



面向开放实验跨学科综合教材

主编 贺秀良 杨 嘉

新编大学基础实验

Xinbian Daxue Jichu Shiyan



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向开放实验跨学科综合教材

新编大学基础实验

主编 贺秀良 杨 嘉

中国人民解放军总后勤部
首批“百本精品教材”

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

《新编大学基础实验》是在 2005 年 3 月国防工业出版社出版的《大学基础实验》的基础上改编的,根据实验教学的不变化于 2010 年进行了修订,经过两期校内学员的试用,教材结构和内容又有了一些新的调整,现作为修订版正式出版发行。总体编写思想与原版相比没有大的改变,继续定位为面向开放实验和跨学科综合的实验教材,内容涉及物理学、化学、电学和工程力学等方面的实验,贯穿了构建开放式基础实验平台的编写思路,体现了不同学科实验的理论相通性和技术互补性,为达成同一实验目标提供了多样性的实验方法和测量方法。

本教材按照“讲座+实验”的教学模式进行编写。与原版相比更新了大部分实验内容,增加了一些原创性实验项目;把“综合设计性实验”“研究性实验”分别改编为“综合研究性实验”和“自主设计性实验”,突出了对学员研究能力和自主能力的训练;考虑到实验仪器和器材是实验教学的重要组成部分,专门编写了一篇实验仪器与器材;增加了附录内容。全书分七篇,第一篇基础实验理论,第二篇基础实验技术,第三篇实验仪器与器材,第四篇基础性实验,第五篇综合研究性实验,第六篇自主设计性实验,第七篇虚拟仿真实验,最后是总附录。

为了更好地指导学员自主设计实验,另外编写了配套的《自主实验指导书》作为辅助教材另行出版。

本书可作为理工科类院校实验独立设课的本、专科学生的基础实验教材,也可作为高年级本科生和研究生的实验参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

新编大学基础实验/贺秀良,杨嘉主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-5640-7391-6

I. ①新… II. ①贺…②杨… III. ①科学实验-研究方法-高等学校-教材
IV. ①G312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 022710 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 880 毫米×1230 毫米 1/16

印 张 / 31.5

字 数 / 962 千字

版 次 / 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 78.00 元

责任编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换



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	1
0.3 掌握实验课的特点	2
0.4 开放实验的管理	3
0.5 遵守实验室规则	4

第一篇 基础实验理论

第1讲 物理实验概论	7
1.1 古代物理学时期的物理实验	7
1.2 近代经典物理学时期的物理实验	8
1.3 现代物理学时期的物理实验	9
1.4 物理实验方法和测量方法	10
第2讲 化学实验概论	14
2.1 古代实用化学实验	14
2.2 近代化学实验时期	15
2.3 现代化学实验时期	19
第3讲 电学实验概论	22
3.1 静电时代	22
3.2 电工时代	23
3.3 电子时代	24
3.4 微电子时代	26
3.5 发展和展望	27
第4讲 力学实验概论	28
4.1 工程力学实验	28
4.2 工程力学实验的分类	29
4.3 实验应力分析	30
4.4 实验固体力学优先发展的技术方向	32
第5讲 实验数据处理	33
5.1 有效数字及其运算规则	33
5.2 数据处理的基本方法	35
小结	40
研究与讨论	41

第6讲 测量误差与不确定度	42
6.1 测量与误差	42
6.2 系统误差	43
6.3 随机误差	45
6.4 测量不确定度	47
研究与讨论	55

第二篇 基础实验技术

第7讲 物质制备及分析技术	59
7.1 物质的制备技术	59
7.2 物质的分析方法	64
第8讲 PLC 应用技术	77
8.1 可编程控制器概论	77
8.2 CP1E 系列 PLC 及存储器地址分配	82
8.3 CP1E PLC 的指令系统概述	84
8.4 编程器软件 CX - Programmer 的使用方法	99
8.5 EL - PLC - III 型 PLC 实验箱	104
第9讲 应变电测技术	106
9.1 应变电测法	106
9.2 电阻应变计的原理及使用	107
9.3 电阻应变仪及其测量电桥原理	115
9.4 应变片在电桥中的接线方法	117
9.5 静态应变测量系统	119
9.6 动态电阻应变测量系统	122
第10讲 光测弹性技术	124
10.1 光弹性法的基本原理	124
10.2 光弹性模型材料和模型浇铸	132

第三篇 实验仪器与器材

第11讲 通用器材	137
11.1 游标卡尺	137
11.2 螺旋测微器（千分尺）	138
11.3 物理天平	139
11.4 电子天平	141
11.5 分析天平	143
11.6 电烙铁及其使用方法	149
第12讲 常用电子元器件	153
12.1 分立元器件	153

12.2 集成电路	162
第13讲 常用电子仪器器材	163
13.1 示波器	163
13.2 函数信号发生器/计数器	168
13.3 交流毫伏表	170
13.4 数字万用表	171
13.5 便携式自主实验箱	172
第14讲 常用化学仪器器材	176
14.1 酸度计	176
14.2 DDS-12A 型电导率仪	181
14.3 恒电位仪	184
14.4 GR3500G 型氧弹量热计	186
14.5 恒温水浴	189
第15讲 常用力学实验器材	191
15.1 电阻应变仪	191
15.2 DNS100 微机控制电子万能试验机	195
15.3 NWS-500C 型扭转试验机	201
15.4 XL3418 组合式材料力学多功能实验台	204
15.5 光弹仪	205

第四篇 基础性实验

第1章 物理学实验	213
实验1 基本测量	213
实验2 CCD 法测杨氏模量	214
实验3 用气垫转盘测转动惯量	217
实验4 落球法测液体黏滞系数	218
实验5 导热系数测量	220
实验6 直流电桥应用	222
实验7 用密立根油滴仪测基本电荷	224
实验8 霍尔效应及其应用	227
实验9 阿贝折射仪应用	230
实验10 用牛顿环测透镜曲率半径	233
实验11 用迈克尔逊干涉仪测激光波长	235
实验12 用分光计测棱镜玻璃折射率	239
实验13 衍射光栅测量	242
实验14 光偏振现象	245
实验15 氢原子光谱	248
实验16 光电效应及普朗克常数测量	250
实验17 光速测量	253

实验 18 核磁共振	256
第 2 章 化学实验	260
实验 19 物质的精确称量	260
实验 20 醋酸电离常数及电离度的测定	261
第 3 章 电学实验	265
实验 21 直流电路测量	265
实验 22 交流电路测量	268
实验 23 RC 电路瞬态响应	270
实验 24 单管放大器	272
实验 25 集成运算放大器	276
实验 26 线性直流稳压电源	281
实验 27 逻辑门和竞争冒险	283
实验 28 编码器和译码器	287
实验 29 触发器和计数器	291
第 4 章 力学实验	295
实验 30 材料拉伸与压缩	295
实验 31 材料扭转	298
实验 32 纯弯曲梁正应力测量	300
实验 33 压杆稳定	302
实验 34 材料冲击	304

第五篇 综合研究性实验

实验 35 振动模式研究	309
实验 36 超声波声速测量	312
实验 37 非平衡电桥应用研究	315
实验 38 传感器应用研究	318
实验 39 地磁场测量	322
实验 40 光纤音频传输特性研究	324
实验 41 用 CCD 测量单缝衍射的光强分布	328
实验 42 薄膜厚度测量	331
实验 43 显微镜、望远镜组装	332
实验 44 全息照相	335
实验 45 太阳能电池特性测量	340
实验 46 液晶电光效应研究	343
实验 47 金属材料腐蚀与防止技术研究	346
实验 48 阳极极化曲线测定研究	348
实验 49 水箱防冻液制备及其凝固点测定	351
实验 50 燃烧热测定	353
实验 51 NE555 电路应用研究	356

实验 52	波形发生器研究	358
实验 53	ADC 电路研究	362
实验 54	电子温度计研究	366
实验 55	PLC - 与或非自锁控制	368
实验 56	PLC - 定时器与计数器	369
实验 57	PLC - 交通灯控制	371
实验 58	变频器应用研究	372
实验 59	变频器的 PLC 控制研究	378
实验 60	电子工艺基础	379
实验 61	薄壁圆筒弯扭组合变形下主应力测定	380
实验 62	光测弹性研究	382
实验 63	材料动态力学性能研究	383

第六篇 自主设计性实验

实验 64	混沌现象	389
实验 65	图像处理	390
实验 66	PN 结物理特性	391
实验 67	微波分光	393
实验 68	晶体声光效应	394
实验 69	超导材料磁浮力测量	396
实验 70	超声成像	397
实验 71	超声三维声呐定位	397
实验 72	燃料电池	398
实验 73	全息无损检测	399
实验 74	激光音频调制监听	401
实验 75	纯水制备与水质检测	401
实验 76	常用无机颜料制备	403
实验 77	吸烟有害成分检验	403
实验 78	固体酒精制备	404
实验 79	病房呼叫系统	405
实验 80	电声蝓蝓	406
实验 81	航标灯	408
实验 82	集成功率放大器	411
实验 83	三人表决电路	413
实验 84	石英钟	415
实验 85	抢答器	418
实验 86	电子琴	420
实验 87	电阻应变片粘贴与电桥连接	423
实验 88	材料弹性常数 E 、 μ 测量	424

第七篇 虚拟仿真实验

实验 89	低真空获得与测量	429
实验 90	G - M 计数管与核衰变统计规律	431
实验 91	塞曼效应与电子荷质比测量	434
实验 92	喇曼光谱	437
实验 93	γ 能谱测量	441
实验 94	扫描隧道显微镜 (STM)	443
实验 95	水中化学耗氧量 (COD) 测定	446
实验 96	分光光度计使用与试样测量	447
实验 97	气相色谱的基本流程与操作	450
实验 98	自来水总硬度测定	454
实验 99	Multisim - 日光灯电路测量	455
实验 100	Multisim - 放大器测量	458
实验 101	Multisim - 三相交流电研究	460

总 附 录

附录 1	SI 基本单位	464
附录 2	物理常数表	464
附录 3	百年诺贝尔物理学奖	469
附录 4	重要化学实验年表	472
附录 5	常用酸碱在水中解离常数	474
附录 6	不同温度下水饱和蒸汽压	475
附录 7	常用物质溶度积	476
附录 8	标准电极电势	477
附录 9	微电子学实验年表	481
参考文献		484

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，每一门基础学科又不断地形成许多新的分支，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。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，本世纪以前，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，原来很深邃的东西变得不再深邃，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，然后是化学实验、电子技术实验等，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。几年以后实验课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，实行校、系两级管理，确立了实验的课程地位，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，构建起了跨学科综合的基础实验平台；二是实行了全面开放基础实验教学，实现了“讲座 + 实验”的开放教学模式；三是研制了“便携式自主实验箱”并下发到学员宿舍，在强调学员“自主实验”的同时实现了实验由课内向课外的延伸。

0.2 了解实验课的内容

《新编大学基础实验》是在军事交通学院 2001 年出版的《基础实验教程》和 2005 年出版的《大学基

础实验》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)、实验器材(讲座)、实验项目等四大块。哪些东西属于实验理论?实验技术的范畴有多大?这些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)的形式选择了一些本书中直接用到的基础实验理论和实验技术。实验器材以本书中用到的通用器材为主。实验内容涉及物理学、化学、电工电子学、工程力学和跨学科综合等101个实验项目,分为基础性实验、综合研究性实验、自主设计性实验和虚拟仿真实验等不同层次。在这些题目的编排上,我们遵从基础实验区分学科,综合研究、自主设计和虚拟仿真实验淡化学科的原则。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。综合研究实验一般属于专题实验,综合性比较强,实验时间应该充分,给学员留出思考、摸索的时间。自主设计实验以实验任务的形式给出,借助提供的深度阅读资料和辅助教材自主完成,可以在实验室,也可以借助便携式自主实验箱在宿舍完成实验。当然,淡化学科不是不承认学科的存在,相反需要更加认真地研究学科的独立性和交叉性,重视不同学科基本原理、基本定理、基本方法和基本技能在培养能力上的互补性,例如,在《新编大学基础实验》的编写中,我们继续贯彻理、化实验注重实验理论,电、力实验注重实验技术的编写思路。一般来说实验课是理论课的后续课程,先学习理论,后进行实验。但有时受实验条件、时间和空间的局限,部分实验课可能在相应理论课之前进行。还有的时候考虑到综合实验的跨章节、跨知识点的特点,以及实验条件、时间和空间的有效利用,实验课可能会相对理论课滞后一段时间(比如半个学期到一个学期)。这些情况下只要实验预习充分,是完全可以的,有时还会起到预想不到的教学效果,所以,先学习理论还是先进行实验不是原则性问题。

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。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。自主实验允许学员在业余时间完成。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要求宽松。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,实验难度也相应增加。完成一个实验,通常需要经过以下三个教学环节。

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) 弄懂实验原理

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进行预备实验或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、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。

设计性实验除了做好上述预习工作外，还需要做到以下几点：

- ① 设计实验方案，明确实验原理；
- ② 确定测量仪器、方法、条件；
- ③ 确定实验内容和步骤。

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，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，便于别人看懂，也便于自己检查。作图要规范、美观。数据处理后要给出实验结果和必要的测量不确定度。最后要求撰写出一份简洁、明了、工整、有见解的实验报告，这也是每一个大学生必须具备的报告工作成果的能力。

实验报告内容通常包括：实验名称、实验目的、实验器材、实验原理、实验内容、实验要求、实验结果处理、研究与讨论等。设计性、自主性实验报告可以写成论文形式。

0.4 开放实验的管理

如前所述，开放实验可以充分发挥学生的自主性、创造性，有效提高实验室和实验设备的利用率，但是却对实验教师不断更新知识的能力、现场解决问题的能力以及实验室管理上的实验设备完好率、实验耗材的供需矛盾、实验的过程控制等提出了更大的挑战。为此，一些开放实验比较早的院校研制开发了相应的教学与管理软件，我们见到的比较早、比较好的有美国斯坦福大学（Stanford University）的实验预约系统，国内有西安交通大学的实验预约系统、军械工程学院的网络实验教学系统等。2003年军事交通学院基础实验中心研制了《开放实验教学与管理网络系统》，针对开放实验教学的讲座、预习、预约、注册、实验、指导、注销、报告、考试、公告等十个环节，研制开发了这一开放实验教学与管理平台，不但有网上预约、注册注销、实验监控、实验记录、档案查询等管理功能，还实现了网上讲座、网上预习、网上答疑、虚拟实验室等教学功能。2010年我们对该系统进行了升级改造，增加了历史查询、网上提交实验报告、实验论坛、问卷调查等功能，迄今为止该系统不间断地使用了九年，三十余万人次通过该系统完成实验（图0.1，图0.2）。



图 0.1 开放实验主页

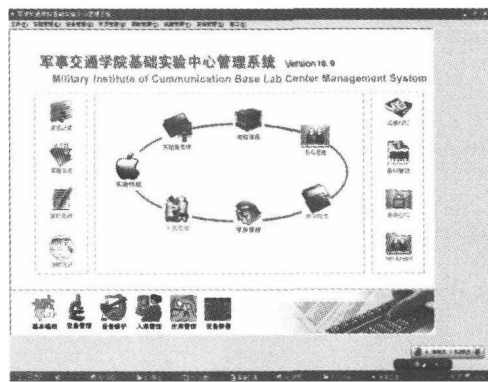


图 0.2 开放实验后台支持系统

0.5 遵守实验室规则

为了保证实验正常进行，培养严肃认真的工作作风和良好的实验室习惯，同学们应当遵守实验室规则。

- (1) 学生应在约定的时间内进行约定的实验，不得无故缺席。
- (2) 学生每次实验前要对约定要做的实验进行预习，应有预习报告，经教师检查同意方可进行实验。
- (3) 保持安静的实验环境，对于实验中遇到的问题，希望能够通过自我摸索和相互讨论解决。
- (4) 爱护器材。进入实验室不要擅自搬弄仪器，严格按规程操作，使用电源或化学用品时要格外小心，拿不准的要请教师指导，公用物品用完后立即放归原处。
- (5) 做完实验，学生应按要求进行登记，将实验器材整理还原，将桌面和凳子收拾整齐，经教师同意后方可离开实验室。
- (6) 如有器材损坏，应主动及时报告教师，说明损坏原因，填写损坏单，属于个人责任的按学院有关规定处理。
- (7) 实验报告按教师规定时间统一收交，杜绝数据抄袭和报告抄袭现象。

开放实验的最终目的是提高教学质量，营造一种适合学员自主学习的教学环境，因此我们在开放实验过程中鼓励学员有效利用好实验室这个平台，允许试做、重做、多做、陪做实验，也鼓励学员开发自己感兴趣的实验项目。

◆ 第一篇 ◆

基础实验理论

本篇选择了物理实验概论、化学实验概论、电学实验概论、力学实验概论、实验数据处理、测量误差与不确定度等六讲内容作为本书的基础实验理论。

第 1 讲

物理实验概论

物理学是一门实验科学。物理学属于基础性学科，是大专院校理工科学生的必修课程。物理学的学习包括物理理论和物理实验两部分。物理实验不仅可以加深理论理解，验证和发展物理理论，更重要的是可以培养学员的科研动手及创新能力。物理实验的学习不仅对物理理论的理解和发展非常重要，对其他学科的学习也大有裨益，如电子科学、计算机技术、光学信息工程、材料科学，甚至化学、生物学、医学，等等，都离不开有关物理学的理论与技术。物理实验是同学们在大学期间学习的第一门实验课程，连同本教材中的化学实验、电学实验、力学实验构成一个统一的基础实验能力培养平台。物理实验所涉及的实验原理、实验方法、测量方法、数据处理方法甚至实验素质养成，是所有实验课程的基础，同学们要把物理实验放在基础实验这个大环境中，并把它当成一个重要的开门篇章来学习。

物理学是一门古老的学科。物理学建立和发展的过程，与人类文明的发展史息息相关。而每一次物理理论的突破与发展都是建立在实验和观察基础上的。

1.1 古代物理学时期的物理实验

通常，人们把 16 世纪以前作为古代物理学时期。那时，古希腊、中国、阿拉伯等国家和地区，伴随着天文、数学、医学的发展，发现了许多物理现象和规律。如春秋战国时期的《墨经》和《考工记》，就记载了大量有关力学、光学、声学方面的知识。《墨经》由墨子（公元前 468—公元前 392）（图 1.1.1）所著，他对力学和光学的研究都达到了较高的水平，在光学方面对平面镜成像和小孔成像都有描述。

古希腊的阿基米德（图 1.1.2）在数学、运动学、浮力定律、杠杆原理等方面均有建树，被称为“力学之父”。阿基米德在物理学方面的贡献，不仅来源于他的细心观察和科学推断，也离不开他为了自己的论断而精心做出的实验。他的关于浮力的传说——“王冠的秘密”也为人所熟知。



图 1.1.1 墨子

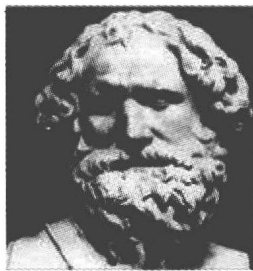


图 1.1.2 阿基米德

古代物理学知识大多数是建立在对自然界的直觉观察和主观臆测上，未形成系统规律。那时的物理知识主要来自于对客观世界的直观现象的分析解释，它们之中有些是朴素唯物的，而有些则是片面的、唯心的。比如亚里士多德对于物体下落的解释，认为重的物体下落的快、轻的物体下落的慢，却没有考虑到物体密度、形状以及所受的空气阻力的大小。到了阿基米德时期，物理实验的作用已经显现出来。但那时的物理学还是简单的解释，尚未与数学发生密切联系，还谈不上物理理论。

1.2 近代经典物理学时期的物理实验

经典物理学的建立从16世纪到19世纪经过了300年的时间。16世纪以后,随着社会生产力的发展,物理学伴随着整个科学革命,逐步形成了一门真正系统的实验科学。通过实践—理论—再实践的辩证发展,物理学不断地分化与综合,形成了严密的科学体系,成为现代科学的重要基础之一。

1.2.1 经典力学的建立

经典力学的建立是经典物理学的第一次大综合。

伽利略(1564—1642)(图1.2.1)被称为近代物理学的先驱。他确立了描述运动的基本特征量——速度和加速度,探索出了落体运动的规律,发现了惯性定律,提出了运动相对性原理。

牛顿(1642—1727)(图1.2.2)被誉为世界上前所未有的最伟大的科学家。他在数学、物理、哲学上的贡献都令人瞩目。他在物理方面的成就有很多。在光学方面,他第一个解释了白光的色散现象,完成牛顿环实验,并对光的干涉和衍射现象进行了分析。在天体力学方面,他提出的万有引力定律成为海王星发现的理论依据。他创建了牛顿运动三定律。1687年,牛顿发表了《自然哲学的数学原理》,宣告了经典力学的建立,完成了天上力学和地上力学的统一。

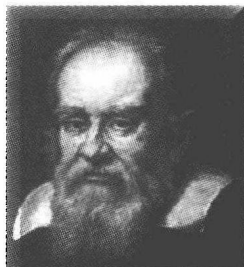


图 1.2.1 伽利略



图 1.2.2 牛顿

在经典力学的建立过程中,物理实验的地位开始被确立起来并显现出了其重要性。其中最受瞩目的当属伽利略创立的实验科学。他的科学思想和科学方法至今为我们所用,用观察和实验探索定律代替用理性寻究其原因,把观察和实验作为科学研究的基础,开创了“理想实验”方法的先河。牛顿作为科学巨匠,不只是他在数学、哲学以及物理理论上的贡献,更在于他通过分析实验结果得出重要物理理论的科学实验方法。

1.2.2 经典热力学与统计物理的建立

经典热力学和统计物理的建立是经典物理学的第二次大综合。

19世纪初,焦耳等人发现了能量守恒和转换定律,为热力学的建立准备了条件。随后,焦耳(图1.2.3)、开尔文(图1.2.4)、克劳修斯等人从能量守恒和转化定律及自然界的变化的方向性出发,得出了热力学第一、第二定律。接着,麦克斯韦和玻尔兹曼又将统计规律引入了气体分子的运动,创立了统计物理学。随着恩斯特的热力学第三定律的建立,经典热力学与统计物理的理论基本完善,完成了机械运动、热运动、电磁运动等不同运动形式之间的综合统一。



图 1.2.3 焦耳



图 1.2.4 开尔文