

中等职业技术教育教学参考书·基础电子学教程

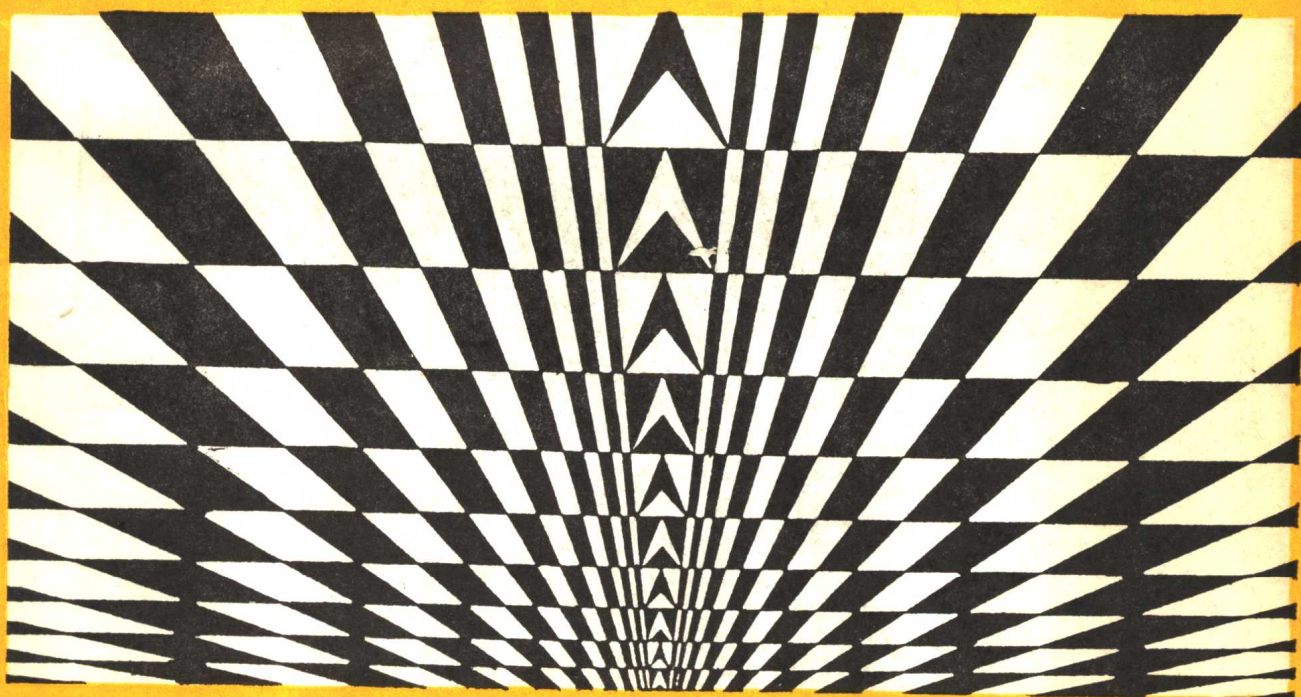
# 电工基础

中册

★ 荷兰飞利浦工业有限公司 编著

★ 艾廉 张延生 王丽译

DIANGONG JICHU



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

中 册

〔荷兰〕 飞利浦工业有限公司 编著

艾 廉 张延生 王 丽 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。中册主要阐述交流电，并将有关的数学、物理知识结合在一起阐述。

本书可供职业中学和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

中 册

荷兰飞利浦工业有限公司 编著

艾康 张延生 王丽 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17 字数420 000

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数0 001—9 180

ISBN 7-04-000982-X/TN·59

定价3.90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，并将有关的数学、物理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，大大加强学生实验，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，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。

为了有利于我国职教部门和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、七合订为下册；相应的教师用书有课文的指导说明，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。对原书中的斜体字，采用黑体排印，以资区别。为避免重复，对原书中的辅助用表，作了适当的删减。原书中七次阶段测验题均留出了课节序号，但其内容却编在教师用书中，至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。为了排印和阅读方便，给全书的图表编了号码。在不失原意的情况下，根据国家标准，重新绘制了插图。

参加本册书翻译的有艾廉（第三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十课），张延生（第二十六、二十七、二十八、二十九、三十课）和王丽（第二十二、二十三、二十四、二十五课）。全书主要由艾廉通读、修改。

由于时间仓促，水平有限，译文中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

译者

1987年4月

## 目 录

第二十二课	交流电流和交流电压 .....	1
第二十三课	不同类型的电流和电压 .....	20
第二十四课	示波器 .....	38
第二十五课	几何和三角知识 .....	53
第二十六课	用示波器测量未知电压 .....	73
第二十七课	三角知识的补充 .....	91
第二十八课	正弦波电压 .....	106
第二十九课	平均值和有效值 .....	120
第三十课	复习四 .....	137
第三十一课	相位 .....	154
第三十二课	电容器 .....	169
第三十三课	电容器和交流电压 .....	179
第三十四课	电容器中交流电流和电压的相位 .....	190
第三十五课	$RC$ 并联电路 .....	203
第三十六课	交流电功率 .....	214
第三十七课	利萨如图形 .....	222
第三十八课	电容器的充电和放电 .....	234
第三十九课	复习五 .....	247
第四十课	复习六 .....	257

## 第二十二课 交流电流和交流电压

### 直流电压和交流电压

到目前为止，我们所涉及到的电压都是一端为“+”，一端为“-”的电压，这些是直流电压。电流总是沿着同一个方向流动，这些是直流电流。我们还将遇到另一种电压，它的一端起初为“+”，过一会又变成“-”。与之相连的电流则起初沿一个方向流动，然后又沿另一个方向流动，这就是交流电压和交流电流。

例如：在图22-1中，若将这个电路中电位器的滑动端置于中间位置，电压 $U_{AB}$ 等于零。向上移动滑动端， $U_{AB}$ 将增长到正的最大值+10V。

若将滑动端从中间位置向下移动， $U_{AB}$ 将逐渐变为负的最大值-10V，如图22-2所示。

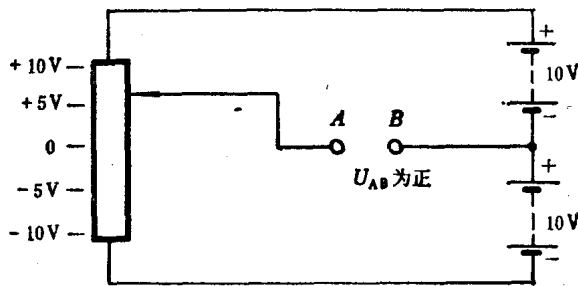


图 22-1

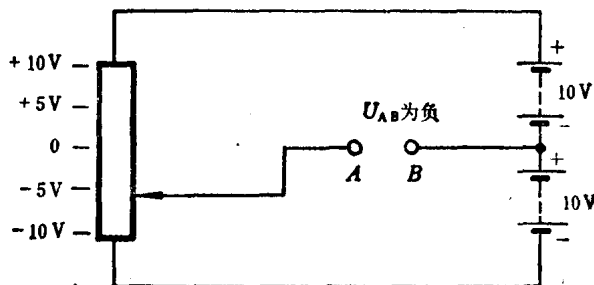


图 22-2

通过滑动端的上下移动，A端相对于B端一会儿为正，一会儿为负。这样在A、B之间就产生了一个交流电压。

如果在AB两端间连接一个电阻，再将滑动端上下移动，这时就会有一个电流从左向右流动，然后反过来，从右向左流动。这种来回流动的电流就称为交流电流。

## 电压的图象表示

由于迄今为止，我们所谈论的电流和电压都是具有恒定值的，我们没有必要注意不同时刻电流和电压的数值。然而，交流电流和交流电压在不同的时刻有着不同的数值。因此，确定在不同时刻这些数值的大小是很重要的。这样做最容易的方法是作曲线图。在图中，时间  $t$  水平地从左向右延滞，电流或电压坐标则沿垂直方向变化，向上为正，向下为负。

一个正的直流电压和一个负的直流电压的图象如图22-3、22-4所示。

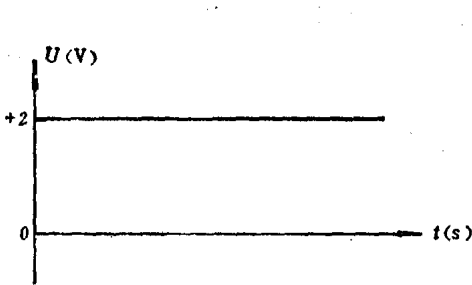


图 22-3

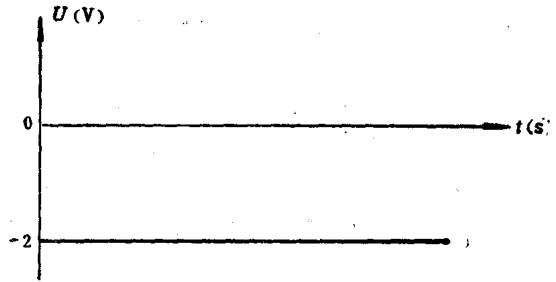


图 22-4

若将图22-1中的电位器的滑动端每隔一秒钟，快速向上或向下移动一次，就得到如图22-5所示的交流电压。这个电压交替为正值或负值。这是一个方波电压。

若将滑动端逐渐向上移动，然后再逐渐向下移动，将得到如图22-6所示的交流电压。这是

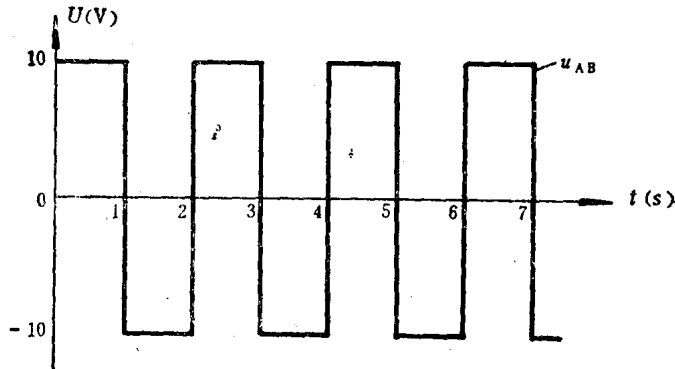


图 22-5

一个锯齿波电压。

交流电压在任意时刻的值称为瞬时值。

在图22-7所示交流电压曲线图中：

当时间  $t = 1 \text{ s}$ ，电压的瞬时值为  $+3 \text{ V}$

1.5 s                      +4.5 V

2.25 s                      0 V

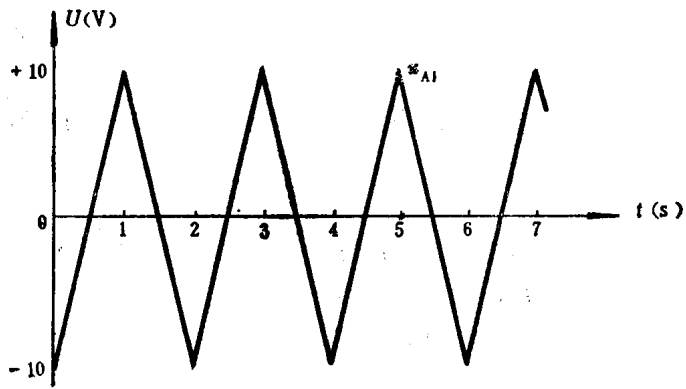


图 22-6

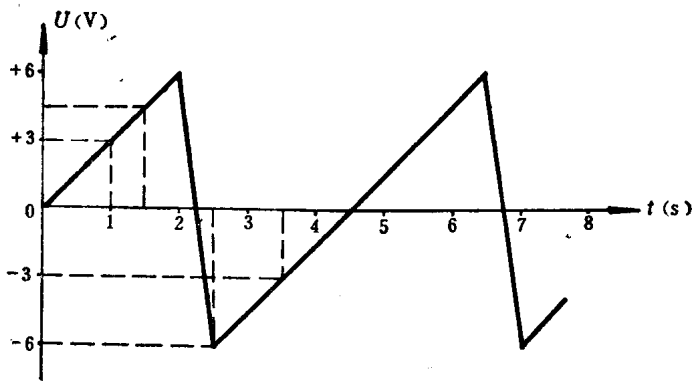
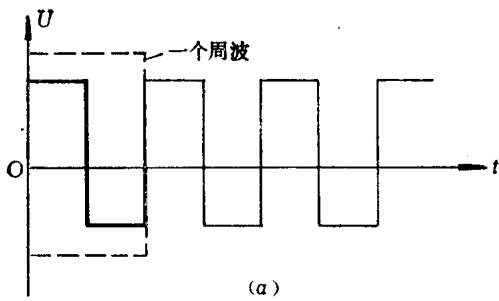
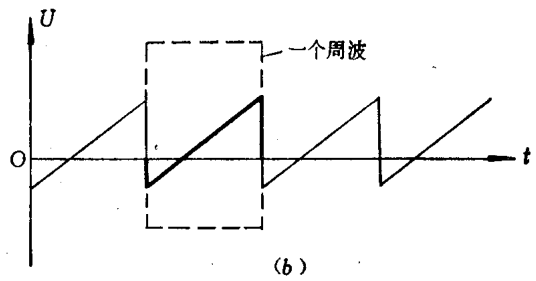


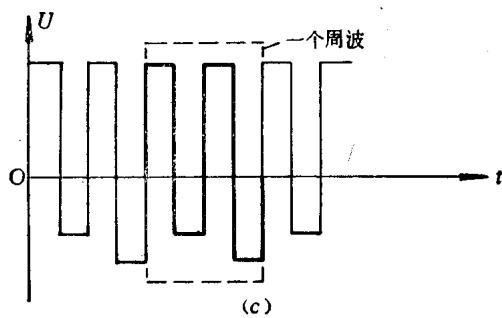
图 22-7



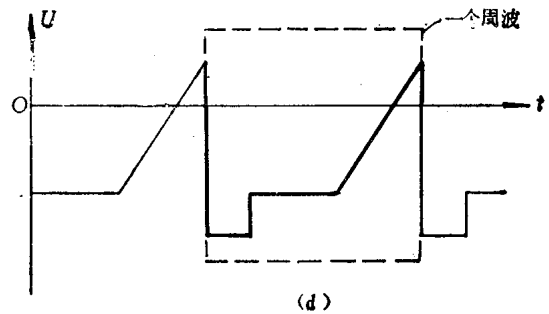
(a)



(b)



(c)



(d)

图 22-8



2.5 s                      - 6 V  
 3.5 s                      - 3 V

等等。

在交流电压中，有规则地重复的最小部分称为交流电压的一个周波，如图22-8所示。

### 频率和周期

上面我们已经讲过一个交流电流或交流电压有规则地重复的最小部分称为一个周波。

一秒钟内的周波数称为频率，用小写字母  $f$  表示。

一个完整的周波所经过的时间，称为周期，用大写字母  $T$  表示，如图22-9所示。

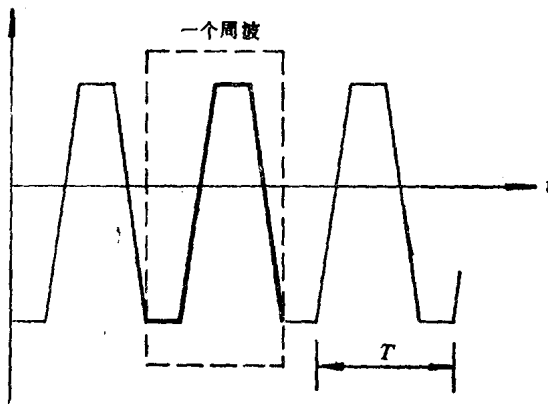


图 22-9

频率的单位是“赫兹”(Hz)

更大的单位是：

$$1\text{kHz} = 10^3\text{Hz}$$

$$1\text{MHz} = 10^6\text{Hz}$$

例如：一个周波持续了10ms，因此周期  $T = 10\text{ms}$ 。一秒钟(1000ms)内，有这样的周波

$$\frac{1000}{10} = 100\text{个，则频率 } f = 100\text{Hz}。$$

从这个例子中，我们可以看到，一般来说，

$$\text{频率} = \frac{1}{\text{周期}}$$

即

$$f = \frac{1}{T}$$

或

$$T = \frac{1}{f}$$

### 练习一

1. 大部分电源的频率是50Hz, 这种电源的周期是:

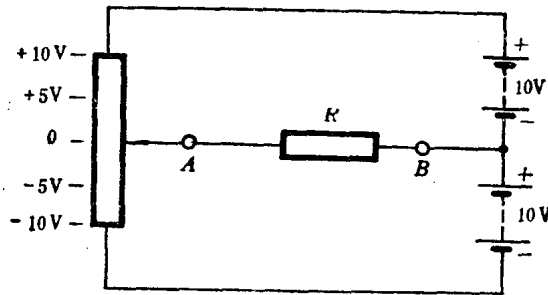
$$T = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. 由一个无线电发射机产生的交流电压  $u$ , 其一个周波经过  $4\mu\text{s}$ ,  $u$  的频率是:

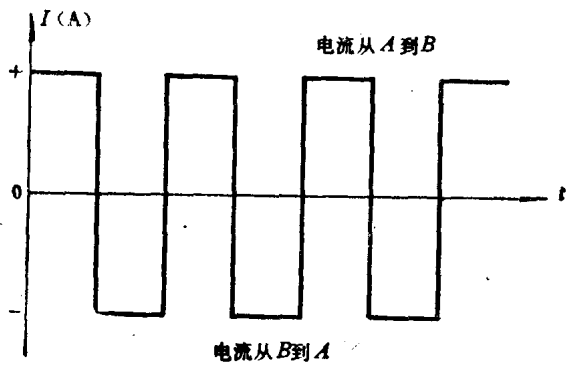
$$f = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 电流的图象表示

在图22-10(a)中, 将图22-1电路中  $A$ 、 $B$  两端连接一电阻, 并将滑动端上下移动获得一个方波电压, 于是就有一方波电流从电阻中流过, 在某一时刻, 这个电流从  $A$  流向  $B$ , 而在下一时刻, 电流又从  $B$  流向  $A$ 。换句话说: 电流一会儿从  $A$  流向  $B$ , 为正值; 电流一会儿又从  $B$  流向  $A$ , 为负值。这个方波电流如图22-10(b)所示。



(a)



(b)

图 22-10

### 练习二

● 若图22-10(a)电路中的滑动端, 在2秒钟内由顶部逐渐移动到底部, 然后用极快的速度(几乎在零秒钟内)从底部回到顶部。在图22-11上画出电流通过  $1\text{k}\Omega$  电阻  $R$  时的波形图。

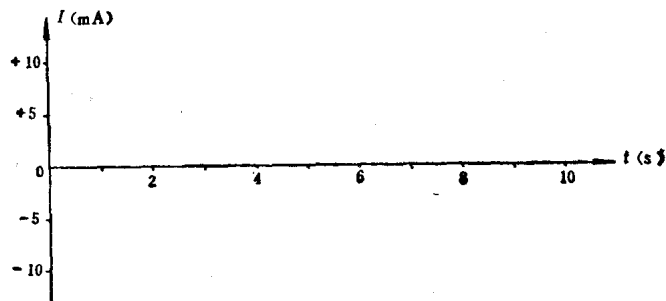


图 22-11

● 在波形图上标出一个周期。

### 电荷的计算

通过一个导体的运动电荷形成了电流。在直流电流中，电荷总是朝着一个方向运动。在交流电流中，电荷起初向一个方向运动，然后又向另一个方向运动。我们已经知道电流的瞬时值可以用连续的瞬时图线表示，这一点，在图22-12所示的方波电流中将再次表示出来。

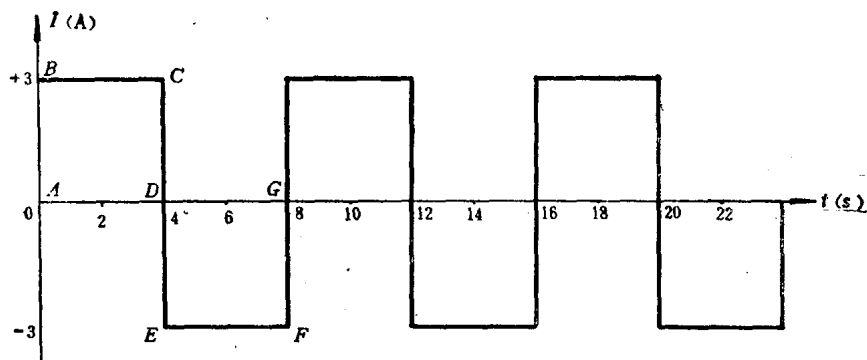


图 22-12

依靠这个图的帮助，我们能够计算出正向和反向流动的电荷的量。用安培表示的电流值是指一秒钟内通过一个导体的库仑数。

在图22-12的例子中，开始的4秒钟有一个+3 A的电流流过。这意味着正向流动的电荷  $Q_1 = I \times t = 3 \times 4 = 12$  库仑。这个正向流动的电荷数值可由  $t$  轴上方的  $ABCD$  矩形的面积表示，如图22-13所示。

接下来的4秒钟内，有一个-3 A的电流流过。这意味着有反向流动的电荷  $Q_2 = 3 \times 4 = 12$  库仑。这个反向流动的电荷数值可由  $t$  轴下方的  $DEFG$  矩形的面积表示，如图22-13所示。可见

$$Q = I \times t$$

对此，我们简要概述为：

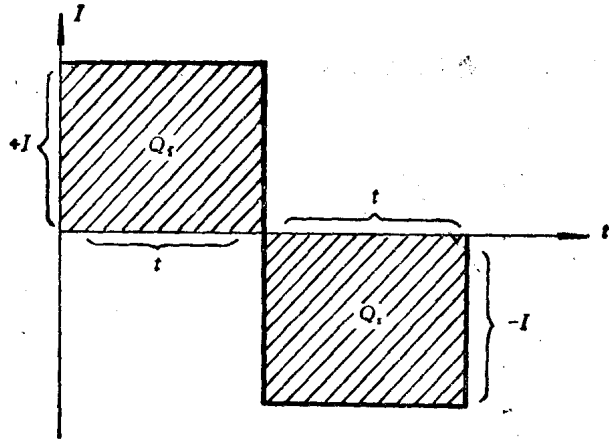


图 22-13

● 正向流动的电荷，由  $t$  轴上方的  $I$  波形的面积表示。

● 反向流动的电荷，由  $t$  轴下方的  $I$  波形的面积表示。

对任意的交流电流这一点都是适用的。

例如：如图22-14所示，在开始的5毫秒中，这个锯齿波电流的电荷  $Q_1$  沿正方向流动。在这里  $Q_1$  用三角形  $ABC$  的面积表示。这个三角形面积等于  $\frac{1}{2} AC \cdot BC$ 。

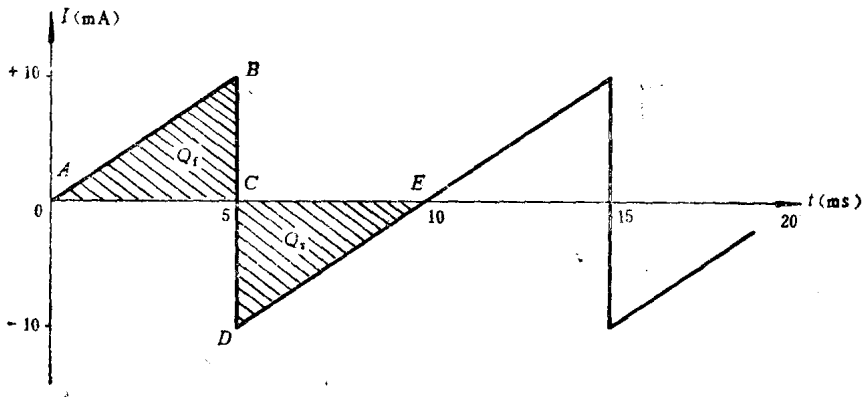


图 22-14

因此

$$Q_1 = \frac{1}{2} (5 \times 10^{-3}) \cdot (10 \times 10^{-3}) = 25 \times 10^{-6} \text{ C} = 25 \mu\text{C}$$

记住电流用安培表示，电荷用库仑表示！

在接下来的5毫秒中， $Q_2$  用时间轴下方的三角形  $CDE$  表示，反向流动的电荷为：

$$Q_2 = \frac{1}{2} CE \cdot CD = \frac{1}{2} (5 \times 10^{-3}) \cdot (10 \times 10^{-3}) = 25 \mu\text{C}$$

### 练习三

在图22-15和图22-16中，确定正向流动的电荷和反向流动电荷的值。

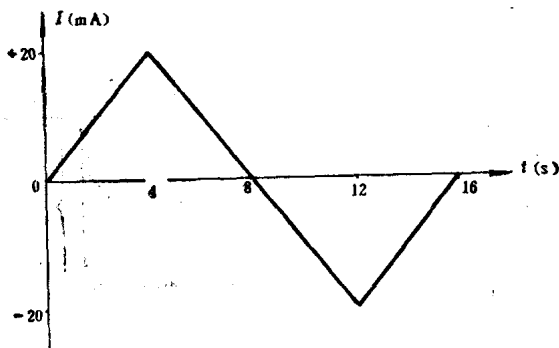


图 22-15

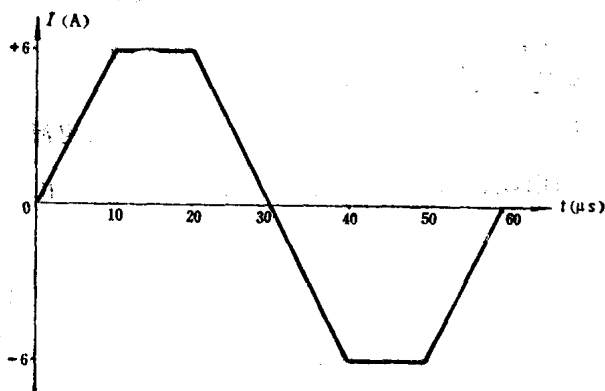


图 22-16

在图22-15中，

$$Q_+ = \underline{\hspace{2cm}} \quad Q_- = \underline{\hspace{2cm}}$$

在图22-16中，

$$Q_+ = \underline{\hspace{2cm}} \quad Q_- = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 平均值

为了理解下面的内容，我们先介绍一下平均值的概念。

例如：在某个星期中，一家公共汽车公司运送了下列数量的乘客，

星期一	751
星期二	623
星期三	580
星期四	889
星期五	525

星期六 738

星期日 150

如果我们现在希望知道每天运送乘客的平均值，可按下述步骤进行。

1. 将乘客的总数加起来，总数为：

4256

2. 除以天数：

$$\frac{4256}{7} = 608$$

每天乘客的平均值是608。

### 练习四

下表给出了对应一组顺序时间量的温度记录。

时间 (小时)	温度 (°C)	时间 (小时)	温度 (°C)
6	+2.0	11	-1.0
7	+1.8	12	-1.4
8	+1.0	13	-1.8
9	0.0	14	-2.0
10	0.0	15	-2.6

上述这段时间中，温度的平均值是多少？

答案：\_\_\_\_\_

### 由图形计算平均值

假设某人承担了几种不同的工作，每种工作的报酬是不同的。如果他干了一小时每小时付5镑报酬的活，又干了一小时每小时付4镑报酬的活，则他得到报酬的平均值为每小时4.5镑。如图22-17所示。

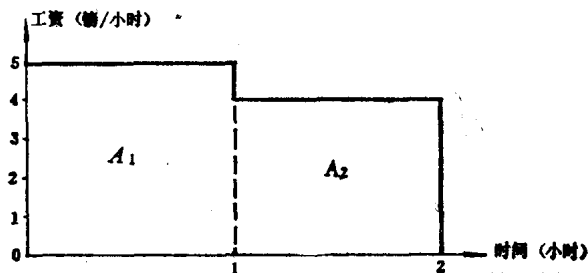


图 22-17

面积 $A_1$ 和面积 $A_2$ 表示付给这个人的工资数，这里，

$A_1$ 表示第1个小时付给他的工资数

$$A_1 = 5 \times 1 = 5 (\text{镑})$$

$A_2$ 表示第2个小时付给他的工资数

$$A_2 = 4 \times 1 = 4 (\text{镑})$$

两个小时他挣了  $5 + 4 = 9$  (镑)。

图22-18与图22-17是相同的图形，但在图22-18中，水平虚线表示出了这个人的平均工资。阴影部分矩形的面积等于原来的  $A_1$  和  $A_2$  面积的和。所以  $A_1$ 、 $A_2$  已被“平均”成了一个矩形。

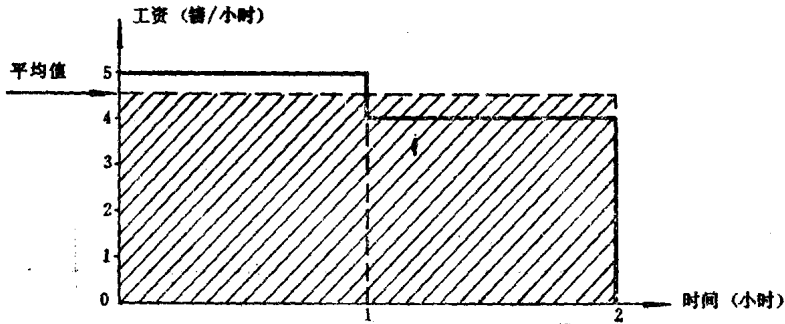


图 22-18

图22-19是另一个工资-时间图。

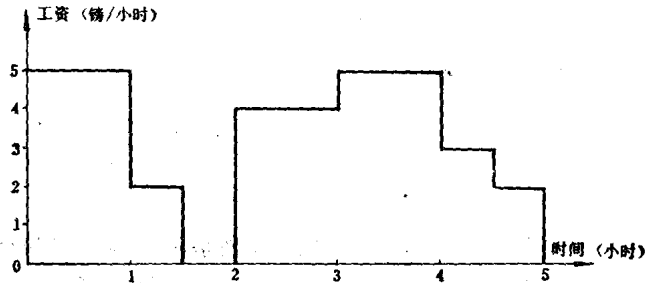


图 22-19

这是一个更复杂的例子。某人先干了一小时每小时挣5镑工资的活，又干了半小时每小时挣2.5镑的话。然后他休息了半小时，什么钱也没挣，等等。我们可按下列步骤算出他的平均工资。

● 我们先根据图22-19的图形面积，算出他的工资总额。等于：

$$5 \times 1 = 5 (\text{镑})$$

$$2.5 \times 0.5 = 1.25 (\text{镑})$$

$$0 \times 0.5 = 0 (\text{镑})$$

$$4 \times 1 = 4 (\text{镑})$$

$$5 \times 1 = 5 (\text{镑})$$

$$3 \times 0.5 = 1.5 (\text{镑})$$

$$+ ) \quad 2 \times 0.5 = 1 (\text{镑})$$

5个小时他挣了，

17.75(镑)

● 他每小时的平均工资是  $\frac{17.75}{5} = 3.55$  (镑)。

将图22-19再次表示在图22-20中。

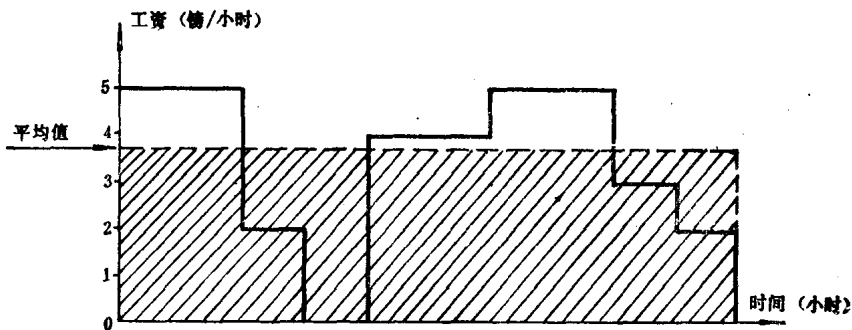
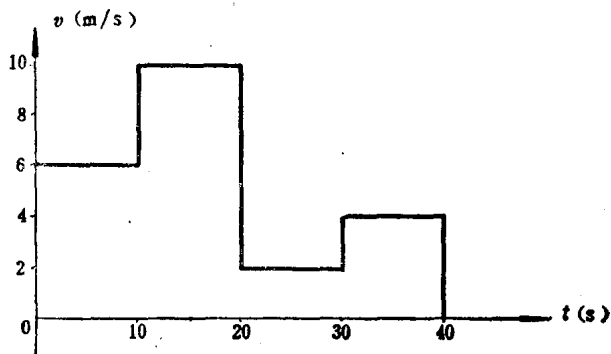


图 22-20

用虚线表示他每小时的平均工资，阴影部分的矩形面积等于原来不规则图形的面积。不规则图形被“平均”成一个矩形，其高度等于平均工资值。

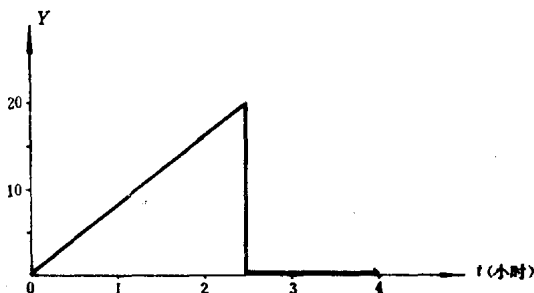
### 练习五

1. 根据图22-21，确定60秒钟内速度  $v$  的平均值，用虚线将平均值表示出来。



$v_{AV} = \underline{\hspace{2cm}}$

图 22-21



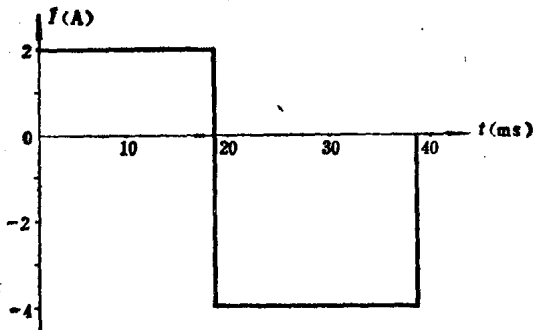
$Y_{AV} = \underline{\hspace{2cm}}$

图 22-22



2. 根据图22-22, 确定4小时内 $Y$ 的平均值, 用虚线将平均值表示出来。

3. 现在试着找出图22-23的平均值。图形的一部分位于 $t$ 轴下方, 这一部分必须作为负值计算。



$$I_{AV} = \underline{\hspace{2cm}}$$

图 22-23

### 交流电流平均值的计算

我们先举个例子:

● 图22-24表示一个电流波形。

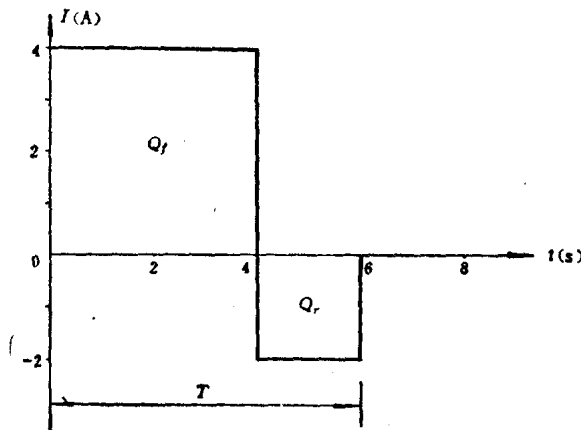


图 22-24

在一个周波里有向前流动的电荷,

$$Q_1 = 4 \times 4 = 16 \text{ C}$$

和反向流动的电荷,

$$Q_2 = 2 \times 2 = 4 \text{ C}$$

在6秒的一个周期 $T$ 里, 平均电荷为,

$$Q_1 - Q_2 = 16 - 4 = 12 \text{ C}$$