

孙海波 张 江 编著

新课程

中学化学实验研究与设计



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

教育部 教育部 教育部

高中化学实验研究

高中化学实验研究



新课程中学化学实验 研究与设计

孙海波 张 江 编著

中国海洋大学出版社

• 青岛 •

图书在版编目(CIP)数据

新课程中学化学实验研究与设计/孙海波, 张江编著.
青岛: 中国海洋大学出版社, 2007. 10
ISBN 978-7-81125-045-9

I. 新… II. ①孙…②张… III. 化学实验—教学研究—
中学 IV. G633. 83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 138814 号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路 23 号
网 址 <http://www2.ouc.edu.cn/cbs>

邮政编码 266071

电子信箱 xicongli@yahoo.com.cn

订购电话 0532-82032573(传真)

责任编辑 刘宗寅

电 话 0532-85901087

印 制 日照报业印刷有限公司

版 次 2007 年 10 月第 1 版

印 次 2007 年 10 月第 1 次印刷

成品尺寸 170 mm×230 mm

印 张 11

字 数 310 千字

定 价 22.00 元

前言

2001 年国家颁布了《基础教育课程改革纲要(试行)》之后,国家教育部又组织制定了基础教育各阶段各门学科的课程标准,并组织出版了新课程教材。这不是一般意义上的教材更新,而是课程设置的一种质的飞跃。无论是课程标准还是新课程教材,在课程理念、教学思想、教材内容、教学方式、学生评价等方面都较原来的教学大纲和统编教材有了重大创新和突破,对推进新世纪的课程改革、落实素质教育、全面提高学生素养等具有非常重要的意义。

基础教育新课程的实施是我国基础教育一场深刻的变革,新的理念、新的教材、新的教法、新的评价等方面都强烈地冲击着现有的师范教育。因为,中小学教师自身的理论素养和教学实践能力是决定课程改革成败的关键,而师范教育肩负着为中小学培养合格师资的重任,必须与基础教育改革相适应,作出相应的变革。

化学科学是以实验为基础的一门自然科学。实验不仅是研究化学的基本方法,同时也是进行化学教学的重要途径。教学实践表明,化学实验教学具有多方面教学的功能,实验在化学教学(尤其是中学)中具有极为重要的作用。我国著名化学教育家刘知新先生曾指出:“化学教学的特征——以实验为基础。”“中学化学实验研究”课程作为化学教育专业的必修课程,必须依据新的课程理念进行全方位、跨越式的改革。

正是基于这样的形势,本书以当代国际科学教育的最新理念——Learning science by doing science 为指导,在保留部分基础性和验证性实验的基础上,增加了相当数量的探究性或设计性实验,增加了现代科学实验教学理论以及实验测量与评价方式的改革与具体实施办法;在实验范围上除了增加了探究性或设计性实验外,还增加了“STS 实验”或“绿色化学实验”,同时根据新课程标准的要求对基础性和验证性实验作了较大更新;从总体内容和体系上,力图较为全面地反映当代高师化学专业“中学化学实验研究”课程用书的时代性、先进性、全面性和实用性。

本书可作为师范院校本、专科,本、专科函授教学的教材,也可作为课程与

2 新课程中学化学实验研究与设计

教学论化学硕士研究生、教育硕士专业学位(学科教学·化学)研究生的参考书,同时还可以供广大中学化学教师、化学实验员参考。

本书第一部分、第四部分由孙海波编写,第二部分由孙海波、谭翠英共同编写,第三部分由张江编写,第五部分由孙树萍编写,第六和第七部分由张江、孙言志共同编写。书中所有实验图表由张江绘制。全书由孙海波统稿、定稿。

在编写过程中,我们参考和引用了国内外一些专家和同人的研究成果,在此特向他们表示诚挚的谢意!由于水平有限,书中难免存在不足甚至错误之处,敬请广大专家、老师及同学们予以指正。

编者

2007年8月

目 录

第一部分 中学化学实验教学概论	1
第一节 中学化学实验研究课程改革	1
第二节 化学实验教学在中学化学教学中的重要地位	5
第三节 化学实验操作技能的学习原理	7
第四节 化学实验探究与学生创新能力的培养	10
第五节 化学实验教学的类型	13
第二部分 中学化学典型演示实验研究	20
中学化学演示实验教学的基本原则	20
实验 1 水的人工净化	22
实验 2 空气中氧气含量的测定	23
实验 3 氧气的制备与性质	25
实验 4 水的电解	32
实验 5 氢气的制备和性质	35
实验 6 二氧化碳的制备与性质	40
实验 7 硫酸、硝酸的性质	43
实验 8 氯气的制备与性质	45
实验 9 氯化氢的制备与性质	49
实验 10 铝及其化合物的性质	50
实验 11 甲烷的制备与性质	52
实验 12 乙烯的制备与性质	55
第三部分 中学化学典型学生实验研究	59
学生分组实验教学的基本原则	59
实验 1 硝酸钾溶解度的测定	60
实验 2 胶体的制备与性质	62
实验 3 中和热的测定	66

2 新课程中学化学实验研究与设计

实验 4	四氯化碳相对分子质量的测定	68
实验 5	菠菜中色素的提取与分离	70
实验 6	从茶叶中提取咖啡因	74
实验 7	补铁剂中铁含量的测定	76
实验 8	阿司匹林药片有效成分的检验	79
实验 9	肥皂的制备	82
实验 10	酿制米酒	84
实验 11	纤维素水解	87
实验 12	乙醇分子结构的测定	88
第四部分 中学化学实验探究与设计		92
实验 1	锌及其化合物性质的探究	94
实验 2	常见有机物官能团检验的实验探究	95
实验 3	红砖中红色物质的实验探究	96
实验 4	硫酸铜晶体结晶水含量测定实验设计	97
实验 5	海带中提取单质碘的实验	97
实验 6	微型“软木塞大炮”实验设计	98
实验 7	测定二氧化碳相对分子质量实验设计	98
实验 8	测定土壤酸碱度实验设计	99
第五部分 中学化学教学中的 STS 实验研究		101
STS 实验教学的基本要求		101
实验 1	实验室快速检测农药	103
实验 2	吸烟的危害	105
实验 3	生活污水的处理	108
实验 4	利用废铁制备磁性 Fe_3O_4 纳米粉	114
实验 5	用废广告纸张制作分子模型	117
实验 6	简易分析空气中氮氧化物的含量	120
实验 7	简易分析地面水环境质量	125
实验 8	应用化学反应调查紫外线	128
第六部分 中学化学课外活动实验		132
实验 1	蛋壳爆炸——氢气、空气混合爆炸	132
实验 2	自制泡沫灭火器	133
实验 3	树叶电镀	134
实验 4	自制酸碱指示剂	135

实验 5 “煽风点火”	136
实验 6 鲜花变色	137
实验 7 “引蛇出洞”	138
实验 8 自制“地雷”	138
实验 9 番茄电池	139
实验 10 墨汁的制作	140
实验 11 洗发香波的制作	140
实验 12 黏合剂的制取	141
实验 13 粉尘爆炸	143
实验 14 化学雕刻	144
实验 15 黑火药的制作	145
实验 16 火柴的制作	146
实验 17 自制蓝黑墨水	147
附录	149
参考文献	166

第一部分 中学化学实验教学概论

第一节 中学化学实验研究课程改革

一、国内外科学教育的现状与发展趋势

在国外发达国家兴起科学教育改革和我国开展新世纪基础教育改革的大背景下,这方面的研究方兴未艾,其基本情况如下。

1. 探究学习

以美国为代表的发达国家对科学探究教学的研究早在 20 世纪 60 年代“数学与理科课程改革运动”中就开始了。1959 年著名教育心理学家布鲁纳主持召开了一次史无前例的科学教育会议,与会者有世界著名教育家、教育心理学家加涅、斯金纳、皮亚杰的代表英海尔德等。与会者们一致认为:学生应以做科学的方式来学习科学(learning science by doing science)。这为其后的发现学习、探究学习奠定了重要的理论基础。后来,在施瓦布对科学探究的深入研究和大力提倡下,探究学习的理念日益深入人心。美国 2061 计划(1989)明确地把科学探究作为公民科学素养的一项重要组成要素,甚至放在整个科学素养清单的前列。美国国家科学教育标准(1996)更是明确地提出科学学习要以科学探究为核心,并由此开始了新一轮科学探究教学的研究与实践,取得了许多值得我们学习、借鉴的理论成果和实践经验。

就我国目前而言,对探究学习的研究刚刚起步,有关探究学习的理论研究主要是翻译和介绍了国外的相关理论,但这也为填补我国在理论研究上的空白、缩小与发达国家间的差距做出了一定的贡献。另一方面,从我国国情出发,结合我国教学实际进行了一些实验研究与理论探索,取得了初步成果。就化学教育领域中的实验探究来说,部分高等师范院校开始进行实验探究理论的探索,许多中学教师也开展了许多实践性研究,并都取得了一定的成效。

2. STS 教育

在科学技术迅猛发展的今天,面对新形势,迎接新挑战,西方许多发达国家相继对基础科学教育的内容和标准进行了各种形式的改革。纵观各国教育改革,科学、技术与社会的教育思想(即 STS 思想)均被不同程度地融入了科学教育之中。STS 教育是在近些年来世界各国科学教育改革中形成的一种新的科学教育思潮,它旨在让学生理解科学、技术与社会的相互关系,以提高国家的科学技术水平和劳动者的科学素质,满足迅速发展的国民经济的需要。

第二次世界大战之后,西方社会和文化发生了极大的变化,STS 教育正是在这种转变过程中应运而生的,它的理论和实践包含了人们对新的社会、文化模式的重新思考和认识。从字面意义上看,STS 是科学(Science)、技术(Technology)和社会(Society)的英文缩写。对于 STS 教育,至今还没有一个明确、统一的定义,但许多科学教育工作者试图界定 STS 教育,以表达他们各自的 STS 教育理论。美国阿衣华大学科学教育中心的 R·E·亚格尔教授认为,要通过 STS 进行科学教育,其目的是培养有科学修养的个人,这样的人应当懂得科学、技术和社会的相互影响,并且能够在日常决策中使用这些知识。澳大利亚的 La Trobe 大学的 R·T·克罗斯教授认为,澳大利亚的 STS 教育的目的,是使理工科教育较好地与系统的生活联系起来,提供科学、技术与社会相互作用的实例,使学生通过 STS 课程增强对自然环境的认识和理解;认识科学知识的性质和局限;获得对社会、经济和技术发展相关的科学文化的重要意义及局限性的理解。这些观点,都在一定程度上反映了 STS 教育的内涵:STS 教育包含了人们对“自然科学”的认识和理解;STS 教育中的“技术”是在动态文化中进一步扩展和延伸的概念,对其讨论最多的便是“科学与技术”的关系问题;而在人们思考有关“科学与技术”问题的同时,已经涉及对关于 STS 教育的第三个问题的思考,那就是对“当今社会”的认识。

总之,STS 教育是一门研究科学、技术、社会三者相互作用关系的复杂而庞大的系统,是顺应时代发展的一种潮流和趋势,是适应 21 世纪社会发展的一种新型的科学教育理念,非常值得我们结合我国国情进行深入的理论与实践研究。

二、高师中学化学实验研究课程改革的必要性及其目标

1. 课程改革的重要意义

科学实验探究是当代世界科学教育研究、改革与实施的重点之一。美国的《国家科学教育标准》(1999)与我国新课程改革中各门学科的《课程标准》

(2002)中都将探究教学、科学实验探究作为重中之重,并要求必须加以实施。然而,由于该教育改革热潮刚刚兴起,所以在我国尚处于研究、探索、试验阶段,在理论和实践研究方面都还比较薄弱。纵观国内各高师《中学化学实验研究》教材,关于实验探究教学方面的内容非常欠缺,这方面的研究与探索将有助于发展和完善高师化学教学领域的基本理论、教学策略以及教学模式、方法等理论体系。

目前,在中学化学教学实践中,已经开始实施化学实验探究的教学,但是还不是很成熟。所以,对于作为培养中等师资的高师院校化学院系来说,对“中学化学实验研究”课程进行研究、改革势在必行!它将大大利于高师化学院系培养出能够很好地适应当代中学化学教学实际要求的合格师范毕业生;同时,它也能够为中学一线教师科学、准确地实施实验探究教学提供系统、科学的理论、策略和方法等方面的知识和经验,有助于中学化学教师更好地贯彻《基础教育课程改革纲要》的精神,切实落实素质教育的要求,全面提高教育教学质量。

2. 课程改革的目标

高师化学院系中学化学实验研究课程改革的目标是:改变目前中学化学实验研究课程的实施理念、实验方式、实验内容及学生实验成绩考评方式,将实验目标由重视学生实验技能培养转变为强化学生实验探究能力的培养与发展,将实验形式由传统“照方抓药”式的验证性实验转变为教师给出实验课题学生自主进行的探究性实验,将与旧的中学化学教科书相对应的陈旧实验内容更新为与基础教育新课程改革的新教科书相匹配的实验内容,将学生实验成绩考评由过去的单纯性书面考试转变为书面考试与实验室现场考核学生实验技能、实验探究能力相结合的方式。通过以上途径达到使学生实验技能得以加强,所做、所研究的实验内容与新中学化学课程教学相适应的目的,更重要的是培养和发展学生的科学实验探究能力,以适应当代中学化学教育发展的需要。

三、更新中学化学实验研究课程的内容与形式

首先,在内容上将旧的中学化学教科书相对应的陈旧实验内容更新为与基础教育新课程改革的新教科书相匹配的实验内容,删除那些已经过时的、或不具备典型性和代表性的实验,增加探究性或设计性实验和 STS 或绿色化学实验。

其次,在形式上将实验形式由全部“照方抓药”式的验证性实验部分转变为只给出实验课题由学生自主进行的探究性实验。

经过这样的改革,必将使高师教育更好地与基础教育相适应,有利于教学目标的达成,为中学培养出更多更好能适应当代中等教育需要的化学教师。

四、更新中学化学实验研究课程的测评方式

测量与评价是课程实施的重要组成部分。客观、准确地对学生的学习结果进行测量并在此基础上对学生的学习成就进行客观、公正的评价,对促进化学教学质量的提高具有非常重要的作用。具体表现在:了解教和学的具体情况,为今后的教学决策提供科学、准确、可靠的依据;使教师在调整化学教学计划、策略方法等方面做到心中有数;对提高学生学习化学的积极性起到督促、激励和促进作用。因此,制定科学、合理的教学测量与评价体系对促进学生的学习和发展具有重要意义。

1. 目前测评方式存在的主要问题

目前实验测评方式的主要问题是测量方式单一。

目前高师中学化学实验研究课程所采用的测量方式主要是单一的书面考试。实验考试的目的是为了对学生实验知识与操作技能进行总结性检查并予以评价,而单一的书面考试实际上考的是纯粹的实验知识,并不能考查出学生的动手操作能力,获得客观、准确的测量数据和结果,客观、公正地评价学生的实验能力也就无从谈起。所以,目前的这种测评方式,一方面难以真正实现实验考查的目的,另一方面采用单一的书面考试还会给学生带来误解,使他们认为只要掌握好相关的实验知识就能应付考试,导致他们平时不重视实验课,偷懒、旁观甚至篡改实验数据、结果等现象屡有发生,其结果必然难以保证他们获得规范、扎实、熟练的化学实验操作技能,更谈不上探究能力、科学方法乃至创新能力了。教育实习中常常暴露出来的学生实验动手能力差的事实就很能说明问题,这不能不说是高师化学教育中的一个严重漏洞。

2. 测评方式的改进措施

首先,针对测评方式单一的问题,可以采取增加现场操作实验的考试来解决,即采取操作考试与书面考试相结合的方式对学生实验课程学习结果进行综合性测量。这样,既可以考察学生对实验知识的掌握情况,又可以考查学生的实际动手操作能力,更好地体现测评的客观性、准确性和公正性,保证实验教学目标的达成。其次,针对测评教师相对缺乏的问题,可采取的解决办法有:一是请本院系其他教研室实验教师予以帮助;二是事先选出一部分工作负责、成绩好、实验能力过硬的非同届学生,请经过相应培训并考核过关的学生做测评“教师”;三是现场测量的实验题目不宜过多,实验测试题目必须随机抽

取。

总之,基础教育课程改革的实施呼唤高等师范教育做出相应的教学改革,以适应基础教育对教师的新要求。化学实验是中学化学教学的基本教学手段,作为“准”化学教师的高师化学院系学生必须熟练地掌握化学实验技能,熟悉新课程教材中的实验,并具备现代科学教育所要求的实验探究能力以及指导中学生进行实验探究的能力。由此可见,高师化学院系中学化学实验研究课程的教学改革是势在必行。

第二节 化学实验教学在中学化学教学中的重要地位

化学实验教学是中学化学教学的重要组成部分,是促进化学教育现代化的重要手段。实验教学在中学化学教学中的重要地位和作用主要体现在以下几个方面。

一、帮助学生形成化学基本概念、基本理论,获得元素化合物知识

实验是研究化学科学最重要的方法,许多基本概念、基本理论都是建立在实验基础之上的。同样,实验也是进行化学教学的重要手段,这是因为教学过程和认识过程在本质上是一致的。从生动的直观到抽象的思维,并从抽象的思维到实践,这是认识真理、认识客观存在的必然途径。化学实验教学正是充分体现了这一人类认识的规律:先给学生以直观的感性知识,然后经过抽象思维形成概念和理论,再反过来以形成的概念和理论指导新的实验、化学知识的学习,并巩固和理解所学的化学知识。在中学化学教学中,大部分化学基本概念和基础理论的教学常是通过实验这一直观的手段起步的。例如,物理变化与化学变化、电解质与非电解质等概念,质量守恒定律、化学平衡原理、元素周期律等理论,都是在实验的基础上进行分析、综合、归纳而得出的,都是凭借实验给出的现象进行教学的。而学生关于元素化合物知识基本上都是通过实验经观察、分析、抽象、概括后而获得的。

二、激发学生的学习兴趣,促进学生主动、愉快地学习

化学实验教学在激发学生化学学习兴趣方面具有极大的作用。因为无论是学生观察实验,还是学生自己动手操作实验,学生都会体验到巨大的乐趣,而且如果引导得好,这种兴趣还可能扩展、延伸到其他学科。另外,在化学课外活动中安排一定量的实验内容也能起到相同的作用。在课外活动中如果选

择有趣味性的化学实验,让学生通过有声、色、光和热现象发生的实验得到有关的,也同样会促使他们对学习化学产生浓厚的兴趣。化学实验不仅能活跃学习气氛,激发学习化学的兴趣,而且在客观上还能缩短书本知识和实践活动之间的距离。这不仅利于学生化学知识与技能的学习,而且有利于他们动手能力、实践能力及综合能力的形成与发展。

三、培养学生的化学实验技能,促进他们智能与技能协调发展

实验是培养学生化学实验操作技能的唯一途径。化学实验技能一般包括三个部分:实验操作技能、绘图技能、实验记录和报告技能。智能主要是指人的认识能力在学习和解决问题方面的表现,如认识客观事物的敏捷、正确、深刻及完善的程度,归纳和演绎水平以及应用知识解决实际问题的能力等。要培养和发展学生的技能和智能,当然离不开实验。实验过程本身就是一系列实验操作、观察和记录的过程,同时又是一个思维、推理的过程。很显然,在中学化学教学中,实验对学生技能培养和智能的发展是不可缺少的重要环节。要使学生的知识、技能和智能得到协调发展,要给学生打好扎实的基础,就必须高度重视化学实验的教学。

四、培养学生的观察能力、分析问题和解决问题的能力以及创新能力

化学实验是使学生获得化学感性材料的基本途径。学生没有有效的观察,其后的思维活动就失去了基础和材料。在化学史上,波义耳之所以能首先提出元素的定义、发现波义耳定律并完成大量的经典著作,都与他一生所做的大量实验分不开。从他大量、详细的记录中可看到,一个科学家对实验现象的观察是何等的认真和仔细。例如,波义耳在有关磷的著作中曾有下列记录:

- (1)磷只有空气存在时才发光;
- (2)利用辉光可以检出极少量的磷(500 000 份水中 1 份磷可被检出);
- (3)它产生一种与磷酸不同的酸,把这个酸加热时出现小闪光(由亚磷酸产生磷化氢);
- (4)磷在橄榄油或其他油类中呈现辉光,但在肉豆蔻油及大茴香油中不呈现;
- (5)把磷长期暴露于空气中,空气中有一股强烈臭气,这和可见烟不同。

这些记录给我们描绘了一幅化学家全神贯注、一丝不苟、谨慎观察实验的情景。由此可见,观察是实验研究的第一步。观察能力只有通过实验,通过大量的观察实践才能得到发展与提高。

在建设创新型国家的大背景下,在基础教育阶段,培养学生的创新意识、创新精神和创新能力显得越来越重要。创新能力是一种复杂的包含多种要素的能力综合体。其中,探究能力、分析问题与解决问题的能力尤为重要。在新课程初、高中化学教科书中,都显著地增加了实验探究、实验设计的内容。而在进行实验探究和实验设计的过程中,学生的问题意识、探究能力、分析问题与解决问题能力可以得到有力的培养与发展,创新能力可以得到充分的开发。

五、培养学生实事求是、严肃认真的科学态度

良好科学态度的养成无论是对科学研究工作者来讲,还是对学习科学的学生来讲,都是极为重要的。

有人把科学态度归纳为五个方面:热爱真理、尊重事实;严肃认真、一丝不苟;解放思想、独立思考;不畏艰险、勇攀高峰;谦虚谨慎、团结友爱。从这五个方面来看,科学态度主要包括科学道德和科学素养。培养科学态度的方式方法是多方面、多层次的,其中实验教学无疑是十分重要的途径之一。在化学实验过程中,为了保证实验达到预期的结果,实验者必须严格按照正确的操作方法和程序进行实验,而学生在实验过程中难免会出现操作不够准确、反应条件控制不好、药品及其用量使用不当等问题而导致实验效果不好或完全失败,这些教训会有助于他们自觉养成严肃认真的科学态度。另外,学生实验往往以小组形式进行,这对培养学生谦虚谨慎、团结互助的精神也是有益的。而课外实验活动对提高学生学习化学的兴趣,养成爱好科学的习惯,形成独立思考、刻苦钻研、勤于探索、勇于进取的精神也是极为有益的。总之,这一切有利于学生自然而然地养成一种严肃认真的科学态度和实事求是的思想作风。

第三节 化学实验操作技能的学习原理

一、化学实验操作技能的学习过程

一般的学习都要经历感知、习得、保持和应用的过程,通俗地说,就是“学会、记住和运用”的过程,化学实验操作技能的学习也是如此。

但是,如图 1-3-1 所示,动作技能的学习与一般的知识学习的遗忘规律有很大区别,即一般的知识学会后比较容易遗忘,而动作技能如游泳、骑自行车等一旦形成便不易遗忘。所以,化学实验操作技能学习的主要内容就是技能的获得。

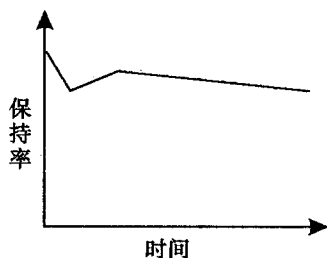


图 1-3-1 动作技能保持规律

熟练的实验操作技能的形成需要经历以下四个阶段。

1. 认知阶段

在技能学习的初期,学生通过教师的讲解和操作演示,获得每个局部动作的外部线索,并理解操作的有关知识及动作要领。该阶段的主要任务是获得描述如何进行操作的要领和正确的操作表象。

例如,学生学习试管的操作,首先是通过教师的讲解,理解为什么要用拇指、食指和中指来夹持试管(而不是用五指握住)以及为什么通过抖动手腕(而不是摇动手臂)来使试管中的溶液振动的道理;然后,再通过观察教师的演示,来获得正确操作试管的记忆表象。

2. 模仿和形成局部技能阶段

在获得操作要领和表象后,学生开始尝试着进行局部模仿操作,即将头脑中的操作图示转化为实际动作。该阶段往往伴随着肌肉紧张、易疲劳、动作忙乱而不协调、顾此失别等现象,这主要是注意分配受到抑制所致。这一阶段是技能学习的关键,它的主要任务是形成局部技能。这一阶段需要经过大量、反复的练习与反馈的不断循环,才能达到熟练掌握局部技能。

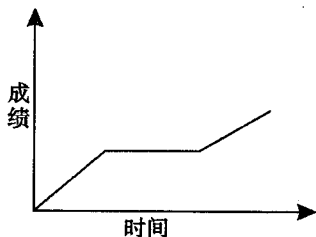


图 1-3-2 动作技能学习的“高原现象”

3. 联系形成阶段

这一阶段的主要任务是使刺激与反应之间或称为信号与操作之间形成联