

北京市华罗庚学校奥林匹克系列丛书

# 华罗庚学校 初中物理实验

北京市华罗庚学校 编



中国大百科全书出版社

北京市华罗庚学校奥林匹克系列丛书

# 华罗庚学校 初中物理实验

---

北京市华罗庚学校编

主编：刘彭芝

中国大百科全书出版社

北京·1998

编 者：北京市华罗庚学校

责任编辑：简菊玲

责任校对：李 静 王玉琴

封面设计：郭 健

版式设计：中 文

---

出版发行：中国大百科全书出版社

(北京阜成门北大街17号 100037)

印 刷：北京人民文学印刷厂

经 销：新华书店总店北京发行所

---

版 次：1998年2月第1版

印 次：1998年2月第1次印刷

印 张：5.625

开 本：787×1092 1/32

字 数：120千

印 数：1—10000

ISBN 7-5000-5896-9/G·231

定 价：8.80元

《北京市华罗庚学校奥林匹克系列丛书》  
编辑委员会

顾 问 王 元 裘宗沪 冯克勤  
陈德泉 丁往道 刘承沛  
大卫·罗斯费尔德 (David Rosefield)  
丽莎·泰森 (Lisa Theisen)

主 编 刘彭芝  
编 委 (按姓氏笔画排列)

马 毅	王人伟	王健民
余红兵	吴 湛	尚 强
周沛耕	周春荔	莫颂清
陶晓勇	童 欣	舒幼生
熊 斌		

本书编写人员

主 编：舒幼生  
编 撰：刘彬生

## 前 言

北京市华罗庚学校是由中国科学院华罗庚实验室、中国科技大学和中国人民大学附中联合创办的，是中国人民大学附中超常教育体系的重要组成部分。其办学目标是为国家大面积早期发现与培养现代杰出科技人才开辟一条切实可行的途径，为我国教育事业面向现代化、面向世界、面向未来的战略方针探索一项行之有效的措施。在这里，集中了一大批高级教师、大学教师和研究员精心执教，一批批数理超常儿童茁壮成长。华校全体师生缅怀我国著名数学家华罗庚教授在数学领域的伟大贡献，崇尚他为民鞠躬尽瘁的高贵品质，决心沿着他所开辟的道路继续前进。

超常教育与早期教育为当前各国教育家和心理学家所重视，这一方面的研究工作得到了各国政府以及有远见的社会各界人士的支持和赞助。在前苏联，国家开办有各类人才学校，用于培养科技文体方面的超常少年。在美国，控制论的创立者、“神童”维纳就是家庭和学校共同精心培育成功的典范。

近年来，我国众多有识之士在改革开放、建设有中国特色社会主义的宏图大业感召鼓干下，投身超常教育事业，辛勤耕耘，刻苦研究，已经取得可喜的成果。超常教育是人类教育史上的一大进步，然而它又是一个异常复杂的教育新课题。不论是历史上还是现实生活中，少年出众、而成果寻常的人比比皆是。究其原因，往往在于成长环境不佳，而主要则是未能在超常教育理论指导下施以特殊教育的结果。因此，

我们必须更新教育观念，采取新的教育理论和方法，把大批聪慧少年培养成为高科技时代的栋梁之才。创办华罗庚学校的主旨，就在于探索一条使那些天资优异的孩子们，既不脱离群体，以免身心畸形发展，又使他们的才华得以充分开发的可行之路。

七百多年前，英国思想家、现代实验科学先驱罗吉尔·培根曾说：“数学是科学的大门和钥匙”。时至今日，人们更加清楚地看到了数学在现代教育中占据着重要的地位。当今世界，自然科学、社会科学和数学都在蓬勃发展，而数学更是各门科学发展的基础。科学和技术的迅猛、巨大的发展，很大程度上是得益于数学的现代发展，特别是数学在物理学、生物学以及社会科学中的纵深渗透。因此，华校在以数学为带头学科的施教前提下，同时又鼓励学生们在自己感兴趣的其他课程，如物理、化学、生物、外语、计算机等学科中开拓进取、施展才华。这样，近而言之，希望他们在运用中体验数学的思维模式和神奇魔力；远而图之，则是为他们日后发展的多价值取向打下全面的科学文化素质的坚实基础。

华校采取科学的教学方法，进行开放式教学，努力开发学生的潜在能力，对学生实行超前教育。除由人大附中选派经验丰富的优秀教师任教外，还聘请中国科学院、中国科技大学、北京大学、清华大学、中国人民大学及北京师范大学等高校专家、教授来校办讲座，用最新的科技知识丰富学生的头脑，开阔他们的视野。

实践证明，华罗庚学校对超常儿童的培养方略是可取的。十余年来，华校为高一级学校输送了大量学业优异的人才。以第一、二、三届华校试验班为例，三届毕业生总数为136人。

其中，直接保送到国家第一流重点大学 35 人，占 25.7%。参加高考的 101 人，考入清华大学 42 人，占 30.8%；考入北京大学 41 人，占 30.1%；考入中国科技大学 10 人，占 7%。总计考入上述三校为 93 人，加保送 35 人，总计为 128 人。第四届华校试验班又进一步。全班 44 人，保送 9 人，参加高考 35 人，高考平均分数为 610.83 分，数学平均分数为 137 分，总分数超过 600 分的有 25 人。不仅如此，还有数以千计的学生参加各类数理学竞赛，在区、市、国家乃至世界级学科竞赛中获奖夺魁者的人数位居北京市重点中学之首。上述大量事实证明，一种新的教育理论和实践，使得一批又一批英才脱颖而出，足以显示华罗庚学校的办学方向是正确的，教学是成功的。

更可喜的是在探索办学的过程中，以华校为核心，造就并团结了校内外一大批具有新思想、新观念、肯吃苦、敢拼搏的优秀教师和教育专家。在这个来自平凡的教学科研岗位的不平凡的群体中，有多年工作在教学第一线的中小学高级教师，有近年来执教于数学、物理、化学、生物、计算机等学科奥林匹克活动的高级教练员，有中国科学院和各高等学校中教学科研上成果卓著的专家教授。他们就像当年的华罗庚那样，做为人师，做为长者，着眼于祖国的未来，甘愿给下一代当人梯。狭义地说，他们是华校藉以成长、引以自豪的中流砥柱；广而言之，他们是推动中小学教育事业改革的一支特殊的劲旅。

今天，对华校创办十余年的经验进行总结时，我们可以说，在朝着自己的办学目标的不懈奋斗中，华校具有四大办学特色：

- 第一，从娃娃抓起的早期智力开发；
- 第二，必名师启蒙的成功教育传统；
- 第三，在全面发展时力求业有专精；
- 第四，处强手如林中敢于迎接挑战。

教材是教学质量的基本保证，也是教学的基础建设。高质量的教材，是建立在高水平的学术研究成果和丰富的教学经验的基础上的。因此，华罗庚学校开创了荟萃专家编书的格局。华校愿将《华罗庚学校奥林匹克系列丛书》奉献给广大教师、中小學生及學生家長同享。这套丛书的编写者都是华校的骨干力量，他们为了共同的目标献出了自己多年的教学经验和最新的教学科研成果，因而使得这套丛书具有实用、新颖、通俗、严谨的特点。

物理部分的教材与相应的试题解析及实验，分为初、高中两部分。初中部分包含教材一册、试题解析一册和实验一册；高中部分包含教材两册、试题解析两册和实验一册。编写者在初、高中物理教学大纲和全国中学生物理竞赛考纲的基础上，顾及当前国际中学物理教学发展、变化的趋势，初中以不下放高中物理主要内容为限，高中以不下放大学普通物理主要内容和不使用微积分等数学工具为限，在内容上作适当的引申和扩展，以开拓学生的知识视野，使其对某些重要的近代物理观念有初步的了解。作为实验性教材，初次尝试对学生进行物理思想、方法和实验设计的教学，有意在知识传授的基础上加强学科能力的培养。

俗云：“一花怒放诚可爱，万紫千红才是春。”华校在努力办学完善自身的同时，诚望对国内中小学数理教学水平的提高微尽绵薄，诚望与其他兄弟学校取长补短，携手共进。



“合抱之木，生于毫末，九层之台，起于垒土。”遥望未来，我们同呼志士之言：为中国在 21 世纪成为数理大国而奋斗终生。

作为本系列丛书的主编，我谨以一个超常教育的积极参与者与组织者的名义，向各位辛勤的编著者致以衷心的感谢，恳请教育战线的前辈和同仁给予指导和推荐，也恳请广大师生在使用过程中提出宝贵的意见。

刘彭芝

1997.11.24

## 本书前言

在初中物理课上，同学们通过做物理课本中的实验，认识到理论与实践结合的重要性，学会了使用一些基本仪器进行测量、记录数据和计算出测量结果，也建立了误差的概念等，从而初步具备了做实验的能力。但是热爱物理学和准备参加竞赛的同学并不以达到上述水平为满足，他们常提出一些问题。例如，对一个物理量能否用不同的方法去测量？怎样测得更准确？仪表的显示值都要估读吗？读到多细合理？记录要写到哪一位数？（还可能不恰当地问：“取几位小数？”）画实验图线有哪些用途？还能多做些水平较高的、有趣的、实用的实验吗？他们更希望不只按照书上写的步骤一、二、三……去做，而是将自己遇到的问题或物理学中所提出的要求作为课题，由自己设计方法、做实验并寻求其结论。编写本书的目的正是为了扩展知识、提高实验能力并通过许多新实验逐步解决学生遇到的疑难问题，引导学生去实现美好的愿望。

本书先讲解一些与每个物理实验都有关系的基础知识，并希望通过自己做实验从而得到学习和运用。接着安排了70多个实验，这些实验都可以使用学校配备的仪器和普通的材料来完成。本书把编写出的实验项目分为练习性实验和设计性实验两大类。而练习性实验又可分为测定性的、验证性的、探索性的和应用性的几种类型，本书对它们详细说明了实验原理和方法，有些实验还给出了实验数据，以供参考。这些练习性实验主要体现以下要求：通过多次练习能熟练地使用

已了解的仪器，并学会使用一些新仪器；掌握一些典型的测量方法和实验方法；加深对理论知识的理解，加强应用能力；学习对观察到的物理现象进行分析、推理；学习用实验图线表示物理规律和求出相关的物理量；学习分析误差和减小误差的方法。设计性实验的特点是只给出课题、器材和要求，希望由学生自己设计方案并独立做实验。当做完或实在想不出办法时，再看书末所附的参考答案。注意不要受答案的束缚，而应积极地尝试想出其他或更好的办法，或提出需要研讨的问题。设计性实验更能检查学生实验能力，并看到薄弱环节，当然可以进行重做以加深领会。

本书中有许多是北京市初中物理竞赛的实验试题，或是依据试题改编的，在此对曾参与命题的各位老师表示衷心的感谢。

编者

# 目 录

## 物理实验的基础知识

- 一、按有效数字记录直接测量结果 ..... (1)
- 二、误差分析 ..... (3)
- 三、记录和处理实验数据的方法 ..... (4)
- 四、对实验报告的要求 ..... (6)
- 五、怎样设计实验 ..... (6)

## 练习性实验

- 实验一 用卡尺测量长度 ..... (9)
- 实验二 用千分尺测量长度 ..... (13)
- 实验三 用物理天平测量质量 ..... (16)
- 实验四 测定单摆的振动周期 (一) ..... (20)
- 实验五 研究影响滑动摩擦力的因素 ..... (23)
- 实验六 测定弹簧的倔强系数 ..... (25)
- 实验七 测定橡胶和盐水的密度 ..... (28)
- 实验八 用简易器材测定固体的密度 ..... (30)
- 实验九 测定机油的密度 ..... (33)
  - 一、连通器法 ..... (33)
  - 二、三通管法 ..... (34)
- 实验十 测定木尺的平均密度 ..... (35)

实验十一	测定螺旋起重器的效率 .....	(37)
实验十二	研究用滑轮组做功 .....	(40)
实验十三	平面镜成像 .....	(42)
实验十四	测定玻璃的折射率 .....	(44)
	一、矩形玻璃砖折射法 .....	(45)
	二、三角形玻璃砖折射法 .....	(47)
	三、半圆玻璃砖折射法 .....	(47)
	四、全反射法 .....	(48)
实验十五	测定凸透镜的焦距 (一) .....	(49)
	一、远物成像法 .....	(50)
	二、物像公式法 .....	(51)
	三、两次成像法 .....	(53)
	四、自准直法 (平面镜辅助法) .....	(54)
实验十六	组装投影机模型 .....	(57)
实验十七	测定凹透镜的焦距 (一) .....	(58)
实验十八	组装显微镜模型 .....	(60)
实验十九	测绘物体的冷却图线 .....	(61)
实验二十	测定燃烧酒精给水加热的效率 .....	(63)
实验二十一	测定金属的比热 .....	(64)
实验二十二	多处控制一个灯的电路 .....	(66)
实验二十三	组成可调分压电路 .....	(69)
实验二十四	用欧姆表测电阻 .....	(73)
实验二十五	检测电路的故障 .....	(75)
实验二十六	测定电热丝材料的电阻率 .....	(77)
实验二十七	用伏安法测定电阻 .....	(79)
实验二十八	用代替法测定电阻 .....	(83)

实验二十九	测定电压表的内阻 (一) .....	(86)
实验三十	测定电流表的内阻 (一) .....	(88)
实验三十一	扩大电流表的量程 .....	(89)
实验三十二	研究小灯泡的伏安特性 .....	(91)
实验三十三	观察电压表测电压时对电路的影响 .....	(93)
实验三十四	比较不同灯泡在相同功率下的亮度 .....	(95)
实验三十五	研究电能向内能的转化 .....	(96)
实验三十六	检测电学“黑盒子”(一) .....	(98)
实验三十七	学习电磁继电器的应用 .....	(101)
实验三十八	直流电动机的控制 .....	(102)

### 设计性实验

实验三十九	测定金属片的厚度 .....	(105)
实验四十	巧用天平 .....	(106)
实验四十一	测定游码的质量 .....	(107)
实验四十二	测定单摆的振动周期 (二) .....	(107)
实验四十三	测定细玻璃管的内径 .....	(108)
实验四十四	测定钢材的密度 .....	(108)
实验四十五	测定酒精的密度 .....	(109)
实验四十六	测定石蜡的密度 .....	(109)
实验四十七	测定粉笔的密度 .....	(110)
实验四十八	研究在斜面上做功的效率问题 .....	(110)
实验四十九	巧测盐水的密度 .....	(111)
实验五十	测定楼层间高度差 .....	(111)
实验五十一	测定玻璃砖后物体虚像的位置 .....	(112)

实验五十二	测定凹面镜的球面半径·····	(112)
实验五十三	测定水的折射率·····	(113)
实验五十四	组装平行光源·····	(113)
实验五十五	测定凸透镜的焦距(二)·····	(114)
实验五十六	测定凹透镜的焦距(二)·····	(114)
实验五十七	组装望远镜模型·····	(115)
实验五十八	全等的正立虚像的形成·····	(115)
实验五十九	间接测量保温瓶中热水的温度·····	(116)
实验六十	测定煤油的比热·····	(116)
实验六十一	测定酒精的比热·····	(117)
实验六十二	用滑动变阻器控制灯光·····	(117)
实验六十三	研究一段导体的电阻与长度和横截面积 的关系·····	(118)
实验六十四	验证电阻的并联公式·····	(118)
实验六十五	测定合金的电阻率·····	(119)
实验六十六	观察伏安法测电阻的系统误差·····	(119)
实验六十七	测定电流表的内阻(二)·····	(120)
实验六十八	测定电阻器的电阻·····	(120)
实验六十九	测定电压表的内阻(二)·····	(121)
实验七十	扩大电压表的量程·····	(121)
实验七十一	测绘给定电路的 $I-R$ 图线并用它测定 未知电阻·····	(122)
实验七十二	检测电学“黑盒子”(二)·····	(123)
实验七十三	判定电源的正负极·····	(123)
实验七十四	测定电动起重机模型的总效率·····	(124)
实验七十五	测定电热杯的效率·····	(125)

## 设计性实验参考做法

实验三十九	(126)
实验四十	(127)
实验四十一	(128)
实验四十二	(129)
实验四十三	(129)
实验四十四	(130)
实验四十五	(130)
实验四十六	(131)
实验四十七	(132)
实验四十八	(132)
实验四十九	(134)
实验五十	(135)
实验五十一	(136)
实验五十二	(138)
实验五十三	(138)
实验五十四	(139)
实验五十五	(139)
实验五十六	(140)
实验五十七	(142)
实验五十八	(143)
实验五十九	(144)
实验六十	(144)
实验六十一	(145)



实验六十二	(147)
实验六十三	(147)
实验六十四	(148)
实验六十五	(148)
实验六十六	(149)
实验六十七	(150)
实验六十八	(150)
实验六十九	(151)
实验七十	(153)
实验七十一	(154)
实验七十二	(155)
实验七十三	(156)
实验七十四	(157)
实验七十五	(158)