高等院校“十三五”规划教材

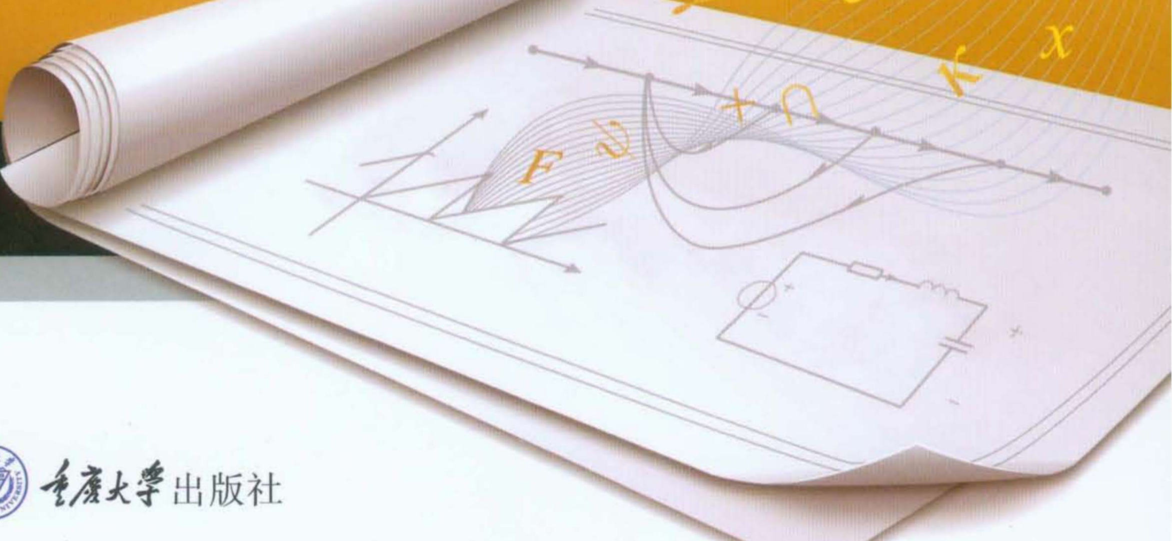
高等学校**电气工程及其自动化专业**应用型本科系列规划教材

信号与系统学习指导及习题集

XINHAO YU XITONG XUEXI ZHIDAO JI XITIJI

主　编　刘刚利

副主编　肖菊兰



重庆大学出版社

内容提要

本书为胡沁春、刘刚利主编教材《信号与系统》(第二版)的指导性教学配套用书。本书系统地给出了该教材各章重点和难点以及全部习题的详解,并配有适量习题集及答案。本书在习题解析过程中给出了解题思想,解题步骤科学、完善、详细,且一题多解可拓展思路、相互校核,便于学生更加深刻理解、掌握知识点,也便于任课教师因人施教。书后的附录给出了模拟测试题及答案。

本书可作为高等院校自动控制、通信、电子以及计算机等专业信号与系统课程的教学配套用书,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

信号与系统学习指导及习题集/刘刚利主编.—重庆:重庆大学出版社,2018.2

高等学校电气工程及其自动化专业应用型本科系列规划教材

ISBN 978-7-5689-0990-7

Ⅰ.①信… Ⅱ.①刘… Ⅲ.①信号系统—高等学校—教学参考资料 Ⅳ.①TN911.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 006202 号

信号与系统学习指导及习题集

主　编　刘刚利

副主编　肖菊兰

策划编辑:曾显跃

责任编辑:文　鹏　　版式设计:曾显跃

责任校对:贾　梅　　责任印制:赵　晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190　88617185(中小学)

传真:(023)88617186　88617166

网址:http://www.cqup.com.cn

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆荟文印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm　1/16　印张:13.75　字数:326 千

2018 年 2 月第 1 版　2018 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0990-7　定价:29.50 元

前 言

“信号与系统”课程是电子信息类专业重要的专业基础课。该课程的教学目标,是使学生了解信号、信号处理和系统的基本概念,学会信号分析与系统分析的基本方法,理解信号处理和传输的基本过程,提高分析实际问题的能力。由于该课程的内容具有较强的理论性和实用性,很多学生在学习过程中感到比较困难,所以有必要配合教材编写一本辅导教材。辅导教材按教材的章节顺序编排,每章由重点、难点、课后习题详解和练习题组成。为了强化学生的练习,我们编写了练习题,并给出了答案;为了便于学生掌握期末自测的情况,附录也给出了模拟测试题及答案。学生在学习时,既可以把辅导教材与主教材配合使用,也可以单独使用。

本书由刘刚利任主编,肖菊兰任副主编。第 1、2、3 章由刘刚利编写,第 4、5、6 章由肖菊兰编写,第 7 章由胡沁春编写。张霆、郭丽芳参加了全书练习题和模拟测试题的编写,刘刚利对全书进行了统稿。

由于编写时间仓促及编者水平有限,书中定有不妥之处,希望使用本教材的老师和学生多提宝贵意见和建议,我们将不胜感激。

编　者

2017 年 10 月

目录

第 1 章
信号与系统概论

1.1 重点与难点

重点:信号的基本运算;线性系统的基本特性(线性、微分特性、积分特性);系统的判定;冲激信号性质;冲激信号与阶跃信号的关系。

难点:线性系统的判定。

1.2 主要知识点

1.2.1 信号及其分类

按照各种信号的不同性质与数学特征,信号有多种不同的分类方法。

①根据定义域的特点,信号可分为连续时间信号和离散时间信号。

②根据信号按时间自身的变化规律,可将其分为周期信号与非周期信号。

③根据能量性质,信号可分为能量信号和功率信号。

④根据信号能否用明确的数学关系式描述,或者能否用实验的方法以足够的精度重复产生,信号可分为确定信号和非确定信号。

⑤根据信号所存在的时间范围,可以把信号分为因果信号与非因果信号。

1.2.2 信号的基本运算

(1)相加

信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 之和是指同一瞬间两信号的函数值相加所构成的信号,即

$$f(t)=f_1(t)+f_2(t)$$

(2)相乘

信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 相乘是指同一瞬间两信号的函数值之积所构成的信号,即

$$f(t)=f_1(t)\cdot f_2(t)$$

(3)**平移**

若将信号$f(t)$的波形沿时间轴向右平移$t_0(t_0>0)$时间,则得到信号$f(t-t_0)$;若沿时间轴向左平移t_0时间,则得到信号$f(t+t_0)$。

(4)**反转**

信号的反转,又称为信号的倒置。数学上,信号的反转就是将信号$f(t)$中的自变量t换为$-t$,从而得到反转信号$f(-t)$;从几何图形上看,$f(t)$的波形与$f(-t)$的波形关于纵轴对称,也就是说,将信号$f(t)$以纵坐标轴为对称轴反转得到$f(-t)$。

(5)**尺度变换**

将信号$f(t)$的自变量t乘以一个常数$a(a>0)$所得的信号$f(at)$,称为$f(t)$的尺度变换信号。若$a>1$,$f(at)$的波形是将$f(t)$的波形沿t轴压缩至原来的$1/a$;若$0<a<1$,$f(at)$的波形是将$f(t)$的波形沿t轴扩展至原来的$1/a$。例如$f(t)$为录音带信号,则$f(2t)$相当于以2倍速度快速播放,$f\left(\frac{1}{2}t\right)$是以一半的速度慢速播放。

1.2.3 微分与积分

(1)**微分**

信号的微分是指信号对时间的导数,可表示为

$$y(t)=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}f(t)=f'(t)$$

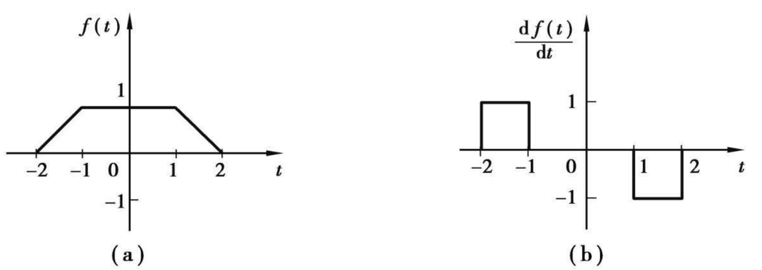


图 1.1

(2)**积分**

信号的积分是指信号在区间$(-\infty,t)$上的积分,可表示为

$$y(t)=\int_{-\infty}^{t}f(\tau)\,\mathrm{d}\tau=f^{(-1)}(t)$$

与信号的微分相反,将信号进行积分运算后,信号的突变部分变得平滑,如图1.2所示。

1.2.4 阶跃信号与冲激信号

阶跃函数和冲激函数不同于普通的函数,称为奇异函数。引入奇异函数后,将使信号与系统的分析方法更加完美、灵活,更为简捷。

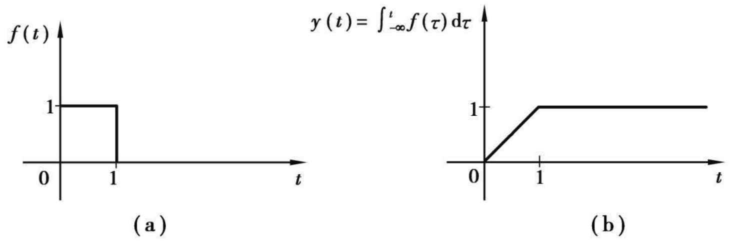


图 1.2

(1) **阶跃信号**

单位阶跃函数用 $\varepsilon(t)$ 来表示,其定义为

$$\varepsilon(t)=\begin{cases}0 & (t<0)\\1 & (t>0)\end{cases}$$

该函数在 $t=0$ 处是不连续的,在该点的函数值未定义,其波形如图 1.3 所示。单位阶跃函数简称阶跃函数。

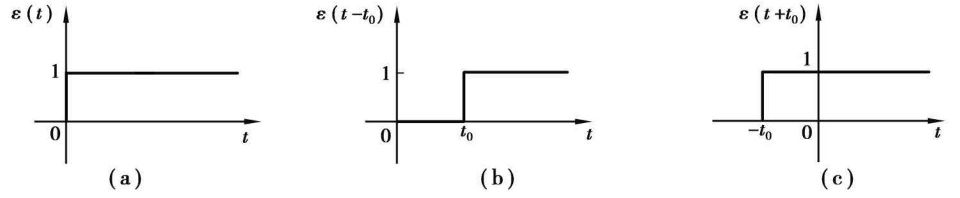


图 1.3

请一定注意图 1.4 中所示几个函数的区别。

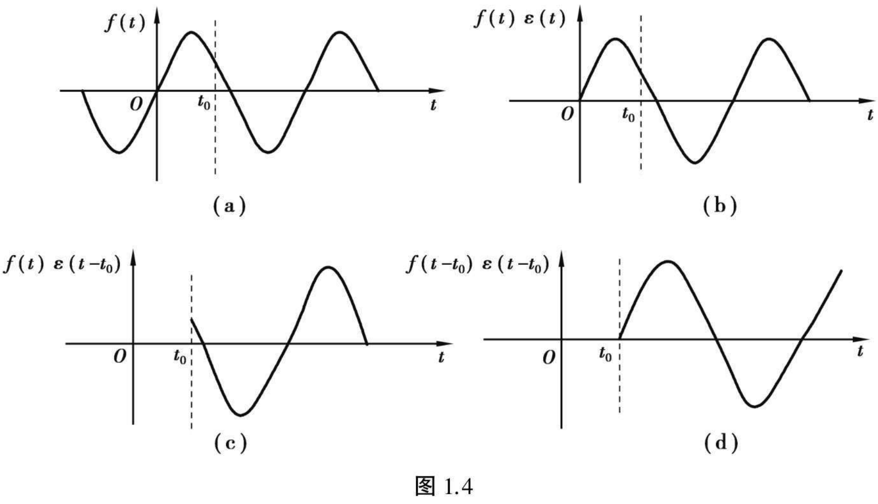


图 1.4

(2) **冲激信号**

单位冲激函数简称冲激函数,其定义为

$$\begin{cases}\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)\,\mathrm{d}t=1\\ \delta(t)=0,t\neq 0\end{cases}$$

其波形如图 1.5 所示，其中带箭头的(1)表示 $\delta(t)$ 的面积，也称为冲激函数的强度。

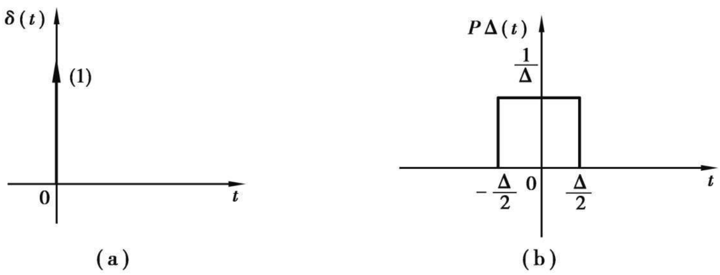


图 1.5

(3)冲激函数与阶跃函数的关系

①单位冲激函数 $\delta(t)$ 的积分为单位阶跃函数 $\varepsilon(t)$。

$$\varepsilon(t)=\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)\mathrm{d}\tau=\begin{cases}0, t<0\\1, t>0\end{cases}$$

②单位阶跃函数 $\varepsilon(t)$ 的导数是单位冲激函数。

$$\delta(t)=\frac{\mathrm{d}\varepsilon(t)}{\mathrm{d}t}$$

(4)冲激函数的性质

1)采样性质

$$f(t)\delta(t)=f(0)\delta(t)$$

若对上式求定积分，即

$$\int_{-\infty}^{\infty}f(t)\delta(t)\mathrm{d}t=\int_{-\infty}^{\infty}f(0)\delta(t)\mathrm{d}t$$

$$=f(0)\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)\mathrm{d}t=f(0)$$

上式表述了单位冲激函数的采样(筛选)性质，这是 $\delta(t)$ 最本质的性质。

2)$\delta(t)$ 是偶函数

$$\delta(-t)=\delta(t)$$

3)单位冲激函数的导数及其性质

①冲激偶定义。$\delta(t)$ 的一阶导数用 $\delta'(t)$ 表示，称为单位冲激偶，简称冲激偶。对冲激偶进行积分等于零，即

$$\int_{-\infty}^{\infty}\delta'(t)\mathrm{d}t=0$$

②冲激偶是奇函数，即

$$\delta'(-t)=-\delta'(t)$$

③冲激偶函数的加权性

$$f(t)\delta'(t)=f(0)\delta'(t)-f'(0)\delta(t)$$

④冲激偶函数的采样性

$$\int_{-\infty}^{\infty}f(t)\delta'(t)\mathrm{d}t=-f'(0)$$

推广之,有

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta'(t - t_0)\mathrm{d}t = -f'(t_0)$$

1.2.5　系统的描述

描述系统的基本运算单元为加法器、数乘器、积分器(连续系统使用)和延迟单元(离散系统使用)。

如果已知描述系统的框图,列写微分方程的一般步骤为:

①选中间变量 $x(t)$。设其最右端积分器的输出为 $x(t)$。

②写出各加法器输出信号的方程。

③消去中间变量 $x(t)$。

1.2.6　系统的分类和特性

(1)系统分类

不同类型的系统,其系统分析的过程是一样的,但系统的数学模型不同,其分析方法也就不同。通常把系统分为连续系统与离散系统;动态系统与静态系统;动态系统与静态系统;线性系统与非线性系统;时变系统与时不变系统。

(2)线性特性

线性特性要求系统同时具有叠加性和齐次性。综合表示系统的线性特性为:

若

$$f_1(t) \to y_1(t), f_2(t) \to y_2(t)$$

则对于任意常数 a 和 b,有

$$af_1(t) + bf_2(t) \to ay_1(t) + by_2(t)$$

同时满足叠加性和齐次性的系统称为线性系统,否则系统称为非线性系统。

(3)时不变特性

系统的参数都是常数且不随时间变化,则称该系统为时不变系统,也称非时变系统、常参系统、定常系统等。

若激励 $f(t)$ 在某个时刻接入时响应为 $y(t)$,当激励延迟 t_0 作用时,它所引起的响应也延迟相同的时间 t_0,即 $f(t-t_0) \to y(t-t_0)$。

(4)因果性

一个系统,如果在任意时刻的输出只取决于当前时刻和过去时刻的输入信号值,而与后续的输入信号无关,则称该系统为因果系统。

(5)稳定性

当系统的输入信号为有界信号时,输出信号也是有界的,则该系统是稳定的,称为稳定系统;否则系统为不稳定系统。即若激励 $|f(\cdot)| < \infty$,其系统响应 $|y(\cdot)| < \infty$,则称系统是稳定的。

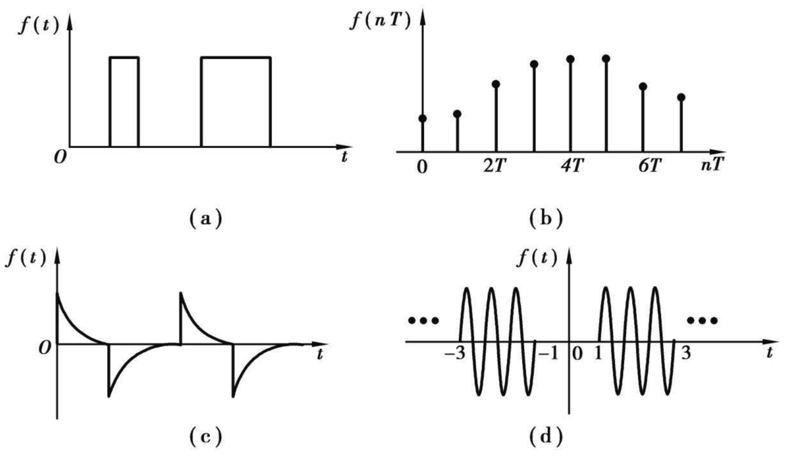
1.3 课后习题 1 全解

1.什么是连续信号？什么是离散信号？

解 在连续时间范围内($-\infty<t<\infty$)有定义的信号称为连续时间信号,简称为连续信号。这里的“连续”是指函数的定义域——时间(或其他量)是连续的。信号的值域可以是连续的,也可以是不连续的。

仅在一些离散的瞬间才有定义的信号称为离散时间信号,简称离散信号。这里的“离散”是指信号的定义域——时间(或其他量)是离散的,它只取某些规定的值。

2.题图 1.1 所示信号中,哪些是连续信号？哪些是离散信号？哪些是周期信号？哪些是非周期信号？



题图 1.1

解 图(a)为连续非周期信号;图(b)为离散非周期信号;图(c)为连续非周期信号;图(d)为连续周期信号。

3.判断下列信号是否为周期信号,如果是周期信号,试确定其周期。

(1)$f(t)=3\cos(2t)+2\cos(\pi t)$ (2)$f(t)=|\cos(2t)|$

(3)$f(t)=\cos\left(\dfrac{\pi}{2}t\right)+\cos\left(\dfrac{\pi}{3}t\right)+\cos\left(\dfrac{\pi}{6}t\right)$ (4)$f(n)=\cos(0.3\pi n)$

解 (1)因为 $3\cos(2t)$ 是周期为 $T_1=2\pi/2=\pi$ 的周期信号;因为 $2\cos(\pi t)$ 是周期为 $T_2=2\pi/\pi=2$ 的周期信号;由于一个无理数与一个有理数不存在公倍数,故 $f(t)$ 不是一个周期信号,或者说,其周期无穷大。故 $f(t)=3\cos(2t)+2\cos(\pi t)$ 为非周期信号。

(2)$f(t)=|\cos(2t)|$ 为周期信号,$T=\pi/2$。

(3)信号 $f(t)=\cos\left(\dfrac{\pi}{2}t\right)+\cos\left(\dfrac{\pi}{3}t\right)+\cos\left(\dfrac{\pi}{6}t\right)$ 中,显然 $\cos\left(\dfrac{\pi}{2}t\right)$、$\cos\left(\dfrac{\pi}{3}t\right)$、$\cos\left(\dfrac{\pi}{6}t\right)$ 都是周期信号,其周期分别为 $T_1=4$,$T_2=6$,$T_3=12$,它们最小公倍数为 12,故该信号为周期信号,

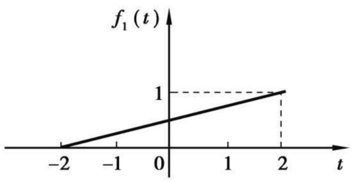
$T=12$。

（4）对于 $f(n)=\cos(0.3\pi n)$ 离散信号，$N=\dfrac{2\pi}{\beta}=\dfrac{N}{M}=\dfrac{20}{3}$，$N=\dfrac{20M}{3}=20$，所以该信号为周期信号，周期 $N=20$。

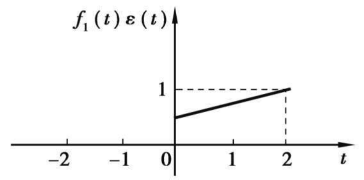
4.信号 $f_1(t)$ 的波形如题图 1.2 所示，绘出 $f_2(t)=f_1(t-1)\varepsilon(t-1)$ 的波形。

解　首先绘出 $f_1(t)\varepsilon(t)$ 的波形，如题图 1.2.1 所示。

利用信号基本变换的平移性质将 $f_1(t)\varepsilon(t)$ 的图像右移 1 个单位，绘出 $f_2(t)=f_1(t-1)\varepsilon(t-1)$ 的波形，如题图 1.2.2 所示。

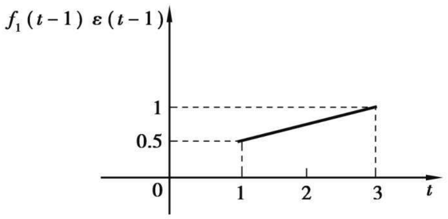


题图 1.2

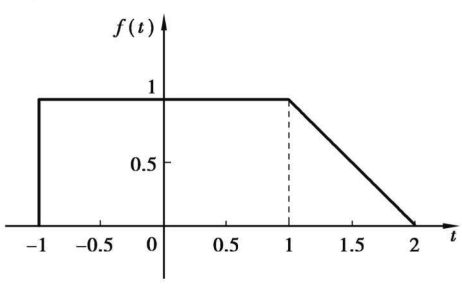


题图 1.2.1

5.已知 $f(t)$ 的波形如题图 1.3 所示，绘出 $f(5-2t)$ 的波形。



题图 1.2.2　$f_2(t)$ 的波形

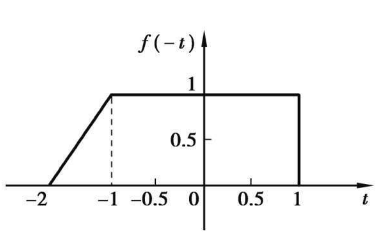


题图 1.3

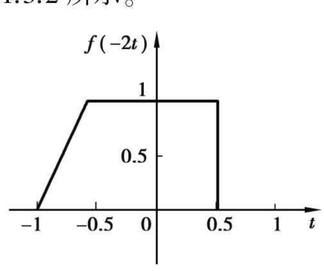
解　要绘出 $f(5-2t)$ 的波形，要进行反转、尺度变换和平移。

首先将 $f(t)$ 图像反转，得 $f(-t)$ 波形，如题图 1.3.1 所示。

将 $f(-t)$ 图像进行尺度变换得 $f(-2t)$ 波形，如题图 1.3.2 所示。



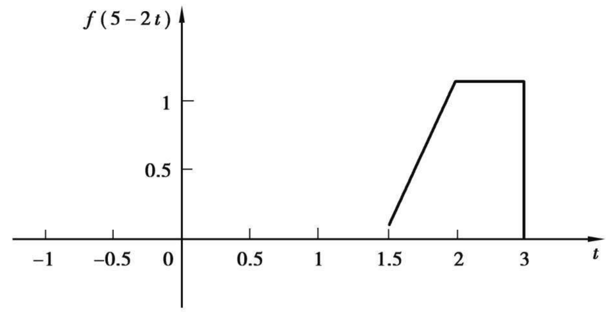
题图 1.3.1



题图 1.3.2

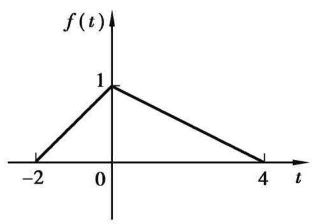
$f(-2t)$ 图像右移 $\dfrac{5}{2}$，得 $f\left[-2\left(t-\dfrac{5}{2}\right)\right]$ 的波形，如题图 1.3.3 所示。

6.已知信号 $f(t)$ 如题图 1.4 所示，绘出 $f(-2t-2)$ 的波形。

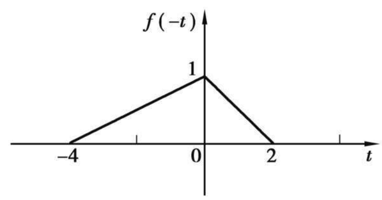


题图 1.3.3 $f(5-2t)$ 的波形

解 要绘出 $f(-2t-2)$ 的波形，根据信号的基本变换可知，要进行反转、尺度变换和平移。首先将 $f(t)$ 图像反转，得 $f(-t)$ 波形如题图 1.4.1 所示。



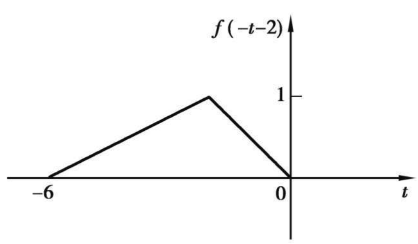
题图 1.4



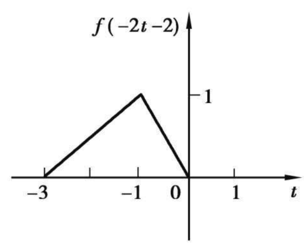
题图 1.4.1 $f(-t)$ 波形

将 $f(-t)$ 图像左移 2 个单位，得 $f[-(t+2)]$ 波形，如题图 1.4.2 所示。

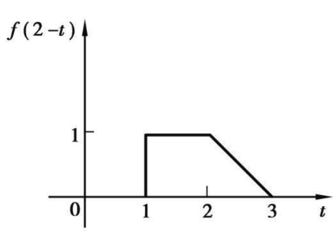
将 $f[-(t+2)]$ 图像进行尺度变换得 $f(-2t-2)$ 波形，如题图 1.4.3 所示。



题图 1.4.2 $f[-(t+2)]$ 波形



题图 1.4.3 $f(-2t-2)$ 的波形



题图 1.5

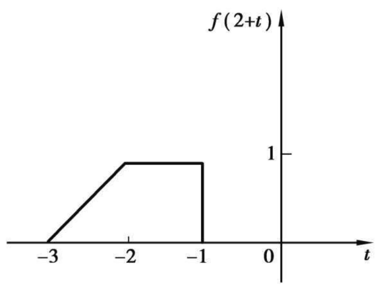
7. 已知信号 $f(2-t)$ 的波形如题图 1.5 所示，绘出 $f(t)$ 的波形。

解 要绘出 $f(t)$ 的波形，根据信号的基本变换可知，要进行反转和平移。

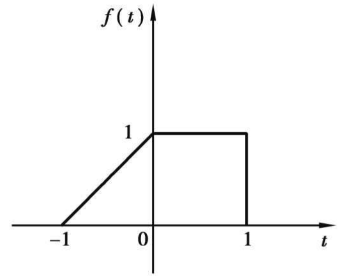
首先将 $f(2-t)$ 的图像反转，得 $f(t+2)$ 波形，如题图 1.5.1 所示。

将 $f(t+2)$ 的图像右移 2 个单位，得 $f(t)$ 波形，如题图1.5.2 所示。

8. 若 $f(t)=2\varepsilon(t)-\varepsilon(t-1)+2\varepsilon(t-2)-3\varepsilon(t-3)$，绘出$f(t)$ 的波形。

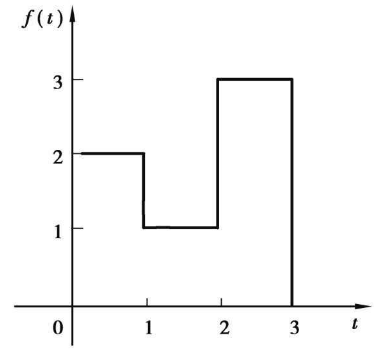


题图 1.5.1　$f(t+2)$ 波形



题图 1.5.2　$f(t)$ 波形

解　$f(t)$ 的波形如图所示。



$f(t)$ 的波形

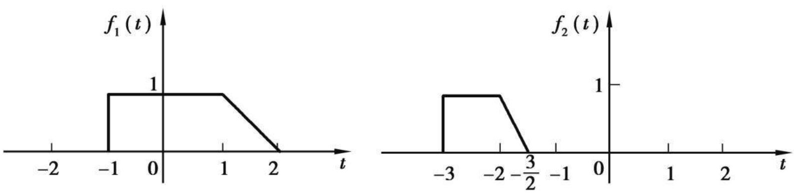
9.两信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 如题图 1.6 所示，则 $f_1(t)$ 与 $f_2(t)$ 间的变换关系是什么？

解　首先根据 $f_2(t)$ 的波形可知，将 $f_1(t)$ 的图像进行尺度变换压缩可得 $f_1(2t)$ 的波形，如题图 1.6.1 所示。

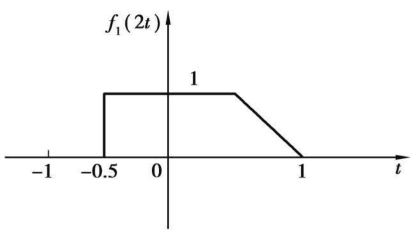
将 $f_1(2t)$ 的图像左移 2.5 个单位，即得 $f_1\left[2\left(t+\frac{5}{2}\right)\right]$ 的图像，如题图 1.6.2 所示。

所以 $f_1(t)$ 与 $f_2(t)$ 间的变换关系是

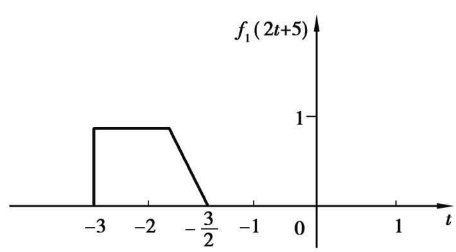
$$f_2(t)=f_1(2t+5)$$



题图 1.6



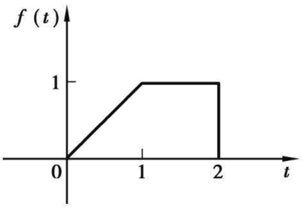
题图 1.6.1　$f_1(2t)$ 的波形



题图 1.6.2　$f_2(t)$ 的波形

10.什么是单位冲激函数？什么是单位阶跃函数？它们的关系是什么？

解　阶跃函数和冲激函数不同于普通函数，称为奇异函数（定义见教材）。单位冲激函数 $\delta(t)$ 的积分为单位阶跃函数 $\varepsilon(t)$，即



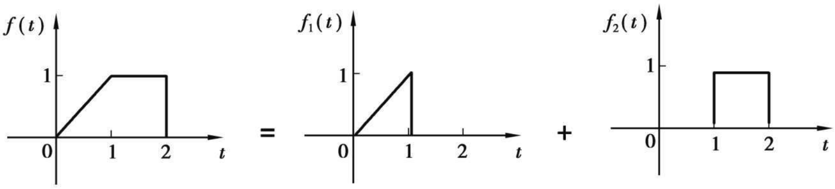
题图 1.7

$$\varepsilon(t)=\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)\mathrm{d}\tau=\begin{cases}0, & t<0\\ 1, & t>0\end{cases}$$

单位阶跃函数 $\varepsilon(t)$ 的导数是单位冲激函数 $\delta(t)=\dfrac{\mathrm{d}\varepsilon(t)}{\mathrm{d}t}$。

11.信号 $f(t)$ 的波形如题图 1.7 所示,试用阶跃函数写出 $f(t)$ 的函数表达式。

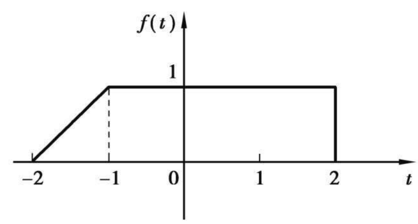
解 可以将波形看作函数 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 之和,如题图 1.7.1 所示。



题图 1.7.1

故 $f(t)$ 的函数表达式为

$$\begin{aligned}f(t)&=f_1(t)+f_2(t)\\&=t[\varepsilon(t)-\varepsilon(t-1)]+\varepsilon(t-1)-\varepsilon(t-2)\\&=t\varepsilon(t)-(t-1)\varepsilon(t-1)-\varepsilon(t-2)\end{aligned}$$

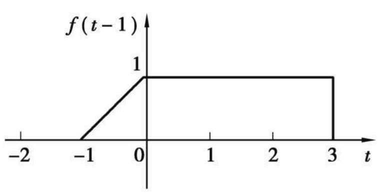


题图 1.8

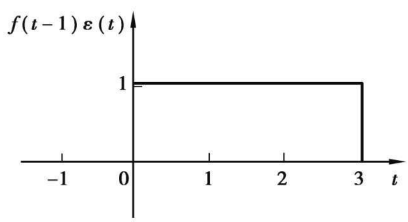
12.已知信号 $f(t)$ 的波形如题图 1.8 所示,写出 $f(t-1)\varepsilon(t)$ 的表达式。

解 首先绘出 $f(t-1)$ 的波形,如题图 1.8.1 所示。

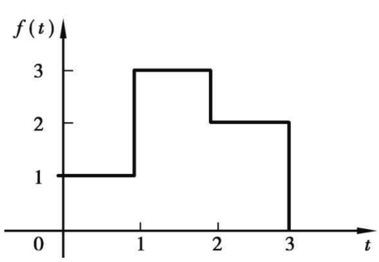
再绘出 $f(t-1)\varepsilon(t)$ 的波形,如题图 1.8.2 所示。



题图 1.8.1 $f(t-1)$ 的波形



题图 1.8.2 $f(t-1)\varepsilon(t)$ 的波形



题图 1.9

所以 $f(t-1)\varepsilon(t)$ 的表达式为

$$f(t-1)\varepsilon(t)=\varepsilon(t)-\varepsilon(t-3)$$

13.用阶跃函数表达题图 1.9 所示波形。

解 题图 1.9 所示波形的表达式为

$$f(t)=\varepsilon(t)+2\varepsilon(t-1)-\varepsilon(t-2)-2\varepsilon(t-3)$$

14.已知函数 $f(t)=\mathrm{e}^{-t}[\varepsilon(t)-\varepsilon(t-2)]$,写出 $f(3-2t)$ 的数学表达式。

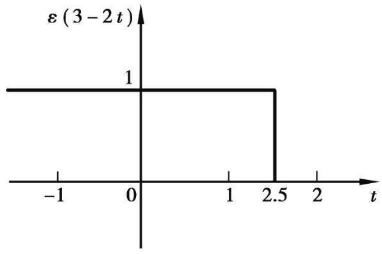
解 ①方法一

可由直接复合函数方法,得

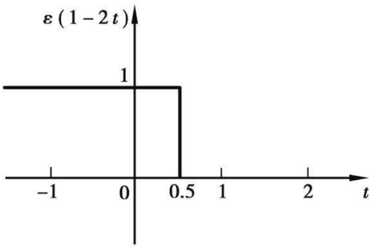
$$f(3-2t)=\mathrm{e}^{2t-3}[\varepsilon(3-2t)-\varepsilon(1-2t)]$$

其中,$\varepsilon(3-2t)$的波形如题图 1.9.1 所示。

$\varepsilon(1-2t)$的波形如题图 1.9.2 所示。

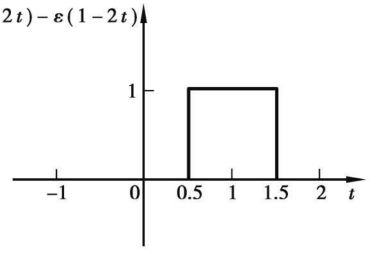


题图 1.9.1



题图 1.9.2　$\varepsilon(1-2t)$的波形

$\varepsilon(3-2t)-\varepsilon(1-2t)$的波形如题图 1.9.3 所示。



题图 1.9.3

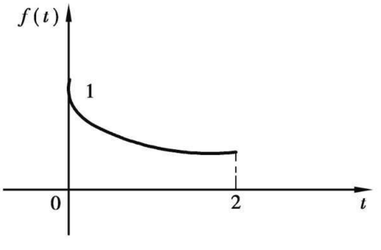
故 $\varepsilon(3-2t)-\varepsilon(1-2t)=\varepsilon\left(t-\dfrac{1}{2}\right)-\varepsilon\left(t-\dfrac{3}{2}\right)$

所以 $f(3-2t)=e^{2t-3}[\varepsilon(3-2t)-\varepsilon(1-2t)]=e^{2t-3}\left[\varepsilon\left(t-\dfrac{1}{2}\right)-\varepsilon\left(t-\dfrac{3}{2}\right)\right]$

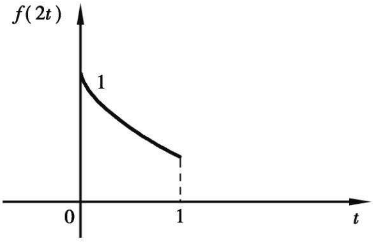
②方法二

$f(t)=e^{-t}[\varepsilon(t)-\varepsilon(t-2)]$的波形如题图 1.9.4 所示。

将$f(t)$的波形压缩,得$f(2t)$的波形,如题图 1.9.5 所示。



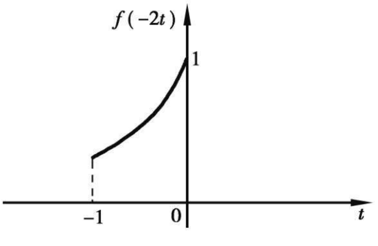
题图 1.9.4　$f(t)$的波形



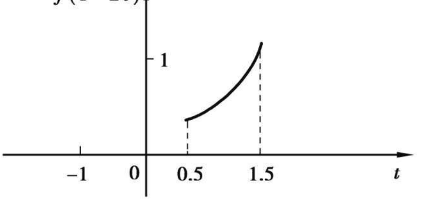
题图 1.9.5　$f(2t)$的波形

将$f(2t)$的波形反转,得$f(-2t)$的波形,如题图 1.9.6 所示。

再将$f(-2t)$的波形右移 1.5 个单位,得$f(3-2t)$波形,如题图 1.9.7 所示。



题图 1.9.6　$f(-2t)$的波形

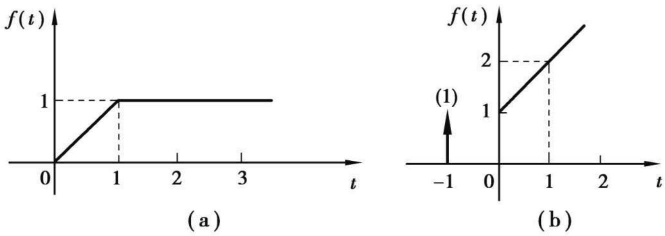


题图 1.9.7　$f(3-2t)$波形

所以$f(3-2t)$的数学表达式为

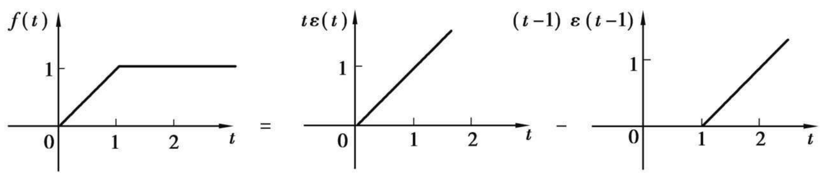
$$f(3-2t)=\mathrm{e}^{2t-3}\left[\varepsilon\left(t-\frac{1}{2}\right)-\varepsilon\left(t-\frac{3}{2}\right)\right]$$

15.写出题图 1.10(a)、(b)所示信号的数学表示式。



题图 1.10

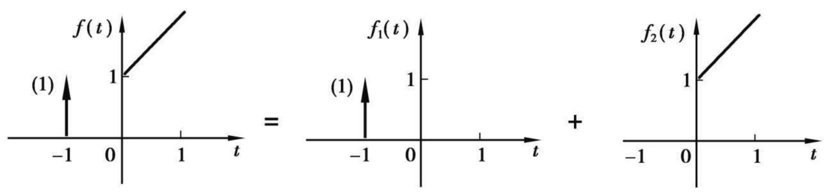
解 (a)可以将题 1.10 图(a)波形看作函数 $t\varepsilon(t)$ 和 $(t-1)\varepsilon(t-1)$ 之差,如题图 1.10.1 所示。



题图 1.10.1

所以,$f(t)=t\varepsilon(t)-(t-1)\varepsilon(t-1)$。

(b)可以将题 1.10 图(b)波形看作函数分解,如题图 1.10.2 所示。



题图 1.10.2

其中,$f_1(t)=\delta(t+1)$,$f_2(t)=(t+1)\varepsilon(t)$。

所以,题 1.10 图(b)数学表示式为 $f(t)=\delta(t+1)+(t+1)\varepsilon(t)$。

16.计算下列各题。

(1) $(t^3-2t^2-t+2)\delta(t-1)$

(2) $\int_{-5}^{6}\cos t\delta(t-\pi)\mathrm{d}t$

(3) $\int_{-\infty}^{\infty}2\frac{\sin 2t}{t}\delta(t)\mathrm{d}t$

(4) $\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}[\delta(t)-\delta(t-t_0)]\mathrm{d}t$

(5) $\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{e}^{-t}\delta(t+3)\mathrm{d}t$

(6) $\int_{-\infty}^{\infty}(t+4)\delta(-t-3)\mathrm{d}t$

(7) $\int_{-\infty}^{\infty}f(t)\delta(t-t_0)\mathrm{d}t$

(8) $\int_{-1}^{1}(2t^2+1)\delta(t-2)\mathrm{d}t$

(9) $\int_{-\infty}^{\infty}(t+\sin t)\delta\left(t-\frac{\pi}{6}\right)\mathrm{d}t$

(10) $\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[\mathrm{e}^{-t}\varepsilon(t)]$

(11) $\int_{-\infty}^{+\infty}(\mathrm{e}^{-t}+t)\delta(t+2)\mathrm{d}t$

(12) $\int_{-\infty}^{\infty}\sin^8(t)\delta(t)\mathrm{d}t$