电气与电子信息类研究生入学考试丛书

信号与系统知识精要与考研真题详解

网学天地 主编

- 重点、难点解析，简明扼要，归纳了各章的考点
- 题量较大，来源广泛，选题典型，主要选自40余所高校的历年考研真题、期末考试真题
- 解答详细，对所有考试真题均进行了详细解答
- 网学天地（www.e-studysky.com）是本丛书的支持网站，支持“书本＋在线”的学习方式

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

电气与电子信息类研究生入学考试丛书

信号与系统

知识精要与考研真题详解

网学天地　主　编
李　　捷　副主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

全书分为 8 章，每章包括三部分内容：第一部分是重点与难点解析，第二部分是考研真题详解，第三部分是期末考试真题详解。本书精选了清华大学、北京大学、西安交通大学、浙江大学、天津大学、大连理工大学、河海大学、江苏大学、南京理工大学等 40 多所院校近年的信号与系统考研真题和期末真题，并进行了详解。通过这些真题及其详解，读者可以了解和掌握相关院校考研、期末考试的出题特点和解题方法，力求达到讲练结合、灵活掌握、举一反三的功效。

本书可作为考生参加电气与电子信息类相关专业研究生入学考试的备考复习用书，也可作为相关专业期末考试、同等学力考试、自学考试、资格考试的考生的辅导用书。

图书在版编目（CIP）数据

信号与系统知识精要与考研真题详解/网学天地主编. —北京：电子工业出版社，2013.7
（电气与电子信息类研究生入学考试丛书）
ISBN 978-7-121-20752-5

Ⅰ.①信… Ⅱ.①网… Ⅲ.①信号系统－研究生－入学考试－题解 Ⅳ.①TN911.6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 135006 号

责任编辑：凌　毅　　　文字编辑：任欢欢
印　　刷：三河市鑫金马印装有限公司
装　　订：三河市鑫金马印装有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编 100036
开　　本：787×1 092　1/16　印张：28.25　字数：759 千字
印　　次：2013 年 7 月第 1 次印刷
印　　数：3 000 册　　定价：58.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

高等学校考研专业课的历年试题一般没有提供答案，虽然各校所用参考教材各异，但万变不离其宗，很多考题也是大同小异。我们参考相关教材和资料，收集和整理了众多高校历年考研真题和期末考试试题，并进行了详细的解答，以减轻考生寻找试题及整理答案的痛苦，让考生用最少的时间获得最多的重点题、难点题（包括参考答案），这是本书编写的目的所在。

本书精选华中科技大学、浙江大学、北京航空航天大学、天津大学、北京邮电大学、电子科技大学、西安电子科技大学、武汉大学、上海交通大学、东南大学、清华大学、四川大学、厦门大学、北京理工大学、东北大学、华南理工大学、西南交通大学、北京交通大学、国防科技大学、哈尔滨工业大学、中国科学院、西安交通大学、西北工业大学、南京航空航天大学、湖南大学、南京邮电大学、北京工业大学、重庆大学、南京理工大学、解放军信息工程大学、中山大学、哈尔滨工程大学、武汉理工大学、杭州电子科技大学、郑州大学、中国传媒大学和武汉科技大学等院校近年的信号与系统考研和期末考试真题，并进行了详细解答。通过这些真题及其详解，读者可以了解和掌握相关院校考研、期末考试的出题特点和解题方法。

全书共 8 章，每章基本包括三部分内容。第一部分主要根据各高校的教学大纲、考试大纲等，对本章的重点和难点进行归纳，并进行简要解析；第二部分主要精选知名院校近年的考研真题，并进行详细解答；第三部分主要精选知名院校近年的本科期末考试真题，并进行详细解答。本书具有如下主要特点：

（1）重点、难点归纳，简明扼要。每章前面均对本章的重点和难点进行了整理。综合众多参考教材，归纳了本章几乎所有的考点，便于读者复习。

（2）所选题目均为知名院校近年的考研或期末考试真题，这些题目具有很强的代表性。通过这些真题及其详解，读者可以把握相关院校考研和期末考试的出题特点和解题要求。

（3）对所有考试真题均进行了详细解答。了解历年真题不是目的，关键是要通过真题解答掌握和理解相关知识点。本书不但精选了真题，同时还对所有的真题进行了详细解答。

（4）题量较大，来源广泛。主要选自 40 多所高校的历年考研真题、名校题库以及众多教材和相关资料，可以说本书的试题都经过了精心挑选，博选众书，取长补短。

本书由网学天地（www.e-studysky.com）主编，李捷为副主编。此外，陈胜权、宋云娥、陈敬龙、王晓晨、许明波、李荣彪、柯嫣、李兴存、刘凯、杨倩倩、段浩、吴义东、潘丽繁、段辛雷、孔利娜等也参与了本书的编写和部分试题的解答工作。

网学天地（www.e-studysky.com）是本书的支持网站，该网站主要提供电子、电气、化学、

物理、生物、力学和农学等，各类学科的基础提高班、考点强化班、考前冲刺班和真题详解班等系列视频教程，同时免费提供课件下载、学习答疑和在线辅导等。本书和配套的网络课程特别适合备战考研和大学期末考试的读者，对于参加相关专业同等学力考试、自学考试和资格考试的考生也具有很高的参考价值。

由于题量较大，解答详细，错误、遗漏不可避免，诚请读者指正，不妥之处和建议可与作者（ytchenzip@163.com）联系。

编　者

2013 年 5 月

目 录

第 1 章 绪 论

1.1 重点与难点解析

一、信号的描述与分类

1．信号的描述

信号通常可以用数字函数表达式、波形或频谱和正交变换表示。

2．信号的分类

根据信号的不同特性，可以对信号进行不同的分类。其中常见的分类为：确定性信号与随机信号；周期信号与非周期信号；连续时间信号与离散时间信号等。

（1）确定性信号与随机信号。若信号可以表示为某一个确定的时间函数，则这种信号称为确定性信号；若信号具有某种不可预知的不确定性，则这种信号称为不确定性信号或随机信号。

（2）周期信号与非周期信号。满足 $f(t)=f(t+nT)$（其中 $n=0, \pm1, \cdots$）条件的信号称为周期信号，其中 T 为信号的周期；当 $T\to\infty$ 时，$f(t)$ 变为非周期信号。

（3）连续时间信号与离散时间信号。在给定的时间间隔内，除若干不连续点之外，对于任意时间值都可给出确定性的函数值，称这样的信号为连续时间信号，常记为 $x(t)$。

离散时间信号仅定义在离散的时间点上，即其时间变量仅在一个离散集上取值，常记为 $x(n)$。图 1-1 给出了连续时间信号和离散时间信号波形的示意图。

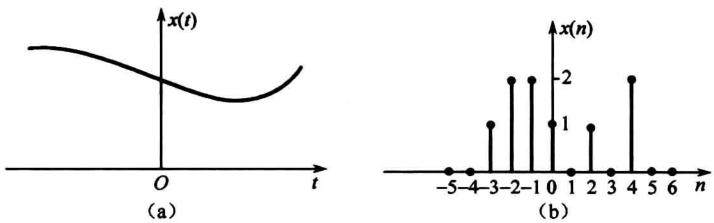

图 1-1

（4）能量信号和功率信号。能量为有限值的信号为能量有限信号，简称能量信号。功率为有限值的信号为功率有限信号，简称功率信号。有些信号既不属于能量信号，又不属于功率信号。

（5）一维信号与多维信号。作为一个变量的函数的信号称为一维信号；作为多个变量的函数的信号称为多维信号。

二、典型信号

1．指数信号：$f(t)=K\mathrm{e}^{at}$，$a\in R$

2．正弦信号：$f(t)=K\sin(\omega t+\theta)$

3．复指数信号：$f(t)=K\mathrm{e}^{st}$，$s=\sigma+\mathrm{j}\omega$

4．抽样信号：$\mathrm{Sa}(t)=\dfrac{\sin t}{t}$

5．钟形信号：$f(t)=E\mathrm{e}^{-(t/\tau)^2}$

三、信号的时域运算

1. 移位：$f(t+t_0)$，t_0为常数。当$t_0>0$时，$f(t+t_0)$相当于$f(t)$波形在t轴上左移t_0；当$t_0<0$时，$f(t+t_0)$相当于$f(t)$波形在t轴上右移t_0。

2．反褶：$f(-t)$。$f(-t)$的波形相当于将$f(t)$以$t=0$为轴反褶。

3．尺度变换：$f(at)$，a为常数。当$a>1$时，$f(at)$的波形将$f(t)$的波形在时间轴上压缩为原来的$\frac{1}{a}$；当$0<a<1$时，$f(at)$的波形在时间轴上扩展为原来的$\frac{1}{a}$。

4．微分运算：$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}f(t)$。信号经微分运算后会突出其变化部分。

5．积分运算：$\int_{-\infty}^{t} f(\tau)\mathrm{d}\tau$。信号经积分运算后，其突变部分可变得平滑。

6．相加：$f(t)=f_1(t)+f_2(t)$。两信号在同一瞬时的值相加。

7．相乘：$f(t)=f_1(t)\cdot f_2(t)$。两信号在同一瞬时的值相乘。

四、奇异信号

1．单位阶跃信号，如图 1-2 所示，数学表达式为$u(t)=\begin{cases}0 & t<0\\ 1 & t>0\end{cases}$，$t=0$是$u(t)$的跳变点。

2．单位冲激信号，如图 1-3 所示，数学表达式为$\begin{cases}\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)\mathrm{d}t=1\\ \delta(t)=0 \quad (\text{当}t\neq 0\text{时})\end{cases}$

单位冲激信号与单位阶跃信号的关系为$\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)\mathrm{d}\tau=u(t)$，$\frac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=\delta(t)$

（1）单位冲激信号的性质

① 抽样性：$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)f(t)\mathrm{d}t=f(0)$，$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t-t_0)f(t)\mathrm{d}t=f(t_0)$；

② 偶对称性：$\delta(t)=\delta(-t)$；　　③尺度变换性：$\delta(at)=\frac{1}{|a|}\delta(t)$；

④ 相乘性质：$f(t)\delta(t)=f(0)\delta(t)$，$f(t)\delta(t-t_0)=f(t_0)\delta(t-t_0)$；

⑤ 冲激偶信号：$\delta'(t)=\frac{\mathrm{d}\delta(t)}{\mathrm{d}t}$。

（2）冲激偶信号的性质

① $\int_{-\infty}^{\infty}\delta'(t)\mathrm{d}t=0$；② $\int_{-\infty}^{\infty}\delta'(t)f(t)\mathrm{d}t=-f'(0)$；

③ $\int_{-\infty}^{\infty}\delta'(\tau)\mathrm{d}\tau=u(t)$；④ $f(t)\delta'(t)=f(0)\delta'(t)-f'(0)\delta(t)$。

3．单位斜变信号，如图 1-4 所示，数学表达式为$r(t)=\begin{cases}0, & t<0\\ t, & t\geqslant 0\end{cases}$

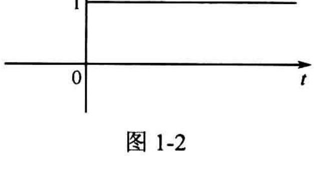

图 1-2

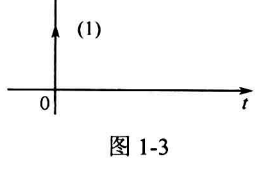

图 1-3

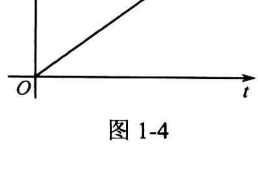

图 1-4

五、信号的分解

1．直流分量与交流分量：$f(t)=f_{\mathrm{D}}(t)+f_{\mathrm{A}}(t)$，其中，$f_{\mathrm{D}}(t)=\dfrac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)\mathrm{d}t$。

2．偶分量与奇分量：$f(t)=f_{\mathrm{e}}(t)+f_{\mathrm{o}}(t)$

其中，$f_{\mathrm{e}}(t)=\dfrac{1}{2}[f(t)+f(-t)]$，$f_{\mathrm{o}}(t)=\dfrac{1}{2}[f(t)-f(-t)]$。

3．信号分解为冲激信号的叠加：$f(t)=\int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)\delta(t-\tau)\mathrm{d}\tau$

4．实分量与虚分量：$x(t)=x_{\mathrm{r}}(t)+\mathrm{j}x_{\mathrm{i}}(t)$，其中，$x_{\mathrm{r}}(t)$ 和 $x_{\mathrm{i}}(t)$ 分别为 $x(t)$ 的实部和虚部。

5. 正交函数分量：许多信号可以用正交函数集来表示，则组成信号的各分量是相互正交的。

六、系统与系统特性

系统是由若干相互作用且相互依赖的事物组合而成的具有特定功能的整体。在信息科学与技术领域中，常利用通信系统、控制系统和计算机系统进行信号的传输、交换与处理。

根据其数学模型的差异，可将系统划分为不同的类型：连续时间系统与离散时间系统；即时系统与动态系统；集总参数系统与分布参数系统；线性系统与非线性系统；时变系统与时不变系统；可逆系统与不可逆系统。

1．线性

若同时满足叠加性与均匀性，则称满足线性。即如果对于给定的系统，$e_1(t)$、$r_1(t)$ 和 $e_2(t)$、$r_2(t)$ 分别代表两对激励与响应，则当激励为 $C_1e_1(t)+C_2e_2(t)$（C_1、C_2 分别为常数）时，系统的响应为 $C_1r_1(t)+C_2r_2(t)$。

2．时不变性

对于时不变系统，若激励为 $e(t)$，产生响应为 $r(t)$，则当激励为 $e(t-t_0)$ 时，响应为 $r(t-t_0)$。

3．因果性

若系统的输出只与系统当前时刻和过去的输入有关，则称为因果系统。反之，则为非因果系统。其中，若系统的输出只与系统将来时刻的输入有关，则称为反因果系统。

4．稳定性

若系统有界的输入信号导致有界的输出信号，则系统是稳定的。反之，系统是不稳定的。

5．可逆性

若系统在不同激励下产生不同的响应，则称为可逆系统。反之，则称为不可逆系统。

1.2 考研真题详解

【1-1】（华中科技大学 2009 年考研试题）计算 $\int_{-\infty}^{\infty}\dfrac{\sin t}{t}\mathrm{d}t=$（　　）。

A．$\dfrac{\pi}{4}$　　B．$\dfrac{\pi}{3}$　　C．$\dfrac{\pi}{2}$　　D．π

答案：D。因为 $\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{Sa}(at)\mathrm{d}t=\dfrac{\pi}{a}$，所以 $\int_{-\infty}^{\infty}\dfrac{\sin t}{t}\mathrm{d}t=\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{Sa}(t)\mathrm{d}t=\pi$。

【1-2】（华中科技大学 2009 年考研试题）已知信号 $g(t)=2f\left(-\dfrac{t}{2}+1\right)$ 如图 1-5 所示，求 $f(t)$ 及其波形。

解：由 $g(t)=2f\left(-\dfrac{t}{2}+1\right)$，可得 $f(t)=\dfrac{1}{2}g(-2t+2)$。

所以通过将 $g(t)$ 进行压缩幅度、关于纵轴翻转、横向压缩和向右移位后，可得到 $f(t)$ 波形，如图 1-6 所示。

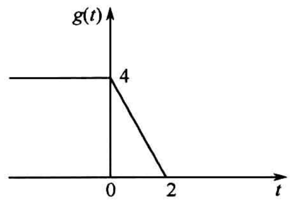

图 1-5

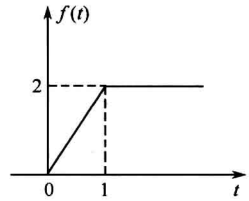

图 1-6

由图可知：$f(t)=2t\left[u(t)-u(t-1)\right]+2u(t-1)=2t\cdot u(t)+(2-2t)\cdot u(t-1)$

【1-3】（华中科技大学 2008 年考研试题）设 $x(t)=\mathrm{e}^{t-0.5}\delta(-2t+1)$，则 $x'(t)=$__________。

答案：$0.5\delta'(t-0.5)$

解析：因为 $x(t)=\mathrm{e}^{t-0.5}\delta(-2t+1)=\delta(-2t+1)=0.5\delta(t-0.5)$，所以 $x'(t)=0.5\delta'(t-0.5)$。

【1-4】（华中科技大学 2007 年考研试题）$\int_{-\infty}^{\infty}(2t^2+3t)\delta\left(\dfrac{1}{2}t-2\right)\mathrm{d}t=$__________。

答案：88

解析：根据冲激函数的性质，可得

$$\int_{-\infty}^{\infty}(2t^2+3t)\delta\left(\frac{1}{2}t-2\right)\mathrm{d}t=\int_{-\infty}^{\infty}(2t^2+3t)\Big|_{t=4}\delta\left(\frac{1}{2}t-2\right)\mathrm{d}t$$

$$=44\int_{-\infty}^{\infty}\delta\left(\frac{1}{2}t-2\right)\mathrm{d}t=88\int_{-\infty}^{\infty}\delta\left(\frac{1}{2}t-2\right)\mathrm{d}\left(\frac{1}{2}t\right)=88$$

【1-5】（北京航空航天大学 2006 年考研试题）求 $\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{9}{4}\pi}\delta(\sin x)\mathrm{d}x$ 的值。

解：由题意，$\int_{0^-}^{0^+}\delta(t)\mathrm{d}t=1$，且对于 $y=\sin x$，$x\in\left(\dfrac{1}{4}\pi,\dfrac{9}{4}\pi\right)$，在 $x=\pi$、2π 处使得 $\sin x=0$，

所以有
$$\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{9}{4}\pi}\delta(\sin x)\mathrm{d}x=\int_{\pi^-}^{\pi^+}\delta(\sin x)\mathrm{d}x+\int_{2\pi^-}^{2\pi^+}\delta(\sin x)\mathrm{d}x=2$$

【1-6】（北京邮电大学 2009 年考研试题）已知 $f(5-2t)$ 波形如图 1-7 所示，试画出 $f(t)$ 的波形。

解：首先，将 $f(5-2t)$ 进行横轴拉伸，得到 $f(5-t)$；再沿纵轴反转，得到 $f(5+t)$；最后向右平移，得到 $f(t)$，如图 1-8 所示。

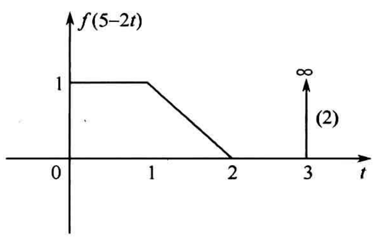

图 1-7

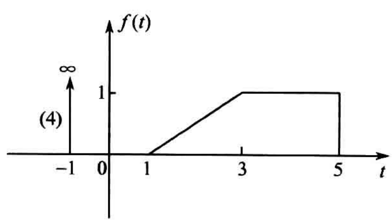

图 1-8

【1-7】（北京邮电大学 2009 年考研试题）画出信号 $f(t)=u(t^2+3t+2)$ 的波形。

解：改写原式为 $f(t)=u(t^2+3t+2)=u\left[(t+1)(t+2)\right]$，根据单位阶跃函数的性质可知，当 $t<-2$ 或 $t>-1$ 时，$f(t)$ 为 1。波形如图 1-9 所示。

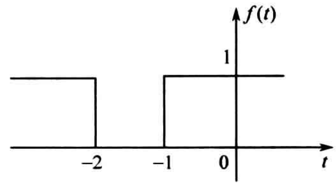

图 1-9

【1-8】（西安电子科技大学 2010 年考研试题）表达式 $\left[u(t)-u(t-3)\right]\delta(-2t+2)$ 等于（　）。

A. $0.5\delta(t-1)$　　B. $\delta(t-1)$　　C. $2\delta(t-1)$　　D. 0

答案：A。由题意，$\delta(-2t+2)=\delta\left[-2(t-1)\right]=\dfrac{1}{2}\delta(t-1)$，所以

$$原式=\frac{1}{2}f(t)\Big|_{t=1}\delta(t-1)=0.5\delta(t-1)$$

【1-9】（西安电子科技大学 2010 年考研试题）某连续时间系统输入 $f(t)$ 和输出 $y(t)$ 满足 $y(t)=\left|f(t)-f(t-1)\right|$，则系统为（　　）。

A. 线性、非时变　B. 非线性、非时变　C. 线性、时变　D. 非线性、时变

答案：B。讨论是否为线性。假设有 $y_1(t)=\left|f_1(t)-f_1(t-1)\right|$ 和 $y_2(t)=\left|f_2(t)-f_2(t-1)\right|$，即对输入 $f_1(t)$，有输出 $y_1(t)$；对输入 $f_2(t)$，有输出 $y_2(t)$。由以上分析可知

$$y_1(t)+y_2(t)=\left|f_1(t)-f_1(t-1)\right|+\left|f_2(t)-f_2(t-1)\right|$$

然而 $\left|f_1(t)-f_1(t-1)\right|+\left|f_2(t)-f_2(t-1)\right|$ 不一定等于 $\left|f_1(t)+f_2(t)-\left[f_1(t-1)+f_2(t-1)\right]\right|$。所以，该系统为非线性的。

讨论是否为时变。对于任意的时移，有 $y(t-t_0)=\left|f(t-t_0)-f(t-t_0-1)\right|$，因而该系统是非时变的。

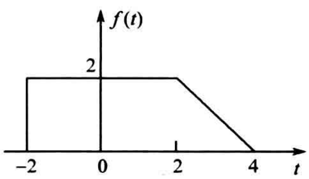

图 1-10

【1-10】（西安电子科技大学 2010 年考研试题）已知 $f(t)$ 波形如图 1-10 所示，画出 $f(4-2t)$ 和 $\dfrac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t}$ 的波形。

解：已知 $f(t)$ 求 $f(b-at)$ 的步骤为：①时移；②反转；③比例。则 $f(4-2t)$ 的波形如图 1-11(a) 所示。画 $\dfrac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t}$ 的波形时，按增减性将 $f(t)$ 分区间，再分别求导，如图 1-11(b)所示。

注：若 $f(t)$ 的数值发生突变，则 $\dfrac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t}$ 在相应时刻为冲激函数形式，其幅度为突变量。

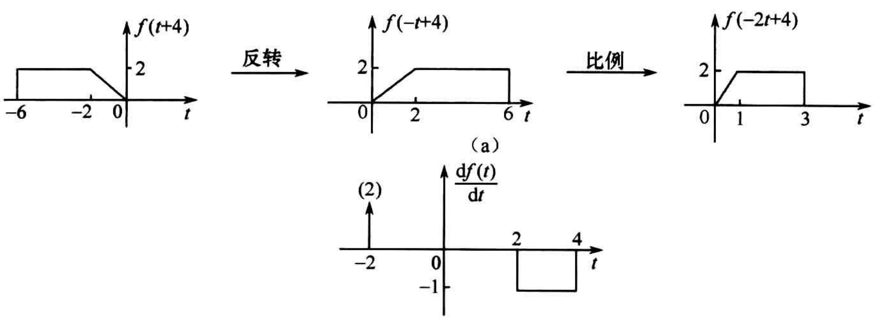

图 1-11

【1-11】(西安电子科技大学 2008 年考研试题) 序列乘积 $\delta(k+1)\delta(k-1)$ 等于 (　　)。

A. 0　　B. $\delta(k)$　　C. $\delta(k+1)$　　D. $\delta(k-1)$

答案：A。根据冲激函数定义可知，$\delta(k+1)\delta(k-1)=0$。

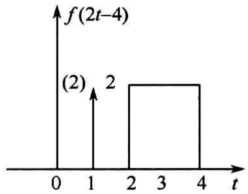

图 1-12

【1-12】(西安电子科技大学 2008 年考研试题) 已知函数 $f(2t-4)$ 的波形如图 1-12 所示，则 $\dfrac{\mathrm{d}f(-t)}{\mathrm{d}t}$ 等于________。

答案：$2\delta(t+4)-2\delta(t)+4\delta(t-2)$

解析：由图可知 $f(2t-4)=2\delta(t-1)+2[u(t-2)-u(t-4)]$，所以，

$$f(2t)=2\delta(t+1)+2[u(t)-u(t-2)]$$

则有：
$$\frac{\mathrm{d}f(-t)}{\mathrm{d}t}=2\delta(t+4)-2\delta(t)+4\delta(t-2)$$

【1-13】(厦门大学 2007 年考研试题) 已知一连续时间信号 $f(t)$ 的波形如图 1-13 所示，试画出下列各信号的图形：$f(t+2)$；$3f(t/3)$；$f(4-t)$。

解：如图 1-14 所示。通过平移得到 $f(t+2)$；通过横向和纵向拉伸得到 $3f(t/3)$；通过反转和平移得到 $f(4-t)$。

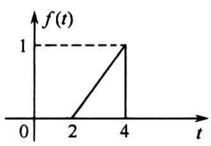

图 1-13

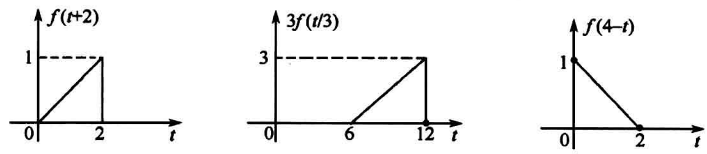

图 1-14

【1-14】(北京理工大学 2004 年考研试题) 画出 $\delta(\cos t)$ 的波形，并计算积分值：$A=\int_{-\pi}^{\pi}(1+t)\delta(\cos t)\mathrm{d}t$。

解：当 $\cos t=0$ 时，$t=\dfrac{\pi}{2}\pm k\pi(k=0,1,2,\cdots)$，则可得 $\delta(\cos t)$ 的波形如图 1-15 所示。

易知：
$$A=\int_{-\pi}^{\pi}(1+t)\delta(\cos t)\mathrm{d}t=(1+t)\Big|_{t=-\frac{\pi}{2}}+(1+t)\Big|_{t=\frac{\pi}{2}}=2$$

【1-15】(北京理工大学 2004 年考研试题) 已知 $x(n)=(n+1)(u(n)-u(n-4))$，画出函数 $y(n)=x(2n+1)+\delta(n-2)x(n)$ 的图形。

解：将 $x(n)$ 代入 $y(n)$，可得：$y(n)=(2n+2)[u(2n+1)-u(2n-3)]+x(n)\big|_{n=2}$

$y(n)$ 的波形如图 1-16 所示。

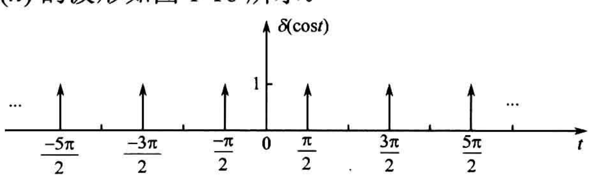

图 1-15

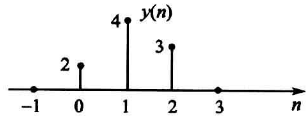

图 1-16

【1-16】(西南交通大学 2007 年考研试题) $x(t)=a\sin t-b\sin 3t$ 的周期是 (　　)。

A. $\dfrac{\pi}{2}$　　B. π　　C. 2π　　D. ∞

答案：C。因为 $a\sin t$ 的周期为 $\dfrac{2\pi}{1}=2\pi$，$b\sin 3t$ 的周期为 $\dfrac{2\pi}{3}$，所以 $x(t)=a\sin t-b\sin 3t$ 的周期是 2π。

【1-17】（西南交通大学 2007 年考研试题）系统的输入 $x(t)$ 和输出 $y(t)$ 之间的关系为 $y(t)=\cos t\cdot x(t)$，则该系统为（　　）。

A．线性时不变因果系统　　B．非线性时不变因果系统

C．线性时变因果系统　　D．线性时不变非因果系统

答案：C。设 $x_1(t)\to y_1(t)$，$x_2(t)\to y_2(t)$，因为 $ax_1(t)+bx_2(t)\to ay_1(t)+by_2(t)$，所以该系统是线性的。设 $x(t)\to y(t)$，因为 $x(t+t_0)\not\to y(t+t_0)$，所以该系统是时变的。输出只与当前输入有关，所以是因果的。

【1-18】（西南交通大学 2007 年考研试题）$\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left[\mathrm{e}^{-2t}\delta(t)\right]=$（　　）。

A．$\delta(t)$　　B．$\delta'(t)$　　C．1　　D．−2

答案：B。因为 $\mathrm{e}^{-2t}\delta(t)=\delta(t)$，所以 $\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left[\mathrm{e}^{-2t}\delta(t)\right]=\delta'(t)$。

【1-19】（西南交通大学 2006 年考研试题）$y(t)=3\cos\left(4t+\dfrac{\pi}{3}\right)+2\cos\left(2t+\dfrac{\pi}{5}\right)$ 的周期是（　　）。

A．$\dfrac{\pi}{2}$　　B．π　　C．$\dfrac{3\pi}{2}$　　D．∞

答案：B。由于 $3\cos\left(4t+\dfrac{\pi}{3}\right)$ 的周期为 $\dfrac{2\pi}{4}=\dfrac{\pi}{2}$，$2\cos\left(2t+\dfrac{\pi}{5}\right)$ 的周期为 $\dfrac{2\pi}{2}=\pi$，所以 $y(t)$ 的周期为 π。

【1-20】（西南交通大学 2006 年考研试题）$\delta(\sin t)=$（　　）。

A．1　　B．0　　C．$\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(t-k\pi)$　　D．∞

答案：C。由于当 $t=k\pi$ 时，$\sin t=0$。所以 $\delta(\sin t)=\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(t-k\pi)$。

【1-21】（西南交通大学 2006 年考研试题）$\int_0^{+\infty}\delta(-t-3)(t+4)\mathrm{d}t=$（　　）。

A．0　　B．1　　C．−1　　D．∞

答案：A。根据冲激函数的性质，可知 $\delta(-t-3)(t+4)=\delta(-t-3)$，即冲激位于 $t=-3$ 处。

所以
$$\int_0^{+\infty}\delta(-t-3)(t+4)\mathrm{d}t=0$$

【1-22】（北京交通大学 2005 年考研试题）若 $f(t)$的波形如图 1-17 所示，试画出 $f'(t)$ 和 $f(-0.5t-1)$ 的波形。

解：（1）由 $f(t)$ 图形可知，$f'(t)$ 的取值域为 $(-2,4)$，因为 $f(t)$ 其在 $(-2,0)$ 上的微分为 1，即 $f'(t)$ 在 $(-2,0)$ 上的取值为 1，同理其在 $(0,4)$ 上取值也为 1，而在 $(-2,4)$ 之外的区间上取值为 0。这样，可以画出 $f'(t)$ 的图形如图 1-18 所示。

（2）已知 $f(t)$ 的波形，将其反转得到 $f(-t)$ 波形如图 1-1(a)所示；再将时域扩展 2 倍，得到 $f(-0.5t)$ 的波形，如图 1-19(b)所示；最后左移 2 个单位，得到 $f(-0.5(t+2))=f(-0.5t-1)$ 的波形，如图 1-19(c)所示。

【1-23】（北京交通大学 2004 年考研试题）已知 $f(t)$ 的波形如图 1-20 所示，令 $r(t)=tu(t)$。（1）用 $u(t)$ 和 $r(t)$ 表示 $f(t)$；（2）画出 $f(-2t-4)$ 的波形。

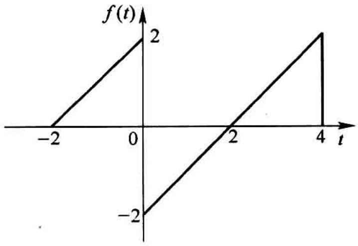

图 1-17

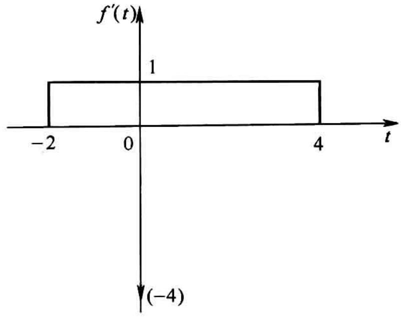

图 1-18

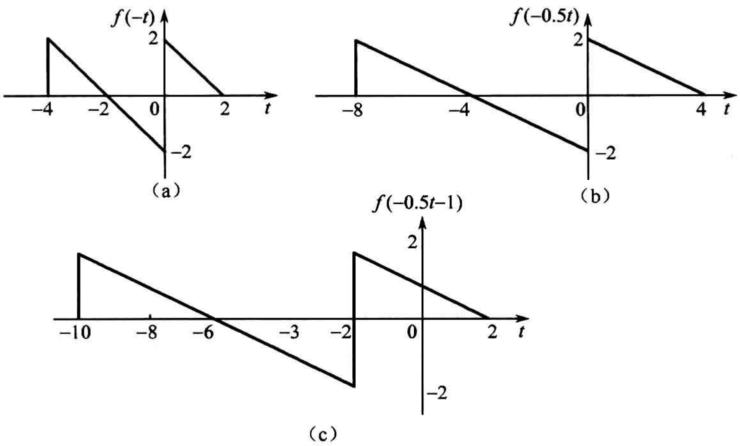

图 1-19

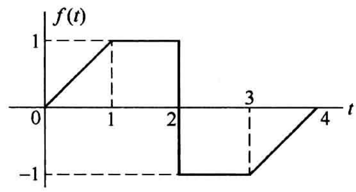

图 1-20

解：（1）根据题图所示以及 $r(t)$ 曲线的性质，可得 $f(t)$ 的表达式为：

$$f(t)=r(t)-r(t-1)-2u(t-2)+r(t-3)-r(t-4)$$

（2）由信号运算法则，$f(-2t-4)$ 等同于 $f[-2(t+2)]$，其基本步骤是：先压缩，如图 1-21(a) 所示；再翻转，如图 1-21(b)所示；然后左移 2，这样可以画出 $f(-2t-4)$ 的波形如图 1-21(c)所示。

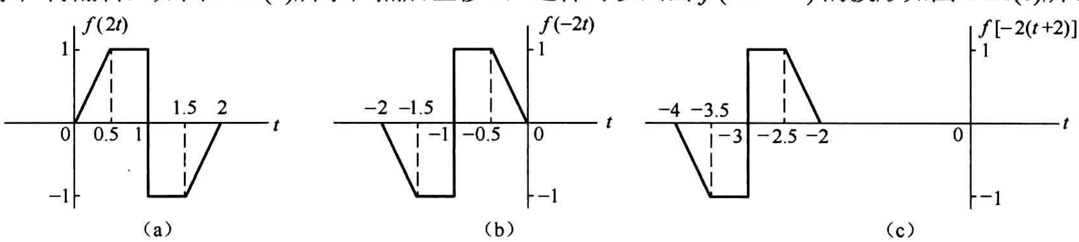

图 1-21

【1-24】（北京交通大学 2004 年考研试题）积分 $\int_{-5}^{5}(t-3)\delta(-2t+4)\mathrm{d}t$ 等于（　　）。

A．−1　　B．−0.5　　C．0　　D．0.5

答案：B。根据冲激信号的展缩特性和采样特性，有：

$$\int_{-5}^{5}(t-3)\delta(-2t+4)\mathrm{d}t=\frac{1}{|-2|}\int_{-5}^{5}(t-3)\delta(t-2)\mathrm{d}t=\frac{1}{2}(t-3)\bigg|_{t=2}=-0.5$$

【1-25】（北京交通大学 2004 年考研试题）$[u(t)-u(t-2)]\delta(2t-2)=$ ________。

答案：$\dfrac{1}{2}\delta(t-1)$

解析：根据冲激信号的展缩特性和筛选特性，有：

$$[u(t)-u(t-2)]\delta(2t-2)=[u(t)-u(t-2)]\times\frac{1}{2}\delta(t-1)=\frac{1}{2}\delta(t-1)$$

【1-26】（北京交通大学 2004 年考研试题）已知连续时间信号 $f(t)=\sin t[u(t)+u(t-\pi/2)]$，其微分 $f'(t)=$________。

答案：$\cos t[u(t)+u(t-\pi/2)]+\delta(t-\pi/2)$

解析：由信号的微分运算性质可得，对信号 $f(t)=\sin t[u(t)+u(t-\pi/2)]$ 微分，有：

$$f'(t)=\cos t[u(t)+u(t-\pi/2)]+\sin t[\delta(\mathrm{t})+\delta(t-\pi/2)]$$

再利用冲激信号的筛选特性进行化简，则可求得其微分为：

$$f'(t)=\cos t[u(t)+u(t-\pi/2)]+\delta(t-\pi/2)$$

【1-27】（湖南大学 2006 年考研试题）确定信号是指______的信号；随机信号是指________的信号。

答案：信号表示为某确定的时间一函数，对于指定的一时刻，可确定一相应的函数值的；具有不可预知的不确定性。

【1-28】（湖南大学 2006 年考研试题）连续时间系统的数学模型是________方程，而离散时间系统则用________方程表示。

答案：微分　　差分

解析：连续时间系统表示为 $\sum_{i=0}^{n}a_i\frac{\mathrm{d}^i y(t)}{\mathrm{d}y^i}=\sum_{j=0}^{m}b_j\frac{\mathrm{d}^j x(t)}{\mathrm{d}x^j}$，是微分方程；离散时间系统表示为 $\sum_{i=0}^{m}a_i y(n-i)=\sum_{j=0}^{l}b_j x(n-j)$，是差分方程。

【1-29】（湖南大学 2006 年考研试题）线性系统具有________性质。从系统数学模型的求解方法来讲，大体上可分为________方法与________方法。

答案：线性　　时域　　变换域

解析：线性系统必然是线性的，即已知两对输入、输出 $e_1(t)\to r_1(t)$ 和 $e_2(t)\to r_2(t)$，则必有 $ae_1(t)+be_2(t)\to ar_1(t)+br_2(t)$。

系统数学模型的求解，有时域和变换域两种方法。变换域主要有频域、复频域和 z 域。

【1-30】（南京邮电大学 2003 年考研试题）若周期信号 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$ 的周期分别为 T_1 和 T_2，则信号 $x(t)=x_1(t)+x_2(t)$ 也是周期信号的条件是什么？

解：根据周期信号的周期存在条件可知，所求条件是 T_1 和 T_2 之间存在公倍数。

【1-31】（南京邮电大学 2003 年考研试题）计算 $\int_{-\infty}^{\infty}\left(1-2t^2+\sin\frac{\pi t}{3}\right)\delta(1-2t)\mathrm{d}t$ 的值。

解：由冲激函数的性质可得：$\int_{-\infty}^{\infty}(1-2t^2+\sin\frac{\pi t}{3})\delta(1-2t)\mathrm{d}t=\int_{-\infty}^{\infty}(-2t^2+\sin\frac{\pi t}{3})\Big|_{t=\frac{1}{2}}\delta(1-2t)\mathrm{d}t$

$$=\int_{-\infty}^{\infty}\delta(1-2t)\mathrm{d}t=\frac{1}{2}\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t-\frac{1}{2})\mathrm{d}t=\frac{1}{2}$$

【1-32】（南京邮电大学 2003 年考研试题）求和：$\sum_{k=0}^{\infty}(3k+1)\delta(k+2)$。

解：由冲激函数的性质可得：$\sum_{k=0}^{\infty}(3k+1)\delta(k+2)=\sum_{k=0}^{\infty}-5\delta(k+2)=0$

【1-33】（南京邮电大学 2003 年研究生入学考试试题）求卷积积分 $e^{-2t} * \delta'(t)$。

解：由冲激函数的性质可得：$e^{-2t} * \delta'(t) = (e^{-2t})' = -2e^{-2t}$

【1-34】（南京邮电大学 2003 年考研试题）已知 $f(t)=\begin{cases} t & 0<t<2 \\ 2\delta(t-3) & t=3 \\ 0 & 其他 \end{cases}$，试画出 $y(t)=f(-2t)*\delta(1-2t)$ 的波形。

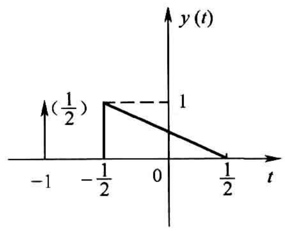

图 1-22

解：由题意，可得：

$$y(t)=f(-2t)*\delta(1-2t)=f(-2t)*\frac{1}{2}\delta\left(t-\frac{1}{2}\right)$$

$$=\frac{1}{2}f\left[-2\left(t-\frac{1}{2}\right)\right]$$

由此可画出波形如图 1-22 所示。

另解：由于 $f(t)=\begin{cases} t & 0<t<2 \\ 2\delta(t-3) & t=3 \\ 0 & 其他 \end{cases}$，则：

$$\frac{1}{2}f\left[-2\left(t-\frac{1}{2}\right)\right]=\begin{cases} \frac{1}{2}[-2(t-\frac{1}{2})] & -\frac{1}{2}<t<\frac{1}{2} \\ \delta(-2t+1-3) & t=-1 \\ 0 & 其他 \end{cases} \quad =\begin{cases} -t+\frac{1}{2} & -\frac{1}{2}<t<\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2}\delta(t+1) & t=-1 \\ 0 & 其他 \end{cases}$$

可直接画出波形图。

【1-35】（北京工业大学 2004 年考研试题）积分 $\int_{-\infty}^{\infty}\delta(1-t)(t^2+4)dt=$（　　）。

A．1　　B．2　　C．4　　D．5

答案：D。$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(1-t)(t^2+4)dt=\int_{-\infty}^{\infty}5\delta(1-t)dt=5$。

【1-36】（北京工业大学 2003 年考研试题）$f(t)$ 时移后成为 $f(t-t_0)$，当 $t_0<0$ 时 $f(t-t_0)$ 是在 $f(t)$ 的________边。

答案：左

解析：对于 $f(t-t_0)$，$t_0>0$ 时，是在 $f(t)$ 的右侧；$t_0<0$ 时，是在 $f(t)$ 的左侧。

【1-37】（北京工业大学 2003 年考研试题）计算 $\int_0^{\infty}4t^2\delta(t+1)dt=$________。

答案：0

解析：因为 $4t^2\delta(t+1)=\begin{cases} 4 & t=-1 \\ 0 & 其他 \end{cases}$，所以 $\int_0^{\infty}4t^2\delta(t+1)dt=0$。

【1-38】（重庆大学 2009 年考研试题）什么是系统模型？系统模型有哪几种表示方式？

解：系统模型就是系统物理特性的数学抽象，以数学表达式或具有理想特性的符号组合图形来表示系统特性。

系统模型的表示方式：连续时间系统与离散时间系统，即时系统与动态系统，集总参数系统与分布参数系统，线性与非线性系统，时变与时不变系统，可逆与不可逆系统，因果与非因果系统，稳定与非稳定系统等。