  $q$  越多，最上层的带电原子的旋转速度越快，产生的电场强度  $E$  越强。

根据场的光速球面传播性质，一个带电量为  $q_1$  的带电体 1，在距离为  $R$  任意一点的电场强度为： $E=q_1/4 \pi R^2 \epsilon_0$ 。当此电场遇到另一带电量为  $q_2$  物体 2 时，由于同种电荷相互排斥，异种电

荷相互吸引,那么带电体 1 产生的电场就会超距作用于带电体 2 上的电荷,产生超距延迟电磁力。

二个距离为  $R$ , 带电量分别为  $q_1$ 、 $q_2$  的带电体之间的电磁力大小为:  $F=q_1 \cdot q_2/4\pi R^2\epsilon_0$

即库仑定律公式,二个带电体之间的库仑力本质上为磁力,另外前面我们已经了解了安培力、洛伦兹力这二种电磁力本质上仍是磁力,因此我们说,电磁力本质上是磁力。

另外,交流线圈向外产生的涡旋能量磁场,同样是以光速球面的形式在真空中独立传播的,但是,光速传播并不表示它一定是光波。

### 磁性能量波力

世界上的所有物质都是自发向相对于内外条件为最稳定的动态平衡状态发展的,因此具有一定温度的物体,就会自发通过内部相邻原子之间的同磁极相切运动,向外释放一部分 N 或 S 磁性能量波(光能),而非物质的磁性能量波一旦由物质产生,就会脱离物质在不需要任何媒介的情况下以球面光速的形式在真空中独立向外传播,随着球面半径  $R$  的增加,球面上任何一点上的光强度  $S$  与光源强度  $S_0$  关系为  $S=S_0/4\pi R^2$ 。

当磁性能量波在传播过程中遇到另一物体时,磁性能量波就会超距作用于该物体内部粒子的南北磁极产生引斥力,不同磁性的能量光波超距作用于不同的磁极,会产生不同的磁力(引力或斥力)。在磁力作用下粒子的运动状态发生了改变,磁性能量波从而转换为粒子的动能,或者说粒子吸收了光能后,动能发生了改变。

通过比较原子核力、万有引力、电磁力、磁性能量波力,我们发现尽管产生这四种力的原因不同,在大自然中的具体表现不同,但是它们都具有一个共同的基本特征:全部是磁力。而且这四种力的作用机理完全相同:力都是由磁场超距作用于另一粒子的磁极产生的。描述这四种力的公式相同:  $F=A \cdot B_1 \cdot B_2/4\pi R^2$ 。

## 后记

从另一个角度去分析,没有了电子,我们仍可以了解电。没有了电子,我们仍可以了解光。没有了电子,我们仍可以了解物质的生成和变化。但是,这里不能保证原子就是由中子构成的,这里只为大家提供一个线索,至于这一线索是否行得通,相信每一位读者都会有自己的不同判断。无论如何,这里都会尊重您的选择,因为,这本书原本就是建立在一个假设基础上的。

虽然,已尽最大全力想把这本书写好。但是,由于受个人知识、能力的限制,目前书中还存在着许多瑕疵。该书猜测、推测部分太多,而实证部分太少,故这里请大家带着批判的眼光去读这本书,对书中存在的错误进行批评、指正,并真诚邀请每一位感兴趣的读者共同探讨、完成这本书的创作。

尤卫东

2011年4月28日于中国山东枣庄