

人

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

考

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

成

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

全国成人高等学校职业教育专业课入学统一考试参考丛书
根据国家教育委员会制订的《复习考试大纲》编写

电工基础考试参考书

《电工基础考试参考书》编写组 中国经济出版社

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO



根据国家教育委员会制定的《复习考试大纲》编写
全国成人高等学校职业教育专业课入学统一考试参考丛书

电工基础考试参考书

《电工基础考试参考书》编写组

中国经济出版社

责任编辑:黄允成 张植信
责任校对:侯振福
封面设计:白长江

电工基础考试参考书

《电工基础考试参考书》编写组

中国经济出版社出版发行

(北京市百万庄北街3号)

(邮政编码:100037)

各地新华书店经销

北京市昌平区印刷厂印装

787×1092毫米 1/16 8.125印张 198千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数1-5,000

ISBN 7-5017-3741-X/G·338

定价:13.00元

前 言

1995 年国家教育委员会制订了《全国成人高等职业教育专业课复习考试大纲》。广大考生在使用该大纲进行复习备考时,由于缺少统一的教材而遇到了很大的困难。为了解决这个问题,我们组织编写和审查大纲的教授、专家,遵照大纲的要求编写了这套《全国成人高等学校职业教育专业课入学统一考试参考丛书》。此书的特点是综合性、系统性、专业性较强,同时注意到了实用性和针对性,可以帮助考生提高知识和能力水平。

考生复习备考的范围和程度以各科的《全国成人高等职业教育专业课复习考试大纲》为准。

本丛书共有 36 种,包括《会计基础》、《计算技术》、《经济法基础》、《商品知识》、《营销基础知识》、《实用公共关系》、《应用文与写作》、《旅游概论》、《礼仪规范》、《烹调技术》、《烹调原料加工技术》、《有机化学》、《药剂学》、《中药学》、《中医基础学》、《人体解剖学》、《生理学》、《机械基础》、《机械制造工艺基础》、《机械制图》、《电工基础》、《电子技术基础》、《计算机应用基础》、《BASIC 语言》、《化工分析》、《化工基础》、《化学肥料》、《炼钢生产管理》、《轧钢生产管理》、《高炉冶炼技术知识及生产管理》、《建筑材料》、《金属切削原理与刀具》、《建筑结构》、《施工技术基础知识》、《电机与拖动》、《电路基础》。

希望各科专家和广大读者提出宝贵意见,待有机会再版时进一步完善。

这套丛书经国家教育委员会考试中心审定,并作为推荐用书。

国家教育委员会考试中心

1996 年 4 月 26 日

目 录

第一章 直流电路的基本概念	(1)
一、概述	(1)
二、知识要点	(1)
三、例题与解题指导	(5)
四、练习一	(7)
第二章 简单直流电路的计算	(13)
一、概述	(13)
二、知识要点	(13)
三、例题与解题指导	(17)
四、练习二	(23)
第三章 复杂直流电路的分析与计算	(32)
一、概述	(32)
二、知识要点	(32)
三、例题与解题指导	(33)
四、练习三	(39)
第四章 电容器	(51)
一、概述	(51)
二、知识要点	(51)
三、例题与解题指导	(54)
四、练习四	(56)
第五章 磁场与电磁感应	(59)
一、概述	(59)
二、知识要点	(59)
三、例题与解题指导	(63)
四、练习五	(64)
第六章 简单正弦交流电路	(68)
一、概述	(68)
二、知识要点	(68)
三、例题与解题指导	(73)
四、练习六	(79)

第七章 正弦交流电路的符号法 (93)

 一、概述..... (93)

 二、知识要点..... (93)

 三、例题与解题指导..... (95)

 四、练习七..... (99)

第八章 三相交流电路..... (109)

 一、概述 (109)

 二、知识要点 (111)

 三、例题与解题指导 (113)

 四、练习八 (117)

附录:

 1996年成人高等学校职业教育招生专业课全国统一考试电工基础试题及答案 (120)

第一章 直流电路的基本概念

一、概述

本章主要介绍电路的基本概念、电路中主要物理量及基本定律

(一)、电路的基本概念

1. 电路及其组成;

2. 电路的作用。

(二)、电路中主要物理量及基本定律

1. 电流、电流密度、电压、电位、电动势的概念,单位及其参考方向的指定;

2. 电阻与电导、电功与电功率的概念,单位;

3. 欧姆定律、焦耳——楞次定律概念,会正确运用这些定律分析问题。

二、知识要点

(一)、电路的基本概念

1. 电路,电路是指电流通过的路径。它是由电源、负载和联接导线所组成,电路中得到持续不断的电流必须要有电源,且整个电路应是闭合的。

2. 电路的主要作用,电路的主要作用一是转换能量,如电炉把电能转换成热能;电灯泡把电能转换成光能;电动机把电能转换成机械能;扬声器把电能转换成声能等。二是处理信号,如放大器把微弱的信号放大;调谐电路从各种不同的信号源中选出需要的信号等等。

电路通常有三种状态:开路、短路和通路。当电源不与其他元件相联接时,电源中没有电流,电源内部不存在能量转换,这时电路处于开路状态。当电路处于开路状态时,其开路电压 U_{oc} 等于电源电动势 E ,即 $U_{oc}=E$,如图 1-1a) 所示;当电路 a、b 两点用导线联接,这时电路处于短路状态,电路处于短路状态时,电路中的电流 I_{sc} 等于电源电动势 E 除于其内阻 R_0 ,即 $I_{sc}=\frac{E}{R_0}$,如图 1-1b) 所示;当电路处于正常工作时,电路中的电流 $I=\frac{E}{R_0+R_L}$,如图 1-1c) 所示。

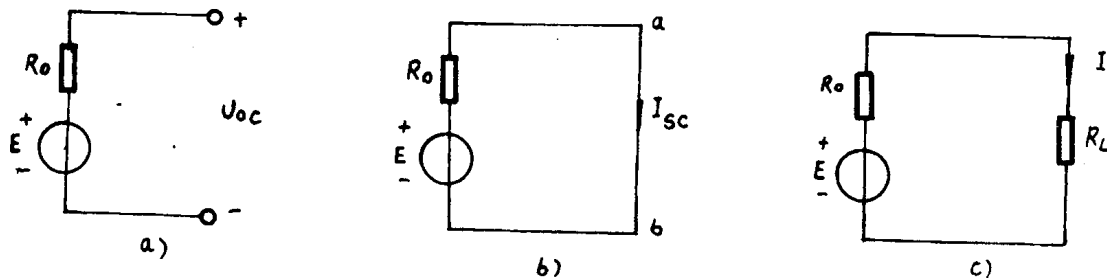


图 1-1

(二)、电路中的主要物理量及基本定律

1. 电流, 电流是指自由电荷在电场力作用下按照一定秩序定向移动而形成的。电流既是一种物理现象, 又是表示电流强弱的物理量, 通常说的电流就是电流强度的简称。电流在数值上等于穿过某一面积的电荷与所需时间之比, 当电流的大小与方向都随时间变化, 这种电流称为交流电流, 常用小写字母 i 表示; 如果电流的大小与方向都不随时间变化, 这种电流称为直流电流, 常用大写字母 I 表示, 直流电流 I 与电量 Q 的关系为

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

式中, Q 为通过导体横截面的电量, 在国际(SI)单位制中, 其主单位为库仑, 记作(C); I 为电流强度, 在 SI 单位制中, 其主单位为安培, 记作(A); t 为电量 Q 通过的时间, 在 SI 单位制中, 其主单位为秒, 记作(s)。

电流参考方向, 人们规定正电荷定向移动的方向为电流实际方向。在实际中, 如果没有专门仪器一时很难判别出电流方向, 而分析计算电路又必须先知道电流方向, 为此引入电流参考方向概念。电流参考方向是任意指定的, 常用双下标或箭头表示, 如图 1-2a) 所示。根据电流参考方向算出电流值后, 若电流值大于零(即 $i > 0$), 说明电流参考方向与电流实际方向一致, 若用实线表示电流参考方向, 虚线表示电流实际方向如图 1-2b) 所示; 若算出的电流值小于零(即 $i < 0$), 说明电流参考方向与电流实际方向相反, 如图 1-2c) 所示。由此可见, 根据电流参考方向和电流的正、负值即可确定电流实际方向, 没有电流参考方向, 电流的正、负值也就没有意义了。

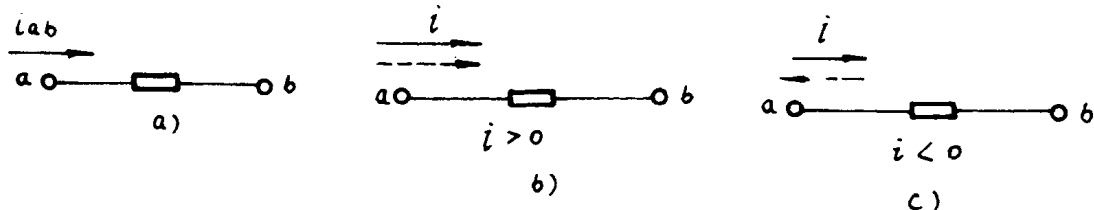


图 1-2

2. 电流密度, 电流密度与电流强度不同, 它是指电流在导体横截面上均匀分布时, 该电流与导体横截面积的比值, 即

$$J = \frac{I}{S}$$

式中, J 为导体的电流密度, 在 SI 单位制中, 其主单位为每平方毫米安培, 记作(A/mm²); S 为导体的横截面积, 在 SI 单位制中其主单位为平方毫米, 记作(mm²)。

在实际工作中, 合理选择导线粗细(面积)时需要用到电流密度概念。例如, 已知 1mm² 铜导线允许通过的电流为 6A, 如果某小舞台照明系统需要 24A 电流, 问应选择多粗的铜导线?

解 由铜导线的电流密度为

$$J = \frac{I}{S} = 6\text{A/mm}^2$$

所以该照明系统应选择铜导线的面积为

$$S = \frac{I}{J} = \frac{24}{6} = 4 \text{ mm}^2$$

3. 电压,电压是指单位正电荷在电场力作用下沿着某一路径从 a 点移动到 b 点电场力所作的功。设电场力将电荷 Q 从 a 点移动到 b 点所作的功为 A_{ab} , 则其电压为

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q}$$

式中, A_{ab} 为电场力所作的功, 在国际 (SI) 单位制中, 其主单位为焦耳, 记作 (J); U_{ab} 为 a、b 两点间电压, 在 SI 单位制中, 其主单位为伏特, 记作 (V)。1 伏特表示电场力把 1 库仑电荷从 a 点移动到 b 点所作的功是 1 焦耳。显然, 电压是反映电场力做功的本领。

电位, 电位是指在电场中取某点 (如 b 点) 为参考点, 即 $\varphi_b = 0$, 单位正电荷在电场力作用下从 a 点移动到参考点的电压称为电位, 即

$$\varphi_a = U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q} = \varphi_a - \varphi_b$$

从而得, 电场中任意两点之间的电压就等于该两点之间的电位差。显然, 电位的单位同电压一样。

电压的参考极性, 人们规定从高电位点指向低电位点的方向为电压的实际极性。但在实际中, 若没有专门仪器, 对于任一段电路一时很难判别出哪点电位高, 哪点电位低, 为此引入参考极性概念。电压的参考极性也是任意指定的, 从高电位指向低电位常用双下标表示, 如 U_{ab} , 或用“+”、“-”号表示, 也可用箭头表示, 所图 1-3a) 所示。对于任意一段电路, 任意指定电压参考极性后计算出的电压值 (U_{ab}) 大于零即 ($U_{ab} > 0$), 说明电压参考极性与实际极性一致, 若用实线表示电压参考极性, 虚线表示电压实际极性, 如图 1-3b) 所示; 若计算出的电压值小于零 (即 $U_{ab} < 0$), 说明电压参考极性与实际极性相反, 如图 1-3c) 所示。

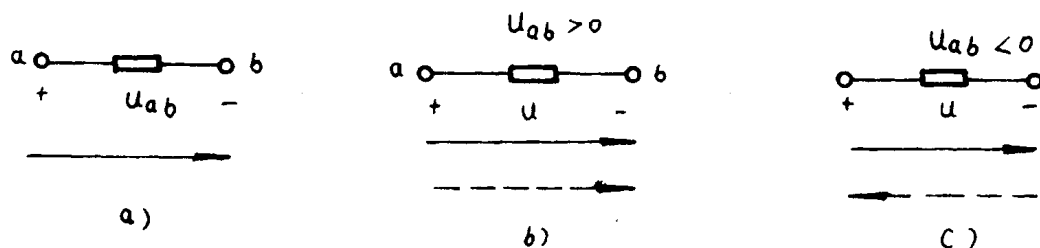


图 1-3

值得注意: 电位的数值与参考点的选择有关, 而两点间的电压值与参考点的选择无关, 如图 1-4 所示。

若取 c 为参考点, 即 $\varphi_c = 0$, 测得 $\varphi_b = 6\text{V}$ $\varphi_a = 10\text{V}$ 由电压定义知

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = 10 - 6 = 4\text{V}$$

$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c = 10 - 0 = 10\text{V}$$

若选 b 为参考点, 即 $\varphi_b = 0$, 测得 $\varphi_a = 4\text{V}$ $\varphi_c = -6\text{V}$ 则由电压定义知

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = 4 - 0 = 4\text{V}$$

$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c = 4 - (-6) = 10V$$

电动势,电动势是指非电场力在电源内部把单位正电荷从低电位点移到高电位点时所作的功。

电动势与电压单位相同,方向不同。电动势是从低电位指向高电位,反映非电场力做功的本领;而电压是从高电位指向低电位,反映电场力做功的本领。

4. 电阻,导体的电阻是反映导体对通过它的电流起阻碍作用(大小)的物理量。如果用导体两端的电压跟通过导体的电流的比值来表示导体的电阻,则

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

式中, R 表示导体的电阻,在 SI 单位制中,其主单位为欧姆,记作(Ω)。

导体的电阻是由导体本身固有因素所决定,是导体的内属性,跟导体两端所加电压和流过它的电流大小无关。导体电阻的大小决定于导体的长度、横截面积和材料。均匀截面的线状导体,其电阻值的计算公式为

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

式中, ρ 表示导体的电阻率,它是与导体材料性质有关的物理量。不同材料的电阻率是不同的。

导体的电阻还和温度有关。常把温度升高 1°C 时导体的电阻所产生的变动阻值跟原来阻值之比称为电阻的温度系数,用 α 表示。若设温度 T_1 时导体的电阻值为 R_1 , 温度 T_2 时导体的电阻值为 R_2 , 则 α 为

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(T_2 - T_1)}$$

如果随着温度的升高导体的电阻值增加,则称这种温度系数为正温度系数,如钨丝等;如果随着温度的升高导体的电阻值减小,则把这种温度系数称为负温度系数,如碳丝等。导体的电阻与温度系数的关系为

$$R_2 = R_1[1 + \alpha(T_2 - T_1)]$$

电阻的倒数称为导体的电导,常用字母 G 表示。即

$$G = \frac{1}{R}$$

在国际(SI)单位制中,电导的单位为西门子,记作(S)。

5. 欧姆定律,欧姆定律是德国物理学家欧姆于 1826 年首先提出的,分为部分电路欧姆定律与全电路欧姆定律两部分。

部分电路欧姆定律是指,流过某段导体中的电流跟该导体两端电压成正比,跟导体的电阻成反比,其数学表达式为

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

该定律反映了一段导体中电流、电压和电阻三个电学量间的关系,它是直流电路的基本定律。公式中的三个量是针对同一段电路而言的,即当 R 为某一段导体的电阻时, U 必为该段

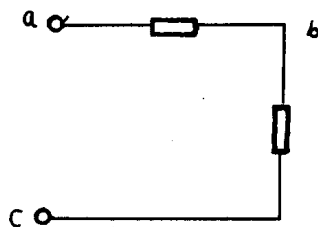


图 1-4

导体两端的电压, I 必为通过该段导体的电流。

全电路欧姆定律是指, 在一个闭合电路中, 电流与电源的电动势成正比, 与电路内阻和外电阻之和成反比, 其数学表达式为

$$I = \frac{E}{R + R_0}$$

6. 电功, 电流通过用电器要做功, 电流所做的功称为电功。电流在某段电路上所做的功, 等于这段电路的端电压与通过这段电路的电流及通电时间的乘积, 即

$$A = UIt$$

式中, A 为通过用电器的电流所做的功, 在 SI 单位制中, 当 U 、 I 、 t 的单位分别取伏特、安培、秒时, A 的单位为焦耳, 记作(J)。

电功率, 电功率是表示电流做功快慢的物理量。我们把单位时间内电流所做的功, 称为电功率, 其数学表达式为

$$P = \frac{A}{t}$$

式中, P 为电功率, 在 SI 单位制中, 当 A 、 t 的单位分别取焦耳、秒时, P 的单位为瓦特, 记作(W)。

实际工作中, 电功的单位还用千瓦小时(KWh), 也叫“度”表示。1 度电等于功率为 1 千瓦的用电设备在 1 小时内所用的电能。

7. 焦耳——楞次定律, 焦耳——楞次定律是指通过导体的电流所做的功被导体全部吸收后产生的热量, 跟通过它的电流强度的平方成正比, 跟导体的电阻成正比, 跟通电的时间成正比, 即

$$Q = I^2 R t$$

式中, Q 为通电导体所产生的热量, 在 SI 单位制中, 当 I 、 R 、 t 分别取安培、欧姆、秒时, Q 的单位为焦耳, 记作(J)。

8. 额定电压, 标于用电器上的电压值是用电器正常工作的电压, 常称额定电压。为了使用电器正常工作, 作用于用电器的电源电压应该与用电器的额定电压相同。

额定功率, 标于用电器上的功率值是用电器在额定电压下工作的功率, 常称额定功率。根据用电器上所标的额定电压和额定功率的数据可知, 用电器在额定条件下的电阻和额定电流; 用电器的正常工作条件。

三、例题与解题指导

例 1、若将一段阻值为 R 的均匀导线从中间对折后合成一根导线, 问合成后的导线的阻值 R' 是原导线阻值的多少倍?

解 设原导线的长度为 L , 截面积为 S , 对折后导线的长度为 L' , 截面积为 S' , 由题意 $L' = \frac{1}{2}L$, $S' = 2S$, 根据电阻值的表达式知

$$R' = \rho \frac{L'}{S'} = \rho \frac{\frac{1}{2}L}{2S} = \frac{1}{4}R$$

即合成后的导线的电阻值 R' 是原导线电阻值 R 的四分之一倍。

例 2、已知某风扇电机绕组是铜线, 在室温(20°C)时测得其电阻值为 1Ω , 该风扇使用 4 小时后其阻值为 1.25Ω 。问此时风扇绕组线圈的温度是多少? (设 $\alpha = 0.004$)

解 由公式 $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(T_2 - T_1)}$ 得

$$T_2 = T_1 + \frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} = 20 + \frac{1.25 - 1}{0.004 \times 1} = 82.5^\circ\text{C}$$

例 3、已知某铜导线长 $L = 100\text{m}$ ，截面积 $S = 0.1\text{mm}^2$ 。试求当温度 $T_2 = 50^\circ\text{C}$ 时铜导线的电阻值。（设 $\alpha = 0.004$ ， $\rho_1 = 0.017 \times 10^{-6}$ ）

解 先求常温下 ($T_1 = 20^\circ\text{C}$ 时) 铜导线的电阻值 R_1 。由公式知

$$R_1 = \rho_1 \frac{L_1}{S_1} = 0.017 \times 10^{-6} \times \frac{100}{0.1 \times 10^{-6}} = 17.2\Omega$$

又由导体的电阻与温度的关系知

$$\begin{aligned} R_2 &= R_1 + \alpha R_1 (T_2 - T_1) = 17.2 + 17.2 \times 0.004 \times (50 - 20) \\ &= 19.3\Omega \end{aligned}$$

例 4、已知电阻率 $\rho = 5 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{M}$ 的电阻丝横截面积 $S = 0.1\text{mm}^2$ ，如果用该电阻丝绕制一个 6Ω 的电阻。问需要此电阻丝多少米？

解 由公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ 得

$$L = \frac{RS}{\rho} = \frac{6 \times 0.1 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-7}} = 1.2\text{M}$$

例 5、已知作用于电阻两端的电压是 8V ，用最大量程为 10mA 的电流表测量其电流为 2mA 。现将 50V 电压作用于该电阻，问能否再用该电流表测量？

解 由于 8V 电压作用于该电阻时，其上电流为 2mA ，由公式 $I = \frac{U}{R}$ 得

$$R = \frac{U}{I} = \frac{8}{2 \times 10^{-3}} = 4\text{k}\Omega$$

当 50V 电压作用于该电阻时，其上电流为

$$I' = \frac{50}{4 \times 10^3} = 12.5\text{mA} > 10\text{mA}$$

所以不能再用该电流表测量。

例 6、已知某用电器的阻值为 $10\text{k}\Omega$ ，额定功率为 25W 。问该用电器的两端允许加的最大电压和通过的电流各为多少？

解 由公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 得

$$U = \sqrt{PR} = \sqrt{25 \times 10^4} = 500\text{V}$$

$$I = \frac{500}{10^4} = 5 \times 10^{-2} = 50\text{mA}$$

例 7、已知某实验室有“ 220V 、 60W ”白炽灯 10 盏，“ 220V 、 1200W ”电炉两个，同时接在 220V 电源上。试求 (1) 每个元件上电流值，(2) 求总功率，(3) 工作 3 小时耗电能多少度。

解 设每盏灯电流值为 I_A ，功率为 P_A 。由公式知

$$I_A = \frac{P_A}{U} = \frac{60}{220} = 0.27\text{A}$$

设每个电炉电流值为 I_B ，功率为 P_B ，则

$$I_B = \frac{P_B}{U} = \frac{1200}{220} = 5.45\text{A}$$

设总功率为 P , 则

$$P = 10P_A + 2P_B = 10 \times 60 + 2 \times 1200 = 3000 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{由 } A = Pt &= 3000 \times 3 = 9000 \text{ Wh} = 9 \text{ KWh} \\ &= 9 \text{ 度} \end{aligned}$$

例 8、某实验室装有一只额定电流 $I_0 = 5 \text{ A}$ 的电度表, 表内保险丝的熔断点也是 5 A 。实验室有 500 W 电炉 4 只, 问当 4 只电炉同时使用时会产生什么现象? 在正常工作时能允许几只电炉同时使用?

解 由于供电电压 $U = 220 \text{ V}$, 所以每只电炉通过的电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{500}{220} = 2.27 \text{ A}$$

4 只电炉同时使用时, 其总电流为

$$I_{\text{总}} = 4I = 4 \times 2.27 = 9.08 \text{ A} > 5 \text{ A}$$

当 4 只电炉同时使用时保险丝熔断,

因为 $I_0/I = 2.2$

所以最多允许两只电炉同时使用!

练 习 一

1-1. 填空题(将正确答案填在题中横线上)

1-1-1. 电路由____、____和____所组成。其作用是____和____, 电路中要得到持续的电流必须要____, 电路的三种状态是____、____和____。

1-1-2. 电流是指____, 其数值等于____, 主单位为____, 电流的正、负值是由于____而造成的。电流密度是指____, 其主单位为____。电流的实际方向____。

1-1-3. 电压是指____, 其实际极性是从____指向____, 电压值与____、____无关, 它表示____作功本领, 电位是单位____在____作用下从某点移动____的____, 其单位____, 电位的数值与____选择有关。电动势是____作功本领, 其极性是从____指向____, 其单位是____。

1-1-4. 导体对电流____称电阻, 导体的电阻跟导体的____成正比, 跟截面积____跟材料____和温度____。常用的固定电阻有____、____和____三种, 选用电阻要注意____和____。

1-1-5. 电源的端电压随负载电流变化的关系称电源的____。

1-1-6. 通常讲负载大小是指____。

1-1-7. 通过某段导体的电流, 跟该导体____成____跟该导体的____成____。

1-1-8. 通过闭合电路的电流与电源的电动势成____, 与电路____和____。

之和成_____。

1-1-9. 通过导体的电流所产生的热量跟_____成比,跟_____成正比,跟_____成正比。这个规律称为_____。

1-1-10. 电功率是表示电流做功_____的物理量。1度电等于功率为_____的用电器在_____内所用的_____。1伏特表示_____对_____电荷所作的功是_____。

1-1-11. 1安培的电流通过1欧姆的电阻时,该电阻在1分钟内其横截面上通过的电量为_____库仑,电流做的功是_____;产生的热量_____。

1-2. 选择题(将正确答案题号填入括号内)

1-2-1. 设220V、40W灯泡的电阻值为常数,把它接在110V电压上,其功率为(A)

A、40W; B、20W; C、10W; D、30W。

1-2-2. 某导体接在10V电源上,1分钟内通过其横截面的电量为120C,则此导体的电阻为(A)

A、5 Ω ; B、 $\frac{1}{12}\Omega$; C、12 Ω ; D、20 Ω 。

1-2-3. 设12V、6W灯泡的电阻为常数,把它接在6V电压上,则通过该灯泡的实际电流为(A)

A、0.25A; B、0.5A; C、2A; D、1A

1-2-4. 某实验室装有220V60W白炽灯50盏,现有9度电可使它们正常发光()小时。

A、50; B、5; C、6; D、3

1-2-5. 若使电炉丝消耗的功率减小到原来的一半,则该电炉丝的()

A、电压应加倍; B、电压应减半;
C、电阻应加倍; D、电阻应减半。

1-2-6. 已知材料相同的两根电阻丝的长度之比为1:4,横截面积之比为5:2,则其电阻值之比为(C)

A、1:4; B、5:2; C、1:10; D、10:1

1-3. 作图题,已知图1-3-1所示电路、电源的电动势为E,内电阻为R。电路的负载为 R_L ,通过电路的电流为I。试作电路端电压U与电动势E,电流I的特性曲线。

1-4. 计算题

1-4-1. 某导体在3分钟内通过横截面的电量是18C,求该导体的电流是多少A? 多少mA?

1-4-2. 已知铜导线长 $L=100\text{m}$,横截面积 $S=1\text{mm}^2$ 。试求该导线的电阻。(设铜导线的电阻率 $\rho=1.7\times 10^{-8}\Omega\cdot\text{m}$)

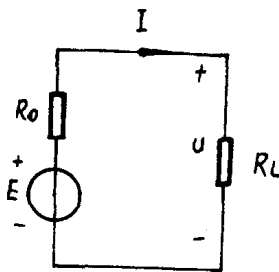


图1-3-1

1-4-3. 已知直径 $D=0.16\text{mm}$ 的铜导线绕制的线圈 $N=2400$ 匝,每匝的平均长度 $L_0=38\text{mm}$,试求该线圈的总电阻。

1-4-4. 已知长度 $L=100\text{m}$, 横截面积 $S=0.1\text{mm}^2$ 的铜导线在温度 T_2 时测得其电阻为 19.3Ω 。试求此时的温度。(设铜导线的电阻温度系数 $\alpha=0.004$)

1-4-5. 已知长 $L=100\text{m}$, 横截面积 $S=0.17\text{mm}^2$ 的电阻丝, 其端电压 $U=10\text{V}$ 时通过它的电流 $I=1\text{A}$ 。试求该电阻丝的电阻率, 并说明它是什么材料?

1-4-6. 图 1-4-6 所示电路, 已知 $R_1=14\Omega$, $R_2=9\Omega$, 当开关 S 接通 R_1 时, 测得回路电流 $I_1=0.2\text{A}$; 当 S 接通 R_2 时, 测得回路电流 $I_2=0.3\text{A}$ 。试求电源电动势 E 和内阻 R 。

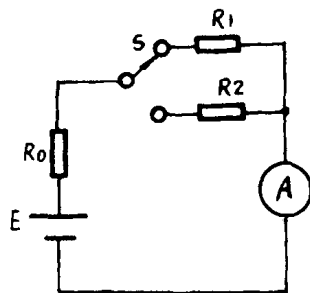


图 1-4-6

1-4-8. 一个标有“ $40\text{k}\Omega, 1/4\text{W}$ ”的电阻允许工作电流和电压各为多少?

1-4-9. 某剧院有电灯 40 盏, 每盏功率为 100W , 该剧院每天工作 2 小时, 问一个月 (以 30 天计) 消耗电能多少度?

1-4-10. 已知电场中 a、b 两点的电位分别为 $\varphi_a=600\text{V}$, $\varphi_b=-400\text{V}$, 试求 a、b 两点间的电压? 若把电量 $q=1.5\times 10^{-8}\text{C}$ 的电荷从 a 点移到 b 点, 问电场力做功多少?

1-4-11. 若用电动势 $E=230\text{V}$, 内阻 $R_0=0.2\Omega$ 的电源, 供应 200m 处的负载时可获得最大电流 $I=20\text{A}$, 若使负载的端电压不低于 210V , 问输电用的铜导线面积为多少?

1-4-12. 一个标有“ $60\text{W}, 220\text{V}$ ”的灯泡, 正常使用多少时间消耗 1 度电?

1-4-13. 已知电场中 a 点电位 $\varphi_a=200\text{V}$, 若把 $5\times 10^{-8}\text{C}$ 的电荷从 b 点移到 a 点电场力做功 $A=1.5\times 10^{-5}\text{J}$, 求 (1) b、a 两点间的电压 U_{ba} ; (2) b 点电位 φ_b 。

1-4-14. 已知电动机的线圈电阻 $R_0=0.5\Omega$, 额定电压 $U=220\text{V}$, 额定电流 $I=4\text{A}$, 当它工作 30 分钟时, 求 (1) 电动机的额定功率; (2) 通过电动机的电流作的功; (3) 电动机发热消耗的功率; (4) 电动机发出的热量; (5) 有多少电能转化成机械能。

1-4-15. 已知晶体管放大器的集电极静态电流和负载电阻分别为 $I_c=2\text{mA}$, $R_c=4.7\text{k}\Omega$ 。试求 R_c 两端的电压 U_c 。

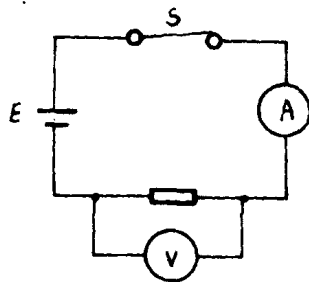


图 1-4-16

1-4-16. 已知测定导线装置如图 1-4-16 所示。设导线长 $L=2\text{m}$, 截面积 $S=0.5\text{mm}^2$, 如果安培表读数为 1.16A , 伏特表读数为 2V 。问该导线的电阻率是多大?

练习解答

1-1. 填空题

1-1-1. 电源、负载和联接导线, 其作用是 转换能量和处理信号, 要 联接电源且电路必须闭合, 三种状态是 开路、短路和通路。

1-1-2 电流是自由电荷定向移动,在数值上等于穿过某一面积的电荷与所需时间之比值。主单位为安培,正、负值是由于参考方向与实际方向相同与不同所造成,电流密度是均匀分布于导体横截面上的电流与横截面积之比,其主单位安培/平方毫米,正电荷移动的方向为电流实际方向。

1-1-3 电压是电场力沿某一路径从a点到b点对单位正电荷所作的功,其实际极性从高电位指向低电位,电压值与参考点的选择无关。它反映电场力做功的本领,电位是单位正电荷在电场力作用下从某点移动到参考点的电压,其单位为伏特,电位的数值与参考点的选择有关,选取不同参考点时同一点电位的数值是不一样的。电动势是反映非电场力做功的本领,其极性从低电位指向高电位,其单位是伏特。

1-1-4 导体对电流的阻碍作用,跟导体的长度成正比,跟截面积成反比,跟导体材料性质有关和温度系数有关。常用固定电阻有线绕电阻、薄膜电阻、实芯电阻三种,选用电阻时注意阻值和额定功率。

1-1-15. 电源的外特性。

1-1-16. 负载吸收功率的大小。

1-1-17. 两端电压成正比,跟导体的电阻成反比。

1-1-18. 正比,与外电阻和内电阻之和成反比。

1-1-19. 电流的平方、通电时间、焦耳—楞次

1-1-10. 快慢。1千瓦、1小时、电能、电场力、1库仑、1焦耳。

1-1-11. 60库仑、60焦耳、60焦耳。

1-2. 选择题

1-2-1. C; 1-2-2. A; 1-2-3. A; 1-2-4. D; 1-2-5. C; 1-2-6. C。

1-4. 计算题

1-4-1. 解 由电流定义知

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{18}{60 \times 3} = 0.1 \text{ A} = 100 \text{ mA}$$

1-4-2. 解 由电阻表达式知

$$R = \rho \frac{L}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{1 \times 10^{-6}} = 1.7 \Omega$$

1-4-3. 解 先求所用铜线的总长度L,则

$$L = N L_0 = 2400 \times 38 = 91.2 \text{ m}$$

根据计算铜导线面积的公式,可得

$$S = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{3.14}{4} \times (0.16)^2 = 0.02 \text{ mm}^2$$

由电阻表达式知

$$R = \rho \frac{L}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{91.2}{0.02 \times 10^{-6}} = 78.4 \Omega$$

1-4-4. 解 先求常温($T_1 = 20^\circ\text{C}$)下铜导线的电阻 R_1 ,由公式得

$$R_1 = \rho_1 \frac{L}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{0.1 \times 10^{-6}} = 17.2 \Omega$$

根据计算导线温度系数的公式,得

$$T_2 = T_1 + \frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} = 20 + \frac{19.3 - 17.2}{0.004 \times 17.2} = 50^\circ\text{C}$$

1-4-5. 解 先求电阻丝的电阻 R , 由公式得

$$R = \frac{U}{I} = 10\Omega$$

根据电阻的表达式, 得

$$\rho = \frac{RS}{L} = \frac{10 \times 0.17 \times 10^{-6}}{100} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

由电阻率值知, 该材料是铜材料。

1-4-6. 解 根据全电路欧姆定律, 得

$$E = I_1 R_1 + I_1 R_0$$

$$E = I_2 R_2 + I_2 R_0$$

解此二联立方程 得

$$R_0 = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} = \frac{0.2 \times 14 - 0.3 \times 9}{0.3 - 0.2} = 1\Omega$$

将 R_0 值代入 E 的表达式, 得

$$R = I_1 R_1 + I_1 R_0 = 0.2 \times 14 + 0.2 \times 1 = 3V$$

1-4-7. 解 由欧姆定律, 得

$$U = IR = 0.05 \times 800 = 40V$$

由于人体健康情况不同, 因此, 常把安全用电的电压规定为 36V。

1-4-8. 解 由功率表达式, 得

$$U = \sqrt{PR} = \sqrt{\frac{1}{4} \times 10^4} = 50V$$

$$I = \frac{50}{40000} = 1.25\text{mA}$$

1-4-9. 解 由电功的表达式知

$$\begin{aligned} A &= Pt = 100 \times 40 \times 2 \times 30 = 240000\text{Wh} \\ &= 240\text{KWh} \end{aligned}$$

1-4-10. 解 由电压等于两点之间电位差, 得 $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = 600 - (-400) = 1000V$
根据电压定义, 得

$$A = Uq = 10^3 \times 1.5 \times 10^{-8} = 1.5 \times 10^{-5}J$$

1-4-11. 解 设输电用的铜导线的电阻为 R , 由全电路欧姆定律, 得

$$E = (R_0 + R)I + 210$$

代入数值, 得

$$R = \frac{1}{20}(230 - 210 - 4) = \frac{4}{5}\Omega$$

又由电阻的表达式, 知

$$S = \frac{\rho L}{R} = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^2}{0.8} = 4.25 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

1-4-12. 解 由电功率表达式, 得