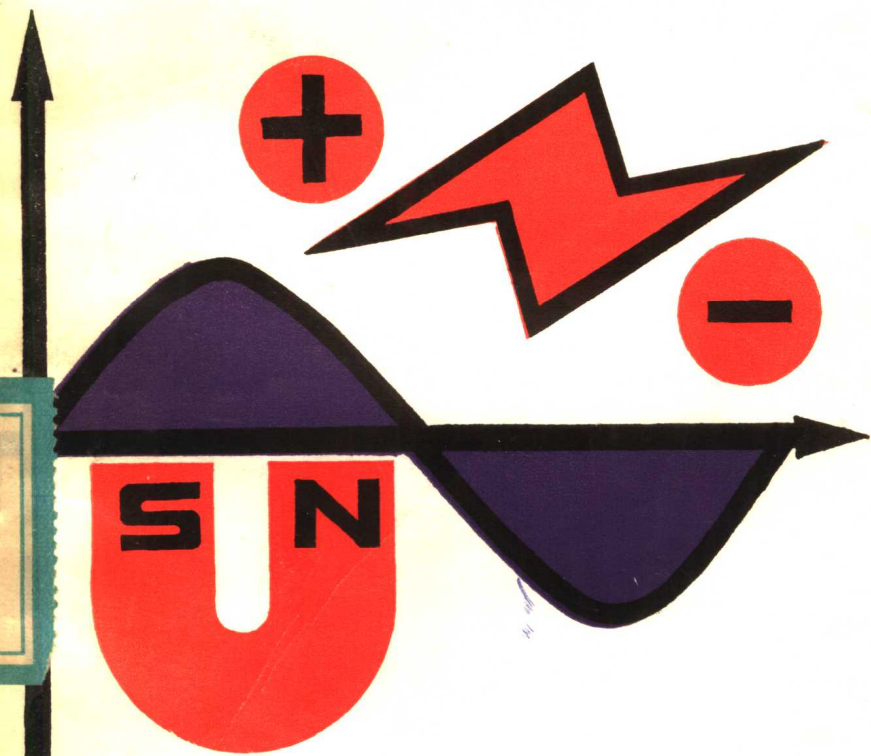


中学理科学习指导丛书

高二物理

辅导与练习上册



北京市海淀区教师进修学校主编 重庆出版社



高二物理辅导与练习

上册

北京市海淀区教师进修学校主编

重 庆 出 版 社

一九八四年·重庆

前 言

为了帮助学生阅读物理教材，理解并掌握物理概念和物理规律，培养学生观察与动手实验的能力以及分析解决问题的能力，我们按照全日制十年制学校所用各册物理课本的体系和教学要求编写了这套丛书。内容紧密结合教材，力求对教材的重点、难点知识和学生容易混淆的物理概念，以及物理定律、物理公式的适用条件做些分析和归纳，并配备一定数量的练习。

本书紧扣教材的章节进行编写，每章均包括“本章内容说明”、“学习指导”、“观察与实践”、“例题与习题”、“单元测验”五部分。“本章内容说明”简述全章的基本内容及重点、难点知识。“学习指导”对课本中每一节的重点、难点知识作出分析和讨论，介绍编者的教学体会和学习方法，每节后均附有1—2个巩固练习。“观察与实践”引导学生联系实际，加深对物理知识的理解，培养观察与实践能力。“例题与习题”对本章解题方法作出示范，并提供必要的练习，以巩固所学知识。“单元测验”供读者检查学习效果，附有答案及评分标准供查阅。

为了紧密配合教学进度，本丛书物理部分共分八册，即初中四册，高中四册。

由于我们的水平和教学经验所限，对每章每节教学要求

的理解和例题、习题的选择存在一些缺点和问题，望广大读者多多提出宝贵意见。

本书编写中，我校物理组全体同志参加了部分工作。

北京市海淀区教师进修学校

1984年1月

目 录

第一章 电场	(1)
一、本章内容说明.....	(1)
二、学习指导.....	(2)
三、观察与实践.....	(42)
四、例题与习题.....	(42)
五、单元测验.....	(50)
第二章 稳恒电流	(56)
一、本章内容说明.....	(56)
二、学习指导.....	(57)
三、观察与实践.....	(81)
四、例题与习题.....	(82)
五、单元测验.....	(89)
第三章 磁场	(95)
一、本章内容说明.....	(95)
二、学习指导.....	(96)
三、观察与实践.....	(106)
四、例题与习题.....	(107)
五、单元测验.....	(113)
第四章 电磁感应	(120)
一、本章内容说明.....	(120)

二、学习指导·····	(120)
三、观察与实践·····	(136)
四、例题与习题·····	(137)
五、单元测验·····	(143)
第五章 交流电 ·····	(149)
一、本章内容说明·····	(149)
二、学习指导·····	(150)
三、例题与习题·····	(163)
四、单元测验·····	(167)

第一章 电 场

一、本章内容说明

本章所研究的电场，叫静电场。它是由静止的电荷产生的。静电场的强弱、方向以及在空间的分布情况是不随时间变化的。

本章内容可分为四个部分：第一部分主要是研究静电场的性质，即研究反映电场属性的两个物理量——电场强度、电势。第二部分主要是研究带电粒子在电场中的运动规律及其应用——示波管。第三部分介绍导体、电介质在电场中的性质。第四部分主要研究电容器及反映电容器属性的物理量——电容，并介绍了电容器两种基本连接方法。

本章要讲授的两个物理量——电场强度和电势是电场的两个基本属性，也是电学部分两个最基本的概念。这两个基本概念既是本章的重点，也是我们理解电学中一些基本问题的钥匙。

本章内容与力学知识的联系十分密切。通过本章知识的学习，我们不仅可以学到新知识，为以后电学部分的学习打下扎实的基础，而且还可以联系力学知识，进行有关受力分析、平衡概念和平衡条件、运动学基本规律、牛顿定律、功和能等内容的复习，并由此提高我们解决综合问题的能力。

二、学习指导

1. 库仑定律

学习本节教材时，要注意以下几点：

(1) 库仑定律是实验中得出的定律，它是研究点电荷之间相互作用的规律。一般地说，两点电荷之间的作用力是很小的，一般的测力计无法进行这种测量，而库仑设计的库仑扭秤却顺利地解决了这一难题。当时在电量单位没有确定、电量的大小也无法测定的情况下，如何研究点电荷之间的相互作用力与电量的关系呢？库仑用一个带电的金属球与另一个相同的不带电的金属球相互接触之后平分电量的方法，从而取得电量 Q 、 $Q/2$ 、 $Q/4$ 、 $Q/8$ ……。库仑是在巧妙地解决了这两个难题之后，实验才取得了成功的。

读者应细读课本1页—2页这一段课文，从中可以启发我们的思路，认识物理学研究方法。

(2) 库仑定律只适用于真空中的点电荷，这个点电荷的概念，只有理论上的价值，因为我们平常所遇到的都是具有一定大小的带电体。因此，我们对点电荷的“点”字要作相对的理解，即带电体本身的尺寸与带电体之间的距离相比较是十分小时，我们就可以把带电体看作是点电荷。点电荷的概念与力学中质点的概念，它们都是一种科学的抽象，是一种理想化的模型。

(3) 运用库仑定律公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 计算库仑力时，

电荷Q的正负不必带入公式。因为代入Q的正负号以后所得到的力的正与负，只说明是斥力或是引力，这一点，我们完全可以根据初中的物理知识作出正确的判断，即“同种电荷相斥，异种电荷相吸”。

(4) 力是矢量，库仑力也是矢量。几个库仑力的合成以及库仑力与其它类型力的合成均遵守力的平行四边形法则。

(5) 运用库仑定律公式解题时，均采用国际单位制，这时的k值为： 9×10^9 牛顿·米²/库仑²。

例1 如图1—1所示，有两个点电荷相距0.6米，电量均为 $q = 2.0 \times 10^{-6}$ 库仑，另一个点电荷电量是 $Q = 4.0 \times 10^{-6}$ 库仑，跟两个q相距均为0.5米。求点电荷Q所受力的大小和方向。

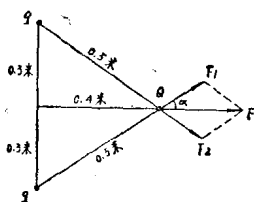


图 1—1

解：电荷Q受到两个电荷施加的作用力 F_1 、 F_2 ，其合力为 F 。

根据库仑定律：

$$F_1 = k \frac{qQ}{r^2}$$

$$= 9.0 \times 10^9 \times 2.0 \times 10^{-6} \times 4.0 \times 10^{-6} / 0.5^2 = 0.29$$

(牛顿)

方向见图1—1。

同理 $F_2 = 0.29$ (牛顿)，方向见图1—1。

以 F_1 及 F_2 为邻边作平行四边形，它为一菱形，故合力为

$$F = 2F_1 \cos \alpha = 2 \times 0.29 \times \frac{0.4}{0.5} = 0.46 \text{ (牛顿)}$$

方向见图1—1。

例2 把质量是2.0克的带负电的小球A用绝缘细绳悬起，若将带电量为 $Q=4.0 \times 10^{-8}$ 库仑的带电小球B靠近A，当两个带电小球在同一高度相距30厘米时，则绳与竖直方向成 45° 角（图1—2）。试问：（1）B球受到的库仑力是多大？（2）A球的带电量是多少？

解：（1）要解决B球受力，必须先从A球的受力入手。

A球的受力情况是：B球对A球的静电力 F' 、重力 G 以及细绳的拉力 T （图1—2）。因为A球处于平衡状态，故A球受到的合力为零。因此有：

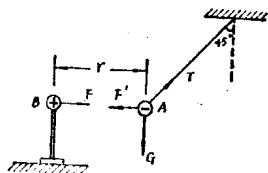


图 1—2

$$\Sigma F_x = mg - T \cos 45^\circ = 0 \quad ①$$

$$\Sigma F_y = F' - T \sin 45^\circ = 0 \quad ②$$

由② ÷ ①得：

$$F' = mgtg\alpha = 2 \times 10^{-3} \times 9.8 \times 1 = 1.96 \times 10^{-2} \quad (\text{牛顿})$$

根据牛顿第三定律有： $F = F' = 1.96 \times 10^{-2}$ （牛顿）。

（2）设A的电量为 q ，根据库仑定律

$$F' = k \frac{qQ}{r^2}$$

$$q = F' r^2 / kQ$$

$$= \frac{1.96 \times 10^{-2} \times (0.3)^2}{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-8}} = 4.9 \times 10^{-8} (\text{库仑})。$$

巩固练习

（1）如图1—3所示，两个质量相等的通草球用等长的丝线系于O处。已知两通草球所带电量分别为 $+q_1$ 、 $+q_2$ ，且 $q_1 > q_2$ ，当两通草

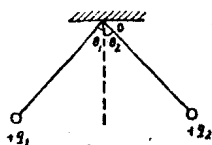


图 1—3

球平衡时丝线与竖直方向间的夹角分别为 θ_1 、 θ_2 。那么是 $\theta_1 > \theta_2$ ，还是 $\theta_1 < \theta_2$ ，或者是 $\theta_1 = \theta_2$ ？为什么？

(2) 两个点电荷相距一定距离，若把每个点电荷的电量增大为原来的三倍，而把它们之间的距离增大为原来的二倍，

那么，两点电荷间的作用力应为原来的几倍？

2. 电场 电场强度

本节的开头首先讲述了电场是一种物质。学生从他们的生活实践中，把物质看成是摸得着的实体，如山川、树木、桥梁、房屋……等。因此，对于电场是物质的结论是不容易被接受的。

什么是物质？列宁对此给了确切的回答：物质就是不依赖于人们的意志为转移的客观存在。电场正是这样一种客观存在，它虽然摸不着，但是它总是要对处于电场之中的带电物体施加作用力。电场不仅具有力的性质，而且还具有能的性质。这就是我们承认电场是物质的原因。

关于在本节课文中引出的电场强度的概念，应注意以下几点：

(1) 电场对于处在电场中的电荷要施加力的作用，这个力叫电场力。前一节中提到的静电力（有时叫库仑力）实质上是电场力，电荷之间的作用是通过电场来实现的。

把一个检验电荷放在电场中的不同位置，一般说来它受到的电场力是不同的，由此可知电场有强弱之分。

电场强度就是描述电场强弱的物理量。对于一个具体的电场的某一确定的位置而言，检验电荷受到的电场力 F 跟

检验电荷电量 q 之比总是一个恒量，即：

$$\frac{F}{q} = \text{恒量}。$$

对于电场中的不同位置，在一般情况下，比值 F/q 是不同的。可见这个比值反映了电场的一种性质，我们把它叫做电场强度，并用字母 E 表示，即：

$$E = \frac{F}{q}$$

不难想到，电场强度只决定于电场本身，与检验电荷无关。它的单位是：牛顿/库仑。

(2) 电场强度是反映电场的力的性质的物理量，力是矢量，电场强度也是矢量。电场强度的方向规定如下：带正电的检验电荷在电场中的某一点所受电场力的方向即为该点电场强度的方向。

因为电场强度是矢量，求合电场的电场强度时，应遵守矢量运算法则。

(3) 点电荷 Q 在真空中形成的电场，其电场强度由下式决定：

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

式中各量均采用国际单位制。

不要把 $E = \frac{F}{q}$ 、 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 两个公式相混淆。前者叫定义式，又叫量度式，适用于一切静电场；后者是真空中点电荷电场场强的决定式，只适用于真空中点电荷的电场。前一公式中的 q 是检验电荷的电量，后一公式中的 Q 是产生电场

的电荷的电量。

(4) 根据电场强度的定义式 $E=F/q$ ，可得求电场力的公式： $F=Eq$ 。

正电荷所受电场力的方向与电场强度的方向一致，负电荷所受电场力的方向与电场强度的方向相反。

电力线：电力线不是客观存在的曲线，而是人们为了形象地反映电场分布情况而设想出来的一组曲线。请读者看一看课本11页的图1—8、图1—9、图1—10，要熟悉这几种电场电力线的分布。

我们从以上几幅图中不难得出以下几个结论：

(1) 电力线的疏密情况可以反映某个区域电场强度的大小，即电力线越密的地方，电场强度越大，电力线越疏的地方，电场强度越小。

(2) 电场中某一点电场强度的方向与该点电力线的切线方向，以及正电荷在该点所受电场力的方向是一致的。即电力线上某一点的切线方向既表示该点的电场强度的方向，又表示正电荷在该点所受电场力方向。

(3) 电力线不是封闭的曲线，它起始于正电荷，而终止于负电荷。

(4) 任意两条电力线都不会相交。

匀强电场，这是个最简单而又相当重要的电场，也是中学阶段经常遇到的电场，因此要求读者要熟悉匀强电场的一些特点。

例1 把一个检验电荷 q 放在点电荷 Q 所形成的电场中的 A 点，若检验电荷的电量 $q=-2.0\times 10^{-8}$ 库仑，它所受到的电场力 $F=4\times 10^{-3}$ 牛顿。方向指向 Q (图1—4)， A 点

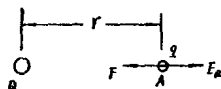
距 Q 30 厘米。试求：(1) A 点的电场强度；(2) 点电荷的电量和电性；(3) 若把检验电荷取走，A 点的电场强度又是多少？

解：(1) 根据电场强度定义式 $E = \frac{F}{q}$ 有

$$E_A = \frac{4 \times 10^{-8}}{2.0 \times 10^{-8}} = 2 \times 10^5 \text{ (牛顿/库仑)}$$

E_A 的方向与 F 的方向相反

(2) 根据点电荷电场的场强公式：



$$E = k \frac{Q}{r^2} \text{ 有}$$

图 1-4

$$Q = E_A r^2 / k$$

$$= 2 \times 10^5 \times (0.3)^2 / 9 \times 10^9 = 2 \times 10^{-6} \text{ (库仑)}$$

因为 A 点的场强方向与 $-q$ 所受电场力 F 的方向相反，说明电力线起始于 Q，所以 Q 带正电。

(3) 电场强度是电场本身的一种性质，只决定于电场本身，与检验电荷无关。所以，取走检验电荷 q 以后，A 点的电场强度仍为 $E_A = 2 \times 10^5$ 牛顿/库仑。

例2 今有两个场电荷 $q_1 = 4.0 \times 10^{-6}$ 库仑， $q_2 = 4.0 \times 10^{-6}$ 库仑。两电荷相距 $r = 18$ 厘米，试求：

(1) 距离 q_1 、 q_2 均为 18 厘米的 A 点的场强；

(2) 电场中场强为零的位置；

(3) 若把一个检验电荷放在场强为零的位置，其状态如何？

解：(1) q_1 的电场在 A 点的场强为 E_1

$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4.0 \times 10^{-6}}{(0.18)^2}$$

$$= 1.1 \times 10^6 \text{ (牛顿/库仑)}$$

E_1 的方向见图1—5

q_2 的电场在A点的场强为 E_2

$$E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{4.0 \times 10^{-6}}{(0.18)^2}$$

$$= 1.1 \times 10^6 \text{ (牛顿/库仑)}$$

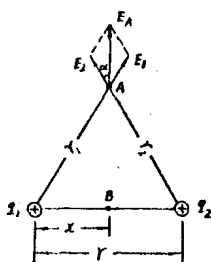


图 1—5

以 E_1 与 E_2 矢量为邻边作平行四边形恰为菱形，故合场强

$$E_A = 2E_2 \cos 30^\circ$$

$$= 2 \times 1.1 \times 10^6 \times 0.866$$

$$= 1.91 \times 10^6 \text{ (牛顿/库仑)}$$

E_A 的方向见图1—5。

(2) 在两个电荷的连线上取一点B，设B点的场强为零，B点距 q_1 为 x 米，要使 $E_B = 0$ ，必然有 $E_{B1} = E_{B2}$

$$E_{B1} = k \frac{q_1}{x^2}$$

$$E_{B2} = k \frac{q_2}{(r-x)^2}$$

$$\text{即 } k \frac{q_1}{x^2} = k \frac{q_2}{(r-x)^2}$$

$$\therefore q_1 = q_2$$

$$\therefore \frac{1}{x^2} = \frac{1}{(r-x)^2}$$

$$x = \pm (r-x)$$

根据题意，舍去负号，

$$x = \frac{r}{2} = \frac{0.18}{2} = 0.09(\text{米})$$

即场强为零的 B 点距离 q_1 为 9 厘米，即为 q_1 和 q_2 连线的中点。

(3) 若把检验电荷 q 放在 B 点，因为 $E_B = 0$ ，根据 $F = Eq$ ，它所受合力为零，所以处于平衡状态。

巩固练习

(1) 电场中某点检验电荷 q 所受电场力为 F ，如果检验电荷电量增加到 $5q$ ，则该点电场强度多大？

(2) 有人说：“电力线上某一点的切线方向就是检验电荷放在该点所受电场力的方向。”这种说法对吗？为什么？

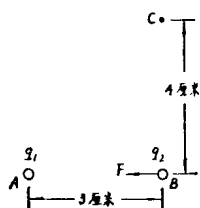


图 1-6

(3) 在真空中相距 3 厘米的 A、B 两点，放置点电荷 q_1 、 q_2 。已知 $q_2 = -10^{-10}$ 库仑，它受到 10^{-4} 牛顿的电场力作用，电场力的方向如图 1-6 所示。求：① 点电荷 q_1 在 B 点的电场强度 E_B ；② q_1 的电量及电性；③ 在 q_2 的正上方、距离 q_2 4 厘米处的 C 点的场强是多大？方向如何？

3. 在电场中移动电荷做功 电势能

(1) 电场力移动电荷做功的多少只跟被移动电荷的始末位置有关，跟移动的路径无关。这一结论十分重要，它适用于一切静电场。详见课本 13 页的论述及 14 页的结论。

(2) 电势能

功是能量转换的一种量度。电场力移动电荷做功只跟被移动的电荷的始末位置有关，这一事实说明了被移动的电荷

在起始位置和终止位置具有不同的能量。电荷在电场中某一位置所具有的能，叫做电势能。在讨论电势能的问题时，应注意以下几个问题：

① 讨论电荷在电场中某一位置具有多少电势能时，必须首先确定电荷在什么位置的电势能为零，这跟讨论重力势能时的情况相同，否则，讨论是没有意义的。

② 能是标量，电势能也是标量，它没有方向，但有正负。电势能的正值与负值，只表明比规定的零电势能大还是小。

③ 关于电势能的变化

在 $+Q$ 的电场中，把检验电荷 $+q$ 从 a 点移到 b 点（图1—7），电场力与位移 s 的方向一致，电场力做正功，电荷的电势能减小。

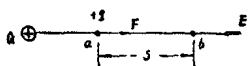


图 1—7

如果把检验电荷 $-q$ 从 a 点移到 b 点（图1—8），电场力与位移 s 的方向相反，电场力做负功，电荷的电势能增加。

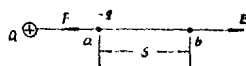


图 1—8

总之，电场力的功等于电势能增量的负值。设电荷在 a 点的电势能为 ε_a ，在 b 点的电势能为 ε_b ，即有

$$W_{ab} = -\Delta\varepsilon = -(\varepsilon_b - \varepsilon_a) = \varepsilon_a - \varepsilon_b$$

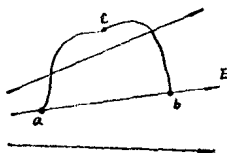


图 1—9

例1 如图1—9所示的电场中，电荷 q 在 a 点具有的电势能为 1.2×10^{-8} 焦耳，在 b 点具有的电势能为 0.8×10^{-8} 焦耳，若将电荷 q 从 a 点沿路径 a 、 c 、 b 移动到 b 点，电场力做了多