



最新对口单招考试复习专用教材



新版

最新高职考试应试指导及全真模拟测试

电工基础

- ☑ 知识结构框架
- ☑ 重点难点考点
- ☑ 复习内容提要
- ☑ 示范题组解析
- ☑ 同步综合训练
- ☑ 单元测试试题
- ☑ 全真模拟测试

中国致公出版社

主编 / 高职考试命题研究小组

陈炜钢

图书在版编目 (CIP) 数据

最新高职考试应试指导及全真模拟测试/陈炜钢, 关树英主编. —北京: 中国致公出版社, 2002.10

ISBN 7-80179-088-X

I. 最… II. ①陈…②关… III. 课程—专业学校—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 073273 号

最新高职考试应试指导及全真模拟测试

主 编: 陈炜钢 关树英等

责任编辑: 刘 秦 张 丽

出版发行: 中国致公出版社

(北京市西城区太平桥大街 4 号 电话 66168543 邮编 100034)

经 销: 全国新华书店·北京未名书店 (电话 010-62529476)

印 刷: 三河市文阁印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 184.125

字 数: 2600 千字

版 次: 2004 年 9 月第 3 版 2004 年 9 月第 3 次印刷

ISBN 7-80179-088-X/G·037 全套定价: 248.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

随着近几年新高职升学考试不断升温,广大教师和应考学生在教学和学习的过程中,深感手头资料极为有限,特别是专业课的复习资料更是贫乏,连借用普高毕业生高考复习资料的可能性都没有。因此,急需一本针对学生实际,紧扣新考纲的专业课《电工基础》复习指导用书。

本人积十几年职业学校毕业生对口高考的《电工基础》复习辅导的教学经验,并广泛收集各省、市的相关资料,于1997年编印成册,供校内复习使用。几年来的使用实践中,又作了多次修改、补充和完善。在去年高职考试中,本校《电工基础》、《电子线路》的高考成绩在本区名列第一。应新高职升学复习的急需,特再次整理修订,奉献给老师和同学们。

本书突出以下三大特点:

1. 面对全国各省市的新高职升学考试,参考了北京、陕西、山东、江苏、湖北、四川、贵州、湖南、广东等十几个省、市的考纲和考题,具有适用面广的特点。

2. 内容提要较为详细,含盖电工学的知识面广。由浅入深,以职业高中教材为基础,提升至中专难度,触及大学电工教材的习惯用语,具有全、深、新的特点。

3. 综合训练采用渐进式。填空题以训练学生掌握电工学的基本知识基本概念、基本的电路分析与计算方法为目标;判断题则训练学生灵活运用基础知识和概念来分析问题的能力;选择题则以训练学生综合能力为目的;计算题加大了难度,以求达到提高的目的。具有循序渐进,训练到位的特点。

书中每章都列出了考点提示。标注(A)的为了解内容;标注(B)的是理解和掌握内容;标注(C)的是要求最高的综合应用内容。另有四套单元测试题和十套高考模拟试题供学生能及时自我检查用。书后附有参考答案。

在本书的编写过程中,曾多次得到张梦贤老先生的指导,武汉市第一高级职业中学电子教研室全体老师也给予了无私的帮助。任安丽、孟洋、李菁、马晶等同志参与了解题、校对等工作,在此一并表示衷心的感谢。

本书适用于新高职升学考试的复习备考,可作职业高中(中专、技校)电工老师的教参,也可作高职班师生参考书,还可供自学者学习使用。

由于水平有限,错误及不妥之处一定存在,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年9月

丛书编委

北 京	裴国成 曹殿福 关树英	申 森 翟丽丽	姚艳玲 史 肃	于立影 蔡 秀
山 东	吕东来 高淑荣	李宗芹 刘 平	周庆华	黄 晶
湖 北	张 敏 肖诗海	张四明 刘祖义	王伟勇 王祖平	陈中明 张贵相
四 川	何伯成 付洪成	邓益群	候武平	李 勇
辽 宁	王绍尊 潘鸿辉	鲍 微 朱桂萍	孙万宝	郑国刚
福 建	叶瑞华	黄仕桐		
重 庆	王贵莲	吕 俊		
河 北	高永胜	于会军	靳爱青	
江 西	陈 颢	张 明	元甘露	
黑 龙 江	赵野平			
湖 南	吴忠亚	李 君		
河 南	党庆贺			
广 东	江 文			
浙 江	朱仕法			
吉 林	陈哲峰 杜宏波	宿淑华	楚文虹	李忠发
宁 夏	何艳萍			
内 蒙	翟凤春	张建忠		
山 西	宋进平	陈守潇	杜永健	孙 江

(排名不分先后)

上列编委直接或间接的编写了该丛书,谨以此表示感谢!

目 录

第一章:直流电路的基础知识	(1)
内容提要	(1)
一. 库仑定律	(1)
二. 电场	(2)
三. 电流与电压	(3)
四. 电路	(4)
五. 导体的电阻	(5)
六. 欧姆定律	(5)
七. 电功和电功率	(6)
综合训练	(9)
第二章:直流电路的分析与计算	(18)
内容提要	(19)
一. 电阻器的连接	(19)
二. 电池的连接	(21)
三. 基尔霍夫定律	(21)
1. 支路电流法	(22)
2. 回路电流法	(22)
3. 节点电位法	(23)
四. 分析计算复杂电路的其它方法	(24)
1. 叠加定理	(24)
2. 电压源与电流源及其等互换	(24)
3. 戴维南定理与诺顿定理	(25)
五. 电路中各点电位的计算	(25)
六. 电桥电路	(25)
七. 扩大电表的量程	(25)
综合训练	(27)
单元测试题(一)	(40)
第三章:电容器及其充电与放电	(47)
内容提要	(48)
一. 电容器与电容	(48)
二. 电容器的连接	(48)
三. 电容器的充电与放电	(49)
四. 电容元件	(49)
综合训练	(52)
第四章:电磁与电磁感应	(58)
内容提要	(59)

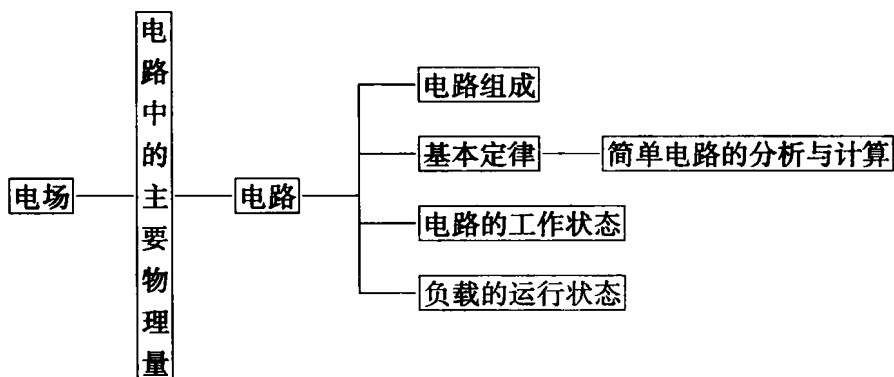
一.磁场的概念	(59)
二.磁性材料	(60)
三.磁场力	(61)
四.磁路	(61)
五.电感元件	(62)
六.电磁感应	(63)
综合训练	(67)
单元测试题(二)	(77)
第五章:正弦交流电	(85)
内容提要	(86)
一.正弦交流电的概念	(86)
二.正弦交流电的表示方法	(87)
三.正弦交流电路	(88)
1.单一参数的正弦交流电路	(88)
2.RLC 串联正弦交流电路	(91)
3.RLC 并联正弦交流电路	(95)
四.谐振电路	(97)
综合训练	(103)
第六章:正弦交流电路的相量分析法	(113)
内容提要	(113)
一.复数的基础知识	(113)
二.用复数表示正弦交流电	(114)
三.正弦交流电路的相量分析	(115)
综合训练	(120)
单元测试题(三)	(125)
第七章:变压器	(133)
内容提要	(133)
一.变压器的组成结构	(133)
二.变压器的工作原理	(134)
三.常用变压器	(135)
四.变压器的额定值	(135)
综合训练	(137)
第八章:三相交流电及电动机	(140)
内容提要	(141)
一.三相交流电路	(141)
1.三相交流电源	(141)
2.三相负载的连接	(142)
3.三相交流电路的功率	(143)
二.三相交流电动机	(144)
1.三相异步电动机的组成	(144)

2. 三相异步电动机的工作原理	(144)
3. 同步电动机与单相电动机	(146)
4. 电动机的铭牌	(147)
5. 电动机的控制与保护	(148)
三. 安全用电	(148)
综合训练	(152)
第九章:非正弦交流电	(159)
内容提要	(159)
一. 非正弦交流电的产生	(159)
二. 非正弦交流电的分解	(160)
三. 非正弦交流电路的计算	(161)
四. 滤波器的概念	(162)
综合训练	(165)
第十章:线性网络的暂态过程	(170)
内容提要	(171)
一. 暂态过程与换路定则	(171)
二. 线性网络的暂态响应	(171)
1. 一阶电路	(171)
2. 一阶电路的暂态响应	(171)
3. RC 电路的过渡过程	(172)
4. RL 电路的过渡过程	(172)
5. 解暂态电路的简捷法——三要素法	(173)
三. 电路时间常数对信号波形的影响	(173)
1. 微分电路	(173)
2. 积分电路	(173)
综合训练	(176)
单元测试题(四)	(181)
全真模拟测试(一)	(186)
全真模拟测试(二)	(192)
全真模拟测试(三)	(198)
全真模拟测试(四)	(203)
全真模拟测试(五)	(209)
全真模拟测试(六)	(216)
全真模拟测试(七)	(222)
全真模拟测试(八)	(228)
全真模拟测试(九)	(234)
全真模拟测试(十)	(240)
参考答案	(246)

第一章 直流电路的基础知识

《直流电路的基础知识》将物理学与电工学联系起来,承前启后,为今后进一步学习后续各章知识打下必要的基础。本章由库仑定律引出电场,进而引出电路中的电流、电压、电位、电动势、电功、电功率等主要物理量。以电阻定律、欧姆定律、焦耳定律为中心,研究简单直流电路的一些基本分析、计算方法。

【知识结构图】



【本章重点】 1. 主要物理量。 2. 基本定律。 3. 简单电路的分析与计算。

【本章难点】 电路的工作状态与负载运行状态。

- 【本章考点】
1. 库仑定律及其应用。(A)
 2. 电场、电场强度、电力线、匀强电场。(B)
 3. 电流、电流强度、电流的正方向、电流密度。(B)
 4. 电压(电位)、电动势及它们的正方向。(C)
 5. 电路的组成、电路的功能、电路元件。(B)
 6. 电阻定律、欧姆定律、焦耳定律及上述定律的应用。(C)
 7. 电功、电功率、电功率的正负符号的物理意义。(B)
 8. 电源的最大输出功率、阻抗匹配、电源效率。(B)

内容提要

一. 库仑定律:

(一)电荷:自然界中存在着两种电荷,即正电荷(丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的电荷,或质子所带的电荷)和负电荷(毛皮摩擦过的橡胶棒上所带的电荷,或电子所带的电荷)。正、负电荷间具有

“同斥异吸”的性质。

1. 电量 (Q): 表示带电体所带电荷多少的物理量叫电量。单位: 库仑, 用字母 C 表示。

2. 基本电荷: 质子和电子是目前自然界中最小的带电体, 二者所带的电量分别为“ $+1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ”和“ $-1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ”。任何其它的带电体上所带的电量只能是“ $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ”的整数倍, 所以, 我们把“ $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ”叫做基本电荷。

3. 电荷的传导: 电荷能在物体中传导或转移。容易传导电荷的物体叫导体; 不容易传导电荷的物体叫绝缘体; 传导电荷的能力介于导体和绝缘体之间的物体叫半导体。

4. 起电: 使原本对外不显电性的物体显现电性的过程叫起电。常见的起电方法有摩擦起电、感应起电和接触起电等。起电的实质是: 电子的转移。

5. 电荷守恒定律: 正、负电荷是物质所固有的, 它既不能被创造, 也不能被消灭。它只能在物体内部传导, 或在物体间转移。

(二) 库仑定律:

在真空中两个点电荷之间的相互作用力, 跟它们所带电量的乘积成正比, 跟它们之间距离的平方成反比, 作用力的方向在它们的连线上。即:

$$F = k \frac{Qq}{r^2} \quad [N = (\text{Nm}^2/\text{C}^2)\text{C}^2/\text{m}^2]$$

式中 k 为比例恒量。 $k = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ 。

▲在无限大的均匀电介质中: $F = k \frac{Qq}{\epsilon_r r^2}$

式中 ϵ_r 为电介质的相对介电常数。 $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$; ϵ 为电介质的绝对介电常数, ϵ_0 为真空的绝对介电常数, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$, 真空的 $\epsilon_r = 1$, 空气的 ϵ_r 也近似为 1, 其它所有电介质的 ϵ_r 均大于 1。

电荷间的相互作用力叫库仑力, 也叫静电力(或电场力)。

二. 电场:

(一) 电场: 电场是存在于电荷周围的, 不是由分子、原子组成的, 特殊的物质。静止电荷所形成的电场叫静电场。电荷间的相互作用力叫电场力。电场这种物质也具有两个重要的特性:

①位于电场中的任何带电体都将受到电场力的作用。

②带电体在电场中受到电场力的作用而移动时, 电场力就做了功, 说明电场具有能量。

(二) 电场强度 (E): 表示电场的强弱和方向的物理量叫电场强度。

置于电场中某点的检验电荷所受到的电场力与检验电荷的电量之比值, 叫电场中该点的电场强度, 简称场强。即: $E = \frac{F}{q}$

E 的单位为: N/C 。

场强 E 是矢量。置于电场中的检验电荷所受到的电场力的方向, 即该点的场强的方向。

将 $E = F/q$ 中的 F 用 $F = kQq/r^2$ 代换, 可得: $E = k \frac{Q}{r^2}$

该式的意义是: 场强 E 的大小, 与场电荷 Q 的大小成正比, 与 q 距 Q 间的距离之平方成反比, 与 F、q 无关。

▲检验电荷: 电荷量极小的正点电荷叫检验电荷, 也称试验电荷。

(三) 电力线: 为了形象地描述电场, 我们人为地在电场中画出一系列的、带箭头的曲线: (1) 这些曲线上任意一点的切线方向 (与曲线上箭头所指方向相关联), 都表示电场中该点的场强方向; (2) 这些曲线都始于正电荷, 止于负电荷, 沿途不中断、不相交、也不会闭合; (3) 曲线的疏密程度表

示电场的强弱,密强疏弱。我们把人为地画入电场中的、满足上述三个条件的一系列带箭头的曲线叫电力线。

(四)电场中的导体:

置于电场中的导体,因静电感应达到静电平衡状态时,导体内部的电场强度必定为零。利用这一现象,可实现静电屏蔽。

三.电流与电压:

电流与电压是衡量电路性能的两个最基本的物理量,也是分析和计算电路的两个基本变量。

(一)电流:在电场力(或外力)的作用下,载流子(电荷、带电质点等)作有规律的定向运动,便形成电流。

1. 形成电流的条件:内因:载流子;外因:电场。

▲ 载流子:金属导体中:自由电子。电解液中:正、负离子。半导体中:空穴、电子。

2. 电流强度(I):表示电流大小(强弱)的物理量叫电流强度,简称电流

(1)定义式:电流强度在数值上等于单位时间内通过导体某一横截面的电量。即:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (i = \frac{dq}{dt})$$

电流的单位为:安培(A)。1A = 1C/1s 1A = 10³mA = 10⁶μA

(2)电流的方向:习惯上规定正电荷移动的方向为电流的正方向。

▲ 电流密度:电流密度是以垂直于电流方向的单位面积内的电流强度来定义的。

$$J = \frac{di}{dS} = \frac{dq}{dS} \quad J \text{ 是矢量。}$$

3. 直流与交流:

(1)大小与方向都不随时间变化的电流叫稳恒电流,简称直流。

(2)大小随时间变化而方向不变的电流叫脉动电流。

(3)大小与方向都随时间变化的电流叫交变电流,简称交流。

(二)电压:

1. 定义:电压是衡量电场力做功能力大小的物理量。

2. 定义式:电场力将单位正电荷从一点(A)移到另一点(B)时所做的功(W_{ab}),叫做电路中这两点间的电压。即: $U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q}$

电压的单位是:伏特(V)。1V = 1J/1C, 1kV = 10³V, 1V = 10³mV, 1mV = 10³μV。

3. 电压与电场强度的关系:

由 $U_{ab} = W_{ab}/q = FL_{ab}/q = EqL_{ab}/q = EL_{ab}$, 得:

$$E = \frac{U_{ab}}{L_{ab}} \quad (\text{电场强度 } E \text{ 的另一单位: V/m}).$$

4. 电压的极性(或方向):U_{ab}的双下脚标字母的次序表示电压的方向是从a点指向b点。我们规定电压的正方向为从高电位点指向低电位点。在电路图中,电压的方向也可以用箭头标注,或用“+、-”号注明,(如图1-1)。

▲电压与电流的标定方向:在进行电路的分析和计算时,必须事先在电路图中标定电流的参考方向(也叫标定方向或正方向)。电压的极性一般与电流的参考方向相关联。它们的实际方向都由计算结果的正、负符号来确定。

(三) 电位(V_x):

1. 定义: 电路中某点相对参考点间的电压, 叫做电路中该点的电位。

2. 定义式: 电场力将单位正电荷从某点(A)移到参考点(O)时所做的功(W_{ao}), 叫做电路中某点相对参考点间的电位。即:

$$V_a = \frac{W_{ao}}{q} \quad V_a = U_{ao}$$

电位的单位也是伏特(V)。 $1V = 1J/C$ 。

电位差又叫电压, 如: $U_{ab} = V_a - V_b$ 。参考点又叫接地点、零电位点、中性点或地线。电位的正、负号有代数意义。

3. 电位具有相对性。电路中某点电位的高低, 总是相对参考点而言的。改变参考点, 电路中各点的电位都会随之发生改变, 但任两点间的电位差是绝对不会发生变化的, 即电压具有绝对性。

(四) 电动势(E):

1. 定义: 衡量电源内部非电场力做功, 将其它形式能量转换成电能本领大小的物理量叫电源电动势。

2. 定义式: 在电源内部, 非电场力将单位正电荷从电源的负极经电源内部移动到电源的正极时所做的功, 叫做电源的电动势。即: $E_{-+} = \frac{W_{-+}}{q}$

电动势的单位也是伏特(V)。 $1V = 1J/1C$

电动势的正方向是从电源的负极经电源内部指向电源的正极。

▲电压(电位)与电动势的定义式结构一样, 所以单位都是伏特。但是两者间的区别是明显的:

(1) 电压(电位)是表示电场力做功能力大小的物理量; 而电动势则体现非电场力做功的能力。

(2) 电压(电位)的正方向是由高电位点指向低电位点; 电动势的正方向是由低电位点指向高电位点。

(3) 电压(电位)存在于全电路中; 电动势则仅存在于电源内部。

四. 电路:

(一) 定义: 电流所经过的路径叫电路。

(二) 组成电路的三要素: 电源、负载和中间环节。

1. 电源: 将其它形式能量转换成电能的装置叫电源。如电池、发电机等。

2. 负载: 将电能转换成其它形式能量的装置叫负载。如灯泡、电动机等。

3. 中间环节: 传送和分配电能(导线); 控制电路的通断(开关); 保护电路安全正常运行(保险)等器件、材料。

(三) 电路功能: 实现电能的传送、转换和控制; 或实现电信息的传递、处理和贮存。

(四) 电路模型: 由理想元件组成的电路叫电路模型。

1. 电路元件: 电路除了产生电能的过程外, 还普遍存在着三种形式的能量转换过程, 即电能的消耗、电场能的储存和磁场能的储存过程。用来表征电路中上述三种物理特性的参数叫电路参数(或叫电路元件), 分别为 R、L、C 参数(元件)。

2. 实际元件: 表征导体电学基本性质的物理量有: 电阻、电感和电容。一个导体, 除了具有电阻 R 这一主要电性能外, 还兼有感性和容性。同理, 电容器除具有电容 C 这一主要电性能外, 还兼有感性和阻性。电感器除具有电感 L 这一主要电性能外, 还兼有容性和阻性。

3. 理想元件: 在一定条件下, 把实际元件理想化, 忽略它的次要性质, 用一个理想的元件符号

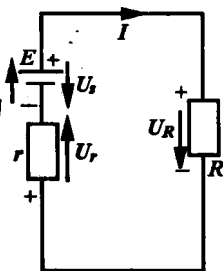


图 1-1

来代替它的主要性质的元件叫理想元件。

(五)电路、网络与系统:

1. 电路与网络二者之间并没有本质的区别,相互可以通用。当研究具体元器件组成的线路问题时,多用“电路”一词;当研究抽象线路规律时,多用“网络”一词。

2. 系统是由若干个相互作用的电路(或网络)和器件组合而成的,具有特定的强大功能的整体。显然,以上“系统”的定义仅指电系统,不涉及更广义的系统之概念。

五.导体的电阻(R):

导体对电流的阻碍作用叫电阻。

(一)电阻定律:导体的电阻跟它的长度成正比,跟它的横截面积成反比,并跟它的材料有关。

$$\text{即: } R = \rho \frac{L}{S}$$

电阻的单位为:欧姆(Ω)。 $1\Omega = 1\Omega\text{m} \times 1\text{m}/\text{m}^2$, $1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$ 。式中, ρ 为导体材料的电阻率。我们将 20°C 时,长 1m ,横截面积为 1m^2 的某导体材料所具有的电阻值定义为该材料的电阻率。

单位为:欧米(Ωm)。电阻的倒数($\frac{1}{R}$)叫电导(G),单位:西门子,简称西,用字母 S 表示。

(二)导体的电阻与环境温度的关系: $R_t = R_l [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$ 式中, α 叫电阻温度系数,单位: $1/^\circ\text{C}$ 。

1. 一般纯金属材料均具有正电阻温度系数($\alpha > 0$)。如:“220V、40W”白炽灯泡中,钨丝的冷态电阻仅几欧姆,而热态电阻却高达千欧以上;又如铂常用来做电阻温度计。

2. 碳、电解液、绝缘体以及大多数的半导体材料都具有负电阻温度系数($\alpha < 0$)它们的阻值都随温度升高而减小。

3. 康铜、锰铜等合金的电阻受温度的影响可忽略不计($\alpha \approx 0$)。

(三)电阻元件:

1. 耗能元件:电流通过电阻时,电场力做功,将电能转换成热能而消耗,所以,电阻器是一种耗能元件。

2. 瞬态元件:电阻两端电压与通过电阻的电流均可发生跳变。任一时刻电阻中的电流大小,取决于当时电阻两端电压,所以电阻元件又叫瞬态元件。

六.欧姆定律:

(一)部分无源电路欧姆定律:

导体中的电流强度与它两端的电压成正比,与它的电阻成反比。

$$\text{即: } I = \frac{U}{R} \quad (1\text{A} = 1\text{V}/1\Omega)$$

(二)部分有源电路欧姆定律:

部分含源电路中的电流强度与其端电压及电动势的代数和成正比,与电路中的电阻成反比。

$$\text{即: } I = \frac{\sum U(E)}{R} \quad (1\text{A} = 1\text{V}/1\Omega)$$

式中的“ Σ ”为代数求和。

(三)全电路欧姆定律:

全电路中的电流强度与电动势成正比,与全电路中内、外总电阻成反比。即: $I = \frac{E}{(R + r)}$

$$(1\text{A} = 1\text{V}/1\Omega)$$

1. 欧姆定律只适用于线性电路。

2. 线性电阻:如果电阻两端的电压发生变化,则该电阻中的电流就随之成正比例地变化,其伏安

特性曲线是一条通过坐标原点的直线(如图 1-2 所示)。这样的电阻叫线性电阻。图 1-2 中,该直线斜率的倒数($1/\tan\phi$)即电阻的阻值。就广义而言,只要元件参数的值不随电压、电流及频率的变化而改变的元件,都可称之为线性元件。实际中,我们常把碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等都看作是线性电阻。

3. 非线性电阻:如晶体三极管、二极管、热敏电阻、压敏电阻、光敏电阻、气敏电阻等都是非线性电阻,它们的伏安特性曲线都不是直线。图 1-3 所示为半导体二极管的伏安特性曲线。非线性元件的电阻不是常数,而是随着电压或电流而变动。非线性电阻两端电压与流过它的电流不遵循欧姆定律。对应于它的任何一点工作点 Q,都有两个表征其特性的电阻,即:静态电阻(或直流电阻): $R = \frac{U}{I}$,

$$\text{动态电阻(或交流电阻): } r = \lim_{\Delta I \rightarrow 0} \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{dU}{dI}。$$

静态电阻与动态电阻的数值都随其工作点 Q 的不同而不同,二者一般也不相等。由于非线性电阻的阻值不是常数,在分析非线性电阻电路时,一般都采用图解法。

七. 电功和电功率:

(一)电功(W):表示电能转换成其它形式能量数量多少的物理量。

其定义为:电场(或电流)所做的功叫电功。即: $W = Pt = UIt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$

$$(1J = 1Ws = VAs)$$

常用的电功单位有:“度”。 $1 \text{度} = 1KWh = 10^3W \times 3.6 \times 10^3s = 3.6 \times 10^6J$ 。

(二)电功率(P):表示电能转换成其它形式能量的速率大小的物理量(电功率是电路中三个变量之一)。其定义为:电场力(或电流)在单位时间内所做的功叫电功率。

$$\text{即: } P = \frac{W}{t} = UI = I^2R = \frac{U^2}{R} \quad (1W = 1J/s = VA)$$

(三)电路的功率平衡:由全电路欧姆定律可得: $E = IR + Ir$,等式两边同乘以电流 I,得:

$$IE = I^2R + I^2r \quad \text{即: } P_E = P_R + P_r$$

式中, P_E 是电源的总功率, P_R 是负载获得的功率, P_r 是电源内阻上消耗的功率。若令 P_{EO} 为电源的输出功率,则: $P_{EO} = P_E - P_r = P_R$ 。

(四)正、负功率的物理意义:功率是标量。但是,在运用公式“ $P = UI$ ”计算具体电路中的功率时,会出现正值和负值问题。如图 1-4 所示电路中, $P_R = U_R I > 0$ 、 $P_r = U_r I > 0$,而 $P_E = (-U_s)I < 0$ 。其物理意义如下:

1. 功率为正值($P > 0$)时,表示电场力在做正功,电能转换成其它形式的能量。图 1-4 中的 P_R 和 P_r 都为正值,表示负载电阻 R 和电源内阻 r 消耗(或吸收)电能。

2. 功率为负值($P < 0$)时,表示电场能在做负功,即外力做正功,将其其它形式的能量转换成电能。图 1-4 的 P_E 为负值,表示电源在输出电能。

(五)焦耳定律:电流经过电阻时,电场力做功,电能转化为热能的现象叫电流的热效应。即: $Q = I^2Rt$

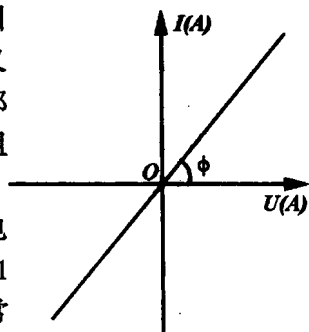


图 1-2

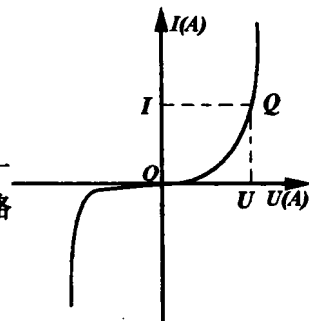


图 1-3

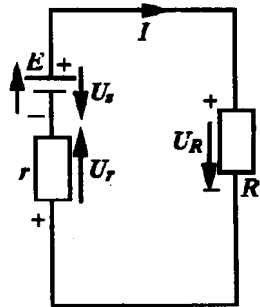


图 1-4

热量 Q 的单位为:焦耳(J)。若用“卡(Cal)”作热量的单位,则有:

$$Q = 0.24 I^2 R t \quad [1 \text{ 焦耳} = 0.24 \text{ 卡}, 1 \text{ 千卡}(\text{kCal}) = 10^3 \text{ 卡}]$$

(六)电路的状态:

1. 电路的工作状态:一般情况下,电路所处的状态有三种:即有载状态、开路状态和短路状态。

(1)有载状态:也叫负载状态。这是指电源和负载接成闭合全电路,通以正常电流的状态。

(2)开路状态:也叫空载状态。这是指电路断开的状态。此时, $I = 0$, $U_{\text{端}}(U_{\text{开}}) = E$, $P = 0$ 。

(3)短路状态:也叫捷路状态。这是指外电路电阻为零的状态。此时, $I = E/r$, $U_{\text{端}} = 0$, $P = I^2 r$ 。

2. 负载的运行状态:

(1)满载:电气设备正好在其额定条件下正常运行的状态叫满载。在满载运行时,设备的效率高、使用寿命长、安全、可靠。

(2)轻载:电气设备在低于其额定条件下运行的状态叫轻载。(效率低)

(3)过载:电气设备在超过其额定条件下运行的状态叫过载,又叫超载。任何电器在这种状态下运行,都会降低它的使用寿命,甚至会造成设备立即损坏。

(七)负载获得最大功率的条件:

1. 负载获得最大功率也就是电源输出的最大功率。条件是: $R_L = r_0$ 。

2. 最大功率计算公式: $P_{\text{max}} = \frac{E^2}{4R_L} = \frac{E^2}{4r_0}$ 。

3. 阻抗匹配:我们把电路中出现负载电阻等于电源内阻的状态叫阻抗匹配。在阻抗匹配时,电源的效率为 50%。

注:扩音机与扬声器间有“阻抗匹配”与“功率匹配”两个技术要求。

【注意事项】

1. 电流、电流强度、电流密度间的区别。

2. 电压(电位)与电动势之间的相同点与不同点。

3. 使用欧姆定律时,公式中伏特量的正负号的确定。

4. 正功与负功,正功率与负功率的物理意义。

5. 电路的工作状态与负载的运行状态二者之间的联系与区别。

6. $P = I^2 R$ 和 $P = \frac{U^2}{R}$ 两公式间的矛盾与统一。

7. 电流、电压、电势的正负号与电位的正负号的意义不同。

【解题指导】

1. 解题之前,必须做到对与电路相关的所有物理量、定律、定理有充分的理解和认识。

2. 解题时,必须对命题和与命题相关的电路进行认真、正确的分析。

3. 当电路中接入了伏特表或安培表时,一般认为 $R_V = \infty$, $R_A = 0$,可将伏特表作开路处理,安培表作短处理;若要求考虑电表的内阻对电路的影响时,可将它们看做是具体电阻。

4. 在对电路进行分析时,必须清醒地认识以下几个规律:

(1)任何电流必定自成回路,即从某电源正极流出的电流,最终一定会回到该电源的负极。

(2)全电路中,外电路开路时,断口间的电压等于电源的电动势;外电路短路时,短路电流等电源的恒流源($I_s = \frac{E}{r_0}$)。

5. 当电路中有开关动作时,每次变动都会改变电路的结构,都会使电路中的变量: I 、 V 、 P 也随

之发生改变,故每次开关动作后,都应重新对电路进行分析。

6. 任何电路都可以等效为一个最简全电路,也都会遵循全电路的功率平衡规则,故每题计算的结果,都可以用功率平衡式进行验算。

【解题示例】

例(1) 如图所示电路中, $E = 10\text{V}$, $r = 0.5\Omega$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 7\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, 则安培表的读数 I_A 应为多少安培?

解: 视安培表的内阻为零, 则电路中的 ab 两点可作短路

处理, 于是: $R_{\text{外}} = (R_1 // R_2) + (R_3 // R_4) = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} =$

$$\frac{4 \times 6}{4 + 6} + \frac{7 \times 3}{7 + 3} = 4.5(\Omega)$$

$$I = \frac{E}{r + R_{\text{外}}} = \frac{10}{0.5 + 4.5} = 2(\text{A}).$$

由于 R_1 与 R_2 相当于并联, 故 $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{6}{4 + 6} \times 2 =$

$$1.2(\text{A}). \quad I_2 = I - I_1 = 2 - 1.2 = 0.8(\text{A})$$

又由于 R_3 与 R_4 相当于并联, 故 $I_3 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot I = \frac{3}{7 + 3} \times 2 = 0.6(\text{A})$. $I_4 = I - I_3 = 2 - 0.6 = 1.4(\text{A})$

由节点 b 可知: $I_A = I_2 - I_4 = 0.8 - 1.4 = -0.6(\text{A})$

答: 安培表的读数为 0.6A , 方向是由 a 流向 b 。

例(2) 下图所示电路中, $U_s = 200\text{V}$, $R_2 = 25\Omega$, $R_3 = 50\Omega$, $R_4 = R_5 = 100\Omega$, 电路消耗的总功率 $P = 400\text{W}$, 则 R_1 的阻值应为多少? 各电阻中的电流分别为多少安培?

解: R_1 中的电流为总电流, 依 $P = U_s I_1$, 得:

$$I_1 = \frac{P}{U_s} = \frac{400}{200} = 2(\text{A})$$

又依 $P = I^2 R$, 得总电阻 $R = \frac{P}{I^2} = \frac{400}{2^2} = 100(\Omega)$

由于 R_2 —— R_5 的等效电阻 $R' = [(R_4 // R_5) + R_3] // R_2 = (50 + 50) // 25 = \frac{100 \times 25}{100 + 25} = 20(\Omega)$

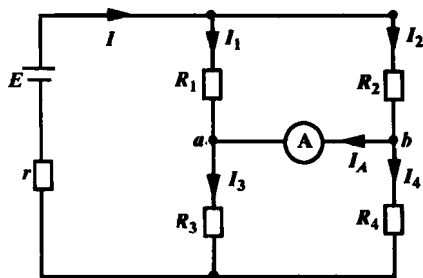
故 $R_1 = R - R' = 100 - 20 = 80(\Omega)$ 。

根据线性电路的比例性, 假设 R_5 中的电流 $I_5' = 1\text{A}$, 则 R_4 中的电流 $I_4' = 1\text{A}$, R_3 中的电流 $I_3' = I_4' + I_5' = 1 + 1 = 2(\text{A})$, R_2 两端电压为: $U_2' = I_3' [(R_4 // R_5) + R_3] = 2 \times (50 + 50) = 200(\text{V})$, R_2 中的电流 $I_2' = \frac{U_2'}{R_2} = \frac{200}{25} = 8(\text{A})$, R_1 中的电流 $I_1' = I_2' + I_3' = 8 + 2 = 10(\text{A})$, 由此可反推出电源应为 $U_s' = I_1' R = 10 \times 100 = 1000(\text{V})$

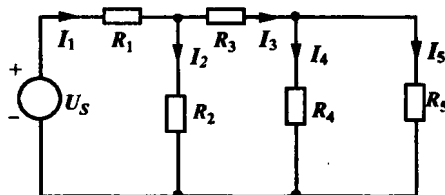
$\frac{U_s'}{U_s} = \frac{1000}{200} = 5(\text{倍})$, 这就说明了各电阻中的假设电流是其真实电流的 5 倍, 如是: $I_1 = \frac{I_1'}{5} = \frac{10}{5} =$

$$2(\text{A}), I_2 = \frac{I_2'}{5} = \frac{8}{5} = 1.6(\text{A}), I_3 = \frac{I_3'}{5} = \frac{2}{5} = 0.4(\text{A}), I_4 = \frac{I_4'}{5} = \frac{1}{5} = 0.2(\text{A}), I_5 = \frac{I_5'}{5} = \frac{1}{5} = 0.2(\text{A})$$

答: $R_1 = 80\Omega$, $I_1 = 2\text{A}$, $I_2 = 1.6\text{A}$, $I_3 = 0.4\text{A}$, $I_4 = I_5 = 0.2\text{A}$ 。



例(1)图

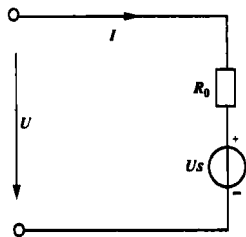


例(2)图

例(3) 如图所示电路中,端口电压 $U = 80\text{V}$,端口电流 $I = 0.4\text{A}$, $R_0 = 4\Omega$,则 $U_s = ?$,电源输出的功率为多少? R_0 消耗的功率为多少? U_s 的功率为多少?

解:由部分有源电路欧姆定律 $I = \frac{U - U_s}{R_0}$ 得: $U_s = U - IR_0 = 80 - 4 \times 4 = 64$

(V)



例(3)图

由端口电压 U 与端口电流 I 的标定方向相关联,且 U 与 I 均为正值,可以断定 U 和 I 是由图中没有画出的电源输出的,图中的 R_0 和 U_s 均为负载,它们所吸收的电功率就是电源输出的电功率:

$$P = UI = 80 \times 4 = 320(\text{W})$$

$$\text{电阻 } R_0 \text{ 消耗的功率: } P_0 = I^2 R_0 = 4^2 \times 4 = 64(\text{W})$$

$$U_s \text{ 被充电,它吸收的功率为 } P - P_0 = 320 - 64 = 256(\text{W}) \text{ [或 } P_s = IU_s = 4 \times 64 = 256(\text{W})]$$

答: $U_s = 64\text{V}$,电源输出功率 320W ,电阻 R_0 消耗功率 64W , U_s 吸收功率 256W 。

综合训练

一. 填空题:

1. 自然界中的电荷只有两种,即____电荷和____电荷。我们规定用丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的电荷是____电荷;用毛皮摩擦过的硬橡胶棒上所带的电荷是____电荷。

2. 在目前已知的自然界中,最小的正电荷量为____库仑,是____的电量;最小的负电荷量为____库仑,是____的电量。任何带电体所带的电量都是____的整数倍,所以,我们把____叫做“基本电荷”。

3. 能对外显示____的物体叫带电体。衡量带电体上所带电荷的多少的物理量叫____,用字母____表示;它的单位是____,用字母____表示。

4. 起电的实质是____的转移。用丝绸摩擦过玻璃棒后,____上的____转移到____上去了,所以____因____而对外显正电性;同时____因____而对外显负电性。

5. 库仑定律的数学表达式为:____。只有在____和____这两个条件下才能使用这个公式。在____大的____介质中,库仑定律的数学表达式为:____。

6. 电场是存在于____周围的一种____的物质,这种物质之所以特殊,是因为它____由____组成的,而且它的质量等于____。电场这种物质也具有两个重要的特性:(1)置于电场中的任何带电体都要受到____力的作用;(2)带电体在电场中受到____力的作用而发生位移时,____力就要做____,这说明电场具有____。

7. 电力线是人为地画入电场中的一系列____的曲线。在静电场中,电力线总是起于____,止于____,沿途不____,不____,而且不会____;电力线上任意一点的____方向,表示该点的____方向;电力线的____程度表示____的强弱,____强____弱。

8. 电场强度是衡量电场____和____的物理量,它是有____又有____的矢量。其数学表达式是____,其方向是____。

9. 处于电场中的导体, 因_____力的作用而使导体内的_____重新_____的现象叫_____感应; 因_____感应而在导体上显现的_____叫_____电荷。
10. 在电场中, 处于_____平衡状态下的导体, 因内外_____的强度_____, 方向_____, 其内部场强必定为_____; 外部电场的电力线在导体表面_____, 而_____进入导体内部。空腔导体能使处于其腔内的电路不受_____电场的干扰的现象叫_____。接地的_____内的_____也不能对外部形成干扰。
11. 在_____或_____的作用下, _____作有规则的定向运动, 便形成电流。衡量电流大小的物理量叫_____, 用字母_____或_____表示。习惯上规定_____电荷的移动方向为电流的正方向。
12. 电流强度的大小在数值上等于_____时间内通过导体某一横截面的_____。其定义式为_____。
13. 电流和电压是衡量_____的两个_____的物理量; 也是_____和_____电路的两个_____。
14. 电压的定义是: _____将_____正电荷从电路(或电场)中的 a 点(即_____电位点)移送到 b 点(即_____电位点)时_____叫 a、b 两点间的电压 U_{ab} 。其定义式为_____。电压表示了_____做功能力的大小。电阻两端的电压与通过该电阻的电流二者的方向是_____的, 即电流进入电阻的一端为电压的_____, 流出电流的一端为电压的_____, 电压的正方向是由_____指向_____, 也即由_____点指向_____点。
15. 电位是电路(或电场)中的某一点_____于参考点间的_____。电路中 a 点的电位 V_a 表示_____将_____正电荷从 a 点移送到参考点 O 时所_____。其定义式为: _____。参考点的电位为_____。参考点又叫_____点、_____点、_____点或_____。
16. 电动势表示_____内部的_____力克服_____力做功能力大小的物理量。其定义是: 在电源的内部, _____力将_____正电荷从电源的_____经电源内部送到电源的_____时所_____, 叫电源的电动势; 其定义式为: _____。电动势 E 的方向是由_____经电源内部指向_____; 电源电压 U_s 的方向是由_____指向_____, 二者方向相反。
17. 电动势与电压(电位)定义式的结构_____, 单位_____, 都是_____, 但是, 它们之间的区别是明显的。(1) 电动势是表示_____内_____力做功本领的大小, 而电压是表示_____力做功能力的强弱; (2) 电动势的方向是由_____经电源内部指向_____, 而电压的方向是从_____指向_____; (3) 电动势只存在于_____, 而电压存在于_____。
18. 电压、电位、电动势都有正号和负号问题。其中_____和_____的正、负号只表示_____; 而_____的正、负号则表示_____。
19. 三种形式的欧姆定律分别是: _____电路欧姆定律、_____电路欧姆定律和_____电路欧姆定律。欧姆定律的通式为: _____量等于_____量除以_____量。使用欧姆定律时, 对于伏特量的正、负号的确定, 都应参照电路中_____的_____方向, _____者取正号, _____者取负号。
20. _____所经过的路径叫电路。用统一规定的_____元件的符号表示电路连接情况的图叫_____图, 常被称为_____。组成电路的三要素是: _____、_____和_____。
21. 电源是将_____转换成_____的装置; 在交流电路中, _____也可被看作是电源, 它的任务是向电路提供_____信号。负载是将_____转换成_____的元件、器件或设备。组成电路的中间环节有_____, _____和_____等, 它们的任务是连接电路的各个部分, _____和_____电能; 控制电路的_____; 以及_____电路能够_____, _____地工作。
22. 电路可以分成内电路和外电路两大部分。_____的电路叫内电路; _____的电路叫外电路。在内电路中, 电流是由_____流向_____; 而在外电路中, 电流是由_____流向_____。