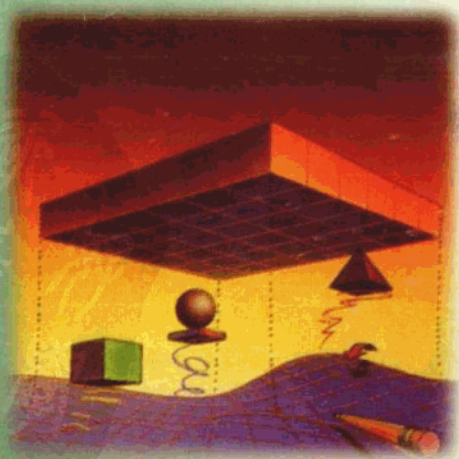



中学各科
重点难点基点

高中物理

二年级用



罗维治
主编

 湖南师范大学出版社

中 学 物 理

重点 难点 基点

高中第二册

重点难点基点高中
（第二册高中）

主 编 罗维治
分册主编 刘务本
编 委 张维德
王冲清
彭大斌
王 兰
陈贤斌

湖南师范大学出版社

PDG

【湘】新登字 011 号

中学物理重点难点基点

(高中第二册)

主 编 罗维治

责任编辑 郑 昕

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南师范大学印刷厂印刷

787×1092 32开 8.125印张 190千字

1994年7月第1版 1997年5月第8次印刷

印数:84581—94630册

ISBN7-81031-005-1/0-157

定价:6.50元

前 言

物理学是研究自然界物质运动普遍规律的科学。从微观世界的基本粒子到宏观世界的天体运动，都在它的研究范畴之列。因此，物理学是一切技术科学的基础，中学物理则是基础的基础。教好和学好中学物理自然成为广大师生和家长的共同愿望。

为此，我邀请了省内一些有名望的中学物理教师，编写了《中学物理重点难点基点》这套丛书。这些作者中，有的是中学物理特级教师，有的是历届国际物理奥赛金银铜牌得主的教练，有的是全国青年物理教师教学大赛一等奖获得者的指导教师。他们长期从事物理教学，有丰富的教学经验。我相信这套丛书的出版，对激发中学生学习物理的兴趣、提高中学物理教学质量能有所帮助。

这套丛书共分五册，初二、初三、高一、高二、高三各一册。每册均根据教学大纲，依照教材的章节顺序，从教学重点、自学难点、训练基点三个方面对教材内容进行了深入的挖掘。教学重点中以表格的形式列出了本单元的知识点和学生应达到的认知层次，用图解剖析了知识之间的结构关系，并对一些要点进行了简要分析；自学难点中对学生的模糊概念、一些难懂的知识点以及应用中的易错处进行了深入浅出的讲解；训练基点中列举了一些典型例题以及双基训练题；每章编有一套总结性测试题，用以反馈教与学的信息。训练题、测试题的答案附在书后。

由于时间仓促，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

罗维治

一九九四年五月

目 录

第一章 电 场.....	1
第一单元 电荷与电场.....	1
第二单元 电容 静电的应用	17
总结性测试题一	20
第二章 恒定电流	26
第三单元 电路的基本参量和基本规律	26
第四单元 电路计算	41
第五单元 电阻的测量	71
总结性测试题二	79
第三章 磁 场	89
第六单元 磁场 磁场对电流的作用 磁通量	89
总结性测试题三	101
第四章 电磁感应.....	107
第七单元 电磁感应现象及其应用.....	107
总结性测试题四.....	123
第五章 交流电	129
第八单元 交流电及其特性.....	129
第九单元 远距离输电 变压器.....	138

总结性测试题五	147
第六章 电磁振荡和电磁波	152
第十单元 电磁振荡和电磁波 电磁波的发射和接收	152
总结性测试题六	162
第七章 光的反射和折射	165
第十一单元 光的传播	165
第十二单元 透镜	182
总结性测试题七	205
第八章 光的本性	213
第十三单元 光的波粒二象性	213
总结性测试题八	225
第九章 原子和原子核	230
第十四单元 原子的结构 原子核和核能	230
总结性测试题九	243
参考答案	248

第一章 电 场

第一单元 电荷与电场

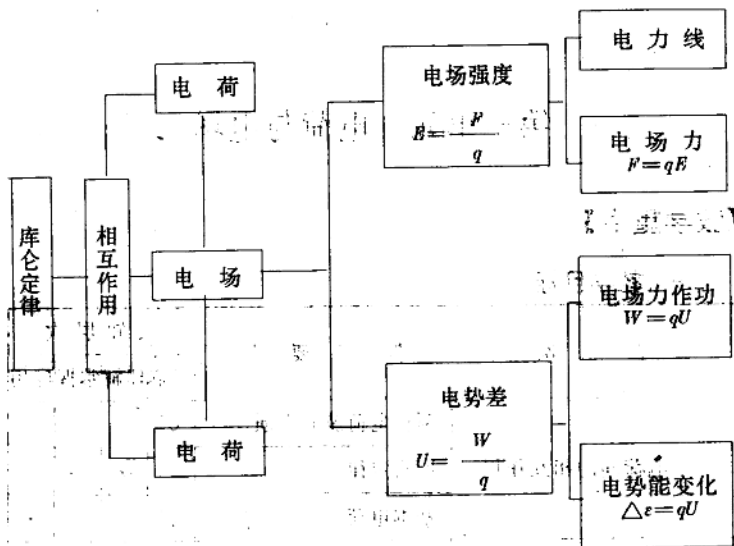
【教学重点】

一、教学目标

节 次	知 识 要 点	认 知 层 次			
		了 解	理 解	掌 握	应 用
一、电荷间的相互作用	两种电荷及其性质	✓			
	库仑定律		✓		
	基本电荷	✓			
二、电场强度 电力线	电场的物质性	✓			
	电场强度的概念		✓		
	电力线		✓		
三、电势差	电 势 差		✓		
	电 势 能、电势的相对性		✓		
	电场力做功与电势变化的关系		✓		

二、内容分析

(一) 知识结构



(二) 要点分析

1、认识场和电场的物质性

人们通常看到的物质，如木头、书、纸、水等，都是能看得见、摸得着的物质。那怕是空气，虽看不见，但还可想办法称出它的质量。当空气流动时就形成风，人们仍能感觉到它。场是一种人们难于直接感觉到的特殊物质，但用其他的方法就能证明场这种物质的实际存在。如在地球周围存在着重力场，放在地球周围的物体（不一定要接触地球表面）都受到重力作用就能证明重

力场的存在。磁体的周围存在着磁场，放在磁场中的磁体都受到磁场力作用就能证明磁场的存在。

在电荷的周围存在着电场这种特殊物质。电荷之间的相互作用就是通过电荷周围的电场相互作用来实现的。电荷间虽不需直接接触就可产生作用力(静电力)，但仍统一于“力是物体对物体的相互作用，离开了物体，力就不存在”这一基本原则。

现代科学研究表明，运动的电场还可以脱离电荷而存在，它还具有实物的某些属性，如质量、动量、能量等。但限于现在同学们的知识水平，本章仅研究在静止电荷周围存在的电场。

2. 库仑定律

库仑定律是由实验总结出来的规律，它解决了两点电荷之间相互作用力的大小和方向的问题。在计算两点电荷间作用力时，一律取电荷带电的绝对值计算静电作用力的大小，作用力的方向用同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引来确定。当采用国际单位制时，其中的比例常数 k 不等于 1 (因为力的单位、电量的单位、距离的单位在国际单位制中都早已确定了。而在牛顿第二定律中是用 $F=ma$ 来确定力的单位，可使其中的比例系数为 1)。 k 的数值为 9.0×10^9 也是由实验测定出来的。 k 的单位虽复杂些，但不必强记，只需将库仑定律的公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 变换一

下，得 $k = \frac{F r^2}{Q_1 Q_2}$ 就可得出它的单位为 $N \cdot M^2 \cdot C^{-2}$ 。

库仑定律只能适应于静止的点电荷。所谓点电荷不一定是很小的带电体，也不一定要求带电体一定是均匀规则的形状。只要两带电体间的距离远大于带电体本身的大小，就可以认为该带电体是点电荷。它是一种理想化的模型，与力学中质点和单摆的概念是类似的。还有一点需注意的是现在中学教材所讨论的库仑定律还只限于在真空中适用。

3. 电场强度

电荷被放入电场中,就一定受到电场对它的作用力。不同的电荷在电场中的同一点处所受电场力是不同的,同一个电荷放在电场中的不同点,所受电场力也可能不相同。为了能比较方便地知道电荷在电场中受作用力的情况,物理学中就引入了电场强度这个物理量。电场强度是个矢量,既有大小,又有方向。电场强度大小是这样确定的:将一个检验电荷放到电场中的某点,检验电荷将会受到电场力 F , 用作用力 F 与检验电荷带电量 q 的数值之比值 F/q , 定义该点电场强度的大小;而正电荷放在该点所受电场力的方向就规定为该点处场强的方向,当然负电荷放在该点所受电场力的方向就与该点场强的方向相反。

我们将放入电场中用以检验电场性质的电荷叫检验电荷。由于检验电荷周围也存在着电场。因此检验电荷本身的带电量 q 应该足够小,否则将会使得待测电场的性质发生改变。

对于一个已经确定的电场,电场中各处的电场强度就都确定了,与该点处是否放电荷,或者是放正电荷、还是放负电荷都无关。知道了电场中某点的场强,将一电荷放到该点处,电荷所受电场力就很容易用 $F=qE$ 来求得。

4. 电势差

摆在重力场中的物体具有重力势能,将质量为 m 的物体在重力场中高度差为 h 的两点间移动,重力就对物体做功,重力势能就发生变化(向下移动、重力作正功,重力势能减少;向上移动,重力作负功,重力势能增加)。重力势能的变化量与重力做功数值上是相等的。 $\Delta E_p = W_g = mgh$ 。

在质量不变的情况下,重力势能的变化量即重力做功的多少与两点间高度差 h 成正比,也可将上式改写成 $h = \frac{W_g}{mg}$ 。

摆在电场中的电荷也具有势能,这个势能叫做电势能。将电荷在电场中沿电力线上两点移动时,电场力就对电荷做功(可作正功,也可作负功),电荷在电场中电势能变化的数值与电场力做功量的数值也是相等的。在电荷不变的情况下,移动电荷时电势能的变化量与电场中两点间的电势差成正比,

$$\text{即 } \Delta \epsilon = W_{\text{电}} = qU$$

$$\text{上式也可改写为 } U = \frac{W_{\text{电}}}{q}$$

由以上对比可知,电场中的电势差与重力场中的高度差很类似。

在重力场中,有高度差,物体才能在重力作用下发生运动,高度差越大,重力做功就越多。

在电场中,有电势差,电荷才能在电场力作用下发生运动,电势差越大,电场力做功就越多。

在电路中,导体两端没有电势差,就不会有电场力推动电荷定向移动,也就不能形成电流。因此,电势差是使自由电荷发生定向移动形成电流的原因。在初中阶段已粗略学过的电压,现在揭示了它的本质就是电势差。

【自学难点】

一、用比值来定义物理量

物理学中常用两个已知物理量的比值来定义一个新的物理量。如大家非常熟悉的,在匀速直线运动中,就是用在 t 时间内运动物体发生的位移 s 与时间 t 的比值来定义一个新的物理量——速度,即 $v = \frac{s}{t}$ 。这个速度 v ,是由运动物体本身运动情况所决定的一个物理量,它不存在与 s 成正比,与 t 成反比的关系。

电场强度也正是用这种方法定义的。将一个电荷 q 放在电

场中某点,受到的电场力为 F ,那么电场中该点电场强度就用 F/q 来定义。如果 换用一个与 q 同性质的电荷 q' ,而 $q' = 2q$,那么将 q' 放在电场中的同一点, q' 受到的电场力就将是 F' ,而 $F' = 2F$ 。 F' 与 q' 的比值 $\frac{F'}{q'} = \frac{F}{q}$ 。可见对一个确定了的电场中某点来说,该点的电场强度是一个恒量,它不会因放不放电荷,放多大的电荷,而发生变化,当然也不能说 E 与 F 成正比,与 q 成反比。但单从数学公式看来,似乎应有比例关系,这个关系只能说明若将电荷 q 放在电场中某点,若受电场力 F 大,当然说明该点电场强度大。

电势差 $U = \frac{W}{q}$,也是用 W 与 q 之比来定义的。对电场中确定的两点来说,两点间的电势差 U 也是一个确定的值,与 W 及 q 无关。但库仑定律的表达式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$;其中静电力 F 就不是用比值来定义的,而是由实验总结出来的规律。两点电荷间的静电力是与两电荷 Q_1 、 Q_2 的乘积成正比,而与两电荷间的距离平方成反比。

若将 $E = \frac{F}{q}$ 变换成 $F = qE$,情况就不同了。电荷 q 处在电场 E 中,所受电场力是与该处电场强度大小 E 成正比,与电荷带电量 q 成正比。

二、电场强度与电场力的比较

电场强度 E	电场力 F
是反映电场中各点对电荷作用力的性质的物理量 定义式 $E = \frac{F}{q}$	放入电场中的电荷所受的作用力 计算式 $F = qE$

(续上表)

电场强度 E	电场力 F
E 的大小只决定于电场本身,而与放入场中的检验电荷无关	F 的大小由放在电场中某点的电荷 q 和该点的场强 E 共同决定
是矢量,其方向与正电荷在场中受到电场力的方向相同	是矢量,正电荷在场中受力方向与场强方向相同,负电荷在场中受力方向与场强方向相反
单位: $\frac{\text{牛}}{\text{库}} (\frac{\text{N}}{\text{C}})$	单位: 牛(N)

三、关于电力线

电场强度是一个抽象的物理量。电力线的作用是为了形象描绘电场强度,用图形将电场强度的大小和方向都表示出来。

1、电力线都从正电荷出发到负电荷终止,即不能中断,也不能形成闭合曲线;

2、顺着电力线的方向,电力线上每一点的切线方向就表示该点电场强度的方向;

3、电力线的疏密表示电场强度的大小。电力线越密的地方表示电场强度越大,电力线越稀疏的地方表示电场强度越小;

4、电力线永不相交;

若一空间存在多个电荷,它们共同形成一个电场。再将另一电荷放在场中某点,其所受电场力应为多个电荷静电力的合力。而合力只可能有一个,那么该处电力线也只能有一个方向。如果电力线相交,相交处就会有两个以上方向,这是不可能的。

5、电力线是假想的。

电力线的引入仅仅是为了形象地描绘电场,并不真实存在。

只有电场才是真实存在的。好象地球上经线、纬线并不真实存在一样。实验中所看到的曲线,是其他的物质如头发屑、丝线等等在电场力作用下所排列出来的图形,并不是真正的电力线。

四、电势差与电势能比较

电势差 U	电势能的变化 Δe
反映在电场中两点间移动电荷作功和电势能变化大小的物理量 定义式 $U = \frac{W}{q}$	电场中两点间电荷具有势能的变化 计算式 $\Delta e = W = qU$
U 的大小只决定于电场本身,与电荷 q 无关	Δe 的大小由在场中移动的电荷 q 和两点电势差 U 共同决定
标量 U_{AB} 为正, U_{BA} 为负	标量 电场力作正功,电势能减少; 电场力作负功,电势能增加
单位:伏特(V)	单位:焦耳(J)

五、电力线是电荷运动的轨迹吗?

下面分几种情况进行讨论。

首先考虑电力线是曲线,如图 1-1-1 所示。将一个电荷静止置于弯曲的电力线 AB 上某处,电荷所受电场力的方向为曲线的一切线方向,那么电荷将沿切线方向加速,必然偏离电力线,电力线不能成为电荷运动轨迹。

若电荷有初速度,不论初速度向什么方向,运动电荷都不可能沿电力线。

再考虑电力线是直线的情况。如图 1-1-2 所示,将一个电荷静止置于直线电力线 AB 上某处,该电荷将会受到与电力线重

合力 F 作用, 电荷将沿电力线加速, 电荷运动轨迹与电力线重合。

若电荷具有初速度, 初速度的方向与电力线成某一角度如图 1-1-3 所示, 电荷仍受与电力线重合的力 F 的作用, 但由于初速 V_0 的方向与力 F 的方向不一致, 电荷必偏离电力线而作曲线运动。

综上所述, 当电力线为直线, 电荷静止或具有与电力线方向平行的初速度, 且只受电场力作用时, 电荷才能沿电力线运动, 电力线才是电荷运动的轨迹。

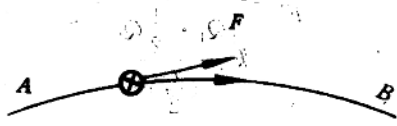


图 1-1-1

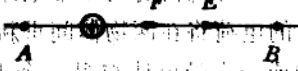


图 1-1-2

【训练基点】

一、题型例举

(一) 用比例法求库仑力

例 1 两点电荷在真空中相距一定距离, 相互作用力为 F 。现保持一个电荷带电量不变而将另一个电荷的带电量和两电荷间的距离都减为原来的一半, 求相互之间作用力为多大。

解 这是一种多见的题型, 用比例法求解最简便。设后来静电力为 F'

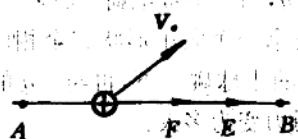


图 1-1-3

$$\frac{F}{F'} = \frac{k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}}{k \frac{Q_1 \cdot \frac{1}{2} Q_2}{(\frac{r}{2})^2}} = \frac{1}{2}$$

$$F' = 2F$$

易错处 静电力是与距离平方成反比, 解题中易将平方遗漏。

(二) 带电体电荷的中和及重新分配

带异种电荷的两个带电体接触时, 异种电荷将中和, 中和后余下的电荷将在两物体间重新分配。带同种电荷的两个带电体接触或一个带电体与另一个未带电的绝缘导体接触时, 电荷也将重新分配。当两绝缘导体大小、形状完全一样时, 电荷将平均分配。

例 2 两个大小、形状完全相同的绝缘金属小球, 一个带电荷 $+q$, 另一个带电荷 $-q$, 两球相隔一定距离, 相互作用力为 F 。现再拿一个大小形状完全相同的未带电的绝缘金属小球, 先与 $+q$ 的小球碰一下, 再与 $-q$ 的小球碰一下后拿走, 求两球相互作用力变为多大?

分析 第三个小球与带正电荷的小球碰一下后, 两小球平分带电量, 各带 $+q/2$ 的电荷。将第三个小球再与带负电荷的小球碰一下后, 先电荷中和, 余下 $-q/2$ 的电荷再两个小球平分, 各带 $-q/4$ 的电荷。原来的两个带电小球带电量分别为 $+q/2$ 和 $-q/4$ 。

解 设作用力变为 F' , 相距为 r

$$\text{原来} \quad F = k \frac{q^2}{r^2}$$

现在 $F' = k \frac{(\frac{q}{2}) \cdot (\frac{q}{4})}{r^2} = \frac{1}{8} \cdot k \frac{q^2}{r^2} = \frac{F}{8}$

碰后作用力为原来的 $1/8$ 。

(三) 求两个以上电荷相互作用力的合力

例 3 在真空中有 A 、 B 两点电荷，相距 10cm ，所带电量分别为 $q_A = +5.0 \times 10^{-9}\text{C}$ ， $q_B = -5.0 \times 10^{-9}\text{C}$ ，另有第三个电荷 C ， $q_C = +5.0 \times 10^{-9}\text{C}$ ，置于 AB 连线外距 B 电荷 10cm 处。求 C 电荷所受静电力的合力。

分析 C 电荷同时受两个作用力，分别为 F_A 、 F_B ，两力方向相反，如图 1-1-4 所示， C 电荷所受合力应为两力之差。

解 设 C 电荷到 B 电荷、 A 电荷的距离分别为 r_{BC} 、 r_{AC} ，且知

$$F_{\text{合}} = F_B - F_A$$

$$F_B = k \frac{q_B \cdot q_C}{r_{BC}^2}$$

$$F_A = k \frac{q_A \cdot q_C}{r_{AC}^2}$$

$$F_{\text{合}} = kq_C \left(\frac{q_B}{r_{BC}^2} - \frac{q_A}{r_{AC}^2} \right)$$

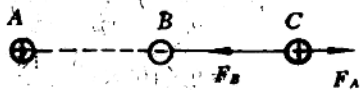


图 1-1-4

$$= 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9} \times \left(\frac{5 \times 10^{-9}}{0.1^2} - \frac{5 \times 10^{-9}}{0.2^2} \right) \text{N}$$

$$= 1.7 \times 10^{-5} \text{ (N)}$$

方向指向 B 点电荷。

讨论 本题中 C 电荷是摆在 AB 连线延长线上，因此 F_A 与 F_B 在同一直线上，其合力根据电荷带电的性质求两力之和或差值。如果 C 电荷摆在 AB 直线外的地方，则分别用库仑定律求出 F_A 、 F_B ，再用平行四边形法则求合力。

(四) 利用电场强度定义式求场强