

全国中小学教材审定委员会2004年
初审通过

普通高中课程标准实验教科书

物理

(选修 2-1)

广东基础教育课程资源研究开发中心物理教材编写组 编著



普通高中课程标准实验教科书

物理

(选修 2-1)

W U L I

主 编: 保宗悌

副 主 编: 布正明 王笑君

本册主编: 冯 杰

本册编者: 云冠全 王笑君 冯 杰 布正明 权广仁
刘穗洁 何晋中 范锡光 保宗悌 郭履平
(以姓氏笔画为序)

绘 图: 李德安

普通高中课程标准实验教科书

物 理

(选修2-1)

广东基础教育课程资源研究开发中心

物理教材编写组 编著

*

广东教育出版社出版

(广州市环市东路472号12-15楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东省新华书店发行

广东广彩印务有限公司印刷

(佛山市南海区盐步河东)

890毫米×1240毫米 16开本 7.25印张 150 000字

2004年7月第1版 2006年7月第5次印刷

ISBN 7-5406-5485-6/G·4864

定价: 8.05元

著作权所有, 请勿擅用本书制作各类出版物, 违者必究

如有印装质量或内容质量问题, 请与我社联系。

联系电话: 020-87613102

目 录

第一章 直流电路与多用电表	1
第一节 电源与环境	2
各种各样的电池	2
认识电池的电动势和内阻	3
化学电池与环境	4
第二节 串联电路与并联电路	6
串联电路与电压表	6
并联电路与电流表	7
第三节 闭合电路欧姆定律的实验探究	9
第四节 解开多用电表“多用”的奥秘	13
电压多挡的奥秘——串联电阻分压	13
电流多挡的奥秘——并联电阻分流	14
电阻多挡的奥秘——闭合电路的欧姆定律	14
第五节 多用电表的使用	16
认识多用电表的面板	16
学会使用多用电表	17
第六节 电场与电容器	20
认识电容器——从莱顿瓶谈起	20
探究电容器的充电、放电作用	21
电场与电场强度	22
常见的电容器	23
 第二章 磁场与磁偏转	29
第一节 磁场的描述	30
重温奥斯特的惊喜——电流产生磁场	30
磁感应强度——磁场强弱和方向的描述	31
磁感线——磁场分布的形象描述	31
认识磁通量	33
第二节 实验探究安培力	35
第三节 磁电式仪表	39
磁电式仪表的结构	39

磁电式仪表原理	40
第四节 磁场中的电子束	42
认识洛伦兹力	42
探究洛伦兹力的方向	43
磁偏转示波管	44
第三章 电磁感应与交变电流	49
第一节 认识电磁感应现象	50
第二节 探究影响感应电动势大小的因素	53
第三节 交变电流	56
观察交变电流的图象	56
交变电流的产生	57
描述交变电流的物理量	57
第四节 变压器	60
认识变压器	60
探究变压器的电压与匝数的关系	61
第五节 远距离输电与电能损失	64
减少电能损失的两种方法	64
远距离输电的基本原理	64
第六节 三相交变电流	67
认识三相交变电流	67
三相四线制供电	68
第四章 电磁波与通信技术	73
第一节 电磁波与信息时代	74
认识电磁波——麦克斯韦的猜想与假设	74
电磁波的发射和接收	75
电磁波的传播	75
第二节 光与电磁波谱	79
光的电磁本性	79
电磁波大家庭——电磁波谱	79
电磁波的应用	80
第三节 电视与广播	82
认识电视与广播的工作模式	82
探寻电视机结构	83
追踪电视与广播技术的新进展	84
第四节 移动通信与移动电话	87
了解移动通信的工作模式	87
快捷方便的移动电话	89
第五章 现代信息技术	93
第一节 传感器与自动化	94
探究传感器的工作原理	94

认识常用的传感器	95
第二节 微电子技术 with 集成电路	98
初识集成电路	98
微电子技术的发展与应用	99
第三节 模拟信号、数字信号 with 信息时代	101
从声音的录制谈起	101
家庭数字化设备	102
第四节 家用电脑 with 网络技术	104
认识计算机的硬件	104
神通广大的计算机软件	106
网络技术与经济、社会	106

第一章

直流电路与多用电表

电能的利用和电器的使用伴随人类走过了 20 世纪的电气时代，而微电子技术的突飞猛进更将我们带进了五彩缤纷、高效快捷的信息时代。当你走入喧嚣的商场，面对各种数字化、智能化和个性化的家用电器时，你是否对其中神秘的电路感到了一些好奇？本章将使你了解最简单的电路构造及其规律，并以电路检测中常用的工具——多用电表为例，介绍直流电路的原理及应用。



第一节 电源与环境

专业术语

电源

power source 或 power supply

电池

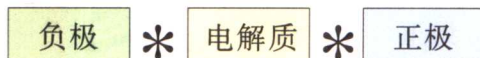
battery

在日常的生产、生活和学习中，我们常常会接触到各式各样的电源，如计算机使用的电源、手机使用的锂电池以及电子词典使用的纽扣电池等。

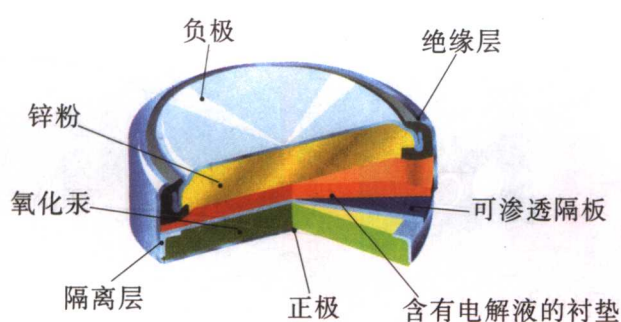
电源是一种能把其他形式的能转化为电能的装置。发电机把机械能转化为电能。化学电池把化学能转化为电能，太阳能电池利用半导体材料把光能转变为电能。

各种各样的电池

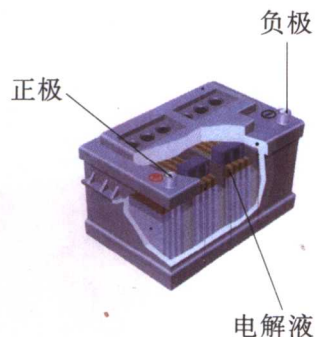
化学电池是最常见的**电池**，它的组成可以表示为：



(a) 碱性电池



(b) 纽扣电池



(c) 蓄电池

图 1-1-1 化学电池的结构

化学电池正极、负极的金属材料与电解质之间能发生化学反应，把化学能转化为电能。

观察与思考

阅读电池说明书，了解其主要技术参数及使用时的注意事项。

燃料电池是一种新型的化学电池，它以天然燃料作为材料，在电池中直接氧化产生电能。它不像干电池那样会产生污染环境的化学反应物，也不像蓄电池那样需要再充电，被认为是 21 世纪比较洁净、高效的电源。

太阳能电池是由两种不同导电类型的硅半导体材料构成的。目前，太阳能电池效率还较低，大约只能将 11% 的光能转化为电能。因此，人们常常将大量太阳能电池组合起来形成太阳能电池板。

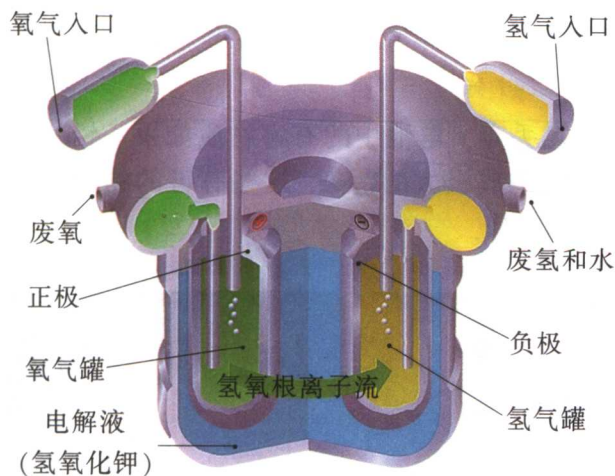


图 1-1-2 燃料电池的发电过程示意图

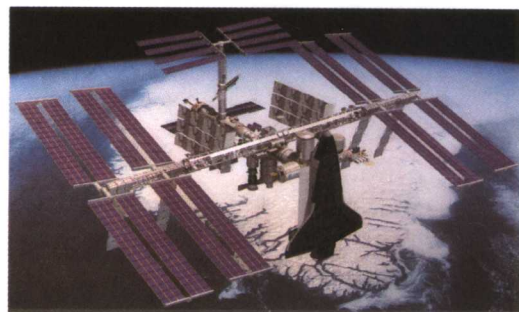


图 1-1-3 航天器上的太阳能电池

认识电池的电动势和内阻

在实际生活中，常常会用到各种不同类型和型号的电池。一般来说，不同种类的化学电池将化学能转化为电能的本领各不相同。在物理学中，用**电动势**来表示电源把其他形式的能转化为电能的本领。电动势通常用 E 表示，它的单位与电压的单位相同，也是伏（V）。

在要求不太严格的情况下，用电压表直接测量电池两极得到的数值，近似地等于电源电动势的大小。

电池的內部存在电阻，称为电源的**内阻**。它一般与电池的材料以及它的使用环境等因素有关，包括环境的温度、使用时间的长短等。

专业术语

电动势

electromotive force

内阻

internal resistance

实验与探究

如图 1-1-4 所示，用电压表对各种不同类型和规格的电池进行测量，看看哪些电池的电动势是相同的。思考当电路断开后，这些电池的电动势还存在吗？为什么？

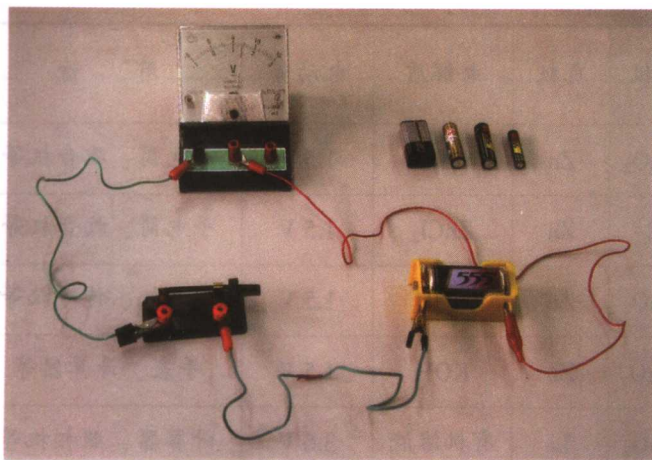


图 1-1-4 测量干电池两极间的电压

化学电池与环境

废旧电池如果被随意丢弃，电池中的有害物质如汞、铅、镉等就会渗漏出来，对环境造成极大的污染。这些有害的物质一旦进入人体，就会危及人的健康。

目前，控制废旧电池污染的方式主要有两种：一是减少以至替代电池中存在的有害物质，如碱性电池的低汞、无汞化工艺，用镍氢电池、锂电池替代镍镉电池等；二是通过对废旧电池进行回收和无害化处理，保证废旧电池中的有害物质在可控条件下进行处理。从可持续发展的角度来看，解决废旧



图 1-1-5 废旧电池

旧电池污染的主要措施，应是研制无污染或少污染的新型电池，淘汰落后的工艺、产品，从源头上解决废旧电池的污染问题。

从本节开始，有兴趣的同学可以小组为单位，运用本章所学的知识，制作一个有三个量程的、能够测量电压、电流、电阻的简易多用电表。

实践与拓展

1. 单元任务：设计并制作一个简单的直流多用电表（1）——成立小组，查找资料。
2. 调查当地废旧电池的回收情况与处理方法，针对目前大量废旧电池对环境造成的污染，结合自己的思考和建议，尝试写一篇关于电池的应用与环境保护的调查报告。

资料活页

化学电池的分类

表 1-1-1 不能充电的一次电池

种 类	正极	负极	电解质	电动势	用 途
中性锌—锰电池	MnO_2	Zn	NH_4Cl	1.5 V	手电筒、收音机等
普通碳—锌干电池	C	Zn	ZnCl_2	1.5 V	手电筒、收音机等
碱性锌—锰电池	MnO_2	Zn	KOH	1.5 V	照相机、传呼机等
锌—氧化汞电池	HgO	Zn	KOH	1.5 V	手表、计算器等
锂电池	MnO_2	Li	有机溶液	3.6 V	计算器、照相机等

表 1-1-2 可充电的二次电池

种 类	正极	负极	电解质	电动势	反复充电 次数	用 途
锂离子电池	LiCoO ₂	C	有机溶液	3.6 V	500次以上	移动电话、笔记本 计算机等
铅酸蓄电池	PbO ₂	Pb	H ₂ SO ₄	2.0 V	500次以上	汽车、摩托车等
镉—镍蓄电池	NiOOH	Cd	KOH	1.2 V	500次以上	收录机、电动剃须 刀、移动电话等

 我们的网站 (physics.scnu.edu.cn/gzwl)

1. 电池与环境.
2. 燃料电池.
3. 水果电池——柠檬电池的制作方法.

 练习

阅读一份常见的化学电池说明书，回答下列问题.

- (1) 该化学电池的正极材料是_____；负极材料是_____；电解质材料是_____.
- (2) 电动势为_____ V.
- (3) 它的用途主要有_____.
- (4) 如果处理不当，它会对环境造成的影响是_____.

我建议对这类化学电池的处理方法是_____

第二节 串联电路与并联电路

在家里，我们可以根据需要，轻易地将电风扇进行风速换挡。在实验室里，我们可以利用电压表和电流表，测量不同大小的电压和电流。各种家用电器和电表的工作原理，都与它们的电路构造有关。

简单电路一般由电源、电器元件、开关和导线四个部分组成，其中电器元件可以是电阻或其他家用电器。在一个电路中，常见有多个电器元件在工作，对电器元件采用串联或并联的连接方式，将产生不同的效果。

串联电路与电压表

专业术语

串联电路

circuit in series

在如图 1-2-1 所示的简单电路中，将电器元件依次连接起来，就构成了**串联电路**。

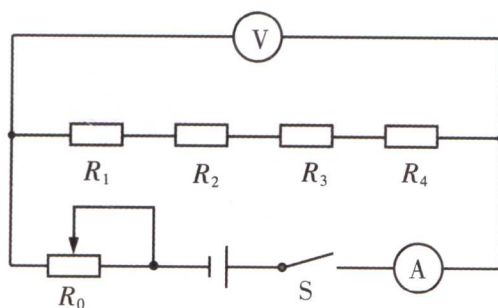


图 1-2-1 串联电路

串联电路中的电压和电流有什么样的特点呢？

安全警示

一般的实验电路必须串联保护电阻！



实验与探究

将四个满足 $R_1 = R_2 < R_3 < R_4$ 关系的电阻，连接成串联电路，先分别测量通过各电阻的电流及其两端的电压，再测出总电流和总电压，将实验结果填入表 1-2-1。

表 1-2-1 四个串联电阻电路的实验测量值

电阻	通过各电阻的电流/A	总电流/A	各电阻两端的电压/V	总电压/V
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

分析与论证

通过实验及分析，我总结出串联电路电流的特点是_____，电压的特点是_____。

我认为串联电路的分压作用是_____。

我猜想电压表中的电路原理是_____。

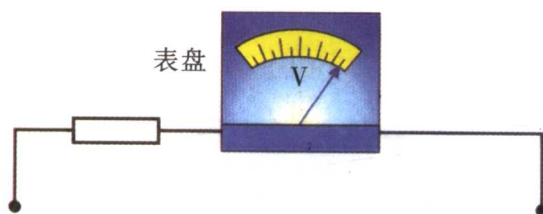


图 1-2-2 电压表原理图

并联电路与电流表

在如图 1-2-3 所示的简单电路中，将电器元件并列相连接就构成了**并联电路**。

专业术语

并联电路

circuit in parallel

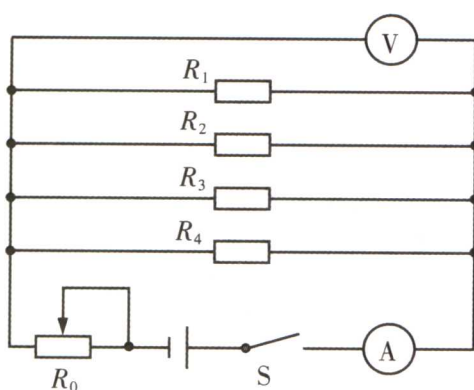


图 1-2-3 并联电路

并联电路的电压和电流有什么样的特点呢？

实验与探究

将四个满足 $R_1 = R_2 < R_3 < R_4$ 关系的电阻，连接成并联电路，先分别测量通过各电阻的电流及其两端的电压，再测出总电流和总电压，将实验结果填入表 1-2-2。

表 1-2-2 四个并联电阻电路的实验测量值

电阻	通过各电阻的电流/A	总电流/A	各电阻两端的电压/V	总电压/V
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

分析与论证

通过实验及分析,我总结出并联电路的电流特点是_____
_____,电压的特点是_____.

我认为并联电路的分流作用是_____.

我猜想电流表中的电路原理是_____.

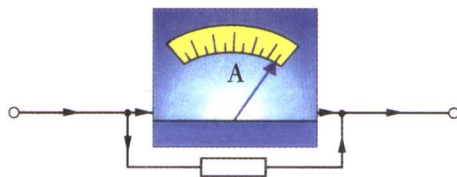


图 1-2-4 电流表原理图

 讨论与交流

有一个量程为 $0\sim 3\text{ mA}$ 的电流表,其表头内阻约为 $R_g=1.5\text{ k}\Omega$,怎样把它“改造”成可以用来测量 3 A 电流的电流表或测量 15 V 电压的电压表?

 实践与拓展

1. 单元任务:设计并制作一个简单的直流多用电表(2)——分组协作,设计方案.

2. 小心地拆开废旧电风扇的调速器,观察其调速电路,试画出其电路原理图.调速器可以使用电器省电吗?

3. 根据串、并联电路的特点和学过的欧姆定律,推导出串联电路的电阻公式

$$R_{\text{总}} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

和并联电路的电阻公式

$$\frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}.$$

 我们的网站 (physics.scnu.edu.cn/gzwl)

多种家用电器的技术参数.

 练习

1. 总结串、并联电路的特点,比较串、并联电路的差别.

2. 试写出一些家用电器调速、调温电路的原理.

3. 翻阅家用电器的说明书,了解家用电器的节能设计,运用所学的知识,说明其节能原理.尝试提出更好的节能设计方案.

第三节 闭合电路欧姆定律的实验探究

我们知道，要让用电器工作，必须将用电器和电源连接起来，组成一个**闭合电路**。我们可以把闭合电路看作是由两部分组成的：一部分是电源外部的电路，叫做**外电路**，其电压用 $U_{\text{外}}$ 来表示，也叫做路端电压；另一部分是电源内部的电路，叫做**内电路**，其电压用 $U_{\text{内}}$ 来表示。

专业术语

闭合电路

closed circuit

外电路

external circuit

内电路

internal circuit

观察与思考

如图 1-3-1 所示的是一个闭合电路。

1. 接通开关 S ，观察电压表的示数。
2. 依次接通开关 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 ，观察电压表示数的变化及灯泡亮度的变化情况。这两者之间有关系吗？

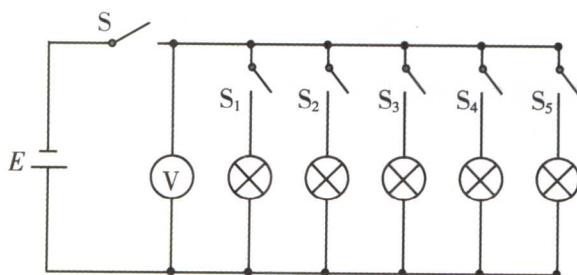


图 1-3-1 外电路的电压随负荷的变化

在图 1-3-1 所示的闭合电路中，电源的电动势和内阻都是一定的，每个灯泡的电阻也是一定的。随着接入电路中的灯泡个数增多，外电路中总的电阻值要发生变化。根据初中学过的部分电路的欧姆定律，外电路中的电流和路端电压也会发生变化。

那么，在闭合电路中，电流、电压和电阻的关系遵循什么规律呢？

实验与探究

提出问题

在闭合电路中，外电路和内电路是串联连接的。根据串联电路的特点，通过外电路的总电流与通过内电路的总电流相等。那么，电动势、 $U_{\text{外}}$ 和 $U_{\text{内}}$ 有没有什么关系呢？

猜想与假设

根据部分电路的欧姆定律，当电流和电阻确定时， $U_{\text{外}}$ 和 $U_{\text{内}}$ 相应确定。所以，电动势、 $U_{\text{外}}$ 和 $U_{\text{内}}$ 可能有确定的关系。

进行实验与收集数据

实验可供选择的仪器有：实验用电池（电动势为 1.0 V）、滑

动变阻器、电压表 V_1 和 V_2 、导线等。

参考图 1-3-2 和图 1-3-3, 保持电源电动势、内阻不变, 改变外电路电阻 R 的阻值, 测出 $U_{\text{外}}$ 和 $U_{\text{内}}$ 的大小, 并将结果填入表 1-3-1 中。

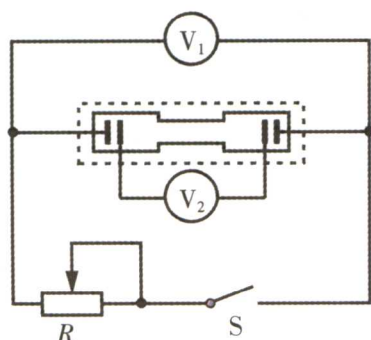


图 1-3-2 实验电路图



图 1-3-3 实验装置图

表 1-3-1 探究外电压内电压与电源电动势的关系

电源电动势 $E = 1.0 \text{ V}$

次数 项目	1	2	3	4	5
外电阻 R / Ω	∞	大	中	小	0
$U_{\text{外}} / \text{V}$					
$U_{\text{内}} / \text{V}$					
$(U_{\text{外}} + U_{\text{内}}) / \text{V}$					

分析与论证

根据以上实验的结果, 把实验得出的 $U_{\text{外}}$ 、 $U_{\text{内}}$ 与电动势 E 的数值加以比较, 我得出的结论是_____。

交流与合作

1. 实验得出的结论和实验前的猜想与假设有何差异? 原因有哪些?

2. 与小组成员一起分析实验数据, 讨论所得到的结论, 并写出实验探究报告。

通过更精确的实验, 可以得出如下结论:

在闭合电路中, 电源电动势等于外电阻上的电压与内电阻上的电压之和, 即

$$E = U_{\text{外}} + U_{\text{内}}. \quad (1.3.1)$$

如果用 I 表示闭合电路中的电流, 用 R 表示外电阻, 用 r 表示内电阻, 则外电路电压 $U_{\text{外}} = IR$, 内电路电压 $U_{\text{内}} = Ir$. 代入式 (1.3.1), 可得

$$E = IR + Ir. \quad (1.3.2)$$

由此得到闭合电路中的电流为

$$I = \frac{E}{R + r}. \quad (1.3.3)$$

式 (1.3.3) 表明, 闭合电路中的电流, 与电源的电动势成正比, 与内、外电路中的电阻之和成反比, 这就是闭合电路的欧姆定律.

讨论与交流

根据闭合电路的欧姆定律, 分析本节开始时观察到的实验现象.

1. 根据 $I = \frac{E}{R + r}$, 当接入电路中的灯泡数量增加时, 即外电阻 R _____ 时, 电流 I 增大.
2. 当电流增大时, 电压 $U_{\text{外}} = E - Ir$ 将 _____.
3. 由于每个灯泡消耗电功率 $P = \frac{U_{\text{外}}^2}{R_0}$ (R_0 为灯泡电阻值), 此时, 灯泡消耗的电功率将 _____, 因此, 灯泡变暗.

对于给定的电源, 其电动势 E 及内阻 r 是一定的.

式 (1.3.1) 两边同时乘电流 I , 得到 $IE = IU_{\text{外}} + IU_{\text{内}}$. 式中 IE 表示电源提供的电功率, $IU_{\text{外}}$ 表示外电路得到的电功率, $IU_{\text{内}}$ 表示内电路消耗的电功率.

实践与拓展

1. 单元任务: 设计并制作一个简单的直流多用电表 (3)——设计电路, 元件制作.
2. 尝试从能量守恒的角度, 运用数学的方法, 求出电源输出的电功率 $P_{\text{出}}$ (即外电路得到的电功率) 在什么条件下达到最大. 此时, 电源的最大输出功率为多少?

资料活页

用能量的转化与守恒定律解释 $E = U_{\text{外}} + U_{\text{内}}$

图 1-3-4 所示的是某类化学电池的能量转化示意图. 在内电路中, 依靠化学作用, 正电荷从电源负极被送到正极, 并维持电池两极的电压, 在此过程中, 化学能转化成电能. 在外电路中, 正电荷从电源正极经外电阻向负极运动, 在此过程中, 电能转化成内能. 正电荷在内电路运动的过程中, 会与溶液里的离子、分子发生碰撞 (即内阻), 也有电能转化成内能. 设电源内阻为 r ,