

电动力学题解

往年考试例题与解答¹

王大可² 小锡³

July 10, 2018

¹ 吉林大学物理学院电动力学课程

² [www.example.com](#)

³ [www.example.com](#)

王大可与小锡拥有版权 ©2018。保留所有权力。



本作品采用知识共享署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0 国际许可协议进行许可。要查看该许可协议，可访问

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> 或者写信到 Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA。

献给可爱的学妹们

目录

1	往年试题	3
1.1	电磁现象的基本规律	3
1.2	静电场	4

前言

本书作为吉林大学物理学院电动力学课程的历年试题解答，力求详细，准确且便于理解的给出习题答案。本书主要基于吉大物院电动力学课本，此外非常推荐去看郭硕鸿先生以及格里菲斯先生的电动力学教材。

1

往年试题

“And God said

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\end{aligned}$$

and there was light ”

– Genesis 1:3

1.1 电磁现象的基本规律

对应电动力学课本第二章，占分 20 分左右。

习题 1.1.1 写出电磁现象的基本规律，其中包括真空中的 *Maxwell* 方程组，电荷守恒定律，洛伦兹力公式，介质的电磁性质方程及电磁场的边界条件。

习题 1.1.2 从毕奥-萨伐尔定律出发推导出磁场的散度。

习题 1.1.3 从基本的麦克斯韦 (*Maxwell*) 方程组出发，推出静电场的基本方程和边界条件。(需说明静电场的特殊条件，引入电势，将静电场的方程和边界条件用电势来表示)

习题 1.1.4 证明：通过任意闭合曲面的自由电流和位移电流的总量为零。

习题 1.1.5 一长直导线半径为 a ，电导率为 σ ，导线中的电流强度为 I ，设导线表面带有正电荷，计算导体表面外侧的能流密度矢量，并证明单位时间内流入长为 L 的一段导体的能量，恰好是 L 长导线的焦耳热损耗。

习题 1.1.6 叙述法拉第电磁感应定律与楞次定律；由法拉第定律推出变化磁场产生的电场的旋度；麦克斯韦对变化磁场产生的电场的散度做了什么假定？导出电荷产生的电场和变化磁场产生的电场的总电场的散度和旋度。

习题 1.1.7 1. 从库仑定律可以推出高斯定理，从高斯定理是否可以推出库仑定律？2. 从毕奥-萨伐尔定律可以推出安培环路定理，安培环路定理是否能代替毕奥-萨伐尔定律？

习题 1.1.8 推出磁化电流密度与磁化强度之间的关系，并需画图说明。

习题 1.1.9 推出束缚电荷密度与极化强度之间的关系，并需画图以及严谨的说明。

习题 1.1.10 静电场，稳定电磁场，电偶极子的电磁场以及电磁波传播的求解问题是普遍的麦克斯韦方程组在特定物理条件下的求解问题。分别写出这些物理条件。

习题 1.1.11 (1) 说明什么是电磁感应现象。(2) 陈述法拉第电磁感应定律和楞次定律，并结合这两个定律给出统一的数学表达式。(3) 指出动生电动势和感生电动势的区别。(4) 推出变化磁场引起的电场的旋度。(5) 关于变化磁场引起的电场的散度，麦克斯韦做了什么假定。

习题 1.1.12 从麦克斯韦 (Maxwell) 方程组的积分形式推出磁场强度的边界条件。

习题 1.1.13 已知束缚电荷密度与极化强度的关系为，极化电流密度为，磁化电流密度与磁化强度的关系为。从真空中的麦克斯韦方程组出发引入电位移矢量和磁场强度推出介质中的麦克斯韦方程组。

习题 1.1.14 从库仑定律可以推出静电场的散度和旋度，那么从法拉第电磁感应定律能否推出变化磁场引起的电场的散度和旋度？为什么？

1.2 静电场

对应课本第三章，占分 20 分左右

习题 1.2.1 有一半径为 a 的导体球，原先不带电，在球外离球心为 d 处放一点电荷 q ，设导体球接地，用电像法求空间电势，球面上感应电荷密度。(要求写清楚电像法的步骤)

习题 1.2.2 在均匀外电场 E_0 中置入半径为 R_0 的导体球，导体球上带总电荷 Q ，试用分离变数法求导体球外的电势。

习题 1.2.3 平行板电容器的平板间相距为 d ，两极间加直流电压 V ，下板电势高。在下板内侧面上有一很小的半球突起，球半径为 a ($a \ll d$)，求电容器内的电场和半球上的电荷密度。

习题 1.2.4 有一半径为 a 的导体球，原先不带电，在球外离球心为 d 处放一点电荷 q ，设导体球接地，用电像法求空间电势，球面上感应电荷密度。(要求写清楚电像法的步骤)

习题 1.2.5 如图所示的 $x>0$ 与 $x<0$ 区域充满两种均匀介质，介电常数为 ϵ_1 与 ϵ_2 ，在 x 轴上的 d 处有点电荷 q ，用电像法求空间电势。

习题 1.2.6 求真空中带电导体球的静电能量。

习题 1.2.7 有一半径为 a ，介电常数为 ϵ 的无限长电介质圆柱，柱轴沿 e_z 方向，沿 e_x 方向外加一均匀电场 E_0 ，求空间电势分布。

习题 1.2.8 一平行板电容器，板长为 l ，宽为 b ，板间距离 d ，如图所示，从板的左部插入一块介质，其介电常数为 ϵ ，插入深度为 x ，介质和平板之间无空隙，求介质板上受的力。略去平板电容器的边缘效应，两板间保持电位差为 V 。

习题 1.2.9 如图所示，一半径为 a 的均匀介质球，介电常数为 ϵ_1 ，介质球内带均匀自由电荷，电荷密度为 ρ ，介质球沉浸在介电常数为 ϵ_2 的无限大均匀介质中，在 z 方向加一均匀电场 E_0 ，求球内外的电势。

习题 1.2.10 有一均匀带电的回转椭球体，回转半径为 a ，轴半径长为 c ，总电量为 q ，计算其电偶极矩、电四极矩以及远处的电势。

习题 1.2.11 利用格林函数方法来证明静电势的均值定理，即在无电荷的空间中的任一点的电势，等于以该点为球心任一球面上的电势的平均值。