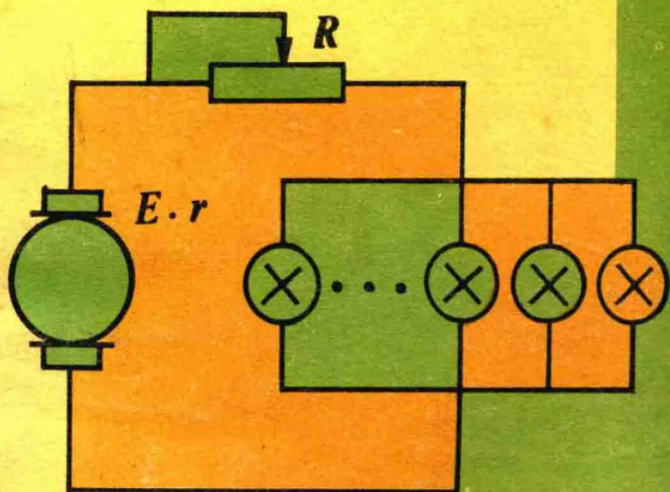


高中物理精编

(下册)

GAOZHONG
WULI
JINGBIAN



浙江教育出版社

高中物理精编

下 册

宁波市物理学会

浙江教育出版社

(浙)新登字第6号

高中物理精编

下 册

宁波市物理学会

浙江教育出版社出版 浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张7.125 字数140000

1992年1月第1版 1992年1月第1次印刷

ISBN 7-5338-0787-1/G·788 定 价: 1.55 元

前 言

本书是在我会1984年编印的《高中物理学习参考》和浙江教育出版社1986年出版的《高中物理题精编》、1987年出版的《高中物理精编》的基础上，根据当前高中物理教学改革的要求，抱着精益求精、更上一层楼的态度重新编写的。全书仍分三册：其中上册和下册与现行高中物理课本相适应，包括了高中物理教学的全部内容；第三册是综合训练（用16开本），通过章节练习、综合练习等，使教学内容更加具体化、系统化、综合化。

这次重新编写，仍然保持1986、1987年两版的主要特色。在内容上严格按《大纲》规定的要求，编排上与教材内容顺序一致，以保持规范性和同步性。各章的“要点分析”着重分析物理学习中带有规律性的知识，并融化了很多教师的多年教学经验。各章的“例题精解”列出若干在内容的深度和广度上都有一定代表性的题目，题型多、题意新、解题巧，通过分析、解题和解后语，系统表述了将学到的物理规律性知识应用于实际解题的原则、思路、解法和技巧，对于培养学生的思维能力，加强解题训练和提高解题技巧都会起到较好的示范作用。尤其是解后语，更是教师多年教学经验的结晶，是《精编》中的精萃。选编的习题仍按层次分为A、B两组，A组习题与《大纲》的基本要求大体相当，B组习题的要求较高。这次重新编写时，更考虑到《大纲》修改后的情况，兼顾了必修和选修的内容，兼顾了会考和高考的要求。在上册和下册中凡有*号者均

为选修内容；在《综合训练》中带有△号的题适当超纲，仅供学有余力的读者钻研、选做。

本书由王兴廉同志任主编，王振里、王维耀、忻正大、林学达同志任副主编。上册由徐承楠、郑青岳、汤子良、许汝洪、杨泰正执笔，倪引令编审；下册由俞鉴康、杨明志、潘家忻、赵芳春执笔，董五川编审；《综合训练》中的章节练习由上下册各章作者和李承孚执笔，综合练习由李高风、胡利尔、罗忠烈、张岳生、陈重威、杨祖荫、沈晨执笔，王维耀编审。全书由曹华伦、程先成、吴立民、徐日新组织编写。宁波师范学院物理系余伯富等同学对本书各章的练习进行了核算，并提出了宝贵意见。

由于水平所限，加以时间仓促，不当之处在所难免，恳请使用本书的教师和同学们以及其他读者批评指正，使本书在今后修改时能更加完善。

宁波市物理学会

1990年12月

目 录

第一章 电场	1
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第二章 稳恒电流	40
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第三章 磁场	79
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第四章 电磁感应	98
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第五章 交流电	126
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第六章 电磁振荡和电磁波	145
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第七章 光的反射和折射	158
要点分析	例题精解
A组习题	B组习题
第八章 光的本性	175
要点分析	例题精解

A组习题

B组习题

第九章 原子和原子核188

要点分析

例题精解

A组习题

B组习题

答案和提示208

第一章 电 场

【要点分析】

一、电荷 电荷守恒

1. 电荷有正电荷、负电荷两种,同种电荷相斥,异种电荷相吸。

2. 物体所带电荷的多少叫电量,单位是库仑,简称库。在研究粒子时,基本电荷常作为电量单位, $1 \text{ 基本电荷} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ 库}$ 。

*3. 使物体带电的方式有:接触带电,摩擦起电,感应起电。

*4. 在任何宏观、微观过程中,各物体的电量可以改变,但所有物体电荷的代数和保持不变。这就是电荷守恒。在分析静电现象时,电荷守恒的观念是十分有用的。

二、库仑定律

1. 库仑定律表达式: $F = \frac{kq_1 \cdot q_2}{r^2}$

k 为静电力恒量。在式中各量均采用国际单位时 k 取 $9.0 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2$ 。 q_1 、 q_2 是两个点电荷的电量。 r 是两个点电荷之间的距离。

该式是真空中库仑定律表达式,亦适用于点电荷在空气中的情形。

*2. 库仑定律是点电荷之间相互作用的基本定律。

*3. 作用力的方向取决于两个点电荷的正负。

*4. 两个点电荷之间的相互作用力与另外的点电荷存在与否无关。

三、 电场 电场强度

1. 静止的电荷周围存在着一种特殊的物质——静电场。

2. 电场强度 E 是表示电场的力的性质的物理量，是矢量。

3. 电场中某点电场强度的大小等于检验电荷在该点所受的电场力 F 和检验电荷电量 q 的比值： $E = \frac{F}{q}$ 。此式适用于任何静电场。

4. 电场中某点的电场强度的方向是正的点电荷在该点所受电场力的方向。

5. 电场强度的单位是牛/库，或伏/米。

6. 电场强度完全由电场本身性质决定，与检验电荷无关。

*7. 点电荷所形成的电场中某点的电场强度公式：

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

这是点电荷电场强度的计算式。它仅适用于点电荷 Q 在真空（或空气）中的电场。 r 是该点到场源电荷 Q 的距离。

*8. 场的叠加原理：电场中任一点的总场强等于各个点电荷在该点所产生的电场强度的矢量和。

四、 电势能 电势 电势差

1. 电荷在电场中某点所具有的势能叫该电荷在该点的电势能。符号： ϵ ，单位是焦或电子伏。1 电子伏 = 1.60×10^{-19}

焦。

2. 电势能是电场和放在电场中的电荷所共有的。

3. 电势能的大小等于将此电荷从电场中某点移到参考点（理论上指无穷远处，实际上通常指地球表面）电场力所做的功。

*4. 电场力对电荷 q 做正功，电势能减少；电场力对电荷 q 做负功，电势能增加。

*5. 电势能是标量。其正、负和大、小表示电荷在该点具有的电势能与所选取的零电势能位置比较的相对量值。

6. 电势差。电荷在电场中两点间移动时，电势能的改变量跟电荷电量的比值叫做这两点间的电势差，又叫两点间的电压。

$$U_{AB} = \frac{\varepsilon_A - \varepsilon_B}{q} = -\frac{\Delta\varepsilon}{q}$$

电势差通常取绝对值。

*7. 放在电场中某点的电荷的电势能跟它所带电量的比值，叫该点的电势： $U = \frac{\varepsilon}{q}$ ，单位是伏。

*8. 电势是反映电场能的性质的物理量。

*9. 电场中某点的电势取决于形成电场的电荷和该点的位置，与检验电荷 q 无关。

*10. 电势是相对的。在理论上常取无限远处的电势为零（实际应用中通常取大地电势为零）。

*11. 电场中任意两点的电势差 $U_{AB} = U_A - U_B$ 是确定的，与电势参考点的选取无关。

12. 正电荷 Q 形成的电场中各点电势是正值，且离 Q 越远电势越低；负电荷 $(-Q)$ 所形成的电场中，各点电势都是负

值，且离负电荷越远电势越高。

*13. 电势是标量。几个分电场在同一点所产生的电势等于它们各自在该点所产生的电势的代数和。

*14. 各点的电场强度大小、方向都相同的电场叫匀强电场。匀强电场中

$$E = \frac{U}{d}$$

d 是电场中两点所在的等势面间的距离。 U 是这两点间的电势差。

五、电力线和*等势面

1. 电力线是为了描述电场而引进的假想曲线。曲线上各点的切线方向和该点场强方向一致，曲线的疏密程度表示该区域电场的强弱。

2. 电力线实际并不存在，更不是电荷在电场中运动的轨迹。

3. 电力线从正电荷（或无穷远处）出发，终止于负电荷（或无穷远处）。在没有电荷的地方，电力线既不能相交，又不能中断。

*4. 电场中电势相等的各点所构成的面叫做等势面。

*5. 电荷在等势面上移动，电场力不做功。

*6. 等势面一定处处与电力线垂直。

*7. 电力线的方向就是电势降落最快的方向。

*8. 等势面不能相交。等势面越密集电场就越强。

*9. 匀强电场的电力线是疏密均匀互相平行的直线，等势面是间距相等互相平行的平面。

*六、静电场中的导体

1. 静电感应现象：放在静电场中的导体，它的自由电荷受

电场作用重新分布，使表面不同部分分别出现正、负电荷的现象。

2. 静电平衡状态：电场中的导体上自由电荷不再定向移动的状态。

3. 导体处于静电平衡时

(1) 导体内部场强处处为零。

(2) 整个导体是等势体，导体表面是等势面。

(3) 导体表面上任何一点的场强方向都垂直于该处的表面。

(4) 导体内部没有净电荷，电荷仅分布在导体外表面。

4. 静电屏蔽。用一个空腔导体把某一空间遮住，使空腔导体内部不受外部电场的影响，或用一个接地的空腔导体隔离空腔内外静电场的相互影响。

七、电容器 电容

1. 电容是表示导体或导体组容纳电量特征的物理量。单位是法拉，简称法。

2. 任何两个彼此绝缘而又互相靠近的导体组成电容器。

3. 电容器的电容 $C = \frac{Q}{U}$ 。 Q 表示电容器一个极板所带的电量， U 表示电容器两板间电势差。

电容器的电容只与电容器的几何形状以及板间有无电介质有关，与电容器是否带电无关。

*4. 平行板电容器的电容跟板间电介质的介电常数成正比，跟正对面积成正比，跟两极板间的距离成反比。

*5. 串联电容器。若每个电容器所带电量都是 Q （不考虑二次充电的情况），则串联电容器的电压和电容为

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

*6. 并联电容器. 若每个电容器的电压都是 U , 则并联电容器的电量和电容为

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

*八、带电粒子在匀强电场中的运动

1. 带电粒子在匀强电场中受恒力作用, 故其运动形式一定是匀变速运动(直线或曲线)。

2. 若带电粒子初速为零, 或初速方向与场强方向在一条直线上, 则带电粒子做匀变速直线运动。

3. 若带电粒子初速度方向与电场强度方向垂直, 则带电粒子做类似平抛运动。

【例题精解】

【例题1】如图1—1所示, 两个带等量异种电荷的小球 A 和 B , 质量均为 $m = 2.0 \times 10^{-3}$ 千克, 各用 $l = 5.1 \times 10^{-2}$ 米的绝缘细丝吊住. 与丝长相比小球大小可以不计, 细丝质量不计. 悬点 O 、 O' 在同一水平面上, 相距为 $D = 4.0 \times 10^{-2}$ 米, 平衡时, 两球各偏离竖直方向 $\alpha = 1.0 \times 10^{-2}$ 米. 求

(1) 每个小球的带电量.

(2) 如果外加一个水平的匀强电场后, 两球能在竖直位置平衡, 求此匀强电场的场强.

分析 根据小球的受力分析情况(图1—2)可知, 由于两小球质量相同, 两带电小球间相互作用的库仑力相等, 处于对称位置, 故所受绳子张力也相同. 这样只需研究一个小球的

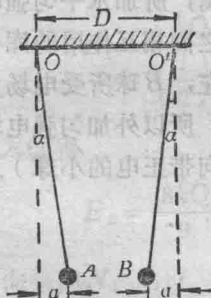


图 1-1

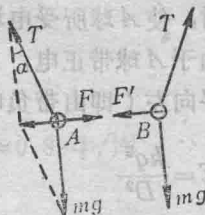


图 1-2

受力就可以得出结果。

解 (1) 设 A 、 B 两小球分别带正、负电荷，电量大小为 q 。 A 球受到 B 球的库仑力

$$F = \frac{kq^2}{(D-2a)^2} \quad (1)$$

A 球在重力 mg 、静电力 F 以及绳子张力 T 作用下处于平衡状态。由三角关系可知

$$F = mg \tan \alpha \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{a}{\sqrt{l^2 - a^2}} \\ &= \frac{1.0 \times 10^{-2}}{\sqrt{5.1^2 \times 10^{-4} - 1.0^2 \times 10^{-4}}} \approx 0.20 \end{aligned}$$

由①、②两式得

$$\begin{aligned} q &= \sqrt{\frac{mg(D-2a)^2 \tan \alpha}{k}} \\ &= \sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-3} \times 10 \times 2.0^2 \times 10^{-4} \times 0.20}{9.0 \times 10^9}} \text{ 库} \\ &= \frac{4}{3} \times 10^{-8} \text{ 库} \approx 1.3 \times 10^{-8} \text{ 库} \end{aligned}$$

(2) 欲使两球在原来竖直位置平衡, 所加水平匀强电场应使每个球所受的外加电场力与两小球之间相互作用的库仑力平衡. 同时, 使 A 球所受电场力方向向左, B 球所受电场力方向向右, 由于 A 球带正电, B 球带负电, 所以外加匀强电场的方向应水平向左 (即由带负电的小球指向带正电的小球). 此时

$$qE = \frac{kq^2}{D^2}$$

$$\text{所以 } E = \frac{kq}{D^2} = \frac{9.0 \times 10^9 \times \frac{4}{3} \times 10^{-8}}{4.0^2 \times 10^{-4}} \text{ 牛/库} = 7.5 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

解后语 点电荷之间的作用力是个随距离平方成反比的变力. 在偏离位置时小球受 F 、 mg 、 T 三力作用而平衡. 如若外加一电场, 使电场力 $F = qE = \frac{kq^2}{(D-2a)^2}$, 即 $E = \frac{kq}{(D-2a)^2} = 3.0 \times 10^5 \text{ 牛/库}$ 是不可能使小球在竖直位置保持平衡的.

***【例题2】** 相距为 $l=3$ 米的 M 、 N 两点上, 分别置有等量正、负点电荷 Q 和 $-Q$. 在 M 、 N 连线上距 M 为 $r=1$ 米处的 A 点, 电场强度为 1.25 牛/库, 方向由 M 指向 N . 求 MN 连线的中点 B 的电场强度.

分析 空间电场由 Q 、 $-Q$ 共同形成. 在直线 MN 上, 电场强度方向由 M 指向 N 的点只可能在 MN 之间, 根据点电荷电场的计算式和场的叠加原理可以方便地求出结果.

解 A 点的电场强度

$$E_A = \frac{kQ}{r^2} + \frac{kQ}{(l-r)^2} = \frac{kQ}{1} + \frac{kQ}{4} = 1.25 \text{ 牛/库} \quad \textcircled{1}$$

B 点的电场强度

$$E_B = \frac{kQ}{\left(\frac{l}{2}\right)^2} + \frac{kQ}{\left(\frac{l}{2}\right)^2} = \frac{8kQ}{l^2} \quad (2)$$

将①代入②得

$$E_B = \frac{8kQ}{9} = \frac{8}{9} \text{ 牛/库} \approx 0.89 \text{ 牛/库}$$

场强方向指向 N 。

***【例题3】** 在匀强电场中有 A 、 B 、 C 三点。 $AB=5$ 厘米， $AC=3$ 厘米， $BC=4$ 厘米(图1—3)。电场强度方向平行于纸面。电子在电场力作用下经 C 运动至 A ，动能减少120电子伏，质子在电场力作用下经 C 运动至 B ，动能增加120电子伏。求该匀强电场场强的大小和方向。

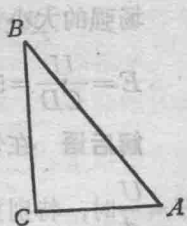


图1—3

分析 在匀强电场中求场强，根据场强与电势差的关系 $E=U/d$ 可知，必须先求出已知两点间的电势差 U ，同时找出该两点分别所在的等势面间的距离 d 。由等势面与电力线的关系可以得出场强的方向。

解 设 A 、 B 、 C 三点的电势分别为 U_A 、 U_B 、 U_C 。质子带正电 e ，电子带负电 $-e$ 。电子在电场力作用下由 C 至 A 动能减少，克服电场力做功 W_1 。

$$W_1 = -e(U_C - U_A) = -120 \text{ 电子伏} \quad (1)$$

质子在电场力作用下由 C 至 B 动能增加，电场力做功 W_2 。

$$W_2 = e(U_C - U_B) = 120 \text{ 电子伏} \quad (2)$$

由①、②得 $U_B = U_A$ ，即 A 、 B 两点在同一等势面上，且 $U = U_C - U_B = U_C - U_A = 120 \text{ 伏}$ 。

因为该电场为匀强电场，据电力线与等势面的关系可知场

强方向应与过C且垂直指向AB的直线CD方向相同(如图1—4所示)。

由几何关系得

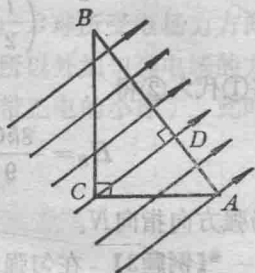
$$\frac{CD}{CB} = \frac{AC}{AB},$$

$$\therefore CD = \frac{AC}{AB} \cdot CB = \frac{12}{5} \text{ 厘米}$$

场强的大小

$$E = \frac{U}{CD} = 5.0 \times 10^3 \text{ 伏/米}$$

图1—4



解后语 在匀强电场中应用 电场强度与电势差的关系式 $E = \frac{U}{d}$ 时, 特别要注意 d 所指的是过两点的等势面间的距离。

由于 A, B 在同一等势面上, CD 为 C 到过 A, B 的等势面的最大距离, 因此如果没有“电场强度方向平行于纸面”的条件, 解得的结果就是最小场强。

*【例题4】 M, N 为水平放置互相平行的两块大金属板, 间距 $d = 35$ 厘米, 两板间电压 $U = 35$

千伏。现有一质量 $m = 7.0 \times 10^{-6}$ 千克, 电量 $q = 6.0 \times 10^{-10}$ 库的带负电的小油滴, 由下板 N 正下方距 N 为 $h = 15$ 厘米的 O 处竖直上抛, 经 N 板中间的 P 孔进入电场, 如图1—5。欲使油滴到达上板 Q 点时速度恰为零, 问油滴上抛初速度 v_0 多大?

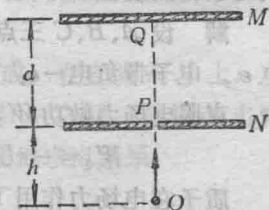


图1—5

分析 电场集中在板 M, N 之间, 油滴在 N 板下方仅受重力作用, 在 MN 之间运动时受重力电场力的合力(也在竖直方