

高中教学精华丛书

上海市课程改革新教材

高中物理

教学要点及范例解析

精 选

(高二年级)

上海市松江二中物理教研组 编

- 知识要点
- 疑难分析
- 例题解析
- 知识拓宽
- 习题精选

华东理工大学出版社

高中教学精华丛书

高中物理教学要点及
范 例 解 析 精 选

(高二年级)

松江二中物理教研组 编

华东理工大学出版社

(沪)新登字 208 号

高中教学精华丛书

高中物理教学要点及范例解析精选

(高二年级)

松江二中物理教研组 编

华东理工大学出版社出版发行

上海市梅陇路 130 号

邮政编码 200237 电话 64104306

新华书店上海发行所发行经销

上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 10.75 字数 257 千字

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 9 月第 3 次印刷

印数 16001 24000 册

ISBN 7-5628-0768-X/G·144 定价 11.50 元

前 言

上海市课程改革教材已在全市普遍推广使用,该新教材与原部编教材在教学要求、教学内容、编写体例等方面均有较大的差异,这无疑会给广大师生的教与学带来新的问题。可喜的是,我校作为新教材试点学校之一,在数年的教学实践中,已逐步摸索出一套行之有效的办法,在实现从应试教育向素质教育的转变方面,在提高师生教与学的水平方面,都收到了显著的效果。

为帮助广大师生更好地把握住新教材,我们组织了一批富有教学经验的教师,在总结经验的基础上,精心编撰了这套《高中教学精华丛书》。它是我们新教材教学成果的结晶。

这套丛书有两个鲜明特点:一是紧密配合新教材,与新教材配套;二是紧密配合学生学习,与学生实际相联系。

相信本丛书对教师有一定的参考价值,对学生有一定的指导作用。

这套《高中教学精华丛书》有数学、物理、化学、语文、英语等分册。

本册《高中物理教学要点及范例解析精选》,与新教材相适应和同步。在体例安排上尽可能帮助学生抓住重点,解疑难点,同时也安排一些拓宽加深和联系实际的有趣味的内容,以激发学生的学习兴趣 and 积极性。

此外,还体现了由浅入深、由易到难的学习规律,以引导学生循序渐进、化难为易、变繁为简,打好扎实基础,增强解题能力,提高学习水平。

让本书成为你学习上的好帮手,助你一臂之力。

参加本书编写的有:潘传文、陶世聪、俞瑞根。

疏漏不当之处,望老师和同学们指正。

编 者

1997年3月

目 录

第九章 电流和电路	(1)
第一节 欧姆定律 电阻定律	(1)
第二节 电功和电功率 焦耳定律	(7)
第三节 用电器的串联、并联和混联	(12)
第四节 闭合电路欧姆定律	(23)
第五节 电流和电路的实验	(38)
第十章 电磁感应	(55)
第一节 电磁感应	(55)
第二节 楞次定律 右手定则	(61)
第三节 法拉第电磁感应定律	(68)
第四节 自感	(84)
第十一章 交流电 振荡电流	(96)
第一节 交流电的产生 描述交流电的物理量	(96)
第二节 变压器 电能的输送	(104)
第三节 电磁振荡 振荡电流*	(109)
第十二章 波动	(113)
第一节 机械波 波的描述	(113)
第二节 波的干涉和衍射 声波	(120)
第十三章 光的本性	(125)
第一节 电磁波 光的电磁说	(125)
第二节 光电效应 波粒二象性	(133)
第十四章 原子 原子核	(142)
第一节 原子	(142)
第二节 原子核	(147)
第三节 核能	(159)

第九章 电流和电路

第一节 欧姆定律 电阻定律

[知识要点]

1. 电路的组成和作用

电路一般是由电源、用电器、电键和连接电路的导线所组成。

电路的主要作用是进行电能的传输和转化。

2. 电流强度

电流是电荷的定向移动。

形成电流的条件： $\left\{ \begin{array}{l} \text{内因：导体内有自由电荷。} \\ \text{外因：导体两端存在电压。} \end{array} \right.$

电流强度：通过导体任一截面的电量跟通过这些电量所用的时间的比值，叫做电流强度。电流强度用 I 表示。公式为：

$$I = \frac{q}{t}$$

电流 I 的法定计量单位为安培，简称安，符号是 A。

电流 I 是标量（习惯上规定正电荷定向移动的方向为电流的方向）。

电流 I 可用安培表进行测量。

3. 电压

电压即导体两端的电势差。用符号 U 表示。单位是伏特。符号是 V。

电压是导体内电流形成的外部原因。

电压是标量。

电压可以用伏特表进行测量。

4. 电阻

导体对电流的阻碍作用，叫电阻。电阻的大小是由导体本身的特性所决定的。用符号 R 表示。单位是欧姆。符号是 Ω 。

电阻可用比值法定义： $R = \frac{U}{I}$ 。此式也可以用来测量导体的电阻大小，此法叫伏安法。

电阻常用欧姆表来测量。

5. 电阻定律

在温度不变时，导体的电阻跟它的长度成正比，跟它的横截面积成反比。这就是电阻定律。用公式表示：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 ρ 叫导体的电阻率。它的单位是欧·米,符号是 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

6. 部分电路欧姆定律

导体中的电流强度跟它两端的电压成正比,跟它的电阻成反比。用公式表示:

$$I = \frac{U}{R}$$

部分电路欧姆定律也可以用 $I-U$ 图象来表示。

在直角坐标中,用纵轴表示电流强度 I ,横轴表示电压 U ,通过实验可以作出电流强度随电压变化的图象,即 $I-U$ 曲线,通常称之为伏安特性曲线,它是一条通过坐标原点的直线。根据图象可以求得导体的电阻。如图 9-1。

部分电路欧姆定律适用于金属及电解液的导电。

[疑难分析]

1. 怎样理解 $R = \frac{U}{I}$ 的物理意义,它与 $R = \rho \frac{L}{S}$ 的区别在哪里?

(1) $R = \rho \frac{L}{S}$ 是电阻的决定式,即电阻器的电阻是由长度 L ,横截面积 S ,材料及温度(ρ)四个因素共同决定的,不管此电阻器接不接到电路中去,它的电阻值是客观存在的。

(2) $R = \frac{U}{I}$ 是电压 U 、电流 I 和用电器的电阻 R 三个物理量的关系式,其实质是欧姆定律,也就是欧姆定律的数学表达式,但这三个量的因果关系并没有变化,仍是电压和电阻决定了电流的大小。根据电阻的定义:导体对电流的阻碍作用叫做导体的电阻,它是客观存在的。实验证明在不同导体的两端加上相同的电压,比值 U/I 大的,即通过的电流小,对电流的阻碍作用大,比值 U/I 小的,即通过的电流大,对电流的阻碍作用小。这就是说用 $\frac{U}{I}$ 这个比值可以表示导体对电流的阻碍作用。所以说 $R = \frac{U}{I}$ 也是导体电阻的定义式或量度式。由上分析可以看出,用比值 $\frac{U}{I}$ 来定义导体本身对电流阻碍作用的一种客观属性,既与加在其上的电压无关,也与通过其中的电流无关。它可以用实验的方法也就是伏安法来检测来量度。把 $R = \frac{U}{I}$ 说成 R 与 U 成正比、与 I 成反比是错误的。

2. 应用部分电路欧姆定律应注意的几个问题。

(1) $I = \frac{U}{R}$ 只适用于纯电阻的线性电路。所谓线性电路就是电路中的元件的阻值不随两端电压和通过它的电流变化而变化。也可以说元件的伏安特性曲线 $I-U$ 图线是一条通过原点的直线。对于含有电容、电感、气体放电、半导体导电,及含有电源的电路是不适用的。

(2) 使用 $I = \frac{U}{R}$ 计算时, I 、 U 、 R 应为同一部分电路的三个量,绝不能将不同部分电路的量代入同一公式计算。

(3) $I = \frac{U}{R}$ 不仅适用一个电阻,也适用于若干个电阻组成的电路。如果用 U 和 I 表示某部分电路的总电压和总电流,则 R 就是这部分电阻的总电阻。例如图 9-2 所示,有一连接未知的电路,只知电阻 R_0 的阻值。当测得 A 、 C 和 C 、 D 间的电压为 U_1 和 U_2 时,那么 A 、 B 之间

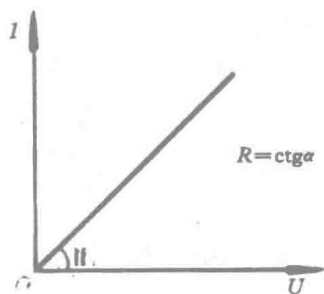


图 9-1

的总电阻 $R = \frac{U_1 + U_2}{U_1} \cdot R_0$

〔例题解析〕

1. 某电解槽在 20s 内通过某截面的正电荷 100C, 同时相反方向通过该面的负电荷为 100C, 则此电解槽内的电流强度为多大?

解析: 电流强度的大小定义为通过导体横截面积的电量与通过这些电量所用的时间的比值, 即 $I = \frac{q}{t}$, 电流强度的方向通常规定为正电荷定向移动的方向。负电荷定向移动形成的电流可以等效地看作正电荷沿反方向定向移动所形成的电流。故电解槽中的电流强度为 $I = 2 \frac{q}{t} = 2 \times \frac{100}{20} \text{A} = 10\text{A}$, 方向为正电荷移动的方向。

2. 将 10V 电压加在阻值为 500Ω 的导体两端, 在一分钟内有多少电子通过导体的横截面?

解析: 根据欧姆定律知通过导体的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{500} \text{A} = 0.02\text{A}$$

在 1 分钟内通过导体截面的电量

$$q = I \cdot t = 0.02 \times 60 \text{C} = 1.2\text{C}$$

这些电量与电子电量的比值

$$\frac{q}{e} = \frac{1.2}{1.6 \times 10^{-19}} = 7.5 \times 10^{18}$$

即在 1 分钟内有 7.5×10^{18} 个电子通过导体的横截面积。

3. 有一根粗细均匀的电阻丝, 当加 2V 电压时通过的电流强度为 4A, 现将电阻丝均匀拉长, 然后加 1V 电压, 这时通过的电流强度为 0.5A。则电阻丝拉伸后的长度为原长的几倍?

解析: 本题要注意到电阻丝均匀拉长时, 其横截面积减小, 根据电阻定律, 电阻丝的电阻将变大。由 $R = \rho \frac{L}{S}$ 推出 $R = \rho \frac{L}{V/L} = \rho \cdot \frac{L^2}{V}$ 并设电阻丝原长 L_1 , 电阻为 R_1 , 拉长后长为 L_2 , 电阻为 R_2 , 那么 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1^2}{L_2^2}$ 。

根据公式 $R = \frac{U}{I}$ 可知 $R_1 = \frac{2}{4} \Omega = 0.5 \Omega$ $R_2 = \frac{1}{0.5} = 2 \Omega$

所以 $\frac{R_2}{R_1} = 4$ 所以 $\frac{L_2}{L_1} = \sqrt{4} = 2$ $L_2 = 2L_1$

4. 两电阻 R_1 、 R_2 的电流和电压 U 的关系图线如图 9-3 所示, 可知两电阻的大小之比 $R_1 : R_2$ 等于

- (A) 1 : 3 (B) 3 : 1
(C) 1 : $\sqrt{3}$ (D) $\sqrt{3}$: 1

解析: 由部分电路欧姆定律可得 $\frac{1}{R} = \frac{I}{U} = \text{tg} \alpha$, 故 $R = \frac{1}{\text{tg} \alpha}$ 即 $I-U$ 特性曲线斜率的倒数

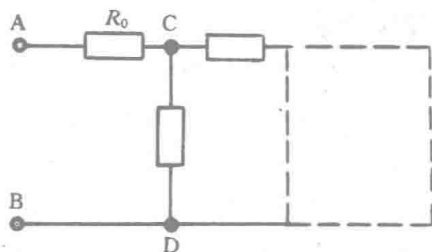


图 9-2

等于电阻。所以 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 60^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}$ ，故正确选项为 A。

[知识拓宽]

谈谈金属中的电流

大量电荷沿一定方向作宏观运动，就形成了电流。产生电流的条件是：一要有电子、离子等自由电荷，二要物体内部存在电场。最常见的电流是金属中的电流，一般金属都具有晶体结构，正离子，即失去外层电子的原子核，按一定的方式排成有规律的晶格结构，并在其平衡位置附近作振动，而外层电子由于离核较远，核对它的库仑力较弱，它可摆脱核的束缚而在整个金属体内部“游荡”，成为自由电子，自由电子充满整个金属，与容器中充满气体分子非常相似，所以我们可以把自由电子看作为一种理想气体——电子气。这样，就可估算在常温下，自由电子作热运动的平均速率，其大小的值约为 $\bar{v} = 1.2 \times 10^5 \text{ m/s}$ 。由于热运动是杂乱无章的，因此并不能形成自由电子的定向宏观运动，不形成电流。如果把金属导体接在电源上，在导体两端有了电势差，导体内部就形成电场，自由电子受电场力作用就有了一个从电源负极流向电源正极的定向移动，从而产生了电流，所以说叠加在热运动上作定向运动的自由电子形成金属中的电流。历史上，人们规定正电荷的移动方向作为电流方向，但电流是一个标量（因此求合电流时不能用平行四边形法则），本无方向而言，平时所讲的方向实质上是指电荷的流动方向。

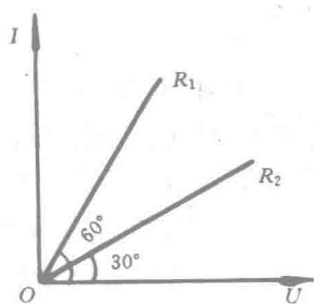


图 9-3

就金属而言，电流是自由电子作定向运动而形成的，那么电流强度和自由电子数目、和定向运动速度之间有什么关系呢？假设有一段截

面积为 S 的金属导线，如图 9-4 所示，导体中存在一个电场 E ，自由电子逆着电场 E 方向作速度为 v 的定向运动，在 t 时间内电子移动了距离 vt ，这表明，在 A 和 B 两个截面间的自由电子在 t 时间内都将通过 B 面，用 n 表示该金属单位体积内所含的电子数即电子浓度， V 表示 A 和 B 之间金属圆柱体的体积，那么在 t 时间内通过 B 面的电子数 $N = nV = nSvt$ ，考虑到每个电子带电量为 e ，可见 $I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t} = nevS$ 。这就是电流强度 I 和微观

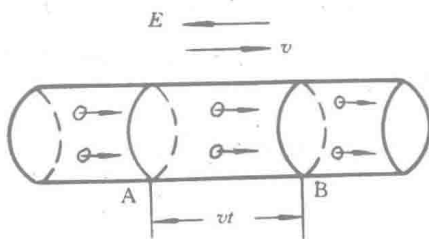


图 9-4

量 v 、 n 之间的关系。从中我们还可估算 v 的大小，假定我们用的是铜导线，横截面是 0.5 平方毫米，通以 1 安培电流，铜的摩尔质量 $\mu = 6.4 \times 10^{-2}$ 千克/摩尔，密度 $\rho = 8.9 \times 10^3$ 千克/米³，所以铜的摩尔体积 $V = \frac{\mu}{\rho} = 7.2 \times 10^{-6}$ 米³/摩尔，因而单位体积内铜原子个数为 $\frac{N_0}{V} = 8.4 \times 10^{28}/\text{米}^3$ (N_0 为阿佛加德罗常数)，由于每个铜原子提供一个自由电子，所以单位体积内自由电子数目 n 就是 $8.4 \times 10^{28}/\text{米}^3$ ，因此 $v = \frac{I}{neS} = 1.5 \times 10^{-4}$ 米/秒。可见这个定向移动的速度是很小的，那么为什么合上开关电流立即传到远处、使得用电器马上开始工作呢？原来电流的传导速度，实际上就是在导体中建立电场的速度，这就是电磁波传播的速度——光

速。因此,一合上开关整个电路中立即建立起电场,电路中所有的自由电子都开始作定向运动,整个电路中都有了电流。

所以我们应区分下面三个速度:自由电子定向移动的速度约为 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 米/秒,虽然很小,但却是产生电流的根本原因,自由电子热运动速度约为 10^5 米/秒,虽然大,但对电流的产生没有贡献。电流的传导速度就是光速,为 3×10^8 米/秒。

[练习题]

一、填空题

1. 形成电流的两个条件是_____和_____。
2. 10 秒钟内有 1.0×10^{19} 个自由电子通过金属导体横截面,则导体中的电流为_____ A。如果金属导体的电阻为 10 欧,导体两端的电势差是_____ V。
3. 某电阻两端电压不变,当电阻增至 3Ω 时,电流降为原来的 $4/5$,则此电阻原来的阻值为_____ Ω 。
4. A、B 两个电阻的 $I-U$ 图线如图 9-5 所示,从图中可求得 R_A 为_____ Ω , R_B 为_____ Ω 。
5. 一根粗细均匀的电阻丝,长度为 L ,横截面的直径是 d ,电阻为 R 。(1) 如果把它截成相等的 5 段,每一段的电阻是_____ Ω 。(2) 如果把它均匀拉长到原来的 2 倍,拉长后的电阻是原来的_____ 倍。(3) 如果把它均匀拉制成直径是 $\frac{1}{2}d$ 的均匀细丝后,电阻阻值变为_____ Ω 。(4) 如果把它对折起来,它的电阻值为_____ Ω 。

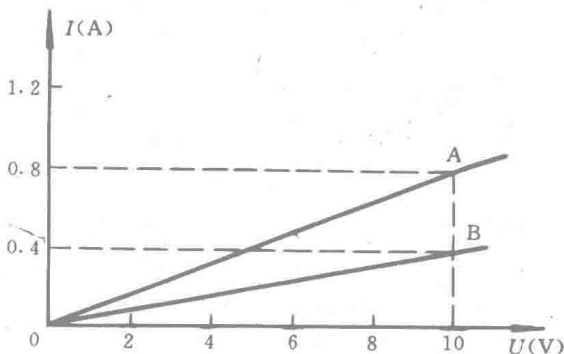


图 9-5

6. 滑动变阻器是靠改变电阻丝的_____来改变电阻的。图 9-6 中把滑动变阻器的 C、B 接线柱接入电路,当滑片 P 向右移动时,连入电路的电阻将_____。

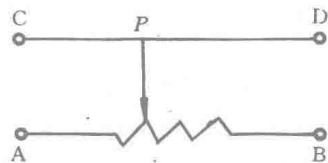


图 9-6

7. 不同材料组成的导体,即使长度和横截面积都相同,它们的电阻也是不相同的,这是由于不同导体的_____是不相同的。

8. _____,这种现象叫做超导现象。处于这种状态的物体叫做_____。

二、选择题

1. 关于电流的方向,下面哪句话是正确的? ()
 (A) 在金属导体中有自由电子,电流的方向就是自由电子定向移动的方向。
 (B) 在电解液中有自由的正离子和负离子,电流的方向不能确定。
 (C) 不论何种导体,电流的方向规定为正电荷定向移动的方向。
 (D) 不论何种导体,电流的方向规定为负电荷定向移动的方向。

2. 一根粗细均匀的金属丝,电阻为 1Ω ,将这根金属丝均匀拉长,如拉长后直径是原来的 $1/3$,则电阻变为 ()

- (A) 3Ω (B) 9Ω (C) 27Ω (D) 81Ω

3. 关于电阻的公式 $R=U/I$, $R=\rho L/S$,下面说法正确的是 ()

- (A) 导体的电阻与其两端电压成正比,与其电流强度成反比。
 (B) 导体的电阻仅与导体的长度,横截面积和材料有关,与导体两端电压无关。
 (C) 导体的电阻随工作温度变化而变化。
 (D) 一个电阻一旦做好,其阻值就不会变化。

4. 从欧姆定律 $I=U/R$,导出 $U=IR$; $R=\frac{U}{I}$ 。下面的叙述中哪些是正确的? ()

- (A) 电流与电阻成反比,它们的乘积是一个常量。
 (B) 一定的电流流过导体,电阻越大,电压降越大。
 (C) 对确定的导体,其电压和电流的比值就是它的电阻。
 (D) 导体的电阻由本身的物理条件决定,和电压、电流无关。

5. 欧姆定律适用于: ()

- (A) 金属导电 (B) 气体导电
 (C) 电解液导电 (D) 任何物体导电

6. 甲乙两根铜导线,质量之比是 $2:1$,长度之比是 $1:2$,那么甲乙两根导线电阻之比是 ()

- (A) $1:1$ (B) $1:4$ (C) $1:8$ (D) $4:1$

三、计算题

1. 如果导线中的电流强度为 1mA ,那么 1s 内通过导体截面的自由电子数是多少?

2. 有一条康铜线,横截面积为 0.1mm^2 长度为 1.22m ,在它的两端加 0.60V 电压时,通过它的电流强度正好是 0.10A ,求这种康铜线的电阻率。

3. 图 9-7 中,相距 40km 的 A、B 两地架两条导线,电阻共为 800Ω ,如果在 A、B 间的某处发生短路,这时接在 A 处的伏特表的示数为 10V ;安培表的示数为 40mA 。求发生短路处和 A 地的距离。

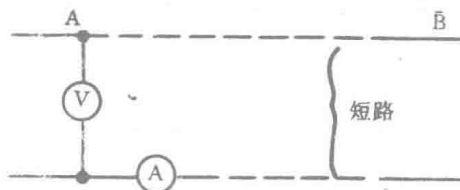


图 9-7

[参考答案]

一、填空题

1. 导体内部存在自由电荷,导体内存在电场
2. 0.16A , 1.6V 3. 2.4Ω 4. 12.5Ω , 25Ω
5. (1) $\frac{R}{5}$ (2) 4 (3) $16R$ (4) $\frac{R}{4}$ 6. 长度,减小 7. 电阻率
8. 当温度降到接近绝对零度时,某些金属材料的电阻会突然减小到零,超导体

二、选择题

1. C; 2. D; 3. B、C; 4. B、C、D; 5. A、C; 6. C

三、计算题

1. 6.25×10^{15} ; 2. $4.9 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$; 3. 12.5km

第二节 电功和电功率 焦耳定律

[知识要点]

1. 电功是指电流在一段时间里所作的功,它是电能转化为其他形式能的多少的量度。用公式表示

$$W = qU = IUt$$

该式适用于计算各种电路中电流所作的功。

在纯电阻电路中又可以用下式表示

$$W = I^2 R t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

电功 W 的单位是焦耳,简称焦,符号是 J。

2. 电功率是电流所做的功跟完成这些功所用的时间的比值。用公式表示

$$P = \frac{W}{t} = UI$$

该式适用于计算各种电路中电流的功率。

在纯电阻电路中,又可以用下式表示

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

电功率 P 的单位是瓦特,简称瓦,符号是 W。

对于由电源和用电器组成的闭合回路,其功率问题可以从电源和用电器两方面来认识。

A 电源部分

电源的总功率:是指电源内部非静电力做的功率

$$P_{\text{总}} = I\varepsilon = IU_{\text{外}} + IU_{\text{内}} = P_{\text{外}} + P_{\text{内}}$$

电源输出功率:是指电源工作时向外电路输出的功率

$$P_{\text{外}} = IU_{\text{外}} = I\varepsilon - I^2 r = P_{\text{总}} - P_{\text{内}}$$

电源内部发热功率:是指电源内部因发热而损耗的功率

$$P_{\text{内}} = IU_{\text{内}} = I^2 r = \frac{U_{\text{内}}^2}{r} = P_{\text{总}} - P_{\text{外}}$$

B 用电器部分

用电器的额定功率:是指用电器在额定电压下工作的功率。一般用电器铭牌上标明的电压和功率即为用电器的额定电压和额定功率。

用电器的实际功率,是指用电器在工作时实际消耗的功率。它等于用电器两端的实际电压与通过用电器的实际电流的乘积。即 $P_{\text{实}} = I_{\text{实}} U_{\text{实}}$ 。

3. 焦耳定律:电流通过导体所产生的热量跟电流的平方、导体的电阻和通电时间成正比。公式表示

$$Q = I^2 R t$$

使用上式时应注意统一单位:电流 I 的单位是安,电阻 R 的单位是欧,时间 t 的单位是秒,热量 Q 的单位是焦。

[疑难分析]

1. 电功和电热的关系

如果电路是由纯电阻组成,这时电流所做的功全部转化为电流通过导体所产生的热量,即 $W = Q$ 。

在纯电阻电路中,电功

$$W = U I t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

电流通过导体所产生的热量

$$Q = I^2 R t = U I t = \frac{U^2}{R} t$$

如果电路中含有电动机、电解槽等非纯电阻性质的用电器,这样的电路叫非纯电阻电路,在非纯电阻电路中,电流做功所消耗的电能中的大部分转化为机械能,化学能等其他形式的能,只有少部分电能转化为导体(电阻)的内能。这时,电流所做的功大于电流通过导体所产生的热量。根据能的转化和守恒定律,在非纯电阻电路中,电流所做的功 W 等于所转化的机械能或化学能等其他形式的能 E 和通过导体所产生的热量 Q 之和,即

$$W = E + Q$$

所以

$$W > Q$$

式中电功 W 只能用公式 $W = I U t$ 计算,热量 Q 只能用公式 $Q = I^2 R t$ 计算。

2. 额定功率和实际功率

能使用电器正常工作的电压叫额定电压,用电器在额定电压下工作时的电功率就是额定功率,根据电功率的计算公式 $P = I U$,当用电器以额定功率工作时,通过用电器的电流强度称为额定电流。

如果加在用电器两端的电压不等于额定电压,这时用电器所消耗的实际功率就不等于额定功率,在计算白炽灯、电烙铁、电炉这一类仅由电阻丝构成的用电器的实际电功率时,应首先根据它的额定功率 $P_{\text{额}}$ 、额定电压 $U_{\text{额}}$ 算出它的电阻(可视为不变) $R = \frac{U_{\text{额}}^2}{P_{\text{额}}}$,然后根据电功率的计算公式 $P = \frac{U^2}{R}$ (U 表示实际电压)算出用电器的实际电功率 $P = \frac{U^2}{U_{\text{额}}^2} P_{\text{额}}$ 。

应当注意,对于日光灯、电动机、电解槽等用电器,由于它们不完全由电阻组成,因此不能应用公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 或 $P = I^2 R$ 进行有关运算。

[例题解析]

1. 一只标有“220V 60W”的灯泡,在额定电压下工作时,灯丝中通过的电流是多大? 在用电高峰时,如果电路电压降为 200V,这时它消耗的功率是多大? (设灯丝电阻不随温度而变化)

解析: 灯泡上所标“220V 60W”指的是灯泡的额定电压和在额定电压下的额定功率

在额定电压下工作电流
$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} \text{A} = 0.27 \text{A}$$

灯泡的电阻
$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{60} \Omega = 807 \Omega$$

灯泡实际消耗功率
$$P' = \frac{U'^2}{R} = \frac{200^2}{807} \text{W} = 50 \text{W}$$

2. 一台电动机的额定电压是 220V,额定电流是 5A,导线绕组的电阻是 6Ω ,求(1) 它的额定输入功率多大? (2) 工作时因导线发热损失的功率多大? (3) 它的最大输出功率多大?

解析: (1) 额定输入功率 $P = UI = 220 \times 5 \text{W} = 1.1 \text{kW}$

(2) 电动机发热损失功率 $P_1 = I^2 R = 5^2 \times 6 \text{W} = 150 \text{W}$

(3) 根据能的转化和守恒定律可知,电动机的输出功率为 $P_2 = P - P_1 = 1.1 \times 10^3 - 150 = 950 (\text{W})$

此题外加电压 U 不等于绕组中的电流和绕组电阻的乘积,而且 $U > IR$,即对于电动机来说欧姆定律不适用。所以在计算导线的损耗热功率时应用 $P = I^2 R$ 来计算。若用 $P = \frac{U^2}{R}$ 来计算绕组的发热功率,则 U 值应取 $5\text{A} \times 6\Omega = 30\text{V}$ 。

3. 用一只标有“220V 1500W”的电热水壶将一壶 20°C 2.0kg 的水烧开,至少要用多长时间?

解析: 电流通过电水壶内的电热丝产生的热量 Q_1 ,全部被水吸收,只要能先算出 20°C 2.0kg 水温度升高到 100°C 所需要的热量 Q_2 ,即可求出电热水壶的通电时间 t 。

$$Q_2 = cm\Delta t = 4.2 \times 10^3 \times 2.0 \times (100 - 20) \text{J} = 6.72 \times 10^5 \text{J}$$

$$Q_1 = Pt \quad Q_1 = Q_2$$

$$t = \frac{Q_2}{P} = \frac{6.72 \times 10^5}{1.5 \times 10^3} \text{s} = 448 \text{s} = 7 \text{分} 28 \text{秒}$$

4. 发电机对用户供电,输电线的总电阻为 r ,输送的电功率 P 一定,若用电压 U 输电,求输电线因发热损失的功率。若输电电压升高为原来的 N 倍,问输电线上发热损失功率变为原来的多少倍?

解析: 输电电压是发电机的端电压,不能认为就是输电线上的电压损失。可先根据 $P_{\text{输送}} = U_{\text{输送}} \cdot I_{\text{输送}}$ 求出输电电流,再根据 $P = I^2 r$ 求出输电线上发热损失的功率。

输电电流 $I = \frac{P}{U}$, 输电线上发热损失功率 $P_1 = I^2 r = \left(\frac{P}{U}\right)^2 r$ 。

若输电电压升高到 NU , 则输电线上发热损失功率 $P_2 = \left(\frac{P}{NU}\right)^2 \cdot r = \frac{1}{N^2} \left(\frac{P}{U}\right)^2 r = \frac{1}{N^2} P_1$

即减小为原来的 $\frac{1}{N^2}$ 倍。

[知识拓宽]

伏安法测量纯电阻负载的电功和电功率

此法常用在实验室测纯电阻的电功率中,即利用一只伏特表和一只安培表的读数进行



图 9-8

计算得到纯电阻上消耗的电功率,接法有两种,如图 9-8 所示。

上图 (a) 中有 $IU = (I_R + I_V)U = I_R U + I_V U = P_R + P_V$

上图 (b) 中有 $IU = I(U_R + U_A) = I U_R + I U_A = P_R + P_A$

上两式中 P_R 为真实值, P_V, P_A 为两表的损耗功率。

如果要忽略 P_V 和 P_A ,那就要求 I_V 很小(伏特计电阻很大)或 U_A 很小(安培计电阻很小)。在一般情况下,伏特表的电阻总是比较大,安培表电阻总是比较小的。因此当待测电阻的阻值很小(远比伏特表的电阻为小)时,可采用图(a)接法,而当待测电阻的阻值很大(远比安培表的电阻为大)时,可采用图(b)接法,以减小测量误差。

[练习题]

一、填空题

1. 某灯泡标有“220V100W”,表明它的额定工作电压为_____ V,在此电压下释放电功率是_____ W。工作电流是_____ A,工作时它的电阻为_____ Ω ,此灯工作_____ 小时耗电 1 度,合_____ J,若不计温度对电阻的影响,将此灯接到 110V 的电路中,灯泡的实际功率为_____ W。

2. 远距离输电线电阻为 1Ω ,用 400V 电压输送 40kW 的电功率,输电线上损失的电压为_____ V,损失功率是_____ W,如选用 10kV 高压输送相同的功率,电线损失的电压为_____ V,损失的功率是_____ W。

3. 由于供电网电压的降低,用电器的电功率降低了 19%,这时供电网上的电压比用电器额定电压降低了_____。

4. 一台电动机,额定电压是 220V,电阻是 0.8Ω ,在正常工作时通过的电流是 50A,则每秒钟电流做的功是_____ J,每秒钟产生的热量是_____ J,每秒内转化为机械能_____ J。

5. 110V 的电阻丝用相同功率的 220V 的电阻丝的一半来代替,替换后电阻丝所发出的热量与原来电阻丝发出的热量之比为_____。

二、选择题

1. 把两根同种材料的电阻丝分别连在两个电路中,A 电阻丝长为 L ,直径为 d ;B 电阻丝长为 $3L$,直径为 $3d$,要使两电阻丝在相同时间内产生的热量相等,加在两电阻丝上的电

压之比应当满足

()

(A) $U_A : U_B = 1 : 1$

(B) $U_A : U_B = \sqrt{3} : 3$

(C) $U_A : U_B = \sqrt{3} : 1$

(D) $U_A : U_B = 3 : 1$

2. 为了使电炉消耗的功率减小到原来的一半,应

()

(A) 使电流减半

(B) 使电压减半

(C) 使电炉电阻减半

(D) 使电压和电阻的值各减一半

3. 一根电阻丝,在通过 $2C$ 的电量时电流做功 $8J$,若在相同时间内通过 $4C$ 电量时,电阻丝上的电流所做的功 W 和所加电压 U 分别是

()

(A) $W=16J, U=4V$

(B) $W=16J, U=16V$

(C) $W=32J, U=4V$

(D) $W=32J, U=8V$

4. 将一导线拉长 n 倍后,再接到同一恒压源上,则导线每秒钟产生的热量为原来的

()

(A) n 倍

(B) n^2 倍

(C) $1/n$

(D) $1/n^2$

5. 关于远距离输电,下面说法正确的是

()

(A) 在输电功率一定的条件下,根据 $P = \frac{U^2}{R}$ 可知,导线发热损失功率与输电电压平方成正比,与输电线电阻成反比。

(B) 在输电功率一定的条件下,根据 $P = I^2 R$ 可知,导线发热损失功率与输电电流平方成正比,与输电线电阻成正比。

(C) 在输电功率一定的条件下,输电线损失功率与输电电压平方成反比。

(D) 在输电功率一定的条件下,输电电压越高,输电线上电流越大,输电线上的损失功率也越大。

6. 直流电动机的电枢电阻为 R ,电动机正常工作时,电动机两端电压 U ,通过电流强度 I ,工作时间 t ,那么下面说法正确的是

()

(A) 电动机消耗电能 $I^2 R t$

(B) 电动机电枢线圈产生的热量 $U I t$

(C) 电动机电枢线圈产生的热量 $I^2 R t$

(D) 电动机输出的机械能 $U I t - I^2 R t$

三、计算、简答题

1. 有人说“通过灯泡的电流越大,灯泡就越亮”,这种说法对吗?现有“220V 40W”的灯泡和“3V 1W”的小灯泡,均让其正常发光,则通过哪个灯泡的电流大?哪个灯泡亮?为什么?

2. 电流通过电烙铁、电风扇、电解槽时,各是什么能量转化成什么能量?如果加在上述用电器的两端电压均为 U ,通过它们的电流强度均为 I ,各用电器的电阻均为 R ,通电时间均为 t ,那么, $U I t$ 、 $I^2 R t$ 、 $U^2 / R \cdot t$ 对三个用电器各表示什么意义?在哪个用电器中,式 $U I t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} \cdot t$ 成立?

[参考答案]

一、填空题

1. 220V, 100W, 0.45A, 484Ω, 10 小时, $3.6 \times 10^6 \text{J}$, 25W;
 2. 100V, 10kW, 4V, 16W; 3. 10%; 4. $1.1 \times 10^4 \text{J}$, 2×10^3 , $9 \times 10^3 \text{J}$; 5. 1:2

二、选择题

1. C; 2. D; 3. D; 4. D; 5. B; 6. C、D。

三、计算、简答题

1. 略; 2. 略。

第三节 用电器的串联、并联和混联

[知识要点]

1. 串、并联电路的比较

表 9-1 串、并联电路的比较

性 电 路 质	串 联	并 联
基本特点	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
电压或电流分配规律	$U \propto R$ 或 $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \dots = \frac{U_n}{R_n}$ 对两用电器 $U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$ $U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$	$I \propto \frac{1}{R}$ 或 $I_1 R_1 = I_2 R_2 = \dots = I_n R_n$ 对两用电器 $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$ $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$
功率分配规律	$P \propto R$ 或 $\frac{P_1}{R_1} = \frac{P_2}{R_2} = \dots = \frac{P_n}{R_n}$ 对两用电器 $P_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} P$ $P_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} P$	$P \propto \frac{1}{R}$ 或 $P_1 R_1 = P_2 R_2 = \dots = P_n R_n$ 对两用电器 $P_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} P$ $P_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} P$

[疑难分析]

1. 怎样理解在并联电路中 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ 的物理意义?

根据并联电路中总电流强度等于各支路的电流强度之和; 并联电路中各支路两端的电压相等的基本特点, 应用欧姆定律容易推导出公式: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ 但有的同学常常死记公式并未去理解公式的物理意义。电阻 R 是导体对电流的阻碍作用。由欧姆定律得 $R = \frac{U}{I}$, 在相同的电压作用下, 通过导体的电流越小即导体对电流的阻碍越大即 R 大。同样,