

俞贯中 主编

高中物理

解題辭典

(电磁学

光学

原子物理学)

广东教育出版社

高中物理解题辞典
(电磁学 光学 原子物理学)

俞贯中 主编

*

广东教育出版社出版发行

广东省新华书店经销

鹤山市教育印刷厂印刷

(鹤山市沙坪镇)

787×1092毫米 32开本 31.25印张 670 000字

1995年8月第1版 1997年3月第3次印刷

印数13001—23000册

ISBN 7-5406-3395-6/G·3163

定价 27.80元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与本厂联系调换。

编写说明

《中学生解题辞典》丛书是根据国家教育委员会最新修订的全日制初、高中数、理、化教学大纲的精神编写的。全套解题辞典共9种,《高中物理解题辞典(电磁学、光学、原子物理学)》是其中的一册。

《高中物理解题辞典》编写的宗旨在于为高中学生、中学教师、高等师范院校的学生、自学的知识青年、职工干部以及物理爱好者,提供一套中学各学科基本概念准确、基础知识系统完整,以及题目类型齐全、解题思路清晰、技能技巧灵活多样的工具书。我们认为,各科的“双基”是解题思路与方法的根据与源泉,离开了它,解题的思路与方法就成了无本之木、无源之水。因此,本书按知识内容先将“双基”以词条的形式,集中列于各章之首,为读者查找有关概念、定律和公式提供方便。然后,将题目的类型、解题的思路、基本技能和方法,集中系统地叙述。本册所选的题目大多数是历届各地的高考试题,具有典型性和代表性。为了开拓解题思路、培养能力、发展智力,在多数题目后面附有“说明”、“注意”、“讨论”等,用于指明解题的一般规律、注意事项以及思路和方法。

本册由全国中学物理研究者协会理事长俞贯中副教授主编,参加编写和校对的还有梁淡之、刘允超、朱谦松、邓小庆、蔡泽云、翁关宝、李重光、顾景词、徐红慧、叶永庆、蒋美玲、郭浩亮、朱欣樵等。

2 编写说明

由于编者的水平所限，缺点和错误在所难免，恳请广大读者不吝指教。

编 者

目 录

电 磁 学 篇

十一、电场	3
(一) 基本概念、定律、公式	3
1. 电荷 库仑定律	3
2. 电场及其性质	5
3. 电容器 电容	7
(二) 基本技能和方法	8
1. 库仑定律	8
2. 电场 电场强度 电势 带电粒子的运动	24
3. 电容器 电容	106
十二、稳恒电流	131
(一) 基本概念、定律、公式	131
1. 欧姆定律 电阻定律	131
2. 电功和电功率 焦耳定律	132
3. 串联电路和并联电路	133
4. 电动势 闭合电路欧姆定律	135
(二) 基本技能和方法	137
1. 欧姆定律 电阻定律	137

2. 电功 电功率 焦耳定律	146
3. 串联电路和并联电路	158
4. 闭合电路的欧姆定律 电阻的测量方法	221
十三、磁场	307
(一) 基本概念、定律、公式	307
1. 磁场 磁感应强度	307
2. 磁场对电流的作用	309
3. 磁场对运动电荷的作用	310
(二) 基本技能和方法	311
1. 磁场 磁感应强度 磁力线	311
2. 磁场对电流的作用 左手定则	324
3. 磁场对运动电荷的作用 洛仑兹力	355
十四、电磁感应	426
(一) 基本概念、定律、公式	426
1. 电磁感应现象和规律	426
2. 自感现象和规律	428
(二) 基本技能和方法	429
1. 电磁感应 楞次定律 法拉第 电磁感应定律	429
2. 自感 涡流	545
十五、交流电	560
(一) 基本概念、定律、公式	560
1. 单相交流电	560
2. 三相交流电	563
3. 变压器 远距离输电	564

电 磁 学 篇

十一、电 场

(一) 基本概念、定律、公式

1. 电荷 库仑定律

【电荷】 凡物体经摩擦而具有吸引轻物的性质，称为物体带电。历史上曾因不明了电的本质，认为电是附着在物体上的，因而把它称为电荷。电荷是物质的一种属性。自然界的电荷具有两种，即正电荷和负电荷。用绸子摩擦过的玻璃棒所带的电荷是正电荷；用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷是负电荷。电荷之间有相互作用的性质，同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。

【带电体】 凡经摩擦而具有吸引轻物性质的物体，称为带电体；或者说，带有电荷的物体称为带电体。

【中和】 等量异种电荷相遇，不再呈电性，这种现象称为中和。

【电荷守恒定律】 亦称电量守恒定律。电荷既不能被创造，也不能被消灭，它只能从一个物体转移到另一个物体；或者从物体内一部分转移到另一部分。也就是说，在任何物理过程中，整个系统所有正负电荷的代数和是守恒的。

【点电荷】 指不考虑带电体的大小和电荷的分布状况而

4 电 场

可将带电体看作集中于一点的电荷。真正的点电荷是不存在的。如果带电体间的距离比带电体本身的大小大得多，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，这样，带电体就可以看作是点电荷。点电荷只是一个为讨论问题方便而引入的理想模型。

【检验电荷】 作为检验电场用的一种所带电荷很少的点电荷，称为检验电荷。检验电荷放入电场后，对原有电场所发生的影响可以忽略不计。

【电量】 物体所带电荷的多少，称为电量。在国际单位制中，电量的单位为库仑。

【库仑定律】 在真空中两个点电荷间的作用力跟它们的电量的乘积成正比，跟它们间的距离的平方成反比，作用力的方向在它们的连线上，这就是库仑定律。如果用 Q_1 、 Q_2 表示两个点电荷的电量，用 r 表示它们间的距离，用 F 表示它们间的静电力，那么库仑定律可写成

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}.$$

式中 K 是比例恒量，叫做静电力恒量。在国际单位制中， $K = 9 \times 10^9$ 牛·米²/库²。

【基本电荷】 电子带有最小的负电荷，质子带有最小的正电荷，它们的电量的绝对值相等。一个电子的电量 $e = -1.60 \times 10^{-19}$ 库仑。实验指出，任何带电粒子，所带电量或者等于电子或质子的电量，或者是它们的电量的整数倍。因此，我们把 1.60×10^{-19} 库仑叫做基本电荷。

2. 电场及其性质

【电场】 指传递电荷与电荷之间相互作用的物理场。带电体周围存在着电场，电场对场中其他电荷发生力的作用。

【电场强度】 电场的最基本特性是它对放入其中的电荷发生力的作用。放入电场中某一点的电荷受到的电场力跟它的电量的比值，叫做这一点的电场强度，简称为场强。如果用 E 表示电场强度，用 F 表示电荷 q 受到的电场力，那么，

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

场强是矢量，规定电场中某点的场强方向跟正电荷在该点的受力方向相同。在点电荷 Q 的电场中，在距离 Q 为 r 处的场强 E 的大小为 $E = \frac{KQ}{r^2}$ ，方向是：如果 Q 是正电荷， E 的方向背离 Q ；如果 Q 是负电荷， E 的方向指向 Q 。

【电力线】 在电场中画出一系列的从正电荷出发到负电荷终止的曲线，使曲线上每一点的切线方向都跟该点的场强方向一致，这些曲线就叫做电力线。电力线可以形象反映电场强度大小、方向和分布情况。电力线的密与疏表示场强的大与小，电力线方向表示场强方向。

【匀强电场】 在电场某一区域里，如果各点的场强的大小和方向都相同，这个区域的电场就叫做匀强电场。匀强电场是最简单的同时也是很重要的电场。匀强电场的电力线可用间隔距离相等、指向一致的互相平行的直线来表示。

【导体】 电荷能够从产生处迅速传到其他部分的物体，称为导体。如金属、电解液、电离了的气体等，导体的特征

是在它的内部有大量的可以到处移动的自由电荷。对于金属导体来说，这种自由电荷就是自由电子。

【绝缘体】 电荷几乎仅能停留在产生处的物体，称为绝缘体，又称为电介质。如橡胶、油类、未电离的气体等。它的内部几乎没有自由电荷。

【半导体】 导电性能介于导体和绝缘体之间的物体，称为半导体。例如锗、硅及某些化合物等。与金属的情况完全不同，半导体中杂质的含量和外界条件的改变（如温度、光照等），都会使它的导电性能发生显著变化。

【静电感应】 把金属导体放进电场中，导体内部的自由电子受到电场力的作用，将向电场的反方向作定向移动，结果使导体的两端分别出现正、负电荷。这种现象叫做静电感应。由于静电感应出现的正、负电荷产生一个跟外电场方向相反的附加电场，结果削弱了导体内部电场，当导体内部电场等于零时，导体内部的自由电荷的定向移动停止了，我们就说导体处于静电平衡状态。所以，处于静电平衡状态的导体，内部的场强必定处处为零。

【静电屏蔽】 为了避免外界静电场对电气设备或非电气设备的影响，或者为避免电气设备的静电场对外界的影响，需要把这些设备放在接地的封闭或近乎封闭的金属罩（金属壳或金属丝网）里。这种措施称“静电屏蔽”，金属罩称“静电屏”。

【电势能】 电势能亦称电位能。电场中的电荷受到电场力的作用，也具有势能，这种势能叫做电势能。克服电场力做了多少功，电荷就增加多少电势能。电场力做了多少功，电荷就减少多少电势能。

【电势差】 电势差亦称电位差或电压. 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或电压. 如果用 $\Delta\epsilon$ 表示电荷 q 的电势能改变量, 用 U 表示电势差, 那么 $U = \frac{\Delta\epsilon}{q}$. 在国际单位制中, 电势差的单位是伏特, 简称伏, 国际符号是 V . 在匀强电场中, 沿场强方向的两点间的电势差等于场强和两点间的距离乘积即 $U = Ed$.

【电势】 如果在电场中选一个标准位置, 那么电场中某点跟标准位置间的电势差, 就叫做该点的电势. 电势的单位和电势差的单位相同, 也是伏特. 被选作标准位置的电势等于零, 任何电荷在这个位置的电势能也等于零.

【等势面】 电场中电势相同的各点构成的面叫做等势面. 在同一等势面上任何两点的电势差为零, 所以移动电荷时, 既不需要电场力做功, 也不需要克服电场力做功. 电场中, 电力线不但跟等势面垂直, 而且总是由电势较高的等势面指向电势较低的等势面.

3. 电容器 电容

【电容器】 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. 这两个导体就是电容器的两个极. 平行板电容器是由两块正对的、互相平行的、由电介质相隔彼此绝缘的金属板组成的, 是一个最简单的电容器. 电容器分固定的、可变的和半可变的三种类型. 按极片间使用的介质分, 有空气电容器、真空电容器、纸质电容器、塑料薄膜电

8 电 场

容器、云母电容器、陶瓷电容器、电解电容器等。

【电容】 电容器带电的时候，它的两极之间的电势差跟电量的比值，称为电容器的电容。它是表示电容器容纳电荷的本领的物理量。如果用 Q 表示电容器所带的电量，用 U 表示它的两极间的电势差，用 C 表示它的电容，那么， $C = \frac{Q}{U}$ 。在国际单位制中，电容的单位是法拉，简称法，国际符号是 F 。还有常用的比法拉小的单位：微法 (μF) 和皮法 (PF)，它们间的换算关系是 $1 \text{ 法} = 10^6 \text{ 微法} = 10^{12} \text{ 皮法}$ 。

【电容器的串联】 把几个电容器的极首尾相接，连成一串，这就是电容器的串联。串联电容器的总电容的倒数等于各个电容器的电容的倒数之和。

【电容器的并联】 把几个电容器的正极连在一起，负极也连在一起，这就是电容器的并联。并联电容器的总电容等于各个电容器的电容之和。

(二) 基本技能和方法

1. 库仑定律

客观性题目

【例 1】~【例 12】 是单一选择题，所列选项只有一条正确，把它选出来，并作答。

【例 1】 用丝绸摩擦后的玻璃棒，靠近一个用丝线悬挂

的塑料小球时，如果小球被吸引，则小球（ ）。

- A. 必带负电
- B. 必带正电
- C. 必不带电
- D. 带电、不带电都可能

【答案】 D.

说明：用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电，靠近带负电的小球，必发生相互吸引的现象；靠近不带电的小球，引起静电感应或极化，也能产生相互吸引的现象。因此，从相互吸引现象不能肯定小球带负电，或不带电，两种可能都存在。

【例 2】 用毛皮摩擦后的硬橡胶棒，靠近一个用丝线悬挂的塑料小球，如果小球被推开，则小球（ ）。

- A. 必带负电
- B. 必带正电
- C. 必不带电
- D. 带电、不带电都可能

【答案】 A.

说明：用毛皮摩擦后的硬橡胶棒带负电，只有靠近带负电的小球，才能发生相互排斥的现象。

【例 3】 有 a 、 b 、 c 三个塑料小球， a 和 b ， b 和 c ， c 和 a 都是相互吸引的。如果 a 带正电，则（ ）。

- A. b 、 c 都带负电
- B. b 、 c 都不带电
- C. b 带正电， c 带负电
- D. b 、 c 中有一个不带电，另一个带负电

【答案】 D.

说明： a 和 b ， a 和 c 都相互吸引，所以 b 、 c 只可能不带电或带负电。又 b 和 c 相互吸引，所以 b 、 c 不可能同时带负

电，或不带电。

【例 4】 关于公式 $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ ，下列哪些说法正确？

- A. 此式只适用于真空中两个点电荷之间的相互作用；
- B. 此式适用两个任意带电体之间的相互作用；
- C. 公式中 K 的数值决定各物理量的大小和单位；
- D. 在国际单位制中，比例常数 $K = 1$ 。

【答案】 A.

说明： $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 只适用计算真空中两个点电荷之间的库仑力，不适用于任何带电体。对于任意形状的带电体之间的相互作用，原则上用积分的方法计算，实际上形状不规则的带电体很难积分。公式中的比例常数的数值决定于公式中各物理量的单位选择，在国际单位制中， $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2/\text{库}^2$ 。

【例 5】 (1986 年广东高考试题) 两个完全相同的金属小球，分别带有 $+3Q$ 和 $-Q$ 的电量，当它们相距 r 时，它们之间的库仑力是 F 牛顿。若把它们接触后分开，再置于相距 $\frac{1}{3}r$ 的两点，则它们间的库仑力的大小将变为 ()。

- A. $\frac{1}{3}F$ 牛顿
- B. F 牛顿
- C. $3F$ 牛顿
- D. $9F$ 牛顿

【答案】 C.

说明：已知 $F_1 = K \frac{3Q \cdot Q}{r^2} = K \frac{3Q^2}{r^2} = F$ ，今两球接触后，

各带 $+Q$ 的电量, 所以 $F_2 = K \cdot \frac{Q \cdot Q}{(\frac{r}{3})^2} = K \cdot \frac{9Q^2}{r^2} = 3 \cdot K \frac{3Q^2}{r^2}$

$= 3F$.

【例 6】 (1988 年上海会考试题) 在真空中有两个点电荷, 它们之间的相互作用力是 F , 当两个点电荷之间的距离减小到原来的 $1/2$ 时, 它们之间的作用力是 ().

A. $2F$ B. F C. $4F$ D. $F/2$

【答案】 C.

说明: 根据库仑定律, $F < \frac{1}{r^2}$, 所以 $\frac{F'}{F} = \frac{1^2}{(\frac{1}{2})^2} = 4$.

【例 7】 三个相同的金属小球 A 、 B 、 C , A 、 B 带有等量异种电荷, 相互作用力为 F . 现用带绝缘柄的不带电的小球 C , 依次接触带电小球 A 、 B 后再移走, A 、 B 间距离不变, 则 A 、 B 间的作用力变为 ().

A. $F/2$ B. $F/4$ C. $F/8$ D. $3F/8$

【答案】 D.

说明: 设 A 、 B 原先各带的电量为 Q , 则有 $F = K \frac{Q^2}{r^2}$. 后来, A 带电 $\frac{0+Q}{2}$, B 带电 $\frac{1}{2} (\frac{Q}{2} + Q) = \frac{3}{4}Q$, 所以

$$\begin{aligned} F' &= K \frac{\frac{1}{2}Q \cdot \frac{3}{4}Q}{r^2} \\ &= \frac{3}{8}K \cdot \frac{Q^2}{r^2} \\ &= \frac{3}{8}F. \end{aligned}$$