

大学物理自学丛书

郭士堃主编

电磁学题解

陈其瑞 杨慕贤 刘光玉 编著

$$w = \frac{1}{2} \epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu H^2$$

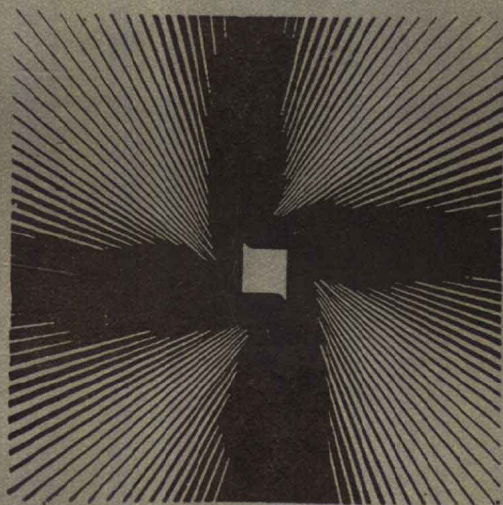


四川教育出版社

0441-44
8

44
大学物理自学丛书

电磁学题解



四川教育出版社

060523

责任编辑：陈卫平

封面设计：何一兵

版面设计：赖叔春

电 磁 学 题 解

四川教育出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

内江新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米

1/32

印张 7.5

字数156千

1987年4月第一版

1987年4月第一次印刷

印数：

1—2,700册

书号：7344·372

定价：1.62元

序 言

《大学物理自学丛书》是根据全国自学考试普通物理教学大纲编写的，可作为参加高等教育普通物理自学考试的广大青年的学习参考书，它有无师自通的特点，有的分册曾作为四川大学的夜大学讲义使用过。

本丛书共八册，依次为：《力学》、《热学与分子物理（包括题解）》、《电磁学》、《光学（包括题解）》、《原子物理（包括题解）》、《微积分基础（包括习题及答案）》、《力学题解》、《电磁学题解》。凡具备高中文化程度的青年，只要认真阅读本丛书，并完成一定数量的作业，就能达到理科物理专业对普通物理的基本要求，获得通过普通物理单科考试的能力。

担任编写工作的同志都是在川大主讲有关课程多年、富有教学经验的教师。

本丛书有以下几个特点：

第一，内容简练。本丛书突出基本概念、基本理论、基本技能，以学以致用为原则，其行文简明准确，深入浅出，从中学物理起步，将大学普通物理的主要部分讲得详细透彻；并注意介绍最新成就，凡属可讲可不讲的内容，一般不选入。

第二，自带工具。物理分册的思考题、习题都有解答；所需要的数学知识都在《微积分基础》一书中讲到，读者无需它求，《微积分基础》例题多，实用性强，可收事半功倍的效果，因其是按数学系统编写的，先后次序不可能与物理的需要一致，故读者应根据各人的具体情况进行阅读。

第三，例题猜解，为了培养读者的解题能力，本丛书所选例题较多，对求解某些典型问题的方法和步骤也作了原则性的概括，以便使读者有法可循。

第四，便于自学，本丛书全部采用国际单位制（SI制），每分册中附有常用单位的国际符号与中文符号对照表，以便检索。在结构上，每章均按前言、正文、小结、思考题安排。前言中扼要指出学习该章的目的和要求，便于自学后进行总结和检查。

尽管编写组的同志在主观上作了很大努力，但限于业务水平和时间关系，缺点和错误在所难免，恳切欢迎读者批评指正，以便得到改进。

郭士筵

一九八五年于四川大学物理系

致 读 者

本书是配合大学物理自学丛书《电磁学》分册而编写的，目的在于帮助读者巩固和加深理解电磁学的基本概念；掌握基本原理和定律的运用；提高分析问题和解题能力。为此，编者根据多年教学实践，紧密结合大学物理自学丛书《电磁学》分册的基本内容和大纲要求，精选一定数量、具有典型性和代表性的思考题和习题，其中既有巩固基本概念、基本知识的题，也有少量有一定深度与难度的题。

本书共有思考题130道，习题210题，并全部给出参考解答。对于思考题，其解答简明扼要，并力求抓住要点，以期打开读者思路，进行更多更深的联想；习题解答，不作详尽的数学推演而着重题意分析，突出解题思路，并注意解题后的讨论，以期读者解一题能领悟一题的意义，做到举一反三。

学习《电磁学》分册的同时，完成一定数量的作业——思考题和习题是必不可少的学习环节，建议读者在学习每一章、节后，选择约占三分之二的思考题和习题独立进行解答，然后再与书中解答对照比较，以达到自学的目的。

陈其瑞 刘光玉 杨慕贤

一九八五年六月

目 录

思 考 题

第一章	真空中的静电场	1
第二章	静电场中的导体和电介质	4
第三章	稳恒电流	7
第四章	稳恒磁场	10
第五章	磁介质	14
第六章	电磁感应和暂态过程	15
第七章	交流电	19
第八章	电磁场理论基础和电磁波	20

习 题

第一章	真空中的静电场	22
第二章	静电场中的导体和电介质	30
第三章	稳恒电流	34
第四章	稳恒磁场	40
第五章	磁介质	46

第六章	电磁感应和暂态过程·····	49
第七章	交流电·····	57

思考题解答

第一章	真空中的静电场·····	63
第二章	静电场中的导体和电介质·····	70
第三章	稳恒电流·····	75
第四章	稳恒磁场·····	82
第五章	磁介质·····	89
第六章	电磁感应和暂态过程·····	91
第七章	交流电·····	96
第八章	电磁场理论基础和电磁波·····	101

习题解答

第一章	真空中的静电场·····	105
第二章	静电场中的导体和电介质·····	128
第三章	稳恒电流·····	145
第四章	稳恒磁场·····	159
第五章	磁介质·····	180
第六章	电磁感应和暂态过程·····	188
第七章	交流电·····	209

思 考 题

第一章 真空中的静电场

1-1 怎样辨别一个物体是否带电？又如何检验它带的电是正电还是负电？

1-2 试从物质的电结构出发，解释相互摩擦后的二物体何以会带等量异号的电荷？

1-3 在什么条件下，电荷连续分布的假设才不会导致显著的误差？

1-4 两个带有等量同号电荷的形状相同的小球 1 和 2，相互间作用力为 F 。它们之间的距离远大于小球本身的直径。现在用一个带有绝缘柄的不带电的相同金属小球 3 去和小球 1 接触，再和小球 2 接触，然后移去。这样，小球 1 和 2 之间作用力变为多少？

1-5 两个电量不相等的点电荷相互作用时，是否电量大的受力大，电量小的受力小？试说明理由。

1-6 一电荷施库仑力于另一电荷，当有其它电荷移近时，原库仑力是否改变？

1-7 一半圆环上均匀分布着正电荷。试根据电荷分布的对称性，判定位于环心上的点电荷所受库仑力的方向。

1-8 判断下列说法哪一种正确,并说明理由。

(1) 场中某一点的场强方向就是将点电荷置于该点时所受电场力的方向。

(2) 场强方向可由 $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$ 确定,其中 q 可正可负。

1-9 在电场中某点,如果没有试验电荷存在,可否说该点的电场强度就不存在?

1-10 库仑定律的表达式 $\mathbf{F} = qq'\hat{\mathbf{r}}/4\pi\epsilon_0 r^2$ 可以改写成 $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$, 其中 $\mathbf{E} = q'\hat{\mathbf{r}}/4\pi\epsilon_0 r^2$ 。试问:前式与后式在物理实质上有何不同?

1-11 在何种特殊情况下,带电质点才沿电力线运动?

1-12 一个点电荷 q 放在球形高斯面的中心处,试问在下列三种情况下,穿过这高斯面的电通量是否改变?

(1) 如果有第二个点电荷放在高斯面外附近;

(2) 如果有第二个点电荷放在高斯面内;

(3) 如果将原来的点电荷移离了高斯面的球心,但仍在高斯面内。

1-13 在高斯定理 $\epsilon_0 \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \sum q_i$ 中, $\mathbf{E}$ 是否在任何情况下都仅由高斯面内的电荷所产生?

1-14 在求均匀无限大带电平面的场强时,我们曾选侧面与带电面垂直,两底面与带电面平行,且对于带电面是对称的封闭柱面为高斯面。请说明:

(1) 为什么柱体的两底要对于带电面对称?不对称行不行?

(2) 柱体底面是否必须是圆的?面积多大才合适?

(3) 为了求距带电面 x 处的场强,柱面应取多长?

1-15 请定性说明无限大均匀带电平面的电场为何是均

匀的。

1-16 有一带电球体，已知其电荷是球对称分布的。试问下列两种情况中，这球的表面上的 E 是否大于球内各点的 E ？

(1) 电荷体密度是均匀的；

(2) 电荷体密度是与到球心的距离 r 成反比的。

1-17 试说明无论是正电荷还是负电荷，单在电场力作用下移动时，其电位能总是趋于减少。

1-18 $\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$ 表示静电场具有什么性质？ $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \neq 0$ ，能否对电场引入电位的概念？

1-19 电场中两点电位的高低是否与试验电荷的正负有关？电位差的数值是否与试验电荷的电量有关？

1-20 试证明电力线上各点的电位总是沿电力线方向不断降低的。

1-21 试举例回答下列各问：

(1) 场强大处，电位是否一定高？电位高处，是否场强一定大？

(2) 场强为零的点，电位是否一定为零？电位为零的点，场强是否一定为零？

(3) 带正电的物体的电位是否一定是正的？电位等于零的物体是否一定不带电？

1-22 怎样由已知的等位面分布图，绘出该电场的电力线分布图？

1-23 在电场中没有电荷存在且电场强度不为零的地方，电力线能否相交？能否相切？不同的等位面能否相交或相切？

1-24 试由静电场的性质出发，导出下述结果：

(1) 若电力线为直线且相互平行，则电场强度大小必处处相等。

(2) 若电力线是许多同心的圆弧，则电场强度反比于弧的半径。

1-25 将电矩为 $\mathbf{P}$ 的电偶极子置于均匀电场中。若使 $\mathbf{P}$ 顺着 $\mathbf{E}$ 放置，其平衡是稳定的还是不稳定的？若使 $\mathbf{P}$ 与 $\mathbf{E}$ 指向相反，其平衡性质又如何？

第二章 静电场中的导体 和电介质

2-1 试从能量守恒的观点说明，物体置于静电场中最终必处于静电平衡状态。

2-2 将导体放在由点电荷 q 所产生的电场中。试问：在导体上感应出的正电荷或负电荷在量值上是否一定与 q 相等？

2-3 将一带电导体接地后，其上是否会有电荷？为什么？分别就此导体附近有无其它带电体的不同情况讨论。

2-4 有一个绝缘的其上开有小孔的导体壳，先使其带电 $-Q$ ，再通过小孔放入一用丝线悬挂的带电量为 $+Q$ 的小球。试指出在下列三种情况下，导体壳内外表面上带电多少（忽略小孔的任何效应）？

(1) 小球与内表面不接触；

(2) 小球与内表面接触；

(3) 小球与内表面不接触,但用手摸一下导体壳的外表面,然后再把小球移出壳外。

2-5 你有什么办法能保证空间某一区域之电位为常数?

2-6 把一个带电体移近一个导体壳,带电体单独在导体空腔内产生的电场是否等于零?静电屏蔽效应是怎样体现的?

2-7 在一不带电的导体球层的空腔中心有一带正电的小球,试说明:

(1) 在什么地方有电场存在?

(2) 当小球在空腔中移动但不与球层接触时,空腔中、球层中和球层外的电场是否改变?

(3) 当小球不动,如果把另一带电体移近球层时,各部分的电场是否改变?

2-8 无限大均匀带电平面两侧的场强为 $E = \sigma_e / 2\epsilon_0$ 。这公式对于靠近有限大小带电面的地方也适用,这就是说,导体表面元 ΔS 上的电荷在紧靠它的地方所产生的场强也应是 $\sigma_e / 2\epsilon_0$,然而,它比导体表面附近的场强 $E = \sigma_e / \epsilon_0$ 小一半,这是为什么?

2-9 电介质的极化现象与导体的静电感应现象的微观过程和宏观表现有何不同?

2-10 试述 ϵ_0 、 ϵ_r 、 ϵ 三个常数有何联系与区别?

2-11 试述 E 、 P 、 D 三个物理量的联系与区别。

2-12 在一点电荷产生的电场中,放一块对点电荷所在处不对称的电介质。若以点电荷为球心作一球形闭合面,试问:高斯定理对此闭合面能否成立?又能否用以求出此封闭

面上各点的场强？

2-13 有人说，电容器不带电时其电容为零。这种说法对不对？为什么？

2-14 在空气平板电容器两极板之间，先后分别放入电介质板与金属板，设两板的厚度都为极板间距离的一半，问它们对电容的影响是否相同？

2-15 将平板电容器接在电源上以维持其极板间电压不变，这时若用相对介电常数为 ϵ_r 的电介质将电容器充满，极板上的电量为原来的多少倍？场强为原来的多少倍？若充电后切断电源，然后再充满电介质，情况又如何？

2-16 电容器储能公式既可写为 $W = q^2/2C$ ，又可写为 $W = CV^2/2$ 。前者说明能量与电容成反比，后者又说明能量与电容成正比，这是否是矛盾的？

2-17 将平板电容器接在电源上充电后即将电源断开，然后将两极板互相移近，问在此过程中外力做正功还是负功？电容器储能增加还是减少？若充电后不切断电源，情况又怎样？能量是否守恒？

2-18 用电源将平板电容器充电后即切断电源，然后插入一块电介质板。问在此过程中电容器储能增加还是减少？介质板受到什么方向的力？外力做正功还是负功？如果充电后不切断电源，情况又怎样？能量是否守恒？

2-19 把电容分别为 C_1 和 C_2 的两个电容器串联后进行充电，然后断开电源，把它们改成并联，问它们的能量是增加还是减少？为什么？

2-20 真空中均匀带电的球体和球面，如果它们的半径和总电量都相等，试比较它们静电能的大小。

第三章 稳恒电流

3-1 (1)两根横截面积不同、材料相同的金属棒，
(2)两根横截面相等、材料不同的金属棒，相互串联在一起。如果在棒的两端加上恒定电压，比较在两种情况下两截导体内的电流强度、电流密度和电场强度的异同。如果二金属棒的两截导体长度相等，其端电压是否也相等？

3-2 一铜线的表面涂以银层，两端加上电压后，铜线与银层中的电流强度、电流密度与电场强度是否相同？已知铜的电阻率比银的电阻率大。

3-3 根据原子的经典模型，原子中的电子绕着原子核公转，设电子的公转角速度高达 10^{15} 弧度/秒的数量级。问电子的这种运动可否视为圆电流？

3-4 由于热运动而引起的金属中自由电子之间的相互碰撞，对于产生导体的电阻有无影响？

3-5 若某类导体中有正、负两种电荷参与导电，那么这类导体中的电流密度表达式是怎样的？

3-6 两个灯泡，一个60瓦，另一个40瓦。分别串联或并联后再接入市电上，问哪个灯泡功率较大？

3-7 灯丝断后的灯泡，若将灯丝重新搭上，为什么灯泡比原来更亮些？但一般用不了多久便坏了，要怎样搭才能使搭后的灯泡用得较久些？

3-8 丹聂尔电池的两块电极板与溶液之间的电位跃

变，是否也是接触电位差？

3-9 判断下列说法是否正确，并说明理由。

(1) 沿着电流的方向，电位必降低。

(2) 支路两端电压为零，支路中电流必为零。

(3) 支路电流为零时，支路两端电压必为零。

(4) 电路中当非静电力作了负功，则一定有电能转换成非静电能。

3-10 电流的稳恒条件是什么？为什么稳恒电流必须是闭合电流？

3-11 如图 1 所示，用安培计与伏特计来测量电阻时，若直接以两表读数相除的所得值来表示电阻值，有什么误差？如果伏特计的内阻很大而安培计的内阻又比较小，对于测量一个阻值较大的电阻，采用图中哪个电路较好？

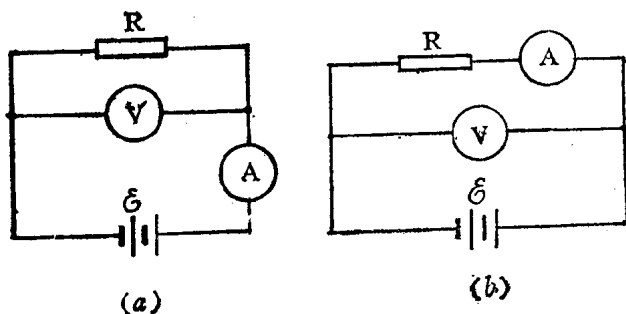


图 1

3-12 用小木梳同羊毛摩擦能产生高达 10^4 伏特的电位差，普通市电的电压约为 220 伏特。为什么人体与前者接触并无危险，而与后者接触，却有生命危险？

3-13 为什么不能用伏特计来测量电源的电动势，而必

须采用电位差计来测量？

3-14 将图2所示的惠斯登电桥调节平衡后，将其中的电源与检流计 G 相互交换位置。问电路是否仍为惠斯登电桥？检流计 G 中的电流为何？

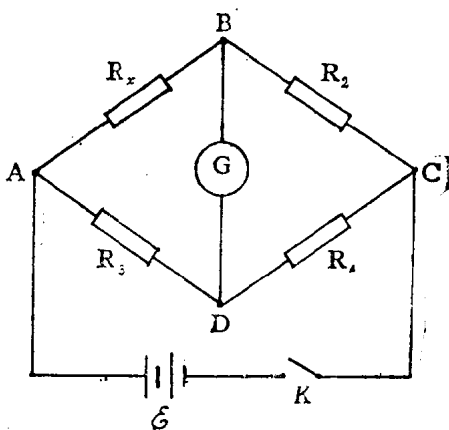


图 2

3-15 如图3所示的电路，当开关 K_2 闭合后，伏特计与安培计的读数如何变化？若开关 K_1 也闭合，二者的读数又如何变化？

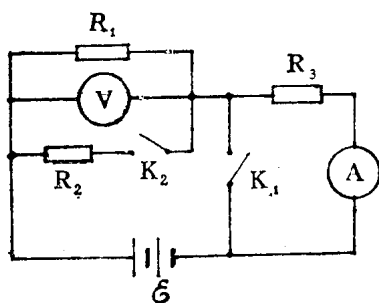


图 3

3-16 电动势与电位差有什么区别？电源的电动势方向如何确定？为什么说电源是一种能量转换器？

3-17 干电池的内阻随它的出厂时间逐渐增大，即使放着不用，也是如此；然而它的电动势却很稳定，保持在1.5伏左右。试设想一种测量干电池内阻的办法。

3-18 测量表明，大气上层的电离层（是一导体）与地球（也是导体）之间存在大约40万伏的电位差（电离层的电位高）。若将电离层与地球设想成一个大球形电容器的两