

# 魔法化学同步新课堂——高二物理(下册)(学生用书)

冯琪 主编

长 征 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

魔法物理同步学与练 . 高二 / 冯琪主编 . —北京: 长征出版社, 2004  
学生用书  
ISBN 7-80015-995-7

. 魔... . 冯... . 物理课—高中—教学参考资料 . G634. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 036416 号

魔 法 物 理 同 步 学 与 练 高 二 下

主创设计 / 魔法教育发展研究中心  
电 话 / 010 - 80602977  
网 址 / ttp: www. magic365. com

出 版 / 长征出版社  
(北京市西城区阜外大街 34 号 邮编: 100832)  
行销企划 / 北京九恒世纪文化有限公司  
(服务热线: 010 - 80602977)  
经 销 / 全国新华书店  
印 刷 /  
开 本 / 880 × 1230 1 / 16  
字 数 / 5120 千字  
印 张 / 160 印张  
版 次 / 2005 年 1 月第 1 版  
印 次 / 2005 年 1 月第 1 次印刷  
书 号 / ISBN 7-80015-995-7 / G · 303  
全套定价 / 200. 00 元

版权所有 · 侵权必究

第十四章

恒定电流

第一节 欧姆定律

预习导引

问题 1: 在某次闪电中, 闪电持续的时间约 0. 005 s, 所形成的平均电流约  $6 \times 10^4$  A .若产生闪电过程中流动的电荷量以 0. 5 A 的电流通过电灯, 可供灯照明的时间多长 ?

问题 2: 一同学根据部分电路欧姆定律  $I = U/ R$  推出  $R = U/ I$ , 他模仿欧姆定律的表述得到下列结论: 电阻与它两端的电压大小成正比, 与流过电流的大小成反比, 这种说法是否可行 ?

知能互动

| 知识点  | 内 容  |                                                                    | 提 示                                                                                                                          |
|------|------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电 流  | 定义   | 电荷的_____移动形成电流 .                                                   | 无电流时导体中的电子尽管运动, 但运动的方向杂乱无章 .                                                                                                 |
|      | 形成条件 | (1) 要有能_____的电荷 .<br>(2) 要有能使电荷做定向移动的_____ .                       | 存在持续电流条件: 导体两端存在_____ .                                                                                                      |
|      | 大小   | 通过导体横截面的电荷量跟通过这些电荷量所用时间的比值叫做_____.<br>数学表达式: $I = q t$ .           | 在常用单位中, 电流的单位还有毫安 (mA), 微安 (μA) .<br>$1 \text{ mA} = \text{_____ A}$<br>$1 \text{ μA} = \text{_____ A}$<br>$I$ 表征了电流的_____ . |
|      | 方向   | _____电荷移动的方向为电流方向, _____的电流叫直流; 方向和强弱都不随时间改变的电流叫做_____电流 .         | 电流方向与负电荷的定向运动方向相反, 电流有方向但电流_____ (“是” 或 “不是”) 矢量 .                                                                           |
| 欧姆定律 | 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 ( $I = \frac{U}{R}$ ). | $U$ 为加在电阻两端的电压 . $I$ 为流过电阻中的电流 .<br>不可说成电阻与电压成正比, 与电流成反比 .                                                                   |

续表

| 知识点              | 内 容         |                                                          | 提 示                            |
|------------------|-------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 欧<br>姆<br>定<br>律 | 适用<br>条件    | 适用于_____导电 .                                             | 对气态导体和其他一些导电器件(电子管、热敏电阻等)不适用 . |
|                  | 导体的<br>伏安特性 | 线性元件: 伏安特性曲线是通过坐标原点的_____ .                              | 电流随电压均匀变化 .                    |
|                  |             | 非线性元件: 电流和电压不成_____, 伏安特性不是直线 .                          | 日光灯管中的气体、晶体管等 .                |
| 电<br>阻           |             | 单位: 欧姆 (Ω), 千欧 (kΩ), 兆欧 (MΩ), 1 MΩ = 10 <sup>6</sup> Ω . | 表示导体对电流_____的物理量 .             |

疑难解析

1 .关于电流的说明

(1)负电荷沿某一方向运动和等量的正电荷沿相反方向运动产生的效果相同 .金属导体中电流的方向与自由电子定向移动方向相反 .在电解液中,由于正负电荷同时反向移动,在计算通过某个截面电荷量时,常常取正负电荷量的绝对值的和代表电荷量 .如:在 1 s 的时间内,沿相反方向通过电解液某个截面的电荷量为 + 1 C 和 - 1 C,则电流为 2 A .

(2)是否为直流只需要看电流方向是否随时间改变,而与电流大小无关;只有方向和强弱都不随时间改变的电流才叫做恒定电流 .通常所说的直流常常指的是恒定电流 .

(3)电子移动的速度不是电流的速度,电流的速度就是电场传播的速度,其大小为  $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  .譬如一段铜导线的横截面积为  $1.0 \text{ mm}^2$ ,当通过 1.0 A 的电流时,一个电子大约要 3.7 个小时才通过一米长的导线 .

2 .关于欧姆定律的说明

(1)欧姆定律中的电流、电压和电阻这三个量是对同一段导体而言的 .

(2)对于一段电路,只要知道  $I$ 、 $U$  和  $R$  三个物理量中的两个,就可以应用欧姆定律求出另一个 .

(3)欧姆定律适用于金属导体和通常状态下的电解质溶液,对气态导体和其他一些导电器件(电子管、热敏电阻)不适用 .对一段电路而言,它只对一段不含电源、电动机的纯电阻电路才成立 .

(4) $R = U/I$  是电阻的定义式,它提供了量度电阻的方法 .公式的物理意义:当导体的电阻  $R$  一定时,导体两端的电压增加几倍,通过这段导体的电流就增加几倍 .反映了导体对电流的阻碍作用,是由导体本身性质决定的,与所加的电压,通过的电流无关 .不能由  $R = U/I$  错误地认为电阻与它两端的电压大小成正比,与电流大小成反比 .

3 .关于  $I$ - $U$  图线的说明

(1)当电阻的阻值不变时, $I$ - $U$  图线是过原点的直线,电阻两端的电压与电流成正比 .

(2) $I$ - $U$  图线的斜率表示了电阻的大小,当  $I$ - $U$  图线是曲线时,说明导体的电阻是变化的 .

探究学习

例 1

推导电流的微观表达式  $I = nqSv$  .  
如图所示,  $AB$  表示粗细均匀的一段导体,两端加一定的电压,导体中的自由电荷沿导体定向移动的速率为  $v$ ,设导体的横截面积为  $S$ ,导体每单位体积内的自由电荷数为  $n$ ,每个自由电荷的电荷量为  $q$  .

命题意图

从微观角度认识电流强弱的决定因素 .

解析  $AB$  导体中的自由电荷总数  $N = nLS$ ,总电荷量  $Q = nLSq$ ,在  $AB$  导体中全部定向移动电荷通过横截面  $B$  所需要的时间为  $t = \frac{L}{v}$ ,所以导体  $AB$  中的电流为  $I = \frac{Q}{t} = \frac{nLSqv}{L} = nqSv$  .

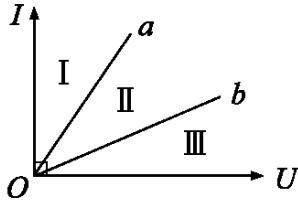
由此可见,从微观上看,电流决定于导体中单位体积内的自由电荷数、电荷量大小、电荷定向移动的速度以及导体的横截面积 .

探究

本题给出与电流有关的宏观物理量和微观物理量,应正确理解式子中各物理量的含义并掌握处理微观模型的方法,即假定在  $\Delta t$  时间内电流流过一柱状元,然后分析柱状元内电荷数、电荷量大小,类似方法物理中常用 .要特别注意的是,式子中的  $v$  是电荷运动的速度,不是电流的速度 .

例 2

如图所示两个大小不同的电阻的电流—电压图线,那么 ( )



- A 电阻大的应是图线  $a$ , 两电阻串联后的电流—电压图线在区域
- B 电阻大的应是图线  $b$ , 两电阻串联后的电流—电压图线在区域
- C 电阻小的应是图线  $a$ , 两电阻并联后的电流—电压图线在区域
- D 电阻小的应是图线  $b$ , 两电阻并联后的电流—电压图线在区域

命题意图

考查对  $I-U$  图线的认识、理解及分析。

解析 因为电阻的大小  $R = U/I$ , 由图可以看出,  $b$  的斜率小于  $a$  的斜率, 斜率小的电阻大, 即  $b$  的电阻大于  $a$  的电阻, 电阻串联后, 阻值变大,  $I-U$  图线的斜率应更小, 故串联后的电流—电压图线在区域 , 答案 B 正确. 根据并联的特点, 两个电阻的并联值小于其中的任一个电阻值, 即并联的  $I-U$  图线斜率更大, 故并联后的图线只能位于 区, 选项 C 也符合要求. 答案为 BC.

答案 BC

探究

正确认识图线, 明确图线的物理意义是解答本题的前提. 两个电阻的  $I-U$  图线是直线说明两个电阻是线性元件, 即电阻的阻值不变化, 解答此类问题常见的错误是不看坐标轴的物理量是什么, 硬套斜率大电阻大的结论, 所以解答图线问题首先要看清楚坐标轴的是表示什么物理量, 其单位是什么; 标度为多少等, 只有搞明白了坐标轴所代表的含义, 才能研究图像的具体内容. 思考: 若本题中将坐标中  $I$  和  $U$  互换, 结果如何?

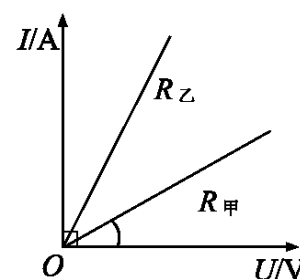
达标训练

基础过关

- 1 导线 A 电阻为  $R$ , A 中电流为  $I$ , 通电时间为  $t$ , 导线 B 的电阻为  $R/2$ , B 中电流为  $I/4$ , 通电时间为  $2t$ , 那么相同的时间通过导线 A 与 B 横截面的电荷量之比为 ( )
- A 2 1      B 1 2      C 4 1      D 1 4
- 2 甲、乙两个定值电阻分别接入电路中, 通过电阻的

电流与电阻两端电压的关系如图所示, 根据图线可知 ( )

- A 甲两端的电压总比乙两端的电压大
- B 甲电阻比乙的电阻小
- C 加相同电压时, 甲的电流比乙的小
- D 只有甲两端电压大于乙两端电压时, 才能使甲、乙中电流相等



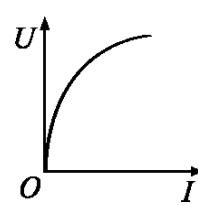
3 以下说法正确的是 ( )

- A 只要有可以自由移动的电荷, 就能存在持续电流
- B 金属导体内的持续电流是自由电子在导体内的电场作用下形成的
- C 电流的传导速率就是导体内自由电子的定向移动速率
- D 在金属导体内当自由电子定向移动时, 它们的热运动就消失了

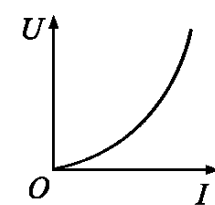
4 关于电流, 下列说法正确的是 ( )

- A 通过导线横截面的电荷量越多电流越大
- B 电子运动的速率越大, 电流越大
- C 单位时间内通过导体横截面的电荷量越多, 导体中的电流越大
- D 因为电流有方向, 所以电流是矢量

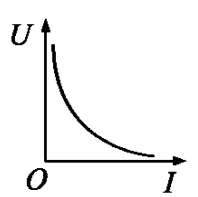
5 金属钠的电阻值对温度的高低非常“敏感”, 其电阻随温度的升高而增大, 下图中  $U-I$  图线中可能表示金属钠电阻的  $U-I$  图线是 ( )



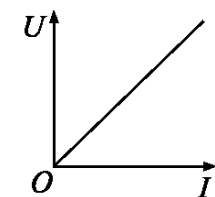
A



B



C

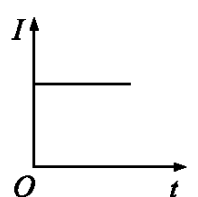


D

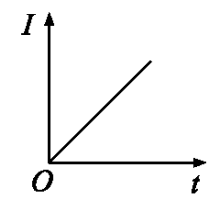
6 铜的原子量为  $m$ , 密度为  $\rho$ , 每摩尔铜原子有  $n$  个电子, 今有一根截面积为  $S$  的铜导线, 当通过的电流为  $I$  时, 电子平均定向移动的速率为 ( )

- A 光速    B  $I/neS$     C  $\rho I/neSm$     D  $mI/neSp$

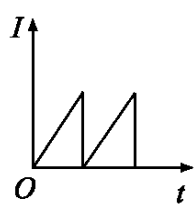
7 图中表示电流与时间的关系图线中, 属于直流的是 ( )



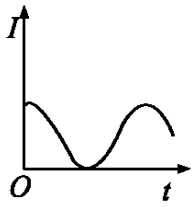
A



B



C



D

8 下列关于欧姆定律的理解中,不正确的是 ( )

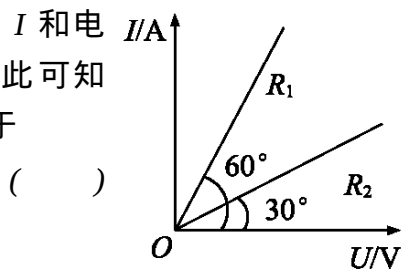
- A 由  $R=U/I$  知道,一段导体的电阻跟它两端的电压成正比,跟通过它的电流成反比
- B 由  $I=U/R$  知道,通过一段导体的电流跟加在它两端的电压成正比
- C 由电阻的  $I-U$  图线可知,电流变化相同时,电压变化较小的图像所对应的电阻阻值较大
- D 导体的电流越大,电阻就越小

9 同一根导线分别通以不同的电流,并保持温度不变,当电流较大时,以下说法正确的是 ( )

- A 单位体积自由电子数较多
- B 自由电子定向移动速率较大
- C 自由电子热运动速率较大
- D 电流传导速率较大

10 两电阻  $R_1$ 、 $R_2$  的电流  $I$  和电压  $U$  的关系图线如图所示,由此可知两电阻的大小之比  $R_1/R_2$  等于

- A 1/3      B 3/1
- C 1/3      D 3/1



11 电解池内,在 2 s 内各有 1 C 的正负电荷沿着相反方向通过某截面 AB,求电路中流过该截面的电流 .

知能拓展

12 当电阻两端的电压变为原来的 1/2 时,流过电阻的电流减少 0.5 A,则当电阻两端电压增为原来的 2 倍时,流过电阻的电流多大 ?

综合创新

13 氢原子的核外只有一个电子,设电子在离原子核距离为  $R$  的圆轨道上做匀速圆周运动.已知电子电荷量为  $e$ ,运动速率为  $v$ .求电子绕核运动的等效电流多大 ?

第二节 电阻定律 电阻率

预习导引

问题:一只“220 V 100 W”的灯泡工作时电阻为484 Ω,

用欧姆表测同样的灯泡,在灯泡不工作时的电阻应为 ( )

- A 小于 484 Ω      B 大于 484 Ω
- C 等于 484 Ω      D 无法确定

知能互动

| 知识点  | 内 容                                                                                    | 提 示                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 电阻定律 | 导体的电阻跟它的长度 $l$ 成正比,跟它的横截面积 $S$ 成反比 .<br>表达式: $R=\rho \frac{l}{S}$                      | 适用条件:适用于_____时 .                                                                     |
| 电阻率  | 由导体材料决定 .<br>物理意义:它反映了材料的_____.<br>单位: $\Omega \cdot \text{m}$<br>金属的电阻率随温度的升高而_____ . | 某些合金如锰铜和镍铜的电阻率几乎不受温度变化的影响,常用来制作_____;合金的电阻率一般_____(“大于”或“小于”)纯金属的电阻率.电阻温度计是利用_____ . |

## 疑难解析

1. 电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  与电阻的定义式  $R = \frac{U}{I}$  的区别与联系

区别:电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  揭示了导体电阻的大小与导体的长度、截面积和材料间的关系,它指出了导体的电阻由导体自身的因素所决定,也显示了改变电阻的方法.它仅适用于温度一定、粗细均匀的金属导体或浓度均匀的电解液.

$R = \frac{U}{I}$  则是电阻的定义式.它显示了测量电阻的方法,即用电阻两端的电压与电流的比值可以测量出电阻的大小, $R$  的大小反映了导体对电流的阻碍能力,但  $R$  与  $U$  和  $I$  无关.它适用于纯电阻电路.

联系:有相同的单位,即  $1 \Omega = 1 \text{ V/A}$ ,  $R$  的大小反映了导体对电流的阻碍能力.

2. 电阻率与电阻

电阻率  $\rho$  是一个反映材料的导电性能好坏的物理量,  $\rho$  值越小的导体,其导电性能越好.电阻率的大小与导体的长度和截面积无关,由导体的材料和温度决定.金属的电阻率随温度升高而增大,但有些材料(如半导体)的电阻率随温度升高而减小;有些材料(如锰铜合金和镍铜合金)的电阻率几乎不受温度的影响,常用来做标准电阻.

而电阻  $R$  表明了导体对电流的阻碍能力,电阻大的导体对电流的阻碍作用大,它与导体的长度、电阻率、导体的截面积有关.导体的电阻大,导体材料的导电性能不一定差.

## 探究学习

例 1

如图所示,在相距 40 km 的 A、B 两地架两条输电线,两条输电线电阻共为 800  $\Omega$ ,如果在 A、B 间的某处发生短路,这时接在 A 处的电压表示数为 10 V,电流表的示数为 40 mA,求发生短路处距 A 处有多远?

命题意图

本题意在考查欧姆定律和电阻定律的组合运用.

解析 设发生短路处距离 A 处为  $x$ ,依题意, A、B 两地间的距离  $l = 40 \text{ km}$ ,根据公式  $R = U/I$  可以求出 A 端到短路处的两根输电线电阻  $R_x$ ,再利用电阻定律  $R = \rho l/S$  来表示 A 端至短路处的两根输电线的电阻  $R_x$ ,由此求出 A 端到短路处的距离  $x$ ,由欧姆定律得  $R_x = U/I = 250 \Omega$

同时  $R_x = 2\rho x/S$ ,而  $R_{\text{总}} = 2\rho l/S = 800 \Omega$

故  $x = \frac{R_x}{R_{\text{总}}} l = \frac{250 \times 40}{800} \text{ km} = 12.5 \text{ km}$

即 A 端到短路处的距离为 12.5 km.

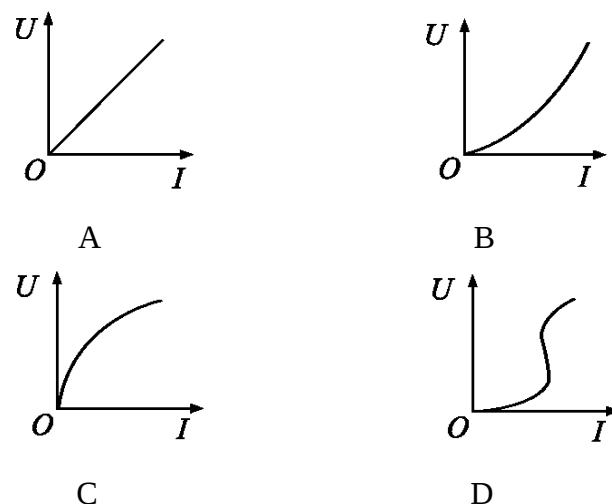
答案 12.5 km

探究

在此类问题中,尽管导体的截面积不知道,但导体的电阻与导体的长度成正比,用长度来代替电阻的大小,然后采用比例法求解是常用的解题办法;本题的另一个难点是明确电压、电流表示数的含义,明确其比值表示哪部分电阻.

例 2

一个标有“220 V 60 W”的白炽灯泡,加上的电压  $U$  由零逐渐增大到 220 V,在此过程中,电压 ( $U$ ) 和电流 ( $I$ ) 的关系可用下列图线表示.图中给出的四个图线中,肯定不符合实际的是 ( )



命题意图

本题意在考查金属导体电阻与温度的关系.

解析 根据欧姆定律,图线的斜率  $\Delta U/\Delta I$  即表示白炽灯的电阻大小,实际上白炽灯的电阻随电压逐渐增加,灯丝温度逐渐升高,灯丝电阻率逐渐增大,电阻应逐渐增大,图线斜率逐渐增大的是 B 图,选项 AC 同 B 矛盾,选项 D 表示的是电阻先增大后减小,也不符合实际.故选 ACD.

答案 ACD

探究

通过本题应进一步明确,导体的电阻与温度有很大的关系,电阻定律成立的前提条件是温度一定,电灯的额定功率是在灯泡正常工作时的功率,按额定功率得出的电阻要比其冷电阻大许多倍,这就是为什么在涉及测量电阻或电阻率的实验中不能长时间通过较大电流的缘故.思考:是否  $U-I$  图线不是直线的都是因为温度变化引起的?

## 达标训练

### 基础过关

1 下面关于电阻率的说法正确的是 ( )

- A 电阻率与导体的长度、横截面积有关
- B 电阻率表征了导体导电性能的强弱,与温度有关
- C 电阻率大的导体,电阻一定大
- D 金属电阻率随着温度升高而减小

2 下列说法中正确的是 ( )

- A 对电流阻碍作用越大的导体,电阻率一定也越大  
B 在电流相同时,导体两端的电压越高,电阻率越大  
C 温度升高时,有些材料电阻率增大,有些材料电阻率减小  
D 以上说法均不对

3 有一段粗细均匀的电丝,电阻率为  $\rho$ ,电阻为  $R$ ,其截面积为  $S$ ,下面判断正确的是 ( )

- A 这段电阻丝的长度是  $R\rho S$   
B 这段电阻丝的长度是  $RS/\rho$   
C 长度不变其截面积为  $2S$  时,其电阻为  $2R$   
D 长度不变其截面积为  $2S$  时,其电阻为  $R/2$

4 一段粗细均匀的镍铬丝,横截面的直径是  $d$ ,电阻是  $R$ ,把它拉制成直径为  $d/10$  的均匀细丝后,它的电阻变成 ( )

- A  $10\,000R$  B  $R/10\,000$   
C  $100R$  D  $R/100$

5 如图,用电器到电源的距离为  $l$ ,线路上的电流为  $I$ ,为使在线路上的电压降不超过  $U$ ,已知输电线的电阻率为  $\rho$ .则输电线的横截面积的最小值是 ( )

- A  $\rho l^2 R$  B  $2\rho l^2 U$   
C  $U/\rho l I$  D  $2U/\rho I$

6 在截面积为  $S$  的粗细均匀铜导体中流过恒定电流  $I$ ,铜的电阻率为  $\rho$ ,电子电荷量为  $e$ ,则电子在铜导体中运行时受到的电场作用力为 ( )

- A 0 B  $I\rho e S$   
C  $IS/\rho e$  D  $Ie/\rho S$

7 一个电压恒定的电源与一根玻璃管中的水银柱组成电路,测得通过电路的电流为  $0.1\text{ A}$ .若将这些水银倒进另一根内径增大一倍的玻璃管中(玻璃管竖直放置),仍与原电源组成电路,则电流为\_\_\_\_\_.

## 知能拓展

8 如图所示,两个截面不同、长度相等的均匀铜棒接在电路中,两端电压  $U$ ,则 ( )

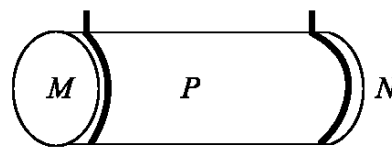
- A 通过两棒的电流相等  
B 两棒的自由电子定向移动的平均速率相同  
C 两棒内的电场强度不同,细棒内场强  $E_1$  大于粗棒内场强  $E_2$   
D 细棒两端的电压  $U_1$  大于粗棒两端的电压  $U_2$

9 甲、乙两根保险丝均为同种材料制成,直径分别是  $d_1 = 0.5\text{ mm}$  和  $d_2 = 1\text{ mm}$ ,熔断电流分别为  $2.0\text{ A}$  和  $6.0\text{ A}$ ,把以上两根保险丝各取等长一段并联后再接入电路中,允许通过的最大电流是 ( )

- A  $6.0\text{ A}$  B  $7.5\text{ A}$   
C  $10.0\text{ A}$  D  $8.0\text{ A}$

10 如图所示,  $P$  是一根表面均匀地镀有很薄的发热电

阻膜的长陶瓷管(其长度  $l$  为  $50\text{ cm}$  左右,直径  $D$  为  $10\text{ cm}$  左右),镀膜材料的电阻率  $\rho$  已知,管的两端有导电箍  $MN$ .现给刻度尺、电压表  $V$ 、电流表  $A$ 、电源  $E$ 、滑动变阻器  $R$ 、开关  $S$  和导线若干,请设计一个测定膜层厚度  $d$  的实验方案.



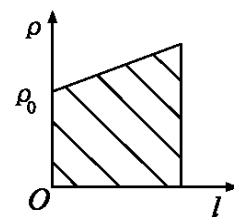
- (1) 实验中应测定的物理量是\_\_\_\_\_.  
(2) 计算膜层厚度的公式是\_\_\_\_\_.

## 综合创新

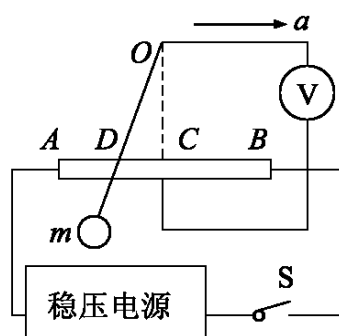
11 如图所示,均匀的长方形薄片合金电阻板  $abcd$ ,  $ab$  边长为  $l_1$ ,  $ad$  边长为  $l_2$ ,当端点  $A$ 、 $B$  接入电路时电阻阻值为  $R_1$ ,当端点  $C$ 、 $D$  接入电路时电阻阻值为  $R_2$ ,则  $R_1$ 、 $R_2$  是 ( )

- A  $l_1$ 、 $l_2$  B  $l_2$ 、 $l_1$   
C  $l_1^2$ 、 $l_2^2$  D  $l_2^2$ 、 $l_1^2$

12 有一根导线长为  $l$ ,横截面积为  $S$ ,它是由电阻率不均匀的材料制成,从一端到另一端,电阻率变化规律为  $\rho = \rho_0 + kl$ ,试求这根导线的电阻.



13 如右图所示是一种悬球式加速度计,它可以用来测定沿水平轨道运动的列车的加速度.  $m$  是一个金属球,它系在金属丝下端,金属丝的上端悬挂在  $O$  点,  $AB$  是一根长为  $l$  的电阻丝,其电阻值为  $R$ .金属丝与电阻丝接触良好,摩擦不计,电阻丝的中点  $C$  焊接一根导线.从  $O$  点也引出一根导线,两线之间接入一个电压表  $V$  (金属丝和导线电阻不计);图中虚线  $OC$  与  $AB$  垂直,且  $OC = h$ ,电阻丝  $AB$  接在电压为  $U$  的直流稳压电源上,整个装置固定在列车中,使  $AB$  沿着车前进的方向,列车静止时金属丝呈竖直状态,当列车加速或减速前进时,金属线将偏离竖直方向,从电压表的读数变化可以测出加速度的大小.当列车向右匀加速运动时,试写出加速度  $a$  与电压表读数  $U$  的对应关系?



14 A、B 两地间铺有通讯电缆,长为  $l$ ,它是由两条并在一起彼此绝缘的均匀导线组成的,通常称为双线电缆.在一次事故中经检查断定是电缆上某处的绝缘保护层损坏,导致两导线之间漏电,相当于该处电缆的两导线之间接了一个电阻.检查人员经过下面的测量可以确定损坏处的位置:(1)令

B 端的双线断开,在 A 处测出双线两端间的电阻  $R_A$ ;(2)令 A 端的双线断开,在 B 处测出双线两端的电阻  $R_B$ ;(3)在 A 端的双线间加一已知电压  $U_A$ ,在 B 端用内阻很大的电压表测出两线间的电压  $U_B$ .试由以上测量结果确定损坏处的位置.

第三节 半导体及其应用

预习导引

问题 1: 普通玻璃能导电吗?玻璃是否为绝缘体?

问题 2: 一种硫化镉可见光光敏电阻器的主要参数为:

| 型 号          | 额定功率   | 测试电压 | 100 Lux 亮电阻               | 暗电阻                      |
|--------------|--------|------|---------------------------|--------------------------|
| MG41 - 100 A | 100 mW | 50 V | $\leq 100\text{ k}\Omega$ | $\geq 50\text{ M}\Omega$ |

其中亮电阻为是用 100 Lux(注:Lux 是指距离一烛光的光源一米远而与光线正交的面上的光照度)光照射下测量的电阻.暗电阻是关闭光照一段时间后电阻值.由上述参数你能得到什么结论?

知能互动

| 知识 点  | 内 容                                                                                                                                             | 提 示                                                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 半 导 体 | 绝缘体:_____导电的物体.<br>半导体:导电性能介于_____之间,而且电阻不随温度的增加而增加,反随温度的增加而减小.<br>热敏电阻:温度升高时电阻_____得非常迅速.<br>光敏电阻:光照下电阻_____.<br>应用:集成电路,半导体激光器、半导体太阳能电池,传感器等. | 导体和绝缘体之间_____绝对的界限.绝缘体并非绝对不导电,只是绝缘体的电阻率很大.<br><br>用光照射半导体、在半导体中掺入微量的其他物质,都可能使半导体的导电性能发生显著的变化. |

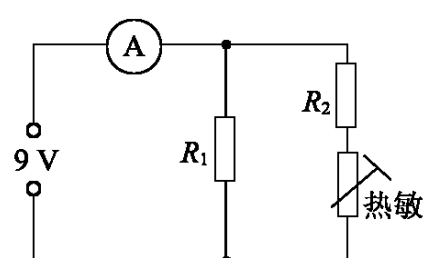
疑难解析

半导体与导体  
(1)电阻率比较  
金属导体的电阻率约  $10^{-8}\text{ }\Omega\cdot\text{m}\sim 10^{-6}\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ ,绝缘体的电阻率约  $10^6\text{ }\Omega\cdot\text{m}\sim 10^8\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ ,半导体的电阻率约  $10^{-5}\text{ }\Omega\cdot\text{m}\sim 10^6\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ .可见半导体导电性能介于导体与绝缘体之间.  
(2)与外部条件关系  
金属导体的电阻率随着温度的升高而增大,有些合金的电阻率几乎不随温度变化.而半导体的电阻率随温度的升高而减小.半导体在光照时,或在其中掺入其他微量杂质等情况下,其导电性能成百万倍地发生变化,如纯净的半导体单

晶硅在室温下电阻率约为  $2.14\times 10^3\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ ,若按百万分之一的比例掺入少量杂质(如磷)后,其电阻率急剧下降为  $2\times 10^{-3}\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ ,几乎降低了一百万倍.绝缘体在高温条件下,电阻率可以迅速减小,变为导体.

探究学习

例  
图甲为某一热敏电阻(电阻值随温度的改变而改变,且对温度很敏感)的  $I-U$  关系曲线图.在图乙电路中,电源电压恒为 9 V,电流表读数为 70 mA,定值电阻  $R_1=250\text{ }\Omega$ .由热敏电阻的  $I-U$  关系曲线可知,热敏电阻两端的电压为\_\_\_\_\_;电阻  $R_2$  的阻值为\_\_\_\_\_.



乙

## 命题意图

考查对热敏电阻的  $I$ - $U$  关系曲线、电路结构图的观察分析能力。

**解析** 由热敏电阻的图像可以看出电阻随着外加电压的增加而增加,在图乙中,因为  $R_1$  两端的电压等于电源电压,故流过  $R_1$  的电流大小为  $I_1 = U/R_1 = 0.036 \text{ A} = 36 \text{ mA}$ ,流过热敏电阻的电流为  $I_2 = 70 \text{ mA} - 36 \text{ mA} = 34 \text{ mA}$ ,由图甲中可以看出,对应着  $34 \text{ mA}$  的电流时,热敏电阻两端的电压约为  $U' = 5.2 \text{ V}$ , $R_2$  两端的电压约为  $U_2 = U - U' = 9 \text{ V} - 5.2 \text{ V} = 3.8 \text{ V}$ ,其电阻为  $R_2 = U'/I_2 = 111.8 \Omega$ .

**答案**  $5.2 \text{ V}$   $111.8 \Omega$

## 探究

本题的常见错误:一是对电路的结构认识不清,不能找到求热敏电阻电流的方法;二是求出电流后不能从图中读出热敏电阻两端的电压,进而求出  $R_2$  两端的电压.题目中电源电压恒定是一个重要条件,电源电压既是  $R_1$  两端的电压也是  $R_2$  和热敏电阻的电压之和,而电路的总电流等于支路电流之和,只有明晰上述关系才能解答本题.从本题可以看出,正确分析电路中各部分的关系是求解电路问题的关键.

## 高考链接

(2004·上海) 两个额定电压为  $220 \text{ V}$  的白炽灯  $L_1$  和  $L_2$  的  $U$ - $I$  特性曲线如图所示. $L_2$  的额定功率约为\_\_\_\_\_ ; 现将  $L_1$  和  $L_2$  串联后接在  $220 \text{ V}$  的电源上,电源内阻忽略不计.此时  $L_2$  的实际功率约为\_\_\_\_\_ .

**解析** 从图中可以看出,当  $L_2$  的电压为额定电压  $220 \text{ V}$  时,流过  $L_2$  的电流为  $0.45 \text{ A}$ ,故  $L_2$  的额定功率为  $P = IU = 0.45 \times 220 \text{ W} = 99 \text{ W}$ ,若将  $L_1$  和  $L_2$  串联后接在  $220 \text{ V}$  的电源上,两灯的电流相等,且两灯的

电压之和为  $220 \text{ V}$ ,由图可以看出,满足电压之和为  $220 \text{ V}$  且电流相同的电流为  $I_2 = 0.25 \text{ A}$ ,此时  $L_2$  两端的电压为  $60 \text{ V}$ ,故  $L_2$  的额定功率为  $P_2 = I_2 U_2 = 15 \text{ W}$ .

**答案**  $99 \text{ W}$   $15 \text{ W}$

## 达标训练

## 基础过关

1 下列说法正确的是 ( )

- A 绝缘体就是绝对不导电的物体
- B 绝缘体就是电阻大的物体
- C 绝缘体就是电阻率大的物体
- D 当绝缘体加上电压时,也会有电流流过

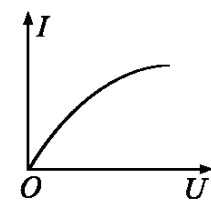
2 关于半导体的说法,正确的是 ( )

- A 半导体导电性能介于导体和绝缘体之间
- B 半导体的电阻随着温度的升高而增加
- C 半导体的电阻率与半导体的纯度有关
- D 用光照射半导体,其电阻会增大

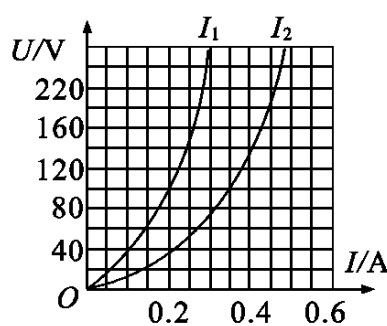
3 关于半导体的用途,下列说法不正确的是 ( )

- A 半导体可以把温度变化转化为电信号
- B 半导体可以把光信号转化为电信号
- C 半导体可用于集成电路
- D 在纯净的半导体中掺入微量的杂质,会使半导体的电阻增大

4 为了测定用某种物质制成的线形材料的电学特性,取了一段由该物质制成的线形材料,测量其两端的电压和通过的电流,根据实验数据描绘出的伏安特性曲线如图所示.那么这种物质可能是 ( )

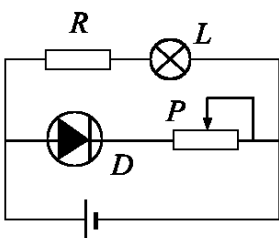


- A 某种纯金属
- B 某种半导体
- C 锰铜合金
- D 某种绝缘材料



知能拓展

5 在如图所示的电路中,电源两端的电压恒定. $L$  为小灯泡, $R$  为光敏电阻. $D$  为发光二极管(电流越大,发出的光越强)且  $R$  与  $D$  相距不变,下列说法正确的是 ( )

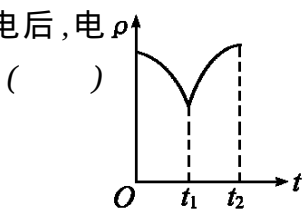


- A 当滑动触头  $P$  向左移动时, $L$  消耗的功率增大
- B 当滑动触头  $P$  向左移动时, $L$  消耗的功率减小
- C 当滑动触头  $P$  向右移动时, $L$  消耗的功率可能不变
- D 无论怎样移动触头  $P$ , $L$  消耗的功率都不变

6 在自动恒温装置中,某种半导体材料的电阻率与温度的关系如图所示,已知这种材料具有发热和控温双重功能,试判断下列说法:

(1)通电前材料的温度低于  $t_1$ ,通电后,电

- A 先增大后减小
- B 先减小后增大

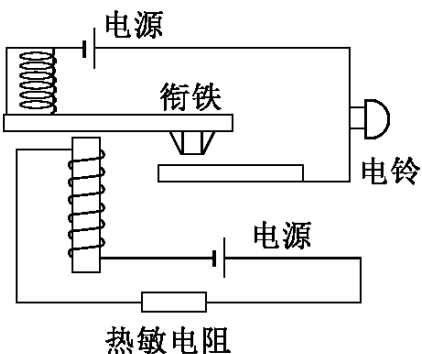


- C 达到某一温度后功率不变
  - D 功率一直在变化
- (2)当其产生的热量与散发的热量相等时,温度保持在 ( )

- A  $t_1$
- B  $t_2$
- C  $t_1 \sim t_2$  间的某个温度上
- D 大于  $t_2$  的某个温度上

综合创新

7 如图为温度自动报警示意图,当热敏电阻周围的温度低于某个值时,衔铁与下边的电路断开,当热敏电阻周围温度高于一定值时,电铃会响起来报警.说明它的工作过程.



第四节 超导及其应用

预习导引

问题:用普通导线输送  $10^6 \text{ W}$  的电流,设输送导线的电阻

为  $1 \Omega$ ,输送电压为  $10\,000 \text{ V}$ ,现要把普通导线改为超导导线输送,在输送功率和输送电压不变的条件下,能减少多大的热功率损失?

知能互动

| 知识点    | 内 容                                                                            | 提 示                                   |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 超<br>导 | 超导现象:当温度降到某一数值时,一些材料_____的现象.<br>转变温度:导体由_____的温度,用 $T_c$ 表示.<br>高温超导体:氧化物超导体. | 应用前景:<br>电子学方面的应用_____.<br>电力工业_____. |

疑难解析

超导体有哪些特性呢?

- (1)当导体温度降低到某一温度时,其电阻为零,由于电阻发热的现象不再存在,所以超导状态不消耗电能.
- (2)存在着转变温度,不同超导材料的转变温度不同,且很低,普通条件下应用困难.尽管超导体的转变温度提高了很多,但转变温度离室温还相差甚多,不能普及使用.
- (3)超导体的完全抗磁效应,超导体内的磁感应强度  $B$  为 0.把原来内部没有磁场的超导体样品移到磁场中时,样品表面产生感应电流,感应电流在超导体内部产生的磁场正好抵消外磁场,因而超导体内的磁场为零.
- (4)超导体存在临界电流,磁场对超导状态有相反作用.每根超导导线最大允许电流不是无限的,当电流产生的磁场强弱超过临界磁场时,导线的超导状态便消失,例如由铋、铅、锑、铜、钙以及氧组成的高温超导体,冷却至零下  $196 \text{ }^\circ\text{C}$ .

在超导状态下,其临界电流密度达到  $3.5 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ .

探究学习

例 1

假设现在已经研制成功可供实用的超导材料,那么可用这种材料来制作 ( )

- A 电炉丝
- B 白炽灯灯丝
- C 保险丝
- D 输电导线

命题意图

考查超导体的特性、理解及应用.

解析 由于超导体的电阻率为零,所以没有热效应,而 ABC 都是利用热效应的,故答案应选 D.

答案 D

## 探究

在涉及超导体的问题中,紧紧抓住超导体的特点:即电阻率为零,存在着转变温度,超导体的完全抗磁效应.

## 例 2

超导材料电阻降为零的温度称为临界温度,1987 年我国科学家制成了临界温度为 90 K 的高温超导材料.

(1)上述临界温度对应的摄氏温度为 ( )

- A 100 B - 100  
C 183 D - 183

(2)利用超导材料零电阻的性质,可实现无损耗输电,现有一直流电路,输电线的总电阻为  $0.4\ \Omega$ ,它提供给用电器的电功率为 40 kW,电压为 800 V,如果用临界温度以下的超导电缆替代原来的输电线,保持供给用电器的功率和电压不变,那么节约的电功率为 ( )

- A 1 kW B  $1.6 \times 10^3$  kW  
C 16 kW D 10 kW

## 命题意图

考查温度的转换和电能损耗的计算.

解析 (1)热力学温度  $T = 273 + t$ ,  
 $t = T - 273 = 90\ \text{K} - 273\ \text{K} = -183\ \text{K}$  即相当于 - 183 .  
故答案 D 正确.

(2)总电流  $I = \frac{P}{U} = \frac{40 \times 10^3}{800}\ \text{A} = 50\ \text{A}$

$P = I^2 R = 50^2 \times 0.4\ \text{W} = 1\ 000\ \text{W} = 1\ \text{kW}$

答案 (1)D (2)A

## 探究

热力学温度和摄氏温度的起点不同,但就其一度的量值而言大小是相同的,通过本题可以看出,所谓的高温超导体,其转变温度还是很低的,这就是超导体为什么不能被广泛应用原因之一.

## 达标训练

## 基础过关

- 1 下列叙述中正确的是 ( )  
A 超导体对电流的阻碍作用为零  
B 超导环中,一旦有了电流,即使撤去电压,电流仍能继续维持  
C 绝缘体的电阻率为零

- D 各种材料的电阻率都随温度变化而变化  
2 下列关于超导体的叙述正确的是 ( )  
A 只有金属出现超导现象  
B 转变温度越低,越容易实现超导  
C 高温超导就是在室温情况下的超导  
D 目前超导体的转变温度还没有达到室温  
3 关于超导体的运用,下列说法正确的是 ( )  
A 由于超导体不发热,所以在大型计算机中将有重要应用  
B 由于超导体的允许电流较大,若将超导体用于发电机中,可以大大提高功率  
C 由于超导体允许通过的电流较大,将来可以用作大功率发热部件  
D 超导体可以用在磁悬浮列车中

## 知能拓展

- 4 下列关于导体和绝缘体的说法正确的是 ( )  
A 绝缘体在一定条件下可以变为导体  
B 自由电子在普通导体中定向移动时受到阻碍  
C 绝缘体接在电路中仍有极微小电流通过  
D 电阻值大的为绝缘体,电阻值小的为导体

5 超导是当今高科技的热点,当一块磁铁靠近超导体时超体会产生强大的电流对磁体有排斥作用,这种排斥力可使磁体悬浮在空中,磁悬浮列车采用了这种技术.超导体产生强大电流是由于 ( )

- A 磁铁给了超导体巨大的能量  
B 超导体两端的电压较高  
C 超导体电阻为零  
D 超导体电阻变大

## 综合创新

6 根据北京电网规划,到 2008 年,北京全社会用电量将达到 670 亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$ ,若按电网损耗率为 7.79% 计算,那么北京市全年损失有多大?假若在 2008 年将输电网络全部改用高温超导电缆,北京市全年大约可减少多少损失?

## 第五节 电功和电功率

预习导引

问题:上一章里学过电场力对电荷的功,若电荷  $q$  在电场力作用下从  $A$  搬至  $B$ ,  $AB$  两点间电势差为  $U_{AB}$ ,则电场力做功  $W = qU_{AB}$ ,试推想:有一段导体,在其两端加上电压  $U$ ,导体中流过的电流为  $I$ ,在时间  $t$  内,电场力对运动电荷做多少

功?若电子定向运动的速度不变,能量如何转化?

知能互动

| 知识点   | 内 容      |                                                                       | 提 示                                                                                      |
|-------|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电 功   | 定义       | _____对移动电荷所做的功,也常说成电流做的功.                                             | 电能通过做功转化为其他形式的能.                                                                         |
|       | 公式<br>单位 | $W = UI t$<br>$1\text{ J} = 1\text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}$ | 1 适用于_____直流电路.<br>2 只有_____电路满足 $W = UI t = I^2 R t = U^2 t / R$ .                      |
| 电 功 率 | 定义       | 电流所做的功跟完成这些功所用时间的比值.                                                  | 适用于_____直流电路.                                                                            |
|       | 公式<br>单位 | $P = UI$ $1\text{ W} = 1\text{ J/s}$                                  |                                                                                          |
|       | 实际<br>功率 | 用电器工作时的功率.                                                            | 不一定等于额定功率.                                                                               |
|       | 额定<br>功率 | 用电器正常工作的功率.                                                           | 用电器上通常标明的功率是额定功率.                                                                        |
| 电 热   | 定义       | 电 流通过导体时产生的热量(电热).                                                    | 1 对任何电路都适合用_____求电功.<br>2 对任何电路都适合用_____求电热.<br>3 只有_____电路.<br>$W = UI t = I^2 R t = Q$ |
|       | 公式       | 公式 $Q =$ _____(焦耳定律).                                                 |                                                                                          |
| 热 功 率 | 定义       | 电流通过导体时产生的热功率.                                                        | 1 对任何电路都有电热功率 $P_{\text{热}} =$ _____.<br>2 只有_____电路, $P = UI = I^2 R = P_{\text{热}}$ .  |
|       | 公式       | $P_{\text{热}} = I^2 R$                                                |                                                                                          |

疑难解析

1.区别电功和电热的不同  
电流做功的过程是电能转化为其他形式能的过程.如电炉、电烙铁、电饭锅,电流做功时将全部电能转化为内能,而电风扇工作时电能主要转化为机械能,只有少部分能量转化为内能,求电风扇发热应使用的公式是  $Q = I^2 R t$ ( $R$ 为电动机线圈的电阻),不能使用  $Q = W = UI t$ (其中  $U$ 为电机线圈两端的电压).如果电功等于电热,即消耗的电能全部转化为

电动机线圈电阻的内能,电风扇就不可能转起来,就无从提供机械能了.电功仅决定于加在用电器两端的电压,流入用电器的电流以及通电时间,与用电器是否为纯电阻无关,公式  $W = UI t$  适用于任何用电器.一般的电路中电功一定大于电热,从而为电路提供除内能之外的其他能量.但无论什么电路,原则上一定要有一部分电能转化为内能,因为任何电路原则上都存在电阻.  
2 额定电压与实际电压、额定功率与实际功率  
额定电压指用电器正常工作时的电压,额定功率是用电

器在额定电压下工作时的电功率,也就是加在用电器上的电压等于额定电压时的功率.加在用电器上的电压就称之为实际电压,这时用电器消耗的功率为实际功率.当加在用电器上的电压小于额定电压时,用电器所消耗的功率就不等于额定功率,这种情况下实际功率小于额定功率.用电器的实际功率可以小于其额定功率,但不能长时间超过额定功率,否则有烧坏的危险.对于同一用电器,其额定值  $P$ 、 $U$  和  $I$  有同时达到、同时超过、同时不足的特点.在纯电阻电路中,若温度对电阻无影响,可根据  $P = UI = I^2 R = U^2 / R$ ,先算出电阻  $R$ ,再根据用电器两端实际电压  $U_{\text{实}}$  或通过用电器中的实际电流  $I_{\text{实}}$ ,由公式  $P = I^2 R = U^2 / R$ ,求出用电器的实际功率,如果用电器的实际电流或电压大于其额定值时,用电器就被烧坏,所以用电器不得超负荷使用.

3.为什么只有纯电阻电路电功才等于电热?

在金属等电阻元件导体中,自由电子在电场力的推动下做定向运动形成电流.在这个过程中,电场力对自由电子做功,使电子的定向运动动能增大,同时,自由电子又不断与金属正离子发生碰撞,把定向运动的动能传给离子,使离子的热运动加剧,因而导体的温度升高.在这个过程中,只发生了动能向内能的转化,故电功等于电热,而在非纯电阻电路中,除电场力做功外,还有其他力做功,电路的电能向其他能转化,故电功大于电热.

## 探究学习

例 1

有一个直流电动机,把它接入  $0.2 \text{ V}$  电压的电路中,电机不转,测得流过电动机的电流是  $0.4 \text{ A}$ ;若把电动机接入  $2.0 \text{ V}$  电压的电路中,电动机正常工作,工作电流是  $1.0 \text{ A}$ .求电动机正常工作时的输出功率多大?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?

命题意图

(1)考查对电路是否为纯电阻的判断.(2)考查非纯电阻电路的处理方法和相关概念的认识.

解析 直流电动机接入  $0.2 \text{ V}$  电压的电路时,电动机不转,此时电动机仅相当于一个纯电阻,其阻值等于电动机线圈的内阻,此时消耗的电能全部转化为内能,据此可以求出电动机线圈的直流电阻.设其电阻为  $R$ ,由欧姆定律得:  $R = 0.5 \Omega$ ,电动机接入  $2.0 \text{ V}$  电路中正常工作时,消耗的电能转化为机械能与内能,根据能量守恒定律可以求出电动机的输出功率即机械功率,即  $UI = Pt - I^2 R$ ,所以电动机正常工作时的输出功率  $P = UI - I^2 R = 2 \text{ W} - 0.5 \text{ W} = 1.5 \text{ W}$ .如果正常工作时转子突然被卡住,则电动机相当于纯电阻,电动机的发热功率  $P_1 = U^2 / R = 8 \text{ W}$ .

答案  $1.5 \text{ W}$   $8 \text{ W}$

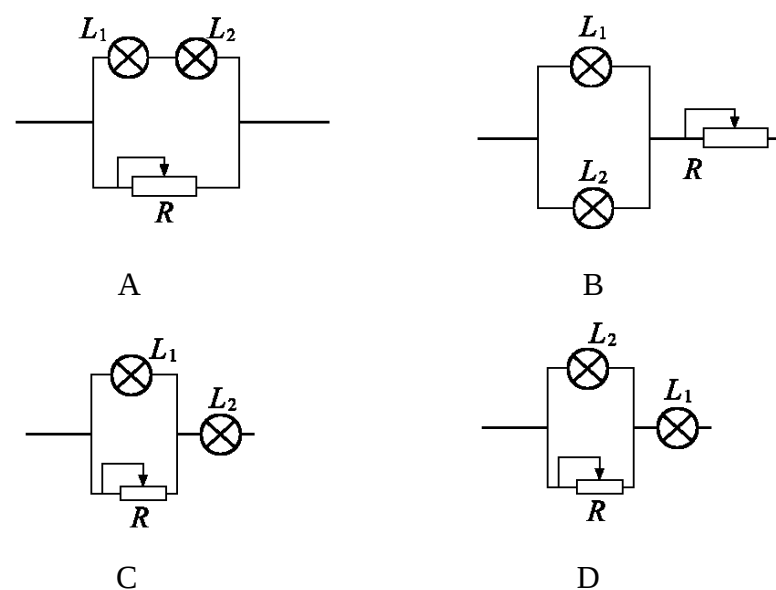
探究

求解非纯电阻电路的关键就是要搞明白电路中的能量是如何转化的,特别是求解含有电动机、电解槽的问题时,能否视为纯电阻电路,要结合题目的要求进行分析,在本题中,“电机不转”突然卡住”说明电能不能向机械能转化,就可以视为纯电阻处理,但电机转动后,电动机不是纯电阻,流过电动机的电流和电压不满足欧姆定律,通常的处理方法是从电路的能量转化与分配入手,列出整个电路的能量关系后求解.思考:为什么在电动机转子突然被卡住时线圈容易烧掉?

例 2

如图所示,给定两只标有“ $110 \text{ V}$   $40 \text{ W}$ ”的灯泡  $L_1$  和标有“ $110 \text{ V}$   $100 \text{ W}$ ”的灯泡  $L_2$  及一只最大阻值  $500 \Omega$  的滑动变阻器,将它们接在  $220 \text{ V}$  的电路中,在保证灯泡正常发光的条件下,A、B、C、D 所示的四种接法中,最省电的是哪一种?

( )



命题意图

考查对电路结构的分析能力以及对功率分配的分析 and 电路基本规律的运用.

解析 最省电就是电路的总功率最小,设灯泡的电阻分别是  $R_1$ 、 $R_2$ ,由灯泡的额定功率和电压计算得  $R_1 = 302.5 \Omega$ ,  $R_2 = 121 \Omega$ ,A 接法中,因为  $R_1 \neq R_2$ ,所以  $U_1$  和  $U_2$  不可能相等,所以 A 不符合.B 接法中,若  $R$  的阻值调到与  $L_1$  和  $L_2$  并联后的阻值相等时,可以使两灯均获得  $110 \text{ V}$  的电压.C 接法中,因为  $R_1 > R_2$ ,在  $R_1$  的两端并联  $R$ ,调节  $R$ ,有可能使  $L_1$  与  $R$  并联后的总电阻等于  $L_2$  的电阻.D 接法中,在  $L_2$  的两端并联电阻  $R$  后,不论  $R$  的怎样取值,都将使并联后的总电阻小于  $L_2$  的阻值,而  $L_1$  的阻值大于  $L_2$  的阻值,所以不论怎样调节,均不可能使并联后的阻值与  $L_1$  的阻值相等.在判断出 B、C 的接法能满足两灯两端的电压均达到  $110 \text{ V}$  的前提下,为了使电路消耗的总功率最小,只需要看一下电阻  $R$  的电流大小即可,在 B 图中,流过  $R$  的电流等于两个灯泡的电流之和,而 C 接法中,流过  $R$  的电流等于两个灯泡的电流之差,因为  $R$  两端的电压相等,故 C 接法最省电.

答案 C

探究

本题常见的错误之一是选 D,其错误的原因不懂得电阻越并越小.若不明白串联电路的电压分配,就会误认为 A 接法中  $L_1$  和  $L_2$  所分得的电压一样多,则错选 A 为正确答案.本题的难点在于如何判断电阻  $R$  上的功率,除了上述分析方法外,还可以分析其电阻的大小,因为在总电压一定的条件下,总电阻越大,功率越小.也可以分析总电流,利用  $P=IU$  分析更方便.

例 3

将分别标有“100  $\Omega$  4 W”和“12.5  $\Omega$  8 W”的两电阻并联接入电路,则电路两端允许加的最高电压为\_\_\_\_\_,干路中允许通过的最大电流为\_\_\_\_\_.这一并联电路的额定功率为\_\_\_\_\_.

命题意图

考查不同电器接在串并联电路中安全性选择及电路关系的分析.

解析 由  $P=U^2/R$  求得两电阻的额定电压分别为 20 V 和 10 V.两电阻并联时两端的电压相等,允许加的最高的电压为 10 V.两电阻并联的电阻值

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \times 12.5}{100 + 12.5} \Omega = \frac{100}{9} \Omega,$$

故干路中允许通过的最大电流

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

这一并联电路的额定功率  $P = I_m U = 0.9 \times 10 \text{ W} = 9 \text{ W}$

允许通过的最大电流、电路的额定功率也可用并联电路中电流、功率的分配关系求得.由  $P=I^2 R$  得两电阻的额定电流分别是 0.2 A 和 0.8 A,当加上最高电压 10 V 时,  $I_1 = 0.8 \text{ A}$ ,  $R_1$  中的实际电流  $I_1' = \frac{R_2}{R_1} I_2 = \frac{12.5}{100} \times 0.8 \text{ A} = 0.1 \text{ A}$

设  $R_1$  的实际功率为  $P_1'$ ,因为并联支路两端的电压相等,应有  $R_1 P_1' = R_2 P_2$

$$P_1' = \frac{R_2}{R_1} P_2 = \frac{12.5}{100} \times 8 \text{ W} = 1 \text{ W}$$

$$P = P_1' + P_2 = 1 \text{ W} + 8 \text{ W} = 9 \text{ W}$$

答案 10 V 0.9 A 9 W

探究

在该类问题中,应首先抓住用电器的安全性与原则,以不烧坏电器为前提,在并联电路中由于电压相同,常选额定电压小的为基准,在串联电路中电流相同,通常选额定电流小的为基准,然后根据串并联的电流、功率跟电阻分配关系求解,需要注意的是,电压电流都可以变化,但电阻通常是不变的,很多问题都是先从求电阻开始.

高考链接

(2002 · 上海)下面列出了不同品牌的电视机、电风扇、

空调机和电冰箱铭牌上的主要项目.

(1)试判断正常工作时,其中功率最大的是 ( )

54 cm 彩色电视接收机  
工作电压 170 V ~ 240 V  
工作频率 50 Hz  
额定功率 85 W

A

BC-65B 电冰箱  
额定电压 220 V  
工作频率 50 Hz  
额定功率 70 W  
耗电容量 0.50 kW · h/24 h

B

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

C

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

D

(2)根据上面铭牌上提供的信息,判断在 12 h 内正常使用的电冰箱与连续运转的电风扇消耗电能的情况是 ( )

- A 电冰箱比电风扇多
- B 电风扇比电冰箱多
- C 电风扇与电冰箱一样多
- D 电冰箱比电风扇可能多,也可能少

解析 (1)正常工作时电视机功率为 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  $P = UI = 1364 \text{ W}$ ,因此功率最大的是空调机.

(2)依据电冰箱铭牌可知,冰箱在 12 h 内耗电 0.25 kW · h,而电风扇在 12 h 内耗电  $W = Pt = 0.78 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ,显然电风扇耗电多,故 B 选项正确.

答案 (1)D (2)B

## 达标训练

## 基础过关

1 关于公式:  $P = IU$   $P = I^2 R$   $P = U^2 / R$  下列说法正确的是 ( )

- A 公式  $P = IU$  适用于任何电路的电功率  
 B 公式  $P = I^2 R$  适用于任何电路的电功率  
 C 公式  $P = U^2 / R$  均适用于任何电路的电功率  
 D 以上说法均不正确

2 两只灯泡分别接在两个电路中,下列判断正确的是 ( )

- A 额定电压高的灯泡较亮  
 B 额定功率大的灯泡较亮  
 C 接在电压高的电路两端的那盏灯较亮  
 D 在电路中实际功率大的灯较亮

3 为了使电炉消耗的电功率减小到原来的一半,应该采用的措施是 ( )

- A 使电流减半  
 B 使电压减半  
 C 使电炉的电阻减半  
 D 使电压和电炉的电阻各减一半

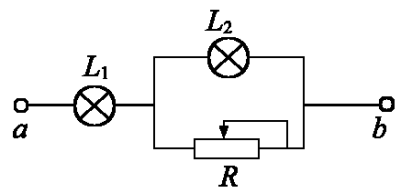
4 供电电路的电源输出电压为  $U_1$ ,输电线路损失电压为  $U_2$ ,用电器得到的电压为  $U_3$ ,总电流为  $I$ ,线路总电阻为  $R$ ,则计算线路的功率损失时,不可用的公式是 ( )

- A  $\frac{U_1^2}{R}$  B  $IU_2$   
 C  $I^2 R$  D  $I(U_1 - U_3)$

5 一只电炉的电阻丝和一台电动机线圈电阻相同,都为  $R$ .设通过它们的电流相同(电动机正常运转),则在相同的时间内,下列叙述正确的是 ( )

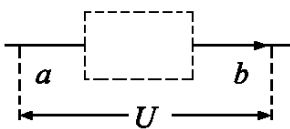
- A 电炉和电动机产生的电热相等  
 B 电动机消耗的功率大于电炉消耗的功率  
 C 电炉两端电压小于电动机两端的电压  
 D 电炉和电动机两端的电压相等

6 如图所示的电路中,  $L_1$ 、 $L_2$  是两个不同的小灯泡,  $a$ 、 $b$  间有恒定的电压,它们都正常发光,当滑动变阻器的滑动触头向右滑动时,发生的现象是 ( )



- A  $L_1$  亮度不变,  $L_2$  变暗  
 B  $L_1$  变暗,  $L_2$  变亮  
 C 电路消耗的总功率变小  
 D 流过滑动变阻器的电流变小

7 图中虚线框内是一个未知电路,测得它的两端点  $a$ 、 $b$  之间的电阻是  $R$ ,在  $a$ 、 $b$  之间加上电压  $U$ ,测得流过这电路的电流为  $I$ ,则未知电路的电功率一定是 ( )



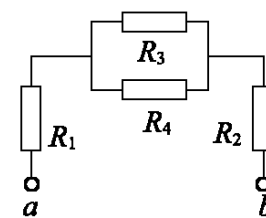
- A  $I^2 R$  B  $\frac{U^2}{R}$  C  $UI$  D  $I^2 R + UI$

8 一根电阻丝在通过  $2\text{ C}$  的电荷量时,消耗电能是  $8\text{ J}$ .若在相同时间内通过  $4\text{ C}$  的电荷量,则该电阻丝两端所加电压  $U$  和该电阻丝在这段时间内消耗的电能  $E$  分别为 ( )

- A  $U = 4\text{ V}$  B  $U = 8\text{ V}$   
 C  $E = 16\text{ J}$  D  $E = 32\text{ J}$

9 如图所示电路中,  $R_1 = R_3 < R_2 = R_4$ ,在  $a$ 、 $b$  两端接上直流电源后,各个电阻消耗的电功率  $P$  的大小关系是 ( )

- A  $P_1 = P_3 < P_2 = P_4$   
 B  $P_2 > P_1 > P_4 > P_3$   
 C  $P_2 > P_1 > P_3 > P_4$   
 D  $P_1 > P_2 > P_4 > P_3$

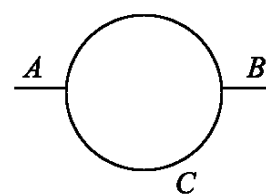


10 用电器两端电压  $220\text{ V}$ ,这意味着 ( )

- A  $1\text{ A}$  电流通过用电器时,消耗的电能为  $220\text{ J}$   
 B  $1\text{ C}$  正电荷通过用电器时,产生  $220\text{ J}$  的热量  
 C  $1\text{ A}$  电流通过用电器时,电流的发热功率为  $220\text{ W}$   
 D  $1\text{ C}$  正电荷从电势高端移到电势低端时,电场力做功  $220\text{ J}$

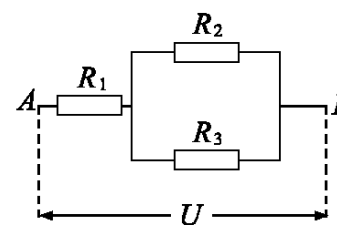
11 “ $220\text{ V } 5.5\text{ kW}$ ”的电动机,电阻为  $0.4\ \Omega$ ,它在正常工作时的电流为\_\_\_\_\_, $1\text{ s}$  内产生的热量是\_\_\_\_\_, $1\text{ s}$  内有\_\_\_\_\_的电能转化为机械能.

12 如图所示,一个粗细均匀的金属环上有  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点,已知  $AC$  弧是圆周的  $\frac{1}{3}$ ,  $AB$  是直径的两个端点,  $A$ 、 $B$  两点接入电路中时,环上消耗的电功率为  $108\text{ W}$ ,若保持总电流不变,换接  $A$ 、 $C$  两点,圆环所消耗的功率为多少?

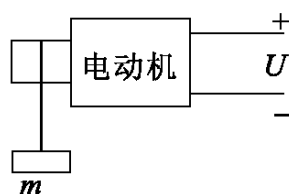


## 知能拓展

13 如图所示电路中,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  的额定功率均为  $1\text{ W}$ ,额定电压为  $4\text{ V}$ ,这个电路允许消耗的电功率多大?这时电路两端  $AB$  间的电压多大?

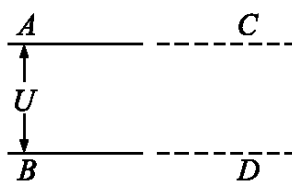


**14** 某一用直流电动机提升重物的装置如图所示,重物质量  $m = 50 \text{ kg}$ ,电源提供恒定电压  $U = 110 \text{ V}$ ,不计各处摩擦,当电动机以  $v = 0.90 \text{ m/s}$  的恒定速度向上提升重物时,电路中电



流  $I = 5 \text{ A}$ ,求电动机线圈电阻  $R$  ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) .

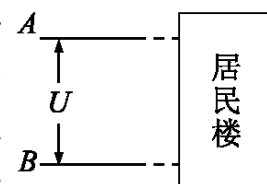
**15** 如图所示,在输入电压  $U$  恒定的电路上,将用电器  $L$  接在  $A$ 、 $B$  两端时消耗的功率是  $9 \text{ W}$ ,将它接在较远的  $CD$  两端时消耗的功率是  $4 \text{ W}$ ,则  $AC$ 、 $BD$  两根输电线上消耗的功率为多少?



## 综合创新

**16** 某商场安装了一台倾角为  $30^\circ$  的自动扶梯,该扶梯在电压为  $380 \text{ V}$  的电动机带动下以  $0.4 \text{ m/s}$  的恒定速率向斜上方移动.电动机的最大输出功率为  $4.9 \text{ kW}$ ,不载人时测得电动机中的电流为  $5 \text{ A}$ ,若载人时扶梯的移动速率和不载人时相同,则这台自动扶梯可同时乘载的最人数为\_\_\_\_\_.(设人的平均质量是  $60 \text{ kg}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**17** 如右图,一幢居民楼里住着生活水平各不相同的  $24$  户居民,所以整幢居民楼里有各种不同的电器,例如电炉、电视机、微波炉、电脑等.停电时,用欧姆表测得  $A$ 、 $B$  间的电阻为  $R$ ;供电后,各家电器同时使用,测得  $A$ 、 $B$  间电压为  $U$ ,进线电流为  $I$ ,经过时间  $t$  后,整个居民楼显示用电  $W$ .利用学过的知识,推测该幢居民楼用电的总功率可以用的公式是\_\_\_\_\_(用上述量表达) .



**18** 某同学在家中测算电冰箱的月耗电,他将家中其他用电器断开,只使用电冰箱,观察电度表转盘的转动情况,测得冰箱制冷时,转盘每  $12 \text{ s}$  转一圈,保温时,每  $120 \text{ s}$  转动一圈,电度表上标明每千瓦时转  $2000$  圈,该同学还测得冰箱每小时制冷  $10 \text{ min}$ ,保温  $50 \text{ min}$ ,如按每月  $30$  天计,则该冰箱月耗电为\_\_\_\_\_度 .

**19** 一台国产  $XQG50-450$  型全自动洗衣机说明书中所列的主要技术数据如下表.试根据表中提供的数据计算:

(1)这台洗衣机在额定电压下洗衣或脱水时,通过洗衣机的电流分别是多大?

(2)若脱水时间占整个洗衣时间的  $1/10$ ,如洗衣、脱水的累计时间为  $40 \text{ min}$ ,则洗衣机耗电多少度?

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| 额定电压      | $220 \text{ V}$ |
| 额定频率      | $50 \text{ Hz}$ |
| 额定洗衣功率    | $350 \text{ W}$ |
| 额定脱水功率    | $700 \text{ W}$ |
| 额定洗衣、脱水容量 | $5 \text{ kg}$  |

## 第六节 闭合电路欧姆定律

### 预习导引

问题 1:不同的电池上的商标可能不同,电池的大小可能差别很大,但同一类型电池上都标有相同的一个数字,如标有  $1.5 \text{ V}$ ,你能说出  $1.5 \text{ V}$  的含义吗?

问题 2:按照前面学过的  $U = IR$ ,你能否得出这样的结论:不管怎样的电路,只要流过电路的电流变小,这个电路两端的电压就一定减小 .