

中等职业技术教育教学参考书·基础电子学教程

电工基础

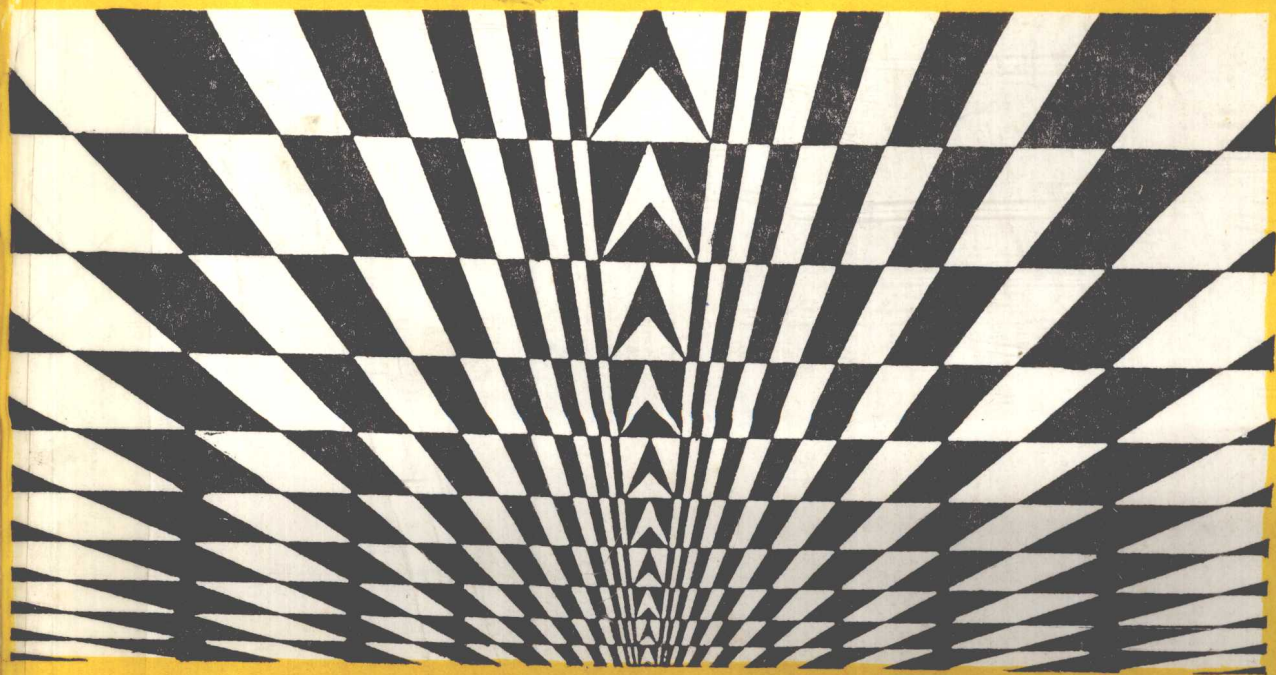
上册

★ 荷兰飞利浦工业有限公司 编著

★ 杨胜伟 徐天华 杨 枫 顾仁林 译

DIANGONG JICHU

湖北职业技术学院图书馆
藏



高等教育出版社

中等职业技术教育教学参考书

基础电子学教程

电工基础

上册

〔荷兰〕 飞利浦工业有限公司 编著

杨胜伟 徐天华 杨 枫 顾仁林 译

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是荷兰飞利浦工业有限公司编著的职业技术培训教材，系联合国教科文组织向我国职业中学推荐的教材之一。

本书的教学方式与传统的以讲课为主的方式有所不同，以自学为主，突出职业技能培训。每课编写均包括理论、实验、练习和自我测验几个部分，学生在自学的基础上，辅之以教师的讲解和解答问题，通过实验、练习、自我测验等教学活动，以巩固其所学的知识。

《电工基础》分上、中、下三册。上册主要阐述直流电，并将有关的数学、物理知识结合在一起阐述。

本书可供职业中学、技工学校电子电器类专业师生学习参考，也可供电子类企业职工培训部门使用，还可供职业教育部门研究参考。

中等职业技术教育教学参考书

基础电子学教程

电 工 基 础

上 册

〔荷兰〕飞利浦工业有限公司 编著

杨胜伟 徐天华 杨枫 顾仁林 译

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷三厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张16.5 字数400 000

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数0001—9,150

ISBN7-04-000981-1/TN·58

定价3.45元

译者的话

《基础电子学教程》是荷兰飞利浦工业有限公司编著的职业技术培训教材，系联合国教科文组织向我国职业中学推荐的教材之一。其内容包括电工基础、元器件、模拟电子技术和数字电子技术四部分，每一部分除教材外，还配有相应的教师用书。

本教程内容的选取针对性强，以定性分析为主，图文并茂，浅显易懂，并将有关的教学、物理等知识与电子学的基本内容融为一体，突出应用；理论、实验和练习交替编排，大大加强实验环节，强调培养学生的动手能力，突出职业技能训练；教学方式以学生自学为主，教师只作必要的指导说明，一改传统的以教师讲授为主的教学方式，充分调动学生的学习积极性；书中编入大量的练习题和自我测验题，命题灵活、形式多样，避免繁琐的计算等。

为了有利于我国职业教育部门 and 职业中学吸收国外职业教育的经验，我们将本教程的第一部分——《电工基础》和相应的《教师指南》翻译出版，供有关方面借鉴参考。

《电工基础》原书共七册，译后将第一、二册合订为上册，第三、四册合订为中册，第五、六、七册合订为下册；相应的教师用书原有课文的指导说明、实验指导书和阶段测验题三册，译后将其合订为《教师指南》一册。

在翻译过程中，我们尽量使译文保持原意，以不失原书的特色。对原书中的错误，我们一一加以改正。对原书中的由于印装错误而造成的内容短缺由译者编写补上。为避免重复，对原书中的辅助用表，我们作了适当的删减。原书中七次阶段测验均留出课节序号，但其内容却编在教师用书中，致使教材中课节序号不连贯，翻译时，这七次阶段测验的课节序号不再保留，而用其后的课节依次递补，从而对课节序号作了相应的调整。为排印和阅读方便，给全书的图表编了号码。在不失原意的情况下，根据我国国家标准重新绘制了插图。

参加本册书翻译的有杨胜伟（第一、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一课），徐天华（第四、五、九、十课），杨枫（第六、七、八课）以及顾仁林（第二、三课）。全书译文由杨胜伟整理、修改。

在翻译过程中，清华大学余孟尝副教授和北京联合大学自动化工程学院蒋大权副教授校阅了部分译文，提了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，水平有限，译文中难免有不少错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

译者

1987年2月

目 录

第一课	绪论	1
第二课	电流	10
第三课	电压	27
第四课	电阻	39
第五课	计算	49
第六课	电阻器	62
第七课	图表	79
第八课	关于电阻器的补充知识	91
第九课	10的幂的运算	102
第十课	复习一	113
第十一课	电阻的并联	128
第十二课	电阻的串联	141
第十三课	直流电流和电压的测量	153
第十四课	功、能和功率	168
第十五课	电压源	178
第十六课	电阻网络	188
第十七课	电功率	200
第十八课	电能和热能	210
第十九课	分压器和惠斯通电桥	218
第二十课	复习二	234
第二十一课	复习三	249

第一课 绪 论

开头语

你将开始学习“基础电子学课程”。如果你想尽快揭示电子学的“秘密”，毫无疑问，这就需要对本课程有明确的概念。显然，学这样的课程是要花一番功夫的，但从你已经开始学习的事实表明，你是乐意试一试的。然而，我们可以想象，你对本课程的内容仅有一点点模糊的概念。因此，如果从告诉你某些关于电子学的基础知识开始，那将是有益的。

课程内容

全部课程是由4个单元（部分）组成，其课程结构情况将在课程结构框图图1-1中表示出来。各部分是AS（电工基础）、BS（元器件）、CS（模拟技术）和DS（数字技术），这些要求理解和了解的电子学内容是事先设计好的。

AS部分将为你打下必要的基础，并阐述许多常用的电学概念。如果没有一些简单的算术、代数、几何和物理学的知识，要学习本课程无论如何都是不可能的。

BS部分讨论的是各种不同的电子元器件。你将学习电阻器、电容器、电感器、变压器和半导体等元器件的特性和应用。

最后，在CS和DS部分中，我们将涉及到整体电子电路，例如整流器、放大器和振荡器。

在每一部分的学习材料里，都将在各段的理论讲述中穿插一些练习和实验，这些实验大部分是利用电子测量仪器测量元器件或电路。

课程结构框图

在图1-1中，或许你已经注意到每个框图中纵行的数字，这些数字表示每部分有几册书*以及每册书的课数。每册书后安排有一次测验，它将告诉你和你的老师关于课程的进展情况。每课需用100到150分钟，并且你应该在家预习至少一小时。每课按顺序编号，第一课的编号是A1。例如，在AS部分的框图中，这部分内容是由57节课组成的。此外，还安排了7次测验。

完成下列填空：

基础电子学教程在AS部分有：

_____册书，并包括

_____节课，和

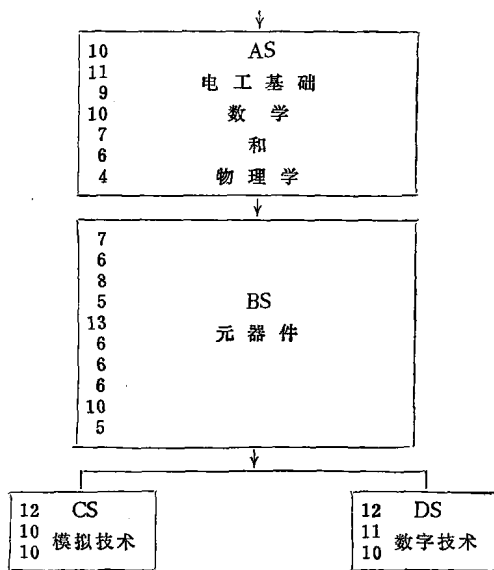


图 1-1

* 本书译出的是AS部分，共有7册书，现分为上、中、下三册出版。

——次测验。

全部教程包括：

——册书

——节课

——次测验

我们将首先较仔细地阅读教程的第一部分。

AS部分

现在，我们已经对本课程有了大致了解，下面较仔细地看看第一部分的内容。

AS 部分的结构如图 1-2 所示。图中一条主线清楚地显示出：从“直流电 流和电压”经由

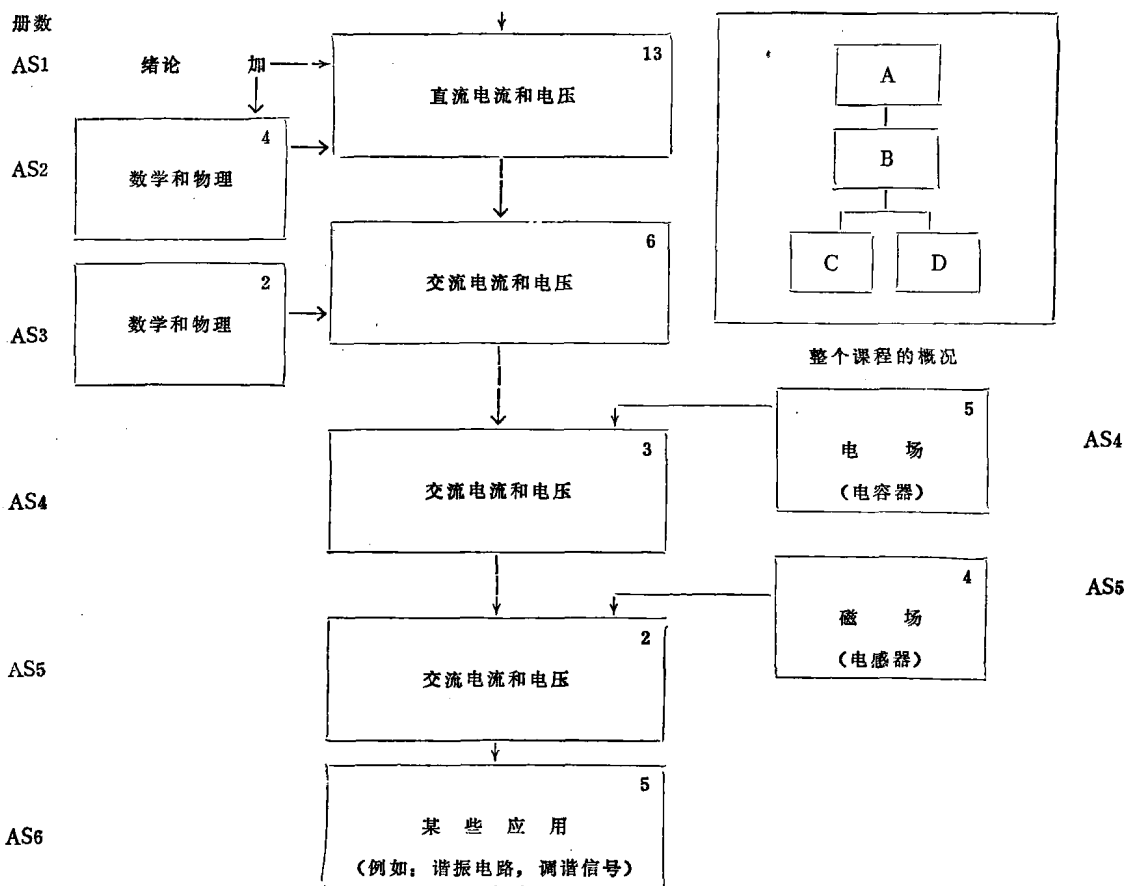


图 1-2

“交流电流和电压”到“某些应用”。这部分学科的原理常统称为“交直流理论”。图中主线的左边是“数学和物理”的两个方框，这两个学科的内容将不从本课程中分割出来。可是，你若较深入地理解交直流理论，这就需要应用某些算术、代数的规则和物理学的某些基本原理，在交直流理论中，必要时我们将涉及这些内容。

接下来，在方框图的右边是“电场”和“磁场”这两个方框，每个方框都与主线隔开。因为

要深入理解交流电理论，电容和电感的有关知识是必不可少的。

在图 1-2 中，还给出了 AS 部分每册书的课数，每册书的最后一课或几课将进行复习，复习课将总结所学过的知识。

计算

AS 部分的复习和测验课的总数是：

————— + ————— = ————— (参见目录)

怎样教和怎样学？

多数课堂教学情况如下：

教师站在讲台上（被粉笔灰的云雾包围着）讲课。当然，他知道所讲课题的内容，就不厌其烦地将这些内容灌输给他的学生。而多数学生从一上课就没有听懂课题的思路，只好坐在那儿一直等到教师给他们布置家庭作业。他们回家后，还得重新来一遍。

你可能经历过类似的事情，不过，上述的课堂情况有点夸张。在这种情况下，注意力难以集中是可以理解的。我们应该清醒，不应再像这样教下去了！

你应积极地钻研功课，并理解全部内容。回家后，还要通读一遍，甚至两遍。课堂教学活动将采取不同的方式进行：

1. 学习材料是清楚而完整地印在纸上，你通过阅读就能获得必要的知识。教师只是给予指导和解释，帮助你克服困难，但不能讲得太多。

2. 课程中的理论学习、练习和实验由你自己不断地交替地进行。你将进行阅读、讨论和测量等等，于是，整个课堂就将活跃起来。

这种教学方法和通常的讲课方式有所不同，也许你还将改进这种教学方法。但是，我们相信这种方法不仅令人愉快，而且也是教你电子学的较好捷径。

最后的一点说明：

有教师帮助你！如果你有不明白的地方（自然这是经常发生的事）可请求教师解答。他会尽力帮助你解决你的问题，这就是为什么需要教师的原因！

电子学基础

“电子学基础”已经提到过多次了。电子学的实际含义是什么呢？该名词来自于电子。在下一课中，你将学到：电子是存在于所有物质中的非常小的粒子。当这些粒子在物质中移动时，就得到电流。每个物体中都存在着电子。电子在何时和如何运动，与许多因素有关。概括电子活动的规则和定律就构成了电子学的“电子理论”。

如果我们知道了电子学的规则和定律，我们自己就能确定何时、何处和有多少电子将如何运动。于是，我们在其运动之前就能预测将要发生的情况。简而言之：我们能够“控制”电子。

那末，什么叫“基础电子学课程”呢？这很难用几句话回答。然而，我们可以告诉你，通过学习这门课程你将熟悉它。

课程结束后你将有哪些收获?

课程结束后, 我们期望:

1. 你将能够应用学到的主要的电子学规则, 用于作必要的简单计算。
2. 你将能够阅读电子电路和设备的电路图, 从而判定电路的功能。
3. 你将能够按电路图和结构图来装配电子设备; 有时你自己还将确定元件的选择和设计。
4. 你将能够通过测量来检查设备是否正常工作。
5. 你将能够检查故障。如果不是太难的故障, 还能进行适当的修复。

你也许会说这些要求太多了, 我们对你的要求确实够多的。为保证你学好, 在此我们提出对实现这些期望的意见。

电子设备的结构

所有的电子设备都是由一个或多个电路装配成的, 每个电路在设备中有它自己的作用。例如, 整流器、放大器、振荡器和检波器。

要了解整个设备的作用, 首先, 你必须清楚每个单元电路的作用和性能。

每个电路是由电阻器、电容器、电感器、真空管和半导体管这些元件设计组合而成。电路的能效随各种元件的作用而定, 因此, 需要了解元件的作用和性质的全部知识。

尽管将不同部分组合起来了, 但在没有获得一种形式或其它形式的电能之前, 元件和电路仍将是“无生命”的。

在我们学习各种元件的作用和性质之前, 我们必须首先知道电的种类, 例如直流和交流, 并应了解其性状如何。

如果你再看看图 1-1, 你也会看出本课程的逻辑结构。首先是“关于电的理论”, 然后是“元器件”, 最后是模拟和数字技术的“电子电路”。

观看设备内的局部

如果你看一下电子设备内部的任何一部分, 你将看到各个零件的排列是混乱的。可是, 你一看看到某一位置就能识别并说出这些元件的名称, 可以看出, 这些元件仅有少量的不同类型。下面的练习给出这方面的例子。

图 1-3 所示的是一台手提式收音机的电路图。这一电路图表明, 不同的元件是如何相互连接构成一台设备的。

练习

在图 1-3 所示的电路图中, 元件画得并不像实际的样子, 而是用符号来表示的。

看电路图, 你将注意到经常出现的一个特殊符号, 如图 1-4(a) 所示, 这是电阻器的符号。

1. 在电路图中, 把所有的电阻器涂上红色, 并数一数它们的个数。

答案: _____ 个电阻器

另一个常常出现的是电容器的符号, 如图 1-4(b) 所示。

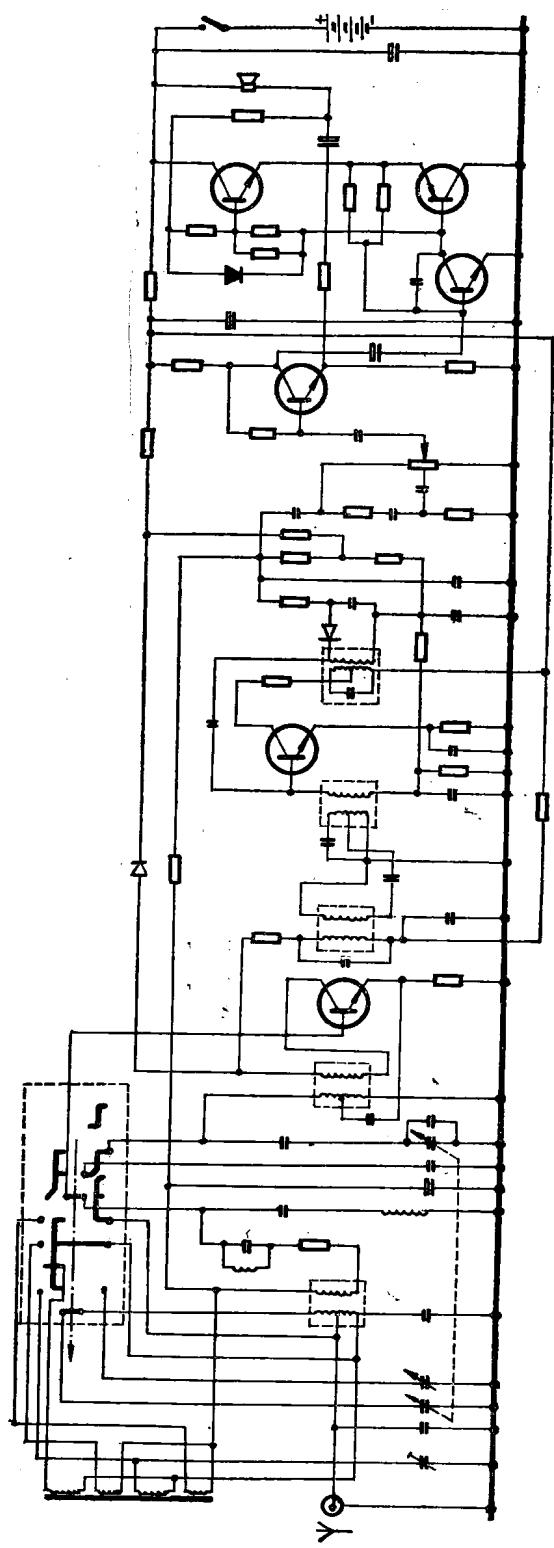


图 1-3

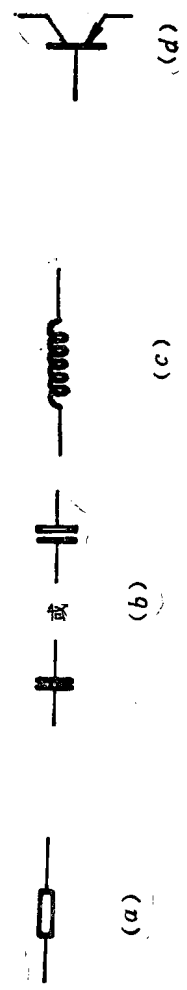


图 1-4

2. 用红圈圈出电容器，并统计电容器的总数。

答案：_____个电容器

你也会看到图 1-4(c) 所示的电感器的符号。

3. 在每一个电感器上用红色斜线作记号，并数一数它们的个数。

答案：_____个电感器

在所有的电阻器、电容器和电感器之间，偶尔也出现如图 1-4(d) 所示的符号，这是晶体三极管的符号。

4. 把图中所有的晶体三极管涂上红色，并数一数它们的个数。答案：_____个晶体三极管

如果你再看电路图，你将看到剩下的符号就不多了，只有四个符号还没有着色，如图 1-5 所示。

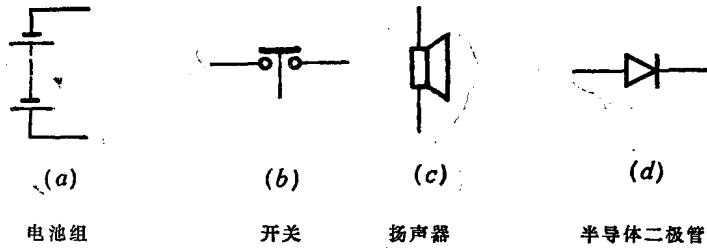


图 1-5

如上所述，你已经看到，在一台设备中，实际上只有几种不同元件重复出现。不过，每种元件出现时，其结构、大小、数值、可调或不可调等等都有一些变化。

实验板

元件和电路的作用都可在纸上和黑板上讲解，实际上你自己动手做实验常常是最好的学习方法。因此，在本课程中你将经常用到实验板，在实验板上你能迅速而简易地装配电路。因而实验板对你是有用的，用它和插件（带插头的元件），你就能装配多种电路。

为了给你一种尝试，你将在实验板上装配一个简单的电路，如图 1-6 所示。该图是从实验简单电路实验板的俯视图

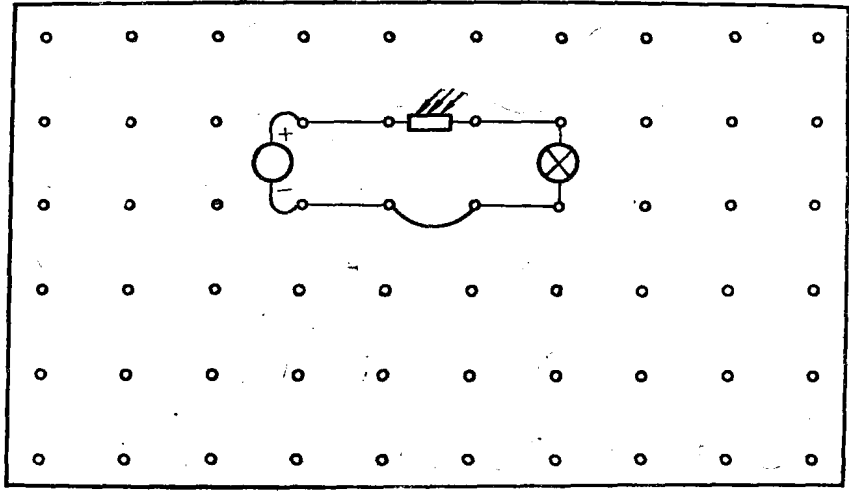


图 1-6

板的正面观看的。该电路的图中画有一个灯泡和一个光敏电阻。试在实验板上装配该电路。

图 1-6 中的各种符号如图 1-7 所示：图 (a) 表示直流电压源，图 (b) 表示光敏电阻

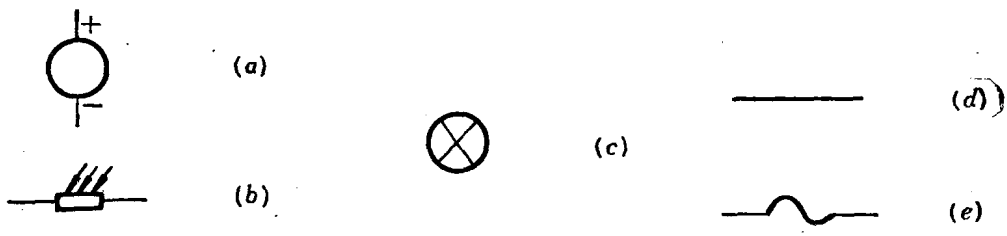


图 1-7

(LDR)；图 (c) 表示灯泡；图 (d) 表示连接裸线，画成直线；图 (e) 表示连接导线，画成曲线。

测验

这节课想把这门课程介绍给你，尤其是让你熟悉一下电子学。

迄今为止，虽然对讲过的材料所作的严肃测验并不十分有用，这里我们将向你介绍另一种常用的测验方式。

下面的测验是一种特殊方式，每道题都给出四个答案，但只有其中的一个是正确的，涂黑属于正确答案的圆圈。

例 1：

$7 \times 8 = 42$	☐
56	☒
63	☐
72	☐

例 2：涂黑正确答案的圆圈

西班牙的首都是：

巴塞罗那	☐
里斯本	☒
直布罗陀	☐
马德里	☐

自 测 题

姓名: _____ 班级: _____

涂黑每道题中正确答案的圆圈。如果必要可参见前面的内容。

1. 在图 1-8 中, 蓄电池的符号是:

图 (a)

图 (b)

图 (c)

图 (d)

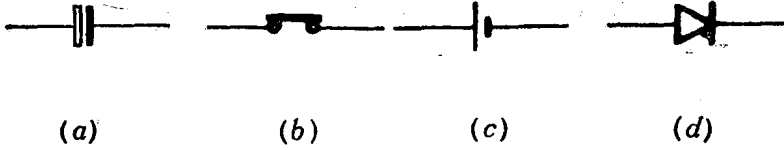


图 1-8

2. 图 1-9 的符号表示的是:

电阻器

电感器

电容器

都不是



图 1-9

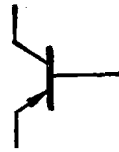


图 1-10

3. “元器件”一词已经常用过, 它是:

电路的要素

方框图中的方框

一课中的要素

本课程中某一部分的要素

4. 图 1-10 中的符号表示的是:

光敏电阻

灯泡

电子管

都不是

5. 本课程的 B 部分大约由 85 课组成。预定的复习课和测验是多少?

25 课

20 课

大约 10 课

☐

不可能说出

☐

6. “基础电子学教程”有四大部分。下列叙述中哪一种是正确的?

各部分由相同的课数组成

☐

各部分由相同数量的测验组成

☐

各部分由相同的册数组成

☐

A、*B* 各部分的册数与 *C*、*D* 部分册数的总和大约相同

☐

第二课 电 流

原子、原子核和电子

所有物质都由分子组成。例如，水由水分子组成。虽然分子是极小的，但它是由更小的粒子——原子构成的。例如，一个水分子由二个氢原子和一个氧原子组成。每个原子又是由原子核和绕着轨道运行的电子组成的。

电子在各个方面是彼此相同的，它们相互排斥。原子核也相互排斥，而原子核和电子又相互吸引。我们能很快地总结出：

- 相同的粒子相互排斥。
- 不相同的粒子相互吸引。

根据这个特性，就能说每个核和电子都带有电荷，并且核和电子有不同性质的电荷。

核和电子都受到相邻带电粒子的力的作用，而一个完整的原子就没有这个作用，就如同核子的电荷与电子电荷彼此中和一样。我们说一个完整的原子的作用就像一个不带电的粒子，简言之，一个完整的原子是中性的。

原子核上的电荷是正的，电子的电荷是负的。这样决定是因为核上的电荷能被电子电荷所中和。很像一个正数和一个相等的负数加在一起为零一样。例如 $(+1) + (-1) = 0$ ，或 $(+5) + (-5) = 0$ 。

电子无论从那方面来看是彼此类似的。原子核则不然，核上的电荷等于轨道上全部电子的电荷数。大多数电子沿一个特定类型原子核的轨道运行，核上有大量电荷。

原子的类型有 100 种以上。区别在于：

1. 绕核轨道上的电子数目，
2. 核上电荷的大小。

例：

最简单的原子是氢，如图 2-1 所示。一个带 -1 电荷的电子围绕一个带 +1 电荷的核。整个原子是中性的。圆环给出了电子运行的轨道。

图 2-2 是一个较复杂的原子，即铝原子，它有 13 个电子，带有的总电荷数为 -13，核的电

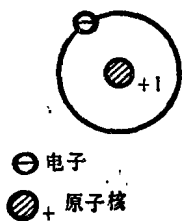


图 2-1

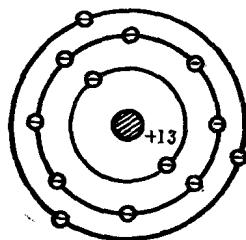


图 2-2

荷数是+13。因为 $(+13)+(-13)=0$ ，所以原子是中性的。

一个原子能失去一个电子，这就使总的电子电荷数变成小于它核上的电荷数。于是原子变成一个带正电的粒子。

图 2-3 的例子表示一个完整的硼原子。如果它失去一个电子，则成为带有一个正电荷的粒子： $(+5)+(-4)=+1$ 。

如图 2-4 所示，如果一个完整硼原子获得一个额外的电子，则成为带有一个负电荷的粒子： $(+5)+(-6)=-1$ 。

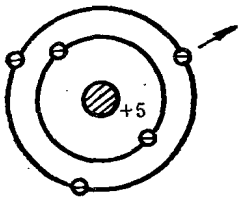


图 2-3

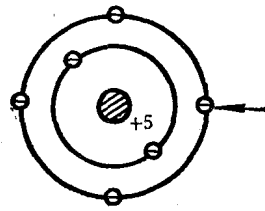


图 2-4

导体和绝缘体

各种物质按电的性质可分成两类：**导体和绝缘体**（或非导体）。

在导体中，一些电子摆脱了它们原子的束缚——这些电子称为**自由电子**。这些电子在整个物质中从一个原子流向另一个原子。

导体的例子如金属中的银、铜、铝、铁、锌，以及像酸和盐溶液等许多液体。

在绝缘体中，没有自由电子，所有的电子都被固定在它们的原子中。

绝缘体的例子如玻璃、瓷器、云母、聚氯乙烯、干燥的空气、干燥的纸张。

带 电 体

正如原子能失去或获得电子一样，一个大的导体同样能发生这种情况。

如果一个导体失去电子，总的电子电荷数将小于核上的总电荷数。导体将成为一个带正电的物体。

如果一个导体获得一定数量的自由电子，它的总电子电荷数就大于核上的总电荷数。导体将成为一个带负电的物体。

量、单位和公式

在工程上，我们工作中要用到如长度、面积、速度和时间等量。为方便起见，当我们计算时量是用缩写的文字（称为符号）表示的，如：

l 代表长度

A 代表面积

v 代表速度

t 代表时间

每个量在测量前需要有一个单位。下面是使用的单位：

米，缩写符号 m ，代表长度。

平方米，符号 m^2 ，代表面积。

秒，符号 s ，代表时间。

例：一条力学定律：“位移是速度和时间的乘积”。

我们能公式写成

$$s = v \times t$$

s 位移，单位用 m

v 速度，单位用 m/s

t 时间，单位用 s

公式中有三个量，每个量都给了单位。

电荷的符号和单位

“电荷”量总是用大写字母 Q 来表示。电荷有两种：正的和负的，两种都用 Q 表示。在公式中，正电荷是正值，负电荷是负值。

电荷的单位曾选用一个电子的电荷作单位，但这太小了，更通用的是一种较大的单位。我们用库仑，符号 C 。

给你一个这个单位的概念：

1 C 是 6.3×10^{18} 个电子电荷。

你不必试图去记住它！

练习

把下面的电荷相加起来

$$Q_1 = +10\text{ C}$$

$$Q_2 = -3\text{ C}$$

$$Q_3 = +4\text{ C}$$

总电荷 Q_{tot} 是多少？

填入： $Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ C}$

电子的流动

电的“神秘”性质常能用它和水的比较弄清楚。因此我们用水举例开始讲起。

两个相等的水槽用装有两个龙头的一根管子连接起来。每个水槽的一半在地平面以下。正常情况下，每个水槽的水平面和地平面平齐。如果我们现在关闭龙头并从 B 槽移一些水到 A 槽，则 A 槽中多出的水等于 B 槽中缺少的水。如图2-5(a)所示。

如果我们现在再打开龙头，则水立刻流经管子一直到 B 中少的水用 A 中多的水注平为止。管子的一边多，另一边少，水就从“多”流向“少”。如图2-5(b)所示。

经过一个时间达到终态，多的完全注平到少的，水就不再流动了。如图2-5(c)所示。

举过水槽的例子后，电的例子是同样的。