21世纪中学物理创新实验设计与探索全书

主　编　王波波　汪　尧

（三）

·内蒙古少年儿童出版社·
1999.11

需要全本请访问 www.ertongbook.com

总 编 委

总 顾 问：季羡林

总 主 编：郭福昌　王文湛

副总主编：蔡克勇　鲁　洁　滕　纯　周长春
　　阎玉龙　刘　芳

编　　委：周长春　林乐远　李炳林　刘哲流
　　王新荣　刘　坤　常相舜　万　库
　　瞿宁远　杨　森　卢俊明　海　帆
　　邢莉娅　刘汉义　吴作诚　向　阳
　　李先明　云传潮　李作松　何小林
　　周亚丽　赵善明　叶尧城　金　明
　　孙枝德　李学坤　夏贵敏　学　坤
　　宏　福　宽　容　泰　斗　广　平
　　陈利中　萧志荣　白金荣　兴　旺
　　马　昆　柯儒杰　王波波　王鹏程
　　谭业武　左庆生　朴哲松　杨邵豫
　　陈　忠　肖　阳　李　威　王　靖
　　齐　和

总 策 划：曹振国　肖忠远　王波波　袁　真

21 世纪中学物理创新实验设计与探索全书
王波波　汪　尧　主编

内蒙古少年儿童出版社出版
（通辽市霍林河大街 24 号）
责任编辑：包宏宇　　封面设计：李呈修
河北省沙河市第二印刷厂印刷
内蒙古新华书店发行　　各地新华书店经销
开本　787×1092 毫米 1/16　印张：115　字数 2200 千字
1999 年 11 月第 1 版　1999 年 11 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册
ISBN7-5312-1126-2/G・472 定价（上下卷）：458.00 元
（本书如发现印装质量问题请与承印厂调换）

《21 世纪中学物理创新实验设计与探索全书》

编　委　会

主　编：王波波　汪　尧

编　委：王波波　汪　尧　岑　锋

田维钊　李　巍　古兴光

王小玉　谭业武　李宏光

张　榛　张富民　赵文博

后　　记

经过二年多的艰苦努力，在世纪更替之际本书系终于面世了。

本书系在编写过程中，得到了有关方面的大力支持和帮助，在此特表示深深的谢意，同时，本书系卷帙浩繁，覆盖面广，引用了很多文献资料，其中，绝大多数原作者我们已经联系上，但由于种种原因，无法一一取得联系，在此，我们深表歉意，并希望您能及时与我们联系，我们将以适当的形式向您表示真诚的谢意（我们的联系方法：127 呼 8171637）

尽管在编写过程中力求完美，但由于作者水平有限，本书的缺点乃至错误在所难免，敬请广大读者谅解、指正。

本书系编委会

1999 年 9 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

整体构建中小学创新教育体系，培养学生的创新精神和实践能力

——《创新教育实验》书系出版前言

一、选题背景与意义

在前不久召开的第三次全国教育大会上，中共中央、国务院做出了“关于深化教育改革，全面推进素质教育”的决定。其中特别强调“教育以提高国民素质为根本宗旨，以培养学生的创新精神和实践能力为重点。”这必将成为当前及今后相当长一个时期内指导中国教育发展与变革方向的总体方略。

“素质教育”的核心与本质是“创新教育”，创新意味着探索，意味着变革，其最终目的在于开发、挖掘和培养学生的创造性潜能。“创新教育”新型模式的综合构建作为中国教育、教学观念的整体变革，是一个包含教育观念、教材、课程设置、教学管理、评价机制、师资队伍、教法、学法等在内的系统性工程，“创新教育”体制无疑体现、代表了中国教育未来发展的主流特质，创新教育的实施，必将引起、带来中国的一场深刻而全面的教育变革与革命。

二、选题指导思想与基本内容

基于上述识见，本着总结、整理、推广、宣传、普及近年来中国基础教育各方面综合改革、创新实验设计与探索的丰富成果的宗旨，我们邀请了首都科研机构与高等院校多年来从事教育、教学改革与实验探索和研究方面的近百位专家学者和一线教学工作者，历时近二年多，数易其稿，通力合作，精心编撰了这部大容量、多卷本的探索性大型书系，旨在为推进“创新教育”尽绵薄之力。

“书系”从两方面进行了有益的探索和尝试：

1. 创新“教学实验”：包括教育理念、办学模式、课程、教材、教法、学法等等方面的改革实验设计与探索，为整体构建创新教育体系作了一些探索与尝试。

2. 创新“实验教学”：包括实验室的现代化建设，多层次、多角度、多方法设计创新科学实验，改进一些“经典”科学实验的设计，为培养学生的创新精神和实践能力指引了方向。

三、选题的特色

（一）选题意识前卫，时代特色鲜明

“创新教育”是当前中国教育全面变革的主旋律，本书系立足此一时代背景，目的在于深入学习、领会江总书记关于“创新”的一系列科学论述，从中国教育现实情境着

眼，以“创新教育”为切入点，为全面推进素质教育呐喊助威。

（二）编辑思想科学合理

书系以改革开放 20 多年中小学各科艰辛、曲折的系列教改实验实践为依据，以“教育的目的最终在于培养学生的创新能力”为全新理念，在编辑、整理“创新教学实验与创新实验教学设计与探索”的过程中，大胆坚持、尝试每科均采用“课题”研究的方式，辩证吸取自然科学的研究方式，将每一问题置于特定的“问题域”和实验场景中，严格按科学实验步骤研究每一实验课题，力图使对于该问题的研究科学、权威、可靠、实用。

（三）所选内容具指导性和可操作性

“创新教育”贵在落实。本着这一宗旨，在采编本书内容时，既考虑到了“创新教育”实验特有的超前性、选题意识的前卫性，又尤为注重内容对于各级各类中小学校每一科教师教学实践所必不可少的理论指导性与实践可操作性。有鉴于此，全书在体系设计上，既有理论研究，背景透析，又有实践案例，现状评鉴，更有未来前瞻等极为丰富的极具建设性的创新性构想，真正做到集历史、现实、未来为一体。

四、几点说明

（一）“创新教育实验”书系在编辑过程中，参阅、借鉴了国内外同行专家的一些理论研究成果，得到京、津、沪及各省市教育科研、教育行政部门各级领导及一线从事教育、教学工作的教师的大力支持，内蒙古少年儿童出版社的领导、编辑为全书的出版工作付出了大量心血，提供了许多帮助。值此全书出版之际，一并致以热忱谢意！

（二）“创新教育实验”书系系探索性大型工具书，在编辑过程中，由于时间及编写力量等因素，不可避免地存在着许多不足之处，敬请读者不吝赐教。

编委会

一九九九年九月

目　录

第三篇　热学实验

❖热学实验❖……（537）
温度的显示……（537）
恒体积空气温度计的使用……（539）
水温的测量……（540）
空气膨胀……（541）
气体热膨胀系数的测量……（545）
液体的膨胀与收缩……（547）
水的反常膨胀……（553）
固体的热膨胀……（555）
固体的热胀冷缩……（558）
双金属片演示器……（562）
热传导……（564）
不同物质的热传导……（567）
水和空气是热的不良导体……（571）
研究物体的冷却规律……（573）
冷空气比暖空气重……（578）
空气对流……（579）
热水比冷水轻……（582）
液体对流……（583）
热辐射……（585）
验证热平衡方程……（590）
物质的比热……（591）

液体比热的测量…… (598)
测定固体的比热…… (607)
分子的大小…… (611)
分子间的引力…… (613)
布朗运动…… (615)
扩散现象…… (619)
气体分子运动的模拟实验…… (621)
非晶体的熔解和凝固…… (623)
状态变化和熔解热…… (624)
当仅可利用一小部分物质时测定它的熔点…… (626)
萘的熔解和凝固…… (627)
弄清凝结热的简单方法…… (631)
冰的熔解热…… (632)
水的‘熔点’与冰点…… (638)
熔解与凝固…… (639)
蒸发现象…… (640)
液体蒸发时温度降低…… (643)
液体的沸腾…… (645)
水的汽化热的测定…… (647)
压强与沸点…… (652)
液体沸腾时饱和汽压等于外部压强…… (655)
饱和汽压与未饱和汽压…… (657)
凝结中心…… (662)
饱和气压…… (662)
测定不同温度下乙醚的蒸汽压力…… (666)
露点…… (667)
饱和汽加压液化…… (670)
临界状态…… (670)
测定空气的绝对湿度…… (671)
湿度计…… (673)
升华和凝华…… (675)
气体等温过程…… (676)
气体等容过程…… (684)
气体的等压变化…… (688)
气态方程…… (695)
表面张力…… (698)
液体表面张力系数的测定…… (703)
浸润和不浸润…… (710)

毛细现象…… (712)
物体内能与作功…… (713)
气体的绝热过程…… (715)
验证电能转化为内能时守恒…… (720)
测定热功当量…… (722)
最简单的热机…… (725)
培养大体积单晶体…… (728)

第三篇

热学实验

需要全本请访问 www.ertongbook.com

热学实验

温度的显示

在许多热学的演示实验中，如比热、熔解、汽化等，都需要测量物体的温度。常用的测量仪器有下列几种类型：(1) 利用物体热胀冷缩特性制造的温度计，如酒精温度计和水银温度计；(2) 利用电阻随温度变化特性制造的温度计，如金属电阻温度计和半导体电阻温度计；(3) 利用热电效应制造的温度计，如热电偶温度计。但这些温度计用在课堂演示存在着下列的问题：普通的酒精温度计和水银温度计可见度太小，只能由一、二个学生临近观察读数；热电转换的温度计，虽然可见度有所提高，但从教学的角度来看，不够直观，特别是对初中学生，不理解这个转换过程，因此不适合用于课堂演示。下面介绍的几种温度计，是根据显示温度的变化为主进行设计的。

实验一　空气温度计

空气温度计（又称验温计）是利用空气热胀冷缩显示温度的仪器。

实验装置

1. 取一个带橡皮帽的眼药水滴瓶作为感温泡，滴瓶口加盖橡皮塞，塞上插入内径为 2 毫米的细玻璃管，玻璃管要弯成 U 形而不用水平直角管，因为直角管的液滴很容易被冲出来。为了使演示现象清晰，U 形管内装红色液体，细管后面衬带标度的白色屏，如图 1 (a) 所示。仪器下部采用滴瓶有个优点，就是便于调节 U 形管中液柱的基点，若在某一温度时拔下橡皮帽，U 形管中的液面就相平了。这种温度计的灵敏度很高，温度有微小的变化，就可以从液柱的升降显示出来，如果用两个这样的温度计做定性的对比实验，效果很好。但它也有不足之处，主要是测量温度的范围小，当温度高到一定值时，由于滴瓶中空气的膨胀，会把液体压入 U 形管的一臂中，液柱上升太高时容易沿内壁滑落，使空气形成气泡上升到液面出现漏气现象，从而影响了温度读数的准

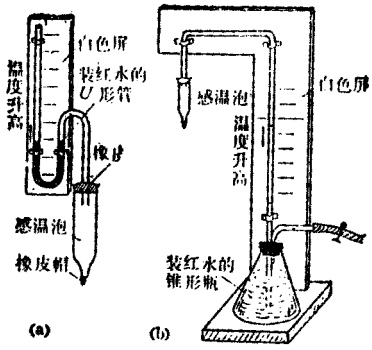


图　1

确。

2. 为了防止漏气可以改用如图中（b）所示的空气温度计装置。感温泡装在仪器的上部，下部为不小于 250 毫升的锥形瓶，用上面同样粗细的玻璃管弯成直角形，穿过两橡皮塞把它们连结起来，并固定在带标度屏的支架上。因在锥形瓶内封闭着一定量的空气，由于瓶的截面比细玻璃管的截面大得多，所以可近似地认为锥形瓶中气体的压强不变。为了改变温度测量的基点，锥形瓶口另插入一根直角玻璃管，管端套一段带止水夹的橡皮管，以便用针筒向锥形瓶注入或抽出气体。因感温滴瓶在仪器的上方，所以当温度升高时，液柱下降，温度降低时，液柱上升。

演示方法（略）

实验二　液体温度计

实验装置

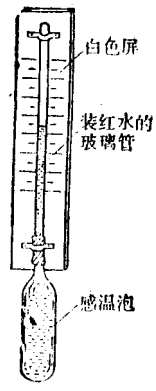


图　2

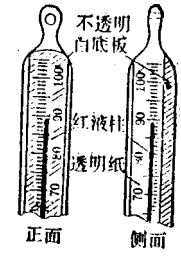


图　3

1. 取大号葡萄糖注射液针管或半截试管作为感温泡，管口套橡皮管，并连接一段长约 30 厘米、内径为 2 毫米左右的毛细管，感温泡内装满红色酒精，温度升高时，酒

精柱上升。为了提高可见度，毛细管后面也衬上带标度的白色屏，如图 2 所示。

这种温度计不够精确，只适用于温度变化范围较小的定性演示实验，例如液体的热膨胀。

2. 普通的红色酒精温度计，字和标度太小，它后面衬有不透明的白色底板，如图 3 正面图所示的斜线部分，这样不便利用投影放大来观察。如果把温度计转动 90°，使白色底板偏在侧面，透明部分转在正面，然后在透明部分的背面贴上透明纸（或透明胶布），并在纸上写稍粗大的字和画出标度。这样就可以利用投影装置，例如用普通幻灯机加以放大来进行观察。

经过改装后，提高了液体温度计的可见度，适合做温度变化范围较大的热学实验，例如：沸腾现象、萘的熔解和凝固实验等。

演示方法（略）

恒体积空气温度计的使用

实验装置　大的装有搅拌器的盛水容器，或者能保持各种温度的水槽；温度计（0—100℃）；恒体积空气温度计。

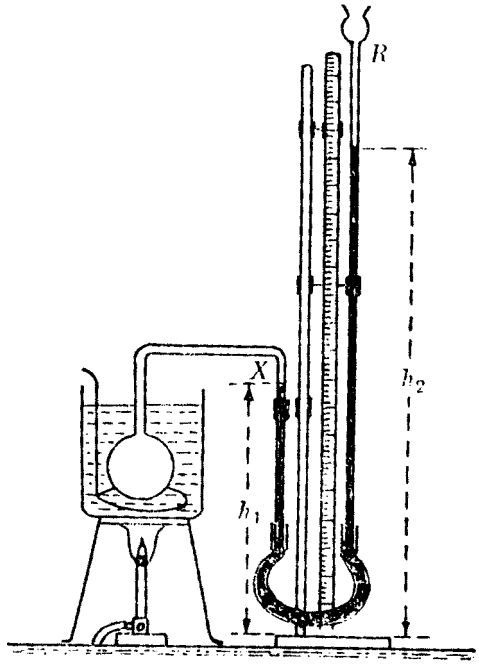


图　1

恒体积空气温度计如图 1 所示。玻璃泡内有干空气，用水银柱封隔。提高或降低水银储存管 R，使水银柱的顶端与记号 X 重合，所有测量都要水银面在这个位置时进行，这样，空气的体积永远相同。

实验步骤将容器内的水烧沸，保持沸腾 5 分钟。看水银柱，用升高水银储存器 R 的办法使水银柱顶端恰到记号处。一切就绪后，测 h_1 和 h_2，并读沸水的温度。

拿开煤气灯，让水冷却，整个过程中有效地搅拌，看好水银柱，因为空气冷却，它将收缩，假使水银储存器 R 不降低的话，一些水银可能流入玻璃泡，那末实验得从头开始。在适当的温度间隔——譬如说 $90°$、$80°$、$70°$等——调节水银面，测量 h_2，记录温度。

继续读数，一直到温度降至室温。假使冷却将近室温时过于缓慢，可以加冷水并搅拌来加速。最后的读数应该让玻璃泡在室温的水中保持 10 分钟之后读取。

观测大气压强。

（假如时间有限，在温度升高时观测可以缩短时间。这种方法通常需要半小时。）

记录和计算　列表如下：

温度（℃）	h_1	h_2	差值	大气压强	总压强

描绘总压强（纵坐标）随温度（以℃为单位）变化的图象。相应的方程是

$$p=p_0\ (1+a\theta)$$

式中 p 是 0℃时的总压强，p_0 是 0℃时的总压强，而 a 是恒体积时压强系数。

因此　　$p=(p_0a)\ \theta+p_0$

直线在 p 轴上的截距是 P_0，a 可以由斜率除以截距而求得。（为什么？）

水温的测量

实验器材　定容气体温度计、冰、冷水、待测的热水、大烧杯、水银气压计、温度计。

实验方法

定容气体温度计是依据一定质量的理想气体等容变化的规律设计的，能在相当大的温度范围内精确地测定温度。它的构造如图 1 所示，大玻璃泡 A 中充有干燥的空气，U 形管压强计由 B、D 两根玻璃管和连接它们的胶管 C 组成，里面装有适量的水银。B 管固定且与 A 相连，B 管上刻有固定的定容标记线 R，D 管可上下移动。A 中空气被水银与外界隔开，两管中水银面的位置可在尺 L 上读出。

测温时应先标定 A 泡中空气在 0℃时的压强。为此，将冰打成碎块，装入烧杯 E 中并把 A 泡全部包围。经过一段时间，冰块的间隙被熔化出的少量水填满，使 A 全部浸在冰水混合物中，此时 A 中空气温度 $t_1=0℃$（或 $T_1=273K$）。然后，上下调节 D 管，使 B 管中水银面恰好到标记线 R 处，测出此时 B、D 两管中水银面高度差 h_1。再由水银气压计测出大气压强 p_0，若 D 管中水银面低于 B 管，则 A 中空气压强

$$p_1=p_0-\rho gh_1$$

式中 ρ 为水银的密度。若用水银柱高作为压强的单位，则可写为

$$p_1 = p_0 - h_1$$

这样，由实验数据可求出 p_1。然后，将 E 中冰水混合物取出，装入待测的热水并将 A 泡浸没，可看到水银在 B 中下降、D 中上升（注意提升 D 管防止水银溢出）。经过一段时间，A 中空气与热水达到热平衡，再缓慢地上下调节 D 管，使 B 管中水银面仍回到 R 处，则 A 中被封闭的空气体积与原来相同。测出此时 B、D 两管中水银面高度差 h_2，若 D 管中水银面高于 B 管，则 A 中空气压强

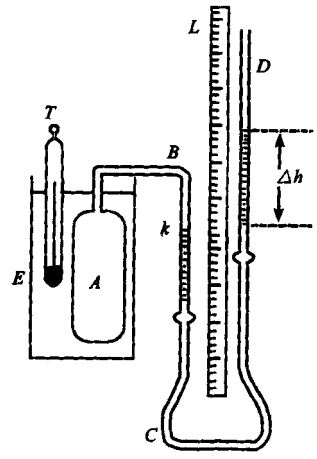


图 1

$$p_2 = p_0 + h_2$$

这样，由实验数据可求出 p_2。

依据理想气体状态方程，在被封闭的空气体积不变时，有

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

式中 $T_1 = 273K$，p_1、p_2 已测出，因此 T_2 可求。又由 $T_2 = t_2 + 273K$，可算出浸没 A 泡的热水的摄氏温度值 t_2。最后，可将普通温度计插入此热水中，看它的示值是否与定容气体温度计的测量结果一致。

空气膨胀

实验一

实验器材

两块厚度为 10 毫米的 200 毫米×150 毫米的胶合板；一个瓶子；一块足够封住瓶口的橡皮薄膜；一段橡胶带（橡皮筋）；一根吸管。

实验方法及步骤

（1）以一块胶合板作为底板，将另一块板钉或者粘在底板的侧面作为标尺板。并在标尺板上粘上一张白纸。

（2）用橡胶带将薄膜绷在瓶口上，一定要将瓶口封住，不漏气。

（3）将吸管的一端压扁，粘在薄膜的中部；其另一端剪成尖锐的针状，作为指针，如图 1（a）所示。

（4）将瓶子放在底板上；调整瓶子的位置，使指针贴近标尺板，并在纸上画出此时的指针位置，如图 1（b）所示。

至此，仪器就制作好了。将它小心地移放在阳光下照射，并观察指针的移动。当封闭在瓶子中的空气受热而膨胀时，将压迫薄膜并带动指针向上运动。所以，由指针的移

需要全本请访问 www.ertongbook.com