

大学物理实验

D A X U E W U L I S H I Y A N

(第2版)

主编 邢凯 丁琦 主审 徐行

大学物理实验

(第 2 版)

主编 邢 凯 丁 琦
主审 徐 行



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是按照2010年教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会编制的《高等学校理工科大学物理实验课程教学基本要求》,并结合西安航空学院大学物理实验教学中心近三年建设及实验教学成果编写而成。全书结构紧凑,实验内容丰富,设置了“预科实验”“基础实验”“综合与应用实验”三个层次共5章,由低到高以分层次递进模式实施实验教学,以便更好地达到物理实验教学的目的和任务。书中实验原理叙述清晰、方法内容具体、数据记录表格完善、数据处理要求明确,有利于学生学习、教师教学。

本书可作为高等理工科院校非物理类专业大学物理实验课程的教材或参考书,也可供其他院校师生或社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验 / 邢凯, 丁琦主编. —2版. —上海:
同济大学出版社, 2019.12

ISBN 978-7-5608-8897-2

I. ①大… II. ①邢… ②丁… III. ①物理学-实验
-高等学校-教材 IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 278345 号

大学物理实验(第2版)

主编 邢 凯 丁 琦

主审 徐 行

责任编辑 张崇豪 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路1239号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 大丰市科星印刷有限责任公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 17

字 数 424 000

版 次 2019年12月第2版 2019年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-8897-2

定 价 48.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

西安航空学院大学物理实验教学中心是陕西省高校实验教学示范中心,实验条件、开设的实验项目、使用的实验仪器设备等,均达到教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会编制的《高等学校理工科类大学物理实验课程教学基本要求》中规定的教学基本内容要求和能力培养基本要求,完全具备了开设基础性实验、综合性实验、设计性实验和部分创新性实验的分层次教学的基本条件,从而构建了多类型、分层次、开放式的大学物理实践教学体系,也为实现学院确立的“基础扎实、能力突出、素质优良、特色鲜明”的人才培养观奠定了坚实的基础。

通过实验观察物理现象、研究物理规律,是大学物理实验课程的定位。按照“加强基础、循序渐进、因材施教、全面提高”的教改思想,同时也为了达到物理实验课程的教学目的,即培养学生自学能力、动手能力、解决问题能力、科学研究能力,本书将大学物理实验内容按课程教学顺序,分为预科实验、基础实验、综合与应用实验三个层次,使学生在做实验时由易到难,能力的培养循序渐进。

全书共分5章,第1章,测量误差、不确定度及数据处理的基础知识;第2章,预科实验;第3章,基础实验;第4章,综合与应用实验;第5章,附录。其中,邢凯编写了绪论,第1章,3.7,3.8,3.9,4.4,4.9,4.13节以及第5章;丁琦编写了4.3,4.7,4.8,4.10,4.11,4.12节;韩鹏斌编写了2.2,2.4,3.4,3.5节;王武军编写了2.3,2.5,3.6,4.2节;王文成编写了2.1,3.1,3.2,3.3节;王玉明编写了4.1,4.5,4.6,4.14节。全书由邢凯、丁琦统稿,徐行担任本书的主审。

本书自2016年2月出版以来,得到了使用本书的教师和学生的肯定和建议,结合教学与学习的实际情况,在保证第1版特色的基础上,对“实验2.2 测定冰的熔解热”“实验2.3 示波器的原理与使用”“实验4.3 RLC串联电路的谐振”“实验4.8 AD590特性测量及应用研究”等内容进行了丰富,同时也对一些实验中的个别叙述不妥之处进行了修订。

本书再版修订,得到了西安航空学院教务处、理学院领导大力支持与帮助;同济大学出版社编辑张崇豪老师为本书的修订创造了积极的条件并付出了辛劳。在此谨致谢忱。

限于编者的学识,错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者和同仁指正。

编 者

2019年10月

第1版前言

随着西安航空学院大学物理实验教学中心建设的完成,实验条件得到改善、开设的实验项目有所增加、使用的实验仪器设备也有所更新,达到了教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会编制的《高等学校理工科类大学物理实验课程教学基本要求》规定的教学基本内容要求和能力培养基本要求,初步具备了开设基础性实验、综合性实验、设计性实验和部分研究性实验的分层次教学的基本条件,从而构建了较为完整的大学物理实验教学体系,也为实现学院确立的“基础扎实、能力突出、素质优良、特色鲜明”的人才培养观奠定了坚实的基础。

实验教材作为实践教学的重要载体,就是要将学校的办学宗旨、培养模式、质量标准等有机地结合起来,培养出具有本校特色的高素质应用型人才,以适应社会的需要.本书依据《高等学校理工科类大学物理实验课程教学基本要求》,结合学校学科专业培养目标、理学院建设发展规划以及实验设施等编写。

按照“加强基础、循序渐进、因材施教、全面提高”这一教改思想,考虑到大学物理实验课的定位、特点以及面向本科低年级学生,为了有利学生学习、教师教学,本书将大学物理实验内容按课程中的教学顺序分为预科实验(5个)、基础实验(9个)、综合与应用实验(14个)三个层次,使学生在做实验时由易到难,能力的培养循序渐进.对于每一个实验,实验原理叙述清楚,计算公式推导完整,使学生在实验预习时掌握理论依据;实验内容与方法尽可能具体,以加强对基本实验技能和基本实验方法的训练和指导;为规范学生数据记录及处理,每一实验都有数据记录表格及相应的处理方法、要求;在分析与思考中,有预习思考题、实验思考题,便于学生自查预习,加深对实验的理解以及知识拓展。

本书共分5章,第1章,测量误差、不确定度及数据处理的基础知识;第2章,预科实验;第3章,基础实验;第4章,综合与应用实验;第5章,附录.其中邢凯编写了绪论、第1章3.7, 3.8, 3.9, 4.4, 4.9, 4.13节以及第5章;丁琦编写了4.3, 4.7, 4.8, 4.10, 4.11, 4.12节;韩鹏斌编写了2.2, 2.4, 3.4, 3.5节;王武军编写了2.3, 2.5, 3.6, 4.2节;王文成编写了2.1, 3.1, 3.2, 3.3节;王玉明编写了4.1, 4.5, 4.6, 4.14节.全书由邢凯、丁琦统稿,徐行担任本书的主审工作。

实验教材离不开实验室的建设和发展,本书凝聚了全体实验教师的智慧和劳动.本书在编写过程中,还参考并吸收了许多其他本科院校的相关资料和经验;西安航空学院教务处、理学院相关领导对本书的编写给予了极大的支持和鼓励;同济大学出版社的编辑们为本教材的出版创造了积极的条件和努力.借此表示诚挚的敬意和衷心感谢。

由于编者的学识和教学经验所限,书中定会有一些疏漏或不妥之处,还请使用指出,以便进一步修改、完善。

编者

2016年1月

目 录

前 言

第 1 版前言

绪 论	1
0.1 物理实验的重要性	1
0.2 物理实验课的要求	2
0.3 如何进行物理实验	3
0.4 物理实验课学生守则	3
第 1 章 测量误差、不确定度及数据处理的基础知识	5
1.1 测量及其分类	5
1.1.1 测量	5
1.1.2 直接测量和间接测量	5
1.1.3 等精度测量和非等精度测量	6
1.2 误差及其分类	6
1.2.1 误差的定义	6
1.2.2 误差的分类	7
1.3 随机误差的分布规律	8
1.3.1 正态分布(高斯分布)	9
1.3.2 均匀分布	11
1.4 测量结果及其不确定度	11
1.4.1 不确定度的概念	11
1.4.2 直接测量量不确定度计算及结果表示	12
1.4.3 间接测量量不确定度计算及结果表示	14
1.5 有效数字及其运算规则	17
1.5.1 测量结果的有效数字	18
1.5.2 有效数字的运算规则	19
1.6 实验数据处理的常用方法	20
1.6.1 列表法	20
1.6.2 作图法	21
1.6.3 逐差法(差数平均值法)	24

1.6.4	最小二乘原理及线性回归法处理数据	26
第2章	预科实验	31
2.1	固体密度的测量	31
2.1.1	实验目的	31
2.1.2	实验原理	31
2.1.3	实验仪器	32
2.1.4	实验内容与方法	35
2.1.5	原始数据记录及处理	36
2.1.6	分析与思考	37
2.2	测定冰的溶解热	38
2.2.1	实验目的	38
2.2.2	实验原理	38
2.2.3	实验仪器	40
2.2.4	实验内容与方法	40
2.2.5	原始数据记录及处理	41
2.2.6	分析与思考	42
2.3	示波器的原理与使用	43
2.3.1	实验目的	43
2.3.2	实验原理	43
2.3.3	实验仪器	48
2.3.4	实验内容和方法	53
2.3.5	原始数据记录及处理	55
2.3.6	分析与思考	57
2.4	薄透镜焦距的测量	58
2.4.1	实验目的	58
2.4.2	实验原理	58
2.4.3	实验仪器	61
2.4.4	实验内容与方法	61
2.4.5	原始数据记录及处理	63
2.4.6	分析与思考	64
2.4.7	附录	65
2.5	元件电阻及其伏安特性测量	66
2.5.1	实验目的	66

2.5.2	实验原理	66
2.5.3	实验仪器	69
2.5.4	实验内容与方法	71
2.5.5	原始数据记录及处理	72
2.5.6	分析与思考	73
2.5.7	附录	74
第3章	基础实验	76
3.1	拉伸法测钢丝杨氏模量	76
3.1.1	实验目的	76
3.1.2	实验原理	76
3.1.3	实验仪器	78
3.1.4	实验内容与方法	80
3.1.5	原始数据记录及处理	83
3.1.6	分析与思考	85
3.1.7	附录	85
3.2	钢体转动惯量的测量	87
3.2.1	实验目的	87
3.2.2	实验原理	87
3.2.3	实验仪器	89
3.2.4	实验内容与方法	89
3.2.5	原始数据记录及处理	90
3.2.6	分析与思考	90
3.3	落球法测液体黏滞系数	92
3.3.1	实验目的	92
3.3.2	实验原理	92
3.3.3	实验仪器	93
3.3.4	实验内容与方法	93
3.3.5	原始数据记录及处理	94
3.3.6	分析与思考	96
3.4	固体线膨胀系数的测量	97
3.4.1	实验目的	97
3.4.2	实验原理	97
3.4.3	实验仪器	98

3.4.4	实验内容与方法	99
3.4.5	原始数据记录及处理	100
3.4.6	分析与思考	101
3.4.7	附录	101
3.5	冷却法测固体的比热容	102
3.5.1	实验目的	102
3.5.2	实验原理	102
3.5.3	实验仪器	103
3.5.4	实验内容与方法	104
3.5.5	原始数据记录与处理	105
3.5.6	分析与思考	106
3.6	直流电桥测电阻	107
3.6.1	实验目的	107
3.6.2	实验原理	107
3.6.3	实验仪器	109
3.6.4	实验内容与方法	112
3.6.5	原始数据记录及处理	113
3.6.6	分析与思考	115
3.6.7	附录	115
3.7	电容特性研究	118
3.7.1	实验目的	118
3.7.2	实验原理	118
3.7.3	实验仪器	120
3.7.4	实验内容与方法	120
3.7.5	原始数据记录及处理	121
3.7.6	分析与思考	122
3.7.7	附录	123
3.8	分光计的调节和使用	124
3.8.1	实验目的	124
3.8.2	实验原理	124
3.8.3	实验仪器	128
3.8.4	实验内容与方法	128
3.8.5	原始数据记录及处理	131
3.8.6	分析与思考	132

3.9	甲电池参数及输出特性的测量	133
3.9.1	实验目的	133
3.9.2	实验原理	133
3.9.3	实验仪器	134
3.9.4	实验内容与方法	135
3.9.5	原始数据记录及处理	135
3.9.6	分析与思考	136
第4章	综合与应用实验	137
4.1	电表的扩程与校准	137
4.1.1	实验目的	137
4.1.2	实验原理	137
4.1.3	实验仪器	139
4.1.4	实验内容与方法	139
4.1.5	原始数据记录与处理	141
4.1.6	分析与思考	142
4.2	电位差计测量电源电动势和内阻	144
4.2.1	实验目的	144
4.2.2	实验原理	144
4.2.3	实验仪器	145
4.2.4	实验内容与方法	148
4.2.5	原始数据记录及处理	148
4.2.6	分析与思考	149
4.2.7	附录	149
4.3	RLC 串联电路的谐振	151
4.3.1	实验目的	151
4.3.2	实验原理	151
4.3.3	实验仪器	153
4.3.4	实验内容与方法	153
4.3.5	原始数据记录及处理	155
4.3.6	分析与思考	156
4.4	折射率的测量	157
4.4.1	实验目的	157
4.4.2	实验原理	157

4.4.3	实验仪器	159
4.4.4	实验内容与方法	160
4.4.5	原始数据记录及处理	161
4.4.6	分析与思考	162
4.4.7	附录	162
4.5	霍尔效应测量磁场	164
4.5.1	实验目的	164
4.5.2	实验原理	164
4.5.3	实验仪器	167
4.5.4	实验内容与方法	168
4.5.5	原始数据记录及处理	169
4.5.6	分析与思考	170
4.6	冲击电流计法测磁场	171
4.6.1	实验目的	171
4.6.2	实验原理	171
4.6.3	实验仪器	173
4.6.4	实验内容与方法	173
4.6.5	原始数据记录与处理	175
4.6.6	分析与思考	175
4.7	温敏元件温度特性的测量	177
4.7.1	实验目的	177
4.7.2	实验原理	177
4.7.3	实验仪器	180
4.7.4	实验内容与方法	182
4.7.5	原始数据记录及处理	183
4.7.6	分析与思考	184
4.7.7	附录	184
4.8	AD590 特性测量及应用研究	186
4.8.1	实验目的	186
4.8.2	实验原理	186
4.8.3	实验仪器	187
4.8.4	实验内容与方法	187
4.8.5	原始数据记录及处理	188
4.8.6	分析与思考	189

4.8.7	附录	190
4.9	非平衡电桥测热敏电阻温度特性	192
4.9.1	实验目的	192
4.9.2	实验原理	192
4.9.3	实验仪器	193
4.9.4	实验内容与方法	194
4.9.5	原始数据记录及处理	195
4.9.6	分析与思考	196
4.10	空气中声速的测定	197
4.10.1	实验目的	197
4.10.2	实验原理	197
4.10.3	实验仪器	199
4.10.4	实验内容与方法	200
4.10.5	原始数据记录及处理	202
4.10.6	分析与思考	203
4.11	光电效应实验	204
4.11.1	实验目的	204
4.11.2	实验原理	204
4.11.3	实验仪器	206
4.11.4	实验内容与方法	210
4.11.5	原始数据记录及处理	211
4.11.6	分析与思考	212
4.12	电子电量的测定	213
4.12.1	实验目的	213
4.12.2	实验原理	213
4.12.3	实验仪器	216
4.12.4	实验内容与方法	221
4.12.5	原始数据记录及处理	222
4.12.6	分析与思考	224
4.13	光栅衍射	225
4.13.1	实验目的	225
4.13.2	实验原理	225
4.13.3	实验仪器	226
4.13.4	实验内容与方法	226

4.13.5	原始数据记录及处理	228
4.13.6	分析与思考	229
4.13.7	附录	229
4.14	等厚干涉及其应用	231
4.14.1	实验目的	231
4.14.2	实验原理	231
4.14.3	实验仪器	234
4.14.4	实验内容与方法	235
4.14.5	原始数据记录与处理	237
4.14.6	问题与思考	238
第5章	附录	239
附录1	中华人民共和国法定计量单位	239
附录2	常用物理参数	241
附录3	诺贝尔物理学奖获得者及其得奖项目	248
参考文献		256

绪 论

0.1 物理实验的重要性

物理学是一门实验科学,特别是普通物理学,更与实验密不可分.在物理学的发展过程中,实验是决定性的因素.发现新的物理现象,寻找物理规律,验证物理定律等,都只能依靠实验.离开了实验,物理理论就会苍白无力,就会成为无源之水、无本之木,不可能得到发展.

正是16世纪伟大的实验物理学家伽利略,用他出色的实验工作把古代对物理现象的一些观察和研究引上了当代物理学的科学道路,使物理学发生了革命性的变化.力学中的许多基本定律,如自由落体定律、惯性定律等,都是由伽利略通过实验发现和总结出来的.电磁学的研究,也是从库仑发明扭秤并用来测量电荷之间的作用力开始的.

经典物理学的基本定律几乎全部都是实验结果的总结与推广.在19世纪以前,没有纯粹的理论物理学家.所有的物理学家,包括对物理理论的发展有重大贡献的牛顿、菲涅耳、麦克斯韦等,都亲自从事实验工作.由于物理学的发展越来越深入、越来越复杂,而人的精力有限,才出现了以理论研究为主和以实验研究为主的分工,出现了“理论物理学家”.然而,即使理论物理学家也绝对不能离开物理实验.爱因斯坦无疑是最著名的理论物理学家,而他获得诺贝尔奖是因为他正确解释了光电效应实验.他当初提出的相对论是以“光速不变”的假设为基础的,只是经过长期大量的实验后,相对论才逐渐成为一个被人们普遍接受的理论.

物理学的理论来源于实验又必须最终由物理实验来验证.物理实验不仅对于物理学的研究工作极其重要,对于物理学在其他学科的应用也十分重要.当代物理学的发展已使我们的世界发生了惊人的改变,而这些改变正是物理学在各行各业中应用的结果.

电子物理、电子工程、光源工程、光科学、信息工程等学科都显然是以物理学为基础的,当然有大量物理学的应用.在材料科学中,各种材料的物性测试,许多新材料的发现(如 C_{60} 、高温超导材料等)和新材料的制备方法的研究(如离子束注入、激光蒸发等),都离不开物理的应用;在化学中,从光谱分析到量子化学、从放射性测量到激光分离同位素,也无不是物理的应用;在生物学发展史中,离不开各类显微镜(光学显微镜、电子显微镜、X射线显微镜、原子力显微镜)的贡献,近代生命科学更离不开物理学,DNA的双螺

旋结构就是美国遗传学家和英国物理学家共同建立并为 X 射线衍射实验所证实的,而对 DNA 的操纵、切割、重组也都需要物理学家的帮助;在医学中,从 X 射线透视、B 超诊断、CT 诊断、核磁共振诊断到各种理疗手段,包括放射性治疗、激光治疗、 γ 刀等都是物理学的应用.物理学正在渗透到各个学科领域,而这种渗透无不与实验密切相关.显然,实验正是从物理基础理论到其他应用学科的桥梁.只有真正掌握了物理实验的基本功,才能顺利地把物理原理应用到其他学科而产生质的飞跃.

综上所述,要研究与发展物理学,要把物理理论应用到各行各业的实际中去,都必须重视物理实验,学好物理实验.

0.2 物理实验课的要求

物理实验既然那么重要,怎样才能通过物理实验课教学使学生掌握物理实验的基本功,达到培养高素质创新人才的目的呢?概括起来,应通过物理实验课程达到以下三个基本要求:

1. 在物理学的基本知识、基本方法、基本技能方面(三基)得到严格而系统的训练,这是做好物理实验的基础

基本知识包括实验的原理、各类仪器的结构与工作原理、实验的误差分析与不确定度评定、实验结果的表述方法、如何对实验结果进行分析与判断等.

基本方法包括如何根据实验目的和要求确定实验思路与方案,如何选择和正确使用仪器、如何减少各类误差、如何采用一些特殊的方法获得通常难以获得的结果.

基本技能包括各种调节与测试技术以及查阅文献的能力、自学能力,协作共事能力、总结归纳能力、口头表达能力等.

这三种基本训练体现了最基本的实际动手能力,因而必须首先保证这一要求的实现.没有这种严格的基本训练,很难成为高素质的人才.

2. 学习用实验方法研究物理现象、验证物理规律,加深对物理理论的理解和掌握,并在实践中提高发现问题、分析问题和解决问题的能力

研究物理现象和验证物理定律是进行物理实验的根本目的,进行物理实验也是真正理解和掌握物理理论的重要手段.只有通过实验,才能使抽象的概念和深奥的理论变成具体的知识和经验,变为在解决实际问题中的有力工具.因此,要真正理解和掌握物理理论,是不能只从课堂上学习的,还必须到实验室学习,亲自动手,亲身体会,才能学到真正有血有肉的活生生的物理.

3. 养成实事求是的科学态度和积极创新的科学精神

因为物理学研究“物”之“理”,就是从“实事”中去求“是”,所以严肃认真的物理学工作者都坚持“实践是检验真理的唯一标准”.物理学中的“实践”主要就是物理实验,在物理实验课中最能培养实事求是、严谨踏实的科学态度,实事求是的严谨态度与积极创新

的科学作风是相联系的,在严谨的实验中才能发现真正的问题,而解决这些问题往往就需要坚韧不拔的毅力和积极创新的思维.

0.3 如何进行物理实验

1. 预习

预习是上好实验课的基础和前提,没有预习,或许可以听好一堂理论课,但决不可能完成好一堂实验课. 预习的基本要求是仔细阅读教材,了解实验的目的和要求及所用到的原理、方法和仪器设备. 通过预习,应对将做的实验有一个初步大致的了解,并写好预习报告,预习报告内容包括实验目的、原理、步骤、电路或光路图及数据表格等. 预习报告中,数据表格是很重要的,往往是真正理解了如何做实验才能画好这个表格.

为了帮助同学们更好地预习实验,我们在每一个实验教材之中都列有预习思考题.

2. 实验操作与记录

实验中,不仅要动手而且要动脑,要眼到、心到、手到;要细心、静心、耐心. 做实验是为了学习从事科学研究的工作的能力,学会某些仪器设备的使用方法不仅是目的而更重要的是手段. 只有在实验中认真动手积极动脑,才能触类旁通,掌握实验的真谛,学到从实践中发现问题、分析问题、解决问题的真工夫. 数据记录必须真实,要培养清晰而整洁的记录数据的能力和习惯,决不可任意伪造或篡改,这是一个科学工作者的基本道德素养.

3. 写实验报告

写实验报告是培养实验研究人才的重要一环,研究工作取得的成果,一般都要写成论文形式发表,为了训练这种对实验成果的文字表达能力,要求用自己的语言简要阐明实验目的、原理和步骤,并且详细记录实验条件、实验仪器(型号、参数)、测量数据,对测量数据进行处理,分析和解释实验结果,得出实验结论. 最后,实验报告中还可以谈谈做本实验的体会与思考.

对于本课程的学习,请牢记这句话:我们不是要一个塞满东西的脑袋,而是要一个善于分析的头脑! 我们不仅要有知识,更重要的是将知识转化为能力!

0.4 物理实验课学生守则

为了培养学生良好的实验素质和严谨的科学态度,保证实验顺利进行和进一步提高教学质量,特制定以下学生守则:

(1) 实验课不得迟到早退,迟到 15 分钟以上者不能参加本次实验课,本次实验成绩为零分. 若有事或生病不能来上课,要有班主任签字的证明或病假条. 事后持假条与教师

联系,安排补做.

(2) 禁止在实验室内喧哗、打闹、抽烟、吃东西、随地吐痰及乱扔纸屑杂物.

(3) 课前必须认真预习,明确该次实验的目的和测量内容,教师实验课前作必要的检查.没有预习者不得进行实验,且本次实验成绩为零分.

(4) 实验前仔细清点仪器,如发现缺损及时向教师报告.

(5) 正确安排、调整、使用仪器,爱护实验室一切实验设施,不得随意拆卸挪动.电学实验接线后须自查、互查无误后,经教师检查许可方能通电.

(6) 实验中如发生事故,须保护现场,电学实验应立即断开电源,并报告教师.当事人应如实填写仪器损坏登记表,由教师签署意见.因违章操作、嬉闹等原因造成仪器人为损坏者,要负责赔偿.

(7) 以认真的态度和求实的作风做好每个实验,按时完成实验任务.测量数据必须当堂交教师审阅签字.

(8) 教师审核数据签字认可后,实验者方可进行拆线等整理、摆放仪器工作,并保持实验桌面的整洁.值日生按教师要求清扫实验室.

(9) 按时认真完成实验报告,并于下次实验课前交上本次实验报告.

(10) 每次实验成绩实行百分制,预习占20%,操作占40%,报告占40%.这些将作为实验课平时成绩依据.

(11) 学期末实验课的总成绩为“平时成绩(70%)+考核成绩(30%)”.

(12) 实验考核不合格、缺课两次或缺交报告二份以上者课程成绩不合格.