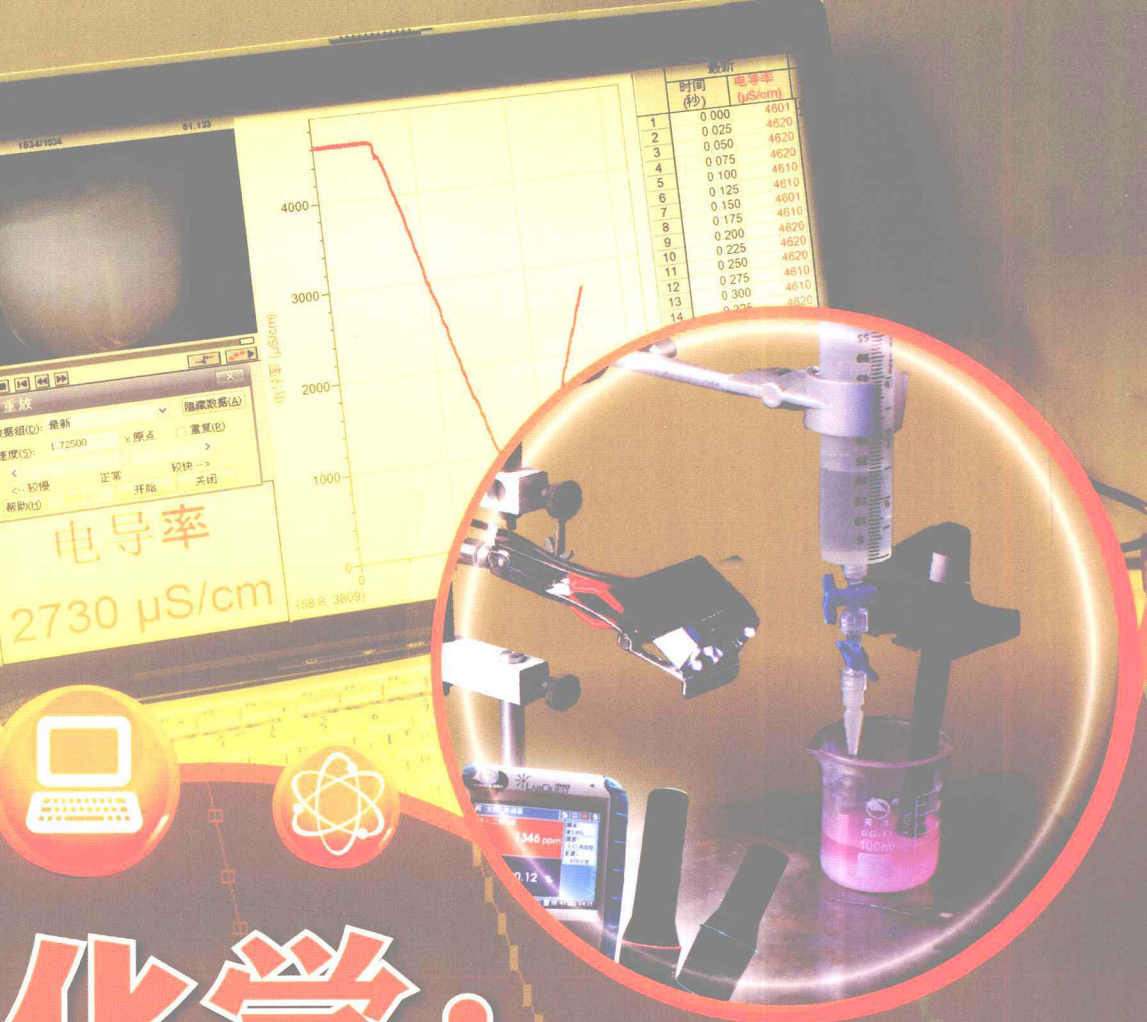




化学： 为什么是这样



基于**手持技术**的数字化实验探索

白涛 等编著



化学工业出版社

1831900



化学： 为什么是这样



基于**手持技术**的数字化实验探索

白 涛 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是依据我国基础教育课程改革的需要及化学实验数字化的趋势编写的数字化化学实验教材,按学科体系从难到易、从验证性探究实验到研究性探究实验编排。全书分为两大部分,其中化学反应原理篇可配合“化学反应原理”课开展“化学反应中的能量变化”、“化学反应的快慢”、“化学反应的限度”和“溶液中的离子行为”四个板块的探究实验;化学探索研究篇可配合开设的“研究性学习”、“化学与生活”课,让学生探索研究一些力所能及的与环境、生活、科技相关的小课题。本书采访了一些化学实验工作者并设立了专题栏目,让同学们认识身边化学实验工作者,树立化学职业观。

本书可作为高等师范院校及教育学院化学(师范)专业和普通高中选修课教材、《实验化学》补充教材,也可作为普通高中、职业高中等校化学教育工作者、各地中等化学教育与教学研究室研究人员的参考书和继续教育(培训)教材。

图书在版编目(CIP)数据

化学:为什么是这样——基于手持技术的数字化
实验探索/白涛等编著. —北京:化学工业出版社,
2011.8

ISBN 978-7-122-11690-1

I. 化… II. 白… III. 化学实验-研究 IV. G4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第129818号

责任编辑:成荣霞
责任校对:战河红

文字编辑:向东
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京瑞禾彩色印刷有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张10¹/₂ 字数193千字 2011年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

几点感想（兼序）



第一次认识白涛老师缘于他的邮件，关于请我为校本教材作序的一封信。拜读邮件后，感觉白涛老师是有大志的热血青年教师，能潜心探索数字化手持技术化学实验。我浏览了他随后寄来的校本教材《化学：为什么是这样——基于手持技术的数字化实验探索》（下称《探索》），感觉很有特色，并推荐给我的研究生阅读。

手持技术校本教材开发早。该类型教材是我所知的西部地区第一部专门介绍利用手持技术开展化学探究实验的中学实验校本教材，分为化学反应原理和化学探索研究两大部分。化学反应原理主要从学科和教学角度，分别探究“化学与能量”、“化学反应速率”、“化学平衡”和“电解质溶液”等化学核心知识，利用手持技术新手段开发了高中化学选修4配套实验，为新课程中学化学实验教学带来新天地；化学探索研究部分主要涉及化学与生活、环境和科技的研究性实验，学生能够通过此类小课题进一步理解化学知识在生活中的应用。

手持技术校本教材内容实用性强。手持技术校本教材与高中化学教科书配套的好处在于中学教师可以利用《探索》中的实验进行相关的教学设计探索和创新。如在选修4的第一章中的“中和热的测定”实践活动中，除了利用书本上传统的实验外，还可以介绍《探索》中的利用温度传感器的新型手持实验，来探究中和过程中热量的变化，而且实验更准确、直观和实时。

手持技术案例设计具有校本课程特色，值得鼓励。总体上看，白涛老师和他的研究团队所设计的手持技术的相关教学案例无论在教育理论的应用和教育技术的创新上都是具有相当代表性的。白涛老师团队近3年研究重点感觉放在“手持技术案例”开发阶段，案例与教材内容配套，可有助于教师进行相关的教学环节设计，也有助于学生活动的设计和记录，在西部地区借助手持技术应用于课堂教学进行信息技术和化学课程的整合也是首次，这是非常值得鼓励的！

从《探索》中可以看出，白涛老师及同行的工作与国内相关的手持技术案例研究的内容是类似的，但他们的案例设计也非常具有校本课程特色，所涉及的案例基



本是对相关文献的手持技术案例进行相应的改进。如“化学反应中的能量变化”中的“火焰温度有多高”、“感受化学与热”、“溶液中的离子行为”中的“酸碱中和滴定曲线如何绘制”、“化学与环境”中的“教室里的 CO_2 和 O_2 ”等，体现了南充高级中学重视手持技术基础实验学习精神。另一方面，利用电压传感器的“制作水果电池”、利用离子浓度传感器的“外界条件是如何影响电离平衡的”，都是我们没有深入但可以探究的手持实验。其中“影响离子平衡浓度的外界条件”，以往的实验一般是探究条件改变对弱电解质（酸或碱）电离的影响，均没有涉及盐（如 NH_4Cl 溶液）在浓度、温度、溶液稀释等条件改变时离子浓度[如 $c(\text{NH}_4^+)$ 、 $c(\text{Cl}^-)$]的变化，这都是以后值得深思的地方。

手持技术选取的案例覆盖面广。我们非常高兴的是，白涛老师及其研究团队选取的案例覆盖面是非常广的。包括两个方面，一个是覆盖的知识点多，另一个是针对同一知识点探究的点也很多。对于第一点，《探索》除了涉及化学反应原理的相关内容以外，还涉及化学在生活、环境和科技上的相关研究和探索；覆盖的知识有对化学能量层次上的探索、有对化学动力学信息的探究，也有对生活环境的思考；对于同一知识点，例如对于“外界条件是如何改变化学反应速率的”这一问题，《探索》根据表面积、浓度、温度和催化剂分别设计了4个有代表性的实验案例，从4个方面完整而充分地归纳出影响化学反应速率的因素。

此外，《探索》中的每一个实验都用了大量的篇幅详细地说明了该实验的活动背景和实验原理，力图让学生在每一个实验之前能充分认识到该实验的目的和选取指定传感器的原因，学生通过传感器的选择间接获取捕捉相关化学信息的能力。对每一个实验对象和实验仪器进行详细的说明，一是考虑到《探索》是西部地区第一部手持技术校本课程，另外考虑到如何培养学生针对实验目的和仪器特点设计实验方案的问题。在每一个实验后提供了相应的数据处理表格，旨在培养学生规范统一地整理相关实验数据的能力。在每一章的最后，《探索》提供了作者的部分采访稿，设立了“化学实验工作者”栏目，让同学们认识身边的化学实验工作者。通过相关材料的阅读，开阔同学们的眼界。令人眼前一亮的插图，既可以使课本内容生动起来，也可以降低知识学习难度。

《探索》包含了12个实验，7个研究课题，基本囊括了“化学反应原理”和“化

学探索研究”的最基本内容。力求符合中学生需求的前提下带有自身特色，相信该书对促进手持技术在西部地区中学的应用起到引领与示范作用。

下面是对本书的几点建议，仅供参考，不妥之处请海涵。

(1) 一种新的技术融入到化学课程教学当中，关注的点宜放在教师及其教育实践者如何借助这种技术有效指导和改变教学实践上，不把目光仅限于技术的难度上。本书无疑在这方面有所贡献，但如果能够提出相关的应用课堂上的手持技术案例设计，这无疑将更加完善。

(2) 本书中的案例如果能够针对同一研究对象，采取不同的传感器进行对比实验，将会更有特色。例如针对酸碱中和滴定，除了常用的pH传感器，我们还可以用电导率传感器、滴数传感器等一系列仪器进行探究，对培养学生综合性思维方法大有裨益。

以上是我和我的研究生拜读后的一些感想，愿与白涛老师交流。我和我的研究团队对手持技术的应用探索已经12年，顺着“案例开发”→“认知工具”→“模型建构”的方向发展，直到目前进入“远程化学实验”(<http://www.520hx.com.cn/520chemlab/>)新阶段。我们愿与包括白涛老师在内的同行们一起探究，为我国化学实验教学与研究添彩。

钱亦义

华南师大化学与环境学院

2011年5月24日深夜



前言

FOREWORD

2010年我国内地除广西外的省市全部进入高中新课改，在课程、教材、教法等诸方面都发生了很大的变化。课程实施国家、地方和学校三级管理，这使得开设对国家课程进行辅助教学的校本课程成为校本课程设置的热点。本书便是在此背景下编写的——利用手持技术开展实验探究校本课程教材。

早在20世纪，手持技术就已在美国、以色列、新加坡以及欧洲的一些国家和地区中学理科教材中普遍使用。我国台湾省和香港特区的一些中学也应用手持技术进行教学或开展研究性学习。

手持技术是传感技术和计算机技术与现代教学理念相结合的实验技术。它的引入无疑会给中学化学实验带来历史性的变革，推动中学化学实验现代化、量化的进程。更为重要的是可以利用它进行化学必修及化学与生活、化学反应原理等模块的实验，也可以利用它开展研究性学习，利用它进行实验的同时还学习了信息技术的有关知识，是一举多得的好事。

在我国，就学科而言，手持技术首先应用于数学教育中，1998年TI公司与教育部签署了在中学应用基于TI图形计算器的数理教学新方法的谅解备忘录，而手持技术在化学教育中的应用起步相对较晚，2003年才有相关论文出现在我国学术期刊上。就地域而言，手持技术仅在高校和经济发达的东部及沿海地区中学推广应用，在西部经济欠发达地区中学化学教育中的应用几乎是空白。

目前，我国主要有华南师范大学化学系钱扬义教授所领导的团队和北京师范大学化学学院王磊、魏锐等教授所领导的团队从事手持技术研究。

华南师范大学化学系钱扬义教授所领导的团队，在完成中学教育学会“十五”科研规划重点课题“掌上型信息技术产品在教学中的运用和开发研究”的基础上，相继完成了《手持技术在理科实验中的应用研究》、《手持



技术在研究性学习中的应用及其心理学基础》和《手持技术在化学学习中的应用与建模研究》三部专著，比较系统地介绍了手持技术及其特点，开发了一批基于手持技术的中学理科实验案例，并从心理学等角度对该技术的教学应用方面进行研究。

北京师范大学王磊、魏锐等教授所领导的团队，在国内也较早地进行了实验开发及应用，并以其编著的山东科技版课标教材为依托，针对手持技术（传感技术）在中学化学中的应用开展了系统的研究，从学科和教学角度深入挖掘概念原理内容的实质，从能量、平衡与速率、水溶液、综合探究等维度构建了全面支持化学核心概念、原理教学和定量测定的实验体系，并出版了《传感技术——化学实验探究手册》。

2008年我校耗资4.8万元配备了一套进口手持技术仪器，2009年又耗资8万余元配备了五套国产手持技术仪器，同年，省教育技术装备处为学校拨款配置价值10.4万余元的手持技术仪器。

三年来，在魏群、白涛、蒲礼平老师的带领下，相继申报了中国化学会化学教育委员会基础教育“十一五”规划课题“手持技术在西部地区中学化学实验教学中的应用研究”、四川省南充市应用技术与开发资金项目“手持技术在高中新课程化学实验中的创新应用研究”、四川省教育科研资助金项目（新课程改革专项）“基于手持技术的新课程化学实验校本课程开发与应用研究”，共获科研资助金5.5万元，经过课题组开发与研究，将部分研究成果用于教学活动，魏群、白涛等老师利用该技术为高2007级1、5、8、13班进行中和热等实验，2010级10、11、14班进行离子反应实质探究等实验的教学，2009年白涛、唐春等老师分别在学校和南充市讲授公开课《电离平衡》，利用该技术进行实验版块教学，取得一致好评，唐春老师获南充市教学大比武第一名。2010年白涛老师在学校讲授公开课《离子反应及其发生条件》，利用该技术探究离子反应实质，获学校教学比赛理科组第一名。2010年白涛老师撰写的论文《基于手持技术和多媒体技术的“电离平衡”教学研究》发表在核心期刊《化学教育》上并被人大书刊资料中心《中学化学教与学》全文转载，在我国西部地区中学较早公



开发表论文介绍该技术应用于化学教学。论文《手持技术、多媒体技术与化学课程整合研究》获四川省中学化学教师优秀论文评选一等奖（全省17位）。同年白涛老师在市教育学会化学专委会年为全市教师作了题为《让实验说话：略谈基于手持技术的中学化学教学现状与发展趋势》的报告，以上系列成果奠定了课题组在基于手持技术的化学实验开发与技术应用方面处于全国前列、西部领先的地位。

本书便是在这样的基础上，与大家见面的。全书分化学反应原理篇、化学探索研究篇两大部分。其中化学反应原理篇可配合“化学反应原理”课开展“化学反应中的能量变化”、“化学反应的快慢”、“化学反应的限度”和“溶液中的离子行为”四个板块的探究实验；化学探索研究篇可配合开设的“研究性学习”、“化学与生活”课，让学生探索研究一些力所能及的与环境、生活、科技相关的小课题。我们还采访了一些化学实验工作者，设立了“化学实验工作者”栏目，让同学们认识身边的化学实验工作者，树立化学职业观。

初步统计，本书是我国为数不多的专门介绍手持技术开展化学探究实验的中学实验教材，希望它的出版能为缩短中外教育差距，培养中学生基本科学素养，为实现我国“面向世界、面向未来、面向现代化”的教育新局面做出贡献。

在本书的编撰过程中参考和引用了一些国内外相关文献和成果，在书后全部列出，正是有了一批批、一代代化学教育研究者和工作者的辛勤劳动才使手持技术在我国得以生根发芽，在此向前辈们致敬致谢，并与前辈们一同期待它结果。

由于编写仓促和编著者自身学术水平等诸多原因，难免出现不足之处，希望读者朋友们及时反馈意见和建议，以便再版时更正！

魏群、白涛

2011年5月10日

于四川省南充高级中学表方楼



CONTENTS

目录

绪论 走进数字化探究实验室

001/

实验 **1** 利用计算机寻找实验数据间的规律 005

化学实验工作者(1)——哈佛大学神经生物学博士后 段波 009

化学反应原理篇

011/

第一部分 化学反应中的能量变化 012

实验 **2** 火焰温度有多高? 012

实验2-1 蜡烛、酒精灯、酒精喷灯火焰温度有多高? 014

实验2-2 酒精灯外焰、内焰、焰心的温度一样吗? 016

实验 **3** 感受化学与热 017

实验3-1 感受放热反应和吸热反应 020

实验3-2 如何测量中和热? 022

实验 **4** 感受化学与电 024

实验4-1 制作水果电池 027

实验4-2 简易原电池 029

第二部分 化学反应的快慢 032

实验 **5** 我也能测定化学反应速率吗? 032

实验 **6** 外界条件是如何改变化学反应速率的? 035

实验6-1 固体表面积对化学反应速率的影响 044

实验6-2 浓度对化学反应速率的影响 045

实验6-3 温度对化学反应速率的影响 047

实验6-4 催化剂对化学反应速率的影响 049

化学实验工作者(2)——化学特级教师 刘怀乐 050

第三部分 化学反应的限度 054

实验 **7** 如何测定化学反应的平衡常数? 054

实验 8 哪些条件可以使化学平衡发生移动?	059
实验8-1 浓度对化学平衡的影响	064
实验8-2 压强对化学平衡的影响	067
实验8-3 温度对化学平衡的影响	069
第四部分 溶液中的离子行为	072
实验 9 溶液的导电性一样吗? 酸碱性一样吗?	072
实验9-1 比较溶液导电性	076
实验9-2 比较溶液酸碱性	078
实验 10 酸碱中和滴定曲线如何绘制?	080
实验 11 离子反应实质的探究	085
实验 12 外界条件是如何影响电离平衡的?	089
实验12-1 浓度对电离平衡的影响	092
实验12-2 溶液稀释对电离平衡的影响	093
实验12-3 冰醋酸稀释过程离子浓度的变化	095
实验12-4 感受温度对电离平衡和水解平衡的影响	097
化学实验工作者(3)——环境监测高级工程师 张永明	100

化学探索研究篇

103/

第五部分 化学与生活	104
研究课题 1 不同水果汁、食用醋的pH一样吗? 家里有哪些酸和碱?	104
研究课题 2 用比耳定律测食品和补铁剂中的含铁量	108
第六部分 化学与环境	115
研究课题 3 酸雨	115
研究课题 4 教室中的CO ₂ 和O ₂	123
研究课题 5 湖水和自来水中的溶解氧	126
研究课题 6 温室效应	130
第七部分 化学与科技	138
研究课题 7 寻找元素的特征光谱——焰色反应	138
化学实验工作者(4)——药物合成师 李强	144

附录 关于化学教学类手持技术研究的情报分析	147
-----------------------	-----

参考文献	153
------	-----

后记	157
----	-----



绪论

走进数字化探究实验室

欢迎同学们走进化学数字化探究实验室！同学们将在这里跟随本书经历一个个精彩的探究过程，体会物质世界的美妙和化学变化的精彩，体会化学原理的本质，噢！化学——原来是这样！

进入数字化探究实验室，我们首先会产生很多疑问：什么是“数字化探究实验室”？它是用来做什么的？怎么使用它？我能行吗？

1. 数字化探究实验室

化学实验室是提供化学实验条件，进行科学探究的重要场所。我国著名化学家、化学教育家戴安邦曾说：“实验室应该是学生学习化学最有效和收获最丰富的场所。”

今天我们要走进的化学数字化探究实验室与传统化学实验室有何不同？

传统化学实验室缺乏自动地采集、处理大量数据的功能，很难与多媒体电脑连接，也缺乏便携式具户外测定功能的仪器；在教学理念上主要以演示、验证、定性式实验为主，难以培养学生自主、定量地搜集和处理信息的能力以及进行研究型学习的创造能力。传统化学实验室和数字化探究实验室的对比如图0-1所示。



图0-1 传统化学实验室(a)和数字化探究实验室(b)

当今社会已进入信息时代，信息技术迅猛发展，信息技术（Information Technology, IT）是主要用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称。它主要是应用计算机科学和通信技术来设计、开发、安装和实施信息系统及应用软件。主要包括传感技术、计算机技术和通信技术。而信息技术随时代进步，迅速应用在化学教学领域，化学数字化探究实验室就是在教育发展的最新进程中，将先进的传感技术和计算机技术与现代教学理念相结合的化学实验室。化学数字化探究实验室〔有文献称为数字化信息系统（简称DIS）〕在传统化学实验室基础上配备了整套的化学相关的传感器与计算机以及计算机网络（图0-2）。

在这里，我们除了掌握化学实验技能以外，还要学会应用手持技术、计算机技术对所学知识进行实证、对未知领域进行一些力所能及的探索。



图0-2 各种数据采集器及传感器

2. 手持技术与数字化探究实验装置的基本构成

什么是手持技术？

手持技术最早由华南师范大学钱扬义教授领导的团队在20世纪末、21世纪初引入我国开展研究的，他认为手持技术（Held Technology），又称掌上技术，它是由传感器、数据采集器和配套软件，与计算机整合，用于在理科教学领域进行定量科学探究的技术。

北京师范大学王磊、魏锐等学者将此项技术称为传感技术。这种称法体现了此技术的核心是传感器，但却不具有专一性，因为工业等领域也有此种说法。当然，手持技术的称法在其他领域也有，如手持电视等。

在一种新事物、新技术的萌芽阶段，名称混乱其实并不稀奇，在化学史上屡见不鲜，本书延用钱教授的称法，称为“手持技术”。

数字化探究实验装置的基本构成有哪些？

数字化探究实验装置（图0-3）包括：传感器、数据采集器、软件、计算机四部分组成。

传感器：能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，工作原理见图0-4。

化学探究实验中常使用的传感器有：不锈钢温度传感器、热电偶高温传感器、pH传感器、滴数传感器、气体压力传感器、电导率传感器、电压传感器、电流传感器、二氧化碳传感器、氧化还原电位传感器、氧气传感器、色度计传感器、溶解氧传感器、分光光度计传感器等。

数据采集器：实验过程中的物理信号转变为数字信号、模拟信号输出，全程

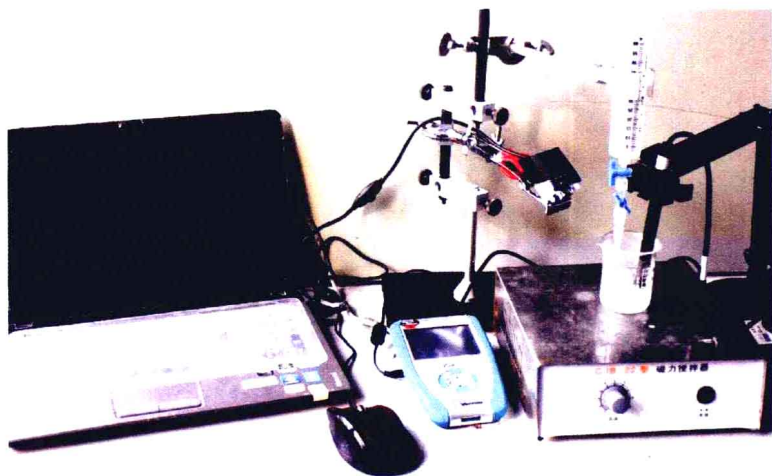


图0-3 数字化探究实验装置

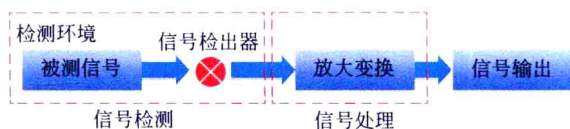


图0-4 传感器工作原理示意图

跟踪实验过程中的数据变化并以多种形式显示实验结果的装置。

软件：用于控制数据采集的计算机程序，如图0-5所示。

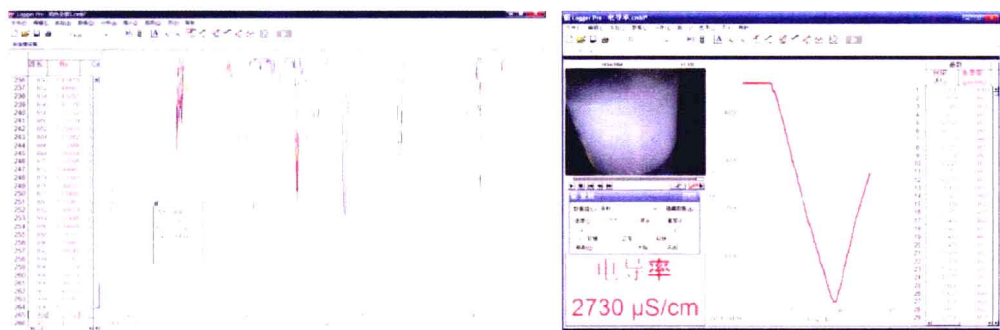


图0-5 数据采集软件窗口

计算机：将数据采集器输入的信号（实验数据），通过应用软件进行分析处理，并以多种形式实时显示在计算机的屏幕上。



交流·研讨

同学们想想生活中有哪些地方使用传感器？

实验

1

利用计算机寻找实验数据间的规律



活动背景

门捷列夫怎样发现元素之间的规律?

早在19世纪,科学家就开始提出是否可以通过某种方式将元素进行有序的排列。到了1869年,一位俄国科学家终于发现了隐藏在元素背后的某些规律,这位科学家就是门捷列夫(Дмитрий Иванович Менделѣев)。像许多敏锐的探索者一样,门捷列夫不放过任何蛛丝马迹,他对每一个线索都进行了认真的研究与思考,终于找到了元素的奥妙。

门捷列夫十分喜欢一种称为“贯通”(patience)的单人纸牌游戏,这使他十分擅长于对某些东西进行有序的排列。为了寻找元素的规律,他为每种元素制作了卡片,并将它所了解的元素的情况全部写在卡片上,这些情况包括元素单质的熔点、沸点和颜色等(图0-6)。最后他发现了著名的元素周期律。



图0-6 门捷列夫排列元素卡片(情景再现)



原理解析

在做完化学定量实验后,同学们往往会得到一组实验数据,这时有必要对

数据进行整理，整理数据的有效途径有两种：一种是建立数据表，另一种是绘制图表。

运动了一整天，好渴！你在放学回家的路上，满脑子想的就是回家喝水。一进家门，你扔下书包，发现开水却没有了，一头扎进厨房，便开始烧水。你将水壶放在炉子上，焦急地等待水的沸腾。

几分钟后，水还没开，等待的过程真是痛苦！是不是因为今天你在水壶里装入了比平时更多的水，使得水煮沸需要更多的时间？水的多少与水煮沸所需要的时间长短有关系吗？你可以做一个实验，收集相关的数据来说明这个问题。

1. 如何建立数据表呢？

按测量的物理量设计好表格，将测量数据填入表中，便得到此实验的实验数据表。例如：“烧水”实验的数据表如表0-1所列。

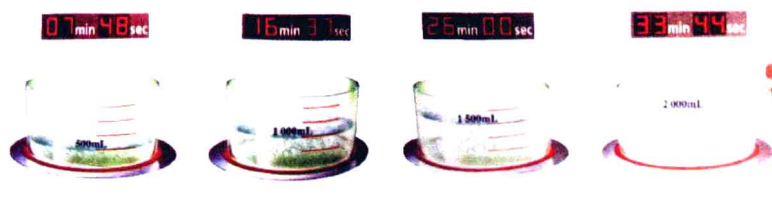


表0-1 烧水体积和沸腾时间

水的体积/mL	沸腾时间
500	7分48秒（7.8分）
1000	16分37秒（16.6分）
1500	26分00秒（26.0分）
2000	33分44秒（33.7分）

注：数据来自[美]Padilla M J. 科学探索者科学探究. 华曦译. 杭州：浙江教育出版社，2006.

2. 如何绘制图表呢？

所谓图表，可以看成是所收集数据的“图像”。图表非常直观，它能够显示数据背后的语言和数据表无法表达的基本规律和变化趋势。科学家们一般采用三种类型的图表，分别是折线图、饼图（又称扇形图）、柱形图。

我们最常用的是折线图，折线图是用来显示随一个变量（自变量）的变化，另一个变量（因变量）是如何发生相应变化的。在“烧水”实验中，因变量是水沸腾所需时间，而自变量是水壶中水的体积。