

高中物理

学习指导与例题分析

陆 山 编

2

北京师范大学出版社

高中物理学习指导 与例题分析

第二册

陆山 编

责任编辑：刘 浩

高中物理学习指导与例题分析

第 二 册

陆 山 编

•

北京师范大学出版社出版发行

全国新华书店经销

邯郸地区印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张7.375字数：153千

1988年2月第1版 1988年2月第1次印刷

印数：1—43 000

ISBN 7-303-00058-5/G·49

统一书号：7243·581 定价：1.55元

内 容 简 介

作者在多年教学和研究中所积累经验的基础上，为了帮助和指导高中学生学好物理基础知识、掌握研究方法、提高解决问题的能力，编写了这本《高中物理学习指导与例题分析》。

本书分第一、第二两册，包括高中物理的全部内容。采取专题分章的写法，在每章中，又分基础知识问答、典型例题分析、学习方法指导、自我检查练习及参考答案五个部分。

在第一部分中，对物理概念和规律进行系统扼要地总结以突出重点，第二部分包括精选的填空、选择、证明、计算和实验各种类型的例题；第三部分指出了最重要的学习方法；第四部分，供读者练习或自测之用，题目由易到难、类型丰富。本书可供青年学生自学和中学教师参考。

前 言

高中物理课是一门比较难学的课程。为了帮助和指导学生学习好物理基础知识，掌握物理学研究方法，提高解决问题的能力，我们编写了这本《高中物理学习指导与例题分析》（以下简称《指导与分析》）。

《指导与分析》包括现行全日制高中物理教材甲种本和乙种本的全部内容。全书分第一、第二两册。第一册的内容是力学、热学；第二册的内容是电磁学、光学、原子和原子核物理。

《指导与分析》第二册共分十章，它们是：电场、稳恒电流、磁场、电磁感应、交流电、电磁振荡和电磁波、电子技术初步知识、光的反射和折射、光的本性、原子和原子核。

为了便于读者阅读和思考，每一章又分为“基础知识问答”、“典型例题分析”、“学习方法指导”、“自我检查练习”、“本章参考答案”等五部分。

“基础知识问答”采用问答的形式，对物理概念和规律进行系统地、扼要地叙述，力图做到既全面、系统，又简明、清楚，便于读者掌握知识的重点和知识的条理性。

“典型例题分析”包括填空、选择、证明、计算和实验等各种类型的例题。题目是经过精选后，按由浅入深的顺序排列，在加强基本概念、基本规律的分析与运用的基础

上，适当加入技巧性较强的题目和综合题。在例题解答中，着重分析物理过程，介绍怎样抓住过程的特点，找到解题的思路和关键。一个例题尽量应用多种方法求解，最后对解得的结果进行各种讨论和分析。

“学习方法指导”根据编者多年的教学经验，总结出每章最重要的学习方法。为了便于读者领会和掌握，关键之处举出简单实例加以说明。

“自我检查练习”供读者练习和自测之用。题目的安排顺序由易到难、循序渐近，题目类型丰富，内容紧密结合现行物理课本，为了加强横向联系增加了一部分综合题，使读者思路开阔。

“本章参考答案”仅供读者参考。

《指导与分析》一书的编者有(按姓氏笔划顺序排列)，安邦勋、刘千捷、李长庚、吴是辰、张溉、韩盛慈等同志，最后由吴是辰进行系统整理和修改。

由于我们水平有限，本书如有不妥之处，诚恳希望广大读者批评指正。

编 者

一九八六年十月

目 录

一	电场.....	(1)
二	稳恒电流.....	(35)
三	磁场.....	(77)
四	电磁感应.....	(111)
五	交流电.....	(144)
六	电磁振荡和电磁波.....	(159)
七	电子技术初步知识.....	(167)
八	光的反射和折射.....	(177)
九	光的本性.....	(197)
十	原子和原子核.....	(214)

一 电 场

基础知识问答

1. 什么是电荷守恒定律？

答：电荷守恒定律的内容是：电荷既不能创造，也不能被消灭，它只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分，在转移的过程中电荷的总量保持不变。

电荷守恒定律是人们从大量实验总结出来的规律，它是物理学中重要的基本定律之一。

根据电荷守恒定律，一个系统如果与外界没有电荷交换，则该系统电量的总和保持不变。因为自然界只有正电荷和负电荷两种，所以“电荷总量保持不变”是指电荷代数和保持不变。

2. 什么叫库仑定律？应用库仑定律时应注意哪些问题？

答：1785年法国物理学家库仑应用扭秤实验，总结出两个静止的电荷间相互作用力的定律。库仑定律是静电学的基础。

库仑定律的内容是：在真空中两个点电荷间的作用力跟它们电量的乘积成正比，跟它们之间的距离平方成反比，作用力的方向在它们的连线方向上。用公式可表示为：

$$F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$

应用库仑定律计算电荷之间相互作用力时，要注意以下几点。

(1) 要注意库仑定律的适用条件。库仑定律只适用于真空中点电荷之间的相互作用。当两个带电体间的距离远远大于它们自身的大小时，这两个带电体就可以看成点电荷。

如果在电介质中，点电荷的库仑定律则变为

$$F = \frac{kQ_1Q_2}{\epsilon r^2}$$

式中 ϵ 是介质的介电常数，真空的介电常数为 1，空气的介电常数略大于 1。电介质的介电常数大于 1，所以在电介质中两个点电荷间的作用力减小为它们在真空中的相互作用力的 $\frac{1}{\epsilon}$ 倍。

如果两个带电体不能看成点电荷，就不能应用库仑定律计算它们间的相互作用力。

(2) 选用不同单位制时，静电力恒量 k 的数值不同。在国际单位制中，静电力恒量 $k = 9 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2$ 。

(3) 在计算一条直线上三个点电荷间的相互作用时，可先不考虑电荷的正、负，而先计算出库仑力的大小，再由电荷的正、负判断力的方向，然后用力学方法求合力，以免发生错误。

3. 为什么说电场强度是描述电场性质的物理量，而与

检验电荷无关？

答：首先，根据电场强度的定义，“放入电场中某点的电荷（检验电荷）受到的电场力跟它的电量比值，叫做这一点的电场强度”，即

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

因此，电场强度的国际制单位是“牛/库”。由实验可知，检验电荷在电场中某点受到的电场力的大小，既跟该点的电场性质有关，又跟检验电荷的电量大小有关。但是，检验电荷在该点受到的电场力与其电量之比 $\frac{F}{q}$ ，却与检验电荷的电量大小无关，而只由该点场的性质决定。实际上，电场中某点的电场强度，其数值等于单位电量电荷在该点所受到的电场力，其方向为正电荷在该点受电场力的方向。

另一方面，我们规定检验电荷的电量必须足够小（相对地）。当检验电荷放入电场后，不引起原来电场的变化，这样电场中某点的比值 $\frac{F}{q}$ 才恒定不变而与检验电荷电量无关。

电场中某点的电场性质一方面与激发电场的场源电荷的大小、分布有关，另一方面与该点到场源的距离（或位置）有关。如果电荷放入电场中以后，影响了场源电荷的分布，电场就发生了变化，不再是我们放入电荷前所要研究的电场了。这样，空间某点电荷受到的电场力与其电量的比值 $\frac{F}{q}$ 就与检验电荷的电量的大小有关了，这样的电荷不能检验电场的性质，也不叫检验电荷。

电场强度定义中的电荷必须是检验电荷。

4. 点电荷的场强公式是怎样推导出来的?

答：点电荷的场强公式是根据电场强度的定义和点电荷的库仑定律得到的。

在真空中某一区域，有一场源电荷 Q 激发的电场，在距场源电荷（点电荷）任意远处，设想放一检验电荷 q ，则由电场强度定义有

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

又由真空中点电荷间库仑定律

$$F = k \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

所以，真空中点电荷的场强公式为

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

同理，介质中点电荷的场强公式为

$$E = k \frac{Q}{\epsilon r^2}$$

5. 电场力的功具有什么性质？电荷在电场中为什么具有电势能？

答：如图1-1所示，重力做功与匀强电场中电场力的功具有一个共同的性质，即重力的功和电场力的功都只由起始位置和终止位置决定，而与路径无关。这一性质可由下列计算证明：在图1-1(a)中，在重力作用下，沿直线 ab ，或沿 ac 、 cb ，或沿 ad 、 db 不同路径由 a 运动到 b ，重力所做的功均等于 mgh ，故重力的功与路径无关，只由初始和终点的位置决定。

在图1-1(b)中，在电场力作用下电荷 q 沿直线 ab ，

或沿 ac 、 cd ，或沿 ad 、 db 不同路径由 a 运动到 b 电场力做的功均等于 qEh ，故电场力的功也与路径无关，只由起点和终点的位置决定。

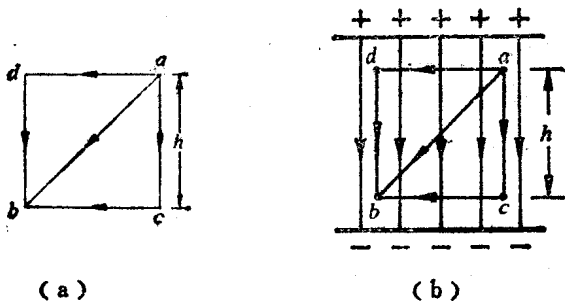


图 1-1

在图 1-1 (a) 中，物体在 a 点和在 b 点所具有的做功本领不同，所以物体在 a 点和 b 点具有的能量不同，这个能量叫重力势能。物体由 a 点到 b 点重力所做的功，正好等于物体在 a 、 b 两点的重力势能之差。

同样，在图 1-1 (b) 中，电荷 q 在电场中 a 点和 b 点所具有的做功本领不同，所以电荷在 a 点和 b 点具有的能量不同，这个能量叫电势能。电荷由 a 点到 b 点电场力所做的功，正好等于电荷在 a 、 b 两点具有的电势能之差。

与重力势能相同，在理解电势能时，必须注意以下几点：

(1) 电势能是电荷与电场相互作用的能量，是由电荷在电场中的位置决定的，因此电势能是电荷和电场所共有的。

(2) 因为电势能是相对的，必须规定电荷在某一位置

时电势能为零，电荷在其他位置的电势能才有确定的值。也就是说，电荷在电场中某点的电势能在数值上等于把电荷从这点移到电势能为零处电场力所做的功，即

$$W_{ac} = -(\varepsilon_c - \varepsilon_a)$$

上式中“-”号表示，电场力做正功，电势能减少；电场力做负功，电势能增加。当 $\varepsilon_a = 0$ 时，上式变为 $W_{ac} = \varepsilon_a$ 。

6. 空间某点电势为零，能不能说该点场强也一定为零？

答，不能。因为电场强度是描写电场的力的性质的物理量，电势是描述电场能的性质的物理量，它们是描述电场不同性质的物理量。

空间有没有电场，主要看电荷在此空间区域内是否受到电场力的作用，也就是空间各点的电场强度是否为零。因此，空间某点电势为零，不能说该点一定没有电场，也不能说该点的电场强度一定为零。比如，两等量异号点电荷连线中点处，电势为零，场强并不为零。

那么，空间某点的电势为零说明什么问题呢？这先要看电势是如何定义的。电荷在电场中某点所具有的电势能与电荷电量之比，叫做电场中该点的电势，即

$$U = \frac{\varepsilon}{q}$$

在国际单位制中，电势的单位是 1 伏特 = 1 焦耳 / 库仑。

因为电势能是相对的，所以电势也是相对的，电势能为零的标准点也是电势为零的标准点，反之也成立。

空间某点的电势为零，电场中的其他点虽然电势的数

值不同，但任意两点之间的电势差与零点的选取无关，由于电场力做功与电势能的变化相等，因此不影响问题的讨论结果。

在理论研究中，通常选取无限远处的电势为零。在实际应用中，通常选取地球的电势为零。

7. 电力线和等势面是怎样规定的？怎样用电力线和等势面描述静电场的性质？

答：一族曲线，曲线上每一点的切线方向都跟该点的场强方向一致，这些曲线叫电力线。

电场中电势相等的点构成的面叫等势面。

应用电力线和等势面的性质就能描述电场的分布。

电力线的性质是：① 电力线从正电荷出发，终止于负电荷；② 沿电力线方向电势不断减小。

在应用电力线描述电场时，电力线密集的地方电场强度大，电力线稀疏的地方电场强度小。

等势面的性质是：① 在同一等势面内任何两点间移动电荷，电场力不做功；② 等势面一定跟电力线垂直。

应用电力线和等势面，可以形象、简便地描述电场的分布。

8. 导体达到静电平衡的基本条件是什么？导体达到静电平衡时有哪些基本性质？

答：导体达到静电平衡时的基本条件是导体内部场强为零。导体达到静电平衡时的基本性质有：① 导体是等势体，导体表面是等势面；② 导体所带的电荷分布在导体外表面上；③ 导体表面外附近一点的场强垂直于导体表面。

9. 如何应用电势差计算电场力做的功?

答: 在电场中任意两点间移动电荷时, 电场力做的功 W 等于电量 q 和这两点间电势差的乘积? 即

$$W_{AB} = qU_{AB}$$

上式中 W_{AB} 为把电荷 q 从电场中 A 点移到 B 点, 电场力所做的功; q 为被移动电荷的电量, U_{AB} 为 A 、 B 两点间的电势差 ($U_A - U_B$)。上式在非匀强场中也成立。

10. 在匀强电场中, 电势差和电场强度有什么关系?

答: 在匀强电场中的两点间移动电荷时, 电场力的功为 $W = qEd$ (d 为两点间沿电力线方向的距离)。

电场力的功还可以表示为 $W = qU$, 所以

$$U = Ed$$

也就是说, 在匀强电场中, 沿场强方向两点间的电势差等于场强和这两点间距离的乘积

上式也可以写成 $E = \frac{U}{d}$, 这可以说明, 在匀强电场中,

场强在数值上等于沿场强方向每单位距离上的电势差。在解决非匀强电场的问题时, 可以把空间分成无限多段 (沿电力线方向), 每小段可以近似看成匀强电场, 应用公式 $E = \frac{U}{d}$

来计算。

由此可以看出, 电场强度的另一个单位是“伏特/米”, 它与“牛/库”是相等的, 而且都是国际单位制中场强的单位。

电场强度的方向总是指向电势降落陡度最大的方向。

11. 什么叫电容器? 平行板电容器的电容是如何定义

的？电容器的电容大小决定于哪些因素？

答：两个彼此绝缘又互相靠近的导体就组成电容器。例如两个平行的金属板彼此靠近时，就组成一个平行板电容器。

我们把电容器所带的电量跟它的两极间的电势差的比值，定义为该电容器的电容：

$$C = \frac{Q}{U}$$

在国际单位制中，电容的单位是法拉（F）。

1 法拉 = 1 库仑/伏特

实际上人们常用的电容单位是微法（ μF ）和皮法（ pF ）：

1 法拉 = 10^6 微法 = 10^{12} 皮法

由实验可知，平行板电容器的电容跟两板间介质的介电常数成正比，跟两板间正对面积成正比，跟两板间的距离成反比，即

$$C = \frac{ES}{4\pi kd}$$

式中 k 为静电力恒量。

典型例题分析

例1 在不带电的半径为 R 的导体球附近一点 A 处，从无限远处移来一点电荷，点电荷的电量为 q ，若 A 点到球心 O 的距离为 r （如图 1-2 所示），当达到静电平衡后，导体球上的感应电荷在球心 O 处产生的场强的大小等于 _____，其方向 _____。

分析：当电量为 q 的点电荷从无限远移至 A 点时，导体

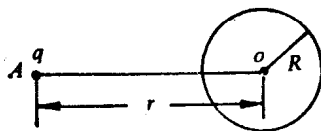


图 1-2

球上靠近 A 点的一端表面上将出现感应负电荷，离 A 点较远的一端表面将出现感应正电荷。导体球上感应正电荷与感应负电荷的代数和保持为零，导体球仍不带电。根据导体静电平衡的基本条件，导体达到静电平衡时，导体内部各点场强均为零，所以球心 O 点的场强为零。

O 点的场强是由点电荷 q 与正、负感应电荷共同激发的，由场的叠加原理可有

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 + \mathbf{E}_{\text{感}} = 0$$

所以导体球上正、负感应电荷在 O 点激发的场强 $\mathbf{E}_{\text{感}}$ 与点电荷 q 在 O 点的场强等大而反向。

由点电荷场强公式可知

$$E_0 = k \frac{q}{r^2}$$

方向沿 A 点指向 O 点。由此可得出感应电荷激发的场强。

答： $k \frac{q}{r^2}$ ， 沿 OA 指向 A 点。

注意，场的叠加原理是空间同时存在几个电荷时，总场强等于各电荷在同一点产生的场强的矢量和。