



sina 新浪考试 特别  
edu.sina.com.cn 合作

# 全能 新教材学习法

**精心讲解 全面提升能力**

**全国部分重点中学一线骨干教师联袂编写**

学科主编/苏明义(北京市海淀区物理特级教师)

总主编/刘 强



联合国教科文组织指出:  
未来的文盲是那些没有学会怎样学习的人

人教大纲版

## 高二物理 下

北京出版社出版集团  
BEIJING PUBLISHING HOUSE (GROUP)

北京教育出版社  
BEIJING EDUCATION PUBLISHING HOUSE

# 全能 新教材学习法

全国部分重点中学一线骨干教师联袂编写

人教大纲版

## 高二物理 下

总主编：刘 强

学科主编：苏明义

本册主编：李善恒

本册编者：林则祥 王月华

张如玉 张红晓



北京出版社出版集团  
BEIJING PUBLISHING HOUSE (GROUP)



北京教育出版社  
BEIJING EDUCATION PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

全能新教材学习法:人教大纲版.高二物理/刘强主编. -北京:北京教育出版社,2007.10  
ISBN 978-7-5303-6134-4

I.全... II.刘... 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 164758 号

## 全能新教材学习法

人教大纲版·高二物理(下)

刘 强 总主编

\*

北京出版社出版集团 出版  
北京教育出版社  
(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

网址:www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

全国各地书店经销

汇鑫印务有限公司印刷

\*

787×930 20开本 16印张 300000字  
2007年10月第1版 2007年10月第1次印刷

ISBN 978-7-5303-6134-4/G·6053

定价:16.80元

版权所有 翻印必究

如发现质量问题,请与我们联系

地址:北京市海淀区彩和坊路8号天创科技大厦8层 邮编:100080 网址:www.qqbook.cn  
质量投诉电话:(010)62698883, 62380997, 58572393 邮购电话:(010)51286111-6986

## 目 录

## 第 14 章 恒定电流 ..... 1

## 第 1 节 欧姆定律 ..... 1

本节知识概要 ..... 1

教材知识全解 ..... 1

本节高考题选 ..... 5

基本能力训练 ..... 6

教材习题答案 ..... 8

休闲驿站 ..... 8

## 第 2~4 节 电阻定律 电阻率 半导

体及其应用 超导及其应用

用 ..... 9

本节知识概要 ..... 9

教材知识全解 ..... 9

本节高考题选 ..... 12

基本能力训练 ..... 13

教材习题答案 ..... 14

休闲驿站 ..... 14

## 第 5 节 电功和电功率 ..... 15

本节知识概要 ..... 15

教材知识全解 ..... 15

本节高考题选 ..... 19

基本能力训练 ..... 19

教材习题答案 ..... 21

休闲驿站 ..... 22

## 第 6 节 闭合电路欧姆定律 ..... 23

本节知识概要 ..... 23

教材知识全解 ..... 23

本节高考题选 ..... 29

基本能力训练 ..... 30

教材习题答案 ..... 32

休闲驿站 ..... 32

## 第 7 节 电压表和电流表 伏安法

测电阻 ..... 33

本节知识概要 ..... 33

教材知识全解 ..... 33

本节高考题选 ..... 38

基本能力训练 ..... 40

教材习题答案 ..... 43

休闲驿站 ..... 43

## 实验 6 描绘小灯泡的伏安特性曲线

..... 44

本节知识概要 ..... 44

教材知识全解 ..... 44

本节高考题选 ..... 46

基本能力训练 ..... 48

休闲驿站 ..... 50

## 实验 7 测定金属的电阻率 ..... 51

本节知识概要 ..... 51

教材知识全解 ..... 51

本节高考题选 ..... 54

基本能力训练 ..... 55

休闲驿站 ..... 57

## 实验 8 把电流表改装为电压表 ..... 58

本节知识概要 ..... 58

教材知识全解 ..... 58



|                              |    |
|------------------------------|----|
| 本节高考题选                       | 61 |
| 基本能力训练                       | 62 |
| 休闲驿站                         | 64 |
| <b>实验 9 研究闭合电路欧姆定律</b>       | 65 |
| 本节知识概要                       | 65 |
| 教材知识全解                       | 65 |
| 基本能力训练                       | 67 |
| 休闲驿站                         | 68 |
| <b>实验 10 测定电源电动势和内阻</b>      | 69 |
| 本节知识概要                       | 69 |
| 教材知识全解                       | 69 |
| 本节高考题选                       | 73 |
| 基本能力训练                       | 75 |
| 休闲驿站                         | 77 |
| <b>实验 11 练习使用示波器</b>         | 78 |
| 本节知识概要                       | 78 |
| 教材知识全解                       | 78 |
| 本节高考题选                       | 82 |
| 基本能力训练                       | 82 |
| 休闲驿站                         | 84 |
| <b>实验 12 用多用电表探索黑箱内的电学元件</b> | 85 |
| 本节知识概要                       | 85 |
| 教材知识全解                       | 85 |
| 本节高考题选                       | 90 |
| 基本能力训练                       | 91 |
| 休闲驿站                         | 93 |
| <b>实验 13 传感器的简单应用</b>        | 94 |
| 本节知识概要                       | 94 |
| 教材知识全解                       | 94 |
| 本节高考题选                       | 96 |
| 基本能力训练                       | 97 |
| 休闲驿站                         | 98 |
| <b>章末总结提高</b>                | 99 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第 14 章综合检测题</b>                 | 108 |
| <b>第 15 章 磁 场</b>                  | 113 |
| <b>第 1 节 磁场 磁感线</b>                | 113 |
| 本节知识概要                             | 113 |
| 教材知识全解                             | 113 |
| 本节高考题选                             | 116 |
| 基本能力训练                             | 116 |
| 教材习题答案                             | 117 |
| 休闲驿站                               | 118 |
| <b>第 2 节 安培力 磁感应强度</b>             | 119 |
| 本节知识概要                             | 119 |
| 教材知识全解                             | 119 |
| 本节高考题选                             | 121 |
| 基本能力训练                             | 121 |
| 教材习题答案                             | 124 |
| 休闲驿站                               | 125 |
| <b>第 3~4 节 电流表的工作原理 磁场对运动电荷的作用</b> | 126 |
| 本节知识概要                             | 126 |
| 教材知识全解                             | 126 |
| 本节高考题选                             | 127 |
| 基本能力训练                             | 129 |
| 教材习题答案                             | 132 |
| 休闲驿站                               | 132 |
| <b>第 5 节 带电粒子在磁场中的运动 质谱仪</b>       | 133 |
| 本节知识概要                             | 133 |
| 教材知识全解                             | 133 |
| 本节高考题选                             | 138 |
| 基本能力训练                             | 139 |
| 教材习题答案                             | 140 |
| 休闲驿站                               | 140 |

|                                                        |     |                                           |     |
|--------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----|
| <b>第6节 回旋加速器</b> .....                                 | 141 | 休闲驿站 .....                                | 188 |
| 本节知识概要 .....                                           | 141 | <b>第5节 自感现象</b> .....                     | 189 |
| 教材知识全解 .....                                           | 141 | 本节知识概要 .....                              | 189 |
| 本节高考题选 .....                                           | 144 | 教材知识全解 .....                              | 189 |
| 基本能力训练 .....                                           | 145 | 本节高考题选 .....                              | 194 |
| 休闲驿站 .....                                             | 145 | 基本能力训练 .....                              | 195 |
| <b>章末总结提高</b> .....                                    | 146 | 休闲驿站 .....                                | 196 |
| <b>第15章综合检测题</b> .....                                 | 154 | <b>第6节 日光灯原理</b> .....                    | 197 |
| <b>第2学期期中测试题</b> .....                                 | 158 | 本节知识概要 .....                              | 197 |
| <b>第16章 电磁感应</b> .....                                 | 163 | 教材知识全解 .....                              | 197 |
| <b>第1节 电磁感应现象</b> .....                                | 163 | 本节高考题选 .....                              | 199 |
| 本节知识概要 .....                                           | 163 | 基本能力训练 .....                              | 200 |
| 教材知识全解 .....                                           | 163 | 休闲驿站 .....                                | 201 |
| 本节高考题选 .....                                           | 168 | <b>第7节 涡流(略)</b> .....                    |     |
| 基本能力训练 .....                                           | 169 | <b>章末总结提高</b> .....                       | 202 |
| 教材习题答案 .....                                           | 171 | <b>第16章综合检测题</b> .....                    | 208 |
| 休闲驿站 .....                                             | 172 | <b>第17章 交变电流</b> .....                    | 213 |
| <b>第2节 法拉第电磁感应定律——</b><br><b>感应电动势的大小</b> .....        | 173 | <b>第1节 交变电流的产生和变化规律</b><br>.....          | 213 |
| 本节知识概要 .....                                           | 173 | 本节知识概要 .....                              | 213 |
| 教材知识全解 .....                                           | 173 | 教材知识全解 .....                              | 213 |
| 本节高考题选 .....                                           | 176 | 本节高考题选 .....                              | 215 |
| 基本能力训练 .....                                           | 177 | 基本能力训练 .....                              | 216 |
| 教材习题答案 .....                                           | 179 | 休闲驿站 .....                                | 216 |
| 休闲驿站 .....                                             | 179 | <b>第2节 表征交变电流的物理量</b> .....               | 217 |
| <b>第3~4节 楞次定律——感应电流</b><br><b>的方向 楞次定律的应用</b><br>..... | 180 | 本节知识概要 .....                              | 217 |
| 本节知识概要 .....                                           | 180 | 教材知识全解 .....                              | 217 |
| 教材知识全解 .....                                           | 180 | 本节高考题选 .....                              | 219 |
| 本节高考题选 .....                                           | 184 | 基本能力训练 .....                              | 221 |
| 基本能力训练 .....                                           | 184 | 教材习题答案 .....                              | 222 |
| 教材习题答案 .....                                           | 187 | 休闲驿站 .....                                | 222 |
|                                                        |     | <b>第3节 电感和电容对交变电流的</b><br><b>影响</b> ..... | 223 |

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 223 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 223 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 225 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材习题答案 | 226 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 226 |
|------|-----|

|         |     |
|---------|-----|
| 第4节 变压器 | 227 |
|---------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 227 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 227 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节高考题选 | 230 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 232 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材习题答案 | 233 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 234 |
|------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第5节 电能的输送 | 235 |
|-----------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 235 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 235 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节高考题选 | 237 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 237 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材习题答案 | 239 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 240 |
|------|-----|

|               |  |
|---------------|--|
| 第6节 三相交变电流(略) |  |
|---------------|--|

|        |     |
|--------|-----|
| 章末总结提高 | 241 |
|--------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第17章综合检测题 | 248 |
|-----------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 第18章 电磁场和电磁波 | 252 |
|--------------|-----|

|          |     |
|----------|-----|
| 第1节 电磁振荡 | 252 |
|----------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 252 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 252 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节高考题选 | 255 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 255 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 256 |
|------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 第2节 电磁振荡的周期和频率 | 257 |
|----------------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 257 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 257 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节高考题选 | 258 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 258 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材习题答案 | 259 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 260 |
|------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| 第3~4节 电磁场 电磁波 | 261 |
|---------------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 261 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 261 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节高考题选 | 263 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 263 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材习题答案 | 265 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 265 |
|------|-----|

|                  |  |
|------------------|--|
| 第5~6节 无线电波的发射和接收 |  |
|------------------|--|

|       |     |
|-------|-----|
| 电视 雷达 | 266 |
|-------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节知识概要 | 266 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 教材知识全解 | 266 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 本节高考题选 | 268 |
|--------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 基本能力训练 | 269 |
|--------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 休闲驿站 | 269 |
|------|-----|

|        |     |
|--------|-----|
| 章末总结提高 | 270 |
|--------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第18章综合检测题 | 273 |
|-----------|-----|

|           |     |
|-----------|-----|
| 第2学期期末测试题 | 276 |
|-----------|-----|

|      |     |
|------|-----|
| 参考答案 | 281 |
|------|-----|

## 第14章 恒定电流

## 本章概述

本章为电学基础知识,也是历年高考考点分布的重点内容之一.其中电学实验是高考必考内容,而且题型多变.

本章介绍了欧姆定律、闭合电路欧姆定律、焦耳定律和电阻定律.通过对这些规律的学习,培养了学生应用物理知识分析问题和处理问题的能力.

本章介绍了电阻的测量,测量干电池的电动势和内阻,欧姆表的使用,小灯泡的伏安特性曲线的描绘等实验,通过对实验的学习,培养学生的动手能力,处理数据的能力,创新能力等.

## 第 1 节 欧姆定律

## ◎ 本节知识概要 ◎

知识鸟瞰★提纲挈领

本节介绍了电流、直流、恒定电流、电阻等基本概念,知道导体的伏安特性曲线是什么形状,并会依据图线正确找出信息.

欧姆定律的内容与初中相比不同,这里是用比值的方式定义的.

以思考与讨论的方式探讨并理解掌握电流的微观表达式.



## 教材知识全解

## 1. 电流

(1) 定义:电荷的定向移动形成电流.

(2) 形成电流的必要条件

①要有能自由移动的电荷——自由电荷.

②要有能驱使电荷做定向移动的作用力——存在电场,使导体两端有电压.

电源的作用就是保持导体两端的电压,从而使电路中有持续的电流.电源的种类有:干电池、蓄电池、发电机等.

(3) 电流的方向:电流的方向是规定的,在习惯上规定正电荷定向移动的方向为电流的方向,而实际上,在金属导体中自由移动的电荷是自由电子,即在金

例1 关于电流的说法中正确的是 ( )

- A. 根据  $I = \frac{q}{t}$ , 可知  $I$  与  $q$  成正比  
 B. 如果在任何相等的时间内通过横截面的电荷量相等,则导体中的电流是恒定电流  
 C. 电流有方向,电流是矢量  
 D. 电流的单位“安培”是国际单位制中的基本单位

解析 依据电流的定义式可知,电流与  $q$ 、 $t$  皆无关,显然选项 A 是错误的;虽然电流是标量,但是却有方向,因此在任何相等的时间内通过导体横截面的电荷量虽然相等,但如果方向变化,电流也不是恒定电流,所以选项 B 也是错误的;电流是标量,故选项 C 也不对.

答案: D



属中电流的方向与自由电子的定向移动方向相反。电解液中,电流方向与正离子定向移动方向相同,与负离子定向移动方向相反。

- (4) 电流的定义、定义式:通过导体横截面的电荷量  $q$  跟通过这些电荷量所用时间  $t$  的比值称为电流。其定义式为:  $I = \frac{q}{t}$ 。

注:引入电流的目的是描述电流的强弱。

- (5) 电流的单位:电流的单位是安培,简称安,用符号 A 表示。

电流的单位是基本单位,其单位的定义为:如果在 1 s 内通过导体横截面的电荷量是 1 C,导体中的电流就是 1 A。  
 $1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \mu\text{A}$ 。

注:电流是标量。

- (6) 直流与恒定电流:方向不随时间改变的电流叫做直流,方向与强弱都不随时间改变的电流叫做恒定电流。

## 2. 电阻

- (1) 电阻的引入目的:描述导体对电流的阻碍作用。

- (2) 电阻的定义:加在导体两端的电压  $U$  与通过导体的电流  $I$  的比值,对同一段导体而言是一个恒量,此恒量叫做导体的电阻。

- (3) 电阻的定义式:导体电阻的定义式为  $R = \frac{U}{I}$ 。

- (4) 电阻的单位:电阻的单位是欧姆,简称欧,用符号  $\Omega$  表示。

注:电阻是标量。

## 3. 欧姆定律

- (1) 内容:通过导体的电流  $I$  跟导体两端的电压  $U$  成正比,与导体的电阻  $R$  成反比。

- (2) 数学表达式:  $I = \frac{U}{R}$ 。

注:根据欧姆定律定义出电阻的单位:即如果在某段导体的两端加上 1 V 的电压,通过的电流为 1 A,则这段导体的电阻就是 1  $\Omega$ ,所以有:

$$1 \Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ A} \quad 1 \text{ M}\Omega = 10^3 \text{ k}\Omega = 10^6 \Omega$$

例 2 下列说法中正确的是 ( )

- A. 只要导体中无电流,其内部自由电荷就停止运动  
B. 电流的单位是 A  
C. 电源的作用是为电路持续地提供自由电荷  
D. 一切物体只要其两端有电势差,就能产生电流

解析:本题考查了学生对概念的理解,只要准确地理解了电流产生的条件、电流的单位和物理量属性,就可作出正确解答。

导体中无电流表明其内部自由电荷没有定向移动,但永不停息的热运动仍然存在,故 A 错;电流的单位是 A,是七个国际基本单位之一, B 对;电源的作用是保持导体两端有电压,而自由电荷是导体本身具有的,故 C 错;产生电流的条件是导体两端有电势差,其前提是导体,非导体两端就算有电压,也不会产生电流,故 D 错。

答案: B

例 3 关于欧姆定律,下列说法中错误的是 ( )

- A. 从关系式  $U = IR$  可知,对于一个确定的导体来说,如果通过的电流越大,则导体两端的电压也越大  
B. 从关系式  $R = \frac{U}{I}$  可知,导体的电阻跟导体两端的电压成正比,跟导体中的电流成反比  
C. 从关系式  $I = \frac{U}{R}$  可知,导体中电流跟导体两端的电压成正比,跟导体的电阻成反比  
D. 从关系式  $R = \frac{U}{I}$  可知,对一个确定的导体来说,所加的电压跟通过导体的电流的比值是一定值

## (3)理解

①欧姆定律适用于金属导体,对电解液导电也适用.不适用于气体导电.

②欧姆定律中  $I$ 、 $U$ 、 $R$  三者应具有“同体性”和“同时性”.

③对于给定的导体,它的电阻是一定的,与导体两端是否有电压及导体内是否有电流通过均无关.所以不能说电阻和电压成正比,与电流大小成反比.通常我们用  $R = \frac{U}{I}$  来计算导体电阻的大小.



## 重点问题探究

## 4. 弄清几个关系式

$$(1) I = \frac{q}{t} \text{ 和 } I = \frac{U}{R}$$

$I = \frac{q}{t}$  是电流的定义式,不反映  $I$  和  $q$

成正比及  $I$  与  $t$  成反比的关系,同时电流也不是由  $q$  和  $t$  所决定的.

$I = \frac{U}{R}$  是电流的决定式,即  $I$  与  $U$  成正比,与  $R$  成反比.

$$(2) U = IR \text{ 和 } R = \frac{U}{I}$$

$U = IR$  是电压的计算式.

$R = \frac{U}{I}$  是电阻的定义式,也是电阻的测量式.

## 5. 导体的伏安特性曲线

导体的伏安特性曲线是通过导体的电流随导体两端的电压的变化而变化的曲线.

定值电阻的伏安特性曲线是一条过原点的斜线,此斜线的斜率的物理意义是:斜率的大小等于电阻的阻值大小的倒数,即  $\tan \alpha = \frac{I}{U} = \frac{1}{R}$  (如图14-1-1所示).

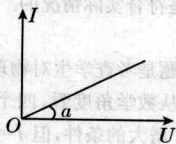


图 14-1-1

解析:将欧姆定律的数学表达式  $I = \frac{U}{R}$  转换成

公式  $R = \frac{U}{I}$  和公式  $U = IR$ , 其中公式  $I = \frac{U}{R}$

表示电流的决定式,即  $I$  与  $U$  成正比,与  $R$  成

反比;公式  $R = \frac{U}{I}$  是电阻的定义式;公式  $U =$

$IR$  是电流  $I$  经过电阻  $R$  的电压降,即  $U$  与  $I$  成正比( $R$  一定时),与  $R$  成正比( $I$  一定时),所以 A、C、D 都是正确的说法.故本题选 B.

答案:B

例4 加在某段金属导体上的电压变为原来的3倍时,导体中的电流增加了0.9 A,如果所加的电压为原来的  $\frac{1}{2}$  时,导体中的电流变为多少?

解析:设金属导体的电阻为  $R$ ,导体上原来的电压为  $U_0$ ,通过的电流为  $I_0$ ,则当电压变为原来的3倍时,由欧姆定律得

$$I_0 = \frac{U_0}{R} \quad (1)$$

$$I_0 + 0.9 \text{ A} = \frac{3U_0}{R} \quad (2)$$

由①②可得  $\frac{U_0}{R} = 0.45 \text{ A}$ ,

所以当电压变为原来的  $\frac{1}{2}$  时

$$I = \frac{U_0}{R} = \frac{0.45}{2} \text{ A} = 0.225 \text{ A}.$$

点拨:本题考查了学生对  $I = \frac{U}{R}$  的掌握情况,

其中在  $U$ 、 $I$  变化时, $R$  不变是一个较好的突破口.

例5 如图14-1-3所示的伏安特性图线中,(1)电阻之比  $R_1:R_2 =$  \_\_\_\_\_; (2)若两个导体中电流相等(不为零)时,电压之比  $U_1:U_2 =$  \_\_\_\_\_; (3)若两个导体的电压相等时,电流之比  $I_1:I_2 =$  \_\_\_\_\_.

伏安特性曲线是一条直线的电学元件为线性元件;伏安特性曲线不是一条直线的电学元件为非线性元件。

## 6. 电流的微观表达

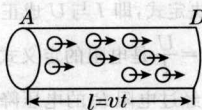


图 14-1-2

$I = nqSv$ , 如图 14-1-2 所示, 导体长为  $l$ , 两端加一定的电压, 导体中的自由电荷定向移动的速率为  $v$ , 横截面积为  $S$ , 单位体积内的自由电荷数为  $n$ , 每个自由电荷的电荷量为  $q$ . 则  $AD$  导体中自由电荷总数为  $N = nlS$ , 总电荷量为  $Q = Nq = nlSq$ , 电荷通过横截面  $D$  所需时间为  $t = \frac{l}{v}$ , 则  $AD$  中的电流:  $I = \frac{Q}{t} = \frac{nlSq}{l/v} = nqSv$ .

可见, 从微观上看, 电流取决于导体中单位体积内的自由电荷数、每个自由电荷的电荷量、定向移动速度, 还与导体的横截面积有关。

## 7. 正确区分导体中的三种速率

- (1) 电场传播速率(或电流传导速率). 它等于光速. 平时一合上电闸, 用电器中立即就有电流, 就是这个原因.
- (2) 无规则热运动的速率. 无论导体中是否形成电流, 都存在热运动, 其平均速率的数量级约  $10^5$  m/s.
- (3) 电荷形成电流时定向移动的速率. 它与导体中的电流, 横截面积大小以及自由电荷的密度有关, 其数量级仅为  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  m/s.

## 8. 计算电流常见的三种模型

### (1) 一种电荷的定向移动

这是计算电流最简单的一种模型, 直接用  $I = \frac{q}{t}$  进行求解, 其中  $q$  是  $t$  时间内通过导体横截面的电荷量.

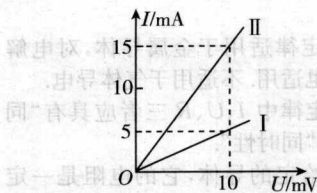


图 14-1-3

解析: 明确图象的物理意义, 在  $I-U$  图象(定值电阻)中, 电阻的大小等于图线斜率的倒数.

$$(1) R_1 = \frac{\Delta U}{\Delta I_1} = \frac{10 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} \Omega = 2 \Omega,$$

$$R_2 = \frac{\Delta U_2}{\Delta I_2} = \frac{10 \times 10^{-3}}{15 \times 10^{-3}} \Omega = \frac{2}{3} \Omega.$$

$$\text{即 } R_1 : R_2 = 2 : \frac{2}{3} = 3 : 1.$$

(2) 由欧姆定律, 对两个不同的导体,  $I$  相同,  $U \propto R$ , 故  $U_1 : U_2 = R_1 : R_2 = 3 : 1$ .

(3) 由欧姆定律, 对两个不同的导体,  $U$  相同,  $I \propto \frac{1}{R}$ , 故  $I_1 : I_2 = R_2 : R_1 = 1 : 3$ .

答案: (1) 3 : 1 (2) 3 : 1 (3) 1 : 3

## 例 6 某金属导线内电流增强是因为 ( )

- A. 导体内自由电子密度增大
- B. 自由电荷定向移动速率增大
- C. 自由电荷电荷量增大
- D. 导体横截面积增大

解析: 正确把握金属导体中电流微观解释  $I = nqvS$  中各物理量的意义, 再联系实际情况即可作出正确解答.  $n$  指导体内自由电荷密度, 取决于导体材料本身, 与其他因素无关, 故 A 错误;  $q$  指自由电荷的电荷量, 而金属中的自由电荷是自由电子, 故带电荷强度量恒为  $e$ , 因此 C 错误; 导体的横截面积取决于导体的形状, 不可能突然变化, 因此 D 错误; 因此只剩下 B 是符合实际情况的.

答案: B

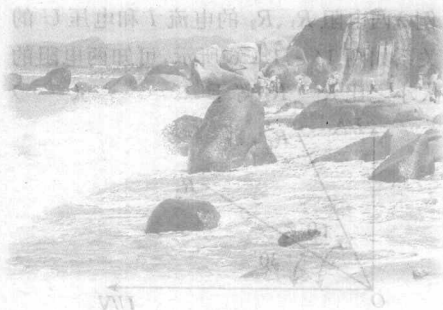
点拨: 本题是考查学生对物理规律应用的典型题. 单纯从数学角度看, 四个答案均符合题干中电流  $I$  增大的条件, 但  $I = nqvS$  中的  $n, q, S$

- (2) 一个电荷做高速圆周运动(环形电流)  
 对这种模型关键是理解“间断和连续”之间的转化. 电荷运动时有两个特点: 一是循环性, 一是高速性, 正是这两个特性使问题从“间断”向“连续”转化, 这种模型可用  $I = \frac{q}{T}$  来求( $T$  为运动的周期), 其中  $q$  是电荷的电荷量.

(3) 两种电荷的定向移动

这种类型的特点是: 正、负电荷移动方向相反, 但形成电流同向, 因此有  $I = \frac{q}{t} = I_+ + I_-$ . 其中  $q$  是  $t$  时间内通过导体横截面的正、负电荷的总电荷量.

分别取决于导体材料种类、自由电荷所带电荷量、导体形状, 不可能脱离实际情况突变, 因此有“物理规律描述的数学公式应符合实际情况”的要求.



### 本节高考题选

借鉴高考 ★ 朱雨桐编

- 例 1** (2007 · 上海) 某同学设计了如图 14-1-4 所示电路研究电源输出功率变化情况. 电源电动势、内电阻恒定,  $R_1$  为滑动变阻器,  $R_2$ 、 $R_3$  为定值电阻, A、V 为理想电表.  
 (1) 若滑片  $P$  由  $a$  滑至  $b$  时, A 示数一直变小, 则  $R_1$  和  $R_2$  必须满足的关系是 \_\_\_\_\_.

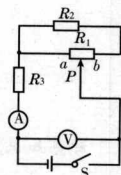


图 14-1-4

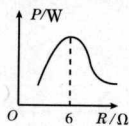


图 14-1-5

- (2) 若  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 12 \Omega$ , 电源内阻  $r = 6 \Omega$ , 当滑片  $P$  由  $a$  滑至  $b$  时, 电源  $E$  的输出功率  $P$  与外电路总电阻  $R$  的变化关系如图 14-1-5 所示, 则  $R_3$  的阻值应该选择 ( )

- A.  $2 \Omega$                       B.  $4 \Omega$   
 C.  $6 \Omega$                       D.  $8 \Omega$

**解析:** (1) 滑片  $P$  由  $a$  滑至  $b$  时, A 示数一直变小, 说明电路中总电阻一直增大, 即  $R_{Pb}$  与  $R_2$  串联后又与  $R_{aP}$  并联的电阻一直

变大, 则应满足  $R_1 \leq R_2$ . (2) 从  $P-R$  图象可看出, 当  $R_{\text{外}} = 6 \Omega$  时, 电源的输出功率最大, 即滑片从  $a$  滑至  $b$  的过程中, 输出功率先增大后减小, 所以  $R_3 = 6 \Omega$ , 则滑片在  $a$  端时输出功率最大, 这与图象矛盾. 当滑片在  $b$  端时, 并联电阻最大, 且  $R_{\text{并}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 4 \Omega$ , 所以  $R_3$  不可能等于  $2 \Omega$ , 若  $R_3 = 2 \Omega$ , 则滑片在  $b$  端时输出功率最大, 这也与  $P-R$  图象矛盾, 故  $R_3 = 4 \Omega$ .

**答案:** (1)  $R_1 \leq R_2$  (2) B

**例 2** 有一横截面积为  $S$  的铜导线, 流经其中的电流为  $I$ , 设每单位体积的导线中有  $n$  个自由电子, 电子的电荷量为  $q$ , 此时电子的定向移动速度为  $v$ , 在  $\Delta t$  时间内, 通过导线横截面的自由电子数目可表示为 ( )

- A.  $nvS\Delta t$                       B.  $nv\Delta t$   
 C.  $\frac{I\Delta t}{q}$                           D.  $\frac{I\Delta t}{Sq}$

**解析:** 设通过导线横截面的自由电子数目为  $N$ , 由电流微观表达式有

$$I = nqSv$$

①



又  $I = \frac{Nq}{\Delta t}$  ②

由①②知:  $N = n v S \Delta t$ ,

由②知:  $N = \frac{I \cdot \Delta t}{q}$ .

所以选项 A、C 正确.

**例 3** 两电阻  $R_1$ 、 $R_2$  的电流  $I$  和电压  $U$  的关系如图 14-1-6 所示, 可知两电阻的大小之比  $R_1 : R_2$  等于 ( )

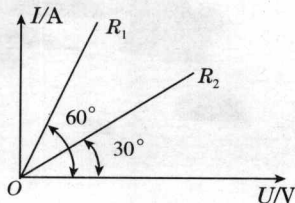


图 14-1-6

A. 1 : 3      B. 3 : 1

C. 1 :  $\sqrt{3}$       D.  $\sqrt{3}$  : 1

解析: 由欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$  知

$R = \frac{U}{I}$ , 由图象知  $\frac{U}{I} = \cot \theta$ ,

$\therefore R_1 = \cot 60^\circ, R_2 = \cot 30^\circ$ ,

$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\cot 60^\circ}{\cot 30^\circ} = \frac{1}{3}$ ,

所以 A 正确.

答案: A

## 基本能力训练

紧跟教材 ★ 随堂巩固

1. 关于电流, 下列说法中正确的是 ( )

考查知识点 1.8

- A. 开关一闭合电灯就亮, 证明电荷定向移动的速率非常大
- B. 铜线通电后, 其内部自由电荷沿电流的反方向运动, 铜离子运动方向与电流方向相同
- C. 电解液通电后, 正离子定向移动方向和电流方向相同, 负离子定向移动方向与电流方向相反
- D. 电流传导的速率即为自由电荷定向移动速率

2. 关于电源的作用, 下列说法中正确的是 ( )

考查知识点 1

- A. 电源的作用是能为电路持续提供自由电荷
- B. 电源的作用是使导体中形成电场
- C. 电源的作用就是能保持导体两端的电压, 使电路中有持续的电流
- D. 电源的作用就是使自由电荷运动起来

3. 下列说法中正确的是 ( )

考查知识点 2、3、4

- A. 由  $R = \frac{U}{I}$  知道, 一段导体的电阻跟它两端的电压成正比, 跟通过它的电流成反比
- B. 由  $I = \frac{U}{R}$  知道, 通过一段导体的电流跟加在它两端的电压成正比
- C. 比较几只电阻的  $I-U$  图象可知, 电流变化相同时, 电压变化较小的图线属于阻值较大的那个电阻

D. 导体的电流越大,电阻就越大

4. 如图 14-1-7 所示,能正确表示出线性元件的伏安特性曲线的是

( )

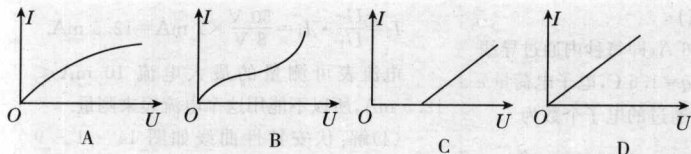


图 14-1-7

5. 在图 14-1-8 所示的电路里,连接着一段导线(电炉丝)AB. 导线两端的电压可由电压表读出,导线中的电流可由电流表读出,改变滑动变阻器上的滑片  $P$  的位置,可以改变导线两端的电压,下表是测得的一组数据:

|          |   |      |      |      |      |      |
|----------|---|------|------|------|------|------|
| 电压 $U/V$ | 0 | 2.0  | 4.0  | 6.0  | 8.0  | 10.0 |
| 电流 $I/A$ | 0 | 0.20 | 0.42 | 0.60 | 0.78 | 0.98 |

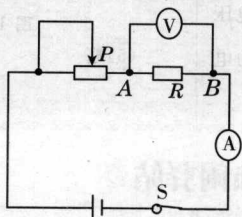


图 14-1-8

(1) 试在直角坐标系中,用纵轴表示电流  $I$ ,用横轴表示电压  $U$ ,根据测得的数据画出  $I-U$  的关系图象.

(2) 此图象的形状如何?

(3) 图线的斜率有什么物理意义?

(4) 如果将  $AB$  间的电阻换成阻值较大的电阻,则对应这个电阻的  $I-U$  图线的大约位置如何? 请在你画出的  $I-U$  的关系图象中标出.

(5) 这两个电阻的阻值分别为多大?



## 教材习题答案

### 练习一(课本第 136 页)

(1)解:电流为 1.6 A,即每秒内通过导线某一横截面的电荷量  $q=1.6\text{ C}$ ,电子电荷量  $e=1.6\times 10^{-19}\text{ C}$ ,所以通过的电子个数为

$$n=\frac{q}{e}=\frac{1.6}{1.6\times 10^{-19}}=1.0\times 10^{19}(\text{个}).$$

(2)解:在电子轨道上任取一点,电子每转一周,可视为通过此点的电荷量为  $e$ ,圆周运动的周期为  $T=\frac{2\pi r}{v}$ ,每秒钟转过的周数  $n=\frac{1}{T}=\frac{v}{2\pi r}$ ,即每秒内电子通过该点  $n$  次,所以等效电流为

$$I=ne=\frac{ve}{2\pi r}.$$

(3)解:导体中的电流跟导体两端的电压成正比,  $\frac{I_2}{I_1}=\frac{U_2}{U_1}$ ,所以加 50 V 电压时的电流为

$$I_2=\frac{U_2}{U_1}\cdot I_1=\frac{50\text{ V}}{8\text{ V}}\times 2\text{ mA}=12.5\text{ mA}.$$

电流表可测量的最大电流 10 mA < 12.5 mA,所以不能用这个电流表来测量.

(4)解:伏安特性曲线如图 14-1-9 所示

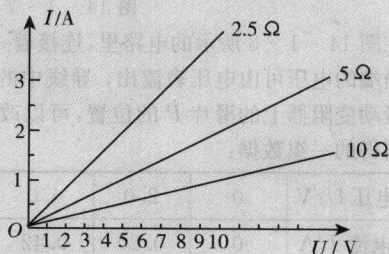


图 14-1-9

(5)略

## 休闲驿站

补充知识★拓宽视野

### 学习方法(一)

学习方法与学习的过程、阶段、心理条件等有着密切的联系,它不但蕴含着对学习规律的认识,而且也反映了对学习内容理解的程度.学习方法因人而异,但正确的学习方法应该遵循以下几个原则:循序渐进、熟读精思、自求自得、博约结合、知行统一.1.“循序渐进”——就是系统而有步骤地进行学习.它要求人们应注重基础,切忌好高骛远,急于求成.循序渐进的原则体现为:一要打好基础.二要由易到难.三要量力而行.

## 第

## 节 电阻定律 电阻率 半导体及其应用 超导及其应用

## ◎ 本节知识概要 ◎

本节介绍了导体的电阻跟材料、材料的长度、材料的横截面积之间的关系,介绍了电阻率的物理概念,渗透了如何测金属的电阻率的问题。

导体、绝缘体、半导体是根据材料的导电性能划分的,但要注意绝缘体内部仍有可以移动的自由电荷,只不过数量很少,难以形成宏观的可测的电流。



## 教材知识全解

## 1. 电阻定律

- (1) 内容:在温度一定的情况下,导体的电阻跟它的长度成正比,跟它的横截面积成反比。

- (2) 数学表达式:  $R = \rho \frac{L}{S}$ , 其中  $R$  为电阻,  $\rho$  为金属的电阻率,  $L$  为电阻的长度,  $S$  为导线的横截面积。

## 2. 电阻率

- (1) 导体的电阻率是导体材料本身的属性,是反映材料的导电性能的物理量。

- (2) 电阻率定义为  $\rho = \frac{RS}{L}$ , 它的单位是欧姆·米,国际符号是  $\Omega \cdot \text{m}$ 。

- (3) 各种材料的电阻率  $\rho$  随温度的变化而变化,金属材料的  $\rho$  随温度的升高而增大。

- (4) 电阻和电阻率的区别

电阻反映了导体对电流阻碍大小的性质,电阻率反映了导电性能好坏的性质,电阻率小的材料导电性能好,也就是说,导体的电阻大,导体材料的导电性能不一定差;导体的电阻率小,电阻不一定小,即电阻率小的导体对电流的阻碍作用不一定小。

例1 如图14-2-3所示,将一长方体接入电路中,按甲图接入时,电路的电流为  $I$ , 那么按图乙接入时,其电流为多大? (已知  $a = 3b$ , 电压保持不变)

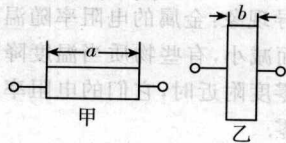


图14-2-3

解析: 本题可直接用电阻定律先表示出两种接法的电阻阻值,再代入欧姆定律求解。设此长方体的电阻率为  $\rho$ , 厚度为  $c$ , 根据电阻定律:

$$R = \frac{\rho L}{S} \text{ 可知:}$$

$$\text{甲图接法电阻为: } R_{\text{甲}} = \rho \frac{a}{bc} \quad ①$$

$$\text{乙图接法电阻为: } R_{\text{乙}} = \rho \frac{b}{ac} \quad ②$$

根据欧姆定律:  $I = \frac{U}{R}$ , 令电压为  $U$ , 则有:

$$I_{\text{甲}} = \frac{U}{R_{\text{甲}}} \quad ③$$

$$I_{\text{乙}} = \frac{U}{R_{\text{乙}}} \quad ④$$

联立①②③④得  $I_{\text{乙}} = 9I$ 。

点拨: 本题是一道电阻定律和欧姆定律相结合的常规题, 直接应用这两个规律求解即可, 解题时可引入未知量, 帮助找出规律联系, 然后再消去即可。



### 3. 半导体与超导体

#### (1) 半导体

①概念：导电性能介于导体和绝缘体之间的物质。如锗、硅、砷化镓等，其电阻率约为  $10^{-5} \sim 10^{-6} \Omega \cdot m$ 。

②特性：半导体的导电性能可由外界条件控制，如改变温度、受到光照、掺入杂质等，都可以使其导电性质发生显著的变化。这种性能是半导体所特有的。

③应用：根据半导体的特性，人们制成了热敏电阻、光敏电阻、晶体管等各种电子元件，并且发展成为集成电路，半导体的特性在现代科学技术中将发挥更重要的作用。

④半导体的电阻率  $\rho$  随温度的升高而减小。

#### (2) 超导体

①超导现象：金属的电阻率随温度的降低而减小，有些物质当温度降低到绝对零度附近时，它们的电阻率突然变为零。

②超导体：能够发生超导现象的物质。

③转变温度  $T_c$ ：材料由正常状态变为超导状态时的温度。

超导材料的转变温度太低是目前应用超导体的主要障碍。但是超导现象的研究将不断深入，以便使它有广泛的应用。



#### 重点问题探究

4.  $R = \frac{U}{I}$  和  $R = \rho \frac{L}{S}$  的区别

(1)  $R = \frac{U}{I}$  是电阻的定义式，其电阻并不随电压、电流的变化而变化，只是可以由该式计算出线路中的电阻值。

(2)  $R = \rho \frac{L}{S}$  是电阻的决定式，其电阻的大

例2 下列说法中正确的是

( )

- A. 据  $R = \frac{U}{I}$  可知，当通过导体的电流不变，加在电阻两端的电压变为原来的 2 倍时，导体的电阻也变为原来的 2 倍
- B. 据  $R = \frac{U}{I}$  可知，加在电阻两端的电压加倍时，导体中电流也加倍，导体的电阻不变
- C. 据  $\rho = \frac{RS}{L}$  可知，导体的电阻率与导体的电阻和横截面积的乘积  $RS$  成正比，与导体的长度  $L$  成反比
- D. 导体的电阻率与导体的长度  $L$ 、横截面积  $S$ 、导体的电阻  $R$  皆无关

解析：本题主要考查了电阻的决定因素和电阻率的决定因素。导体的电阻是由导体本身的性质决定的。其决定式为  $R = \rho \frac{L}{S}$ ，而  $R = \frac{U}{I}$  为电阻的定义式，故选项 A 错误；选项 B 是正确的。导体的电阻率是由组成导体的材料决定的，与导体的温度有关；而  $\rho = \frac{RS}{L}$  仅是导体电阻率的定义式，电阻率与式中的各物理量无关，所以选项 C 不对，而选项 D 正确。

答案：BD

例3 小灯泡的一段伏安特性曲线如图 14-2-4 所示，由图可见，灯丝的电阻因温度的影响，改变了多少？

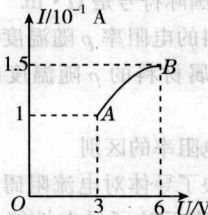


图 14-2-4