

电气工人适用

电工学

复习题 与习题

哈尔滨工业大学电工学教研室

水利电力出版社

内 容 提 要

本书是电气工人适用《电工学》一书的学习辅助用书，按《电工学》的内容和章节顺序选有复习题、思考题和习题一千余个。每章前均编写“内容提要”，供读者复习和总结之用，书后附有答案和较难习题的题解，便于读者自学。

参加本书选题、解题工作的有丁继盛、秦桂馨、顾宝珍、朱毓芬、毕淑娥、吴健强、吴项等同志，并由吴项主编，郭文安同志审查全稿。

电气工人适用

电 工 学

复习题与习题

哈尔滨工业大学电工学教研室

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 12.5印张 334千字

1985年2月第一版 1985年2月北京第一次印刷

印数000001—100440册 定价2.35元

书号 15143·5592

使 用 说 明

1.《电工学复习题与习题》是电气工人适用《电工学》一书的学习辅助用书，可帮助读者复习《电工学》的基本内容，检验掌握《电工学》一书中的基本理论和基本概念的深度，锻练和提高分析问题、解决实际问题的能力。因此，学习和熟悉《电工学》一书的基本内容，是解答和演算这些复习题和习题的基础。

2.本书选题范围不超过《电工学》一书的内容。每章前面的“内容提要”即为该章基本内容的“小结”，读者可从“提要”来概括已经学过的知识，解答有关的复习题与习题。初学者在解答时应随时复习《电工学》有关章节的内容。读者如能在理解（不是死记硬背）的基础上，独立解答本书的问题，则说明读者已经基本上掌握了《电工学》的基本内容。

3.《电工学》一书中已有必要的例题，本书不再编入例题。读者在演算习题之前，最好先仔细阅读《电工学》相应章节的例题，在充分理解的基础上，再独立解题，并仔细检查计算结果。书末所附答案与题解仅供读者参考，切忌以套用公式、凑答案的方法做习题，也不要未经独立演算就去对答案、看题解。这种做法，对于培养和锻练自己分析问题、解决问题的能力不会有任何好处。少数附有“*”号的习题难度较大，供基础较好的读者选作，读者如感困难，可将书后所附较详的题解作为例题阅读。

4.解题时应注意，一要正确选择和使用电路中电压、电流等物理量的正方向，方程式中各物理量的正、负都与所选择的正方向有关，不能弄错。二要正确使用电工单位制，弄清公式中每一物理量应使用的单位，以及各种单位制之间的换算关系，否则，不能得出正确的结果。

5.计算结果如为近似值，应取三位（或四位）有效数字，后

面的数以“四舍五入”方法处理。因为，一般工程问题用三、四位有效数字表示，已可满足精度要求。计算结果一般不应用分数表示。

6. 书后所附的“答案与题解”只是部分题目的解答。复习题多涉及基本内容，读者不难从《电工学》书中查到，本书不附给答案；某些思考题只给出简单的答案或提示；较简单的习题，也只给出计算结果；较复杂的习题则简要地列出解题过程。由于解题方法往往不是唯一的，因此本书所附题解仅供参考。

《电工学复习题与习题》的编写是应读者的要求所作的初步尝试。许多选题尚未经过读者使用的检验，加上编者的经验与水平所限，错误和疏漏之处在所难免，恳切希望使用本书的读者提出宝贵意见。

目 录

使用说明

第一章	电荷和电场	1
第二章	电流、电压和电动势	4
第三章	电阻和欧姆定律	7
第四章	电功率和电能	12
第五章	直流电路	16
第六章	复杂直流电路的计算	28
第七章	电流的磁场	41
第八章	电磁感应	46
第九章	电感与电容	52
第十章	正弦交流电路的基本概念	60
第十一章	电阻、电感、电容元件在交流电路中的作用	64
第十二章	交流电的相量表示法	68
第十三章	电阻、电感和电容串联的交流电路	74
第十四章	并联补偿电路	81
第十五章	交流电的复数表示法	86
第十六章	三相交流电路	93
第十七章	电路中的过渡过程	99
第十八章	电流、电压和电阻的测量	107
第十九章	功率和电能的测量	114
第二十章	电桥测量的基本知识	119
第二十一章	铁磁性材料和磁路	123
第二十二章	直流电机的工作原理	128
第二十三章	直流发电机的运行特性	132
第二十四章	直流电动机的运行特性	136

第二十五章	交流励磁的铁芯线圈电路	141
第二十六章	变压器的变压原理和分析方法	145
第二十七章	变压器的工作性能	151
第二十八章	变压器的连接组和并联运行	155
第二十九章	三相异步电动机的工作原理	158
第三十章	三相异步电动机的工作特性	163
第三十一章	同步发电机的电动势和电枢反应	168
第三十二章	同步发电机的运行特性	171
第三十三章	同步发电机的功角特性和并联运行	174
第三十四章	半导体和PN结	179
第三十五章	晶体二极管和三极管	181
第三十六章	放大电路的图解分析法和偏置电路	189
第三十七章	交流放大器	198
第三十八章	放大器中的负反馈	206
第三十九章	直流放大器与运算放大器	212
第四十章	场效应管放大器	221
第四十一章	正弦波振荡电路	225
第四十二章	晶体管的开关特性和稳态电路	231
第四十三章	门电路	239
第四十四章	集成电路触发器和逻辑部件	246
第四十五章	整流电路和稳压电源	250
第四十六章	可控整流电路	258
答案与题解		262

第一章 电荷和电场

内 容 提 要

1. 自然界存在着两种性质不同的电荷，即正电荷和负电荷。电荷间有相互作用力，同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引。正电荷和负电荷同时存在于物体之中。正、负电荷是物体固有的，它既不能被创造，也不能被消灭，只能从一个物体转移到另一个物体。当正、负电荷在一定的条件下（例如摩擦或感应）相互分离并发生转移时，物体就显示出带电现象。

2. 电荷周围存在着电场。电荷间的相互作用就是通过电场进行的。当把电荷放到电场中去时，电荷就会受到电场所施加的作用力，这个力叫做电场力。电场强度是衡量电场强弱的一个物理量。电场中某一点的电场强度，在数值上等于单位正电荷在该点所受到的电场力，即

$$E = \frac{f}{q_0}$$

式中 E 的单位是伏/米（ V/m ）， f 的单位是牛顿（ N ）， q_0 的单位是库仑（ C ）。电场强度的方向是正电荷在该点所受电场力的方向。

3. 从物理学中知道，试验电荷 q_0 在带电球体 Q 所产生的电场中某点所受作用力的大小，与电量 q_0 和 Q 的乘积成正比，而与两电荷之间距离 r 的平方成反比，即

$$f = 9 \times 10^9 \frac{Qq_0}{\epsilon_r r^2}$$

式中 Q 和 q_0 的单位是库仑（ C ）， r 的单位是米（ m ）， f 的单位是牛顿（ N ）， ϵ_r 是电场所在空间的相对介电常数^①。真空（空

① 介电常数的意义，见《电工学》上册第九章。

气)的 $\varepsilon_r = 1$ 。

4. 电力线是用来形象地描绘电场的一种工具, 它开始于正电荷而终止于负电荷, 并且垂直于带电导体的表面。利用电力线可以很清楚地看出电荷在电场中受力的方向。

1-1 怎样判断两个带电体所带的电荷是同性电荷还是异性电荷?

1-2 有人说:“摩擦生电”实质上是“摩擦分电”。这种说法对不对? 为什么?

1-3 为什么有的物质容易导电, 有的物质不容易导电?

1-4 什么是电场? 它有什么特性? 从哪些现象能说明电场确实存在?

1-5 比较精密的电子仪器都放在金属壳内, 在做高压实验时, 要穿上“均压服”, 为什么要这样做?

1-6 为什么避雷针能防雷? 若避雷针的接地导线损坏, 会出现什么危险?

1-7 在均匀电场内, A、B两点各有一电荷, 其电量分别为 q_A 和 q_B , 如果它们所受的电场力 $f_A = f_B$, 问 q_A 和 q_B 是否相等? 为什么?

1-8 在电场中某一点的电场强度定义为 $E = \frac{f}{q}$, 若该点没有试验电荷, 该点的电场强度是否为零? 为什么?

1-9 有两个带电量不相等的点电荷, 它们相互作用时, 是否电量大的电荷受力大? 电量小的电荷受力小? 试说明理由。

1-10 为什么高压电气设备上的金属附件表面要尽可能不带棱角?

1-11 在高压电气设备周围, 常围上一接地的金属栅网以保证栅网外人身的安全, 试说明其道理。

1-12 一对平行板电极之间的电场强度是200伏/厘米, 电场中有点电荷 10^{-10} 库仑, 问电场对此电荷的作用力是多少?

1-13 空气中有一带电量 $Q = 0.02$ 库仑的小球，求距离小球 1 米处的点电荷 $q_0 = 0.2$ 微库仑 ($1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{C}$) 所受到的作用力。

1-14 有两个金属小球，一个原来带电，另一个不带电。它们在真空中相撞后，就向相反方向滚动。当它们相距 1 米时，相互之间受到的斥力为 8.1×10^{-2} 牛顿，求此时两小球各带多少电荷？

*1-15 在一个边长为 2 米的等边三角形的两个顶点上，分别有 $Q = 5 \times 10^{-8}$ 库仑的正电荷。求第三个顶点处电场强度的大小和方向。

1-16 设有两电荷 $Q_1 = 10$ 微库， $Q_2 = 5$ 微库，它们在空气中相距 4 米。求这两电荷连线中点处的电场强度和方向。

1-17 把一个 $q_0 = 5 \times 10^{-2}$ 微库的电荷放入电场内某点时，受到 $f = 10^{-4}$ 牛顿的作用力，求该点的电场强度。

第二章 电流、电压和电动势

内 容 提 要

1. 带电粒子（例如导体中的自由电子）在电场力的作用下有规则地定向运动，就形成了电流。习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向。因此，在金属导体中，电流的方向和自由电子运动的方向相反。电流的强弱用电流强度（简称电流）来衡量，它的大小是单位时间内通过导体截面的电量，即

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

式中 Q 的单位是库仑（C）， t 的单位是秒（s）， I 的单位是安（A）。

2. 要使电荷有规则地定向运动，以形成电流，则在电路两端必须有电压（电位差）。a、b两点间电压的大小等于电场力 f 把单位正电荷从a点移到b点时所作的功 A_{ab} ，用 V_{ab} 表示，即

$$V_{ab} = \frac{A_{ab}}{q_0} = \frac{fl_{ab}}{q_0}$$

式中 q_0 的单位是库仑（C）， f 的单位是牛顿（N）， l 的单位是米（m）， A 的单位是焦耳（J）， V 的单位是伏（V）。所以电压是衡量电场力作功能力的物理量。

3. 电场（或电路）中某点的电位，就是电场力将单位正电荷从该点移到参考点（零电位点）所做的功。或者说，电场中某点的电位，就是该点电位与参考点电位之间的电位差。选择不同的参考点只影响到各点电位的大小，不会改变两点间电位差（电压）的大小。

4. 把其它形式的能量转换成电能的设备叫做电源。电源内部存在着电源力，它可以把正电荷从低电位点（电源的负极）移到

高电位点（电源的正极）。电源力把单位正电荷从电源负极移到正极所做的功，叫做电源的电动势，用 E 表示。所以电动势是衡量电源力作功能力的物理量。

2-1 电流的方向是怎样规定的？自由电子的运动方向是不是电流的方向？

2-2 什么叫电位？什么叫参考点？当参考点改变时，电场中各点的电位和任意两点间的电位差有没有变化？

2-3 电压与电位差之间有什么关系？假定电场内某两点的电位都很高，这两点间的电压是否就很大？

2-4 什么叫电动势？它与电压有什么区别？

2-5 电压和电动势的方向是怎样规定的？

2-6 如果 3 秒钟内通过导体截面的电量是 12 库仑，电流是多少？如果通过导体截面的电流是 0.3 安培，那么 3 秒钟内将有多少库仑的电量通过导体截面？

2-7 有一导线，1 小时内通过其横截面的电量为 1500 库仑，求通过该导线的电流值。

2-8 一电镀槽中，对某种工件进行电镀需要 0.8 库仑的电量。现在要在 8 小时内电镀该工件 15 万件，问应通入多大电流。

2-9 设在电场中将 $q = 1$ 库仑的正电荷从 a 点移到 b 点，若需作功 50 焦耳，求这两点的电位差。

2-10 设以 o 点为参考点时，a 点电位为 15 伏，b 点电位为 21 伏，o' 点电位为 5 伏。现在重新选择 o' 点为参考点，求 a、b、o 各点电位及电压 V_{ab} 、 V_{ao} 、 V_{bo} 。

2-11 电场中 a、b 两点的电位分别为 10 伏和 50 伏，两点之间相距 1 米。电场力将正电荷 q 从 b 点移到 a 点，作功 60 焦耳，求 q 所带电量及电场力的大小。

2-12 试换算下列电压、电流的单位：

(1) 0.05 安等于多少毫安？

(2) 2.5 毫安等于多少微安？

(3) 1.05×10^4 伏等于多少千伏?

(4) 0.8×10^{-5} 伏等于多少微伏?

(5) 300000 毫伏等于多少伏?

2-13 操作人员站在木凳上,两手同时接触一条低压“火”线,有没有危险?如果两手分别接触两条“火”线,则如何?

2-14 照明电路的“地”线一般都是接地的,若以“地”为参考点,是不是一座大楼内楼上照明电路各点的电位比楼下电路的电位高?为什么?

第三章 电阻和欧姆定律

内 容 提 要

1. 电流所流经的路径叫做电路。电路是由电源、负载（负荷）、连接导线和开关三个基本部分组成的。电源把其它形式的能量转换为电能，是输出电能的设备；负载按照各种不同的需要把电能转换为其它形式的能量，是消耗电能的设备；导线和开关是输送和控制电能的部分，如不特别指出，连接导线的电阻可以忽略不计。

2. 导体两端的电压和通过导体的电流的比值叫做电阻，它的单位是欧姆（ Ω ）。导体的电阻与导体的尺寸和材料有关，即

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

式中 l 的单位是米（m）， S 的单位是平方毫米（ mm^2 ）， ρ 的单位是 $\frac{\text{欧} \cdot \text{毫米}^2}{\text{米}}$ （ $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ ）。

3. 导体的电阻还与温度有关。当温度变化时，可以用下式计算导体的电阻

$$R_2 = R_1 + R_1 \alpha (t_2 - t_1) = R_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$$

式中 α 的单位是 $1/\text{度}$ （ $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ ）， t 的单位是度（ $^\circ\text{C}$ ）。

4. 欧姆定律是说明电阻中电压、电流关系的客观规律，是分析和计算电路的一条很重要的基本定律。

欧姆定律指出，通过一段电阻的电流与加在电阻两端的电压成正比，而与电阻成反比，即

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

5. 线性电阻的阻值是一个常数，它不随电压、电流大小的变

化而变化。线性电阻上的电压与电流之间的关系服从欧姆定律。非线性电阻的阻值随电压、电流大小的变化而有所不同。非线性电阻上的电压、电流不能用欧姆定律计算，需要知道伏安特性后用作图的方法求出。

3-1 电路是由哪几部分组成的？各部分的作用是什么？

3-2 什么叫欧姆定律？写出欧姆定律的三种基本表达式并说明其含意。

3-3 一个灯泡的灯丝断了，可以小心地把灯丝搭上使用，这时灯比原来亮，是什么道理？

3-4 把长度一定的导线的直径减为原来的一半，其电阻为原来的几倍？

3-5 为修复万用电表，要绕制一个3欧姆的电阻，如果选用截面积为0.21平方毫米的锰铜丝，问需要多长？

3-6 有一个电烙铁，利用铝铬铁丝做加热丝，如果铝铬铁丝截面为0.21平方毫米，电源电压为220伏，需要电流达到0.34安培，问需要多长的铝铬铁丝？

3-7 某工地需要安装照明线路，用电处至电源距离为100米，若用截面为4平方毫米的铝导线，问此导线的电阻是多少？

3-8 有一个变压器，用直径为0.31毫米的铜导线绕制绕组，共绕1370匝。整个线包的内直径为1.4厘米，外直径为3.35厘米。已知铜线在常温时的电阻率为 $0.0175 \text{ 欧} \cdot \text{毫米}^2 / \text{米}$ 。试计算此绕组在常温下的电阻。

3-9 用直径为0.31毫米的铜导线绕制变压器的原边绕组，匝数为254匝，平均每匝0.25米，副边绕组用直径0.87毫米的铜导线，匝数为68匝，平均每匝为0.32米，问原、副边绕组的电阻各为多少？

3-10 为了测定电动机的运行温度，用铂丝制成的电阻温度计量出工作前电动机绕组的电阻值为0.15欧（环境温度为 20°C ），运行一段时间后，电阻值为0.17欧，求此时电动机内部的温度。

3-11 为了测定直流电机励磁绕组的温度，常用这样的方法：将电机通电以后，测量起始时和发热以后的电压和电流，求出两种情况下的绕组电阻值，根据铜线的电阻温度系数，求出发热后绕组的温度。现将按上述方法进行实验的数据列于题3-11表。试求此时电机绕组的温度。

题 3-11表

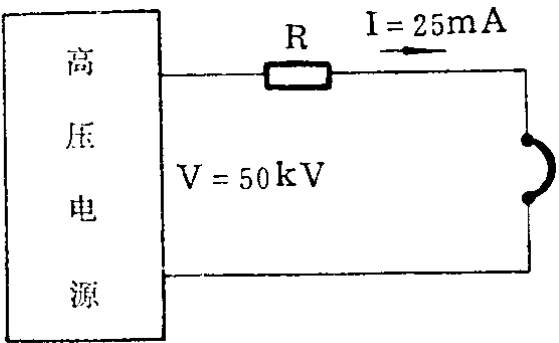
实 验 条 件	V(伏)	I(安)
实验开始时(室温为20℃)	215	0.5
通电一小时后(发热状态)	215	0.43

3-12 将直径为0.025 毫米的镍铬铁合金丝绕在直径为 12.5 毫米的圆筒形线圈架上，欲 获 得 电 阻 15000 欧 姆，问需要绕多少匝？

3-13 一测温用的铂电阻丝，在 常 温（20℃）时，电阻 为 118欧；温度为100℃时，其电阻为154.8欧，求铂丝的 电 阻 温 度 系 数。如果把这段电阻丝放入电炉，其电阻将增加到 450 欧，求 炉温。

3-14 220伏100瓦灯泡的钨丝电阻在0℃时为65 欧，在 20℃ 时为72.8欧。现将220伏电压加在灯泡上，求此时钨丝的温度。

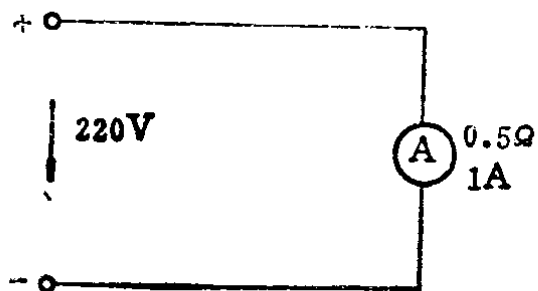
3-15 在高压实验室中，
用一高压电源产生高电压。当
此电源电压V高达50千伏时，
铜球间隙被击穿而造成短路。
为防止电路中电流太大而损坏
高压电源，在电路中需接入一
个限流电阻R，如题3-15 图所
示。当高压电源允许供给最大
电 流 为 25 毫 安 时，问限流电阻应选多大？



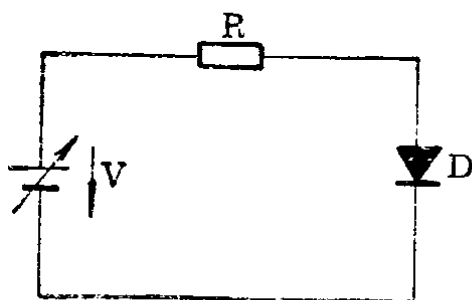
题 3-15 图

3-16 一个安培表的内阻是0.5欧姆，量程是 1 安（即 安 培

表所能测量的最大电流是 1 安)。如果有人误将安培表不经过负载直接接到电源上(题3-16图),当电源电压是220 伏时,问安培表中流过多大电流?将发生什么后果?



题 3-16 图

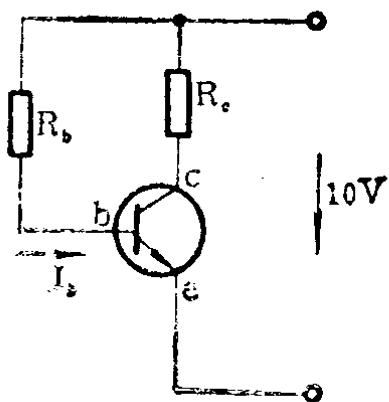


题 3-17 图

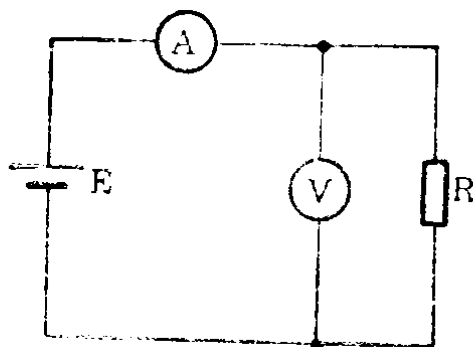
3-17 在测晶体二极管的正向特性时,为了防止管中电流过大而烧坏管子,要在电路中接入一个限流电阻 R (题3-17图)。设 $R=300$ 欧,二极管正向电阻很小可忽略不计,并设二极管的最大允许电流为100毫安,问电源电压最大为多少才能保证不损坏二极管?

3-18 有一电流表, $R_g=1$ 千欧,当接于电源而使指针偏转到最大值时,表中通过电流 $I_g=100$ 微安,问这时电流表两端电压 $V_g=?$

3-19 在晶体管电路中,为使晶体管能正常工作,需要供给偏流 I_b (题3-19图)。已知电源电压为10伏,偏流电阻 $R_b=250$ 千欧,晶体管 b 、 e 间电阻比 R_b 小得多,可以忽略不计,求偏流 I_b 。



题 3-19 图



题 3-20 图

3-20 在测定导线电阻的实验中（题3-20图），已知导线长度为8米，横截面积是2平方毫米，安培表的读数是1.6安培，伏特表的读数是2.5伏，求导线的电阻和它的电阻率。

3-21 一碳丝灯泡两端加上不同的电压时，其电流如题3-21表所示。画出它的伏安特性曲线，并求 $V=120$ 伏及40伏时，灯泡电阻是多少？当电压逐步降低时，灯泡电阻是逐渐增大还是减小？为什么？

题 3-21表

V(伏)	220	180	150	130	100	75	50	25
I(安)	0.5	0.49	0.47	0.45	0.41	0.36	0.30	0.2

3-22 设负载电阻 R_L 的阻值按100、40、10、1欧变化，如果负载连接在电压 $V=6$ 伏的电源上，试画出该电阻的 $I=f(R_L)$ 曲线。