



丛书主编 陈东旭

金太阳系列丛书

学习的艺术

——同步辅导用书(B版)



物理

高二
下册

江西金太阳教育研究所 编

江西高校出版社



金太阳系列丛书

丛书主编 陈东旭

学习的艺术

——同步辅导用书(B版)

物理 高二下册

江西金太阳教育研究所 编

主 编:郭光森

副主编:谭锦生 施晓洪 朱天良

编 委:(按姓氏笔画排列)

王义杰	伍文伟	刘占想	朱天良
张国军	李晓波	施晓洪	胡兰阶
夏兵勇	郭光森	梁建智	黄 澄
黄正玉	谭锦生		

江西高校出版社

金太阳系列丛书

图书在版编目(CIP)数据

学习的艺术. 同步辅导用书. B版. 高二物理. 下册/江西金太阳教育研究所编. —南昌: 江西高校出版社, 2007. 11

(金太阳系列丛书/陈东旭主编)

ISBN 978-7-81132-094-7

I. 学… II. 江… III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007) 第 165532 号

(书 8) 件用号解世同——

高二物理

江西金太阳教育研究所

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
电 话	(0791)8504319, 8521923
网 址	www.juacp.com
印 刷	江西法制报社印务公司
照 排	江西金太阳教育研究有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	50.25
字 数	1598 千字
版 次	2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1~60000
书 号	ISBN 978-7-81132-094-7
定 价	100.00 元(全套共 6 册)

版权所有 侵权必究

江西金太阳教育研究所





前言

古人常说,授人以鱼,不如授人以渔。本书在经过长期、广泛、细致地调研的基础上,集合全国一大批教学一线的名师,将他们的教学心得、复习方法和应试技巧融于书中。突出重点,点拨关键;分析学生的常见错误,教给学生正确的解题思路。让大家学习得更得法,考试更轻松。

本书以课时为编写单元,与实际教学保持同步,方便教师与学生使用。在内容上既有知识的辅导、技巧和方法的指导,又有生动活泼的相关情景,体现实用性与趣味性的紧密结合。

本书的栏目设置及特点如下:

【课前导航】 兴趣是学习的动力。我们在每一讲的开始,根据本讲内容设置了一则趣味性的阅读材料,并针对性地提出了2~3个问题。学生通过对材料的阅读,能激发学习的兴趣及对问题探究的欲望。

【知识精析】 经验丰富的一线教师,根据《教学大纲》的要求并结合他自己的实际教学经验,对本讲知识点进行归纳性梳理,精析重点,突破难点。翻开本书你也许就会发现,这里精析的重、难点内容正是你感到困难的、难以理解的内容,读后能使你茅塞顿开。

【方法指导】 有道是“技巧胜于力量”。我们聘请了经验丰富,指挥有度的教练,给你传授布阵经验和破敌绝招。在这里,经验丰富的一线教师给你介绍对规律的理解、记忆及对知识点的总结、归纳等方面的技巧和方法;以例题为主线分类介绍分析和解决实际问题的方法,重要的方法还设置了变式训练题,使你能触类旁通,举一反三。

【互动平台】 通过诙谐幽默的师生或生生对话,在一种轻松的氛围中,解决本讲知识的疑点、学习中的困惑及容易出现的典型错误,达到释疑、解惑、纠错的目的。

【高考链接】 在每一单元的单元小结中,通过高考链接栏目,分析本单元知识点在以前的高考中是怎么考的,在以后的高考中可能的考查方向。目的是让同学们知道本单元知识点在高考中的表现形式,尽早熟悉高考题型,了解高考命题思路和动向。

一位名师能引领你走进科学的殿堂,一本好书能改变你一生的命运。认真研读这本书吧,她会成为你的良师益友,照亮你前进的道路。愿本书为你的学习加油!



金太阳系列丛书



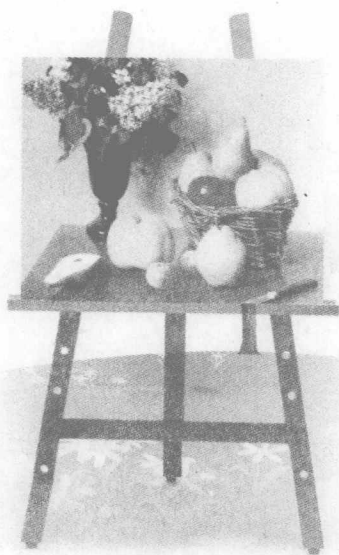
以下学校参与本丛书的编写,在此鸣谢:

北京市: 北京四中	北大附中	清华大学附中	北京二中
天津市: 南开中学	耀华中学	天津实验中学	静海一中
河北省: 衡水中学	唐山一中	邯郸市一中	正定中学
内蒙古: 内蒙古师大附中	呼和浩特二中	赤峰二中	海拉尔三中
山西省: 临汾一中	平遥中学	大同市一中	太原市尖草坪区第一中学
	山西省浑源县中学		
辽宁省: 沈阳二中	东北育才中学	鞍山一中	大连八中
吉林省: 东北师大附中	省实验中学	长春实验中学	吉林市一中
黑龙江: 哈尔滨九中	齐齐哈尔一中	鸡西一中	鹤岗一中
江苏省: 南京师大附中	启东中学	盐城中学	徐州一中
浙江省: 杭州高级中学	杭州外国语学校	浙江师大附中	温州中学
山东省: 省实验中学	烟台二中	济宁实验中学	牟平一中
安徽省: 马鞍山二中	安庆一中	桐城中学	濉溪中学
福建省: 福建师大附中	福州三中	厦门一中	龙岩一中
河南省: 河南大学附中	开封市高中	潢川一中	新乡一中
湖北省: 新洲一中	宜城一中	京山一中	宜昌夷陵中学
	天门中学		
湖南省: 长沙长郡中学	长沙雅礼中学	衡阳市八中	桑植一中
广东省: 华南师大附中	省实验中学	汕头金山中学	惠州一中
广西: 柳州教科所	桂林教科所	南宁二中	柳州一中
四川省: 省外国语学校	成都石室中学	成都市七中	绵阳高中
重庆市: 西南师大附中	重庆一中	重庆三中	重庆十一中
贵州省: 贵州师大附中	毕节一中	兴义一中	瓮安县中学
云南省: 昆明一中	大理一中	曲靖一中	文山州一中
西藏: 拉萨中学			
陕西省: 陕西师大附中	渭南市瑞泉中学	榆林市第一中学	
甘肃省: 西北师大附中	兰州一中	天水一中	
宁夏: 宁夏大学附中	银川市一中	银川市唐徕回民中学	
新疆: 新疆实验中学	乌鲁木齐一中	新疆师大附中	库尔勒华山中学
江西省: 江西师大附中	吉安市一中	吉安白鹭洲中学	新建二中
	上高二中	贵溪一中	修水一中
	都昌一中		
	瑞昌一中		



目录

课时1 欧姆定律	1
课时2 电阻定律 电阻率	3
课时3 半导体及其应用 超导及其应用	5
课时4 电功和电功率	7
课时5 闭合电路欧姆定律(I)	9
课时6 闭合电路欧姆定律(II)	12
课时7 电压表和电流表	15
课时8 电阻的测量	17
课时9 描绘小灯泡的伏安特性曲线	21
课时10 测定金属的电阻率	23
课时11 把电流表改装为电压表	26
课时12 测定电源的电动势和内阻	29
课时13 练习使用示波器	32
课时14 用多用电表探索黑箱内的电学元件	34
课时15 传感器的简单应用	37
课时16 《恒定电流》单元小结	39
课时17 磁场 磁感线	44
课时18 安培力 磁感应强度	46
课时19 电流表的工作原理	49
课时20 磁场对运动电荷的作用	51
课时21 带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	53
课时22 回旋加速器	56
课时23 带电粒子在复合场中的运动	59
课时24 《磁场》单元小结	61



目录



课时25 电磁感应现象	65
课时26 法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	67
课时27 楞次定律——感应电流的方向	70
课时28 楞次定律的应用	73
课时29 导体切割磁感线运动问题	75
课时30 自感现象 日光灯原理	79
课时31 《电磁感应》单元小结	82
课时32 交变电流的产生和变化规律	86
课时33 表征交变电流的物理量	88
课时34 电感和电容对交变电流的影响	90
课时35 变压器	91
课时36 电能的输送	93
课时37 《交变电流》单元小结	95
课时38 电磁振荡	98
课时39 电磁振荡的周期和频率	100
课时40 电磁场 电磁波	102
课时41 无线电波的发射和接收 电视 雷达	103
课时42 《电磁场和电磁波》单元小结	105
参考答案	107





课时1

欧姆定律

课前提航

18世纪,有一位法国电学家诺莱特在巴黎圣母院前进行了一次震惊世界的表演。他请700个修士手拉手排列成一行,并让排头者手拿“莱顿瓶”(当时人们没有电池,没有发电机,而是通过摩擦起电的方式用“莱顿瓶”贮存电)。当排头者手握莱顿瓶的引线时,整个队伍突然同时跳了起来,在场观众被惊得目瞪口呆。这是由于莱顿瓶贮存的大量电荷在短时间内释放形成电流,电流通过修士身体而产生电击。这一表演显现了电流的巨大威力。

电流通过人体时,由于每个人体质不同,在同等条件下人对电流的反应也不同。一般情况下, $0.6 \times 10^{-3} \text{ A}$ 的电流(50 Hz ~ 60 Hz 交流或直流电,以下同)通过人体,人会有麻刺的感觉; 0.02 A 的电流通过人体,就会引起剧痛和呼吸困难; 0.05 A 的电流通过人体,人就有生命危险; 0.1 A 以上的电流通过人体持续3 s就会造成心脏麻痹。很恐怖吧!

请你思考:

1. 电流是怎样产生的? 产生的条件是什么?
2. 电流的大小如何计算? 方向如何?
3. 材料中700个修士几乎同时跳了起来,可见电流的传导速度相当快,那么,它到底有多快呢?

知识精析

1. 自由电荷

在导体中存在着大量的能自由移动的电荷,如金属导体中的自由电子,电解液中的正负离子等。

2. 形成电流的条件

(1) 导体——自由电荷

(2) 导体两端存在电势差。导体两端存在电势差时,导体内建立了电场,导体内的自由电荷就会在电场力的作用下定向移动,形成电流;导体内不建立电场,则不会形成电流。

3. 电流

(1) 电流的定义:电荷的定向移动形成电流。(金属导体内部,自由电子的定向移动产生电流;电解液中,正

负离子向相反的方向移动产生电流。)

(2) 电流的方向:正电荷定向移动的方向规定为电流的方向,与负电荷定向移动的方向相反。

注意:电流虽有方向,但电流是标量。

(3) 电流:通过导体横截面的电荷量跟通过这些电荷量所用的时间的比值。它是描述电流强弱的物理量。

$$\text{表达式: } I = \frac{q}{t}.$$

单位:安培,简称安,国际符号为A,它是国际单位制中的7个基本单位之一。 $1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \text{ }\mu\text{A}$ 。

微观表达式: $I = nqvS$ (其中 n 为单位体积内自由电荷数, v 为电荷定向移动的速率, q 为自由电荷的电荷量, S 为导体的横截面积。)

4. 欧姆定律

(1) 内容:导体中的电流 I 跟导体两端的电压 U 成正比,跟导体的电阻 R 成反比。

$$(2) \text{公式: } I = \frac{U}{R}.$$

(3) 适用条件:适用于金属导电和电解液导电,不适用于气体(如日光灯中的气体)导体和半导体导电。

(4) 使用时要注意欧姆定律的“同体性”和“同时性”。“同体性”是指 I 、 U 、 R 三个物理量必须对应于同一段电路或同一段导体。“同时性”是指 U 、 I 必须是导体上同时刻的电压和电流。当金属导体的电阻率随温度的改变发生显著变化时, R 应是测量时的实际电阻,这时欧姆定律仍可运用。同时,要注意各物理量单位的统一性。 I 、 U 、 R 均用SI单位制,即分别为A、V、 Ω 。

(5) 导体的伏安特性曲线

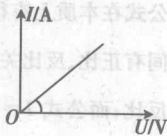
横轴表示电压 U ,纵轴表示电流 I ,画出的 $I-U$ 图线叫做导体的伏安特性曲线。伏安特性曲线直观地反映出导体中的电压与电流的关系。

金属导体的伏安特性曲线是一过原点的直线,直线的斜率为金属导体电阻的倒数(如图1-1所示)。具有这种特性的电学元件叫做线性元件,通常也叫纯电阻元件。

图1-1

5. 电阻

(1) 定义:导体两端的电压与通过导体的电流之比叫导体的电阻。



(2) 定义式: $R = \frac{U}{I}$ (反映了导体对电流的阻碍作用) 或 $R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$. 对于给定的导体, 其电阻一定, 和导体两端是否加电压, 以及导体中是否有电流无关. 在电学中常利用 $\frac{U}{I}$ 的值表示一段电路的等效电阻, 这种表达对一切导体都适用.

(3) 单位: 欧姆, 简称欧, 符号为 Ω .

方法指导

一、透彻理解公式 $I = \frac{q}{t}$ 中的“ q ”

对于公式 $I = \frac{q}{t}$, 特别需注意 q 是通过导体整个横截面的电荷量, 不是单位面积的电荷量. 对于电解液的导电 (电解液中, 正负离子向相反的方向移动产生电流, 它们形成的电流正好同向), q 指正负离子的电荷量的绝对值之和, 而非绝对值之差.

例 1 某电解液, 如果在 1 s 内共有 5×10^{18} 个二价正离子和 1.0×10^{19} 个一价负离子通过面积为 0.1 m^2 的某截面, 那么通过这个截面的电流是多大? 1 min 内到达阴极板的正离子个数是多少?

解析: 由电流的定义式 $I = \frac{q}{t}$, 得:

$$I = \frac{5 \times 10^{18} \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19} + 1.0 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1} \text{ A} \\ = 3.2 \text{ A}$$

由于通过电解液任何一个截面的电流都是大小相等的, 而到达阴极板的全部是正离子, 所以

$$N = \frac{It}{2e} = \frac{3.2 \times 60}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ 个} = 6 \times 10^{20} \text{ 个}.$$

答案: 3.2 A 6×10^{20} 个

二、公式 $I = \frac{U}{R}$ 和 $I = \frac{q}{t}$ 的比较

$I = \frac{U}{R}$ 和 $I = \frac{q}{t}$ 这两个公式都能计算出电流, 但两个公式在本质上有很大区别. 公式 $I = \frac{U}{R}$ 为决定式, 物理量间有正比、反比关系, 因此可以说 I 与 U 成正比, I 与 R 成反比; 而公式 $I = \frac{q}{t}$ 是用比值法定义的定义式, I 与 q 、 t 并没有关系, 公式只是在客观上反映了电流 I , 即借助 $\frac{q}{t}$ 来量度电流 I .

在中学物理中要注意区别决定式和定义式 (用比值法定义的), 如 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 、 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 等都是决定式, 而 $\rho = \frac{m}{V} \cdot C$

$= \frac{Q}{U}$ 、 $E = \frac{F}{q}$ 等都是定义式.

三、利用 $I-U$ 图象解题

要理解 $I-U$ 图象中图线斜率的倒数表示的是电阻, 这是灵活运用欧姆定律解题的关键.

例 2 图 1-2 为两电阻 R_1 、 R_2 的伏安特性曲线, 由图可知:

(1) 这两电阻的大小之比 $R_1 : R_2$ 为多少?

(2) 当这两个电阻两端分别加上相同的电压时, 通过的电流之比为多少?

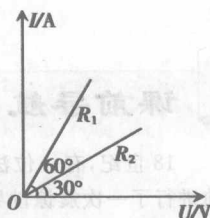


图 1-2

解析: 由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$, 得 $R = \frac{U}{I}$, 即 $\frac{1}{R} = \frac{I}{U} = k$, $R = \frac{1}{k}$, 即电阻的大小等于伏安特性曲线斜率的倒数, 所以, $R_1 : R_2 = k_1 : k_2 = \tan 30^\circ : \tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} : \sqrt{3} = 1 : 3$.

(2) 又由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 可知, 给 R_1 、 R_2 两端分别加上相同的电压时, 通过 R_1 、 R_2 的电流应与电阻成反比, 即 $I_1 : I_2 = R_2 : R_1 = 3 : 1$.

答案: (1) 1 : 3 (2) 3 : 1

变式训练

图 1-3 是某导体的伏安特性曲线, 下列说法中错误的是 ()

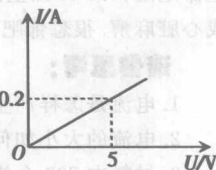


图 1-3

A. 导体的电阻是 25 Ω

B. 导体的电阻是 0.04 Ω

C. 当导体两端的电压是

10 V 时, 通过导体的电流是 0.4 A

D. 当通过导体的电流是 0.1 A 时, 导体两端的电压是 2.5 V

互动平台

育才老师与细心同学关于电流传导速率的对话

细心: 老师, 在课前导航的材料中说到 700 个修士突然同时跳了起来, 也就是说电流几乎同时通过每个人. 那说明电流的传导速率相当快, 对吗?

育才: 你真是一个细心又善于思考问题的好学生. 你说得对, 虽然是电荷的定向移动才形成电流, 但电流的传导速率却不是自由电子定向移动的速率, 而是电场的传播速率, 它等于光速 ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$). 自由电子总在不停地做无规则热运动, 当导体两端加有电压时, 导体中将以

3×10^8 m/s 的速率在处处建立起电场,在该电场的作用下,导体中各处的自由电子几乎同时开始做定向移动,使得整个电路中几乎同时形成电流。

所以,电流的传导速率既不是自由电子定向移动的速率(约 10^{-5} m/s),也不是自由电子热运动的平均速率(约 10^5 m/s)。

粗心同学与细心同学关于 $I = \frac{U}{R}$ 和 $R = \frac{U}{I}$ 两式的对话

粗心:由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 知, I 与 U 成正比, I 与 R 成反比;变换成公式 $R = \frac{U}{I}$ 也可推知, R 与 I 成反比, R 与 U 成正比,如电压升高,白炽灯的电阻会增大。看来学物理也不难,一通百通。

细心:那么由密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 可推知一桶水的密度比一碗水的密度大吗?

粗心:哦!不对。 ρ 由物质本身决定,它与 m 、 V 无关,只是借助 $\frac{m}{V}$ 来测量物质的密度。也就是说, R 由导体本身决定,与 U 、 I 也无关,只是借助 $\frac{U}{I}$ 来测量导体的电阻。

细心: $I = \frac{U}{R}$ 和 $R = \frac{U}{I}$ 表面上是简单的公式变换,实质上它们有各自的含义。至于照明时白炽灯的电阻会增大,是因为温度升高使得导体的电阻率增大了。

粗心:哦!看来以后不能自作聪明了,要注意掌握物理公式的本质含义。



课时2 电阻定律 电阻率

课前导航

如今,电已进入家家户户,电给人们带来方便的同时,也会带来危险。不安全用电会引发火灾,甚至使人触电。研究表明,通过人体心脏的电流如果达到 10 mA,只需几分钟人就会因心脏痉挛而死。为了安全,很多工厂车床的电压都用 36 V 的安全电压。

请你思考:

36 V 的电压对人体是安全的,那么可知人体的电阻至少为多大?

知识精析

1. 电阻定律

(1)内容:导体的电阻 R 跟它的长度 L 成正比,跟它的横截面积 S 成反比,这就是电阻定律。

(2)公式: $R = \rho \frac{L}{S}$ (式中 ρ 是材料的电阻率)。

两个变形公式:① $R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{LS}{S^2} = \rho \frac{V}{S^2}$; ② $R = \rho \frac{L^2}{SL} = \rho \frac{L^2}{V}$ 。(以上两式中 V 表示导体的体积)

(3)物理意义:公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ 反映出了导体的电阻与导体本身的哪些因素有关。它是导体电阻的决定式,

即反映出电阻 R 的客观性。

此式表明:一段导体确定后,其电阻就确定了,与导体两端是否加电压(或是否有电流流过)无关。因此 $R = \frac{U}{I}$ 是电阻的定义式,而不是决定式,它只是给出了一种测量和计算导体电阻 R 的方法。

此式也表明:用相同材料制成的长度、粗细不同的导体, L 越大,电阻越大; S 越小,电阻越大。

(4)适用条件:粗细均匀的导线、浓度均匀的电解液。

2. 电阻率 ρ

(1)物理意义:反映了材料导电性能的好坏。 ρ 越小,导电性能越好。

(2)决定因素:由材料的种类和温度决定,与材料的粗细、长短无关。

①金属的电阻率随温度的升高而增大。利用金属电阻率的这一性质,可以用金属(如铂丝)制成电阻温度计。

②有些合金的电阻率几乎不受温度的影响。利用合金的这一特性,可以制成标准电阻。

(3)单位: $\Omega \cdot \text{m}$ 。

(4)计算公式: $\rho = \frac{RS}{L}$ 。在数值上 ρ 等于由该材料制成的粗细均匀的长为 1 m、横截面积为 1 m^2 的导体的电阻。纯金属的电阻率较小,数量级约为 $10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$;合金的电阻率较大,数量级约为 $10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$;陶瓷的电阻率最大。

方法指导

一、电阻定律

同一段导体在拉长或压缩的形变中,虽然导体的横截面积随长度的改变而发生变化,但导体的总体积不变(即 $S \cdot L$ 为一定值).在运用电阻定律解题时,灵活使用这一隐含条件,常是解题的关键.

例1 有两根完全相同的金属裸导线,如果把其中的一根均匀拉长到原来的2倍,把另一根对折后绞合成一根,然后给它们分别加上相同电压,则在同一段时间内通过它们的电荷量之比为 ()

A. 1:4 B. 1:8 C. 1:16 D. 16:1

解析:对于第1根裸导线,将其均匀拉长到原来的2倍,则其横截面积必然变为原来的 $\frac{1}{2}$,由电阻定律可得其电阻变为原来的4倍.

将第2根裸导线对折后,其长度变为原来的 $\frac{1}{2}$,横截面积变为原来的2倍,故其电阻变为原来的 $\frac{1}{4}$.

给上述变化后的裸导线加上相同的电压,由欧姆定律得:

$$I_1 = \frac{U}{4R}, I_2 = \frac{U}{R} = \frac{4U}{R}, I_2 = 16I_1$$

由 $I = \frac{q}{t}$ 可知,在同一段时间 t 内通过它们的电荷量之比为:

$$q_1 : q_2 = 1 : 16.$$

答案:C

点评:这是一道小综合题,涉及的知识点比较多.解题时应注意:

- ①在导线拉长或对折的过程中,因导线的体积不变,由电阻定律可知两根导线的电阻之比.
- ②由部分电路欧姆定律得到两条裸导线中的电流比之后,应用电流的定义式可求得同一段时间内通过导线横截面的电荷量之比.

变式训练

如图2-1所示,将一长方体导体接入电路中,按图甲所示接入时,电路的电流为 I ,那么按图乙所示接入时,其电流为多大?(已知 $a=3b$,电压保持不变)

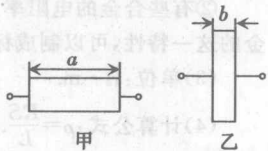


图2-1

二、电阻率 ρ 与电阻 R

(1)电阻率反映了材料本身的一种电学特性,是导体材料本身的属性,与导体的长度、横截面积无关,但与温度有关.

(2)电阻率大的导体,电阻不一定大,因为导体的电阻还跟导体的长度、横截面积有关.只有在导体的长度 L 、截面积 S 一定的情况下, ρ 越大, R 才越大.

例2 小灯泡的一段伏安特性曲线如图2-2所示,则灯丝的电阻因温度的变化改变了多少?

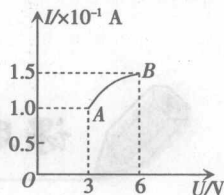


图2-2

解析:题目是求因温度变化而使灯丝的电阻改变了多少,即求: $\Delta R = R_B - R_A$.虽然小灯泡的伏安特性是非线性的,然而小灯泡属于纯电阻,满足欧姆定律,我们只要求出伏安特性曲线中两端点的阻值 R_A 和 R_B ,即可求出 ΔR .

$$\text{对应曲线上的A点,灯丝的电阻 } R_A = \frac{U_A}{I_A} = 30 \Omega$$

$$\text{对应曲线上的B点,灯丝的电阻 } R_B = \frac{U_B}{I_B} = 40 \Omega$$

$$\text{所以, } \Delta R = R_B - R_A = 10 \Omega.$$

答案:10 Ω

互动平台

育才老师和细心同学关于导体材料电阻率的对话

细心:老师,金属材料的电阻率随温度的升高而变大,那么其他材料的电阻率是否也随温度的升高而变大呢?

育才:不同材料的电阻率随温度的改变发生的改变各不相同,如下面要学习的半导体,其电阻率随温度的升高而减小;而有些合金材料的电阻率几乎不随温度发生变化,因此,我们通常用它来制成标准电阻.我们在分析某种材料的电阻率时,一定要注意它的前提条件.



课时3 半导体及其应用 超导及其应用

课前导航

某同学想：如果我们能造出可供实用的超导体，那该多好！我们可以用它来制作输电导线、超导发电机、超导电动机，这样可以避免因电流热效应而产生的电能损失，从而大大提高电动机、发电机的效率。如果我们家里的白炽灯泡灯丝也是用超导材料制成的话，就不会因灯丝发热而浪费很多电，还可以提高灯泡的使用寿命。

请你思考：

- (1) 超导体的主要特性是什么？
- (2) 如果找到了常温超导体，用超导材料做成输电线代替我们常规的输电线，有哪些好处呢？
- (3) 你觉得这位同学想用超导制成灯泡的灯丝来节能可行吗？为什么？

知识精析

1. 半导体

(1) 导体、绝缘体、半导体的概念

① 导体：容易导电的物体，如铜、银、铝等金属材料。电阻率的范围为 $10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \sim 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 。

② 绝缘体：不容易导电的物体，如陶瓷、塑料、橡胶、玻璃等。电阻率的范围为 $10^8 \Omega \cdot \text{m} \sim 10^{18} \Omega \cdot \text{m}$ 。

③ 半导体：导电性能介于导体和绝缘体之间的物体，如锗、硅等。电阻率的范围为 $10^{-5} \Omega \cdot \text{m} \sim 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ 。

(2) 半导体的导电特性

① 半导体的电阻率随温度的升高而迅速减小。

② 半导体的导电能力受外界电场、磁场和光照作用的影响很大。

③ 在纯净的半导体中掺入微量杂质，会使半导体的导电性能急剧增强。

(3) 半导体的应用

① 制成热敏电阻，把温度信号转化为电信号。如自动防火报警器中的热敏电阻，当温度升高到一定温度时，即快接近物质的着火点时，这种热敏电阻的阻值迅速减小，使电路接通，从而使警铃发出警报。

要特别注意：与金属导体不同的是，半导体的导电性能随温度升高而显著提高，即电阻率减小，而金属导体的电阻率随温度升高而增大。

② 制成光敏电阻，把光信号转化为电信号。光敏电阻在自动控制设备中有着广泛的应用。（可起开关的作用）

有的半导体，在光照下其电阻大大减小，它可以将光信号迅速转化成电信号。如光电计数器便是利用光敏电阻自动计数的。

③ 制成晶体管

在纯净的半导体中掺入微量杂质，会使半导体的导电性能大大增加，利用这个特性可制成晶体三极管和晶体二极管。晶体管、电阻、电容等电子元件可组成体积很小的集成电路。

2. 超导体

(1) 超导现象

① 超导现象：某些物质在温度降到某一数值时，会出现电阻突然降为零的现象。

② 转变温度（或临界温度）：材料由正常状态向超导状态转变时的温度，用 T_c 表示，如铅的转变温度 $T_c = 7.0 \text{ K}$ 。

(2) 超导体的特性

① 零电阻特性。处于超导状态下的物质的电阻为零，不会产生电流的热效应，没有损耗。因此，超导体内一旦有电流，电流便可以在没有电源的情况下长久保持而不衰减。

② 完全抗磁性。在外磁场中，一般材料会发生磁化，导体内部有磁。当物体处于超导状态时，物体内部磁场为零，磁场完全排斥在超导体外，这说明超导体的磁化方向与外磁场方向相反，即超导体具有强烈的抗磁性。

(3) 超导材料的应用前景

超导体在电子学、电力工业、能源、交通运输、地质勘探等方面均有广泛而重要的应用，如超导输电、超导发电机、超导电磁铁、超导计算机、磁悬浮列车等。

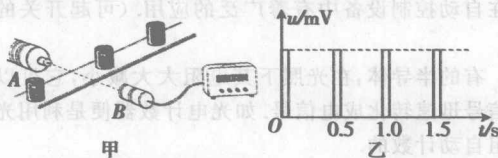
(4) 应用的障碍：低温的获得和高温超导材料的获得。

方法指导

一、利用半导体的特性解题

用半导体材料制成的热敏电阻具有热敏特性，用半导体材料制成的光敏电阻具有光敏特性，掌握这些特性是分析传感器原理或自动装置原理的基础。同时还要了解二极管的单向导电性。

例1 用光敏电阻制作的光传感器可以记录传送带上工件的输送情况。如图甲所示为某工厂成品包装车间的光传感记录器，光传感器B能接收到发光元件A发出的光。每当工件挡住A发出的光时，光传感器就输出一个电信号，并在屏幕上显示出电信号与时间的关系，如图乙所示。若传送带始终匀速运动，每两个工件间的距离为0.1 m，则下列说法中正确的是 ()



- A. 传送带运动的速度是 0.1 m/s
B. 传送带运动的速度是 0.2 m/s
C. 该传送带每小时输送 3600 个工件
D. 该传送带每小时输送 7200 个工件

解析：从乙图中看出物体随传送带做匀速运动，当光照到工件上时光被遮挡，光传感器通过显示器显示高电压。所以，传送带的运动速度 $v = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{0.1}{0.5} \text{ m/s} = 0.2 \text{ m/s}$ ，每小时运动的距离为 720 m，能够传输 7200 个工件。所以 B、D 选项正确。

答案：BD

点评：对于光敏电阻，不管是“光—电”结合还是其他方式的结合都是利用了“光敏电阻随光照其电阻变小”这一特性。

二、超导体的特点及其应用

请记住超导体的主要特点：零电阻性，完全抗磁性。

例2 下列说法中正确的是 ()

- A. 任何物质在温度降到某一值时，都会出现电阻突然为零的现象
B. 转变温度低于液氮温度(4.2 K)的超导体叫低温超导体，转变温度高于液氮温度的超导体叫高温超导体
C. 高温超导体可以广泛应用于实际中
D. 超导体的主要特性是零电阻性，因此利用这种材料远距离输电时能避免电能损失

解析：大多数金属、合金及其氧化物都会出现超导现象，但不是任何物质都会出现超导现象，A 项错误；转变温度高于液氮(77 K)的超导体叫高温超导体，B 项错误；高温超导体目前的最高转变温度为 130 K，相当于 -143°C ，与室温相比还是极低的，因而还不能应用于实际，C 项错误；超导体的主要特性是零电阻性，即电流在其间流动时不受任何阻碍，不会因发热而损失电能，故 D 项正确。

答案：D

点评：超导现象中的“高温”是相对于绝对零度来说的，千万别以为实际生活中的常温要低于超导现象中的“高温”。

互动平台

育才老师和细心同学关于半导体特性的对话

细心：半导体的导电性介于导体和绝缘体之间，我想它之所以受到人们的青睐，肯定不是因为它的这个特点。

育才：半导体之所以引起人们的注意，且得到广泛的应用，主要原因在于它的电阻率在不同因素(温度、光照、掺杂等)的作用下将出现非常大的差别。根据它的这一特性可制成热敏电阻、光照电阻、晶体二极管、晶体三极管等，它们广泛地应用于自动控制、集成电路中。你可以多读些这方面的科普文章，来了解半导体的应用。

细心：恩，我会多读一些课外书籍，来了解半导体、超导体的应用。

育才：在光电传感器、热敏传感器中都有用半导体做成的光敏电阻、热敏电阻。

细心同学和粗心同学关于超导问题的对话

粗心：我很纳闷，既然找到了转变温度超导的为 130 K 的超导材料，为什么还说对于实际应用来说转变温度还是太低？

细心：请注意你刚才所说的温度的单位是什么。

粗心：单位是 K， $130 \text{ K} = (130 - 273)^\circ\text{C} = -143^\circ\text{C}$ 。哇！这是一个非常低的温度，远远低于日常温度。我现在明白了，这种材料只有在 -143°C 才会出现超导现象，所以它没有实用价值。

细心：你现在应该体会到了物理量单位的重要性了吧！



课时 4 电功和电功率

课前导航

之前,我国进行了大规模的电网改造,不但更新了陈旧的电线,而且调整了线路布局,使电网结构更科学,更合理了,减少了电能的浪费,提高了供电电压,每家每户的用电情况都因电网改造发生了一些变化。小明观察到:电网改造后,他家的白炽灯泡的使用寿命变短了,灯泡更换得勤了;他家中虽没有新添用电器,电价也没有涨,但每月的电费比电网改造前多了;他家的电冰箱的运转时间比原来短了。

请你思考:

1. 你能帮小明解释这些现象产生的原因吗?

2. 你赞成电网改造吗?

知识精析

1. 电功

(1) 定义: 在一段电路中电场力移动电荷所做的功。

(2) 公式: $W = qU = IUt$ 。

(3) 单位: 焦耳(J)。

常用的单位还有: 千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$), 亦称为“度”。
 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。

2. 电功率

(1) 定义: 电流所做的功跟完成这些功所用时间的比值。

(2) 公式: $P = \frac{W}{t} = IU$ 。

(3) 单位: 瓦特(W)。

(4) 额定功率和实际功率

① 用电器的铭牌上所标注的额定电压、额定功率是指用电器在正常工作时的电压和在此电压下的功率。(对同一用电器, 其额定功率 $P_{\text{额}}$ 、额定电压 $U_{\text{额}}$ 、额定电流 $I_{\text{额}}$ 同时达到, 同时超过, 同时不足。)

② 实际功率: 是用电器在实际工作时消耗的电功率, 为了使用电器不被烧毁, 要求实际功率不能大于其额定功率。

3. 焦耳定律

(1) 电流通过导体会产生热量, 这就是电流的热效应。英国物理学家焦耳通过长期的实验, 定量地确定了电流产生的热量和电流、电阻、通电时间的关系, 即 $Q = I^2 R t$ 。

(2) 公式 $Q = I^2 R t$ 是由实验总结出来的, 是一个普遍适用的公式, 可适用于任何导体发热的情况。

(3) 注意: 公式中 I 、 R 、 t 的单位必须用国际单位。

(4) 电功和电热的区别和联系

	电 功	电 热
比较	电功实质是电场力移动电荷做功。 $W = Uq = UI t$	电热的产生是由于电流的热效应。电流通过导体发热, $Q = I^2 R t$ 。
区别	纯电阻电器中, $U = IR, UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$ 。	一般电路中, 电流通过导体时不仅发热, 而且还能做功、电解形成磁场等。所以一般情况下 $W > Q, UI t > I^2 R t$ 。

方法指导

一、电功和电热的区别

分清是纯电阻电路还是非纯电阻电路, 注意在两种电路中电功和电热的区别与联系是解此类题的关键。

例 1 下面列出了小明家中的电视机、电风扇、空调机和电冰箱铭牌上的主要项目。

(1) 正常工作时, 其中功率最大的是 ()

54 cm 彩色电视机
 工作电压为 170 V~240 V
 工作频率为 50 Hz
 额定功率为 85 W

BC-65B 电冰箱
 额定电压为 220 V
 工作频率为 50 Hz
 额定功率为 70 W
 耗电量
 0.50 $\text{kW} \cdot \text{h}/24 \text{ h}$

A
 FS-69 电风扇
 规格 400 mm
 额定电压 220 V
 工作频率 50 Hz
 额定功率 65 W

B
 KFR-33GW 空调机
 额定电压 220 V
 工作频率 50 Hz
 制冷/制热电流
 6.2 A/6.2 A

(2) 根据上题铭牌上提供的信息, 比较在 12 h 内正常使用的电冰箱与连续运转的电风扇消耗的电能, 有

- A. 电冰箱消耗的比电风扇多
B. 电风扇消耗的比电冰箱多
C. 电风扇消耗的与电冰箱一样多
D. 电冰箱消耗的比电风扇可能多,也可能少

解析:(1)正常工作时,电视机的功率为 85 W,电冰箱的功率为 70 W,电风扇的功率为 65 W,空调机的功率为 $P=UI=1364$ W. 显然,本题的正确答案为 D.

(2)由电冰箱的铭牌知:冰箱在 12 h 内耗电 0.25 kW·h,而电风扇在 12 h 内耗电 $W=Pt=0.78$ kW·h,故 B 项正确.

答案:(1)D (2)B

二、在非纯电阻电路中求电功或电热

要善于运用能的转化和守恒定律来寻找电功和电热间的定量关系.

例 2 有一直流电动机,把它接入 0.2 V 电压的电路中,电动机不转,测得流过电动机的电流为 0.4 A. 若把电动机接入 2.0 V 电压的电路中,电动机正常工作,工作电流是 1.0 A.

(1)求电动机正常工作时的输出功率.

(2)如果在电动机正常工作时,转子突然被卡住,电动机的发热功率是多大?

解析:(1)当电动机接入电压为 0.2 V 的电路中时,电动机不转,此时电动机相当于纯电阻,设其电阻为 R ,由欧姆定律得:

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{0.2}{0.4} \Omega = 0.5 \Omega$$

当电动机接入电压为 2.0 V 的电路中时,电动机正常工作,所以电动机的输出功率为:

$$P_{\text{输出}} = U_2 I_2 - I_2^2 R = 2.0 \times 1.0 \text{ W} - 1.0^2 \times 0.5 \text{ W} = 1.5 \text{ W}$$

(2)如果正常工作时转子突然被卡住,则电动机相当于纯电阻 R ,设其两端电压为 U_2 ,则电动机的发热功率为:

$$P_{\text{热}} = I_2^2 R = \frac{U_2^2}{R} = \frac{2.0^2}{0.5} \text{ W} = 8 \text{ W}$$

答案:1.5 W 8 W

点评:明确输入功率、输出功率和热功率间的关系,应用能的转化与守恒定律求解.

变式训练 1

一台小型发动机在 3 V 电压下工作,通过它的电流是 0.2 A,用此电动机提升重为 4 N 的物体时,在 30 s 内可使该物体匀速上升 3 m. 若不计除电动机线圈发热

以外的其他能量损失,求在提升重物的 30 s 内,电动机线圈所产生的热量.

三、复杂电路中电功率的计算方法

要分清电路的结构,灵活运用串联电路和并联电路的特点,才能迅速、准确地对电路进行分析和计算. 同时,应注意区别实际电压与额定电压.

例 3 将分别标有“100 Ω 、4 W”和“12.5 Ω 、8 W”字样的两电阻并联后接入电路,则电路两端允许加的最高电压为 _____ V,干路中允许通过的最大电流为 _____ A,这一并联电路的最大功率为 _____ W.

解析:首先要考虑用电器的安全,加在用电器上的电压不能高于其额定电压. 由 $P = \frac{U^2}{R}$ 知 $U = \sqrt{PR}$, 可得两电阻的额定电压分别为 20 V 和 10 V,故两电阻并联时,所允许的最高电压为 10 V.

两电阻并联的等效电阻为:

$$R_{\#} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \times 12.5}{100 + 12.5} \Omega = \frac{100}{9} \Omega$$

由欧姆定律知,干路中允许通过的最大电流为:

$$I_m = \frac{U}{R_{\#}} = \frac{10}{\frac{100}{9}} \text{ A} = 0.9 \text{ A}$$

该并联电路的功率为:

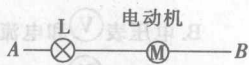
$$P = I_m U = 9 \text{ W}$$

答案:10 0.9 9

点评:要使用电器安全工作,实际电压不能高于用电器的额定电压. 本题中运用的等效法是一种重要的思维方法和解题方法.

变式训练 2

如图所示,灯 L 上标有“200 W”字样,电动机上标有“2000 W”字样,在 A、B 两端加上 220 V 的电压时,灯和电动机均正常工作.求电灯正常工作时的电阻.



互动平台

育才老师和细心同学关于小明家电网改造后用电情况变化的对话

细心:老师,我已能帮小明解释他家电网改造后出现的状况了.电网改造后,电压升高,白炽灯的功率会增大,这样使用寿命势必缩短了,因而灯泡更换得更勤了;又由于电压升高,家中用电器的功率会增大,在用电器的数量没有变化的情况下,用电会更多,在电价不变的前提下,所交的电费也会变多.但电冰箱的运转时间变短了,这点我想不太明白.

育才:前面你分析得不错!仍按你的思路,电压升高,电冰箱运转时的制冷功率会增大,原来用较长时间才能达到的制冷效果,现在用较短时间就会达到,因此,冰箱的运转时间会变短.

粗心同学与细心同学关于计算电功率的对话

粗心:现在求电功率没问题了,用 $P=UI$ 或 $P=I^2R$ 或 $P=\frac{U^2}{R}$ 都能搞定.

细心:若电路是非纯电阻电路,能量是怎样转化的?

粗心:消耗的电能只有部分转化为内能,即 $W>Q$.

细心:好!由 $W>Q$ 可得出 $UI>I^2R$ 和 $I\neq\frac{U}{R}$,这

说明什么?

粗心:这说明电功率大于发热功率,欧姆定律对此类电路不适用, $P=UI\neq I^2R$, $P=UI\neq\frac{U^2}{R}$. 因此计算非纯电阻电路的电功率只能用公式 $P=UI$ 来计算.

细心:顺便提醒你,这种情况下的发热功率也只能用公式 $P=I^2R$ 来计算,用 $\frac{U^2}{R}$ 算出来的既不是电功率,也不是热功率.

课时 5 闭合电路欧姆定律(I)

课前导航

手电筒里的两节干电池,已经用了较长时间,手电筒只能发出很微弱的光.小聪把电池取出来后,正准备扔掉,妈妈走过来说:“别扔!”然后接住电池,把它们装入了台式电子钟里.小聪发现电子钟能正常工作,十分好奇.

请你思考:

(1)为什么放在手电筒里只能使灯泡发出微弱光的电池,放入电子钟里却能使电子钟正常工作?

(2)这个台式电子钟正常工作时的电流比小灯泡正常工作时的电流大,还是小?

(3)影响一个闭合回路中的电流的因素有哪些?

知识精析

1. 电源电动势

(1)电源的作用:把电源接入电路中,会在电路中形成电场,使电荷做定向移动而形成电流.在此过程中,要消耗其他形式的能,即电源是把其他形式的能转化为电能的装置.

(2)电动势 E 的定义:是表征电源把其他形式的能转化为电能的本领的物理量,其大小由电源本身的特性决定,与外电路的结构无关.

在数值上,它等于电源没有接入电路时两极间的电压,也等于电路中通过 1 C 电荷量时电源所提供的电能,还等于电源接入电路时内外电压之和.

2. 闭合电路

(1)闭合电路由内电路和外电路两部分组成.

从电源的负极通过电源内部到电源的正极为内电路,内电路的电阻称为内阻;从电源的正极经用电器到电源的负极为外电路,外电路的电阻称为外阻。

(2)内电压($U_{内}$):电流流经内电路,沿电流方向产生的电势降落。

外电压($U_{外}$):电流流经外电路,沿电流方向产生的电势降落。

(3)在闭合电路中电源内部电势升高的数值等于电路中电势降落的数值,即 $E=U_{内}+U_{外}$ 。

3. 闭合电路欧姆定律

(1)内容:闭合电路中的电流跟电源的电动势成正比,跟内外电路的电阻之和成反比。

(2)表达式: $I = \frac{E}{R+r}$

(3)适用条件:纯电阻电路(对确定的电源, E 和 r 认为是不变的)。

(4)闭合电路欧姆定律常见的变形式: $E=IR+Ir$ (适用于纯电阻电路)或 $E=U+Ir$ (不仅适用于纯电阻电路,也适用于非纯电阻电路)。

方法指导

一、直流电路的动态分析

(1)先分清电路结构(有时要画出等效电路),弄清各电表是测哪段电路的哪个物理量,弄清变阻器电阻变化的情况。

(2)处理好部分和整体的关系,一个电阻的变化可以引起电路中一系列电学量的变化,可谓“牵一发而动全身”。分析时,要注意内外电路的联系及干路、支路的关系。

分析电路的常见思路:部分电路电阻的变化→总电阻($R_{外}$)的变化→总电流的变化→内电压的变化→路端电压的变化。应先分析电阻值不变的部分电路,再分析电阻值变化的部分电路。

几个基本推论:

①串联电阻的个数增多或任一电阻增大,其等效电阻必增大。

②并联电阻的个数增多或任一电阻减小,其等效电阻必减小,反之增加。

③可变电阻无论是串联在电路中还是并联在电路中,只要可变电阻值变大,则 $R_{外}$ 必增大。

例1 如图5-1所示,当滑动变阻器 R_3 的滑动触头向上移动时 ()

A. 电压表(V)和电流表

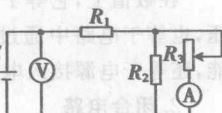


图5-1

(A)的示数都增大

B. 电压表(V)和电流表(A)的示数都减小

C. 电压表(V)的示数增大,电流表(A)的示数减小

D. 电压表(V)的示数减小,电流表(A)的示数增大

解析:将 P 向上滑动时, R_3 变大,外电路中的总电阻变大,路端电压变大,所以电压表的示数变大。干路中的电流 I_1 变小, R_1 的两端电压变小,故 R_2 与 R_3 并联的总电压 $U_{23}=U_{端}-U_1$ 变大,流过 R_2 的电流变大,又 $I_2+I_3=I_1$, 因此 I_3 变小,即电流表的示数减小。故选 C。

答案:C

点评:在分析动态电路时,还可以用“串反并同”的规律。先弄清变化电阻的阻值是如何变化的,然后判断各电表(用电器)分别与该电阻是串联还是并联的关系(判断时假定电路只有该两部分)。若是串联的关系,则电表中的电压、电流、电功率与动态电阻的阻值反步调变化,即“串反”,反之则同步调变化,即“并同”。

变式训练1

在如图5-2所示的电路中,闭合开关,灯 L_1 、 L_2 正常发光。由于电路出现故障,突然发现灯 L_1 变亮,灯 L_2 变暗,电流表的示数变小,则发生的故障可能是 ()

- A. R_1 断路 B. R_2 断路
C. R_3 断路 D. R_4 断路

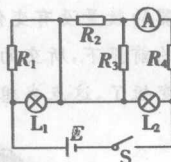


图5-2

2. 闭合电路欧姆定律的应用

(1)电源的等效(对分析、计算电路有很大帮助)

① n 个相同电源(E, r)串联 $\xrightarrow{\text{等效电源}} E'=nE, r'=nr$

② n 个相同电源(E, r)并联 $\xrightarrow{\text{等效电源}} E'=E, r'=\frac{r}{n}$

(2)含电容器的电路

电容器在直流电路中,当电路达到稳定状态时,电容器相当于一个阻值无限大的元件,故其所在电路可视为断路。分析和计算含有电容器的直流电路时,准确判断和求出电容器两端的电压是解题的关键。

具体方法是:

①分析电路结构及电路结构的变化。

②分析在前后两种状态下电容器两端的电压及其带电荷量。在分析时应抓住两点:一是电路稳定时,电容器两极板间的电压不变,电容器连接处相当于电路在该处断开,与电容器串联的电阻的两端电压一定为零;二是稳定时,电容器两极板间的电压等于与它并联的支路