

高中物理课外习题集

下 册

福建教育学院物理教研室编

GAOZHONG
WULI
KEWAI
XITIJI

人民教育出版社

高中物理课外习题集

下 册

福建教育学院物理教研室编

人民教育出版社

高中物理课外习题集

下 册

福建教育学院物理教研室编

*

人民教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

北 京 新 华 印 刷 厂 印 装

*

开本 787×1092 1/32 印张 12.875 插页 1 字数 263,000

1988 年 7 月第 1 版 1988 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—273,000

ISBN 7-107-10089-0/G·459

定价 2.25 元

内 容 简 介

本书是依据中学物理教学大纲的要求编写的。各章内容包括解题指导、例题和练习题。解题指导指出本章基础知识和基本技能的要点以及应用本章知识进行解题的基本方法。例题对理解和应用知识起示范作用，着重指出解题的正确思路。练习题以基本练习题为主，并按知识发展的顺序逐步增加适量的综合题。练习题的类型有思考题、判断题、画图题、实验题、说理题和计算题。练习题可以帮助学生巩固掌握基础知识，提高分析问题、解决问题的能力。书末附有练习题的参考答案。

本书可供高中物理教师和高中学生使用，也可供在职青年学习时参考。

说 明

国家教育委员会、国家出版局、国家工商行政管理局联合颁发的(86)教中小材字 012 号文件指出:“为适应中小学教学需要,人民教育出版社可以编写出版与教科书配套的教师用教学参考书和补充习题集”。为了贯彻这一文件精神,我社根据中学教学的实际需要,配合初、高中的数学、物理、化学教科书,选编了这套课外习题集,供教师教学参考和指导学有余力的学生课外学习用,以培养他们的学习兴趣和發展他们的才能;同时,也可以帮助一般学生进一步巩固基础知识,提高基本技能,拓宽知识视野,增强运用知识的能力。

本书是《高中物理课外习题集》下册,本书涉及的基本知识与人民教育出版社出版的现行高中物理课本下册相同,超出教学要求的内容加上了*号,各章内容包括解题指导、例题和练习题。

解题指导指出本章基础知识和基本技能的要点和应用本章知识进行解题的基本方法,例题是解题指导的具体化,对理解和应用本章知识起示范作用,同时着重指出解题的正确思路。练习题供读者独立练习时选用,以帮助读者巩固掌握基础知识,加强对基础知识的理解和提高自己分析问题、解决问题

题的能力。练习题的选编以基本练习题为主，并按知识发展的顺序逐步增加适量的综合题。练习题的类型有思考题、判断题、画图题、实验题、说理题和计算题。

书末附有一些练习题的参考答案和附录，供读者参考。

本书由我社委托福建教育学院物理教研室编写，参加编写的有邱金章、吴景辉、林祥涛、柯永晶、林如松、周碧连、黄协堪、林瑞兰、王世泰等九位老师，并由邱金章、吴景辉两位老师统稿。

诚恳希望广大读者对本书存在的缺点和错误提出批评和修改意见，以便再版时修订。

人民教育出版社

目

录

第一章	电场	(1)
第二章	稳恒电流	(69)
第三章	磁场	(137)
第四章	电磁感应	(178)
第五章	交流电	(224)
第六章	电磁振荡和电磁波	(243)
第七章	电子技术初步知识	(249)
第八章	光的反射和折射	(256)
第九章	光的本性	(292)
第十章	原子和原子核	(310)
第十一章	综合练习题	(329)
练习题参考答案		(377)
附录		(400)

第一章

电 场

一、库仑定律

解题指导

1. 公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 只适用于 Q_1, Q_2 是点电荷的情况。当 Q_1, Q_2 不是点电荷时, $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 不成立。

2. 库仑定律可以直接用来计算两个均匀带电球体之间的库仑力,这时公式中的 r 代表两球心之间的距离。

3. 应用公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 计算库仑力时,若已知 Q_1, Q_2 的正负号,可以有两种处理办法:

(1) Q_1, Q_2 带正负号进行运算,若得出的力 F 为正值,则表示斥力;若得出的力 F 为负值,则表示引力。

(2) 只将 Q_1, Q_2 的绝对值代入公式,算出力 F 的大小,其方向则按“同种电荷相斥,异种电荷相吸”来判定。

4. 多个电荷之间的作用力服从叠加原理,即在多个电荷存在时,其中每一个点电荷所受的库仑力等于所有其他点电

荷作用在该点电荷上的力的矢量和，就是该点电荷所受的库仑力的合力。求这个合力时要用平行四边形法则。

5. 应用库仑定律公式解题时要注意单位制。如果采用国际单位制， k 的值为 9.0×10^9 牛·米²/库²。

例题

例 1 如图 1-1 所示，有两个固定的点电荷 Q_A 和 Q_B 相距 10 厘米， $Q_A = +12.0 \times 10^{-9}$ 库， $Q_B = -3.0 \times 10^{-9}$ 库。现有 $q = +3.0 \times 10^{-9}$ 库的第三个点电荷，放在 Q_A 、 Q_B 连线的延长线上的 C 处， q 和 Q_B 相距 20 厘米。那么，(1) 电荷 q 的受力情况如何？(2) q 放在什么位置，恰好处于静止状态？



图 1-1

解：已知 $Q_A = +12.0 \times 10^{-9}$ 库， $Q_B = -3.0 \times 10^{-9}$ 库， $q = +3.0 \times 10^{-9}$ 库， $AB = 10$ 厘米 $= 0.10$ 米， $BC = 20$ 厘米 $= 0.20$ 米。

(1) 电荷 q 受到点电荷 Q_A 、 Q_B 施加的库仑力分别为 F_1 和 F_2 。 F_1 为斥力， F_2 为引力，方向如图 1-1 所示。

根据库仑定律， F_1 和 F_2 的大小为：

$$\begin{aligned}
 F_1 &= k \frac{qQ_A}{R_{AC}^2} \\
 &= 9.0 \times 10^9 \times \frac{3.0 \times 10^{-9} \times 12.0 \times 10^{-9}}{(0.10 + 0.20)^2} \text{ 牛} = 3.6 \times 10^{-6} \text{ 牛}。
 \end{aligned}$$

$$F_2 = k \frac{qQ_B}{R_{Be}^2}$$

$$= 9.0 \times 10^9 \times \frac{3.0 \times 10^{-9} \times 3.0 \times 10^{-9}}{(0.2)^2} \text{ 牛} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ 牛}.$$

(2) 要使电荷 q 恰好处于静止状态, q 受到 Q_A 、 Q_B 的库仑力必须大小相等、方向相反, 且在同一直线上. 根据库仑定律可知, q 必须位于 Q_A 、 Q_B 连线的延长线上, 因 Q_A 带正电, Q_B 带负电, 且 $|Q_A| > |Q_B|$, 因此 q 必须位于 Q_B 右侧的延长线上, F_1 和 F_2 才有可能相等.

设 q 在 AB 右侧的延长线上距离 B 点为 x 处时恰好处于静止, 这时 $F_1 = F_2$, 即

$$k \frac{qQ_A}{(0.10 \text{ 米} + x)^2} = k \frac{qQ_B}{x^2}.$$

消去 k 、 q 后, 代入数据得

$$\frac{12.0 \times 10^{-9}}{(0.10 \text{ 米} + x)^2} = \frac{3.0 \times 10^{-9}}{x^2}, \text{ 即 } \frac{(0.10 \text{ 米} + x)^2}{x^2} = 4.0.$$

由此得

$$\frac{0.10 \text{ 米} + x}{x} = 2.0 (\text{舍去负值}).$$

所以 $x = 0.10 \text{ 米}$.

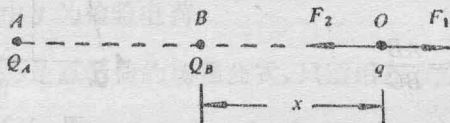


图 1-2

即电荷 q 应位于 A 、 B 联线上 B 点的右侧距 Q_B 0.10 米处, 才能保持静止.

例2 Q_1 和 Q_2 为等量异号点电荷,相距10厘米.若在 Q_1 、 Q_2 联线的中垂线上的 C 处放一个点电荷 Q_3 ,且 Q_3 和 Q_1 或 Q_2 的距离均为 20 厘米,又 $Q_1=5.0 \times 10^{-8}$ 库, $Q_2=-5.0 \times 10^{-8}$ 库, $Q_3=-2.0 \times 10^{-9}$ 库,求 Q_3 所受的力.

解: Q_3 受到 Q_1 和 Q_2 的库仑力分别为 F_1 和 F_2 . 因为 Q_1 和 Q_3 为异种电荷, F_1 为引力,方向指向 Q_1 ; Q_3 和 Q_2 为同种电荷, F_2 为斥力,方向在 BC 的延长线上背向 Q_2 . 根据库仑定律, F_1 和 F_2 的大小为:

$$F_1 = k \frac{Q_1 Q_3}{R^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{5.0 \times 10^{-8} \times 2.0 \times 10^{-9}}{0.20^2} \text{ 牛}$$

$$= 2.25 \times 10^{-5} \text{ 牛.}$$

$$F_2 = k \frac{Q_2 Q_3}{R^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-9}}{0.2^2} \text{ 牛}$$

$$= 2.25 \times 10^{-5} \text{ 牛.}$$

Q_3 所受的力 F 为 F_1 和 F_2 的合力,应该按平行四边形法则来求. 因为 $F_1=F_2$, 如图 1-3 所示,应用几何知识可知, Q_3 所受的合力 F 的方向平行于 AB 指向左方. 且有

$$\frac{F}{F_2} = \frac{AB}{BC}.$$

所以

$$F = F_2 \times \frac{AB}{BC} = 2.25 \times 10^{-5} \times \frac{10}{20} \text{ 牛} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ 牛.}$$

思考: 如果 Q_2 为正电荷,那么, Q_3 所受的合外力将如何?

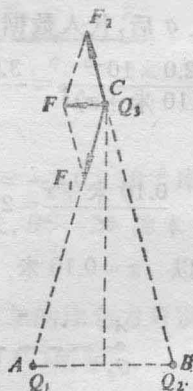


图 1-3

二、电场强度 电场力

解题指导

1. 电场强度和电场力是两个不同的概念.

电场强度用以描述电场强弱性质(力的性质),它不是一种力.在电场中,任何一点的电场强度都有确定的大小和方向,其大小和方向取决于电场本身,而跟放置在该点的检验电荷 q 的大小、正负和有无无关.

电场力(也叫静电力或库仑力)是指电荷 q 放在电场中某点时,电场对它施加的作用力.它的大小和方向决定于电荷 q 的大小、正负以及所在位置的场强 E ,即 $F=qE$. q 为正时,它所受电场力的方向与该点场强方向相同; q 为负时,它所受电场力的方向与该点场强方向相反.

2. 公式 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = \frac{kQ}{R^2}$ 的适用情况不同.

$E = \frac{F}{q}$ 是场强的定义式,又是量度式,适用于各种形式的静电场,式中 q 为检验电荷;

$E = \frac{kQ}{R^2}$ 是点电荷的场强公式,只适用在真空中由点电荷产生的静电场.式中 Q 是产生静电场的电荷,以后简称为场电荷.

3. 电场强度是矢量,解题时一般都要画矢量图.求合场强时要用平行四边形法则.

4. 借助电力线可以形象地了解电场的分布情况, 电力线上任何一点的切线方向都跟该点的场强方向一致, 也跟位于该点的正电荷所受电场力的方向一致. 但是在一般情况下, 电场力的方向和电荷运动的方向并不都是一致的, 所以电力线不是正电荷在电场力作用下运动的轨迹.

例题

例1 把一个 $q = 10^{-10}$ 库的点电荷放在某电场中的 A 点, 它所受到的电场力为 10^{-8} 牛. 那么,

(1) A 点的电场强度是多大?

(2) 如果该电场是由一个放在 O 点的点电荷 $+Q$ 产生的, 已知 $OA = 30$ 厘米, Q 的电量是多少?

(3) 取走 q , A 点的场强又是多大?

(4) 把一个 $q' = -2 \times 10^{-10}$ 库的负电荷引至 A 点, 它所受电场力的情况又怎样?

(5) 取走电荷 Q , A 点的电场强度是多大?

解: (1) 根据场强的定义, A 点的场强为

$$E_A = \frac{F_A}{q} = \frac{10^{-8}}{10^{-10}} \text{ 牛/库} = 10^2 \text{ 牛/库}.$$

(2) 根据点电荷电场的场强公式 $E_A = \frac{kQ}{R_A^2}$ 得场电荷 Q 的值为

$$Q = \frac{E_A R_A^2}{k} = \frac{E_A \cdot OA^2}{k} = \frac{10^2 \times 0.30^2}{9 \times 10^9} \text{ 库} = 10^{-9} \text{ 库}.$$

(3) A 点场强的大小取决于场电荷 Q 的大小和 A 点在电场中的位置, 跟检验电荷 q 是否存在无关. 所以取走 q 后, A

点的场强仍为 10^2 牛/库。

(4) 根据公式 $F=qE$, q' 在 A 点所受电场力的大小为

$$F'_A = q' E_A = 2 \times 10^{-10} \times 10^2 \text{ 牛} = 2 \times 10^{-8} \text{ 牛}.$$

因为 q' 和 Q 为异号电荷, F'_A 为引力, 即沿 AO 连线指向 Q 。

(5) Q 是产生该电场的电荷, 取走 Q 后, 电场不复存在, 所以此时 A 点的场强为零。

例 2 请证明: 在两个等量异号点电荷联线的中垂线上, 任何一点的场强方向都是跟中垂线垂直的。

证明: 根据题意作示意图 (图 1-4)。+ q 和 - q 表示两个等量异号的点电荷, MN 表示这两个点电荷联线的中垂线, 设 C

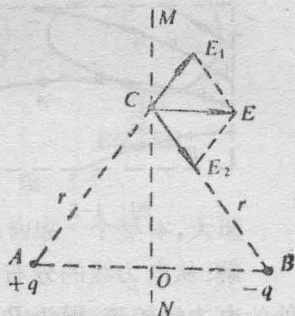


图 1-4

是中垂线上的任意点, 根据中垂线的定义, C 到 + q 和 - q 的距离相等, 设为 r 。那么, 根据点电荷场强公式, + q 和 - q 在 C 点产生的场强分别为

$$E_1 = \frac{kq}{r^2}, \quad E_2 = \frac{kq}{r^2}, \quad \text{即 } E_1 = E_2,$$

它们的方向如图所示。 E_1 和 E_2 的合场强 E 可根据平行四边形法则确定。由几何知识可知, CE_2EE_1 为菱形, 它的对角线平分它的内角。所以 $\angle ECE_1 = \angle ECE_2$,

$$\text{又 } \angle E_1CM = \angle ACN = \angle BCN,$$

$$\therefore \angle ECE_1 + \angle E_1CM = \angle ECE_2 + \angle BCN,$$

$$\text{即 } \angle ECM = \angle ECN.$$

$$\therefore CE \perp MN.$$

即合场强 E 的方向跟中垂线 MN 垂直。

例3 图1-5是某区域内的电力线图,把一个带负电的点电荷 q 分别放在 A 和 B 时,在哪一点所受的电场力大?并在图中分别标出 q 在 A 、 B 两点时所受电场力的方向。

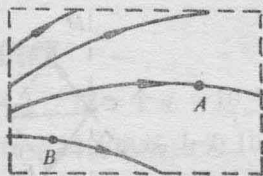


图 1-5

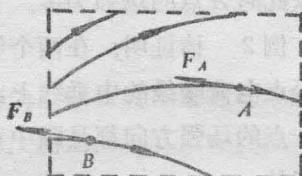


图 1-6

解:从电力线的分布图可以看出, B 处的电力线较密, A 处的电力线较疏,因此 B 点的场强大于 A 点的场强,即 $E_B > E_A$ 。根据 $F = qE$,可知 q 在 B 点所受电场力比在 A 点时大,其方向如图1-6所示。

三、电场中的导体

解题指导

有关电场中的导体问题,主要是研究导体在外电场作用下,达到静电平衡后的情况和问题。解答时注意掌握下述几个要点:

1. 导体达到静电平衡后的几个重要性质:

(1) 导体内部的场强处处为零。

(2) 导体表面上任何一点场强的方向必定跟该点的表面垂直。

(3) 导体上的净电荷只分布在导体的外表面。

2. 将不带电的绝缘导体 A 放在带电体 B 附近, 由于静电感应, 必有

(1) 导体 A 的两端出现等量异号的感应电荷, 如图 1-7 所示, 与 B 靠近的一端的电荷与 B 异号, 远离 B 的一端的电荷与 B 同号。

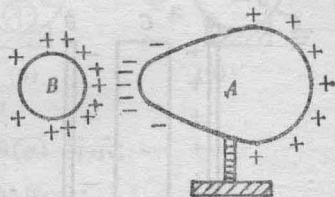


图 1-7

(2) 如果导体 A 接地, 那么 A 与大地构成一个整体, 大地成为远端。

(3) 导体两端的感应电荷在导体 A 内部任何一点产生的场强跟带电体 B 在该点产生的场强必定等值反向。

3. 带电的导体跟不带电的导体接触时, 净电荷将发生移动; 若跟大地接触, 则导体上的净电荷将全部移至大地。

4. 在静电屏蔽现象中, 金属网罩可以使罩内不受外界电场的影响。如果把金属罩接地, 还可以使罩内的带电体对外界不发生影响。

例题

例 1 已知 A 、 B 为两块互相平行的大金属板, 当它们分别带等量异号电荷时, 两板间的电场强度为 500 牛/库。现在 A 、 B 两板间放置一较厚的金属板 C , C 的两个板面跟 A 的板面平行 (图 1-8)。那么,

- (1) C 的两个板面将带何种电荷?
- (2) C 板内部的场强有多大?
- (3) C 板上的感应电荷在 C 板内部产生的场强有多大? 方向如何?

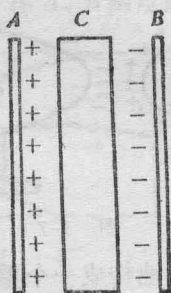


图 1-8

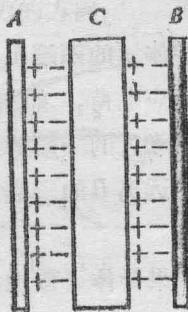


图 1-9

解: (1) C 板位于 A 、 B 两板间的电场中, 由于静电感应, C 的两个板面将出现等量异种电荷, 靠近 A 板的一面带负电, 靠近 B 板的一面带正电, 如图 1-9 所示。

(2) 由于 C 板处于静电平衡, C 板内部的场强处处为零。

(3) C 板两面上的感应电荷在 C 板内部产生的场强跟 A 、 B 两板间原来的场强应等值反向, 因为两板间原来的场强为 500 牛/库。因此, C 板两面上的感应电荷在 C 板内部产生的场强的大小也等于 500 牛/库, 方向由右板面指向左板面。

例 2 在开口的绝缘金属球壳 A 的内部, 有一带正电的小球 Q , 球壳外有一个用导线吊起的接地小金属球 B , 如图 1-10 所示。在下列四种情况中, B 受到 A 的作用力吗? 如果受到作用力, 是引力还是斥力?