

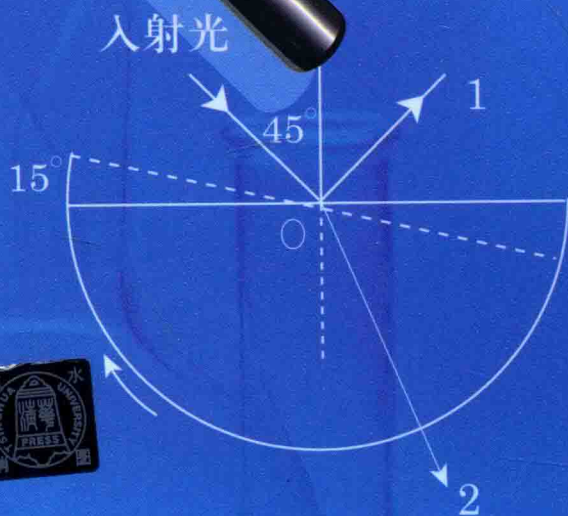
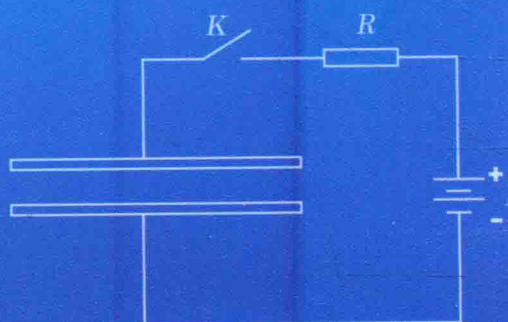


全国高职高专**公共基础课**规划教材

大学物理

(第2版)

宋明玉 张战动 主编



赠送
电子课件

清华大学出版社

全国高职高专公共基础课规划教材

大学物理

(第2版)

宋明玉 张战动 主 编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书在第1版的基础上,以物理学的基本概念、定律和方法为核心,在保证物理学知识体系完整的同时,重点突出以物理学的思想和方法来分析问题、解决问题的综合能力的培养和训练。知识体系在第1版基础上,部分章节的内容和顺序做了适当调整。结合高职院校的特点,增补了一些物理学在相关交叉学科的发展和应用实例,理论联系实践,既激发学习兴趣,又丰富知识面,不断提高读者的综合素质。

全书共分17章,分别介绍了物理学导论、质点的运动与力、运动的守恒量与守恒定律、刚体的定轴转动、机械振动、机械波、热力学基础、气体动理论基础、真空中的静电场、静电场中的导体与电介质、恒定电流的磁场、磁场中的磁介质、电磁感应——电磁波、波动光学基础、狭义相对论基础、量子物理基础、物理学原理在工程技术中的应用等内容。增补了一些与使用工程技术相关的例题和习题,每章习题给出了部分参考答案,增加了常用物理常数表。

本书为适应不同地区、不同专业的高职类大学物理课程教学和自学而编写的。可作为高职类不同专业、大专及成人教育相应专业的大学物理课程教学的教材和自学用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学物理/宋明玉,张战动主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2015
(全国高职高专公共基础课规划教材)

ISBN 978-7-302-38949-1

I. ①大… II. ①宋… ②张… III. ①物理学—高等职业教育—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第005651号

责任编辑:桑任松

装帧设计:刘孝琼

责任校对:周剑云

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.25 字 数:517千字

版 次:2009年10月第1版 2015年4月第2版 印 次:2015年4月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:38.00元

产品编号:060316-01

再 版 前 言

进入 21 世纪,我国的高等教育已从“精英教育”逐步走向大众教育,为适应新形势下科学技术的发展对人才培养的新要求,高等教育越来越强化基础教育课程,注重学生综合素质的培养。另外,随着科学技术的发展,学科之间的交叉与结合尤为突出,物理学正进一步向生物学、化学、材料科学、医学等学科领域渗透与发展。因此良好的物理基础是学好其他自然科学与工程技术科学的基本保障。物理学所阐述的基本原理和基本知识、基本思想、基本规律和基本方法,不仅是学生学习后续专业课的基础,也是全面提高学生科学素质、科学思维方法和科学研究能力的重要内容。大学物理课程是理工类、高职机电类各专业的必修公共基础课,在培养学生辩证唯物主义世界观,科学的时空观等方面起着重要的作用。

本书在保持第 1 版大学物理课程体系的完整性、科学性、系统性和逻辑性等特点的前提下,适当调整了部分内容的顺序和结构,在注重陈述物理学的基本知识、概念、规律的同时,增加了一些物理学的交叉发展和应用实例,增补了一些与实用工程技术相关的例题和习题及课堂思考讨论题,以提高学生综合解决实际问题的能力。每章习题给出了部分参考答案,并增加了常用物理常数表。本书的修改花费了较多的时间和精力作图,力图使图更美观;对第 1 版中表述错误或符号错误等做出了勘误。

书中带“*”号部分内容可根据实际教学课时量处理,可选择讲授或让学生自己阅读。

编者感谢长江大学物理学院的大学物理精品课程组老师们的支持和帮助。

由于编者学识和教学经验有限,书中难免存在不当和疏漏之处,恳请各位读者批评指正。

目 录

 第0章 物理学导论1

- 0.1 改变世界的物理学1
 - 0.1.1 物理学与科学技术1
 - 0.1.2 物理学改善人们的物质生活3
 - 0.1.3 物理学改变人们对世界的认识3
- 0.2 物理学及发展概况4
 - 0.2.1 物理学是自然科学的基础4
 - 0.2.2 物理学的内容4
 - 0.2.3 物理学的发展简介4
 - 0.2.4 物理学的发展趋势5
- 0.3 物理学与人才培养5
 - 0.3.1 物理学的特征5
 - 0.3.2 物理学是科学的世界观和方法论的基础6
 - 0.3.3 学习物理学的方法6
- 0.4 单位制和量纲6
- 0.5 矢量和标量简介8
 - 0.5.1 矢量和标量8
 - 0.5.2 矢量的运算8

 第1章 质点的运动与力12

- 1.1 质点运动的描述12
 - 1.1.1 物理模型——坐标系12
 - 1.1.2 质点运动的描述13
- 1.2 平面曲线运动 圆周运动19
 - 1.2.1 切向加速度和法向加速度19
 - 1.2.2 圆周运动 角量21
 - 1.2.3 线量与角量的关系22
- 1.3 相对运动23
- 1.4 力学中几种常见的力24
 - 1.4.1 万有引力25
 - 1.4.2 弹性力25

- 1.4.3 摩擦力26

- 1.5 牛顿运动定律27
 - 1.5.1 牛顿第一定律27
 - 1.5.2 牛顿第二定律27
 - 1.5.3 牛顿第三定律28
- 1.6 牛顿定律的应用举例29
- 习题132

 第2章 运动的守恒量与守恒定律40

- 2.1 动量与冲量40
 - 2.1.1 动量40
 - 2.1.2 冲量40
 - 2.1.3 质点的动量定理41
 - 2.1.4 质点系的动量定理43
 - 2.1.5 质点系的动量守恒定律44
- 2.2 功46
 - 2.2.1 功46
 - 2.2.2 功率47
 - 2.2.3 一对作用力和反作用力的功48
 - 2.2.4 摩擦力的功48
- 2.3 动能定理48
 - 2.3.1 质点的动能和动能定理48
 - 2.3.2 质点系的动能定理49
- 2.4 保守力 势能50
 - 2.4.1 保守力做功50
 - 2.4.2 势能52
- 2.5 机械能守恒定律 能量守恒与转换定律52
 - 2.5.1 功能原理52
 - 2.5.2 机械能守恒定律53
 - 2.5.3 能量守恒定律53
 - 2.5.4 功能原理及能量守恒定律应用举例54

Contents

习题 2	55
------------	----

第 3 章 刚体的定轴转动

3.1 刚体运动的描述	61
3.1.1 刚体的运动	61
3.1.2 描述刚体转动的角量	62
3.2 刚体绕定轴的转动定律	64
3.2.1 力矩	64
3.2.2 刚体定轴转动定律	66
3.2.3 转动惯量	68
3.2.4 刚体定轴转动的应用举例	70
3.3 刚体的动能和势能	72
3.3.1 刚体定轴转动的动能	72
3.3.2 刚体的重力势能	72
3.3.3 刚体的机械能守恒定律	73
3.4 刚体的角动量 角动量守恒定律	73
3.4.1 质点对轴的角动量(动量矩)	73
3.4.2 质点的角动量(动量矩)定理	73
3.4.3 质点的角动量守恒定律	74
3.4.4 刚体定轴转动的角动量	75
3.4.5 刚体定轴转动的角动量 定理	75
3.4.6 刚体的角动量守恒定律	76
习题 3	78

第 4 章 机械振动

4.1 简谐振动及描述	83
4.1.1 简谐振动的基本特征	83
4.1.2 描述简谐振动的特征量	84
4.1.3 旋转矢量法	87
4.2 常见的几种简谐振动	88
4.2.1 弹簧振子	88
4.2.2 单摆和复摆	88
4.3 简谐振动的能量	89
4.3.1 系统的动能	89
4.3.2 系统的势能	90
4.3.3 系统的机械能	90

* 4.4 简谐运动的合成	91
---------------------	----

4.4.1 两个同方向、同频率简谐 运动的合成	91
4.4.2 两个同方向、不同频率简谐 运动的合成	92
4.4.3 拍	93

* 4.5 阻尼振动、受迫振动、共振	94
--------------------------	----

4.5.1 阻尼振动	94
4.5.2 受迫振动	95
4.5.3 共振	96

习题 4	96
------------	----

第 5 章 机械波

5.1 机械波的形成和传播	100
5.1.1 机械波的产生和传播	100
5.1.2 波动的描述	101
5.2 平面简谐波	102
5.2.1 平面简谐波的波函数	102
5.2.2 波函数的物理意义	103
5.3 惠更斯原理、波的干涉	105
5.3.1 惠更斯原理	105
5.3.2 波的叠加原理、波的干涉	106
5.4 驻波	108
5.4.1 驻波的产生	108
5.4.2 驻波的波函数	109
5.4.3 相位跃变、半波损失	110
5.4.4 驻波的能量	111
5.5 多普勒效应	112
5.5.1 波源 S 相对于介质静止, 观察者 A 以速度 v_0 相对于 介质运动	112
5.5.2 观察者相对于介质静止, 波源 S 以速度 v_s 相对于 介质运动	112
5.5.3 波源 S 和观察者同时相对于 介质运动	113
* 5.5.4 冲击波	114



习题 5	115
------------	-----

第 6 章 热力学基础

6.1 热力学基本概念	118
6.1.1 热力学系统	118
6.1.2 状态参量	118
6.1.3 平衡态	119
6.1.4 准静态过程	119
6.1.5 理想气体的物态方程	120
6.2 内能 功和热量	121
6.2.1 准静态过程的功	121
6.2.2 准静态过程中热量的计算	121
6.2.3 内能	122
6.3 热力学第一定律	122
6.4 热力学第一定律在理想气体等值 过程中的应用	123
6.4.1 等体过程	123
6.4.2 等压过程	124
6.4.3 等温过程	125
6.5 绝热过程	126
6.6 循环过程 卡诺循环	128
6.6.1 循环过程	128
6.6.2 热机及正循环	128
6.6.3 制冷机及逆循环	129
6.6.4 卡诺循环	130
6.7 热力学第二定律	131
6.7.1 可逆过程与不可逆过程	131
6.7.2 热力学第二定律	132
习题 6	133

第 7 章 气体动理论基础

7.1 分子热运动理论	137
7.2 理想气体的压强公式	137
7.2.1 理想气体的分子模型	137
7.2.2 理想气体的压强公式	138
7.3 温度的微观本质	139
7.4 能量均分定理 理想气体的内能	140

7.4.1 分子的自由度	140
--------------------	-----

7.4.2 能量均分定理	140
--------------------	-----

7.4.3 理想气体的内能	141
---------------------	-----

* 7.5 麦克斯韦气体分子速率分布	141
--------------------------	-----

7.5.1 分子运动的图景	142
---------------------	-----

7.5.2 麦克斯韦速率分布律	142
-----------------------	-----

第 8 章 真空中的静电场

8.1 电荷的基本性质	148
8.1.1 电荷及相互作用	148
8.1.2 电荷的量子性	148
8.1.3 电荷守恒定律	149
8.1.4 电荷的相对论不变性	149
8.2 库仑定律	149
8.2.1 库仑定律的表述	149
8.2.2 电场力的叠加原理	150
8.3 电场、电场强度	151
8.3.1 静电场	151
8.3.2 电场强度及叠加原理	151
8.3.3 电偶极子的电场强度	153
8.4 电通量、高斯定理	156
8.4.1 电场线	156
8.4.2 电通量	157
8.4.3 高斯定理	159
8.4.4 高斯定理的应用	160
8.5 静电场的环路定理	164
8.5.1 静电力做功	164
8.5.2 静电场的环路定理	165
8.6 电势能、电势	165
8.6.1 电势能	165
8.6.2 电势	166
8.6.3 电势差	166
8.6.4 电势的计算	167
习题 8	170

第 9 章 静电场中的导体 与电介质

9.1 静电场中的导体	176
-------------------	-----

Contents

9.1.1 导体的静电感应 静电平衡	176
9.1.2 静电平衡时导体上电荷的分布	177
9.1.3 导体表面电场强度	178
9.1.4 孤立导体表面的电荷分布	178
9.1.5 静电屏蔽	179
9.1.6 有导体存在时的静电场分布	180
*9.2 静电场中的电介质	182
9.2.1 电介质及其极化	182
9.2.2 电极化强度	184
9.2.3 电介质中的电场强度、极化电荷与自由电荷的关系	184
9.3 电容、电容器	185
9.3.1 孤立导体的电容	185
9.3.2 电容器	186
9.3.3 电介质对电容的影响——相对电容率	189
9.3.4 电介质的击穿	189
*9.4 电介质中的高斯定理、电位移	190
9.4.1 电介质中的高斯定理	190
9.4.2 电位移	190
9.5 静电场的能量	191
9.5.1 电容器储存的电能	191
9.5.2 静电场的能量、能量密度	191
习题 9	193
第 10 章 恒定电流的磁场	196
10.1 恒定电流	196
10.1.1 电流、电流密度	196
10.1.2 电阻定律、欧姆定律的微分形式	197
10.1.3 稳恒电场的建立	199
10.2 恒定电流的磁场 毕奥—萨伐尔定律	200

10.2.1 磁的基本现象	201
10.2.2 磁场 磁感应强度	201
10.2.3 毕奥—萨伐尔定律	202
10.2.4 载流线圈的磁矩	204
10.2.5 运动电荷的磁场	205
10.3 磁场的高斯定理	206
10.3.1 磁通量	206
10.3.2 磁场的高斯定理	207
10.4 磁场的安培环路定理	208
10.4.1 安培环路定理	208
10.4.2 安培环路定理的应用举例	209
10.5 带电粒子在磁场中的运动	211
10.5.1 带电粒子在电场和磁场中所受的力	211
10.5.2 带电粒子在磁场中的运动	212
*10.5.3 霍尔效应	213
10.6 磁场对电流及载流线圈的作用	214
10.6.1 磁场对电流的作用	214
10.6.2 两无限长平行载流直导线间的相互作用 电流单位“安培”的定义	216
10.6.3 磁场对载流线圈的作用	217
习题 10	217

第 11 章 磁场中的磁介质

11.1 磁介质的磁化 磁化强度	223
11.2 磁介质中的安培环路定理	225
11.3 铁磁质	226

习题 11	228
-------------	-----

第 12 章 电磁感应 电磁波

12.1 电磁感应现象 法拉第电磁感应定律	230
12.1.1 电磁感应现象	230

12.1.2 法拉第电磁感应定律	230
12.1.3 楞次定律	231
12.2 动生电动势	233
12.3 感生电动势、感生电场	235
12.3.1 感生电场	235
12.3.2 感生电动势	235
12.3.3 涡电流及应用	236
12.4 自感和互感	237
12.4.1 自感电动势、自感	238
12.4.2 互感电动势、互感	239
*12.5 磁场的能量	240
12.5.1 自感的储能	241
12.5.2 磁场能量密度	241
12.6 Maxwell 电磁场理论简介	243
12.6.1 位移电流和全电流	243
12.6.2 电磁场、Maxwell 电磁场方程组	246
习题 12	246

第 13 章 波动光学基础 252

13.1 光的微粒说与波动说简介	252
13.1.1 光的微粒学说	252
13.1.2 光的波动学说的崛起	253
13.1.3 光的波动说的困难	254
13.2 光源、光的相干性	254
13.2.1 光源	254
13.2.2 相干光	254
13.2.3 光程和光程差	255
13.3 杨氏双缝干涉	257
13.3.1 杨氏双缝干涉实验	257
13.3.2 杨氏双缝干涉条纹特征	257
13.4 薄膜的等倾干涉	259
13.4.1 薄膜等倾干涉的光路	259
13.4.2 薄膜干涉特征	260
13.4.3 相邻条纹对应薄膜厚度差	261
13.4.4 薄膜等倾干涉的应用	261

13.5 薄膜的等厚干涉	262
13.5.1 劈尖干涉	262
13.5.2 牛顿环	265
13.6 光的衍射、惠更斯—菲涅耳原理	267
13.6.1 光的衍射	267
13.6.2 惠更斯—菲涅耳原理	267
13.6.3 衍射分类	267
13.7 单缝的夫琅禾费衍射	268
13.7.1 半波带法	268
13.7.2 衍射条纹特征	269
13.8 圆孔衍射 光学仪器的分辨本领	271
13.8.1 圆孔衍射	271
13.8.2 光学仪器的分辨本领	271
习题 13	273

第 14 章 狭义相对论基础 277

14.1 经典时空观 伽利略变换	277
14.1.1 牛顿力学的时空观	277
14.1.2 伽利略变换	277
14.1.3 经典力学的相对性原理	278
14.1.4 经典力学的困难	278
14.2 狭义相对论的基本原理	279
14.2.1 狭义相对论的基本假设	279
14.2.2 洛伦兹变换式	279
14.2.3 狭义相对论的时空观	280
14.3 狭义相对论的动力学基础	283
14.3.1 相对论力学的基本方程	283
14.3.2 质量—能量关系式	284
14.3.3 动量和能量关系式	285
习题 14	286

第 15 章 量子物理基础 288

15.1 黑体辐射、普朗克的量子假说	288
15.1.1 黑体辐射	288
15.1.2 黑体辐射的基本规律	289
15.1.3 普朗克假设和普朗克黑体辐射公式	291

Contents

15.2 光电效应、康普顿效应.....	292
15.2.1 光电效应实验的规律.....	292
15.2.2 爱因斯坦的光量子论.....	293
15.2.3 康普顿效应.....	294
15.2.4 光的波粒二象性.....	295
15.3 德布罗意波、实物粒子的二象性.....	295
*15.4 不确定关系.....	297
习题 15.....	298

第 16 章 物理学原理在工程技术中的应用301

16.1 摩擦与自锁——螺旋千斤顶.....	301
16.2 跳台跳水游泳池的深度设计.....	302
16.3 汽车的动力学.....	303
16.3.1 汽车的驱动力.....	303
16.3.2 汽车的打滑.....	303

16.3.3 翻车的动力学分析.....	304
16.4 超导与磁悬浮列车.....	304
16.5 雷达、微波通信和光纤通信.....	306
16.5.1 雷达.....	306
16.5.2 激光雷达.....	307
16.5.3 微波通信与光纤通信.....	307
16.6 物理学与激光技术.....	308
16.7 物理学与新能源技术.....	312
16.7.1 风能.....	312
16.7.2 磁流体发电技术.....	314
16.7.3 水力发电技术.....	314
16.7.4 核能.....	315
16.7.5 太阳能——永恒的能源.....	315

附：习题参考答案.....	318
---------------	-----

参考文献.....	329
-----------	-----

第0章 物理学导论

宇宙的浩渺无际，时间的茫无头尾，是人类探究的永恒主题。物理学是最基础的关于自然的学问，不仅仅包括自然的知识，还包括对自然的态度、研究自然的方法以及建立的关于自然的理论体系。物理学作为一门基础科学，可以使人们很好地认识世界、了解自然。同时，它对人们改造自然、推动社会发展也起着极其重要的作用。

本章将从物理学发展的历程出发，简述什么是物理学、物理学的研究内容及其在社会发展和科学技术革命中的地位和作用，学习物理学的意义和方法，以及物理学未来的发展趋势。然后介绍量纲和单位制及有关矢量运算的一些必备基础知识。

0.1 改变世界的物理学

物理学的进展密切联系着工业、农业等的发展，也与人类文明的进步息息相关。从电话的发明到当代互联网络实现的实时通信；从蒸汽机车的制造成功到磁悬浮列车的投入运行；从晶体管的发明到高速计算机技术的成熟、航天航海技术的发展等，这些无不体现着物理学对社会进步与人类文明的贡献。

0.1.1 物理学与科学技术

如表 0.1 所示，近 200 年来与物理学有关的重大科技发现或发明，都与物理学的应用有着非常密切的关系。物理学是科学技术的基础，是物理学改变了世界。

1. 物理学与三次技术革命

17 世纪，牛顿的划时代巨著《自然哲学之数学原理》，奠定了整个经典物理学的基础。17—18 世纪的第一次技术革命，就是建立在牛顿力学和热力学发展的基础上，其标志是以蒸汽机为代表的一系列机械的产生和应用，促进了手工业生产转向机器化大生产，大大解放了生产力，使机械制造业和加工业取代了农牧业而成为产业结构中核心支柱产业，并直接导致了火车、轮船的发明。

19 世纪的第二次工业革命是建立在电磁理论发展的基础上，电磁感应现象的发现奠定了电力工业最重要的基础，其标志是发电机、电动机、电灯、电话、无线电、电视、雷达等的发明和应用，引起了工业电气化革命，使人们进入了使用和开发电能的新时代。

20 世纪的第三次技术革命则是建立在物理学的另一重大进展——相对论和量子力学的基础上，其标志是以信息技术为代表的一系列新学科、新材料、新能源(核能)、新技术(空间、生物工程)的兴起和发展。20 世纪 40 年代开始进入原子能、电子技术、激光、生物工程等应用时代。这些技术的发展使社会的生产和生活发生巨大的变化，新的科学技术项目不断地还在增长，许多新兴工业犹如雨后春笋般迅速产生和发展壮大起来。



表 0.1 近 200 年来与物理学有关的科技发现或发明

年 份	科技发现或发明及其代表人物
1803	道尔顿提出近代原子学说
19 世纪 60 年代	发现元素周期律
1895	发现 X 射线(伦琴)
1896	发现放射性(贝克勒尔)
1897	发现电子(J.J 汤姆逊)
1898	提炼钋和镭(居里夫人)
1900	量子论诞生(普朗克)
1901	发明无线电报(马可尼)
1905	建立狭义相对论, 光的量子论(爱因斯坦)
1911	发现原子核(卢瑟福), 发现超导(昂内斯)
1913	建立原子模型(波尔)
1915	建立广义相对论(爱因斯坦)
1925—1926	建立量子力学(海森伯、薛定谔)
1932	发现中子(查特威克)
1939	发现裂变(哈恩、斯特拉斯曼)
1942	第一个核反应堆建成(费米)
1945	原子弹爆炸(奥本海默等)
1947	发明晶体管(肖克莱、巴丁、布拉顿)
1947—1955	从电子管计算机到晶体管计算机
1957	人造卫星上天(苏联)
1958—1960	发明激光(汤斯、肖洛、梅曼等)
1961	载人飞船上天(加加林)
1969	登上月球(阿姆斯特朗等)
1970 年以后	光纤通信逐步实用化
1972—1978	研制成大规模集成电路计算机
1978 年以后	计算机(电脑)大量普及
1986	发现高温超导(贝特洛兹、缪勒等)

2. 物理学与航天技术

航天技术是探索、开发和利用太空以及地球以外天体的综合性工程技术, 包括对大型运载火箭、巨型卫星、宇宙飞船、航天飞机、空间资源、空间运输与通信、遥感遥测及空间军事技术的研究与开发。宇航科技显然是建立在数学、物理、化学、机械、电子与计算机、材料、通信、生物和医学等科学技术的基础之上的。知识经济将孕育空前发达的宇航科技, 使人类向广阔宇宙进军和遨游太空的梦想成为现实。





3. 物理学与新材料技术

新材料是发展信息、航天、能源、生物等高新技术的重要物质基础。例如光电子信息材料、先进复合材料和特种功能材料等。物理学是探索不同层次微观结构理论的材料设计的指导,使人类未来能按照自己的需要设计并制造具有多种奇异功能的新材料。

4. 物理学与生物技术

磁场对生物体的活动及生理、生化过程有一定的影响,利用生物磁场和磁场间的生物效应,如磁疗法、核磁共振成像、激光、X 射线成像、超声诊断仪等在临床医疗上已有广泛的应用。自从利用 X 射线成像技术发现了 DNA 模型——双螺旋模型,基因遗传工程或重组 DNA 技术得到了发展和应用。

5. 物理学与海洋技术

地球物理对开发海洋资源、探测海底深部地质结构、勘测地震、海啸等提供了基础理论和技术指导。如多普勒声纳定位、潮汐理论、海洋声学研究、海洋光学、用流体动力学的方法来研究海洋环流、海洋电磁理论等。

现代科学技术正以惊人的速度发展。而在物理学中每一项科学的发现都成为新技术发明或生产方法改进的基础和动力。

0.1.2 物理学改善人们的物质生活

远古时代,人们的生活方式可以形象地描绘为:“交通基本靠走,通信基本靠吼,照明基本靠油,耕地基本靠牛,治安基本靠狗,取暖基本靠抖……”而如今,陆海空国际运输网络化正日益发展成熟,通信有了更先进的激光、量子通信技术;农耕已基本实现了机械化和电气化,各种高科技的安保电子设备不知疲劳地昼夜执勤……是物理学彻底改善了人们的物质生活,提高了人们的生活质量。2000 年,美国工程院曾经评选出 20 世纪最伟大的 20 项工程中,几乎都与物理学的发展密切相关。如表 0.2 所示,其中星号的多少表示与物理学的相关度的大小。不难看出,物理学对改善人类生活方式的巨大贡献。

表 0.2 20 世纪最伟大的 20 项工程

激光和光纤***	高性能材料***	微电子***	计算机**	医疗技术**
电气化**	核技术**	因特网**	摄影**	家用电器**
卫星*	无线电广播和电视**	电话**	汽车*	飞机*
农业机械化*	石油和石油化工*	空调和冰箱*	自来水系统	高速公路*

0.1.3 物理学改变人们对世界的认识

物理学的发展过程就是人类对整个客观物质世界的认识过程。从经典物理学体系的完善到近代物理学——相对论和量子力学的诞生,使人类对物质世界的认识深入到微观领域,组成物质的粒子模型有强子、轻子和传播子。宇宙学形成模型——“热大爆炸模型”,



用已知的物理学规律,非常简单地描述了宇宙的性质、运动和演化,说明空间是与物质联系在一起的,物质的存在会导致时空弯曲。2011年物理学诺贝尔奖就证明了宇宙是正在加速膨胀的。

0.2 物理学及发展概况

0.2.1 物理学是自然科学的基础

Physics(物理)一词的最早起源可追溯到物理学家亚里士多德的著作 *Physics* 的书名,中文“物理”一词是源于庄子的“判天地之美,析万物之理”。物理学的始祖伽利略,创立了科学研究方法——实验与逻辑推理相结合的方法,使物理学从哲学的领域独立分离出来,成为自然科学的基石。牛顿建立了宇宙的经典力学图像,其中最精彩绝伦的乐章是万有引力定律;麦克斯韦在总结电磁实验的基础上,用神奇的麦克斯韦方程组描述了宇宙的经典电磁图像;20世纪最伟大的科学家爱因斯坦的相对论,使人类对时间和空间、能量和质量有了更深刻地认识,在文化和科学上构建了一个全新的物理图景。

0.2.2 物理学的研究内容

物质、运动和相互作用是我们认识自然的三个最基本的观点。物理即“见物说理”,物理学是研究宇宙间物质存在的基本形式、性质、运动和转化、内部结构等基本规律的科学。物理学研究的物质运动是最基本、最普遍的形式,包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内的运动等各种运动形式。它研究的对象大到日、月、星辰,小到分子、原子、电子,甚至中微子,这些都是实物物质;还有电场、磁场、引力场等抽象的场物质。在空间标度上,它从宇宙的范围(150亿光年)到夸克的线度(10^{-20} m);在时间标度上,从宇宙的起源(150亿年)到夸克的寿命(10^{-25} s);在速度尺度上,从静止的物体到光速(3×10^8 m/s)。

0.2.3 物理学的发展简介

经典物理学由力学、热学、电磁学和光学组成。按照物理学本身发展的规律和不同时期的研究方法,把物理学发展的历史大体分为三个时期。

1. 古代物理(经验物理)时期

17世纪以前,最初的物理学是融合在哲学之中的,是人们在生产活动中直接感觉的有关天文、力、热、声、光(几何光学)等经验的肤浅描述与积累。在研究方法上主要是表面的观察、直觉观察与哲学的猜测性思辨。

2. 经典物理(近代物理)学时期

17世纪之后的两个世纪,近代物理学之父伽利略首创了思想实验与科学推理方法。牛顿总结的三大定律和万有引力定律是物理学发展的重要里程碑。这一时期也是电学的大发





展时期,法拉第用实验的方法完成了电与磁的相互转化,并创造性地提出了“场”的概念。麦克斯韦在法拉第研究的基础上,完成了电与磁的完美统一。

然而此时,物理学天空飘浮着令人不安的两朵乌云——“以太”学说和“紫外线灾难”。正是这两朵乌云引发了20世纪物理学革命的暴风骤雨——现代物理学的诞生。

3. 现代物理学时期

20世纪初,从“以太”学说中诞生了相对论。爱因斯坦创造性地提出了狭义相对论,揭示了物质、时间和空间是紧密关联的,提出了运动物质长度收缩、时间膨胀的观点,永久性地解决了光速不变的难题,彻底颠覆了牛顿的绝对时空观,完成了人类历史上一次伟大的时空革命。在等效原理和广义协变原理的假设基础上创立的广义相对论,揭示了万有引力的本质,即物质的存在导致时空弯曲。

从“紫外线灾难”学说中诞生了量子力学。普朗克引入了“能量子”的假设,标志着量子物理学的诞生。量子力学与相对论的产生成为现代物理学发展的主要标志,其研究对象由低速到高速、由宏观到微观,深入到广袤无垠的宇宙深处和物质结构的内部,对宏观世界的结构、运动规律和微观物质的运动规律的认识,产生了重大的变革。

0.2.4 物理学的发展趋势

随着现代物理学的飞速发展,产生了量子场论、原子核物理学、粒子物理学、半导体物理学、低温与超导物理、激光物理、凝聚态物理、材料物理、现代宇宙学、现代物理技术等分支学科。当代物理学的交叉学科如化学物理、生物物理、大气物理、地球物理、海洋物理等的发展也越来越广泛、深入,物理学日渐趋于成熟。在未来,物理学研究领域将继续朝着时空尺度的极端方向和复杂系统的方向发展。

0.3 物理学与人才培养

高等职业技术教育肩负着培养我国各类高素质技能型专门人才的重任。要使我们培养出的人才能在当今进一步深化改革的大潮中,走在飞速发展的科学技术前列,具有时代创新精神和能力,就必须加强基础理论尤其是物理知识的学习。

0.3.1 物理学的特征

物理学是一门以实验为基础的学科,是理论与实验相结合的科学,要用“模型”回答问题;物理学是一门定量的科学,物理教育就是科学素质教育。当代物理学研究的综合性、深入性、复杂性、创新性和可应用性变得更加具有时代的特点。

(1) 物理学本身已经发展成为一个相当庞大的学科,如高能物理(又称粒子物理)、原子核物理、等离子体物理、凝聚态物理、原子分子物理、光物理、声学、计算物理和理论物理等若干相对独立的分支学科,将成为不断地涌现出新思想、新原理、新方法和新技术的源泉。





(2) 当代物理学正在微观、宏观和复杂系统这三个基本方向上把人类对自然界的认识推进到前所未有的深度和广度,并通过提供理论方法、实验手段和新型材料推动科学技术进步和社会的发展,甚至会改变人类思维的方法和模式。

(3) 物理学的基础研究和应用开发的相互结合将变得更加紧密。首先是计算机的广泛应用和计算技术的不断创新给物理学研究开拓了新的领域,还有实验工具正在走向可探测和操纵单个原子、分子的水平(如扫描隧道显微镜、纳米技术、激光冷却技术等);另外,飞秒激光技术提供的高时间分辨率等,为新的基础研究领域的开拓提供了必要条件和能力。

0.3.2 物理学是科学的世界观和方法论的基础

每一个新的物理概念和物理规律的确立都是人类认识上的一个飞跃,对旧有的传统观念、意识的冲击与突破,从而改变着人们的世界观。比如普朗克的能量子假设,突破了“能量连续化”的传统观念;爱因斯坦的狭义相对论,突破了牛顿的绝对时空观的束缚。

物理学理论的形成是科学的思想与科学的方法论相结合的结果,所以学习物理更应该学习科学形成过程的方法论。

0.3.3 学习物理学的方法

物理学是逻辑严谨的自然学科,学习物理的核心是学习物理思想和解决问题的方法、手段,这不仅是为后续课程服务、为专业服务,更是为提高自身科学素质,对终身学习和发展都有着不可忽视的作用。同时要注意以下几点。

(1) 学习物理知识要注意知识的整体性、发展性和迁移性。从整体上、逻辑上协调地学习物理学,不要只学习分离的知识,注意它们的整体性、关联性、逻辑性。

(2) 学习物理方法和先进的科学观念,诸如观察、实验、模拟、演绎、归纳、分析、综合、类比、理想化、假说等科学研究方法,培养严谨的科学态度和精神。

(3) 关注物理理论和方法在交叉学科和工程技术中的应用,将理论应用于实践。

(4) 学会鉴赏物理学定律的优美、简洁、和谐以及辉煌。

(5) 学会物理思想与数学工具的融合、一般规律与特殊事实、主要与次要、传统的和现代的推理方式等。培养分析问题和解决问题的能力,提高科学素质,努力实现知识、能力、素质的协调发展。

0.4 单位制和量纲

物理学是严谨的、定量的自然科学。为了确切地定量表述物质的属性和物质运动的状态及其变化过程,需要建立或定义许多物理量,如密度、速度、力、电流强度、动量等。而物质运动的基本规律,在物理学中通常是由某些原理、定律或定理来表述的,它们反映了有关物理量之间的相互关系。物理定理或理论的建立,需要利用各种仪器去测定有关的物理量,进行各式各样的度量,这必然涉及单位及量纲问题。1984年,我国国务院颁布实





行了以国际单位制(SI)为基础的法定单位制。

物理量的种类繁多,但不全是相互独立的,因此在度量物理量时,不必给所有物理量规定单位。人们从众多物理量中挑选出几个作为基本量的物理量,并规定相应的标准——单位和测量方法。其他物理量就可以从基本量推导而出,称为导出量。建立在这样一套基本量之上的单位体系称为单位制。

对基本量的选择不是唯一的,应选择尽量少的物理量并用最简单的表述对其进行定义,同时还应兼顾测量的精确性和易得性。力学中只有三个基本量:长度 L 、质量 M 、时间 T 。在国际单位制中,选择了七个基本量,规定了它们的基本单位和基本量纲,如表 0.3 所示。

表 0.3 国际单位制(SI)中的基本单位

物理量名称	单位名称		单位符号	基本量的量纲
	中 文	英 文		
长度	米	meter	m	L
质量	千克	kilogram	kg	M
时间	秒	second	s	T
电流	安培	ampere	A	I
热力学温度	开尔文	kelvin	K	Θ
物质的量	摩尔	mole	mol	N
发光强度	坎德拉	candela	cd	J

由物理量的基本关系式和基本量的单位、量纲可以确定其他物理量的单位和量纲,这些量的单位称为导出单位。

利用这些基本量纲,根据有关的定义或定律导出的其他物理量的量纲,称为导出量纲,它可以用基本量纲幂的乘积形式所组成的量纲式表示。任意一个物理量 Q 的量纲式记为 $\dim Q$,力学量的量纲为

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma$$

式中 α 、 β 、 γ 称为量纲指数,如果 α 、 β 、 γ 中有一个不等于零,就说明 Q 是一个有量纲的量。量纲可用于不同单位制之间的换算,各个量纲符号可以像代数数量一样处理,进行合并或相消。例如:

体 积 的 量 纲 $\dim V = L^3 M^0 T^0 = L^3$; 力 的 量 纲 是 $\dim F = \dim(m \cdot a) = M \cdot LT^{-2} = MLT^{-2}$; 速 度 的 量 纲 是 $\dim v = \dim\left(\frac{s}{t}\right) = LM^0 T^0 / L^0 M^0 T = LT^{-1}$ 。

而且能够相加减的每一项或列入同一方程(等式)中的每一项,必须是具有相同量纲的物理量(同类量)。这就要求:凡是根据物理学基本定律推导出来的方程,其中每一项的量纲必须一致。这一结论称为物理方程的量纲一致性原理。

另外,在工程建设和科学研究中,量纲还可用于量纲分析,通过比较物理方程两边各项的量纲来检验方程的正确性,从而探求一些复杂物理现象的规律。