

电动力学题解

(第二版)

林璇英 张之翔 编著



科学出版社

www.sciencep.com

Solved Problems in Electrodynamics

second edition

by
Lin Xuanying and Zhang Zhixiang

Science Press
Beijing

内 容 简 介

本书与目前的教学大纲密切配合,共分电磁现象的普遍规律、静电场和静磁场、电磁波的传播、电磁波的辐射、狭义相对论、带电粒子与电磁场的相互作用等六章.在题解中,本书既注重物理上的分析,也注意数学演算,有些题还给出了多种解法,并加以讨论.本书还收入了国内硕士、博士研究生入学试题和1979~1988年间李政道教授主持的中国赴美物理研究生考试(CUSPEA)的有关试题.

相比于第一版,本版除了对一些题目和解答做了增删修改外,还增加了一些题.所增加的部分主要为电动力学基本内容的题,除少数自编外,大部分改编自电动力学的世界名著的例题和习题.

本书可作为理工科以及师范院校的师生学习电动力学课程以及报考相关专业研究生的辅导用书.

图书在版编目(CIP)数据

电动力学题解/林璇英,张之翔编著. —2版. —北京:科学出版社,2007
ISBN 978-7-03-015594-8

I. 电… II. ①林…②张… III. 电动力学-解题 IV. O442-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 051022 号

责任编辑:吕 盛 姚庆爽 张邦固 / 责任校对:刘小梅
责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1999年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007年6月第 二 版 印张:40

2007年6月第一次印刷 字数:757 000

印数:18 001—21 500

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<明辉>)

第二版序

本书第二版除对第一版中的一些题目和解答作了增删修改外,还增加了 85 道题,全书共计有 333 道习题和解答. 所增加的题主要是电动力学基本内容方面的题,只有少数较难的题或需要较多数学知识的题,后者可供有特殊兴趣的读者参考. 增加的 85 道题目中,除少数是我们自己编写的以外,大部分取自电动力学的一些世界名著,其中约有一半取自 J. D. 杰克逊的《经典电动力学》中的习题,还有些分别取自 W. R. 斯迈思的《静电学和电动力学》,J. A. 斯特莱顿的《电磁理论》,Л. Л. 朗道和 E. M. 栗弗席兹的《场论》和《连续媒质电动力学》,B. B. 巴蒂金等的《电动力学习题集》等书. 所有取来的题目我们都作了不同程度的增删修改,以便适合我国的教学情况. 至于解答,则都是我们自己编写的. 由于我们水平有限,不妥或错误之处,自知不免,我们热忱地欢迎读者指教.

北京大学吴崇试教授从数学物理方程的角度,对本书第一版第二章中一些题的解答提出过宝贵意见,我们谨在此向他表示深切的谢意.

编著者

2004 年 10 月

第一版序

电动力学是研究电磁场的基本性质、运动规律以及它与物质相互作用的一门学科。由于它的重要性,目前我国高等学校理科、工科和师范院校等的物理类专业,都开设了电动力学课,而且是一门重要的基础理论课。为了配合这门课,国内出版了多种电动力学教材供选用。但作为这门课程参考书的电动力学题解,却很少出版。我们有鉴于此,在多年教学经验的基础上,编写了这本《电动力学题解》。为了与目前的教学大纲密切配合,我们按电磁现象的普遍规律、静电场和静磁场、电磁波的传播、电磁波的辐射、狭义相对论、带电粒子与电磁场的相互作用等六章内容,编写了 246 道习题和解答;其中有基本题、典型题、较难的题和联系实际的题。在题解中,既注重物理上的分析,也注意数学演算。有不少题还给出了不同解法,甚至几种解法;并在一些题解后附加讨论,以阐明有关的方方面面。

我们希望,本书不仅对学生学习电动力学有用,而且对他们考研究生也有用。所以在编写习题时,除了注重电动力学基础方面的习题外,也收入了一些国内硕士、博士研究生的入学试题,而且还收入了 1979~1988 年间李政道教授主持的中国赴美物理研究生考试(CUSPEA)的有关试题(共 24 题)。此外,我们还希望本书能为初教动力学的教师提供一些参考资料,所以在许多题解里,将我们多年的教学经验和心得体会都写了进去。

为了方便读者,我们在书前面的目录里,写出了每个习题的标题;书后的附录给出了所需的数学知识,并列出了一些基本物理常数。

本书编写完时,恰逢北京大学一百周年校庆。它作为我们在北京大学和汕头大学多年辛勤教学工作的一点成果,能作为北大一百年来各方面成就的汪洋大海中的涓滴,使我们感到欣慰。

汕头大学林揆训教授和王可达副教授参加了本书的部分工作。

由于我们的学识所限,不免会有不妥和错误之处,欢迎读者指教。

编著者

1998 年 5 月 4 日

目 录

第二版序

第一版序

第一章 电磁现象的普遍规律	1
1.1 推导梯度、散度和旋度的表达式	1
1.2 推导 $\nabla^2 \varphi$ 的表达式	2
1.3 证明 $\nabla^2(uv) = v\nabla^2 u + u\nabla^2 v + 2(\nabla u) \cdot (\nabla v)$	2
1.4 求 $\nabla^2 F[u(r)]$	3
1.5 证明三个公式: $\nabla(f \cdot g), \nabla \cdot (f \times g)$ 和 $\nabla \times (f \times g)$	4
1.6 证明 $\nabla \times (\nabla \times f) = \nabla(\nabla \cdot f) - \nabla^2 f$	8
1.7 证明 $\int_V dV \nabla \times f = \oint_S dS \times f$	9
1.8 证明 $\int_S dS \times \nabla \varphi = \oint_L \varphi dl$	9
1.9 证明 $\oint_L (a \times r) \cdot dl = 2 \int_S a \cdot dS$	10
1.10 错用斯托克斯公式	10
1.11 用 δ 函数表示电荷量密度	10
1.12 求 δ 函数表示电偶极矩的电荷量密度	13
1.13 证明 $\frac{dp}{dt} = \int_V j(r', t) dV'$	14
1.14 证明 $\nabla \times \left(\frac{m \times r}{r^3} \right) = -\nabla \left(\frac{m \cdot r}{r^3} \right)$	15
1.15 求 $\varphi = a \cdot r$ 的 E 和 $A = b \times r$ 的 B	17
1.16 均匀磁场的矢势	17
1.17 张量与矢量的点乘	19
1.18 证明 $\nabla \cdot S + \frac{\partial w}{\partial t} = 0$ 及 ϵ 为对称张量	20
1.19 证明 $\nabla \cdot T = \epsilon_0 [E \times (\nabla \times E) - E(\nabla \cdot E)]$	22
1.20 圆柱电容器(CUSPEA 题)	24

1.21	导电介质内的电荷量密度	25
1.22	由麦克斯韦方程组导出电荷守恒定律	25
1.23	证明 $\rho_p = \left(\frac{\epsilon_0}{\epsilon} - 1\right)\rho$	26
1.24	平行板电容器(CUSPEA 题)	26
1.25	磁单极(CUSPEA 题)	28
1.26	有磁单极子时的麦克斯韦方程组	30
1.27	带有电荷和磁荷的粒子(CUSPEA 题)	31
1.28	盖革计数器(CUSPEA 题)	37
1.29	证明格林倒易定理	39
1.30	应用格林倒易定理的例子	42
1.31	电荷在导体上静电平衡时电场能量最小	43
1.32	电流在导体内按欧姆定律分布时焦耳热最小	45
1.33	引入不带电导体时电场能量减少	47
1.34	引入不同介质时电场能量的变化	48
1.35	电荷仅受静电力不能达到稳定平衡	51
1.36	电偶极子在外电场中受的力	51
1.37	电偶极子在外电场中受的力矩	51
1.38	两电偶极子间的电势能和作用力	52
1.39	用麦克斯韦应力张量计算两电荷间的力	56
1.40	带电粒子在静电场中的运动	59
1.41	电子在 $\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$ 的场中运动的轨迹	59
1.42	电子在 $\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$ 的场中运动	61
1.43	电力线与介质交界面的夹角	62
1.44	电流密度 $\mathbf{J}$ 的边值关系	64
1.45	$\mathbf{E}$ 穿过电偶极层时连续	64
1.46	进入载流导线的 $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$	64
1.47	平行板电容器充放电时的 $\mathbf{S}$	65
1.48	载流螺线管电流变化时的 $\mathbf{S}$	66
1.49	同轴电缆传输的功率	68
1.50	δ 函数的电荷所产生的电势	69
1.51	电偶极子的 φ 和 $\mathbf{E}$	70

1.52	斜置电偶极子的 φ 和 E	71
1.53	原点外的电偶极子的 φ 和 E	72
1.54	一段直线电荷的 φ	74
1.55	基态氢原子的 φ 和 E	75
1.56	基态氢原子电子云的静电能	76
1.57	电荷分布在外电场中的电势能	77
1.58	平行输电线的 A 和 B	78
1.59	圆环电流的 A 和 B	80
1.60	均匀圆盘电荷旋转时的 A 和 B	83
1.61	均匀球体电荷旋转时的 A 和 B	84
1.62	用毕奥-萨伐尔定律计算圆环电流的 B	87
1.63	椭圆电流中心的 B	90
1.64	两共轴圆环电流间的安培力	92
1.65	两共轴圆环间的互感	94
1.66	用电流密度表示磁场能量	95
1.67	永磁体的磁场(CUSPEA 题)	96
第二章 静电场和静磁场		99
2.1	由已知电势求电荷分布	99
2.2	证明无电荷处电势不能为极值	100
2.3	平行板电容器中的电势	101
2.4	由电荷分布求电势	102
2.5	证明导体表面附近 $\frac{1}{E} \frac{\partial E}{\partial n} = -\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$	103
2.6	电荷在导体椭球面上的分布	104
2.7	导体薄圆盘上电荷量的面密度	106
2.8	平行导体板间有带电线, 求电势	107
2.9	长方形空间给定边界条件, 求电势	111
2.10	无限长矩形空腔内的电势	112
2.11	导体球放入外电场中, 求电势等	114
2.12	导体球放入外电场中(CUSPEA 题)	117
2.13	介质球放入外电场中, 求电势等	118
2.14	介质球在外电场中分成两半时受的静电力	121

2.15	介质球外一点电荷,求电势	124
2.16	驻极体球的电势.....	127
2.17	介质内球形空腔中的电势.....	128
2.18	导体球壳内有电偶极子,求电势	129
2.19	介质球中心有电偶极子,求电势	131
2.20	金属球壳间两半不同介质,求电势	133
2.21	导体半球放在带电导体平面上.....	136
2.22	地面电场拉起导体半球的条件.....	138
2.23	电解液中有导体球,求电流分布	138
2.24	球面两半电势不同,求球内外电势	142
2.25	两共顶圆锥面电势不同,求电势等	145
2.26	均匀带电圆环的电势.....	146
2.27	均匀带电圆盘的电势.....	152
2.28	轴线上的电势等于柱面电势的平均.....	158
2.29	证明静电势的平均值定理.....	159
2.30	导体圆柱横放在外电场中,求电势	161
2.31	介质圆柱横放在外电场中,求电场	163
2.32	介质圆柱横放在外电场中,求电势	164
2.33	带电导体圆柱外一半真空一半介质.....	166
2.34	给定圆柱面上的电势,求柱内电势	169
2.35	导体圆筒两半电势不同,求电势	170
2.36	圆筒两半电势为 U_1 和 U_2 ,求筒内电势	172
2.37	圆筒分四等片,电势不同,求筒内电势.....	175
2.38	圆筒分四等片,电势不同,求筒内电势.....	177
2.39	给定圆筒底面和侧面的电势,求筒内电势	179
2.40	给定圆筒底面和侧面的电势,求筒内电势	181
2.41	两导体平面夹角中的电势.....	183
2.42	两导体平面夹一导体柱面,求电势	185
2.43	导体上锥形坑内和锥形峰附近的电势.....	189
2.44	导体平面外一点电荷,求电势等	193
2.45	将电荷从导体平面移开所需做的功.....	194
2.46	导体平面有一鼓包,上有点电荷,求电势等.....	196

2.47	导体平面外一电偶极子,求电场等	198
2.48	电偶极子在导体平面外受的力	200
2.49	两平行导线间单位长度的电容	202
2.50	导体平面与平行导线间的电容	207
2.51	导体圆柱外有平行的线电荷,求电势等	209
2.52	导体球外有一点荷,求电势等	210
2.53	导体球形空腔内一点电荷,求电势	213
2.54	金属球壳内外点电荷之间的库仑力	215
2.55	球形电容器击穿电压的近似值	216
2.56	半无限大介质外一点电荷,求电势	218
2.57	写出上半空间的格林函数,并用求电势	220
2.58	电荷球对称分布时的 p 和 Q	222
2.59	电荷轴对称分布时的 p 和 Q	223
2.60	电荷分布在一段直线上,求电势	224
2.61	一段线电荷对 midpoint 和端点的 p 和 Q	226
2.62	均匀带电圆环在远处的电势	228
2.63	带电圆环的电偶极矩和电四极矩	229
2.64	由电四极矩的电势求电场强度	230
2.65	线性电四极子的电势	231
2.66	平面电四极子的电势	233
2.67	平面电四极子斜置时的电四极矩	236
2.68	球面电荷旋转时的磁场	237
2.69	介质球放入外磁场中,求磁场	242
2.70	介质球放入外磁场中(CUSPEA 题)	244
2.71	均匀磁化球的 φ_m 和 B	248
2.72	均匀磁化球的 A 和 B	249
2.73	中子星磁场的极限值	253
2.74	铁磁球放入磁介质中,求磁场等	255
2.75	介质圆柱横向磁化时的磁场	257
2.76	磁棒在远处产生的磁场	259
2.77	有限长载流螺线管的磁场	259
2.78	介质圆柱横放在外磁场中,求磁场	261

2.79 两磁偶极子的平衡位置·····	263
第三章 电磁波的传播 ·····	264
3.1 均匀介质中麦克斯韦方程的两组解·····	264
3.2 由平面单色波的 E 求 H 、 w 和 S ·····	265
3.3 两个线偏振的电磁波的叠加·····	266
3.4 无色散介质中的能流速度等于相速·····	268
3.5 电磁波在导电介质中的阻抗·····	268
3.6 赫兹矢量和它所满足的方程·····	269
3.7 晶体光学的第一基本方程与离散角·····	271
3.8 晶体光学的第二基本方程与线偏振·····	272
3.9 晶体光学中相速度的菲涅耳方程·····	275
3.10 电磁波反射和折射时的规律·····	277
3.11 反射波和透射波的振幅和能流密度·····	278
3.12 电磁波经过介质交界面时能量守恒·····	280
3.13 电磁波的反射率、透射率和光压·····	283
3.14 平面电磁波的反射率和偏振状态·····	285
3.15 虹的偏振度·····	286
3.16 线偏振波经全反射后的偏振状态·····	290
3.17 在布儒斯特角附近的反射率·····	294
3.18 两介质交界面上反射波的振幅·····	296
3.19 圆偏振波入射到介质平面上,求反射波和折射波·····	297
3.20 导电介质中电磁波的相速度及相位·····	299
3.21 折射入导电介质内的电磁波及穿透深度·····	302
3.22 电磁波射入海水的深度·····	305
3.23 电磁波从海水到空气的全反射·····	306
3.24 导体内电磁波能量全变成焦耳热·····	307
3.25 电磁波射到导体表面产生的压强·····	308
3.26 导电介质对线偏波的反射·····	310
3.27 金属反射电磁波时产生的相位差·····	312
3.28 圆柱形导线中交变电流的趋肤效应·····	315
3.29 增透膜的厚度·····	318
3.30 法布里-珀罗干涉仪(CUSPEA 题)·····	321

3.31	透过银箔的电磁波	323
3.32	用纵向分量表示矩形波导管中的场	325
3.33	用纵向分量表示圆柱波导管中的场	326
3.34	金属波导管不能传播 TEM 波	327
3.35	理想导体壁的矩形波导管	327
3.36	矩形波导管中的 TE_{10} 波	329
3.37	矩形波导管中 TE_{10} 波的最大功率	331
3.38	波导管中 TE_{10} 波磁场的偏振状态	332
3.39	黄铜管内 TE_{10} 波的衰减	334
3.40	平行金属板间的电磁波(CUSPEA 题)	337
3.41	圆柱波导管内电磁场的纵向分量	338
3.42	圆柱波导管内的 TE 波	340
3.43	圆柱波导管内的 TM 波	342
3.44	同轴传输线内的 TEM 波	343
3.45	矩形谐振腔内 TE_{101} 波的场和能量	347
3.46	矩形谐振腔内 TE_{101} 波的衰减	348
3.47	矩形谐振腔内单位体积的场模数	351
3.48	圆柱形谐振腔内的电磁场	352
3.49	圆柱形谐振腔内的 TE_{111} , TE_{011} 和 TM_{010} 模	356
3.50	圆孔的夫琅禾费衍射	359
第四章	电磁波的辐射	364
4.1	波动方程的格林函数与它的解	364
4.2	波动方程的格林函数(CUSPEA 题)	366
4.3	验证推迟势满足洛伦兹条件	368
4.4	证明推迟势满足非齐次波动方程	370
4.5	求 $\frac{\partial t'}{\partial t}$ 和 $\nabla t'$	372
4.6	振动电偶极子的辐射	372
4.7	沿 x 轴振动的电偶极子的辐射	376
4.8	在原点附近振动的电偶极子的辐射	378
4.9	旋转电偶极子的辐射	379
4.10	振动的线性电四极子的辐射	382

4.11	振动的平面电四极子的辐射	385
4.12	导体平面外振动的电偶极子的辐射	388
4.13	平面电四极子绕轴旋转时的辐射	392
4.14	两个旋转电偶极子的辐射	396
4.15	振动的圆环电流的矢势	399
4.16	圆环形天线的辐射	400
4.17	振动的圆环电流的辐射强度	402
4.18	旋转永磁体的辐射	402
4.19	磁矩转动时的辐射	404
4.20	绕直径旋转的圆环电流的辐射	406
4.21	天线辐射的磁场公式	407
4.22	电偶极子型天线的辐射	408
4.23	电偶极子型天线赤道范围内的辐射	409
4.24	短天线的辐射	410
4.25	半波天线的辐射	411
4.26	整数倍半波天线的辐射(同相馈送)	413
4.27	整数倍全波天线的辐射(反相馈送)	418
4.28	两共线电偶极子型天线的辐射	420
4.29	随时间变化的平面电流的电磁场	421
4.30	做简谐振动的平面电流的电磁波	423
4.31	带电粒子加速运动时单位立体角的辐射功率	424
4.32	带电粒子简谐振动时单位立体角的辐射功率	426
4.33	带电粒子加速运动时的辐射功率	430
4.34	辐射场中电场强度的方均根值	434
4.35	低速带电粒子辐射场 E_a 的公式	435
4.36	韧致辐射	436
4.37	带电粒子做简谐振动时的辐射	437
4.38	带电粒子做圆周运动时的辐射	439
4.39	两相同点电荷做圆周运动时的辐射	443
4.40	正负带电粒子互相环绕时的辐射	446
第五章 狭义相对论		447
5.1	普遍的洛伦兹变换	447

5.2	两个相继的洛伦兹变换	448
5.3	洛伦兹变换中的球面问题	450
5.4	被测量者如何看待别人的测量	451
5.5	两事件的空间距离和时间差	452
5.6	小球从车厢后壁到前壁的时间	453
5.7	火车穿过山洞的时间	455
5.8	火车进站的时刻	455
5.9	地球两极与赤道的年龄差	457
5.10	运动的 μ 子的平均寿命	458
5.11	两事件的原时间隔	458
5.12	宇宙飞船与地球间的通信	459
5.13	证明 $(u+v)/(1+\frac{uv}{c^2}) < c$	460
5.14	三个宇宙飞船的相对速度	460
5.15	光信号在两飞船间飞行的时间	461
5.16	一飞船抛物到另一飞船(CUSPEA 题)	462
5.17	光在流水中的速度	463
5.18	光在液体中进行的时间	464
5.19	推导普遍的速度变换式	466
5.20	证明速度关系式	467
5.21	垂直运动的两物体的相对速度	469
5.22	沿直线运动的粒子的加速度	474
5.23	加速度的变换式	475
5.24	普遍的加速度变换式	477
5.25	飞船加速运动飞过的距离(CUSPEA 题)	480
5.26	证明洛伦兹变换矩阵元 $a_{\mu\alpha}a_{\mu\beta} = \delta_{\alpha\beta}$	481
5.27	洛伦兹变换下体积元的变换	482
5.28	证明 $dx_\mu dx_\mu$ 和 $\frac{\partial}{\partial x_\mu} \frac{\partial}{\partial x_\mu}$ 的洛伦兹不变性	484
5.29	证明波动方程为洛伦兹不变式	486
5.30	证明 $A_\mu B_\mu$ 和 $\frac{\partial V_\mu}{\partial x_\mu}$ 均为洛伦兹不变量	486
5.31	证明洛伦兹条件是洛伦兹不变式	487

5.32	立体角元的变换式	487
5.33	证明 $\omega^2 d\Omega$ 是洛伦兹不变量	488
5.34	光行差	489
5.35	光的颜色与飞船的速度	490
5.36	运动原子发光的波长	491
5.37	运动的平面镜反射光(CUSPEA 题)	492
5.38	在电荷看来它只受电场的作用力	494
5.39	静磁场的变换	495
5.40	静电场不能变换成纯粹磁场	496
5.41	$\mathbf{B} \perp \mathbf{E}$ 的电磁波在任何惯性系都如此	496
5.42	宇宙线质子在地磁场中受的力	497
5.43	麦克斯韦方程组的洛伦兹不变性	497
5.44	旋转磁化球的电场等(CUSPEA 题)	502
5.45	载流回路运动时的电荷和电偶极矩	504
5.46	运动的导电介质中的电流密度	505
5.47	运动电荷的电磁场	506
5.48	带电直线匀速运动时的电磁场	511
5.49	电荷在导体平面外运动时的电磁场	513
5.50	两运动电荷间的力	514
5.51	两同速平行运动的电荷间的力	515
5.52	带电粒子在磁场中运动的速度	517
5.53	电子在均匀电场中运动的轨迹	518
5.54	自由电子不能辐射或吸收光子	520
5.55	原子核发射或吸收光子的频率	521
5.56	运动原子核的 β 衰变	522
5.57	加速器产生反质子的条件	523
5.58	加速器产生反质子(CUSPEA 题)	524
5.59	证明带电粒子的辐射功率是洛伦兹不变量	526
5.60	用粒子的动量表示它的速度等	527
5.61	由质子、中子的能量求速度和动量	528
5.62	两物体的完全非弹性碰撞	529
5.63	两物体的完全非弹性碰撞	530

5.64	两粒子碰撞,从实验室系到质心系的变换	532
5.65	静止粒子衰变,碎片的能量和动能	534
5.66	$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$, 求路程和夹角	536
5.67	运动的 π^+ 衰变前后各粒子的能量	538
5.68	探测超新星爆发的中微子(CUSPEA 题)	540
5.69	大小相等的力产生的加速度不同	542
5.70	由拉格朗日量求运动方程	543
第六章	带电粒子与电磁场的相互作用	545
6.1	带电粒子飞过固定电荷的能量损失	545
6.2	经典氢原子的寿命	546
6.3	μ^- 子被质子俘获(CUSPEA 题)	548
6.4	带电粒子高速回旋时的能量	549
6.5	电子回旋时能量损失率(CUSPEA 题)	552
6.6	切连科夫辐射(CUSPEA 题)	554
6.7	辐射压力与引力平衡	557
6.8	等离子体的折射率	558
6.9	电磁波入射到等离子体(CUSPEA 题)	561
6.10	等离子体内传播的电磁波(CUSPEA 题)	562
6.11	由射电噪音求电子密度(CUSPEA 题)	564
6.12	天空蓝色的解释	565
6.13	自由电子散射电磁波	567
6.14	带电的自由粒子对电磁波的散射	569
6.15	振动的带电粒子对电磁波的散射	571
6.16	介质小球对电磁波的散射	573
6.17	导体小球对电磁波的散射	575
6.18	导体圆柱对电磁波的散射	578
6.19	康普顿效应	580
6.20	线偏振的电磁波使基态氢原子电离	582
6.21	法拉第效应(CUSPEA 题)	584
6.22	塞曼效应的经典理论	587
6.23	电磁波在色散介质中的传播	592
6.24	X 射线射到石墨上的临界角	593

6.25 超导体内的磁感强度	594
6.26 超导平板内的磁感强度	595
6.27 超导圆柱内的磁感强度	597
数学附录	600
I 矢量的运算公式和定理	600
II 正交坐标系中梯度、散度、旋度以及 $\nabla^2\varphi$ 和 $\nabla^2\mathbf{A}$ 的表达式	601
III 三种常用坐标系的基矢偏导数	604
IV 常用的坐标变换	605
V 球坐标系中两位矢间的夹角	606
VI 勒让德多项式	606
VII 贝塞耳函数	607
VIII 张量基础知识	610
IX 椭圆积分	614
基本物理常数	617
主要参考书目	618