

中学生自学读物丛书

高中 物理 基础训练

下册 •

上海市杨浦区教育学院 主编

辽宁科学技术出版社

中学生自学读物丛书

高中物理基础训练

下册

上海市杨浦区教育学院 主编

辽宁科学技术出版社

高中物理基础训练
Gaozhong Wuli Jichu Xunlian
下册

上海市杨浦区教育学院 主编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)
辽宁省新华书店发行 朝阳新华印刷厂印刷

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: $7 \frac{1}{2}$ 字数: 160,000
1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

责任编辑: 宋纯智 符 宁 责任校对: 王 莉
封面设计: 冯守哲

印数: 1—24,070

ISBN 7-5381-0553-0/G·74 定价: 1.80元

前 言

为帮助中学生更好地掌握中学课程内容，也为便于家长检查在中学学习的孩子们的学习水平，我们向读者呈上这套《中学生自学读物》丛书。本丛书共二十一册，包括数学八册、物理四册、化学四册，英语五册。

本丛书以1987年国家教委颁布的全日制中学数学、物理、化学、英语教学大纲为依据，密切结合中学各年级的教材和教学内容，遵循“突出重点，点拨思维”的原则下编写的。我们从基础训练入手，力求突出重点，剖析难点，开发智力，扩大知识面，着重培养和训练中学生的自学和独立思考的能力。本书既可作为紧密配合教学的同步自学读物，又可作为阶段复习的参考材料。

我们将物理课程按教材顺序分为四册：初二；初三；高中（上）高中（下）。每章由五部分构成：一、内容提要；二、难点释疑；三、自我检查题；四、综合练习题；五、竞赛训练题。内容提要概述了学生必须掌握的基本概念、基本规律和其它有关物理知识；难点释疑针对学生在学习物理过程中经常产生的问题进行分析答疑；自我检查题、综合练习题和竞赛训练题则按照不同的要求适应于不同层次的学生。每套题既注意对基础知识的覆盖面，又突出重点；既注意对基础知识和基本技能的严格要求，又对能力提出了适当的要求。每章后附有自我检查题、综合练习题和竞赛训练题的参考答

案。

本丛书由上海市杨浦区教育学院王展明主持编写并审定。编写过程中得到了杨浦区教育学院周振华院长,杨先国、徐方瞿副院长和总支书记李士聚的全力支持和热情帮助。特此致谢。

物理学科主编:刘齐煌。

本册书编写者:王展明、朱荣堂、严惠康、张元华、蒋蓉。

由于编写时间仓促,如有不妥之处请指正。

编 者

1988年5月

目 录

第一章 电场	1
主要内容.....	1
难点释疑.....	6
自我检查题.....	9
综合练习题.....	14
竞赛训练题.....	20
参考答案.....	24
第二章 稳恒电流	29
主要内容.....	29
难点释疑.....	33
自我检查题.....	38
综合练习题.....	45
竞赛训练题.....	53
参考答案.....	59
第三章 磁场	67
主要内容.....	67
难点释疑.....	68
自我检查题.....	71
综合练习题.....	79
竞赛训练题.....	87
参考答案.....	92

第四章 电磁感应	96
主要内容.....	96
难点释疑.....	98
自我检查题.....	102
综合练习题.....	110
竞赛训练题.....	119
参考答案.....	125
第五章 交流电	128
主要内容.....	128
难点释疑.....	129
自我检查题.....	131
综合练习题.....	136
竞赛训练题.....	141
参考答案.....	146
第六章 电磁振荡和电磁波	151
主要内容.....	151
难点释疑.....	152
自我检查题.....	154
综合练习题.....	156
竞赛训练题.....	159
参考答案.....	161
第七章 电子技术初步知识	164
主要内容.....	164
难点释疑.....	165
自我检查题.....	166
综合练习题.....	168
竞赛训练题.....	171

参考答案.....	173
第八章 光的反射和折射.....	177
主要内容.....	177
难点释疑.....	178
自我检查题.....	180
综合练习题.....	185
竞赛训练题.....	191
参考答案.....	193
第九章 光的本性.....	198
主要内容.....	198
难点释疑.....	199
自我检查题.....	200
综合练习题.....	204
竞赛训练题.....	208
参考答案.....	211
第十章 原子和原子核.....	215
主要内容.....	215
难点释疑.....	216
自我检查题.....	218
综合练习题.....	221
竞赛训练题.....	225
参考答案.....	228

第一章

电 场

主 要 内 容

1. 电荷 库仑定律

自然界的电荷只有两种，即正电荷和负电荷。

一切物体都是由原子组成的，原子又有带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成，电子绕原子核高速旋转。在一般情况下，原子核带的正电荷的总量跟核外电所带的负电荷的总量相等，物体呈电中性。如果原来不带电的物体失去电子，则物体带正电；如果原来不带电的物体得到多余的电子，则物体带负电。

物体所带电荷的多少叫电量。一个电子所带的电量是电量的最小单位，也叫基本电荷， $e = 1.6 \times 10^{-19}$ 库，任何物体所带的电量都是基本电荷的整数倍。

电荷之间有相互作用，同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

点电荷：如果带电体间的距离比它们的大小大得多，以致带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计时，这样的带电体可以看成点电荷。真正的点电荷是不存在的，它是一种理想的模型。

库仑定律：库仑定律是电学中最基本的实验定律，它描

述了点电荷间相互作用的规律，它的表达式为 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 式中 $k = 9 \times 10^9 \text{牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2$ ，叫做静电力恒量。

2. 电场 电场强度

电场是电荷周围的客观存在的一种特殊物质。电荷间的相互作用是通过电场来实现的，它在跟电荷发生作用时显示出自己本身的特性，在静电现象中电荷与电场是同时存在的不可分割的整体。

电场强度：放入电场中某一点试验电荷受到的电场力 F 跟它的电量 q 的比值，叫做这一点的电场强度，简称场强。电场强度是描写电场力的性质的物理量，它的定义式为 $E = \frac{F}{q}$ 。电场强度的单位是牛/库、伏/米。1牛/库 = 1伏/米。

电场内某点的电场强度的方向就是处在该点的正的试验电荷受力的方向。

电力线：电力线是形象地描写电场中各点电场强度的大小和方向的假想的曲线。电力线由正电荷出发，终止在负电荷上，电力线不会相交。电力线上任意一点的切线方向表示该点电场强度的方向，电力线密的地方的电场强度比疏的地方大。

匀强电场：在电场的某一区域里，如果各点的电场强度的大小和方向都相同，这个区域的电场叫做匀强电场。匀强电场中的电力线是一些距离相等的互相平行的指向相同的直线。

3. 电势能 电势

在电场中移动电荷时，电场力所做的功跟电荷的起始位置和终止位置有关，跟电荷经过的具体路径无关。

电荷在电场中，具有势能，这种势能叫做电势能。电势能是电荷和电场共同具有的。

在电场中移动电荷时，电场力对电荷做正功，则电荷的电势能减少；电荷克服电场力做功，则电荷的电势能增加。电荷电势能的变化可以用电场力做功来量度，即电势能增量的负值等于电场力对电荷所做的功。

电势：在电场中某点试验电荷具有的电势能 ε ，跟它的电量 q 之比值，叫做这一点的电势，电势是描写电场能的性质的物理量。它的定义式为 $U = \frac{\varepsilon}{q}$ 电势的单位是伏特。1 伏

= 1 焦 / 1 库，电势和电势能一样，都具有相对意义，只有确定了参考位置后，它们才有确定的值。

电场中电势相同的点所组成的平面，叫等势面。

电势差：电场两点间（如 A 点和 B 点）电势的差值叫做电势差，又叫电压。 $U_{AB} = U_A - U_B$ 。

在电场中从 A 点把电量为 q 的电荷移到 B 点的过程中，电场力做的功 W 等于 q 和 U_{AB} 的乘积，即 $W = q \cdot U_{AB}$ 。

在匀强电场中，电势差与电场强度的关系有公式 $U = E \cdot d$ 式中电场强度 E 的方向就是电势降落陡度最大的方向， d 是电势差 U 所属的两个等势面间的距离。

4. 电场中的导体

静电感应：把金属导体放进电场中，导体内部的自由电荷能到电场力的作用重新分布，结果使导体的两端分别出现正、负电荷的现象。

静电平衡状态：在外电场 $\vec{E}_0$ 的作用下，导体内由于静电感应出现的正、负电荷所产生的与 $\vec{E}_0$ 方向相反的附加电场 $\vec{E}'$ ，当达到 $\vec{E}' + \vec{E}_0 = 0$ 时，自由电荷的定向移动停止，这种状态叫做静电平衡状态。处于静电平衡状态的导体，导

体内部场强为零，导体表面上任何一点的场强方向跟该点的表面垂直；导体是一个等势体，它的表面是一个等势面；当导体带电时，电荷只能分布在导体的表面。

*静电屏蔽：金属网罩（或金属包皮）能把外电场遮住，使内部不受外电场的影响，这种现象叫静电屏蔽。

5. 带电粒子在匀强电场中的运动

由于带电粒子在匀强电场中要受到一个恒定的电场力的作用，即 $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ ，可以利用电场来改变或控制带电粒子的运动。如果带电粒子的运动方向与电场方向一致，带电粒子将被加速，带电粒子减少的电势能 $\Delta e = qU$ 应该等于粒子动能的增量。例如，原来静止，电量为 q 的粒子经过电势差 U

加速，根据 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ，得到速度 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$ ，如果带电粒

子的运动方向与电场方向不在一条直线上时，带电粒子在电场中作类似于斜抛的曲线运动，运动方向将发生偏转、显而易见，如果带电粒子的运动方向正好与电场的方向垂直，则带电粒子在电场中作类似于平抛的曲线运动。带电粒子在

匀强电场中获得的加速度的大小为 $a = \frac{qE}{m}$ ，方向与电场一致。

*示波管是带电粒子在电场中运动的具体的应用。

6. 电容器 电容

任何两个彼此绝缘而又互相靠近的导体都可以看成是一个电容器。两块正对的、互相平行的、相隔很近的、彼此绝缘的金属板可以组成平行板电容器。电容器充电后，两极间

产生电场，对平行板电容器来说，如果不考虑边缘情况，二板间的电场可以认为是匀强电场。

电容器的电量是指每一个导体所带电量的绝对值。

电容：电容器所带电量 Q 跟它两极间的电压 U 的比值，叫做电容。它的定义式为 $C = \frac{Q}{U}$ 。电容的单位是法拉。1法

= 1库/伏。1法 = 10^6 微法 = 10^{12} 皮法。

平行板电容器的电容 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 式中 ϵ 为介电常数， S 为正对面积， d 为两板的距离。

* 电容器的连接

串联的特点是：各个电容器的带电量相等，即 $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$ ，电容不同的电容器所承受的电压不相同，即 $C_1 U_1 = C_2 U_2 = \dots = C_n U_n$ ；总电压等于各分电压之和，即： $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ ；总电容的计算公式是 $\frac{1}{C_{\text{串}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$ ，从中可以看出总电容一定小于其中任何一个电容器的电容。

并联的特点是：总电量等于各个电容器电量之和，即 $Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$ ；各个电容器的电压相等，但电容不同的电容器所带的电量不相等，即 $U_1 = U_2 = \dots = U_n$ 或 $\frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} = \dots = \frac{Q_n}{C_n}$ ；总电容的计算公式是 $C_{\text{并}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ ，从中可以看出总电容一定大于其中任何一个电容器的电容。

难点释疑

1. 库仑定律 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 只适用于在真空（或空气）中

两点电荷的相互作用。

在库仑定律公式的计算中，若点电荷的电量取绝对值表示时，作用力的方向可以根据“同性相斥，异性相吸”的规律来确定库仑力的方向；如果不用绝对值表示时，则求得的库仑力可能是正值，也可能是负值，正值表示斥力，负值表示引力。

两个以上点电荷间的相互作用，可以用每一个点电荷受到其它点电荷作用的库仑力的矢量和表示。

2. 电场强度 $\vec{E}$ 的定义式 $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ 对任何电场都适用。电

场强度公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 只适用在真空（或空气）中点电荷的电

场。电场强度公式 $E = \frac{U}{d}$ 只适用在真空（或空气）中的匀强电场。

电场强度是描写电场的力的性质的物理量，它只决定于电场的本身，与检验电荷无关，要注意电场强度与电场力的区别。

电场强度是矢量。几个电荷形成的电场中，某一点的电场强度等于每个电荷在该处产生的电场强度的矢量和。

3. 电势是反映电场的能的性质的物理量，它只决定于电场本身，与检验电荷无关，要注意电势和电势能的区别。

电势是标量，没有方向。电势没有绝对意义，只有在规定了零电势点以后，才能确定电场中各点电势的值。

等势面一定垂直于电力线，电力线的指向是电势降落速度最大的方向。

4. 电容器的电容是反映电容器本身容纳电荷本领的物理量，它的大小决定于电容器的本身构造，与电容器是否带电、带多少电量无关。

5. 在物体受力分析时，要注意到电场中电荷要受到电场力的作用；在解题时，要注意电势能与机械能的相互转化。

例 1. 一单摆悬挂在电场中，如图 1—1 所示，与这个单摆未挂在电场中相比，下面哪一种判断是正确的？（ ）

- (A) 小球带正电，单摆周期不变；
- (B) 小球带正电，单摆周期减小；
- (C) 小球带负电，单摆周期增大；
- (D) 小球带负电，单摆周期减小。

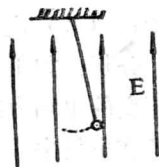


图 1—1

分析：小球受到三个力的作用：重力、电场力和摆线的拉力。若小球带正电，电场力和重力反向，则有

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - \frac{qE}{m}}} \text{ 式中 } l \text{ 为摆长， } q \text{ 为小球的}$$

电量， m 为小球的质量。与单摆不在电场时 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 相

比，显然有 $T' > T$ 。若小球带负电，电场力与重力同向，则

有 $T'' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$ ，与单摆不在电场时 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 相比，

显然有 $T'' < T$ 。这道题的答案是 (D)。

例 2. 如图 1—2 所示的匀强电场中， a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f

等为一簇平行的等势面。各等势面的电势如图上所标。 $ab=2$ 厘米。一电子以速度 $v_0=1.0 \times 10^7$ 米/秒跟等势面成 $\alpha=60^\circ$ 角射入电场。求（1）电子到达等势面 d 时的速度；（2）电子可能达到的最大高度。

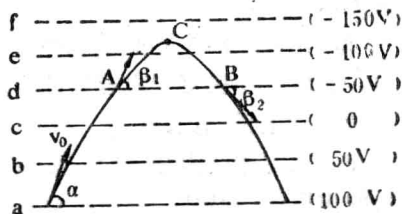


图 1-2

速度；（2）电子可能达到的最大高度。

分析：如果不计重力，电子在匀强电场中只有到一个恒定不变的电场力的作用。电场力的大小为 eE ，方向竖直向下。电子在电场中应作类似于斜抛的运动。

电子在电场作轨迹为抛物线的斜抛运动的过程中，电子的机械能与电势能不断相互转化，但总能量守恒。

解：（1）根据动能定理得到

$$\frac{1}{2}mv_a^2 - \frac{1}{2}mv_d^2 = e(U_a - U_d)$$

$$\begin{aligned} v_d &= \sqrt{\frac{2e(U_a - U_d) + mv_0^2}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (-1.6 \times 10^{-19}) [100 - (-50)] + 9.1 \times 10^{-31} \times (1.0 \times 10^7)^2}{9.1 \times 10^{-31}}} \text{ 米/秒} \\ &= 6.87 \times 10^6 \text{ 米/秒} \end{aligned}$$

U_d 的方向有两个位置，即A或B。

$$\cos\beta = \frac{v_x}{v_d} = \frac{v_0 \cos\alpha}{v_d} = \frac{1.0 \times 10^7 \times 0.5}{6.87 \times 10^6} = 0.7278$$

$$\beta = 43.3^\circ$$

对应A点, 应取 $\beta_1 = 43.3^\circ$

对应B点, 应取 $\beta_2 = -43.3^\circ$

(2) 设电子到达的最高点是C, 由斜抛运动的知识得到

$$U_c = U_x = v_0 \cos 60^\circ \quad ①$$

由动能定理得到

$$\frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{1}{2}mv_a^2 = e(U_a - U_c) \quad ②$$

由①与②得到

$$\begin{aligned} U_c &= U_a + \frac{m}{2e}(v_0^2 - v_c^2) \\ &= 100 + \frac{9.1 \times 10^{-31}}{2 \times (-1.6 \times 10^{-19})} [(1.0 \times 10^7)^2 - \\ &\quad (1.0 \times 10^7 \times 0.5)] \text{伏} = -113 \text{伏}. \end{aligned}$$

在匀强电场中, 等势面是一簇等距离的平行的平面, 可以用比例的方法求出电子可能到达的最大高度 y

$$\begin{aligned} y &= \frac{100 - (-113)}{100 - 50} \times 2 \times 10^{-2} \text{米} \\ &= 8.5 \times 10^{-2} \text{米}. \end{aligned}$$

自我检查题

一、选择题 (选择正确答案填在括号内)

1. 在真空中两个点电荷, 它们之间的相互作用力为 F , 当它们的电量都减小到原来的 $\frac{1}{2}$, 而距离加倍, 则它们之间的作用力为:

(A) $4F$; (B) F ;