



高考备考专家系列丛书

依据国家教育部最新课程标准和教学大纲编写

高考备考专家

高二

同步 导读
TONG BU DAO DU

北京师范大学新课标教学研究中心 组编

物理(下)



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>



高考备考专家系列丛书

依据国家教育部最新课程标准和教学大纲编写

高考备考专家

高二

同步导读

TONG BU DAO DU

北京师范大学新课标教学研究中心 组编

物理(下)



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

图书在版编目(CIP)数据

高二同步导读·物理(下)/北京师范大学新课标教学研究中心编. —北京:北京邮电大学出版社,2004

ISBN 7-5635-0901-1

I. 高... II. 北... III. 物理课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042493 号

书 名 高二同步导读·物理(下)
主 编 北京师范大学新课标教学研究中心
责任编辑 周 堃 陈 欣
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 850 mm × 1 168 mm 1/16
印 张 8
字 数 265 千字
版 次 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5635-0901-1/O·81
定 价 10.00 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系

电话:(010)62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

Http://www.buptpress.com

版权所有

翻版必究



促膝小语

——人在高二

二,是高考备考蓄势待发的阶段。您准备好了吗?

高此时,您是置身于题海,而无法参透书中的精髓;还是备感茫然,一味的烦恼,而无法把握学习的方向,掌握知识的重点;还是觉得高考太神秘,而找不到解决问题的钥匙?

相对高考来说,高二这一年就像是站在地平线上观望喷薄欲出的红日,也像是站在海岸线上眺望初现篷帆的航船。在您蓄锐整装的时刻,是否有必要听听我们编者的几句肺腑之言?

高考是人生的重要里程碑,顺利通过考试,步入自己理想的大学,踏进神圣的殿堂是莘莘学子强烈的渴望。而高二正是高考道路上积蓄力量,奋勇拼搏的阶段。在这一阶段,要日日行不怕路万里,时时学不怕书万卷。正所谓苦磨剑十余载,一朝出鞘惊世人。

工欲善其事,必先利其器,所以,在高二的时候应该有一套适合自己、适合进度、贴近教材、贴近高考的参考书。“事半功半”和“事半功倍”的道理,想必大家早已谙熟于心的吧!

我们编者一直本着“想同学之所想,急同学之所急”的原则,推出高考备考专家系列丛书之高二同步导读,为您答疑解惑,伴您走过高二这段难忘的时光。

书中内容紧贴教材、紧扣考纲。“本章知识网络归纳”、“本章精讲”、“目标定位”、“要点查看”、“知识点击”等使您系统地复习教材,有纲可循。“例题刷新”、“能力升级”使您扎实地掌握知识,有题可练。“方法浏览”、“重点搜索”、“高考热点透析”、“高考链接”为您备战高考提供了实战的思路和演练的平台。

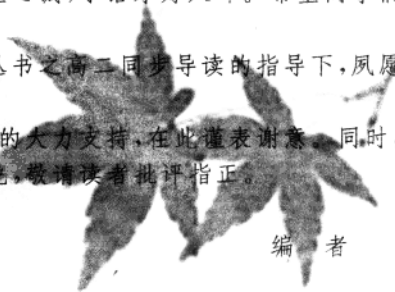
拥有她,您就如同拥有一位专家,可以随时得到帮助和指导,又如同拥有一台储备丰富的掌上电脑,可以随地查阅和练习。相信在本丛书的指导下您的学习成绩,就像“芝麻开花——节节高”。

虽为“促膝小语”,却是“金玉良言”,促膝方显心诚,小语才好入耳。希望同学们靠汗水浇出胜利果实,凭方法走到成功彼岸。

最后祝愿同学们在这套高考备考专家系列丛书之高二同步导读的指导下,夙愿得偿,一举成名。

本套丛书在编写过程中承蒙有关领导、老师的大力支持,在此谨表谢意。同时,因水平所限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者





目 录



第十四章 恒定电流

第一节	欧姆定律	2
第二节	电阻定律 电阻率	5
第三节	半导体及其应用	5
第四节	超导及其应用	5
第五节	电功和电功率	8
第六节	闭合电路欧姆定律	12
第七节	电压表和电流表 伏安法测电阻	19
本章综合测试		23



第十五章 磁场

第一节	磁场 磁感线	28
第二节	安培力 磁感应强度	31
第三节	电流表的工作原理	35
第四节	磁场对运动电荷的作用	38
第五节	带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	42
第六节	回旋加速器	48
第七节	安培分子电流假说 磁性材料	48
本章综合测试		51



第十六章 电磁感应

第一节	电磁感应现象	56
第二节	法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	59
第三节	楞次定律——感应电流的方向	62
第四节	楞次定律的应用	65
第五节	自感现象	69
第六节	日光灯原理	72
* 第七节	涡流(略)	73
本章综合测试		73



目 录



第十七章 交变电流

第一节 交变电流的产生和变化规律	77
第二节 表征交变电流的物理量	79
第三节 电感和电容对交变电流的影响	82
第四节 变压器	84
第五节 电能的输送	87
* 第六节 三相交流电(略)	91
本章综合测试	91

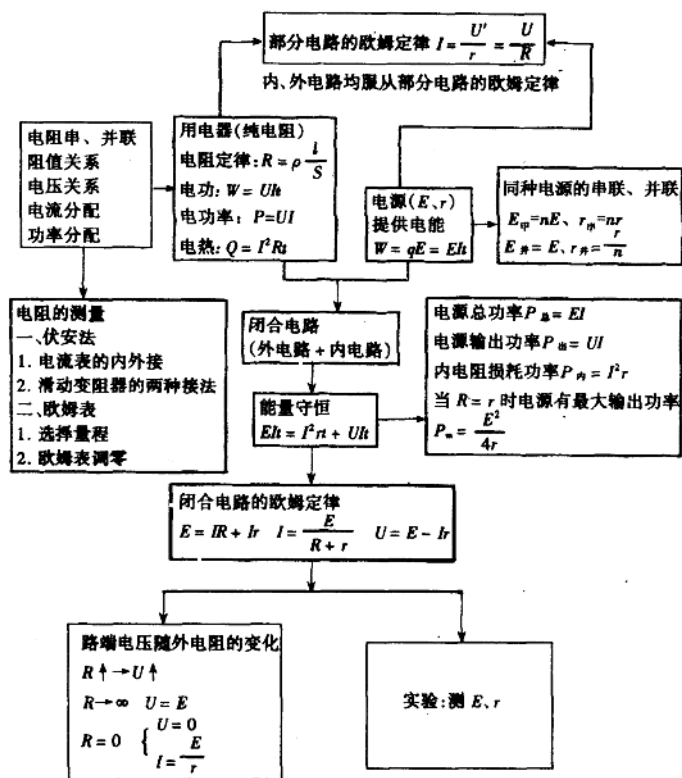


第十八章 电磁场和电磁波

第一节 电磁振荡	95
第二节 电磁振荡的周期频率	98
第三节 电磁场	99
第四节 电磁波	99
第五节 无线电波的发射和接收	102
第六节 电视 雷达	102
本章综合测试	103
期末测试	107
参考答案	111

第十四章 恒定电流

本章知识网络归纳



思维知识拓展

1. 电路变化的分析方法

根据欧姆定律及串、并联电路的性质, 来分析电路中某一电阻变化而引起的整个电路中各部分电学量的变化情况, 常见方法如下:

(1) 程序法: 基本思路是“部分→整体→部分”即从阻值变化的部分入手, 由串、并联规律判知 $R_{总}$ 的变化情况, 再由欧姆定律判知 $I_{总}$ 和 $U_{总}$ 的变化情况, 最后再由部分电路欧姆定律确定各部分量的变化情况, 即:

$$R_{总} \begin{matrix} \text{增大} \\ \text{减小} \end{matrix} \rightarrow R_{总} \begin{matrix} \text{增大} \\ \text{减小} \end{matrix} \rightarrow I_{总} \begin{matrix} \text{减小} \\ \text{增大} \end{matrix} \rightarrow U_{总} \begin{matrix} \text{增大} \\ \text{减小} \end{matrix} \rightarrow \begin{cases} I_{串} \\ U_{并} \end{cases}$$

(2) 直观法: 即直接应用“部分电路中 R, I, U 的关系”中的两个结论.

①任一电阻 R 阻值增大, 必引起该电阻中电流 I 的减小或该电阻两端电压 U 的增大.

$$R \uparrow \rightarrow \begin{cases} I \downarrow \\ U \uparrow \end{cases}$$

②任一电阻 R 阻值增大, 必将引起与之并联的支路中电流 $I_{并}$ 的增大和与之串联的各电阻电压 $U_{串}$ 的减小.

$$R \uparrow \rightarrow \begin{cases} I_{并} \uparrow \\ U_{串} \downarrow \end{cases}$$

③极限法: 即因变阻器滑动引起电路变化的问题, 可将变阻器的滑动端分别滑至两个极端去讨论.

④特殊值法:对于某些双臂环路问题,可以采取代入特殊值去判定,从而找出结论。

2. 识别电路的两种方法

识别电路从而画相应的等效电路图时,把电流表视为短路,把电压表和电容器视为断路,两等势点之间的电阻省去或视为短路。

(1)独立支路法——沿某一支路从起点一直画到终点,在不重复的情况下,直到画完所有支路为止,未包含在支路内的剩余元件将按照它在电路中的位置来连接。

(2)等势点法——首先找出各等势点,并用同一字母标注,不同电势点用不同字母标注,然后画出各相邻等势点间的各并联支路。

3. 利用等效电源法求外电阻获得的最大功率

当外电阻值等于电源内阻时,电源输出功率最大。

但有时要求出外电路中某一电阻上获得的最大功率,我们可以把所求功率的电阻之外的其他电阻和电源看成一个整体,即等效电源,这个等效电源的总电阻就是等效电阻。当等效内阻等于所求功率的电阻时,该电阻上获得最大功率。

4. 黑箱问题——给出一个未知系统的测试结果,确定系统的内部结构。

解题方法——运用电路规律猜想、论证、修改,一步步完善。

(1)将电阻为零、电压为零的两接线柱短接。

(2)在电压最大的两接线柱间接电池,或根据测试结果,分析计算各接线柱之间的电阻分配。

(3)画出电阻数目最多的两接线柱之间的部分电路,然后进一步画出全电路。

第一节 欧姆定律

目标定位

1. 理解电流的概念和定义式 $I=q/t$ 并能进行有关的计算。知道公式 $I=nqvS$, 但不要求用此公式进行计算。

2. 理解欧姆定律,并能用来解决有关电路的问题。

3. 知道导体的伏安特性,知道什么是线性元件和非线性元件。

要点查看

1. 自由电荷发生定向移动的条件

(1)导体中存在持续电流的条件。

金属导体——自由电子, 电解液——正负离子。

(2)导体两端必须有电势差。

如图 14-1 所示把金属导体一端接在带正电的物体 A 上,另一端接在带负电的物体 B 上,由于 A 的电势高, B 的电势低,导体两端有了电势差,导体内形成了电场,自由电荷除做无规则热运动外还在电场力的作用下做定向移动,导体中有了电流。

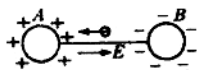


图 14-1

2. 电流方向的确定, 电流强弱的表示

(1)规定:正电荷的定向移动方向为电流的方向。在金属导体中,电流的方向与自由电子的定向移动方向相反。在电解液中电流的方向与正离子移动方向相同。

(2)电流:①定义:通过导体横截面的电荷量 q 跟通过这些电荷量所用的时间 t 的比值称为电流。

$$\textcircled{2} \text{ 定义式: } I = \frac{q}{t}$$

a) 单位:安培(A)、毫安(mA)、微安(μA)

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A} \quad 1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

b) 如果在 1s 内通过导体横截面的电荷量是 1C, 导体中的电流就是 1A。

c) 物理意义:表示电流强弱的物理量。

d) 导体中电流的微观表达式:设导体横截面积为 S , 导体每单位体积内的自由电子数为 n , 每个自由电子所带电量为 e , 定向移动速度为 v , 则 $I = nevS$ 。

3. 欧姆定律、电阻的理解

(1)欧姆定律的数学表达式是 $I = U/R$ 或 $U = IR$ 在 $U-I$ 坐标系中,欧姆定律的图像是一条过原点的直线,如图 14-2 所示, $\tan\theta = U/I = R$, $R_1 > R_2$, 该曲线也叫金属导体的伏安特性曲线。

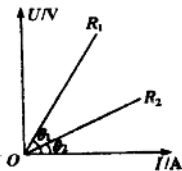


图 14-2

注意:①欧姆定律只适用于纯电阻电路,对于含有电动机、电源等非纯电阻电路不适用。

②对导电物体而言,欧姆定律适用于金属和电解质溶液导电,不适用于气体导电。

③运用欧姆定律解题时, I 、 U 、 R 及三者必须针对同一导体或同一部分电路而言。

(2)导体的电阻

表示导体对电流的阻碍作用的物理量。定义式为 $R=U/I$ ，对同一导体而言， U/I 是一个常数， R 与 U 、 I 大小无关，电阻 R 由材料的导电性能、导体的几何形状和温度决定。

电阻的单位名称叫“欧姆”，简称“欧”，符号为“ Ω ”。

(3)自由电子的定向移动速率

三种速率：①金属导体中自由电子的热运动速率

大量自由电子无规则热运动的平均速率很大，但宏观效果上看是没有电荷的定向移动的，即没有电流。

②金属导体中自由电子定向移动的平均速率

③电场传播速率

等于光速，电路一接通，导体中以 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 的速率在各处建立电场，导线上各处自由电子几乎同时开始做定向移动，整个电路几乎同时形成电流。



例题刷新

【例 1】下列有关电流的说法中错误的是 ()

- A. 只要导体两端有持续电压，就能产生稳恒电流
- B. 电荷定向移动的方向就是电流的方向
- C. 因为电流有方向，所以电流是矢量
- D. 若沿正反方向通过某截面的正、负电荷相等，则电流为零

【解析】本题考查了电流这个概念，产生电流的条件是：①导体(导体中有自由电荷)；②导体两端存在电压。要产生稳恒电流，即电流的大小和方向均不变，这就要求在导体两端加恒定的电压，A 项不满足这一要求，故错误。物理学中规定正电荷定向移动的方向为电流方向，而负电荷(如自由电子、负离子)定向移动的方向与电流方向相反，故 B 项错。电流有方向，但它是标量，故 C 项错。在电解质溶液两端加电压，正电荷在电场力的作用下将做定向移动形成电流 I_1 ，负电荷在电场力的作用下也将做定向移动形成电流 I_2 ，正负电荷定向移动的方向显然相反，但根据电流方向的规定， I_1 、 I_2 的方向相同，所以通过电解质溶液的总电流 $I=I_1+I_2$ ，故 D 项错。

【答案】 A、B、C、D

【例 2】如图 14-3 所示是电阻及的 $I-U$ 图线，图中 $\alpha=45^\circ$ ，由此可知 ()

- A. 电阻值 $R=0.5\Omega$
- B. 因 $I-U$ 直线的斜率表示电阻的倒数，故 $R=\cot\alpha=1.0\Omega$
- C. 在 R 两端加 6.0V 电压时，每秒钟通过电阻截面的电荷量是 3.0C
- D. 流经电阻的电流减少 2A 时，其两端电压减少 4V

【解析】本题意在考查：①伏安特性曲线的分析；②欧姆定律。

注意到伏安特性曲线的坐标轴与伏安法测电阻时用到的 $U-I$ 图线的坐标轴含义不同， $U-I$ 图线的斜率 $k=\frac{U}{I}$ ，而 $I-U$ 图线的斜率 $K'=\frac{I}{U}=\frac{1}{R}$ ，故 A 项错；

而 B 项则忽略了数学表达式的物理意义，正确的解答应是 $K'=\frac{I}{U}=\frac{5}{10}=\frac{1}{R}$ ，故 $R=2\Omega$ ，在 R 两端加 6.0V 电压时，得到的电流是 $I=\frac{U}{R}=\frac{6.0}{2}\text{A}=3\text{A}$ ，那么每秒钟通过电阻截面的电荷量是 $q=It=3.0\text{C}$ ， R 的伏安特性曲线为直线，可证明： $\frac{I}{U}=\frac{\Delta I}{\Delta U}=K'$ ，故 D 项正确。

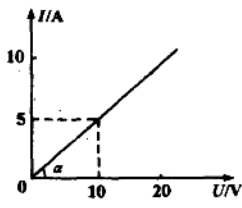


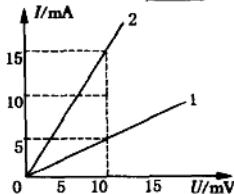
图 14-3

【答案】 C、D

【点评】①应注意到在伏安特性曲线中， $K'=\frac{I}{U}=\frac{1}{R}$ ，而不是 $\frac{\Delta I}{\Delta U}=\frac{1}{R}$ ，即 $\frac{1}{R}$ 是曲线上一点与坐标原点的连线的斜率，而不是曲线上某一点的切线的斜率，只有当伏安特性曲线为真线时，才有 $\frac{I}{U}=\frac{\Delta I}{\Delta U}=\frac{1}{R}$ 。

②教材中讲欧姆定律适用于金属导体、电解质溶液等，实际上，它们的伏安特性曲线也不一定是严格的直线。一般地，金属(如钨)的电阻是随温度的升高而增大的。大家应学会如何从伏安特性曲线来判断电阻的变化。

【例 3】有两段导体，它们的伏安特性曲线分别为图 14-4 中的 1、2 所示，则两段导体的电阻之比 $R_1:R_2=$ _____；当两段导体中的电流相等时，他们的电压之比 $U_1:U_2=$ _____；当两段导体两端的电压相等时，通过他们的电流强度之比 $I_1:I_2=$ _____。



14-4



【解析】在 $U-I$ 图线上,电阻等于图线斜率的倒数, $R_1 = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{10 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} = 2 \Omega$, $R_2 = \frac{10 \times 10^{-3}}{15 \times 10^{-3}} = \frac{2}{3} \Omega$,

$R_1 : R_2 = 3 : 1$,由欧姆定律得,电流相等时, $U_1 : U_2 = R_1 : R_2 = 3 : 1$;电压相等时, $I_1 : I_2 = R_2 : R_1 = 1 : 3$ (这也可以从图线上直接查得)

【例 4】R 来自质子源的质子(初速度为零),经一加速电压为 $U=800\text{kV}$ 的直线加速器,形成电流强度为 $I=1\text{mA}$ 的细柱质子流.已知质子电荷 $e=1.6 \times 10^{-19}\text{C}$.这束质子流每秒打到靶上的质子数为多少?假定分布在质子源到靶之间的加速电场是均匀的,在质子束中与质子源相距 l 和 $4l$ 的两处,各取一段极短的相等长度的质子流,其中的质子数分别为 n_1 和 n_2 ,则 n_1/n_2 是多少?

【解析】 $n = \frac{It}{e} = \frac{1 \times 10^{-3} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{15}$ 个设质子加速到距质子源 l 和 $4l$ 处速度分别为 v_1, v_2 ,则由动能定理得 $eEl = \frac{1}{2}mv_1^2, eE \cdot 4l = \frac{1}{2}mv_2^2$,解得 $v_2 = 2v_1$.对极短的 Δl ,质子的运动可看作是匀速的, $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{n\Delta l \cdot e}{\Delta l/v} = nev$,对距质子源 l 和 $4l$ 两处长度相等的而 Δl 而言,因为 I, e 均相同,故 $\propto \frac{1}{v}$,从而得 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{1}$.

【点评】电荷的定向移动形成电流, $I = \frac{q}{t}$,方向为正电荷定向移动方向,欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$.用伏安特性曲线反映 I 随 U 的变化关系.图线斜率的倒数表示电阻.



能力升级

- 对于欧姆定律,理解正确的是 ()
 - 从 $I=U/R$ 可知,导体中的电流跟加在它两端的电压成正比,跟它的电阻成反比
 - 从 $R=U/I$ 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
 - 从 $U=IR$ 可知,导体两端的电压随电阻的增大而增高
 - 从 $R=U/I$ 可知,导体两端的电压为零时,导体的电阻也为零
- 有四只电阻的伏安特性曲线如图 14-5 所示,现将它们并联起来使用,则通过各电阻的电流强度关系正确的是 ()

- $I_2 > I_1 > I_3 > I_4$
- $I_4 > I_3 > I_2 > I_1$
- $I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
- $I_1 > I_2 > I_3 > I_4$

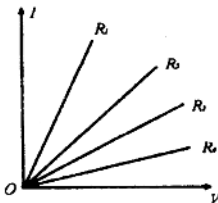


图 14-5

3. 某导体的电流随电压的变化如图 14-6 所示,则下列说法中正确的是 ()

- 加 5V 电压时,导体电阻约是 5Ω ,
- 加 12V 电压时,导体的电阻约是 1.4Ω
- 由图可知,随着电压的增大,导体的电阻不断减小
- 由图可知,随着电压的减小,导体的电阻不断减小

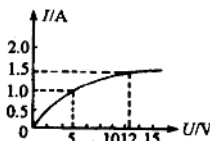


图 14-6

4. 如图 14-7 所示 A 点的电势比 C 点电势低 5V, D 点的电势比 A 点电势高 4V,则检流计 G ()

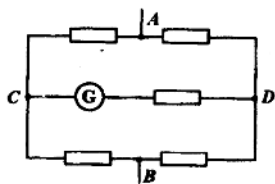


图 14-7

- 不会偏转
 - 会偏转,电流方向由 $C \rightarrow D$
 - 会偏转,电流方向由 $D \rightarrow C$
 - 无法判断
5. 下列说法中正确的是 ()
- 通电导线中自由电子定向移动的速率等于电流的传导速率
 - 金属导体中电子运动的速率越大,导线中的电流就越大
 - 电流是个矢量,其方向就是正电荷定向移动的方向
 - 在国际单位制中,电流是一个基本的物理量,其单位“安”是基本单位

6. 一个半径为 R 的绝缘圆盘,绕垂直圆盘的转动轴以角速度 ω 沿逆时针方向做匀速转动,圆盘边缘上均匀地分布着一圈电荷,电性均为负,单位圆弧上所带的电荷量为 q ,当圆盘转动时,这些电荷所形成的电流大小 $I =$ _____,电流的方向为 _____.



7. 某金属导体两端电压为 24V, 30s 内有 36C 的电量通过导体的横截面, 则:

- (1) 每秒钟内有多少个自由电子通过该导体横截面?
- (2) 导体中电流多大?
- (3) 该导体的电阻多大?



高考链接

如图 14-8 所示, 电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值相等, 电池的内阻不计. 开关 S 接通后流过 R_2 的电流是 S 接通前的 ()

- A. $\frac{1}{2}$
- B. $\frac{2}{3}$
- C. $\frac{1}{3}$
- D. $\frac{1}{4}$

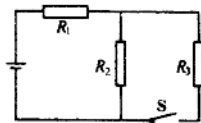


图 14-8

第二节 电阻定律 电阻率

第三节 半导体及其应用

第四节 超导及其应用



目标定位

1. 理解电阻定律和电阻率.
2. 能用电阻定律进行有关的计算.
3. 知道什么是半导体.
4. 了解半导体的特性及其应用和发展.
5. 知道什么是超导体.
6. 知道什么是超导体的转变温度.



要点查考

1. 电阻定律和电阻率

导体的电阻可由导体两端所加的电压和通过的电流应用欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$ 测得, 但 R 与 U 和 I 无关, 导体的电阻由导体的长度、横截面积和导体的材料所决定.

(1) 电阻定律

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, 即: $R = \rho \frac{l}{S}$, 这是导体电阻的决定式.

(2) 电阻率 ρ

① 电阻率与导体材料有关, 它是反映材料导电性能的物理量.

② 电阻率越大, 表明在相同长度、相同截面积情况

下, 导体的电阻就越大.

③ 单位: 欧·米 ($\Omega \cdot m$). 其意义为: 用该材料制成长 1m, 截面积为 $1m^2$ 的导体的电阻值.

④ 金属的电阻率随温度的升高而增大.

思考: 为什么用欧姆表测出的白炽灯泡灯丝电阻与灯泡上标记的额定电压与额定功率计算出的灯丝电阻不同? 用欧姆表测出的电阻比它正常工作时的灯丝电阻是偏大还是偏小?

2. 半导体及其应用

(1) 半导体: 金属导体的电阻率约为 $10^{-8} \sim 10^{-6} \Omega \cdot m$, 绝缘体的电阻率约为 $10^8 \sim 10^{18} \Omega \cdot m$.

半导体的电阻率介于导体与绝缘体之间.

(2) 导电特性

半导体材料的电阻率随温度的升高而减小, 称为半导体的热敏特性.

半导体材料的电阻率随光照射而减小, 称为半导体的光敏特性.

半导体材料中掺入微量杂质也会使它的电阻率急剧变化, 称为半导体的掺杂特性.

(3) 应用: 制成半导体传感器、热敏电阻、光敏电阻、晶体二极管、三极管等.

3. 超导体

(1) 超导现象是指当某些物质的温度降到绝对零度附近时, 其电阻率突然减小到无法测量的程度, 即可以认为它们的电阻率突然变为零, 这种现象叫做超导

现象,能够发生超导现象的物质叫做超导体。材料由正常状态转变为超导状态的温度,称为转变温度,不同的材料有不同的转变温度,超导技术包括高温超导材料的研究及对这些材料的实用研究。

(2) 超导现象的应用及发展前景

超导输电,超导发电机、电动机,磁悬浮列车,超导磁铁,回旋加速器,超级计算机等。



例题刷新

【例1】关于材料的电阻率,下列说法正确的是

- ()
- 把一根长导线截成等长的三段,则每段的电阻率都是原来的 $\frac{1}{3}$
 - 材料的电阻率随温度的升高而增大
 - 纯金属的电阻率较合金的电阻率小
 - 电阻率是反映材料导电性能好坏的物理量,电阻率越大的导体对电流的阻碍作用越大

【解析】电阻率是材料本身的一种电学特性,与导体的长度,横截面积无关,金属材料电阻率随温度升高而增大,而半导体材料则相反,合金的电阻率比纯金属的电阻率大,电阻率大表明材料的导电性能差,不能表明对电流的阻碍作用一定大,因为物理量电阻才是反映对电流阻碍作用的大小,而电阻还跟导体的长度、横截面积有关。

【答案】 C

【例2】某电路需要20A的保险丝,但手边只有用同种材料制成的“15A”和“5A”两种型号的保险丝,他们的规格如表所示,问能否将这两种保险丝取等长的两段并联后用于该电路中?说明其理由。

保险丝	1	2
直径	1 mm	2 mm
额定电流	5 A	15 A

【解析】这两段等长的保险丝横截面积之比 $S_1:S_2=1:4$,由电阻定律 $R=\rho\frac{L}{S}$ 得电阻之比 $R_1:R_2=S_2:S_1=4:1$,并联接入电路后两端的电压相等,由欧姆定律得通过的电流之比 $I_1:I_2=R_2:R_1=1:4$,即第2根保险丝中的实际电流是第1根中的4倍,而额定电流只是第1根的3倍,所以不能这样来使用。

【点评】电阻是反映导体对电流阻碍作用大小的物理量,电阻率是反映材料导电性能好坏的物理量,电阻定律 $R=\rho\frac{L}{S}$ 。

【例3】A、B两地相距40km,从A到B两条输电线的总电阻为800Ω。若在A、B之间的某处E两条输电线发生短路,为查明短路地点,在A处接上电源,测得电压表示数为10V,小量程电流表读数为40mA。则短路处距A多远?

【解析】依题意画电路图如图14-9所示。

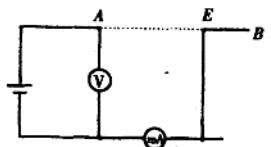


图14-9

A、B两地相距 $L_1=40\text{km}$,原输电线总长 $2L_1=80\text{km}$,电阻为 $R_1=800\Omega$ 设短路处E距A端为 L_2 ,其间输电线电阻为: $R_2=\frac{U}{I}=\frac{10}{40\times 10^{-3}}\Omega=250\Omega$

$$\text{因为 } \frac{R_1}{R_2} = \frac{2L_1}{2L_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

$$\text{所以 } L_2 = L_1 \frac{R_2}{R_1} = 40 \times \frac{250}{800} \text{ km} = 12.5 \text{ km}$$

即E处距A端12.5km。

【点评】求解此题的关键是依题意画出电路图,有了电路图,便比较容易建立方程。

【例4】如图14-10所示是插头式电阻箱的结构示意图,下列说法正确的是

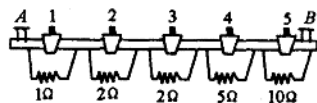


图14-10

- 电阻箱的铜塞拔出的越多,接入电路中的电阻越大
- 电阻箱连入电路时应拔出一些铜塞,以免造成短路
- 此电阻箱能得到的最大阻值为10Ω
- 要想使电阻箱的电阻为8Ω,应拔出的铜塞是3和5

【解析】该电阻箱的工作原理实际上是金属杆与电阻丝的并联,金属杆的截面积比较大,其电阻特别小,对电阻丝来讲可忽略不计。当某个铜塞处于插入状态时,与其对应的电阻丝即被短路,当电阻箱中的铜塞全部插入时,电阻箱的电阻为零,接入电路后造成短路,因此需拔出一些铜塞,铜塞拔出的越多接入电路的电阻丝越多,电阻越大

铜塞全部拔出时电阻箱电阻最大值为 $R=(1+2+2+5+10)\Omega=20\Omega$,当拔出铜塞3和5时,电阻丝3和5接入电阻 $R'=2\Omega+10\Omega=12\Omega$,要得到8Ω电阻,应拔出铜塞1、2、4或1、3、4。

【答案】 A、B

能力升级

1. 关于电阻率,以下说法中正确的是 ()
- A. 纯金属的电阻率较小,合金的电阻率较大,绝缘体的电阻率最大
 - B. 纯金属的电阻率随温度升高而减小,绝缘体的电阻率随温度的升高而增大
 - C. 标准电阻应选用电阻率对温度变化较敏感的材料制成
 - D. 超导材料在任何温度下电阻率都为零

2. 如图 14-11 所示为滑动变阻器的示意图, a, b, c, d 是四个接线柱,当滑动片 P 由电阻丝的 c 端向 d 端滑动时,接入电路中的电阻由小变大,则跟电路相连接的接线柱为 ()

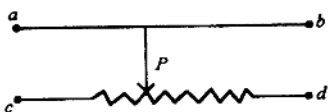
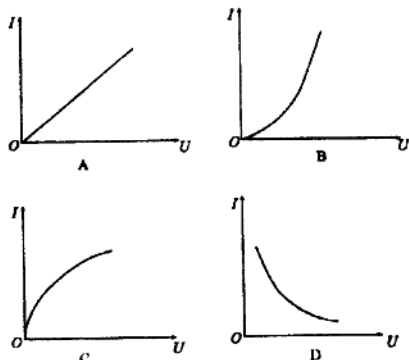


图 14-11

- A. a 和 b
- B. c 和 d
- C. b 和 c
- D. a 和 d

3. 金属铂的电阻率随温度变化比较明显,在下图中,能大致表示用金属铂制成的导体的伏安特性曲线是 ()



4. 如图 14-12 所示, a, b 是 $I-U$ 图上两条过原点的直线,下列说法正确的是 ()

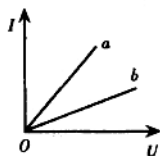


图 14-12

- A. 如果它们是两条同种材料制成的相同截面积的导线,则 a 的长度比 b 的长度大
 - B. 如果它们是两条同种材料制成的相同长度导线,则 a 比 b 粗
 - C. 如果它们是两条不同材料制成的导线,长度和横截面积相同,则 a 的电阻率小
 - D. 如果它们是同一条金属导线在不同温度下的实验结果,则 a 是温度高时做的实验结果
5. 关于导体和绝缘体的如下说法中错误的是 ()

- A. 超导体对电流的阻碍作用等于零
- B. 自由电子通过导体时,仍受阻碍
- C. 绝缘体接入电路中,仍有极微小的电流通过
- D. 绝缘体内一个自由电子也没有

6. 一根粗细均匀的导线,两端加电压 U 时,通过导线中的电流为 I ,导线中自由电子定向移动的平均速度为 v ,若导线均匀拉长,使其半径变为原来的 $\frac{1}{2}$,再给它两端加上电压 U ,则 ()

- A. 通过导线的电流为 $\frac{I}{4}$
- B. 通过导线的电流为 $\frac{I}{16}$
- C. 导线中自由电子定向移动的平均速率为 $\frac{v}{4}$
- D. 导线中自由电子定向移动的平均速率为 $\frac{v}{16}$

7. 在一根长度为 l ,电阻为 R 的均匀直导线中,截下长度为 $\frac{n}{m}l$ 的一段 ($n < m$),再将截下的那段导线拉长至 l ,若截下的那段导线拉长后的电阻为 R' ,则 $R' : R =$ _____.

8. 用半导体制成的发光二极管是某些电器上作指示用的一种电子元件(可视为纯电阻),在电路中的符号为“”,只有电流从所标的“+”号的一端输入,从“-”号的一端流出时,它才可能发光,厂家提供的某种发光二极管的 $U-I$ 图线如图 14-13 所示.若使用电动势为 12V,内阻可忽略不计的电源供电,且二极管正常工作(工作电压为 2.0V)则需要电源和二极管之间 _____ (填“串联”或“并联”)上 _____ Ω 的电阻.

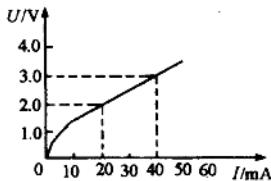


图 14-13

9. 为了测定液体的电阻率,工业上用一种称为“电导仪”的仪器,其中一个关键部件如图 14-14 所示, A、B 是两片面积均为 1cm^2 的正对着的正方形铂片,相互平行,间距 $d=1\text{cm}$,把它浸没在待测的液体中,若通过两根引线加在两铂片上的电压 $U=6\text{V}$,测得电流 $I=1\mu\text{A}$,求这种液体的电阻率是多少?

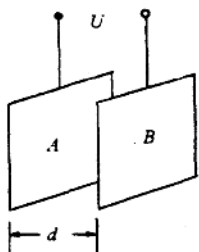
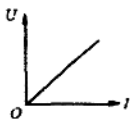


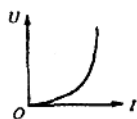
图 14-14

高考链接

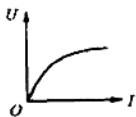
一个标有“220V 60W”的白炽灯泡,加上的电压 U 由零逐渐增大到 220V,在此过程中,电压 U 和电流 I 的关系可用图线表示,在下列选项中给出的四个图中,肯定不符合实际情况的是 ()



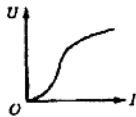
A



B



C



D

第五节 电功和电功率



目标定位

1. 理解电功的概念,知道电功是指电场力对自由电荷所做的功,理解电功的公式,能进行有关的计算。
2. 理解电功率的概念和公式,能进行有关的计算。
3. 知道电功率和热功率的区别和联系。
4. 知道电场力对自由电荷做功的过程是电能转化为其他形式能量的过程。
5. 知道串、并联电路的基本特点,能正确应用电流、电压关系来确定电阻、功率等关系。
6. 能对电路的连接方式加以识别,并能对一些简单的电路做出等效或简化的处理。
7. 理解对电路分析的基本思路,掌握分析电路的一般方法



要点查考

1. 电功和电热的关系
 - (1) 纯电阻电路,即只含有电阻的电路
 - ① 电压特点:因为欧姆定律仅适用于纯电阻元件,所以电路两端电压 $U=IR$,其中 R 为电路的总电阻。

② 电功与电热:对任何电路都有电功 $W=UIt$,由焦耳定律电热 $Q=I^2Rt$,对纯电阻电路有 $U=IR$,显然有 $W=Q$,即电功等于电热。

可见,从能量转化的角度讲,电阻的作用是将电能转化为内能,该种电路中电流做了多少功就有多少电能转化为内能。

(2) 非纯电阻电路,即电路中除含有电阻之外还包含其他元件(如电解槽、电动机等)

① 电压特点:该电路中欧姆定律不再适用,电路两端的电压 U 大于该电路中电阻的电压降,即 $U>IR$,式中 U 为电路的两端电压, I 为电路中的电流, R 为电路中的电阻。

② 电功与电热:电功 $W=UIt$,电热 $Q=I^2Rt$,电功大于电热,即 $W>Q$,从能量转化的角度讲,非纯电阻电路中的能量转化较为复杂,比如电动机工作时消耗的电能通过电流做功转化为两部分能量:机械能和内能,且 $W=Q+E_{\text{机}}$ 。而电解槽工作时消耗的电能要转化为化学能和内能,且有 $W=Q+E_{\text{化}}$ 。所以在非纯电阻电路中电功大于电热,即 $W>Q$ 。

2. 电路结构分析

(1) 识别电路的基本方法

① 根据串、并联电路的基本特征识别电路:串联电

路中通过各电阻的电流相等,即电流不交叉,并联电路有分支,各支路同一端各点等电势,两端之间有电压.若仅是一部分电路,则可假设在该部分电路两端加上某一电压,仍能用上述方法进行分析.

②连接电路的无电阻导线可缩为一点,也可把某一点拉长为无电阻导线,如图 14-15 甲电路可等效为乙电路.

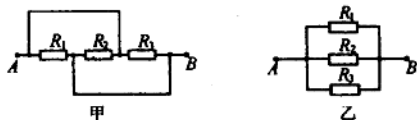


图 14-15

③电容及理想电表补法:在不考虑电表内阻对电路的影响时,可把电流表用导线代替,把电压表视作断路,在恒定电流电路中,电容器可视为断路,如图 14-16 所示甲电路可等效为乙电路.(AB 间为直流电压)

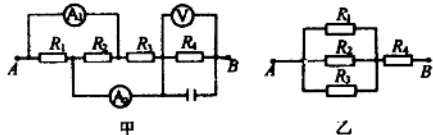


图 14-16

④平行排除法:在电路或电源两端画出的两条平行线间,先画通过某一电阻的支线,再画某些电阻的分支线,把电路变为易于识别的电路,如图 14-17 甲电路可以等效为乙电路.

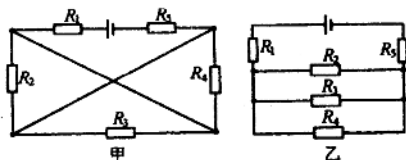


图 14-17

⑤比较节点电势识别电路:所谓节点,就是电路中几个支路的汇合点,如图 14-18 甲中的 A、B、C、D 均为节点,其中 B、C、D 各点等电势,都低于 A 点的电势,等电势点跨接的电阻中无电流,可直接摘去,如甲图中的 R_4 、 R_5 ,因此,图 14-18 中的甲电路可等效为乙电路.

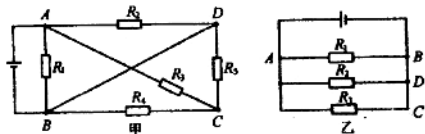


图 14-18

(2)电路结构的变化

电路结构的变化可由外电路和电源两个方面的变化引起.

①外电路的变化:电路中开关的断开和闭合,转向开关位置的变化,变阻器触头的滑动,都可引起电路结构的变化.具体分析时应明确引起变化的因素,找出等效电路.

②电源变化引起的电路变化,如图 14-19 所示.

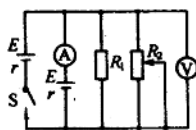


图 14-19



例题刷新

【例 1】对计算任何用电器的电功率都适用的公式是 ()

- A. $P = I^2 R$
- B. $P = \frac{U^2}{R}$
- C. $P = UI$
- D. $P = \frac{W}{t}$

【解析】电功率计算的普通公式为 $P = \frac{W}{t} = UI$,用电器有的是纯电阻用电器(例电炉、电烙铁等),有的是非纯电阻用电器(例电动机、电解槽等),只有在纯电阻用电器的前提下,才可由 $I = \frac{U}{R}$ 改写电功率的表达式.

【答案】 C、D

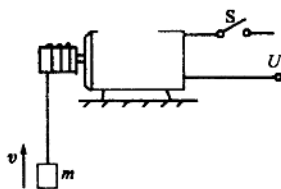


图 14-20

【例 2】如图 14-20 所示,用直流电动机提升重物,重物的质量 $m = 50\text{kg}$,电源供电电压为 110V ,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,电路中的电流为 5A ,则电动机线圈的电阻为多大? (g 取 10m/s^2)

【解析】设电动机线圈的电阻为 r ,由题意可知,电源提供的电能转化为电动机线圈发热而增加的内能和电动机对外输出的机械能,而电动机输出的机械能用来增加被提升重物的机械能,由能的转化和守恒得: UI

$$= I^2 r + mgv \text{ 解得电动机线圈的电阻为 } r = \frac{U}{I} - \frac{mgv}{I^2} =$$

$$\frac{110}{5} - \frac{50 \times 10 \times 0.9}{5^2} = 4.0 \Omega$$

【例3】如图14-21所示,电源电压 U 保持不变,当可变电阻 R_3 的滑动端 P 自左向右滑动的过程中,各电阻两端的电压、通过各电阻的电流分别怎样变化?

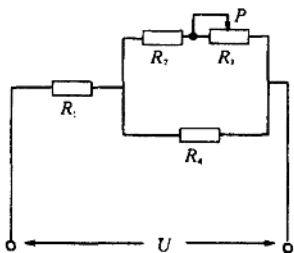


图14-21

【解析】分析步骤及要点:

(1) 确定电路的组成,电路由两部分串联而成,一部分为 R_1 ,另一部分又有两条支路组成,一条支路为 R_4 ,再一条支路为 R_2 与 R_3 串联的电路,这条支路的电阻变化(P 向右移动时 R_3 变小)导致总电阻的减小.

(2) 由欧姆定律确定阻值不变的部分电路的物理量变化. $R_3 \downarrow \rightarrow$ 总电阻 $R \downarrow \rightarrow$ 总电流 $I = \frac{U}{R} \uparrow \rightarrow U_1 = UR_1 \uparrow$ 即通过 R_1 的电流增大, R_1 两端的电压升高.

(3) 由串、并联电路的特点确定阻值变化的部分电路中物理量的变化(如这部分电路中再包含有阻值不变和变化的电路,仍应先分析阻值不变的电路). $U_1 \uparrow \rightarrow U_2 = U - U_1 \downarrow \rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_1} \downarrow; I \uparrow, I_1 \downarrow \rightarrow I_2 = I_3 = I - I_1 \uparrow \rightarrow U_2 = I_2 R_2 \uparrow; U_2 \downarrow \rightarrow U_3 = U_2 - U_2 \downarrow$

【点评】正确分析电路,透彻理解欧姆定律,灵活运用串、并联电路的特点是正确解答电路问题的要点所在.

【例4】一台电风扇,内电阻是 20Ω ,接上 220 V 的电压后正常工作,消耗的功率是 66 W ,求:

- 电风扇正常工作时通过风扇电动机的电流.
- 电风扇工作时,转化为机械能和内能的功率,电机的效率.
- 若接上电源后,扇叶被卡住,不能转动,此时通过电动机的电流多大?电动机消耗的电功率和发热功率各是多大?

【解析】(1) 通过电动机的电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{66}{220} \text{ A} = 0.3 \text{ A}$.

(2) 转化为内能的功率 $P_{\text{热}} = I^2 r = 0.3^2 \times 20 \text{ W} = 1.8 \text{ W}$

转化为机械能的功率 $P_{\text{机}} = P - P_{\text{热}} = 66 - 1.8 = 64.2 \text{ W}$

电机的效率 $\eta = P_{\text{机}} / P = \frac{64.2}{66} \times 100\% = 97.3\%$

(3) 当电扇不转动时,电能全部转化为内能,电动机相当于纯电阻用电器.

$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A}$ 电机消耗的功率 P' 等于其发热功率 $P'_{\text{热}}$.

所以 $P' = P'_{\text{热}} = U^2 / R = 220^2 / 20 \text{ W} = 2420 \text{ W}$

此时电机会被烧毁.

【点评】在非纯电阻电路中,要注意区别电功和电热,要注意熟练运用能量转化与守恒定律. ① $I \neq U/R$

② 电热只能是 $Q = I^2 R t$, ③ 电动机消耗的电能也就是电流做的功,只能是 $W = I U t$ ④ 由能量守恒定律得: $W = Q + E$, E 为其他形式能,在本题中为机械能,在电解槽中为化学能. ⑤ 对电动机来说,输入功率 $P_{\text{入}} = I U$, 发热功率为 $P_{\text{热}} = I^2 R$, 输出功率即机械功率: $P_{\text{机}} = P_{\text{入}} - P_{\text{热}} = UI - I^2 R$

【例5】如图14-22所示,是一提升重物用的直流电动机工作时的电路图,电动机内阻为 0.6Ω , $R = 10 \Omega$,直流电压 $U = 160 \text{ V}$,电压表示数为 110 V ,则通过电动机的电流为_____A,输入电动机的电功率为_____W.

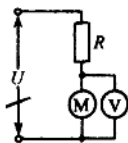


图14-22

【解析】电动机属非纯电阻用电器,它是主要把电能转化成机械能的装置,欧姆定律对它并不适用,而有 $U_1 > I r$, 同样对于非纯电阻电路求电功率只能用 $P_{\text{电}} = UI$, 只有纯电阻电路才能有 $P_{\text{电}} = \frac{U^2}{R} = I^2 R = UI$.

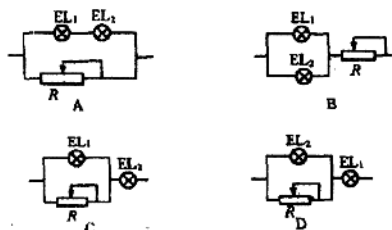
R 上电压 $U_2 = U - U_1 = 160 \text{ V} - 110 \text{ V} = 50 \text{ V}$

通过 R 的电流 $I = \frac{U_2}{R} = \frac{50}{10} \text{ A} = 5 \text{ A}$

由于 R 与电动机串联,故通过电动机的电流也是 5 A

电动机的输入电功率 $P_{\text{电}} = UI = 110 \times 5 \text{ W} = 550 \text{ W}$

【例6】将标有“ 110 V 40 W ”白炽灯 EL_1 和“ 110 V 100 W ”的白炽灯 EL_2 与一只滑动变阻器 R (阻值在 $0 \sim 300 \Omega$) 组合起来接在 220 V 的线路上,使 EL_1 和 EL_2 都能正常发光,在下列选项中所示电路中最优化的接法是 ()



【解析】使 EL_1 和 EL_2 正常发光且电路中消耗的功率最小的电路是最优化的。A 图中因 EL_1 和 EL_2 电阻不同, $R_1 > R_2$ 所以加在 EL_1 两端电压大于 $\frac{220V}{2} = 110V$, EL_1 会被烧坏, 所以 A 图不安全; 又 $R_2 < R_1$, 在 R_2 上并联一个电阻会使总电阻更小, 从而使 EL_1 两端电压大于额定电压而被烧坏, 因而 D 也不行; B、C 两图从安全角度看都可以, 但 B 中消耗总功率为 $2 \times (100 + 40)W = 280W$, 而 C 中消耗的总功率为 $2 \times 100W = 200W$, 故而选项 C 是最合适的。

【答案】C



能力升级

1. 不考虑温度对电阻的影响, 关于一个“220V, 40W”的灯泡, 下列说法正确的是 ()
 - A. 接在 110V 的线路上时功率为 20W
 - B. 接在 110V 的线路上时功率为 10W
 - C. 接在 55V 的线路上时电流为 0.01A
 - D. 接在 165V 的结路上时电流为 0.14A
2. 下列说法正确的是 ()
 - A. 电路中加入电阻后, 总电流必减小
 - B. 在一直流电源的外电路上, 越靠近电源负极, 电势越低
 - C. 电流都是由自由电子的定向移动形成的
 - D. 在电路中各电阻消耗的功率总是与它们的阻值成正比
3. 将一根电阻丝接在某恒定电压的电源两端, 电流做功的功率为 P . 若将该电阻丝均匀地拉长为原来的两倍后再接入该电源, 则他的功率为 ()
 - A. $4P$
 - B. $0.25P$
 - C. $16P$
 - D. $0.125P$
4. 通过电阻 R 的电流为 I 时, 在时间 t 内产生的热量为 Q , 若电阻为 $2R$, 电流为 $\frac{1}{2}I$ 时, 则在时间 t 内产生的热量为 ()
 - A. $4Q$
 - B. $2Q$
 - C. $\frac{1}{2}Q$
 - D. $\frac{1}{4}Q$
5. 有四盏灯, 接入图 14-23 所示电路中, 且 EL_1 与 EL_2 都标有“220V 100W”字样, EL_3 和 EL_4 标有“220V 40W”字样, 把电路接通后, 最暗的灯是 ()

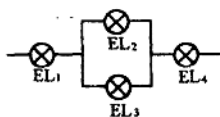


图 14-23

- A. EL_1
- B. EL_2
- C. EL_3
- D. EL_4

6. 白炽灯的灯丝断了以后, 轻摇灯泡, 有时可将断了的灯丝搭上, 若将这只灯泡再接入电路中, 其亮度与原来相比 ()

- A. 亮些
- B. 暗些
- C. 一样
- D. 都有可能

7. 某医务室里用电炉烧水消毒, 电阻丝阻值为 20Ω , 电炉的效率为 60%. 现用这个额定电压为 220V 的电炉加热 2kg、18℃ 的水, 问使水沸腾需要 _____ 时间? [水的比热容为 $4.2 \times 10^3 J/(kg \cdot ^\circ C)$]

8. 如图 14-24 所示, 电路中的电阻 $R = 10\Omega$, 电动机 M 的线圈电阻 $r = 1\Omega$, 加在电路两端的电压 $U = 100V$, 已知电流表读数为 30A, 则通过电动机线圈的电流为多少? 通电 1min, 电流对电动机 M 做的有用功为多少?

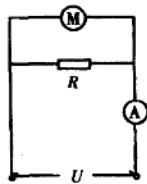


图 14-24