

物 理 学

(下 册)

吉林师范大学函授教育处

吉林师范大学物理函授教材

物 理 学

(下 册)

(化学系二年函授生用)

吉林师范大学函授教育处

1960·1·长春

前 言

本讲义是化学系二年函授生在第二学期用的物理讲义，主要是取材于北京师大化学系函授用之物理讲义，对个别章节作了删减及小修改补充而节录下来的。原子物理部分主要取材于高等工业学校编之物理学及上海市高等工业学校物理学编写组编之普通物理学。

主要内容包括：

第三編 电磁学（續）

第四編 光 学

第五編 原子物理

目 录

第三編 电学和磁学 (續)

第三章 气体中的电流 (續)

§ 3—1	气体的电离和导电	(1)
§ 3—2	低气压放电现象	(4)
§ 3—3	阳射线	(7)

第四章 磁 場

§ 4—1	电流的磁场	(9)
§ 4—2	平行直电流間的作用力、绝对电磁单位制 ...	(13)
§ 4—3	磁场	(14)
§ 4—4	毕奥—薩伐尔—拉普拉斯定律	(21)
§ 4—5	磁场强度	(25)
§ 4—6	运动电荷的磁场	(26)
§ 4—7	磁场对载流导綫的作用——安培定律	(28)
§ 4—8	均匀磁场对平面载流綫圈的作用	(30)
§ 4—9	载流导綫間的相互作用力	(38)
§ 4—10	磁场对运动电荷的作用力——洛侖茲力	(39)
§ 4—11	电子的荷質比	(40)
§ 4—12	質譜仪	(44)
§ 4—13	物質的磁性	(47)

第五章 电磁感应

§5—1	电磁感应现象.....	(54)
§5—2	电磁感应基本定律.....	(57)
§5—3	电磁感应现象和能量守恒与转换定律的关系.....	(61)
§5—4	互感应和自感应.....	(64)
§5—5	磁场的能量.....	(70)
§5—6	感应圈.....	(73)
§5—7	涡流.....	(75)
§5—8	线圈在磁场中运动所生的电动势.....	(77)
§5—9	变压器.....	(81)
§5—10	交流欧姆定律.....	(84)

第六章 电磁振荡和电磁波

§6—1	振荡电路.....	(87)
§6—2	电子管的整流作用.....	(90)
§6—3	电子管振荡电路.....	(92)
§6—4	电磁波的产生和性质.....	(95)

第四編 光 学

第一章 光的本性、反射和折射

§1—1	关于光的本性概念的发展史.....	(101)
§1—2	光的反射和折射.....	(103)
§1—3	全反射.....	(106)
§1—4	稜鏡中的折射.....	(108)

第二章 光的干涉

§ 2—1	双光源的干涉	(113)
§ 2—2	薄膜的干涉现象	(117)
§ 2—3	牛顿圈	(121)
§ 2—4	干涉仪	(124)

第三章 光的衍射

§ 3—1	衍射现象	(127)
§ 3—2	单缝的衍射	(128)
§ 3—3	衍射光栅	(131)

第四章 光的偏振

§ 4—1	自然光和偏振光	(136)
§ 4—2	反射和折射的偏振	(138)
§ 4—3	双折射现象	(144)
§ 4—4	物质的旋光性	(154)

第五章 光的散射

§ 5—1	散射现象	(159)
§ 5—2	散射理论	(163)
§ 5—3	光谱的类型	(166)

第六章 辐射和量子

§ 6—1	热辐射	(169)
§ 6—2	绝对黑体的辐射	(173)
§ 6—3	普朗克公式	(176)

§ 6—4	光电效应.....	(178)
-------	-----------	-------

第五編 原子物理学

第一章 原子物理学

§ 1—1	原子的核型結構.....	(187)
§ 1—2	原子光譜的規律性.....	(188)
§ 1—3	氫原子的理論.....	(191)
§ 1—4	量子条件和量子数.....	(196)
§ 1—5	量子力学的基本概念.....	(200)
§ 1—6	門捷列夫元素周期表.....	(204)

附：学习指导、复习题及习题

第三編 電學和磁學 (續)

第三章 氣體中的電流 (續)

§ 3-1 氣體的電離和導電

氣體在正常情形下是不導電的。但是由於電離劑的作用使氣體分子離解時，在電場作用下，由於正離子趨向陰極，負離子趨向陽極，因而有電流在氣體中通過。根據丁·丁·湯姆絲 (1856—1940) 和盧瑟福 (1871—1937) 對於標準壓強下和低壓下氣體放電的研究，知道氣體分子的離解就是電離劑迫使中性分子釋放出電子成為正離子，電子又和其他中性分子結合成負離子。在一些氣體如氮氫和金屬蒸汽中，電子不和其他分子結合保持它的獨立性。因此氣體的導電是由於正負離子和電子的移動所引起的。

強烈加熱、宇宙射綫、倫琴射綫、陰極射綫、紫外綫、放射性物質的輻射綫和強電場等都能引起氣體的離解，都可以用作氣體導電的電離劑。要注意，即使在最強的電離劑的作用下，也不能使離解現象遍及於全部分子，只及於其中的極少數分子而己。例如在 1 毫克純鐳鹽的強電離劑作用下，1 秒鐘只能使和它最接近的空氣層中 10 億個分子中 1 個分子離解。當電離劑的作用停止後正負離子又很快復合成為中性分子。

電離劑使分子離解因而氣體導電的現象叫做被激導電。氣體的離子在電場中速度加快、動能加大和其他中性分子碰撞，

中性分子发生离解，于是气体的导电性剧烈加大，这样的现象叫做自激导电。

在日光中紫外线、宇宙射线和地面上放射性物质等电离剂的作用下，空气中随时在产生分子离解的离子。同时空气中异性的离子互相吸引、结合后失去带电性质又恢复分子的状态，这样的现象叫做离子的复合，当然空气中离子愈多复合的机会就愈大。由于电离剂的作用使离子数目逐渐增多，又由于复合作用使离子数目逐渐减少，当离解的作用和复合作用平衡，即在相同时间内单位体积和空气中产生的离子和复合的离子数目相等的时候，空气中就保有一定量的离子，不再增加也不再减少。所以通常在空气中单位体积内的离子，数目是一定的。

因此在通常气压下，就可以观察到气体的导电现象。按照图1的装置就可以测量出空气的导电现象， $\mathcal{E}$ 是一组约为几万伏特的电池和电阻。ADB的两端相连，A、D两点之间就有一个电势降落，通过R和E与平行金属板C的两极相连，这样就使平行金属板之间有电压V，V

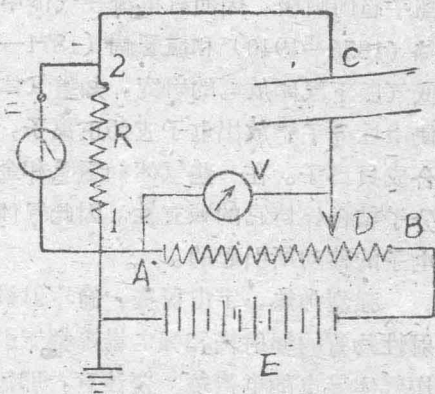


图 1

的值可以由并联在A、D两点间的伏特计读出。在金属板间的空气如果是理想的电介质就没有电流通过。但是由于空气中离子的存在，受到电场作用就要移动，因此在金属板之间就有电流I通过，但是因为空气中离子不多所以电流是很小的，它的数量级为 10^{-14} — 10^{-15} 安培。这个电流用一般的电流计测量不

出来。在綫路串联一个电阻很大的导体，电阻值 R 約为 10^{11} — 10^{12} 欧姆，电流 I 通过电阻 R 的时候在电阻的兩端 1 和 2 产生一个电势降落 IR ，它的值可以由电阻兩端电势差 $V_1 - V_2$ ，用可以測量 0.001 伏特以下电势差的靜电計 E 来測量，由此得到

$$IR = V_1 - V_2.$$

所以通过电阻 R 的电流即在空气中的电流为

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R}.$$

用这样的裝置可以測出 10^{-15} 安培的电流来。

实验的結果，空气中电流和加在金屬板兩端电压之間的关系如图 2 所示。在电压較

小的时候，电流和电压几乎成正比，这时欧姆定律是成立的（如 oa 段）；在电压較大的时候，电流达到一个最大值 I_0 ，叫作飽和电流，电压的变化并不影响电流 I_0 的大小（如 bc 段）；到电压增加到很大的时候，电流急剧增加

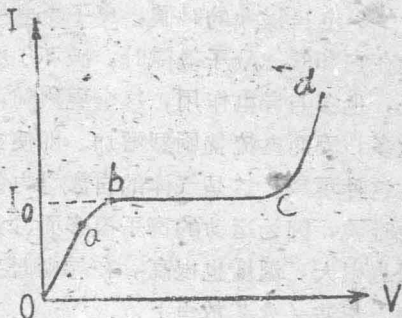


图 2

（如 cd 段），这种情形叫作“击穿”。

在电压不太大，也就是金屬板間場强不太大的时候，电流也很小，跑到板上的离子数目很少并不影响空气中离子的总数，也就是参与导电作用的离子数是一定的。因而电流的大小和离子运动的速度有关，場强愈大离子的速度就愈大^①，电流也就

① 离子在电场中是加速度运动，速度逐渐增大，但是在运动中常和其他分子碰撞，損失了它的动能，电场 E 重新对它作用，因此可以認為离子的速度和場强有关，不致很大。

愈大。

但当电压相当大的时候，离子的速度很大，离子刚产生就很快跑到极板上去，来不及复合。因此在每单位时间内跑到极板上的离子数，就等于在单位时间内气体中产生的离子数。所以电流的大小只与离子产生的速率有关，离子的速度的大小并不能影响离子产生的速率，也就是电流 I_0 和电势差 V 无关。如果增加或减少电离剂的作用，可以改变饱和电流的大小。

以上两种情形，参与导电作用的离子都是由于电离剂作用所产生的，所以是被激导电的情形。当电离剂作用完全停止的时候，气体导电的作用也就停止。

当电压很大的时候，离子受电场作用得到的动能很大，以致在它和气体分子碰撞时，破坏了中性分子，产生出新的离子，也参与导电作用，这个现象随电场加强而加剧，离子愈来愈多，因而电流就剧烈增加。即使去掉电离剂作用仍旧可以产生这种现象，这是气体的自激导电的情形。自激导电现象产生的时候，因为运动的离子很多而且速度很大，它们所产生的压强也很大，温度也很高，在导电时要有火花发生，同时也可以发出声波（火花放电）。

§ 3—2 低气压放电现象

在大气压强之下，得到火花放电现象需要很强的电场，例如在两个直径为5厘米的两个相距5.8厘米左右的金属球之间产生火花放电现象，就需要20,000伏特的电压。

在大气压强下，离子的平均自由程很小，走过很短距离就要和气体分子碰撞，在较弱的电场中来不及得到能使分子离解的速度。但是在稀薄的气体中离子的平均自由程很大，在不太强的电场作用下，就可以和气体分子碰撞使分子离解，产生新的离

子。这样在低气压的气体中兩級間的电势差不太大的时候，就可以产生自激导电的現象。但是如果气体过于稀薄，以至离子的平均自由程大于兩极間的距离的时候，离子和分子碰撞的机会减少，反而不能产生自激导电的現象。

在一支長的玻璃管中裝入兩個电极，把管的开口和抽气机相通（图3）。在兩個极板間加上几百伏特的电压，用抽气机

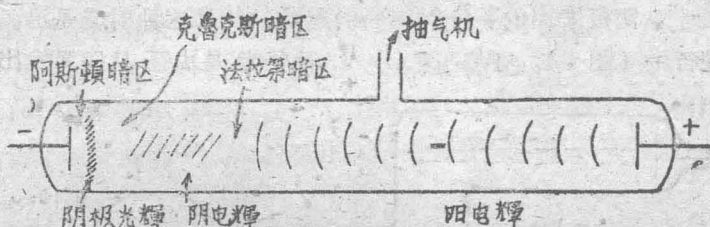


图 3

逐漸抽去管中气体，管中就要产生放电現象。随着管内压强变低，放电要经历几种不同的阶段。

当压强降到一定程度时，管内开始了靜靜的看不見的放电；当压强降低到約40毫米汞高的时候，管内出現窄長閃动的光条，这是开始了自激导电；在压强达到10毫米汞高时，光条变粗成了光柱（叫作阳电輝），几乎占滿全管，如果管内气体是空气，这光柱是紫紅色的，同时在阴极附近出現一层淡青色的光輝；压强到10毫米汞高以下时，光柱和阴极間被一个不发光的所謂法拉第暗区隔开；压强繼續降低到0.5毫米汞高时，阳电輝就断裂成明暗相間的弯曲輝紋，凸面向着阴极，同时在阴极附近出現明暗相間的情形如图3所示；从阴极开始，最靠近阴极的暗区叫作阿斯頓暗区（有时看不到），其次是阴极光輝、克鲁克斯暗区、阴电輝、法拉第暗区，靠近阳极的是明暗相間的阳电輝。

商业上的广告灯，就是利用在细长管中装有稀薄气体所发生的阳电辉。阳电辉的颜色和装入的气体有关，所以这类灯有各种颜色。

在气体的压强降低到 0.001 毫米汞高附近时，阳电辉完全消失。气体实际上不发光，但是对着阴极的玻璃管壁是现了绿色的荧光。改变阴极的位置和形状，可以发现这个荧光的出现是由于从阴极发出的某种射线所引起的，并且这种射线是沿直线进行的（图 4）。可以观察到，这种荧光是由于从阴极发出

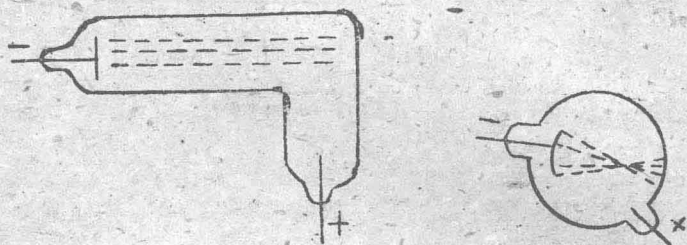


图 4

的某种射线激发管壁所引起的。我们把这种射线叫作阴极射线。

阴极射线是按照直线进行的，它和阴极的表面垂直，而和阳极的位置、形状无关。

它的穿透本领大，很薄的金属片，或是几个厘米的空气对于它都是不透明的。

它能使绝大多数物质发生荧光，一般地说荧光和物质在普通光线下的颜色无关（例如晁牌玻璃发绿光、金刚石发绿光、硫化钙发蓝绿色光等）。

阴极射线能使照象板感光。

阴极射线对于物质有力的作用，集聚的阴极射线可以使物

体得到热量而使温度升高。

阴极射线受电场和磁场的作用，就要发生偏转，由偏转方向说明了阴极射线是电子流。

§ 3—3 阳 射 线

阳射线是高速运动着的气体正离子组成的分子注。气体中的阳离子在电极间电场的作用下得到较大的速度。

阳射线是哥尔德斯塔恩在1886年发现的，W·维恩（1864—1923）和汤姆孙先后在1898年和1911年曾从实验上对它的性质作了全面的研究。阳射线在文献中也有时叫作极辉射线、背阴极射线。

阳射线也可以使玻璃发生荧光，但是比阴极射线所产生的弱得很多，所以在观察它的时候要把它和阴极射线分开。观察它的仪器如图5所示，阴极装在管的中部，并且在板状的阴极上钻若干个细孔（也叫作极辉）。在阴阳极之间的正离子受到电场的作用得到很大的速度，奔向阴极，大部分被阴极表面吸住；但是有些正离子通过极辉进入阴极的另一侧，就是阳射线，由此可以观察到它所产生的现象。

阳射线也可以受到电场和磁场的作用而偏转。

正离子在运动途中也可以偶然和气体中自由电子和负离子相遇中和或变成负离子，也有时和气体分子碰撞使分子（有时被碰成原子）随着正离子一起运动。因此阳射线中的成分主要是正离子，也有中性分子和原子。

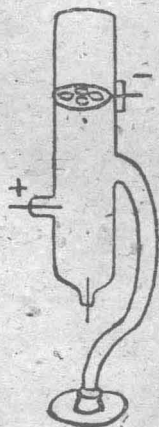


图 5

簡短的結論】

这一章中主要的是定性地观察一些气体的导电现象。

气体是不导电的，但在受到电离剂作用时，气体中产生离子，离子可以参加导电作用。

气体的导电现象有被激导电和自激导电的两种情形。

气体中导电现象，只有在电场强度较小的时候适合欧姆定律。

稀薄气体中的导电现象，到气体压强低到一定程度时，可以产生阴极射线和阳射线。

阴极射线的成分是电子注，阳射线的主要成分是正离子。

第四章 磁 場

§ 4—1 电流的磁場

1. 基本磁現象

人类最早发现的磁性物质是天然磁铁，是磁铁矿的散块，它的成分是四氧化三铁 (Fe_3O_4)，具有吸引铁的性质。我国辽宁省的本溪和安徽省的铜陵、当涂、繁昌等地，磁铁矿的储量都很丰富。磁性物质也可由人工制造，例如用天然磁铁或电流都可以使钢条具有吸铁的性质，这种磁性物质叫做人造磁铁。

磁性物质不仅可以吸引铁，也能够吸引钴、镍等其他物质。磁铁所具有的吸引铁、钴、镍等物质的性质叫做磁性。天然磁铁和保存着磁性的人造磁铁都叫作永磁铁。

仔细研究可以发现磁铁上有的部分磁性特别强，也有的部分磁性弱甚至没有磁性。磁性特别强的地方叫作磁极，没有磁性的地方叫作中性区。一块磁铁上最少有两个磁极，也有多于两个的^①。

把具有两个极的条形磁棒或磁针的中间悬挂起来，使它可以在水平面内自由转动，就可以观察到它能够指示着一定的方向。这个方向随所在的地点不同稍有差异，但都接近于地球的南北方向。因此，我们称指北的一极叫作指北极，简称北极，通常用N表示；称指南的一极为指南极，简称南极，通常用S

① 例如一个条形磁铁两端是N极，中间是S极。

表示。

从实验中知道，同性的极互相排斥，异性的极互相吸引。这个作用和正负电荷间的作用相似，但是它们性质并不完全相同，它们的基本区别在于电荷能有单独存在的可能，而磁极的存在至少是一对，不可能有单独磁极的存在。

2. 奥斯特实验

磁现象和电荷现象的发现都很早，但是它们之间的联系到1820年才被奥斯特发现。

奥斯特在作电学实验时，发现在通有电流导线近旁的磁针，会受到力的作用而偏转。设导线放在南北方向，在导线的上面或下面放一个可以在水平面内自由转动的磁针（图1）。

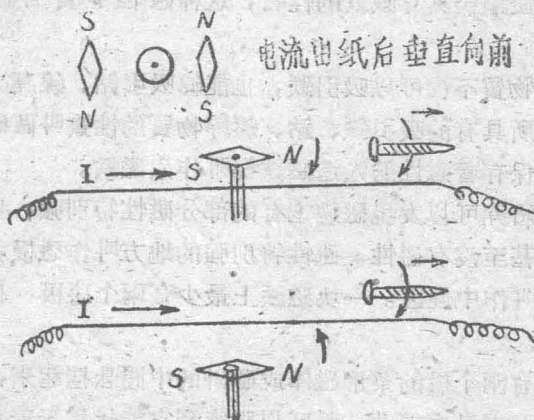


图 1

在有电流通过导线的时候，磁针就发生偏转。磁针偏转的方向可以用麦克斯韦所提出的螺旋法则来记忆。使右手螺旋的进退方向和电流的方向相对应，则螺旋旋转的方向就是北极所偏转的方向。