

WILLI



高二物理手册

AA01/03

高二物理手册

许定琰 黄治学 李世平 编



湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

高二物理手册/许定瑛等编. —武汉:湖北教育出版社, 1997

(高中学习手册丛书)

ISBN 7-5351-1941-7

I. 高… I. ①许… ②黄… II. 物理课-高中-教学参考资料 N. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 13485 号

出版
发行:湖北教育出版社

汉口解放大道新育村 33 号
邮编:430022 电话:5830435

经销:新华书店

印刷:武汉第二印刷厂 (430100·蔡甸区蔡甸正街 176 号)

开本:787mm×1092mm 1/32 9.5 印张

版次:1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

字数:202 千字 印数:1—5 000

ISBN 7-5351-1941-7/G·1765

定价:7.90 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换

说 明

为适应教育体制改革和高中教学新形势的需要,根据现行高中各科教材和教学大纲的要求,我们组织编写了这套《高中学习手册丛书》。

本书按现行高中物理(必修)教材顺序编写。每章包括“内容提要”、“例题精讲”和“练习题”三部分。其中“内容提要”明确指出本章的知识内容;“例题精讲”则是通过精选若干具有基础性、代表性、典型性和思考性的例题,进行解题思路的分析和给出具体的解题过程,使读者深刻、准确把握相关知识,掌握解题方法和技巧,培养思维素质;“练习题”大都选自全国各地重点学校使用的优秀试卷,选题时注意题型多样,覆盖面广,难易配合,针对性强,适应面宽。因此,本书既可供高二年级学生使用,也可作为高中毕业生在物理总复习的第一阶段训练和中学物理教师的教学参考用书。

本书由许定瑛、黄治学、李世平编写,最后由许定瑛统稿。

限于编者水平,书中难免有错漏不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1997年2月

目 录

第一章 电场	1
第二章 恒定电流	41
第三章 磁场	97
第四章 电磁感应	115
第五章 交流电	139
第六章 电磁振荡和电磁波	162
第七章 光的反射和折射	179
第八章 光的本性	208
第九章 原子和原子核	226
电学综合测试题 (一)	251
电学综合测试题 (二)	258
光学、原子物理综合测试题	267
参考答案	284
附录 A 常数和数据	296
附录 B 单位制	298

目 录

第一章 电场	1
第二章 恒定电流	41
第三章 磁场	97
第四章 电磁感应	115
第五章 交流电	139
第六章 电磁振荡和电磁波	162
第七章 光的反射和折射	179
第八章 光的本性	208
第九章 原子和原子核	226
电学综合测试题 (一)	251
电学综合测试题 (二)	258
光学、原子物理综合测试题	267
参考答案	284
附录 A 常数和数据	296
附录 B 单位制	298

目 录

第一章 电场	1
第二章 恒定电流	41
第三章 磁场	97
第四章 电磁感应	115
第五章 交流电	139
第六章 电磁振荡和电磁波	162
第七章 光的反射和折射	179
第八章 光的本性	208
第九章 原子和原子核	226
电学综合测试题 (一)	251
电学综合测试题 (二)	258
光学、原子物理综合测试题	267
参考答案	284
附录 A 常数和数据	296
附录 B 单位制	298

第一章 电 场

【内容提要】

1. 两点电荷间相互作用的库仑定律

(1) 库仑力（静电力）大小： $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 。式中 Q_1 、 Q_2 表示两个点电荷的电量， r 表示它们间的距离， K 叫静电力恒量。若式中各量均采用国际单位制单位，则 $K = 9.0 \times 10^9$ 牛·米² / 库²。

(2) 库仑力方向：在两点电荷连线上，同种电荷相斥，异种电荷相吸。

(3) 库仑定律适用条件：真空；点电荷。

(4) 基本电荷： 1.60×10^{-19} 库的电量。

2. 电场强度

(1) 电场强度是描述电场力的性质的物理量，是矢量。

(2) 电场强度的定义式是 $E = \frac{F}{q}$ ，单位是牛 / 库，或伏 / 米。

(3) 电场中某点的电场强度的方向规定为正电荷在该点所受电场力的方向。

(4) 电力线是为了形象地描述电场而引入的。电力线从正电荷出发而终止于负电荷，电力线上任一点的切线方向跟该点的场强方向一致，电力线的疏密表示场强的大小。

3. 电势差

(1) 电势能: 电荷在电场中所具有的势能。电荷电势能的改变与电荷在电场中移动时电场力的功有关, 电场力做了多少功, 电荷电势能就改变多少。

(2) 电势差 (电压): $U = \frac{W}{q}$ 。式中 W 为电荷在电场中两点间移动时电场力所做的功, q 为被移动电荷的电量。

(3) 电场力的功: $W = qU$ 。式中 q 为在电场中两点间移动的电荷的电量, U 为这两点的电势差。

4. 电容器 电容

两个彼此绝缘而又互相靠近的导体组成电容器。表示电容器容纳电荷本领的物理量叫电容, 电容的符号是 C , 单位是法拉。

5. 静电的防止和利用

6. 带电粒子在电场中的平衡、加速和偏转

【例题精讲】

例 1 真空中两个相同的带等量异种电荷的金属小球 A 和 B , 分别固定在两处, 二球间静电力为 F 。用一个不带电的同样的金属小球 C 先和 A 接触, 再和 B 接触, 然后移去 C , 则 A 、 B 两球间的静电力应为 $\frac{1}{4}F$, 若再使 A 、 B 两球距离增大一倍, 则它们的静电力为 $\frac{1}{16}F$ 。

分析 带异种电荷的两个带电导体接触时, 异种电荷将中和, 中和后剩余下来的电荷再在两导体间重新分配。如果是带同种电荷的两个带电导体接触, 或者一个带电导体与另一个未带电的绝缘导体接触, 则电荷也将重新分配。在两个

绝缘导体大小、形状完全相同的条件下，剩余电荷或总电荷将由两个导体平均分配。

本题中，设 A 、 B 两球带电量分别为 q 、 $-q$ ，相距为 r ，则它们之间的静电力 $F = \frac{Kq^2}{r^2}$ ，且为引力。

用球 C 接触 A 时，总电量 q 平均分配，球 A 、 C 均带电 $\frac{q}{2}$ 。

再用球 C 接触 B 时，球 B 、 C 所带异种电荷中和后的剩余电荷为 $-\frac{q}{2}$ ，平均分配后，球 B 、 C 均带电 $-\frac{q}{4}$ 。

在研究两点电荷间静电力的变化时，常常采用比例法，即按库仑定律依据题目中变化了的条件先后列出两个方程式，式中必有一些量是相同的，将两式相比，约去相同的量，再代入已知条件，就可得出结果。

设第一问中和第二问中，球 A 、 B 间的静电力分别为 F_1 和 F_2 ，则

$$F = \frac{Kq^2}{r^2}$$

$$F_1 = K \frac{\frac{q}{2} \cdot \frac{q}{4}}{r^2} = \frac{1}{8} \cdot \frac{Kq^2}{r^2} \quad \text{为引力}$$

$$F_2 = K \frac{\frac{q}{2} \cdot \frac{q}{4}}{(2r)^2} = \frac{1}{32} \cdot \frac{Kq^2}{r^2} \quad \text{为引力}$$

$$\therefore \frac{F_1}{F} = \frac{1}{8}, \quad F_1 = \frac{1}{8}F$$

$$\frac{F_2}{F} = \frac{1}{32}, \quad F_2 = \frac{1}{32}F$$

一般，在用库仑定律计算电荷间相互作用力的大小时，表示电荷正负的“+”、“-”号不代入，而只代入它们的绝对值。

解 $\frac{1}{8}, \frac{1}{32}$

例 2 在真空中有 A 、 B 两点电荷，相距 10 厘米，所带电量分别为 $q_A = +5.0 \times 10^{-9}$ 库， $q_B = -5.0 \times 10^{-9}$ 库。另有带电量 $q_C = +5.0 \times 10^{-9}$ 库为第三个电荷 C ，置于 A 、 B 连线外距 B 电荷 10 厘米处，求 C 电荷所受静电力的合力。

分析 C 电荷同时受到 A 、 B 两电荷的静电力 F_A 和 F_B ，两力方

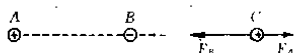


图 1—1

向相反，如图 1—1 所示。故 C 电荷所受静电力合力应为此二力之差。

如果 C 电荷不在通过 A 、 B 的直线上，则在求 C 电荷所受合力时就不是简单地将 F_A 和 F_B 相加或相减，而是一般地运用平行四边形法则求合力。

解 设 C 电荷到 A 、 B 电荷的距离分别为 r_A 、 r_B ，由库仑定律

$$F_A = K \frac{q_A \cdot q_C}{r_A^2}$$

$$F_B = K \frac{q_B \cdot q_C}{r_B^2}$$

• 4 •

$$\therefore F_{\text{合}} = F_B - F_A$$

$$= Kq_c \left(\frac{q_B}{r_B^2} - \frac{q_A}{r_A^2} \right)$$

$$= 9.0 \times 10^9 \times 5.0 \times 10^{-9} \times \left(\frac{5.0 \times 10^{-9}}{0.1^2} - \frac{5.0 \times 10^{-9}}{0.2^2} \right) \text{牛}$$

$$= 1.7 \times 10^{-5} \text{ 牛}$$

方向指向 B 点电荷。

例 3 求距点电荷 $Q = -2 \times 10^{-8}$ 库为 60 厘米的 a 点的场强大小。

分析 在 a 点引入点电荷 q ，由库仑定律， q 在 a 点受到 Q 的静电力为 $F = K \frac{Qq}{r^2}$ ， r 为 a 点与点电荷 Q 的距离。

再根据电场强度的定义式 $E = \frac{F}{q}$ ，电场中 a 点的电场强度为

$E = K \frac{Q}{r^2}$ ，这是在点电荷 Q 的电场中，距 Q 为 r 处的电场强度的计算公式。因此，本题可以通过在 a 点引入点电荷 q ，根据库仑定律和场强定义求解，也可以直接用点电荷场强公式 $E = K \frac{Q}{r^2}$ 求解。显然，前者比较麻烦。

$$\begin{aligned} \text{解 } E_a &= K \frac{Q}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-8}}{0.6^2} \text{ 牛 / 库} \\ &= 5.0 \times 10^2 \text{ 牛 / 库} \end{aligned}$$

例 4 电场中有一点 P ，下列说法中哪些是正确的？

()

A. 若放在 P 点电荷的电量减半，则 P 点的场强减半

B. 若 P 点没有放点电荷，则 P 点的场强为零

C. P 点的场强越大, 则同一电荷在 P 点受到的电场力也越大

D. P 点的场强方向就是点电荷在该点所受电场力的方向

分析 为了知道电场中某点的电场强度, 根据电场强度的定义, 我们可以把一个点电荷放在该点, 这个点电荷受到的电场力 F 与其电量 q 的比值就叫做该点的电场强度, 它反映了该点电场的强弱, 但这一点的电场的强弱是由电场本身决定的, 而与放在这一点的是一个什么样的电荷, 以及放不放电荷无关。换句话说, 只要电场确定了, 电场不发生变化, 那么电场中某一点的电场强度也就确定了, 也就不变了。因此, 选项 A、B 是错的。

电场强度是矢量, 它的方向是规定的。我们规定电场中某点的场强方向跟正电荷在该点所受电场力的方向相同。这就是说, 电场中某点的场强方向与负电荷在该点所受电场力的方向相反。选项 D 中笼统地提点电荷所受电场力的方向, 而没有明确是正点电荷还是负点电荷, 故选项 D 是错的。

由公式 $E = \frac{F}{q}$, 可以得到计算电场力的公式 $F = qE$ 。当 q 一定时, 某点 E 越大, 同一个 q 放在该点所受电场力 F 也越大。因此, 选项 C 正确。

解 选项 C 正确。

例 5 图 1—2 为静电场中的一部分电力线的分布。下列说法中哪些是正确的? ()

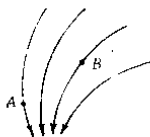


图 1—2

A. 这个电场可能是正电荷的电场

B. 这个电场可能是负电荷的电场

C. 这个电场可能是匀强电场

D. 点电荷 q 在 A 点受到的电场力比在 B 点受到的电场力大

分析 正点电荷的电力线是从正电荷出发沿四周不同方向指向无穷远处的直线，负点电荷的电力线是从四周无穷远处从不同方向指向负电荷的直线，而图中的电力线是曲线，故选项 A 、 B 都是错的。

如果电场中某一区域内各点的场强相等，即各点场强的大小和方向都相同，则这一区域内的电场叫匀强电场，匀强电场的电力线是处处疏密均匀的、同向平行直线。故选项 C 也是错的。

因为电力线越密的地方场强越大，由图可知 $E_A > E_B$ ，又根据公式 $F = qE$ ，可得 $F_A > F_B$ ，故选项 D 正确。

解 选项 D 正确。

例 6 a 、 b 为电场中的两个点，如果把 $q = -2 \times 10^{-8}$ 库的负电荷从 a 点移到 b 点，电场力对该电荷做了 4×10^{-7} 焦的正功，则该电荷的电势能 ()

A. 增加了 4×10^{-7} 焦

B. 增加了 2×10^{-8} 焦

C. 减少了 4×10^{-7} 焦

D. 减少了 8×10^{-15} 焦

分析 电场力做功的特性与重力做功的特性相似。当重力对物体做正功时，物体从高处降到低处，其重力势能减少；当重力对物体做负功时（或物体克服重力做功时），物

体从低处升到高处，其重力势能增加，而且，重力做了多少功，物体的重力势能就改变多少。与此相似，在电场中，不管是移动正电荷还是负电荷，只要移动电荷时电场力做了正功，该电荷的电势能一定减少；反之，只要移动电荷时电场力做了负功，该电荷的电势能一定增加，而且，电场力做了多少功，电荷的电势能就改变多少。

本题中，电场力做了 4×10^{-7} 焦的正功，故该电荷的电势能减少 4×10^{-7} 焦。

解 正确选项是 C。

例 7 一电场电力线如图 1—3 所示，电力线上 A、B 两点间的电势差 $U=100$ 伏。将带电量 $q=+2.0 \times 10^{-9}$ 库的电荷在 A、B 两点间移动，在下列两种情况中，电场力是做正功，还是做负功？电势能怎样变化？变了多少？

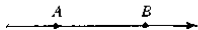


图 1—3

(1) 将电荷从 A 点移到 B 点；

(2) 将电荷从 B 点移到 A 点。

分析 判断电场力移动电荷时做正功还是做负功，主要依据电荷所受电场力的方向和电荷移动方向之间的关系来确定。如果电场力方向与电荷移动方向相同，则电场力做正功；反之，电场力做负功。本题中，移动的电荷是正电荷，它受电场力的方向与电力线方向一致，由 A 指向 B，将电荷由 A 移到 B 时，电场力做正功；将电荷由 B 移到 A 时，电场力做负功。至于电场力做功和电荷电势能变化的关系，请参看例 6 的分析。

解 (1) $A \rightarrow B$

$$W = qU$$

$$= 2.0 \times 10^{-9} \times 100 \text{ 焦}$$

$$= 2.0 \times 10^{-7} \text{ 焦}$$

电场力做了 2.0×10^{-7} 焦的正功，电荷电势能减少了 2.0×10^{-7} 焦。

(2) $B \rightarrow A$

$$W' = qU = 2.0 \times 10^{-7} \text{ 焦}$$

电场力做了 2.0×10^{-7} 焦的负功，电荷电势能增加了 2.0×10^{-7} 焦。

例 8 对于同一电容器，下列说法中正确的是 ()

A. 电容器两板间电势差越大 (未超过损坏的程度)，带电量就越多

B. 电容器两板间带电量越多，电容器的电容量就越大

C. 电容器两板间带电量越多，两板间电势差就越大

D. 不论电容器是否带电，电容量都不变化

分析 电容器带电时，它的两极之间要产生电势差。对任何一个电容器来说，两极间的电势差都随所带电量的增加而增加。反之，电容器两板间电势差增加，也表明带电量增加，因此选项 A、C 正确。

电容器的电容是由两极板的正对面积、两极板的距离以及两极板间插入的电介质决定的，跟电容器是否带电以及带多少电没有关系，故选项 B 是错的，而选项 D 正确。

解 选项 A、C、D 正确。

例 9 两个大小相同的小球带有同种电荷，质量分别为 m_1 和 m_2 ，带电量分别是 q_1 和 q_2 ，用绝缘线悬挂后，因静电力作用而使两悬线张开，分别与铅垂线方向成夹角 α_1 和 α_2 ，且两球处于同一水平线上，如图 1—4 所示。若 $\alpha_1 = \alpha_2$ ，则

下述结论正确的是

()

A. q_1 一定等于 q_2

B. 一定满足 $\frac{q_1}{m_1} = \frac{q_2}{m_2}$

C. m_1 一定等于 m_2

D. 必须同时满足 $q_1 = q_2, m_1 = m_2$

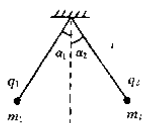


图 1—4

分析 本题应综合运用库仑定律和力的平衡知识求解。

以小球 m_1 为研究对象, 它受三个力: 重力 m_1g 、绝缘线拉力 T 和静电力 $F = K\frac{q_1q_2}{r^2}$ (r 为小球 m_1 与 m_2 间的距离), 如图 1—5 所示。

因为 m_1 处于静止状态, 故
根据平衡条件 $F_{\text{合}} = 0$,

在 x 方向 $\begin{cases} F - T\sin\alpha_1 = 0 \end{cases}$

在 y 方向 $\begin{cases} T\cos\alpha_1 - m_1g = 0 \end{cases}$

$$\therefore \tan\alpha_1 = \frac{Kq_1q_2}{m_1gr_2}$$

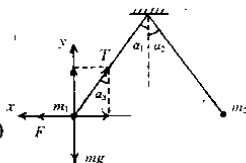


图 1—5

同理, 以小球 m_2 为研究对象得 $\tan\alpha_2 = \frac{Kq_1q_2}{m_2gr_2}$ 。

已知 $\alpha_1 = \alpha_2$, $\tan\alpha_1 = \tan\alpha_2$, 故 $m_1 = m_2$, 选项 C 正确。

由 $\tan\alpha_1$ 和 $\tan\alpha_2$ 的表达式进一步分析可知, 不管 q_1 、 q_2 如何, 当 $m_1 > m_2$ 时, $\alpha_1 < \alpha_2$; 当 $m_1 < m_2$ 时, $\alpha_1 > \alpha_2$ 。

解 选项 C 正确。

例 10 竖直放置的平行板电容器, 板长为 l , 板间电场强度为 E 。一质量为 m 、带负电的油滴从图 1—6 中的位置 A 由静止开始下落。问:

• 10 •