

电 工 基 础

复习要点与习题集

〔日〕东京电机大学编

纪铜城 译

郭耀华 校

电子工业出版社

内 容 提 要

本书是从〔日〕东京电机大学编「ワークアツクス電気基础」“直流回路・電気磁気编”和“交流回路编”全文翻译过来的。内容包括直流电路计算、电流的各种效应、磁路与电磁力的计算、电磁感应与电感、静电场的性质与电容、单相交流电路、三相交流电路、网络计算、互感电路、矢量轨迹、非正弦波交流电、过渡过程、分布参数电路、对称分量法等。书中各节内容分为“要点”和“习题”两部分，篇末附有问题答案。

本书可供高等专科学校、中等专业学校、中等职业学校师生及自学读者作为学习电工基础的复习资料和练习作业册，也可供电工人员学习、参考。

电 工 基 础

复习要点与习题集

〔日〕东京电机大学编

纪铜城 译

郭耀华 校

责任编辑 王德声

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京通县曙光印刷厂印刷

开本：850×1168毫米1/32 印张：11.5 字数：307千字

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数：1—15,000册 定价：2.70元

统一书号：15290·540

译者的话

本书是〔日〕东京电机大学为了减轻工业高等学校学生的学习负担，增进学生的学力，特邀有丰富教学经验的教师根据日本文部省高等学校学习指导要领编写的一套电工基础辅助读物。采用的体系是场路结合，以路为主。内容包括：直流电路、电学与磁学、交流电路三大部分。编写的形式是在各节中首先提纲挈领地列出复习“要点”，接着精选适当数量的“习题”作为练习作业。内容简明浅显，易懂易解，力避贪多和艰深，这是它的最大特点。通过练习作业掌握和消化知识内容，这是提高学习效果的重要方法。编者对这种方法给予充分的肯定和推广。原著在日本自1967年初版面世以来，几经修订，多次再版重印，深受读者欢迎。

为了学习和借鉴国外经验，满足我国广大高等、中等专科和职业学校学生及在职人员初学和复习电工基础知识的需要，特将此书翻译过来。希望读者在领会要点的基础上，认真地动笔做练习，通过反复做练习，就一定可以培养出分析问题和解决问题的能力。

本书的译稿承蒙天津理工学院无线电系郭耀华教授认真细致地进行审校改正，在此谨致谢意。

译者

1986年2月于

广州大学电子工程系

目 录

直流电路与电学磁学篇

1. 电 流 与 电 压	
1.1 物质带有电	(3)
1.2 为什么物质会呈现电的性质?	(4)
1.3 电流与绝缘体	(6)
1.4 电位与电位差	(9)
1.5 电动势与电路	(11)
2. 欧姆定律与直流电路的计算	
2.1 欧姆定律	(13)
2.2 电阻的组合连接及其计算	(16)
2.3 电源的电动势与端电压	(27)
2.4 倍率器的原理	(30)
2.5 分流器的原理	(33)
3. 电阻的性质	
3.1 电阻与电阻率	(38)
3.2 电阻温度系数	(42)
4. 基尔霍夫定律与直流网络的计算	
4.1 电动势与电压降的代数思考方法	(48)
4.2 基尔霍夫定律	(53)
4.3 利用基尔霍夫定律求解电路	(60)
4.4 电池的连接法与电流	(65)
4.5 测量电阻的惠斯顿电桥	(74)
5. 电能与热效应	
5.1 功率	(77)

5.2 电 能 量	(80)
5.3 作 功 与 效 率	(82)
5.4 焦耳定律	(84)
6. 电 流 与 化 学 效 应	
6.1 离子与电流的化学效应	(87)
6.2 法拉弟电解定律	(88)
6.3 电 池	(89)
7. 磁 的 性 质	
7.1 磁铁的性质与磁感应	(93)
7.2 磁极强度与库仑定律	(95)
7.3 磁场与磁力线	(97)
7.4 磁通与磁导率	(101)
8. 电 流 的 磁 效 应	
8.1 电流产生的磁场与磁力线的方向	(104)
8.2 毕奥·沙瓦尔德定律与圆形线圈的磁场强度	(107)
8.3 安培环路定律与无限长载流直导线产生的磁场	(110)
8.4 无限长螺管线圈与环状螺管线圈产生的磁场	(112)
9. 铁 的 磁 化 与 磁 路	
9.1 强磁性体的磁化曲线与磁导率	(115)
9.2 磁 滞	(117)
9.3 磁路与磁路的欧姆定律	(118)
9.4 磁路中的漏磁通	(121)
9.5 磁路的计算方法	(122)
10. 电 流 与 磁 场 之 间 的 作 用 力	
10.1 电磁力及磁场对载流线圈的作用力	(126)
10.2 载流导线间的作用力与电磁力做功	(130)
11. 电 磁 感 应 与 电 感	
11.1 电磁感应与感应电动势	(133)
11.2 自感应与自感	(138)
11.3 互感应与互感	(141)
11.4 自感与互感的计算	(144)

12. 静电的性质	
12.1 静电力的库仑定律	(148)
12.2 电场与电场强度	(150)
12.3 电力线与电通量	(152)
12.4 电位与电场强度	(154)
13. 电容与电容器	
13.1 电容与电容的计算	(158)
13.2 电介质与介电常数	(161)
13.3 电容器的连接法	(163)
13.4 电容器中的储能与静电吸引力	(167)
习题答案 (直流电路与电学磁学篇)	

交流电路篇

1. 正弦波交流电	
1.1 正弦波电动势的产生	(189)
1.2 正弦波交流电的一般表示式	(191)
1.3 交流电大小的表示法	(193)
2. 交流电的矢量表示法	
2.1 正弦波交流电的合成	(195)
2.2 旋转矢量与静止矢量	(196)
3. 基本交流电路	
3.1 电阻电路, 自感电路, 电容电路	(200)
3.2 R - L 串联电路	(202)
3.3 R - C 串联电路	(205)
3.4 R - L - C 串联电路	(207)
3.5 R - L 并联电路	(210)
3.6 R - C 并联电路	(211)
3.7 R - L - C 并联电路	(212)
4. 交流电功率	
5. 用符号法的交流电路计算	
5.1 复数	(219)

5.2	复数的四则运算	(221)
5.3	矢量的和与差	(223)
5.4	矢量相位的改变	(224)
5.5	阻抗的符号表示式	(224)
5.6	导纳的符号表示式	(226)
5.7	串联谐振及并联谐振	(228)
5.8	功率的符号表示式计算法	(229)
6.	三相交流电路	
6.1	三相电动势及其矢量	(231)
6.2	星形连接	(232)
6.3	三角形连接	(235)
6.4	平衡三相电路的功率	(238)
7.	网络的计算	
7.1	网孔电流法	(242)
7.2	叠加定理	(243)
7.3	戴维南定理	(243)
7.4	交流电桥的平衡条件	(244)
7.5	星形连接与三角形连接的换算	(247)
7.6	匹配电路	(248)
7.7	四端网络	(249)
8.	三相电路的计算	
8.1	三角形连接与星形连接的阻抗换算	(252)
8.2	等效单相电路	(253)
8.3	V形连接的矢量图与功率	(256)
8.4	不平衡三相电路的计算	(258)
8.5	旋转磁场	(263)
9.	包含互感的电路	(268)
10.	矢量的轨迹	(273)
11.	非正弦波交流电	(276)
12.	过渡过程	(284)
13.	分布参数电路	(289)

13.1	分布参数电路	(289)
13.2	无限长线	(290)
13.3	有限长线	(294)
13.4	驻波	(298)
14. 对称分量法		
14.1	何谓对称分量?	(300)
14.2	三相交流发电机的基本方程式及故障分析	(303)
习题答案 (交流电路篇)		

直流电路与电学磁学篇

1. 电流与电压

1.1 物质带有电

《要 点》

- 〔1〕 一切物质都是由大量分子集合组成的。
- 〔2〕 分子是由原子构成的。
- 〔3〕 如图1·1所示，原子是由原子核与带负电荷的电子构成的。
- 〔4〕 如图1·2所示，除氢以外的其它元素的原子核，是由带正电荷的质子与完全不带电荷的中子构成的。

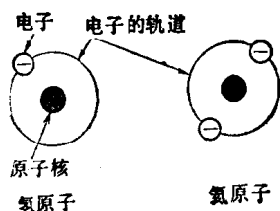


图1·1

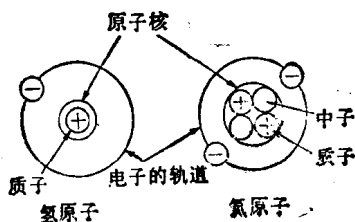


图1·2

- 〔5〕 如图1·2所示，电子边自转边沿着以原子核为中心的一定轨道旋转。
- 〔6〕 一个电子的静止质量约为 $9.109 \times 10^{-31} \text{kg}$
- 〔7〕 一个质子的质量约为 $1.673 \times 10^{-27} \text{kg}$ ，大约是一个电子质量的1840倍。
- 〔8〕 我们把电荷的量称为电荷量，电荷量的单位用库仑（符

号为C)表示,简称为库。

〔9〕一个电子所带的负电荷量与一个质子所带的正电荷量,绝对值相等,大约为 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ 。

〔10〕电荷有正电荷和负电荷两种,同性的电荷互相排斥,异性的电荷互相吸引。

《习 题》

1. 原子是由带正电荷的原子核与带负电荷的()组成的。

2. 质子带正电荷,电子带()电荷。

3. 我们把电荷的量称为(),()的单位用库表示,符号为C。

4. 电荷量的单位称为(),符号用()表示。

5. 一个()带有 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ 的负电荷量。一个质子带有 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ 的()()。

6. 一个电子所带的负电荷与一个质子所带的正电荷的量,绝对值(),等于 1.602×10^{-19} ()。

7. 因为()电子所带的负电荷量等于 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$,所以若有两个电子集合在一起,负电荷量增大1倍变成()C。

8. 同性电荷互相(),异性电荷互相()。

1.2 为什么物质会呈现电的性质?

《要 点》

〔1〕在电子与质子之间作用着吸引力,电子与电子之间或质子与质子之间则作用着排斥力。

〔2〕围绕原子核旋转的电子当中,与原子核结合较弱的电子,能够离开原子核在物质中自由运动,我们把这种电子称为自

由电子。

〔3〕一般地说，温度升高，物质中的自由电子数就增多，自由电子的运动就剧烈。

〔4〕由原子及其集合而成的某种物质，在通常的状态下，如图1·3 (a) 所示，电子数与质子数（正电荷量与负电荷量）相等，在电的性质上呈现中性状态。

〔5〕无论什么原因，若自由电子如图1·3 (b) 所示逸出物质外部，则物质的质子数比电子数多，物质就带正电荷。

〔6〕如图1·3 (c) 所示，若自由电子从外部跑进物质里面，则电子数比质子数多，物质就带负电荷。

〔7〕在物质中产生电荷的现象称为物质带电。

〔8〕在负荷了电这个意义上，我们把物质中所带的电称为电荷。

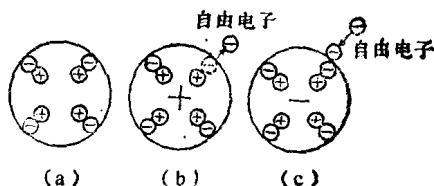


图1-3

《习 题》

1. 电子与质子之间作用着（ ）力，电子与电子或质子与质子之间则作用着（ ）力。

2. 围绕原子核旋转的电子当中，位于最外层轨道的（ ），与带正电荷的原子核的结合较弱，有到处自由运动的性质。我们把这些电子称为自由（ ）。

3. 当温度升高，物质中的自由电子数就增多，（ ）电子的运动就变得剧烈。

4. 在正常状态下，因为物质的（ ）与质子数目完全相等，等量的（ ）与负电荷牢固地结合着，故对外部不呈现电的性质，当这种平衡状态一破坏，物质就呈现正或负的（ ）的性质。

5. 物质中的自由()非常容易移到其他物质中。无论什么原因,若()逸出到物质外部,则由于物质中的正电荷比()多,故在总体上物质就具有正电荷的性质。

6. 物质若从中性状态变得()不足,质子过剩而带正电荷,反之,若()变得过剩就带()。这种过剩的比例愈大,所带的电荷就愈多。

7. 若用丝绸摩擦玻璃棒,温度升高()就容易逸出,玻璃棒的电子较易逸出而移到丝绸中,丝绸就带()电荷,玻璃棒所逸出的()数恰好等于它过剩的()数,从而使它带()电荷。

8. 因为一个电子带着 $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 的()电荷量,若物质从中性状态变得缺少一个(),则出现 $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 的正电荷,若多余一个()则出现()的()。

9. 若物质中多余10个电子,则出现()C的()。

10. 所谓1C的电荷量,就是由于缺少 $1 \div (1.602 \times 10^{-19}) \approx 0.624 \times 10^{19}$ 个()而出现的电荷。

11. 所谓8()的电荷量,就是由于缺少大约()个()而出现的电荷。

1.3 电流与绝缘体

《要 点》

[1] 容易通过电荷的物质称为**导体**。

[2] 不容易通过电荷的物质称为**非导体或绝缘体**。

[3] 具有介于导体与绝缘体之间的性质的物体称为**半导体**。

[4] 电荷的移动称为**电流**。

[5] 如图1·4所示,规定电流的流动方向与电荷的载流子——电子的流动方向相反。

[6] 电流的大小用1秒钟所通过的电荷量来表示,并用安培

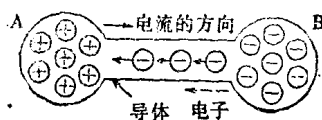


图1.4

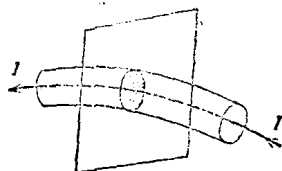


图1.5

(符号为A)作它的单位,简称为安。

[7] 如图1.5所示,当 $Q[C]$ 的电荷量在 t 秒钟内以均匀的速率通过导体中的某截面时,则通过该截面的电流 $I[A]$ 等于 $I = Q/t[A]$ 。

[8] 根据电流的大小,使用如下的单位。

a) 1 微安 (符号为 μA) 就是 $10^{-6} A$ 。

b) 1 毫安 (符号为 mA) 就是 $10^{-3} A$ 。

c) 1 千安 (符号为 kA) 就是 $10^3 A$ 。

[9] 如图1.6所示,流过一根导体的电流,其大小处处相等。这称为电流的连续性。



图1.6

《习 题》

1. 我们把诸如金属、电解液 (硫酸, 盐酸和苏打等等的水溶液)、人体和大地等容易通过电荷的物质称为 ()。

2. 我们把诸如空气、硬橡胶、蒸馏水、玻璃、电木、石蜡和乙烯树脂等难于通过电荷的物质称为 () 或绝缘体。

3. 我们把诸如氧化亚铜、硒、锗和硅等具有介于导体与绝缘体之间性质的物质称为 ()。

4. 在人体、碳、蒸馏水和水银蒸汽当中,只有 () 不是导体。

5. 在空气、石棉、大地和玻璃当中,只有 () 不是绝

缘体。

6. 硅、硒、铝和锗当中，只有（ ）不是半导体。

7. 因为电流的方向规定为与电子的流动方向相反，故在图1·7中，电流的方向就是从（ ）流向（ ）。

8. 在图1·8中，假设电流从A流向B，则电子就从（ ）流向（ ）。

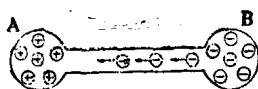


图1·7

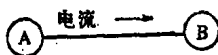


图1·8

9. 电流的大小用在1秒钟内通过导体截面的电荷量来表示，单位采用安，所以若在3秒钟内通过12（ ）的电荷量，则因为1秒钟通过 $12 \div 3 = 4\text{A}$ 的电荷，这时电流的大小就叫做（ ）〔（ ）〕。

10. 当（ ）以每秒1C的速率通过导体截面时，就有大小为1（ ）的电流流动着。另外，因为一个电子所带的电荷量为 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ ，所以每秒钟大约有（ ）个电子朝着与（ ）相反的方向流动着。

11. 假设电荷以每秒3C的速率通过导体截面，则这时电流的大小为多少安？。

12. 假设电荷以每秒12C的速率通过导体截面，则这时电流的大小为多少安？

13. 假设导体有3安培的电流在流动，则通过该导体截面的电荷量为每秒多少库？

14. 假设导体有12A的电流在流动，则每秒通过该导体截面的电荷量为多少？

15. 已知导体截面通过了1C的电荷量，则大约通过了多少个电子？

16. 已知导体中有2A的电流在流动，则该导体截面每秒钟

通过多少个电子？

17. 假设电流在2秒钟内以均匀的速率通过导体中的某个截面的电荷量为2 C, 则流过该截面的电流为多少? 每秒钟有多少个电子通过该截面?

18. 如图1·9所示, 假设在导体A中流着2 A的电流, 问在8秒钟内有多少个电子通过了X-Y截面?

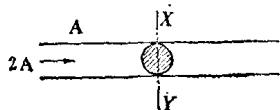


图1·9

19. 假设每秒钟有 0.624×10^{-19} 个电子移过导体截面,

问在导体中流过的电流为多少毫安? 1000mA 等于1A。

20. 假设通过导体截面的电荷量为每秒3 C, 问导体中流过的电流为多少微安? $1000\mu\text{A} = 1\text{mA}$ 。

21. 假设在导体中流着1 kA的电流, 问每秒钟通过导体截面的电荷量为多少库仑? $1\text{kA} = 1000\text{A}$ 。

22. 问1kA等于多少微安?

1.4 电位与电位差

《要 点》

〔1〕如图1·10所示, 电流从电位(相当于水位)高的地方流向电位低的地方。

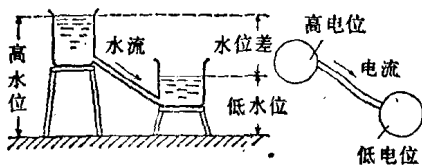


图1·10

〔2〕取大地为电位的参考点, 并规定参考点的电位为零。

〔3〕电位之差称为电位差或电压。

〔4〕1库的电荷量移动过两点之间并作了1焦耳(焦耳〔J〕是功的单位, 1焦耳就是1库的电荷受1牛顿的力作用并移动了1米的距离力所作的功)的功时, 这两点间的电位差规定为1伏特(符号为V), 并将伏特