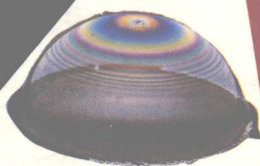


上海教育出版社
SHANGHAI
JIAOYU
CHUBANSHE

ZHONGXUE



W

WULI

中学物理 实验大全

SHIYAN

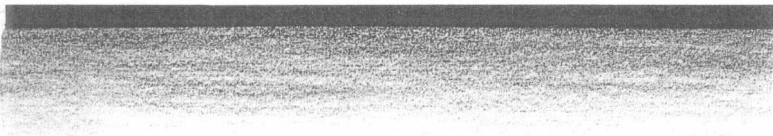


DAQUAN



ZHONGXUE
WULI
SHIYAN
DAQUAN

中学物理实验大全



杨介信 主编
张大同

上海教育出版社

中学物理实验大全

本书编写组

上海教育出版社出版发行

(上海永福路123号)

各地新华书店经销 上海中华印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张38.75 插页5 字数1,494,000

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷

印数1—2,000本

ISBN 7-5320-4163-8/G·4088 定价: (精)50.00元

序 言

有幸捷足先登,阅读了本书的部分内容后,不禁使我回想起在清华读书时聆听吴有训先生讲课的情景。吴先生那一次讲的是“振动和共振”。他在大课堂里拉了一根很长的绳子,在绳上等距离地垂下8根短线,每根短线都一样长且在绳下端各系着一个用过的大号干电池。他讲了一段课后,即作表演。首先在横线垂直方向推动第一节干电池,让第一节干电池作单摆运动;不一会儿这个摆动逐渐减弱下来,而第二节干电池却开始摆动起来,以后第三、四节干电池也随之先后摆动起来。这个实验用的是最普通的器材,它却非常生动地显示了简谐振动和共振现象。它形象地给同学们留下了一个清晰明了的印象。这虽是六十多年前的事了,但我至今仍记忆犹新。

近些年来,我们国家的基础教育有了不少进步,各地也都在搞教育改革。但相对而言,中学理科教学中的实验仍然是个比较薄弱的环节。我国中学生代表队近几年参加国际奥林匹克物理竞赛,取得了很好的成绩。但有部分学生的实验考试成绩相对理论考试成绩来说比较低,这也说明我们中学物理课中的实验训练还有待加强。

作为一个物理教师,应该经常自己动手制作实验器材。我们当年在清华读书的同学,常常看见一位老师,身穿粗布工作服,时而用锯子、斧头加工器材,时而用氢、氧吹管拉制玻璃器材和石英丝等。他就是上面提到的国内外有名的吴有训教授。历来成功的科学巨匠,都是亲自制作实验仪器的。吴先生经常告诫我们,要锻炼自己动手的本领,他说:“实验物理的学习,要从使用螺丝刀开始。”他为物理系开设了“实验技术”选修课,还要求物理系的学生读一些工学院的课程,如制图、车、钳工工艺等。这些课程对我们以后的学习和工作,起了很大、很好的作

用。1937年，我的同学钱三强到法国巴黎大学居里实验室，跟约里奥·居里夫妇共作原子核物理研究。约里奥的动手能力很强，自己会上车床。有一天，约里奥问钱三强：“你会不会金工？”钱三强毫不犹豫地回答道：“会一点。”钱的这一本领还是在清华大学金工实习课上学到的，这一下正好用上了。1948年钱三强回国后，也同样鼓励年轻人要勤于动手，能自己制作仪器设备。

这本《中学物理实验大全》共收集了近四百个实验，每一个实验中还汇集了好几种方法。作者都是长年工作在中学教育第一线的有经验的老师。他们总结了自己在日常教学中的经验，将自己平时点点滴滴积累起来的实验成果拿出来与大家交流，应该是一件很有益的工作。希望这本书的出版能对提高中学物理实验教学的水平起一点作用，对我国的基础教育作出一点贡献。

王淦昌

编者的话

物理学是一门实验科学。要想成为一个优秀的物理工作者，要想在物理学的领域中有所收获，没有良好的实验基础是难以想象的。近年来，这个观念已被广大中学教师所接受，并逐步付之于行动。但毋庸讳言，实验教学仍然是我国中学物理教学中的一个薄弱环节，实验教学的现状与它在物理教学中应有的地位仍然是很不相称的。造成这种现状的原因很多，除了考试制度的局限和不少地区的学校实验设备严重不足等客观原因外，尚有不少中学物理教师和实验员还不能适应实验教学的要求。不论在实验素养、动手能力诸方面都有待进一步提高。从我国中学物理教学这一基本现状出发，为了尽快地提高我国中学物理实验教学水平，我们编写了这本《中学物理实验大全》。编写此书的主要目的有两个：一、提高教师的实验素养。本书较详细地介绍了有关实验误差理论的基础知识及其在中学物理实验中的应用。用误差理论来指导实验的每一个环节，通过实践逐步提高教师实验素质。二、增强教师指导学生实验的能力。本书对一系列重要的学生实验进行了深入的讨论，以求确定最优的实验方案，改进操作方法，并对实验结果作出合理的评价。

本书还集思广益，最大限度地将广大中学教师中的优秀实验发掘出来，推广应用。为了做到这一点，我们在写作前期进行了广泛的征集优秀实验方案的工作。最后被录用稿件的作者多达三百名，作品由上海、福建、江苏、浙江、四川、湖北等省市的大中院校教师撰写。

为了确保实验原理的正确无误和操作方法的切实可行，本书所有实验都经过严格的审查。由编委和上海市物理实验开展得较好的南洋模范中学、控江中学、市北中学、金山县中等学校物理教研室的老师分

块分段进行初审,主编复审,最后由上述各校对部分实验进行验证。

本书主编:杨介信、张大同。

本书编委:杨介信、张大同、唐一鸣、贾克钧。

本书基础篇作者:杨介信、张大同、杨大光、陈永春。

本书实验篇中的内容除了征集的优秀稿件外,其余的由张大同、唐一鸣、贾克钧分工撰写,并由他们三人对全篇分段进行统稿。本篇作者姓名的排列是按文章出现的先后为依据的,参加本篇编写的作者有:

张大同、刘孝铨、冷跃翔、龚惠谟、庄起黎、何祥水、倪福海、张溶菁、虞关忠、杨介信、吴景辉、王树、刘炳昇、杨士凤、贺承德、唐一鸣、朱佩明、忻贤光、华德尧、陈适、朱寿泉、盛焕芳、徐自尧、张大有、高国强、张静可、袁哲诚、潘志钧、吴家伟、戴振邦、曹栽源、陈光明、张善贤、吴兆铨、顾维聪、张学诚、朱炳连、朱德宝、丁忠孚、刘通、郑上殷、薛云翔、王忠芳、胡关荣、曹磊、方剑荣、夏兆燊、傅爱菊、唐永康、徐国清、谌麟南、贺圣平、姜立中、刘钊培、郑海平、瞿德林、贾克钧、施孟嘉、施文祥、郑安澜、汤跃基、秦泽良、刘凤英、顾仲茂、曹慧、毛同彬、刘鸿骥、刘志勇、刘永熙、吴永熙、王仁铤、李渭源、鲁向东、张越、傅祥文、赵金国、周瑞杰、瞿俊杰、尹达新、杨岳根、姜邦富、陈立新、向大国、范鑑明、陈汉凯、戴保熹、闵杰、屈国荣、许治本、宋克之、金国桢、陈春山、俞伟铭、曹文绮、顾光旭、丁德音、陈方新、何晓华、瞿淳、阮美华、冯容士、姜文龙、华敦远、宋宁生、周熊、朱金春、顾毓鹏、陈心田、陆起英、陈斐辉、严振道、高国治、王泰俊、朱以卓、孟展、严洪、刘伟源、陆仲贤、胡艇安、刘明、杨文超、项志良、陈耘年、沈明祥、夏宗农、张兴法、郝芜、李新祥、周耀琴、白日豪、黄俊才、谢步时、张金华、陈承恩、黄森、周箴行、何绪伦、华玉琴、朱梧凤、方海根、王溢然、缪一明、汪琰、成海钧、许小明、徐晓雷、钱大成、彭桂芳、茅孝先、欧阳治中、顾惠民、郭成宝、刘敬德、周茂林、张海祥、吴志炜、张民强、陈申堂、巫朝荣、蔡华麒、吴志荣、朱国贤、李景松、朱励新、王世谊、周志钾、王素红、陈作勤、林绍伦、鲍凯歌、许新根、朱炳连、倪天龙、钱壮、蔡忠志、陈兆荣、王振文、张宇良、

赵志和、曹永奎、张静甫、沈信武、缪智铭、马在轸、奚天敬、柯永晶、陆敏慧、应福廷、陈申、徐有樊、郭子正、黄之璋、朱家宝、索锡华、忻元祺、王大愚、王海泉、李家鹏、夏月明、蔡明德、王嘉昌、顾奎华、江小明、杨凤兴、杨宏道、张志刚、郭英伟、金宗儒、徐寇军、王为骥、林宝山、孟晓瑜、徐利伟、张泉庚、程红才、范善新。

部分力学实验由上海市南洋模范中学白日豪、王嘉昌、宋宁生、张志锋、施钧、夏宗农、刘伟源验证。

部分热学、光学实验由上海市金山县中张大有、范镒明验证。

部分电学实验由上海市市北中学王泰俊、张静可、朱金春验证。

在编写本书过程中，得到上海市教育局教研室、上海教育学院、上海市仪器公司、福建省教育学院、上海市向明中学、上海市南洋模范中学、上海市市西中学等有关领导和教师的大力支持。著名的老一辈科学家王淦昌先生在百忙中抽空为本书写了序言，他们的无私帮助给了全体编者极大的鼓舞，在此一并表示衷心的感谢。

《中学物理实验大全》编写组

目 录

基 础 篇

1 实验误差

一 估算直接测量中的偶然误差

- (一) 估算多次测量中的误差 4
- (二) 估算单次测量中的误差 5
- (三) 测量结果的表示及其含义 6

二 估算间接测量中的偶然误差

- (一) 有效数字的意义及其运算法则 8
- (二) 误差传递公式 11

三 实验的有利条件和最佳条件

- (一) 实验的有利条件 22
- (二) 实验的最佳条件 24

四 系统误差

- (一) 系统误差的特点和来源 27
- (二) 怎样发现系统误差 29
- (三) 系统误差的估计 31
- (四) 减小和消除系统误差的方法 33
- (五) 间接测量的系统误差 37

2 实验数据的处理

一 列表法

- (一) 列表法 39
- (二) 列表时的注意事项 39
- (三) 数据的分度 40

二 图线法

- (一) 图线法的作用和优点 41
- (二) 作图线的方法 43
- (三) 用图解法求直线的斜率 45
- (四) 改曲线图成直线图 47
- (五) 图线法处理实验数据的局限性 50

三 实验结果的函数表示法	
(一) 选择经验公式	50
(二) 确定经验公式中的常数	55
四 实验数据的内插和外推	
(一) 内插法	63
(二) 外推法	64
3 常用物理量的测量	
一 长度的测量	
(一) 长度和它的单位	69
(二) 测量长度的一般方法	72
(三) 测量长度的特殊方法	78
二 质量的测量	
(一) 质量和它的单位	80
(二) 测量质量的一般方法	83
(三) 测量质量的特殊方法	83
三 时间的测量	
(一) 时间和它的单位	89
(二) 测量时间的一般方法	92
(三) 测量时间的特殊方法	96
四 密度的测量	96
(一) 密度和它的单位	96
(二) 测量密度的一般方法	99
(三) 测量密度的特殊方法	104
五 力和压强的测量	
(一) 力和压强	106
(二) 测量力和压强的一般方法	109
(三) 测量力和压强的特殊方法	114
六 温度的测量	
(一) 温度和它的单位	115
(二) 测量温度的一般方法	118
(三) 测量温度的特殊方法	121
七 直流电学量的测量	
(一) 电流强度和它的单位	122
(二) 电测量指示仪表的一般知识	125
(三) 测量电学量的一般方法	131

(四) 测量电流的特殊方法	140
八 电阻的测量	
(一) 用惠斯登电桥测电阻	142
(二) 用兆欧表测高值电阻	146
(三) 用直流双臂电桥测低值电阻	148
九 交流电学量的测量	
(一) 用交流电表测量交流电流和电压	149
(二) 用晶体管毫伏表测量正弦电压和电平	150
(三) 用示波器测量交流信号	151
十 万用电表测量多种电学量	
(一) 万用表的结构	156
(二) 多种电学量的测量原理	157
(三) 多种电学量的测量方法	162
(四) 万用表使用的注意事项	165

实 验 篇

力学

1 物体的重心	171
2 显示物体的微小形变	173
3 弹性形变产生弹力	175
4 胡克定律	177
5 增大和减小摩擦的方法	181
6 测定滑动摩擦系数	183
7 静摩擦力	192
8 静摩擦力的方向	194
9 测定静摩擦系数	197
10 力的平行四边形法则	199
11 合力的大小与分力夹角的关系	203
12 平行力的合成	204
13 三角形支架的受力分析	207
14 斜面上物体重力的分解	211
15 分力的大小与夹角的关系	213
16 液体对压强的传递	215
17 液压机	217
18 液压刹车	218

19 液体内部的压强	219
20 板会落下吗?	223
21 测定液体的密度	225
22 液体的压强与流速的关系	227
23 空气有质量	229
24 测定空气的密度	230
25 验证大气压强	231
26 托里拆利实验	234
27 水银柱的高度与外界气压的关系	236
28 托里拆利真空	237
29 估测大气压	238
30 大气压随高度的变化	239
31 虹吸现象	242
32 气体压强与流速的关系	244
33 浮力产生的原因	246
34 研究阿基米德定律	250
35 物体沉浮的条件	253
36 浮沉子	254
37 静力秤衡法测密度	256
38 空气对物体有浮力	263
39 热气球	264
40 二力平衡的条件	266
41 多个共点力的合成	268
42 杠杆的平衡	270
43 轮轴的平衡	273
44 滑轮的平衡	275
45 有固定转动轴的物体的平衡	277
46 一般刚体平衡的条件	280
47 平衡的种类	283
48 稳度与重心高低、支面大小的关系	286
49 巧立物体	288
50 研究匀速直线运动	289
51 互成角度的两个匀速直线运动的合成	295
52 变速直线运动的平均速度和即时速度	297
53 研究物体的运动规律	305

54 测定匀变速直线运动的加速度	308
55 用频闪法研究自由落体	315
56 空气阻力对落体的影响	319
57 研究自由落体的运动规律	321
58 测定重力加速度	328
59 物体的惯性	336
60 牛顿第一定律	338
61 加速度和力的关系	342
62 加速度和质量的关系	346
63 研究牛顿第二定律	349
64 失重和超重现象	354
65 测定滑动摩擦系数	357
66 用阿特武德机测量物体的质量	361
67 牛顿第三定律	363
68 研究动量定理	366
69 验证动量定理	369
70 动量守恒定律	375
71 一维碰撞中的动量守恒	380
72 二维碰撞中的动量守恒	388
73 反冲运动	393
74 曲线运动的速度方向	395
75 验证平抛运动的规律	396
76 分解平抛运动	402
77 研究平抛运动	407
78 测量弹丸的速度	412
79 斜抛运动的射程与射高	414
80 研究斜抛运动	418
81 射猴	422
82 圆周运动速度的方向	425
83 向心力与哪些因素有关	426
84 研究向心力	429
85 验证向心力公式	431
86 圆周运动中的超重和失重	436
87 离心现象	438
88 功的原理	440

89 机械效率·····	442
90 提高简单机械效率的方法·····	445
91 估测人跑上楼的功率·····	447
92 估测人骑车的功率·····	449
93 物体的重力势能与哪些因素有关·····	452
94 研究弹簧的弹性势能与哪些因素有关·····	454
95 物体的动能与哪些因素有关·····	459
96 研究动能定理·····	461
97 验证动能定理·····	467
98 动能与势能的相互转化·····	469
99 自动上坡·····	471
100 验证机械能守恒定律·····	473
101 摆球的能量·····	432
102 橡筋的迟滞能耗·····	484
103 用冲击摆测子弹的速度·····	487
104 匀速圆周运动的投影是简谐振动·····	490
105 简谐振动的图象·····	492
106 测定弹簧振子的周期·····	496
107 研究弹簧振子的周期·····	499
108 弹簧振子振动过程中能量的转换·····	503
109 弹簧振子的加速度·····	506
110 测量弹簧的倔强系数和等效质量·····	507
111 单摆的周期·····	509
112 研究单摆的周期与摆长的关系·····	514
113 单摆的周期与重力加速度有关·····	516
114 用单摆测量重力加速度·····	518
115 测弧形面的曲率半径·····	523
116 阻尼振动·····	525
117 受迫振动和共振·····	526
118 横波的形成和传播·····	529
119 纵波的形成和传播·····	532
120 波速、波长和频率的关系·····	533
121 波的叠加和穿越现象·····	535
122 水波的衍射·····	536
123 水波的干涉·····	538

124 声波的干涉	544
125 音调和频率	549
126 响度和振幅	551
127 声波的反射	553
128 声波的共鸣	555
129 用共鸣法测声音的波长和声速	556

热学

130 气体的热膨胀	561
131 液体的热膨胀	563
132 固体的热胀冷缩	566
133 水的反常膨胀	570
134 双金属片	572
135 传导	574
136 物质的导热本领	576
137 水和空气是热的不良导体	578
138 研究水的冷却规律	580
139 气体对流	583
140 液体对流	585
141 热辐射	587
142 物质的比热	590
143 物体吸收的热量与哪些因素有关	594
144 验证热平衡方程	596
145 测定物质的比热	598
146 用油膜法估测分子的大小	603
147 分子间有空隙	605
148 分子间的引力	606
149 布朗运动	608
150 扩散现象	611
151 扩散的快慢和温度有关	614
152 非晶体的熔解和凝固	615
153 晶体的熔解和凝固	617
154 测量冰的熔解热	623
155 熔点与压强的关系	626
156 液体的蒸发	627

157 液体蒸发时温度降低	629
158 液体的沸腾	632
159 沸点与外界气压的关系	635
160 测定水的汽化热	639
161 未饱和气压与饱和气压	642
162 饱和气压	645
163 测定露点	649
164 乙醚的临界状态	652
165 饱和汽加压液化	653
166 测定空气的绝对湿度	654
167 湿度计	656
168 凝结中心的作用	659
169 升华和凝华	660
170 研究气体的等温变化	662
171 研究气体的等容变化	672
172 研究气体的等压变化	677
173 估测绝对零度	684
174 验证气态方程	686
175 晶体导热的各向异性	690
176 培养大体积单晶体	692
177 液体表面的收缩趋势	693
178 测定液体的表面张力系数	698
179 浸润和不浸润	702
180 毛细现象	704
181 做功改变物体的内能	706
182 气体的绝热压缩	708
183 气体的绝热膨胀	711
184 测定热功当量	713
185 最简单的热机	716
186 蒸汽轮机的工作原理	718
187 燃气轮机的工作原理	720

电磁学

188 摩擦起电	725
189 分析摩擦起电现象	730

190 电荷间的相互作用	732
191 电荷间的相互作用力与电量和距离有关	734
192 验证库仑定律	737
193 绝缘体变导体	740
194 电力线图	742
195 静电感应	747
196 静电平衡时净电荷分布在导体的外表面	751
197 静电屏蔽	753
198 电荷分布与导体表面的曲率有关	755
199 静电应用	757
200 电场强度的特征	759
201 电子电荷的测定	762
202 带电粒子在电场中的加速和偏转	765
203 示波管的原理	768
204 匀强电场中的电势	769
205 描绘电场的等势线	771
206 静电平衡时导体上各点电势相等	774
207 导体的电容	775
208 平行板电容器的电容	777
209 测定空气的介电常数	780
210 电容器的充电和放电	782
211 电容器的串联与并联	784
212 测量电容器的电容	786
213 验证电阻定律	789
214 导体电阻与温度有关	791
215 测定导体的电阻率	792
216 研究欧姆定律	794
217 焦耳定律	796
218 测定小灯泡的功率	799
219 串联电路中的电流强度、电压和电阻	800
220 串联电路中的功率分配	801
221 并联电路中的电流强度、电压和电阻	803
222 并联电路的分流作用	804
223 并联电路中的功率分配	805
224 串并联电路的电热分配	807