

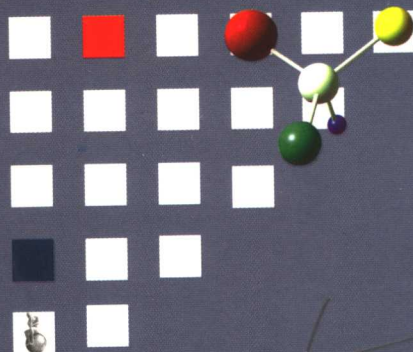
面向开放实验教学教材

大学基础实验

主编 贺秀良

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>



面向开放实验教学教材

大学基础实验

主编 贺秀良

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

大学基础实验 / 贺秀良主编. —北京:国防工业出版社, 2005. 3

面向开放实验教学教材

ISBN 7-118-03805-9

I. 大... II. 贺... III. 科学实验—研究方法—高等学校—教材 IV. G312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 009992 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 30 $\frac{3}{4}$ 696 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:1—6000 册 定价:42.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

序 言

实验是工程的基础和科学的源泉,是理论与实践相结合的重要环节,也是人们认识客观世界并对所获取的定性或定量信息加以分析、研究和处理的基本方法。相对于理论教学而言,实验教学更具有直观性、综合性和探索性,对于加强学员的理论基础,培养科学精神和品德,提高综合素质和创新能力具有重要的、不可替代的作用。

推进中国特色军事变革,关键在人才。军队院校要培养大批高素质的新型军事人才,就应在教学内容、方式和手段上积极进行改革和探索,加强基础实验室中心化建设,建立新型实验教学体系,构建先进、开放的综合实验平台,为培养学员创新能力创造有利条件。《大学基础实验》正是基于这一思想的指导下,汇聚作者多年来的理论与实践编写而成的。它体现出以下特点:首先是创意新。仅就书名而言,有别于以往单一的大学物理、化学等基础实验教材,直面基础实验教学大平台的构建,意在促进实验教学改革的深度发展和广度延伸。其次是观念新。本书很好地总结了作者多年来从事实验教学理论、技术及方法研究的成果,充分吸纳国内外高校实验教学改革的宝贵经验,注重突出以研究性、设计性和综合性实验为主体的现代实验教学思想。再就是内容新。本书按照实验理论、实验技术、实验项目三个层次,将整个篇幅分为讲座和实验进行编写。综观全书,理论与实践结合,目标和要求明确,内容与方式适应,方法和手段配套,在探索“讲座+实验”这一开放教学模式方面取得了明显成效。

观念决定思路,思路决定出路。回顾历史,任何重大的变革和发展都首先是观念上的更新和思路上的创新,而“更新”和“创新”又是对实践中获得经验的科学总结、升华和运用。本书的编写和出版在国内尚不多见,从某种意义上说,也是一次大胆、有益的求索,它充分体现了编写人员创新思维,积极投身实验教学改革的开拓进取精神。诚然,本书提出的一些新观念、新方法还有待于通过实践进一步丰富和完善,我们衷心地期望广大教员、学员、实验室工作人员能够结合实际使用提出宝贵意见,使其能够在培养创新性人才中发挥更大的作用。

军队院校实验室工作协作组秘书长 王卫国

前 言

虽然是前言,但都是完稿以后再写。按说事到如今,作为书的编者,应该可以松口气了。不知为什么,我的心依然沉重。朦朦胧胧的感觉到,写前言仅仅是写前言,离交稿、离出书还有很多事情要做。但这好像又不是不可以松气的主要原因。主要原因是什么呢?我想主要原因是它的里边包含有一种忐忑——这种忐忑来自一种责任,一种只有教材这类书籍的编者才有的沉重责任。教材是院校教育的支柱,一本教材可以影响一代人,已经不是新鲜的话题了,对于《大学基础实验》这样一本“新”教材,编者的忐忑心情可想而知了。

《大学基础实验》的编写,整整经历了15个月的时间,在这难忘的400多个日日夜夜中,所有编者付出了辛勤的劳动。我要感谢军事交通学院基础实验中心的同事们,他们既是本书的编写者,也是《大学基础实验》编写思想的创造者。他们和我一起,数年如一日,义无反顾地投身到艰苦的基础实验教学改革和教学实践中去,他们的付出,远远超过编写本书的付出。可以说,《大学基础实验》是多年来实验教学改革和教学实践的一个阶段性总结。

我还要感谢编委会中兄弟院校同行的热忱合作和不吝赐教,他们是空军工程大学基础实验中心刘宏主任、军械工程学院电工电子实验中心冯长江主任、装备指挥技术学院物理教研室王明东主任、电子工程学院物理实验中心黄国福主任、装甲兵工程学院理化实验中心季诚响主任、后勤工程学院物理实验中心唐远林主任以及电子工程学院物理实验中心黄涛老师、炮兵学院基础实验中心熊俊义老师、军事经济学院理化教研室张建国老师。

军事交通学院基础部郑治国主任(博士)担任本书的技术主审,军事交通学院中文教研室孙丽副教授担任本书的文字主审,郑治国主任还担任本书编委会主任委员,军事交通学院基础实验中心孙大成教授(博士)担任本书编委会副主任委员,在此表示衷心的感谢。此外,我还要特别感谢军队院校实验室工作协作组秘书长、海军工程大学王卫国教授,他始终关心和关注着本书的编写工作,对本书的组织和编写提出了许多中肯的意见和建议,特别使我感激的是,他在百忙之中还为本书作了序。军事交通学院训练部领导和高教研究室的同志们对本书的出版给予了很大的鼓励和支持,军事交通学院图学与设计教研室杨甫勤老师绘制了大部分插图,这本书还吸收甚至引用了同行和专家在该领域的一些教学、科研成果。在此一并表示感谢。

最后我还要代表所有编者,感谢我们的亲朋好友,为了这本书,牺牲了许多原本属于我们共有的美好时光,衷心感谢他们的理解和支持。

《大学基础实验》定位在面向开放实验教学的“新”教材,本身就是一种新的尝试。我们深知自身水平有限,我们也深知改革存在着未知,所以我们为这本书进行了大量的理论研究、技术积累和观念升华。但是,它毕竟是一本“新”教材,在很多方面都不可避免的存在着“新”的痕迹。对于教材的缺点、不足,盼望各位专家和同学们提出宝贵意见。

《大学基础实验》主编 贺秀良

目 录

绪论	1
0.1 认识实验课的意义	1
0.2 了解实验课的内容	2
0.3 掌握实验课的特点	2
0.4 开放实验的管理	4
0.5 遵守实验室规则	5

第一篇 基础实验理论

第1讲 基础实验概论	6
1.1 物理实验概论	6
1.1.1 古代物理学时期的物理实验	6
1.1.2 近代经典物理学时期的物理实验	7
1.1.3 现代物理学时期的物理实验	9
1.1.4 物理实验方法和测量方法	10
1.2 化学实验概论	13
1.2.1 早期化学实验	13
1.2.2 近代化学实验	15
1.2.3 现代化学实验	19
1.3 电工电子实验概论	24
1.3.1 电的起源	24
1.3.2 电工的出现	25
1.3.3 电子时代	27
1.3.4 微电子时代	29
1.4 工程力学实验概论	30
1.4.1 工程力学实验	30
1.4.2 工程力学实验的分类	31
1.4.3 实验应力分析方法	31
1.4.4 实验应力分析模型和原型实验	32
1.4.5 实验应力分析发展趋势	33
1.5 仿真实验和虚拟仪器概论	33
1.5.1 仿真实验	33

1.5.2 虚拟仪器	34
第2讲 实验数据处理	36
2.1 有效数字及其运算规则	36
2.1.1 有效数字	36
2.1.2 有效数字的运算规则	37
2.1.3 修约间隔和修约规则	38
2.2 数据处理的基本方法	38
2.2.1 列表法	38
2.2.2 作图法	39
2.2.3 图解法	40
2.2.4 最小二乘法	41
2.2.5 逐差法	42
第3讲 测量结果的表示	45
3.1 测量与误差	45
3.1.1 测量	45
3.1.2 误差	45
3.1.3 误差的种类	46
3.1.4 测量结果的定性评价	46
3.2 系统误差	47
3.2.1 系统误差的来源	47
3.2.2 发现系统误差的方法	47
3.2.3 系统误差的消除或修正	48
3.3 随机误差	49
3.3.1 随机误差的分布规律	49
3.3.2 标准偏差	49
3.4 测量不确定度	52
3.4.1 不确定度及其评定方法	52
3.4.2 标准不确定度的评定	53
3.4.3 合成标准不确定度	57
3.4.4 扩展不确定度	58
3.4.5 测量结果的表示	59
3.4.6 间接测量结果的不确定度合成	60

第二篇 基础实验技术

第4讲 测量技术和仪器仪表应用	64
4.1 电子测量技术	64
4.1.1 测量方法的分类	64

4.1.2	基本电参数的测量方法	65
4.2	常用仪器仪表简介	71
4.2.1	示波器	71
4.2.2	函数信号发生器	74
4.2.3	交流毫伏表	75
4.2.4	数字万用表	77
第5讲	化学实验技术	78
5.1	物质制备技术	78
5.1.1	气体物质的制备与提纯	78
5.1.2	无机物质的制备与提纯	79
5.1.3	有机物质的制备与提纯	81
5.2	化学定量分析技术	83
5.2.1	概述	83
5.2.2	滴定分析法	83
5.2.3	重量分析法	84
5.3	仪器分析技术	85
5.3.1	电位分析	85
5.3.2	紫外可见分光光度分析	85
5.3.3	气相色谱分析	86
5.3.4	其他仪器分析方法简介	88
第6讲	单片计算机应用技术	91
6.1	单片机概述	91
6.1.1	单片机的特点	91
6.1.2	单片机的应用开发过程	91
6.2	MCS-51 系列单片机的基本结构	91
6.2.1	MCS-51 系列单片机	91
6.2.2	中央处理单元 CPU(Central Processing Unit)	92
6.2.3	MCS-51 单片机的引脚功能	95
6.2.4	存储器结构与地址分配	97
6.2.5	MCS-51 单片机的中断系统	99
6.2.6	MCS-51 单片机内部定时器/计数器	101
6.3	MCS-51 单片机指令系统	102
6.3.1	指令的基本格式	102
6.3.2	指令的寻址方式	102
6.3.3	MCS-51 单片机的指令系统分类解析	104
6.4	汇编语言程序设计基础	110
6.4.1	单片机汇编语言伪指令	110
6.4.2	程序设计的一般步骤	111
6.4.3	汇编语言程序设计的基本方法	112

第7讲 PC 技术及应用	115
7.1 可编程控制器概论	115
7.1.1 可编程控制器的产生	115
7.1.2 可编程控制器的特点	115
7.1.3 可编程控制器的分类	116
7.1.4 可编程控制器基本结构及工作原理	116
7.1.5 可编程控制器的性能指标	118
7.1.6 可编程控制器的发展	119
7.2 CPM1A 系列 PC 及其地址分配	119
7.2.1 CPM1A-40CDR-A 的结构	119
7.2.2 CPM1A-40CDR-A 的区域配置	120
7.3 CPM1A 的指令系统概述	122
7.3.1 编程语言及组成	122
7.3.2 CPM1A PC 的指令系统	123
7.4 程序的录人和手持编程器的使用	139
7.4.1 键盘介绍	139
7.4.2 编程器的几种工作方式	140
第8讲 电机控制及变频器应用	142
8.1 三相异步电动机	142
8.2 变频器概论	143
8.2.1 工作原理和分类	143
8.2.2 DV-700T400B1 变频器	144
8.2.3 DV-700 系列变频器的特性参数预置	145
8.2.4 DV-700T400B1 变频器的控制方式	148
第9讲 EDA 技术及应用	151
9.1 EDA 的基本概念	151
9.2 可编程逻辑设计	151
9.2.1 PLD 器件	151
9.2.2 CPLD 的开发工具	153
9.2.3 硬件描述语言 HDL(Hardware Discription Language)	153
9.3 ispEXPERT 开发系统简介	153
9.3.1 软件主要特征	153
9.3.2 ispEXPERT System 的原理图输入	154
9.3.3 设计的编译与仿真	157
9.3.4 建立元件符号(Symbol)	165
9.3.5 将设计编译到 Lattice 器件中	165
9.3.6 ABEL 语言和原理图混合输入	165
9.3.7 锁定引脚的另一种方法	170
9.3.8 将 Y1 端口定义成时钟输入端的方法	171

9.3.9 在系统编程的操作方法	171
9.4 KHEDA-2 型 ISP 实验系统使用说明	172
9.4.1 实验系统板结构	172
9.4.2 设置实验系统电路结构	173
9.4.3 设置时钟输入信号	173
9.4.4 KHEDA-2 型 ISP 实验系统电路配置	173

第三篇 基础性实验

基础物理学实验	180
实验 1 基本测量	180
实验 2 用气垫转盘测转动惯量	184
实验 3 液体恩氏粘度的测定	186
实验 4 杨氏弹性模量的测定	189
实验 5 液体表面张力系数的测定	192
实验 6 电位差计的应用	195
实验 7 霍耳效应及其应用	198
实验 8 直流电桥的应用	202
实验 9 冲击法测量螺线管磁场	205
实验 10 薄透镜焦距的测定	208
实验 11 氢原子光谱实验	211
实验 12 用牛顿环测量透镜的曲率半径	213
实验 13 阿贝折射仪的应用	216
实验 14 分光计的调整	219
实验 15 用分光计测定棱镜玻璃的折射率	223
实验 16 衍射光栅实验	225
实验 17 光的偏振实验	227
实验 18 用密立根油滴仪测定基本电荷	231
实验 19 光电效应及普朗克常数测定	235
实验 20 用迈克尔逊干涉仪测光的波长	240
实验 21 示波器的原理及应用	245
实验 22 超声声速测定	250
基础化学实验	255
实验 23 微量物质精确称量——电光分析天平的使用	255
实验 24 醋酸电离常数及电离度的测定	258
实验 25 化学反应热的测定	266
实验 26 金属材料的腐蚀及防止	268
实验 27 废水电化学净化	270

基础电工电子学实验	272
实验 28 基尔霍夫定律和叠加原理	272
实验 29 戴维南定理和电源效率研究	273
实验 30 RLC 电路的交流测量	276
实验 31 微分/积分电路的瞬态响应分析	278
实验 32 三相交流电研究	281
实验 33 单管放大器静态工作点和电压放大倍数测量	283
实验 34 单管放大器阻抗测量和失真研究	285
实验 35 集成运算放大器的线性应用	288
实验 36 集成运算放大器的非线性应用	292
实验 37 集成功率放大器的测试	295
实验 38 线性直流稳压电源	298
实验 39 逻辑门和触发器	300
实验 40 编码器和译码器	305
实验 41 数据选择器	308
实验 42 计数器	309
工程力学基础实验	313
实验 43 材料的拉伸与压缩	313
实验 44 弹性模量 E 的测定	319
实验 45 材料的扭转实验	321
实验 46 简易梁弯曲正应力实验	324
实验 47 冲击实验	326
实验 48 疲劳实验	329
实验 49 压杆稳定实验	331
实验 50 光弹实验	334

第四篇 综合设计性实验

实验 51 数字影像技术	340
实验 52 阿贝成像和空间滤波实验	342
实验 53 光纤音频传输特性研究	345
实验 54 传感器实验	349
实验 55 用 CCD 测定光强	352
实验 56 薄膜厚度的测量	355
实验 57 简易显微镜、望远镜的组装	358
实验 58 透明液体折射率研究	359
实验 59 全息照相研究	360
实验 60 仿真实验——核磁共振	364

实验 61	仿真实验——低真空的获得和测量	367
实验 62	仿真实验——G-M 计数管和核衰变的统计规律	370
实验 63	纯水的制备与水质的测定	370
实验 64	常用无机颜料的制备	373
实验 65	水箱防冻液的配制及其凝固点的测定	375
实验 66	电机控制及变频器应用	377
实验 67	温度测量电路及其标定	378
实验 68	电流/电压转换电路	381
实验 69	电压/频率转换电路	383
实验 70	集成锁相环的应用	385
实验 71	组合电路竞争冒险实验	388
实验 72	A/D、D/A 转换电路	390
实验 73	时基电路 555 的应用	395
实验 74	七段数码显示器	397
实验 75	PC 实验——与、或、非逻辑控制	400
实验 76	PC 实验——定时器/计数器系统设计	402
实验 77	PC 实验——流水灯控制实验	403
实验 78	PC 实验——数据传送/比较控制	404
实验 79	PC 实验——电机的正反转控制	405
实验 80	PC 实验——自动开闭的仓库门仿真控制系统设计	406
实验 81	EDA 实验——加法器	407
实验 82	EDA 实验——计数器	409
实验 83	EDA 实验——频率计	410
实验 84	EDA 实验——数字钟	413
实验 85	MultiSim 实验——日光灯电路的测量及功率因数的提高	415
实验 86	MultiSim 实验——放大器的仿真研究	419
实验 87	MultiSim 实验——有源滤波器	422
实验 88	Protel 99SE 实验——PCB 设计	424
实验 89	振动测试与分析实验	432
实验 90	弯扭组合及扭转测 G 实验	435

第五篇 研究性实验

实验 91	超声波测距研究	439
实验 92	太阳能电池的应用研究	440
实验 93	TOCM 彩色摄影技术	442
实验 94	塑料电镀研究	444
实验 95	废定影液中金属银的回收研究	446

实验 96	废干电池的综合利用	447
实验 97	电化学分析测试系统在金属防腐中的应用	450
实验 98	仿真实验——交通灯控制	452
实验 99	仿真实验——龙门吊模型控制	453
实验 100	仿真实验——立体车库自动化控制设计	454
实验 101	PC 实验——变频器调速控制	454
实验 102	温度自动控制系统实验	455
实验 103	实用低频功率放大器设计	456
实验 104	图形点阵 LCD 显示器应用研究	457
实验 105	波形发生器设计	458
实验 106	数字信号发生器及简易逻辑分析仪设计	459
实验 107	多路数据采集系统设计	461
实验 108	简易数字存储示波器设计	462
实验 109	简易无线电遥控系统	463
实验 110	数字化语音存储与回放系统	464
实验 111	自动往返电动小汽车控制	465
实验 112	汽车车架的受力分析实验	467
参考文献		468

绪 论

0.1 认识实验课的意义

人类科学一脉相承。16 世纪以后,从哲学中分离出了物理学。从此物理学成为一门独立的学科,它的研究领域不断拓展,逐渐建立了力学、热学、光学、电学等基础学科,每一个基础学科,又不断的形成许多新的分支,形成了一些独立的新学科。早期的物理、化学等基础学科,都是建立在实验的基础之上的,以物理学的发展为例,理论物理学曾起过重要作用,如麦克斯韦(Maxwell)的电磁理论、爱因斯坦(Einstein)的相对论、卢瑟福(Rutherford)和玻尔(Bohr)的原子模型、海森堡(Heisenberg)等的量子学说等,都使本世纪的物理学大放异彩。但是我们必须看到,这些无一不是以实验中的新发现为依据,而又都被进一步的实验所验证的。实验学家必须谙熟理论,理论学家也必须对实验工作有较深的了解,否则其工作就是无源之水、无本之木。因此学生在校期间,进行实验科学的专门训练,是尤其重要的。

不论是国内还是国外,实验教学特别是基础实验教学,在所有大学中都是必不可少的。在美国,基础教学实验室和国家实验中心、校级实验中心、院(系)级实验中心以及专题实验室一起,构成大学教学和研究的实验体系。在英国,学校很重视基础实验教学,实验是独立的教学环节,全校实行大循环安排实验,有一套完整的教材。

在国内,长期以来,基础实验隶属于理论课程,是理论课教学的一个环节,实验教学基本上是验证性教学。这一点在一些理论的建立初期,对于一些比较抽象的理论问题的理解,起到过重要的作用。随着自然科学历史的延展和进步,一些原来很抽象的经典理论变得不再抽象,原来很深奥的东西变得不再深奥,因此基础实验教学的任务逐渐由理论验证性教学发展为能力创新性教学,随之而来的必然是实验思想、实验内容、实验方法的变革。20 世纪 90 年代初期,在一些地方大学,物理实验率先被确定为一门独立的课程,然后是电子技术实验,这些改革主要体现为实行独立考核(考试),实验内容由单一验证性逐渐强调综合性、设计性。几年以后开始从编制上进行剥离,实验室脱离理论教研室,组建实验中心,确立实验的课程地位,实验课的任务由原先的强调理论验证、为理论教学服务发展到强调综合能力、创新能力的培养,这是一个比较大的变化。

进入 21 世纪,在一些规模比较小的大学(学院)出现了实验打破按学科分类,组建跨学科的基础实验中心的情况。在这次变革中,相对独立性比较强的军队院校走在了前头,例如军事交通学院 1999 年 12 月组建了“基础实验中心”,把物理、化学、电工电子学、工程力学实验进行整合,构建了新的课程体系——《基础实验》。进行了“两项改革”,一是变课程实验为实验课程,二是构建了基础实验平台;实行了“五个独立”,即独立的编制、独立的

课程、独立的大纲、独立的教材和独立的课堂运作方式;提出了“一个中心,两个服务”的课程建设思路,即以学习实验理论、实验技术,强化创新能力培养为中心,服务学院学科建设,服务理论课教学。《基础实验》课程的建立在三个方面有一定的创新:一是将多个学科的实验内容整合,研究不同学科实验理论的相通性和技术的互补性,构建起了跨学科的基础实验平台;二是加大综合设计实验的同时,在高端实验中“模糊”基础实验学科的概念,具备了“大学实验”的雏形;三是实行了全面开放(实验内容开放、实验时间开放、实验管理开放)基础实验教学,从教学思想、教学内容、教学方法三个方面实现了真正意义的《基础实验》课程。

0.2 了解实验课的内容

《大学基础实验》是在军事交通学院 2001 年出版的《基础实验教程》的基础上全面改编的。教材的构思进一步体现构建基础实验平台的思路,教材体系分为实验理论(讲座)、实验技术(讲座)和实验项目。哪些东西属于实验理论?实验技术的范畴有多大?这些问题还是有待于深入研究的问题,所以本书只是以讲座(或者称为选讲)的形式选择了一些争议不大的而且本书中直接用到的基础实验理论和实验技术。实验项目选择了涉及物理学、化学、电工电子学、工程力学和跨学科综合的 112 个实验项目,分为基础性实验、综合设计性实验、研究性实验等不同层次。在这些题目的编排上,我们遵从基础性实验区分学科,综合设计性实验淡化学科,研究性实验不区分学科的原则。概括起来,这些实验既有依托相应理论的基本定理、定律的验证,也有基本测量、基本技能的训练,还有一些新知识、新技术方面的拓展,研究性实验一般都属于专题实验,教学实施上可以灵活多样,例如以实习的方式进行实验。当然,淡化学科和不区分学科不是不承认学科的存在,相反需要更加认真地研究各学科的独立性、规律性和交叉性,重视各学科基本原理、基本定理、基本方法和基本技能在培养学生能力上的互补性,例如在《大学基础实验》的编写中,我们始终贯彻理、化实验注重实验理论,电、力实验注重实验技术的编写思路。由原来的《基础实验教程》过渡到现在的《大学基础实验》,就是想进一步强调实验课程,阐明大学实验与大学理论的同等地位。实验课是理论课的后续课程,学好实验课的必要条件是学好理论课,但是学好理论课并不等于一定能学好实验课,这一点同学们务必引起注意。同学们还应引起注意的是,这些实验最初都经过若干年的精心设计、探索,甚至几经失败而后成功的,即使是在我们准备这些实验时,也是经过反复的思考、试做才编入书本中的,因此应该说这些实验都是“高度浓缩的”,这样才使得同学们在两个小时或稍长的课时内,学习和领悟所用方法和所得结果的要领。同学们在做实验时要特别珍惜这一点。

0.3 掌握实验课的特点

本教程是针对开放实验教学编写的。按现在的研究结论,开放实验更加适合学生综合能力、创新能力、自主能力的培养,是一种个性化的教学模式,开放实验的内涵是“任何

时间以任何方式做任何实验”。开放实验具体实施上分为两大块,讲座和实验。讲座大部分安排在实验前进行,部分穿插在实验期间;实验以独立完成为主,教师一般不进行具体指导,但是实验时间相对开放前有较大的延长,目的在于给同学们充分摸索、体会的时间。开放教学总体上应当是一种宽进严出的教学模式,实验内容、实验时间、管理方式都应当体现宽松的教学模式,但是实验过程宽松不代表实验结果宽松,更不是降低教学要求。相反,相对开放以前,教学要求应当更高。除了实验的综合性、设计性提高,实验难度增加以外,比如考试可以采取“三规”的方式,即规定内容、规定时间、规定地点。完成一个实验,通常需要经过三个教学环节。

0.3.1 实验前的预习

要在规定的时间内高质量完成实验,每次实验前同学们一定要进行针对性的预习。

(1) 看懂实验原理

教材中每个实验都有简要的实验原理,同学们应认真阅读。必要时参考附录或其他教材和参考书。

(2) 熟悉实验器材

进实验室前就要熟悉所用实验器材,包括实验仪器仪表、实验设备、实验器皿、实验药品以及实验元器件等。这些知识主要靠平时积累,必要时可提前到实验室观摩其他同学实验以了解情况。

(3) 明确实验内容

明确本次实验的内容要求,根据需要提前设计表格、设计电路(光路)、实验参数、实验步骤,有些涉及计算机编程的实验还要求学生提前编好程序。

(4) 想定实验方案

为了有效地利用好宝贵的实验时间,想定实验方案,明确进入实验室后先干什么后干什么,尤其显得重要。

0.3.2 课堂实验

学生进入实验室后应遵守实验室规则,像一个科学工作者那样要求自己,井井有条地布置仪器,安全操作。细心观察实验现象,认真钻研和探索实验中遇到的问题。仪器发生故障时,还要在教师指导下学习排除故障的方法。总之,要把重点放在实验能力的培养上,而不是测出几个数据就以为完成了任务。对实验数据要严肃对待,要用钢笔或圆珠笔记录原始数据。如记错了,应轻轻划上一道,在旁边写上正确值,使正误数据都能清晰可辨,以供在分析测量结果和误差时参考。实验结束时,将原始数据交教师审阅签字,整理还原器材后经教师同意方可离开实验室。

0.3.3 实验总结

实验后要对实验数据及时进行处理。如果原始记录删改较多,应加以整理,对重要的数据要重新列表。数据处理过程包括计算、作图、误差分析等。计算要有算式,便于别人