

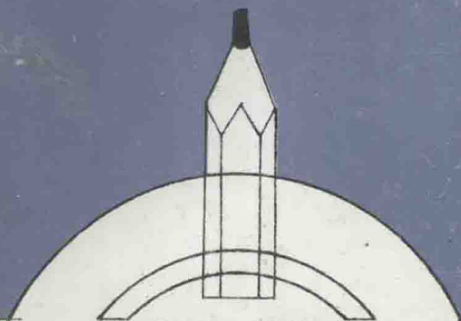
中小学新教材重点难点解析与训练丛书

- 根据新大纲新教材编著
- 由海淀区著名教师撰写

高中物理

重点·难点解析与同步强化训练
(二年级)

迟永昌 张继达 刘 振 编著



广西师范大学出版社

· 中小学新教材重点难点解析与训练丛书 ·

高中物理

重点·难点解析与同步强化训练

(二年级)

迟永昌

张继达 编著

刘 振

广西师范大学出版社

(桂)新登字 04 号

高中物理重点难点解析与同步强化训练
(二年级)

迟永昌 张继达 编
刘 振

责任编辑:于诗藻

封面设计:廖幸玲

广西师范大学出版社出版 邮政编码:541001
(广西桂林市中华路 36 号)

全国各地新华书店经销 南宁市彩印厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:10.625 字数:277 千字

1994 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 6 次印刷

印数:210201—270200 册

ISBN 7-5633-1943-3/G·1547

定价:8.50 元

编 委 会 名 单

主 编：严大成

副主编：党玉敏 余鑫晖 张秀玲 黄理彪

编 委：(按姓氏笔画排列)

王 昶	严大成	肖启明	余鑫晖	张秀玲
张晶义	陈作慈	陈育林	姜革文	党玉敏
黄理彪	董世奎	韩赣东		

前 言

《中学新教材重点难点解析与同步强化训练》(以下简称《同步强化训练》)包括初中一、二年级和高中一、二年级绝大部分文化课学科。1990年出版的《中小学新教材重点难点解析与训练》(以下简称《解析与训练》),主要供初三、高三年級用。而现经过重新修订的这套丛书,增添了《同步强化训练》这一部分。两者配合,便形成一部于学生有指导作用、于教师亦有参考价值的完整的导读系列丛书。

“学习的过程就是知识积累和能力培养的过程,要能有效地积累知识并把知识转化为能力,必须掌握所学知识的重点,突破难点。只有这样,才能收到事半功倍的效果。”(摘引自《中小学新教材重点难点解析与训练》序)实践证明,这个看法是符合学习规律的。《中小学新教材重点难点解析与训练》的一版再版,为其配套编写的《丛书》的呼吁要求,也有力地说明了《丛书》的构想经受了实践的检验,得到了社会的认可,较受广大读者的欢迎。《丛书》就是在这样的背景下编写的。

基于此,《丛书》力求帮助学生打好基础,培养能力。一方面,帮助学生在中学阶段稳步地、循序渐进地学好基础知识,另一方面,也注重同步地扩展、加深课堂所学知识,培养科学的思维方法和分析解决问题的能力,为学生顺利应试创造条件。

丛书力求突出的特色是:源于教材,适当扩大知识面,突出重点,突破难点。为此,丛书撰写严格遵循严谨扎实的原则,避免课本内容的罗列和重复,撰写力求少而精当,结合

知识点给方法、给思路，既体现教学的重难点，又充分重视知识的综合运用及知识向能力的转化。使学生学有所得，体现出丛书的实用性、指导性。

丛书根据国家教委颁发的各科教学大纲要求，按普通中学现行新课本的章节或单元顺序同步编写。全套书按统一体例编排。

参加本套丛书编写的有北京大学附中、人民大学附中、北京四中、首都师大附中、北京理工大学附中、北京矿冶大学附中、北京石油大学附中、北航附中、北医附中、北京中关村中学、北京 101 中、北京海淀区教师进修学校等部分教师。

由于水平、经验所限，定有谬误疏漏之处，恳请读者和专家指正。

严大成

1994 年 3 月

说 明

从 1991 年开始实行了全日制普通中学物理教学新大纲。现行物理课必修内容的深度、难度均有所降低。本书编写的目的是为了扩大学生的知识面，培养科学的思维方法，提高分析问题和解决问题的能力；为顺利通过会考、迎接高考创造条件。

本书与新大纲联系密切，源于教材、突出重点、突破难点。书中例题量大，对解题思路、方法和技巧给予分析指导；并且每节、每章都配备一定数量的习题和检测题。题目标准化、类型全、知识覆盖面大，重视基础练习，同时有一定量难度较大一些的题目。题后配有答案和解法，便于读者自我检查。

本书在编写过程中，有疏漏和不足之处，望读者不吝指正。

编者

1994 年 3 月

目 录

第一章 电 场	(1)
一 库仑定律	(1)
二 电场强度和电势	(4)
三 电 容	(20)
四 带电粒子在电场中的加速和偏转	(25)
第一章检测题	(32)
第二章 恒定电流	(43)
一 串并联电路的运算	(43)
二 闭合电路欧姆定律	(59)
三 安培表、伏特表和欧姆表	(68)
第二章检测题	(74)
第三章 磁 场	(85)
一 磁场 磁感应强度	(85)
二 磁场对电流的作用	(93)
三 磁场对运动电荷的作用	(108)
第三章检测题	(124)
第四章 电磁感应	(138)
一 电磁感应现象 楞次定律	(138)
二 法拉第电磁感应定律	(150)
三 自 感	(171)
第四章检测题	(174)
第五章 交流电	(194)
一 交流电的产生和描述	(194)

二 变压器和远距离输电	(206)
第六章 电磁振荡和电磁波	(217)
一 电磁振荡	(217)
二 电磁波	(221)
第五章、第六章检测题	(225)
第七章 光 学	(234)
一 光的反射 面镜	(234)
二 光的折射定律和全反射	(242)
三 透镜的成像规律	(252)
四 光的干涉和衍射	(261)
五 光电效应	(265)
第七章检测题	(269)
第八章 原子和原子核	(282)
一 原子的核式结构	(282)
二 原子核的衰变	(287)
三 爱因斯坦的质能方程	(290)
第八章检测题	(292)
第一学期期末检测题	(300)
第二学期期末检测题	(315)

第一章 电 场

电荷跟电荷是通过电场发生相互作用的。电场强度和电势是描述电场的力的属性和能量属性的重要概念。电荷在电场力作用下的平衡和运动，电场力对电荷做功和电荷能量的转化，既具有其独特的规律，又遵守已学过的力学规律。学习这一章时，跟已学过的力学知识进行类比和联系，对学习电场知识，巩固加深力学知识，有很大的帮助。

一 库仑定律

库仑定律是由实验得出的研究电荷间相互作用的基本规律。其内容是：在真空中两个点电荷间的作用力跟它们电量的乘积成正比，跟它们距离的平方成反比，作用力的方向在它们的连线上。写成公式是

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, \quad k = 9 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2$$

上述库仑定律是在真空中两个点电荷相互作用时得出的规律，在空气中也可以使用。计算时电量的正负号可以不代入公式。至于库仑力是斥力还是引力，可由两个电荷的电性去判定。

例 1 甲、乙两个带正电的小球用长度 $L = 10$ 厘米的细丝线悬挂在同一点上。由于相斥，两球静止时相距 $r = 12$ 厘米，如图 1-1 所示。已知两个球的质量均为 $m = 4$ 克，甲球带电量 $Q_1 = 6 \times 10^{-7}$ 库，求乙球带电量是多少？（取 $g = 10$ 米/秒²）

解 以甲球为研究对象。甲球受到重力 mg 、细线的拉力

T 和沿水平方向的静电斥力 F 作用, 方向如图. 用 α 表示细线和竖直方向的夹角. 根据甲球的平衡条件, T 与 mg 的合力 $mg \tan \alpha$ 与静电斥力 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 大小相等、方向相反.

$$mg \tan \alpha = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

由图可以看出

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{r/2}{\sqrt{L^2 - (r/2)^2}} \\ &= \frac{0.06}{\sqrt{0.1^2 - 0.06^2}} = 0.75 \end{aligned}$$

乙球带电量

$$\begin{aligned} Q_2 &= \frac{mgr^2 \tan \alpha}{kQ_1} = \frac{4 \times 10^{-3} \times 10 \times 0.12^2 \times 0.75}{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-7}} \\ &= 8 \times 10^{-8} \text{ (库)} \end{aligned}$$

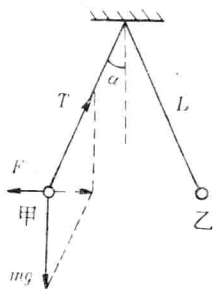


图 1-1

例 2 A, B 两个点电荷水平放置, 相距 r , 电量分别是 $+q$ 和 $-4q$. 如果 A, B 固定不动, 在 A, B 附近什么位置上放上点电荷 C , C 恰好不动? 若 A, B 不固定, 在 A, B 附近什么位置放置点电荷 C , 使 A, B, C 三个点电荷都静止不动? 这时 C 的电量是多少?

解 在 A, B 电荷固定不动时, C 电荷静止不动的条件是 A, B 电荷对它作用的库仑力大小相等, 方向相反, C 电荷必定在 A, B 电荷的连线上. B 的电量大于 A , 并且电性相反, C 电荷应在 A, B 电荷连线外侧靠近 A 电荷的一端. 设 C 距 A 电荷 x 远, 电量为 Q . 根据库仑定律

$$\begin{aligned} k \frac{qQ}{x^2} &= k \frac{4qQ}{(r+x)^2}, \\ x &= r. \end{aligned}$$

C 电荷在 A, B 电荷连线的外侧、距离 A 电荷 r 远、距 B

电荷 $2r$ 远时静止不动. 对 C 电荷的电性和电量, 没有要求.

若 A, B, C 三个电荷都不固定. 每个电荷受到其它两个电荷的作用力都应该是等值反向. C 应放在 A, B 电荷的连线上. 若 C 带正电, 应放在 A, B 连线 B 电荷的外侧. 由于 B 电荷电量大于 A 电荷, 这个平衡点不可能存在. 因此 C 电荷只能是带负电, 而且只能放在 A, B 电荷连线上靠近 A 电荷的一侧. 设 C 电荷电量为 Q' , 距 A 电荷 x' 远. 分别以 A, C 点电荷为研究对象, 根据库仑定律列出平衡方程有

$$k \frac{Q'q}{x'^2} = k \frac{4q \cdot q}{r^2},$$

$$k \frac{Q'q}{x'^2} = k \frac{4qQ'}{(x' + r)^2}.$$

由上面两式可以解出

$$x' = r, \quad Q = 4q.$$

A, B 不固定时, 在 A, B 电荷连线的外侧, 靠近 A 电荷 r 远处, 距 B 电荷 $2r$ 远处放一个电量为 $-4q$ 的电荷, 则三个电荷均静止.

说明 库仑定律是研究电荷间作用力的规律, 与库仑定律有关的问题实际上是包括静电力在内的力学问题, 如带电物体的平衡、运动变速、圆周运动等问题, 牛顿运动定律是分析这些问题的基本理论. 分析问题的思路与方法和力学中的同类问题相同.

练习一

1. 真空中有甲、乙两个点电荷, 带电量的大小分别是 q_1 和 q_2 , 两个电荷相距 r 时相互间静电力大小是 F ; 如果把两个点电荷的电量都增加到原来的 2 倍, 距离减小为 $r/2$, 两个电荷的作用力是 ().

- A. F B. $4F$
C. $8F$ D. $16F$

2. 两个完全相同的小金属球分别带有同种电荷, 相距为 r 时, 相互作用力是 F ; 如果把它们接触一下再放回原处, 它们相互之间的库仑力变化情况是 ().

- A. 可能不变 B. 可能变大
C. 可能变小 D. 可能为零

3. 两个完全相同的金属球半径均为 R , 带同种电荷, 电量均为 Q . 当两个小球靠近到两球面间就要接触、但尚未接触时, 两个小球间的库仑力 F 是 ().

- A. $F = k \frac{Q^2}{(2R)^2}$ B. $F > k \frac{Q^2}{(2R)^2}$
C. $F < k \frac{Q^2}{(2R)^2}$ D. 不能用库仑定律直接计算

4. 真空中两个异种点电荷静止时相距10厘米, 相互间静电力是 9.0×10^{-4} 牛. 把两个点电荷合在一起时, 电量是 3.0×10^{-8} 库. 则原来两个点电荷的电量分别是 _____ 库和 _____ 库.

5. 两个点电荷的电量分别是 $+q$ 和 $+9q$. 在真空中相距 $r = 0.4$ 米. 如果要引入第三个点电荷, 使三个点电荷都处于平衡状态, 则第三个点电荷应带 _____ 电, 要放在距点电荷 $+q$ _____ 厘米, 距点电荷 $+9q$ _____ 厘米处, 它的电量是 _____ 库.

6. 两个形状相同, 相距很远的金属小球 A 和 B 带有同种等量的电荷, 它们之间的库仑力是 F . 现在用一个与 A, B 球相同的不带电金属球 C 与 A 接触一下, 再与 B 接触一下后移走. 这时 A, B 电荷间的库仑力是 _____.

7. 在氢原子中, 电子绕原子核做匀速圆周运动. 已知电子和原子核的电量都是 1.6×10^{-19} 库, 电子到原子核的距离是 0.53×10^{-10} 米, 电子的质量是 9.1×10^{-31} 千克. 求:

- (1) 电子和原子核间的库仑力是多大?
(2) 电子绕原子核转动时的向心加速度、线速度各是多大?

二 电场强度和电势

电荷在电场中受到电场力作用, 电荷在电场中具有能量. 电场强度、电势分别是反映电场力的属性、能量属性的重要

概念，也是这一章的重要内容。

1. 电场强度

电场最基本的性质是对处在其中的电荷有力的作用。为了定量描述电场中各点对电荷的作用力强弱，引入了电场强度的概念。

(1) **电场强度** 放在电场中某一点的点电荷受到的电场力跟它电量的比值，就叫做该点的电场强度。写成公式即

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

电场强度是矢量，电场中某点的电场强度方向，跟正点电荷在这一点受到的电场力方向相同，与负点电荷在这一点受到的电场力方向相反。

几个电场在空间中叠加，叠加区域中某点的电场强度，就等于各个电场在这一点产生的电场强度的矢量和。

电场中某点的电场强度由产生电场的场电荷和该点在电场中的位置决定。与该点是否存在受力的点电荷无关。公式 $E = F/q$ 是定义式。不能说电场强度和点电荷受到的电场力成正比、和电量成反比。

(2) **电力线** 电力线是为了形象描绘电场中各点电场的强弱和方向而假想出来的一组曲线。在电场中，画出一组有方向的曲线，且曲线上各点的切线方向都和该点的电场强度方向相同，这组曲线就叫电力线。

电力线的特点如下：电力线上每点的切线方向，都表示该点的电场强度方向；电力线密的地方电场强度大，电力线疏的地方电场强度小；电力线从正电荷出发，到负电荷终止；电力线不能相交。

(3) **几种常见的重要电场** 点电荷产生的电场：其电力线分布如图1-2中甲、乙图所示，电力线呈辐射状。由库仑定

律和电场强度定义式可以得出点电荷产生的电场强度计算公式是

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

匀强电场：其电力线平行且等距，如图1-2中丙图所示。电场中各点电场强度相同。

等量异种点电荷产生的电场：电力线如图1-2中丁图所示。各点的电场强度是两个点电荷分别在该点产生电场强度的矢量和。

等量同种点电荷产生的电场：电力线如图1-2中戊图所示。各点的电场强度是两个点电荷分别在该点产生的电场强度的矢量和。

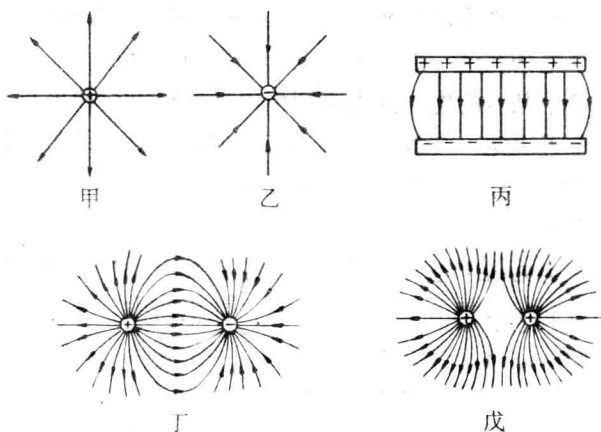


图1-2

(4) 电场力 电场对电荷的作用力叫电场力。电场力的计算公式是

$$F = qE$$

正电荷在电场中受到电场力的方向和所在位置的电场强度方向相同，负电荷受到电场力的方向和电场强度的方向相反。

到目前为止，我们学习了重力、弹力、摩擦力和电场力这四种性质的力。这四种力的合力，决定了带电物体的运动状态。

例3 在图1-3中，两个电量均为 4×10^{-7} 库的正、负点电荷相距20厘米。求两个点电荷连线中点 a 点和到两个点电荷距离都是20厘米的 b 点的电场强度。

解 a 点到 A, B 电荷距离 $r_1 = 10$ 厘米。 A, B 电荷在 a 点产生的电场强度大小相同，

$$E_1 = k \frac{Q}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-7}}{(0.1)^2} \\ = 3.6 \times 10^5 \text{ (牛/库)}$$

A, B 电荷在 a 点产生的电场强度方向都由 A 指向 B 。 a 点的合场强大小是

$$E_a = 2E_1 = 7.2 \times 10^5 \text{ 牛/库}$$

方向由 a 指向 B 。

在 b 点，两个点电荷距 b 点 $r_2 = 20$ 厘米，产生的电场强度均为

$$E_2 = k \frac{Q}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-7}}{(0.2)^2} = 9 \times 10^4 \text{ (牛/库)}$$

A 电荷在 b 点产生的场强沿 Ab 方向， B 电荷在 b 点产生的场强沿 bB 方向，合场强方向平行 AB 连线方向向右。由图可以看出合场强的大小 $E_b = 9 \times 10^4$ 牛/库。

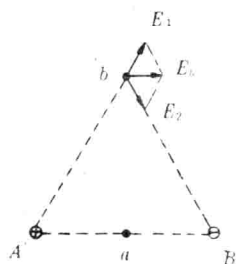


图1-3

例4 质量不计的细线拴一个质量 $m = 3$ 克、电量 $q = 5 \times 10^{-5}$ 库的带正电小球，静止在沿水平方向的均强电场中。已知

细线所受拉力是0.05牛, 求匀强电场的电场强度. (取 $g=10$ 米/秒²)

解 带电小球在电场中受到重力 mg 、细线拉力 T 和电场力 F 作用. 根据题意, 画出带电小球受力分析图如图1-4所示. mg 和 T 的合力与 F 大小相等. 由图中力的平行四边形关系得出

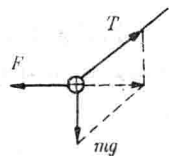


图1-4

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{T^2 - (mg)^2} \\ &= \sqrt{0.05^2 - (3 \times 10^{-3} \times 10)^2} \\ &= 4 \times 10^{-2} \text{ (牛)}. \end{aligned}$$

匀强电场的电场强度

$$E = \frac{F}{q} = \frac{4 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-5}} = 800 \text{ (牛/库)}.$$

2. 电势和电势差

电场力对电荷做功, 电荷的电势能会发生变化. 电场力做功与电势能的变化规律, 跟重力做功与重力势能变化的规律非常相似.

(1) **电场力做功与电势能变化的关系** 电场力做功的特点是与途径无关, 只与开始和终止的位置有关. 在匀强电场中, 电场力做功是

$$W = Fd = qEd.$$

d 是在沿电力线方向上的位移.

电荷在电场中具有的电势能叫电势能. 在电场力做功时, 电荷的电势能由 $\mathcal{E}_1$ 变为 $\mathcal{E}_2$. 如果电场力做正功, 电荷电势能减小, $\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$ 是负值; 如果电场力做负功, 电荷电势能增加, $\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$ 是正值, 因此, 电场力做功, 等于电势能增量的负值.

(2) **电势** 在重力场中某一点, 不同质量的物体具有不同的重力势能, 但是重力势能与质量之比, 是一个和地球质