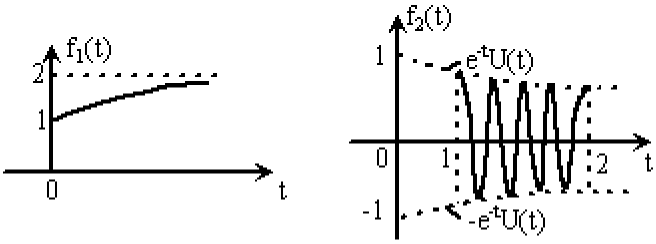
第一章　习 题

1-1 画出下列各信号的波形：(1) $f_1(t)=(2-e^{-t})U(t)$；(2) $f_2(t)=e^{-t}\cos10\pi t\times[U(t-1)-U(t-2)]$。

答案

（1）$f_1(t)$ 的波形如图 1.1（a）所示.

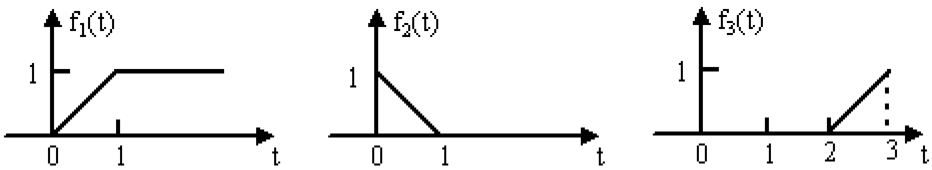
(2) 因 $\cos10\pi t$ 的周期 $T=\dfrac{2\pi}{10\pi}=0.2s$，故 $f_2(t)$ 的波形如图题 1.1(b)所示.



(a)　　(b)

图题 1.1

1-2 已知各信号的波形如图题 1-2 所示，试写出它们各自的函数式。



(a)　　(b)　　(c)

图题 1-2

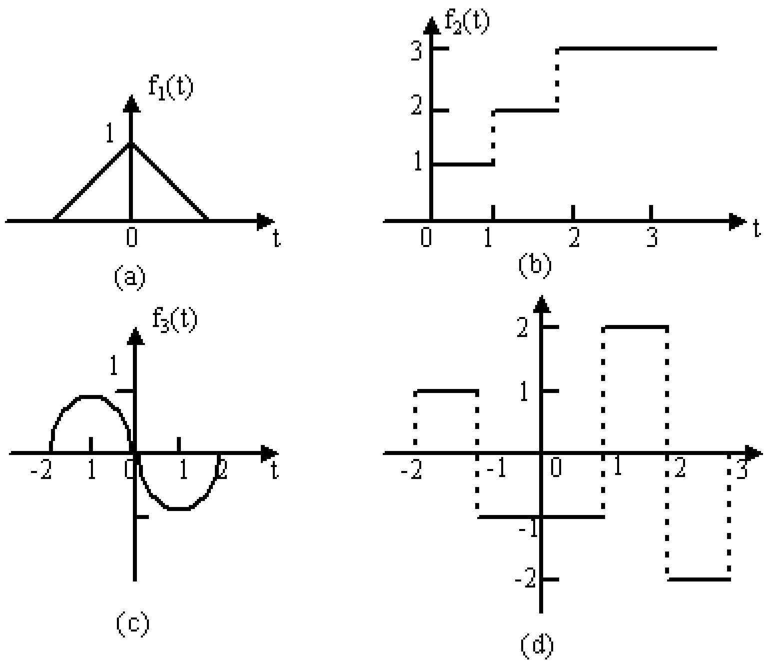
答案

$$f_1(t)=t[u(t)-u(t-1)]+u(t-1)$$

$$f_2(t)=-(t-1)[u(t)-u(t-1)]$$

$$f_3(t)=(t-2)[u(t-2)-u(t-3)]$$

1-3 写出图题 1-3 所示各信号的函数表达式。



图题 1-3

答案

$$f_1(t)=\begin{cases}\frac{1}{2}(t+2)=\frac{1}{2}t+1 & -2\le t\le 0\\ \frac{1}{2}(-t+2)=-\frac{1}{2}t+1 & 0\le t\le 2\end{cases}$$

$$f_2(t)=u(t)+u(t-1)u(t-2)$$

$$f_3(t)=-\sin\frac{\pi}{2}t[u(t+2)-u(t-2)]$$

$$f_4(t)=u(t+2)-2u(t+1)+3u(t-1)-4u(t-2)+2u(t-3)$$

1-4 画出下列各信号的波形：(1) $f_1(t)=U(t_2-1)$；(2) $f_2(t)=(t-1)U(t^2-1)$；(3) $f_3(t)=U(t^2-5t+6)$；(4) $f_4(t)=U(\sin\pi t)$。

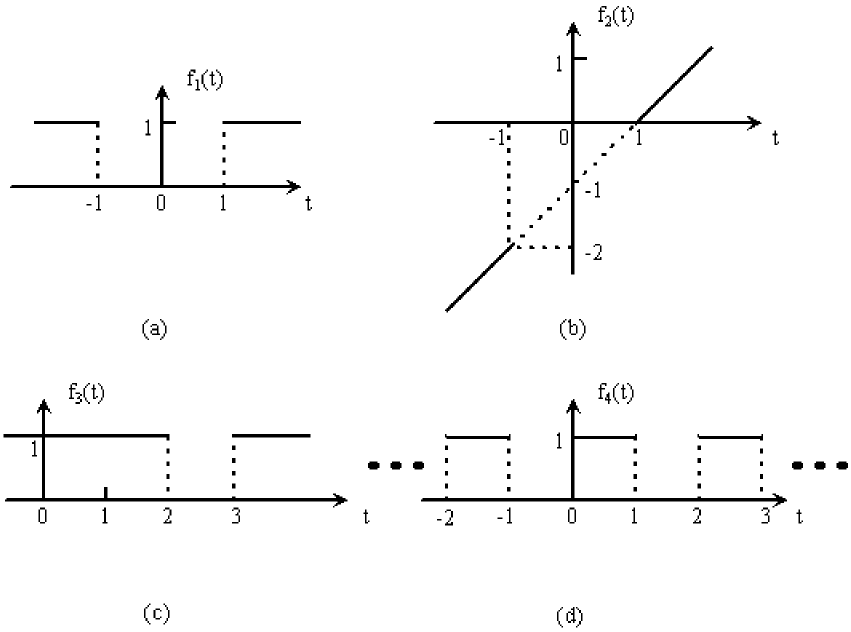
答案

(1) $f_1(t)=u(t-1)+u(-t-1)$，其波形如图题 1.4(a)所示.

(2) $f_2(t)=(t-1)[u(t-1)+u(-t-1)]=(t-1)u(t-1)+(t-1)u(-t-1)$ 其波形如图题 1.4(b)所示.

(3) $f_3(t)=u(-t+2)+u(t-3)$, 其波形如图 1.4(c)所示.

(4) $f_4(t)=u(\sin\pi t)$ 的波形如图题 1.4(d)所示.



图题 1.4

1-5 判断下列各信号是否为周期信号，若是周期信号，求其周期 T。

(1) $f_1(t)=2\cos(2t-\frac{\pi}{4})$ ； (1) $f_2(t)=[\sin(t-\frac{\pi}{6})]^2$ ； (3) $f_3(t)=3\cos 2\pi t U(t)$ 。

答案

周期信号必须满足两个条件:定义域 $t\in R$, 有周期性, 两个条件缺少任何一个, 则就不是周期信号了.

(1) 是, $T=\frac{2\pi}{3}s$.

(2) $f(t)=3\times\frac{1}{2}[1-\cos(2t-\frac{\pi}{3})]$, 故为周期信号, 周期 $T=\frac{2\pi}{2}=\pi s$.

(3)　因 $t\langle 0$ 时有 $f(t)=0,$ 故为非周期信号

1-6 化简下列各式：

（1）$\int_{-\infty}^{t}\delta(2\tau-1)d\tau 1$；(2) $\frac{d}{dt}\left[\cos(t+\frac{\pi}{4})(\delta(t))\right]$；(3) $\int_{-\infty}^{\infty}\frac{d}{dt}[\cos t\delta(t)]\sin tdt$。

答案

(1) 原式 $=\int_{-\infty}^{t}\delta[2(\tau-\frac{1}{2})]d\tau=\int_{-\infty}^{t}\frac{1}{2}\delta(\tau-\frac{1}{2})d\tau=\frac{1}{2}u(t-\frac{1}{2})$

(2) 原式 $=\frac{d}{dt}[\cos\frac{\pi}{4}\bullet\delta(t)]=\frac{\sqrt{2}}{2}\delta'(t)$

(3) 原式 $=\int_{-\infty}^{\infty}\delta'(t)\sin tdt=[-\sin'(t)]_{t=0}=-\cos|_{t=0}=-1$

1-7 求下列积分：（1）$\int_{0}^{\infty}\cos[\omega(t-3)\delta(t-2)]dt$；(2) $\int_{0}^{\infty}e^{jwt}\delta(t+3)dt$；(3) $\int_{0}^{\infty}e^{-2t}\times\delta(t_0-t)dt$。

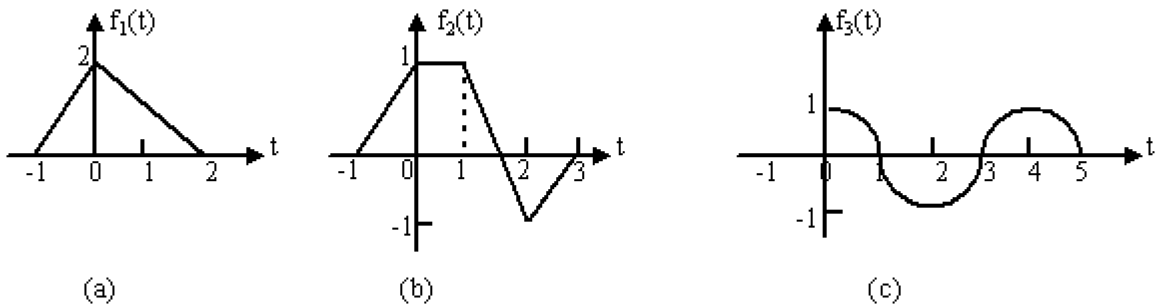
答案

(1) 原式 $=\cos[\omega(2-3)]=\cos(-\omega)=\cos\omega$

(2) 原式 $=e^{-j3\omega}\int_{0}^{\infty}\delta(t+3)dt=e^{-j3\omega}\times 0=0$

(3) 原式 $=e^{-2t}\int_{0}^{\infty}\delta(t_0-t)dt=e^{-2t_0}\times 1=e^{-2t_0}$

1-8 试求图题 1-8 中各信号一阶导数的波形，并写出其函数表达式，其中 $f_3(t)=\cos\frac{\pi}{2}t[U(t)-U(t-5)]$。



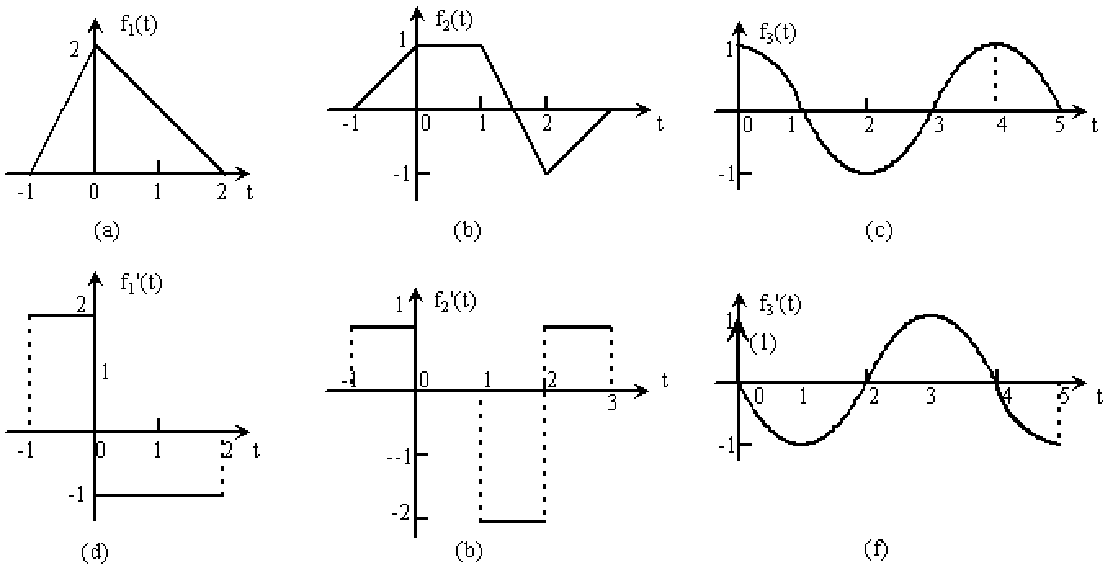
图题 1-8

答案

（a） $f_1'(t)=2u(t+1)-3u(t)+u(t-2)$， $f'(t)$ 的波形如图题 1。8（d）所示。

（b） $f_2'(t)=u(t+1)-2u(t-1)+3u(t-2)-u(t-3)$， $f_2'(t)$ 的波形如图题 1。8（e）所示。

（c） $f_3'(t)=-\sin\dfrac{\pi}{2}t[u(t)-u(t-5)]+\delta(t)$， $f_3'(t)$ 的波形如图题 1.8（f）所示.



图题 1.8

1-9 已知信号 $f(\frac{1}{2})$ 的波形如图题 1-9 所示，试画出 y(t)=f(t+1)U(-t) 的波形。

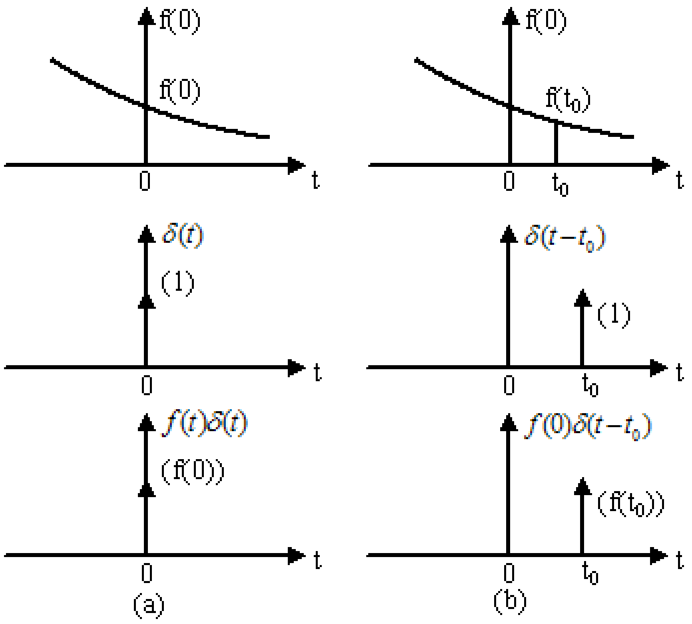
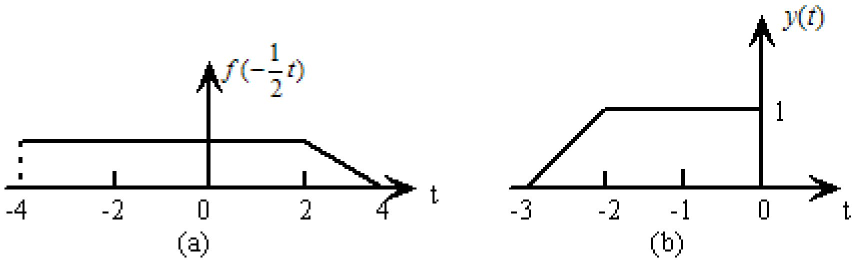


图 1-9

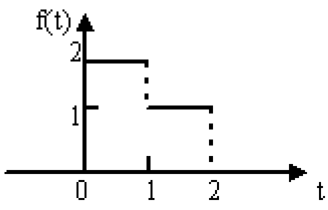
答案

$y(t)=f(t+1)u(-t)$ 的波形如图题 1.9(b)所示。



图题 1.9

1-10已知信号 f(t)的波形如图题 1-10 所示，试画出信号 $\int_{-\infty}^{t} f(2-\tau)d\tau$ 与信号 $\frac{d}{dt}[f(6-2t)]$ 的波形。

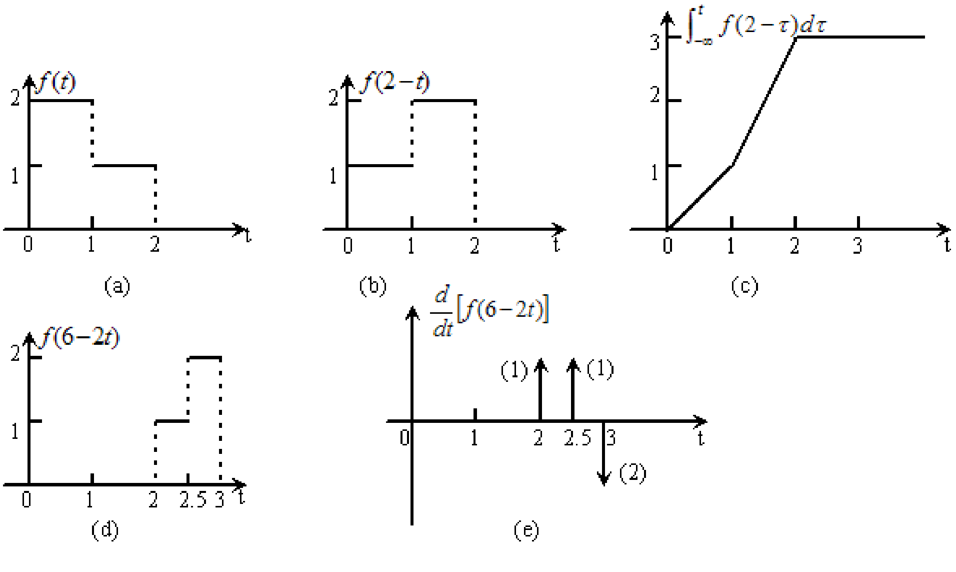


图题 1-10

答案

(1) $f(2-t)$ 的波形与 $\int_{-\infty}^{t} f(2-\tau)d\tau$ 的波形分别如图题 1.10(b),(c)所示。

(2) $f(6-2t)$ 的波形与 $\dfrac{d}{dt}[f(6-2t)]$ 的波形分别如图题 1.10(d),(e)所示。且 $\dfrac{d}{dt}[f(6-2t)] = \delta(t-2)+\delta(t-2.5)-2\delta(t-3)$



图题 1.10

1-11 已知 f(t)是已录制的声音磁带，则下列叙述中错误的是(__)。

A. f(-t)是表示将磁带倒转播放产生的信号

B. f(2t)表示磁带以二倍的速度加快播放

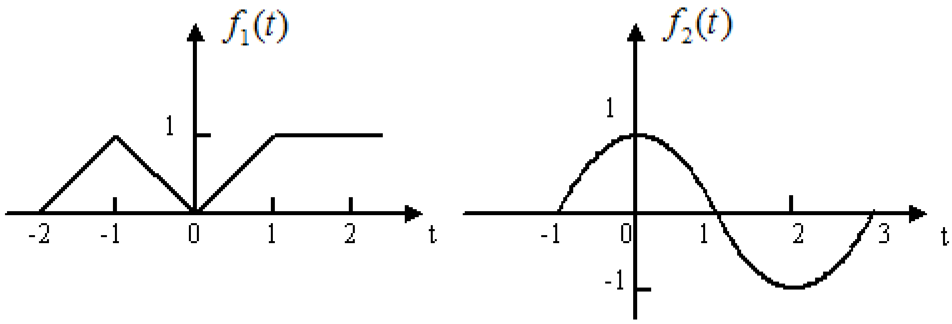
C. f(2t)表示磁带放音速度降低一半播放

D. 2f(t)表示将磁带音量放大一倍播放

答案

C

1-12 求解并画出图题 1-12 所示信号 $f_1(t)$，$f_2(t)$ 的偶分量 $f_e(t)$ 与奇分量 $f_o(t)$。

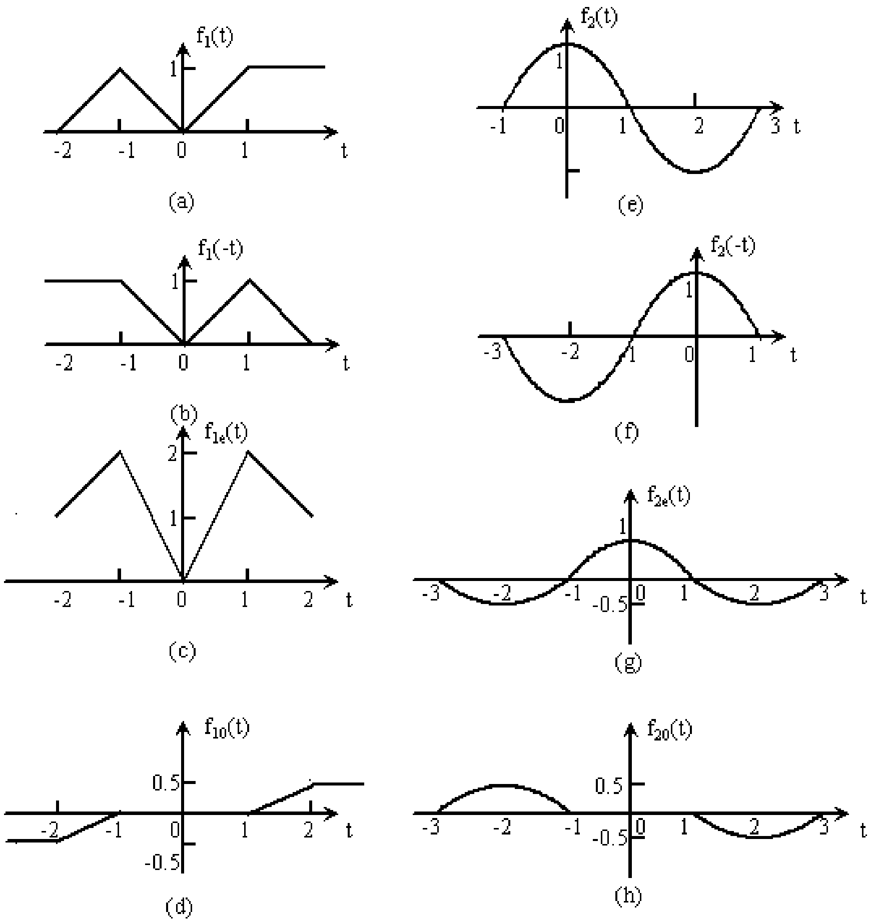


(a) (b)

图题 1-12

答案

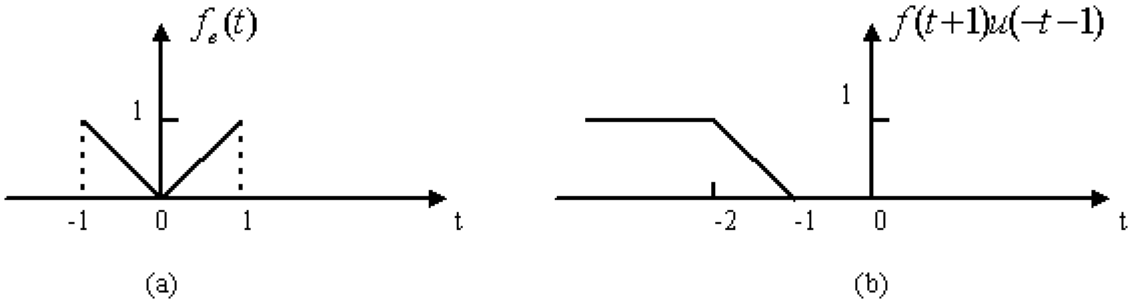
因 $f(t)=f_e(t)+f_0(t)=\frac{1}{2}[f(t)+f(-t)]+\frac{1}{2}[f(t)-f(-t)]$ 式中 $f_e(t)=\frac{1}{2}[f(t)+f(-t)], f_0(t)=\frac{1}{2}[f(t)-f(-t)]$。故可画出各待求偶分量与奇分量的波形，相应如图题 1.12 中所示。



图题 1.12

1-13 已知信号 f(t)的偶分量 $f_e(t)$的波形如图题 1-13(a)所示，信号 f(t+1)×U(-t-1)的波形如图题 1-13(b)所示。求 f(t)的奇

分量 $f_o(t)$，并画出 $f_o(t)$的波形。



图题 1-13

答案

因 $f(t)=f_e(t)+f_0(t)$

故有 $f(t)u(-t)=f_e(t)u(-t)+f_0(t)u(-t)$

将信号 $f(t+1)u(-t-1) \xrightarrow{\text{右移1}} f(t-1+1)u(-t-1+1) = f(t)u(-t), f(t)u(-t)$ 的波形如图题 1。13(c)所示。又有

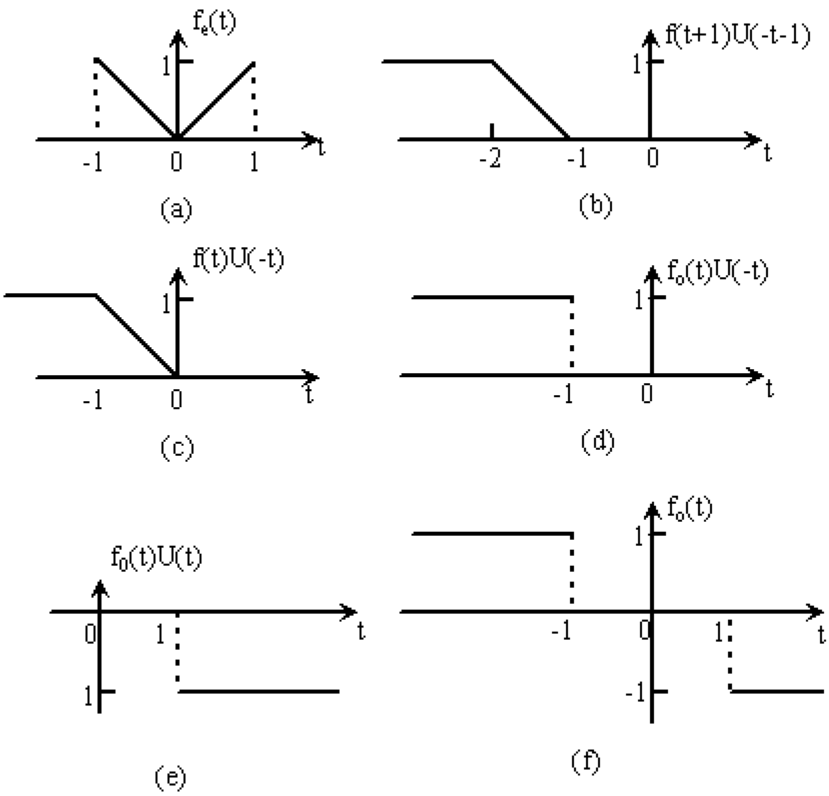
$$f_0(t)u(-t) = f(t)u(-t) - f_e(t)u(-t)$$

$f_0(t)u(-t)$ 的波形如图题 1.13(d)所示。

因为 $f_0(t)$ 是奇函数，关于坐标原点对称，故 $f_0(t)u(t)$ 的波形如图题 1.13(e)所示。最后得

$$f_0(t) = f_0(t)u(-t) + f_0(t)u(t) = u(-t-1) - u(t-1)$$

$f_0(t)$ 的波形如图题 1.13(f)所示。



图题 1.13

1-14 设连续信号 f(t)无间断点。试证明：若 f(t)为偶函数，则其一阶导数 f′(t)为奇函数；若 f(t)为奇函数，则其一阶导数

f′(t)为偶函数。

答案

（1）若 $f(t)$ 为偶函数，则有 $f(-t)=f(t)$. 故 $f'(-t)=-f'(t)$. 故 $f'(t)$ 为奇函数。

（2）若 $f(t)$ 为奇函数，则有 $f(-t)=-f(t)$． 故 $f'(-t)=-f'(t)$，即 $f'(t)=-[f'(-t)]=-[-f'(t)]=f'(t)$ ．故 $f'(t)$ 为偶函数。

1-15试判断下列各方程所描述的系统是否为线性的、时不变的、因果的系统。式中 f(t)为激励，y(t)为响应。

(1) $y(t)=\frac{d}{dt}f(t)$ (2) y(t)=f(t)U(t)

(3) y(t)=sin[f(t)]U(t) (4) y(t)=f(1-t)

(5) y(t)=f(2t) (6) y(t)=[f(t)]^2

(7) $y(t)=\int_{-\infty}^{t}f(\tau)d\tau$ (8) $y(t)=\int_{-\infty}^{5t}f(\tau)d\tau$

答案

(1) 线性，时不变，因果系统

(2) 线性，时变，因果系统。因为当激励为 $f(t)$ 时，其响应 $y(t)$；当激励为 $f(t-t_0)$ 时，其响应为 $y_1(t)=f(t-t_0)u(t)$，但是

$y(t-t_0)\neq y_1(t)$，所以系统为时变系统。

(3) 非线性，时变，因果系统。

(4) 线性，时变，非因果系统。因为当 $t=0$ 时有 $y(0)=f(1)$，即系统当前时刻的响应决定于未来时刻的激励，故为非因果系

统。

(5) 线性 ，时变，非因果系统。

(6) 非线性，时不变，因果系统。因为当激励为 $f(t)$ 时，响应为 $y(t)$；当激励为 $kf(t)$ 时，响应为 $y_1(t)=[kf(t)]^2$， 但

$y_1(t)\neq ky(t)$，故该系统为非线性系统。

（7）线性，时不变，因果系统。

(8)　线性，时变，非因果系统。

1-16 已知系统的激励 f(t)与响应 y(t)的关系为 $y(t)=e^{-t}\int_{-\infty}^{t} f(\tau)e^{\tau}d\tau$，则该系统为(__)。

A　线性时不变系统　　　　　B　线性时变系统

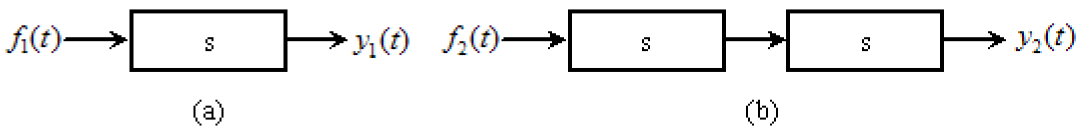
C　非线性时不变系统　　　　D　非线性时变系统

答案

A

1-17 图题 1-17(a)所示系统为线性时不变系统，已知当激励 $f_1(t)=U(t)$ 时，其响应为 $y_1(t)=U(t)-2U(t-1)+U(t-2)$。

若激励为 f2(t)=U(t)-U(t-2)，求图题 117(b)所示系统的响应 $y_2(t)$。



图题 1-17

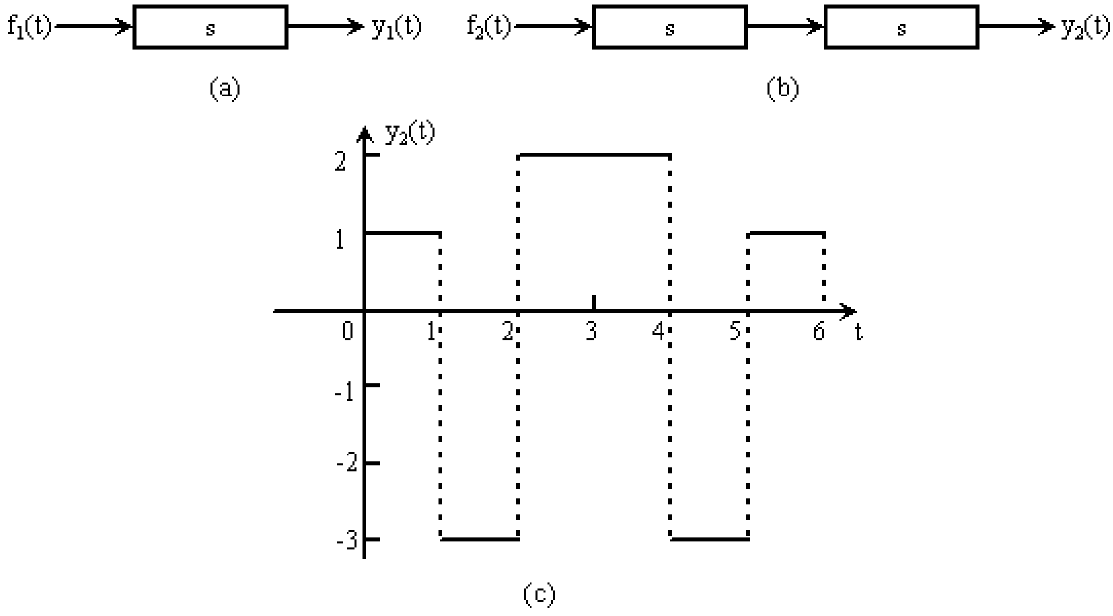
答案

$$y_2(t)=u(t)-2u(t-1)+u(t-2)-2[u(t-1)-2u(t-2)+u(t-3)]+$$

$$2[u(t-3)-2u(t-4)+u(t-5)]-[u(t-4)-2u(t-5)+u(t-6)]=$$

$$u(t)-4u(t-1)+5u(t-2)-5u(t-4)+4u(t-5)-u(t-6)$$

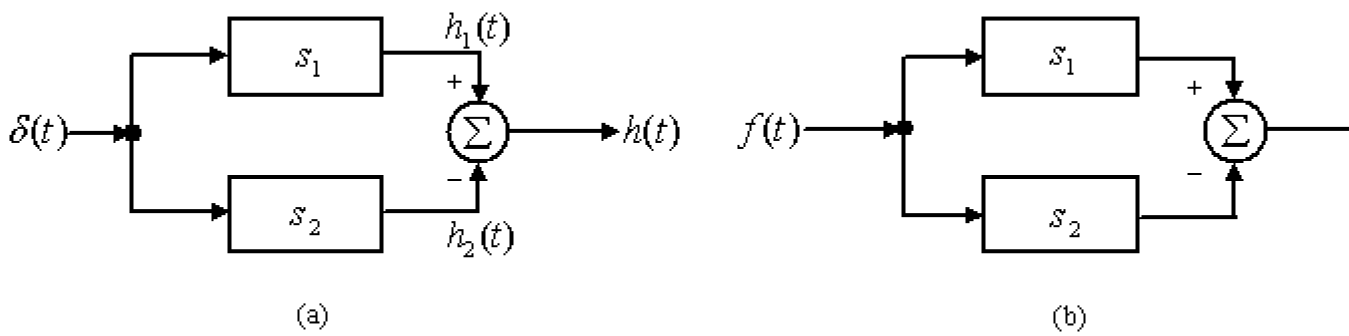
$y_2(t)$ 的波形如图题 1.17(c)所示.



图题 1.17

1-18 图题 1-18(a)所示为线性时不变系统，已知 $h_1(t)=\delta(t)-\delta(t-1)$，$h_2(t)=\delta(t-2)-\delta(t-3)$。（1）求响应 h(t)；

（2） 求当 f(t)=U(t)时的响应 y(t)（见图题 1-18(b)）。



图题 1-18

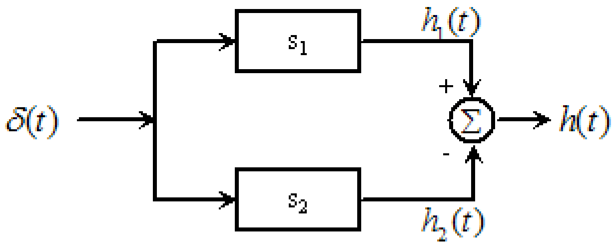
答案

（1） $h(t)=h_1(t)-h_2(t)=\delta(t)-\delta(t-1)-\delta(t-2)+\delta(t-3)$

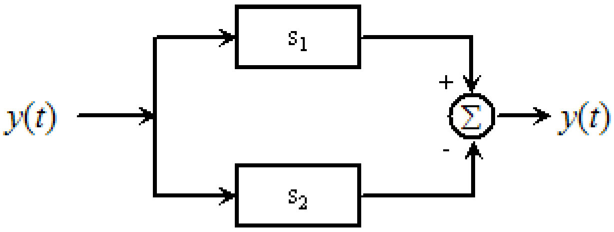
(2) 因 $f(t)=u(t)=\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau$，故根据现行系统的积分性有

$$y(t)=\int_{-\infty}^{t}h(\tau(d\tau=\int_{-\infty}^{t}[\delta(\tau)-\delta(\tau-1)-\delta(\tau-2)+\delta(\tau-3)]d\tau=u(t)-u(t-1)-u(t-2)+u(t-3)$$

[答案](#)



(a)

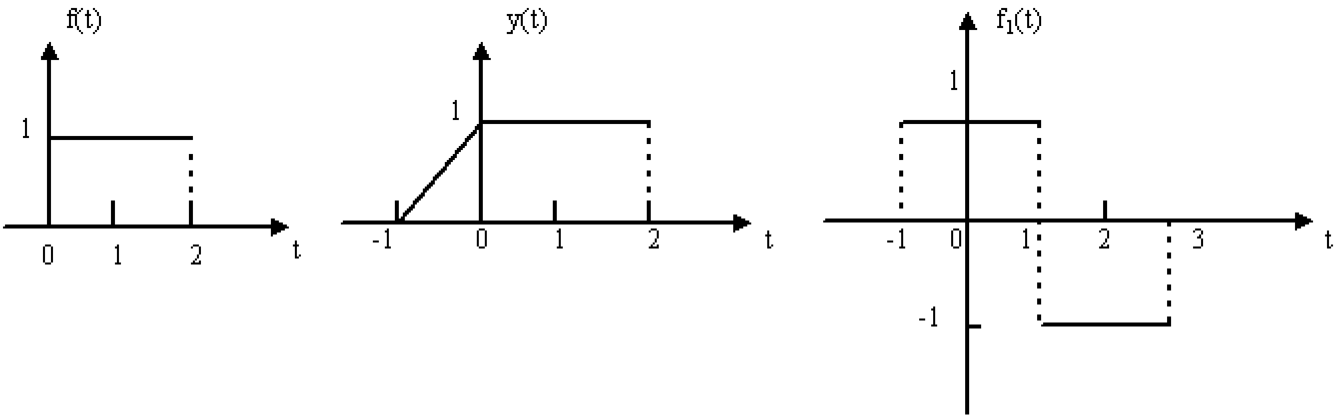


(b)

图题1.18

1-19 已知系统激励 f(t)的波形如图题 1-19(a)所示，所产生的响应 y(t)的波形如图题 1-19(b)所示。试求激励 f_1(t)

（波形如图题 1-19(c)所示）所产生的响应 y_1(t)的波形。



(a) (b) (c)

图题 1-19

[答案](#)

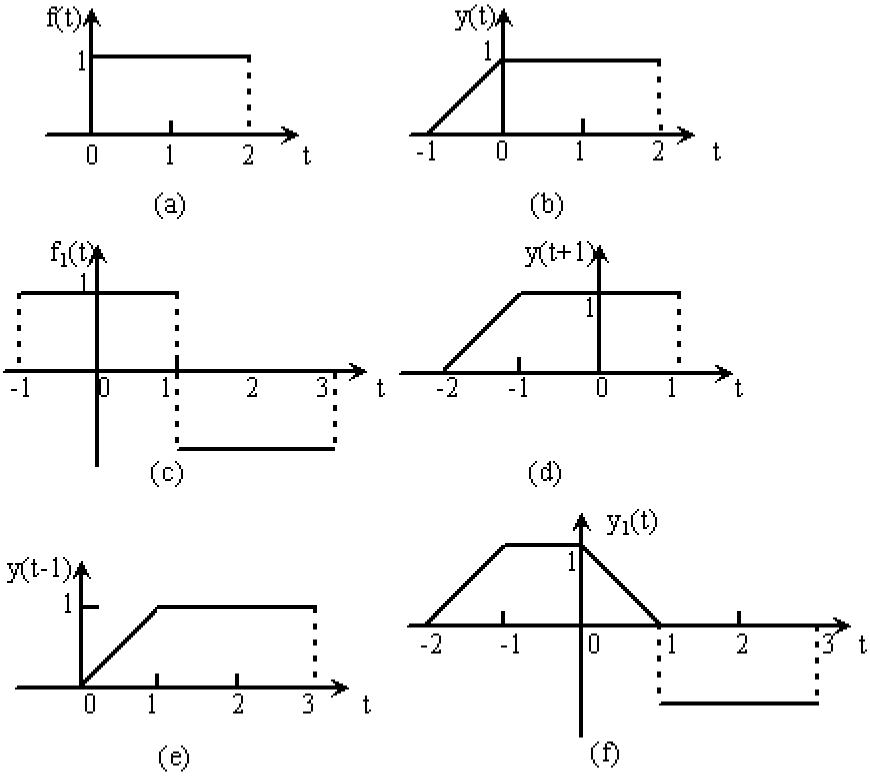
用 $f(t)$ 表示 $f_1(t)$ 即

$$f_1(t)=f(t+1)-f(t-1)$$

故 $f_1(t)$ 在同一系统中所产生的响应为

$$y_1(t)=y(t+1)-y(t-1)$$

故 $y(t+1),y(t-1),y(t)$ 的波形分别如图题 1.19(d),(e),(f)所示。



图题 1.19

1-20 已知线性时不变系统在信号 δ(t)激励下的零状态响应为 h(t)=U(t)-U(t-2)。试求在信号 U（t-1)激励下的零状态

响应 y(t)，并画出 y(t)的波形。

[答案](#)

因有 $u(t)=\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau$，故激励 $u(t)$ 产生的响应为

$$y_1(t)=\int_{-\infty}^{t}h(\tau)d\tau=\int_{-\infty}^{t}[u(\tau)-u(\tau-1)]d\tau=$$

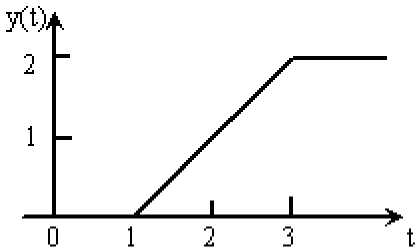
$$\int_{-\infty}^{t}u(\tau)d\tau-\int_{-\infty}^{t}u(\tau-1)d\tau=$$

$$tu(t)-(t-1)u(t-1)=\begin{cases}0 & t\langle 1\\ t-1 & 1\le t\langle 3\\ 2 & t\ge 3\end{cases}$$

故激励$u(t-1)$产生的响应为

$$y(t)=y_1(t-1)=(t-1)u(t-1)-(t-2)u(t-2)$$

$y(t)$的波形如图题 1。20 所示。



图题 1.20

1-21 线性非时变系统具有非零的初始状态，已知激励为 f(t)时的全响应为 $y_1(t)=2e^{-t}U(t)$；在相同的初始状态下，当激励为

2f(t)时的全响应为 $y_2(t)=(e^{-t}+\cos\pi t)U(t)$。求在相同的初始状态下，当激励为 4f(t)时的全响应 $y_3(t)$。

答案

设系统的零输入响应为$y_x(t)$，激励为$f(t)$时的零状态响应为$y_f(t)$，

故有

$$y_1(t)=y_x(t)+y_f(t)=2e^{-t}u(t)$$

$$y_2(t)=y_x(t)+2y_f(t)=(e^{-t}+\cos\ \pi t)u(t)$$

故联解得

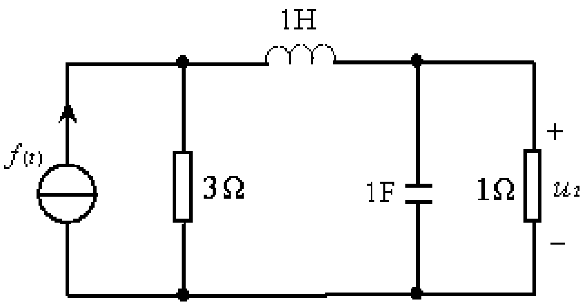
$$y_x(t)=(3e^{-t}-\cos\ \pi t)u(t)$$

$$y_f(t) = (-e^{-t} - \cos \pi t)u(T)$$

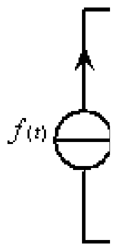
故得

第二章　　习题

2-1. 图题 2-1 所示电路，求响应 $u_2(t)$ 对激励 f(t) 的转移算子 H(p) 及微分方程。



(a)



图题 2.1

答案

解　其对应的算子电路模型如图题 2.1（b）所示，故对节点①，②可列出算子形式的 KCL 方程为

$$\begin{cases} \left(\dfrac{1}{3}+\dfrac{1}{p}\right)u_1(t)-\dfrac{1}{p}u_2(t)=f(t) \\ -\dfrac{1}{p}u_1(t)+\left(\dfrac{1}{p}+\dfrac{1}{1}+p\right)u_2(t)=0 \end{cases}$$

即

$$\begin{cases} \left(\dfrac{1}{3}p+1\right)u_1(t)-u_2(t)=pf(t) \\ -u_1(t)+\left(p^2+p+1\right)u_2(t)=0 \end{cases}$$

联解得

$$u_2(t)=\frac{3}{p^2+4p+4}f(t)=H(p)f(t)$$

故得转移算子为

$$H\ (p)=\frac{u_2(t)}{f(t)}=\frac{3}{p^2+4p+4}$$

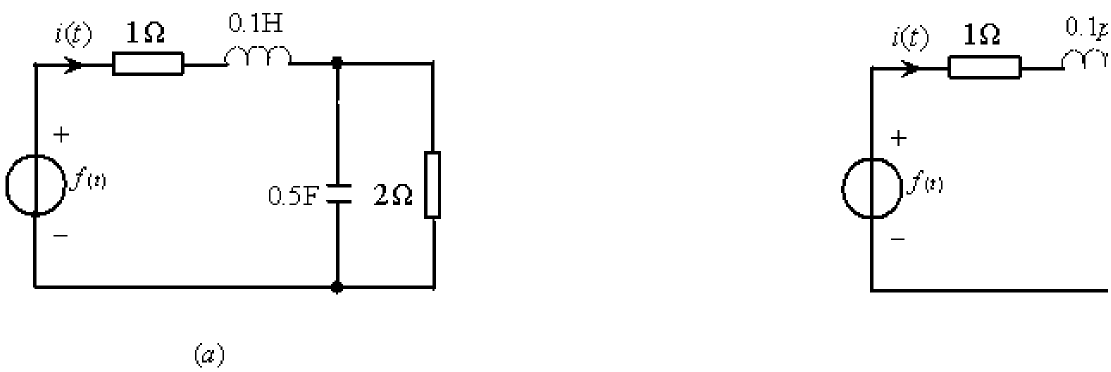
$u_2(t)$对 f(t)的微分方程为

$$\left(p^2+4p+4\right)u_2(t)=3f\ (t)$$

即

$$\frac{d^2}{dt^2}u_2(t)+4\frac{d}{dt}u_2(t)+4u_2(t)=3f\ (t)$$

2-2 图题 2-2 所示电路，求响应 i(t)对激励 f(t)的转移算子 H(p)及微分方程。



图题 2.2

[答案](#)

解　其对应的算子电路模型如图 2.2（b）所示。故得

$$i(t)=\frac{f(t)}{1+0.1p+\dfrac{\dfrac{2}{p}\times 2}{\dfrac{2}{p}+2}}=\frac{10p+10}{p^2+11p+30}f(t)$$

故得转移算子为

$$H(p)=\frac{i(t)}{f(t)}=\frac{10p+10}{p^2+11p+30}$$

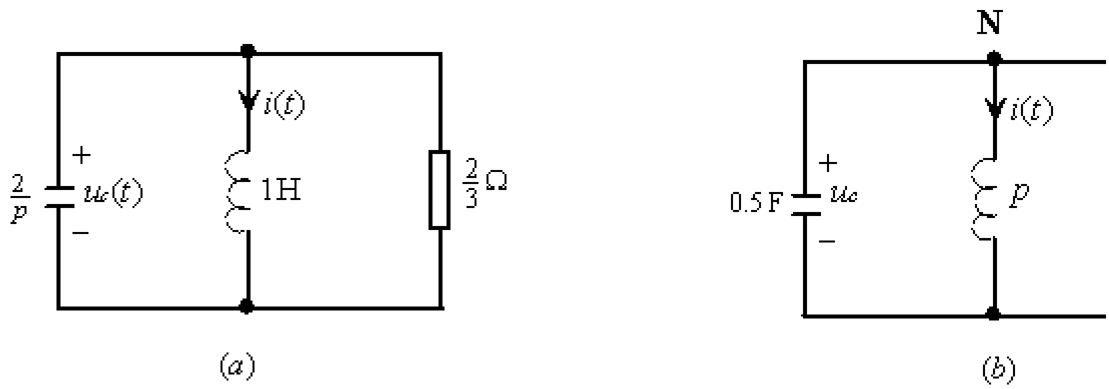
i(t)对 f(t)的微分方程为

$$(p^2+11p+30)i(t)=(10p+10)f(t)$$

即

$$\frac{d^2}{dt^2}i(t)+11\frac{d}{dt}i(t)+30i(t)=10\frac{d}{dt}f(t)+10f(t)$$

2-3　图题 2-3 所示电路，已知 $u_C(0^-)=1$ V，$i(0^-)=2$ A。求 t>0 时的零输入响应 i(t)和 $u_C(t)$。



图题 2.3

答案

解　其对应的算子电路模型如图题 2.3（b）所示。故对节点 N 可列写出算子形式的 KCL 方程为

$$\left(\frac{p}{2}+\frac{1}{p}+\frac{3}{2}\right)u_C(t)=0$$

又有uc(t)=pi(t)，代入上式化简，即得电路的微分方程为

$$\begin{cases}(p^2+3p+2)i(t)=0\\ i(0^+)=i(0^-)=2\\ u_c(0^+)=u_c(0^-)=1\end{cases}$$

电路的特征方程为

$$p^2+3p+2=0$$

故得特征根（即电路的自然频率）为 p_1=-1，p_2=-2。故得零输入响应的通解式为

$$i(t)=A_1e^{p_1t}+A_2e^{p_2t}=A_1e^{-t}+A_2e^{-2t}$$

又

$i'(t)=-A_1e^{-t}-2A_2e^{-2t}$

故有

$i(0^+)=A_1+A_2=2$

(1)

$$i'(0^+)=-A_1-2A_2$$

又因有

$$u_c(t)=Li'(t)$$

故 $$u_c(0^+)=Li'(0^+)$$

即 $$L(-A_1-2A_2)=1$$

即

$$-A_1-2A_2=1$$

(2)

式（1）与式（2）联解得 $A_1=5, A_2=-3$。故得零输入响应为

$$i(t)=5e^{-t}-3e^{-2t}A \qquad t\geq 0$$

又得

$$u_c(t)=L\frac{di(t)}{dt}=1\frac{d}{dt}\left[5e^{-t}-3e^{-2t}\right]=-5e^{-t}+6e^{-2t}V \quad t\geq 0$$

解　其对应的算子电路模型如图题 2.3（b）所示。故对节点 N 可列写出算子形式的 KCL 方程为

$$\left(\frac{p}{2}+\frac{1}{p}+\frac{3}{2}\right)u_C(t)=0$$

又有 uc(t)=pi(t)，代入上式化简，即得电路的微分方程为

$$\begin{cases}(p^2+3p+2)i(t)=0\\ i(0^+)=i(0^-)=2\\ u_c(0^+)=u_c(0^-)=1\end{cases}$$

电路的特征方程为

$$p^2+3p+2=0$$

故得特征根（即电路的自然频率）为 p_1=-1，p_2=-2。故得零输入响应的通解式为

$$i(t)=A_1e^{p_1t}+A_2e^{p_2t}=A_1e^{-t}+A_2e^{-2t}$$

又

$$i'(t)=-A_1e^{-t}-2A_2e^{-2t}$$

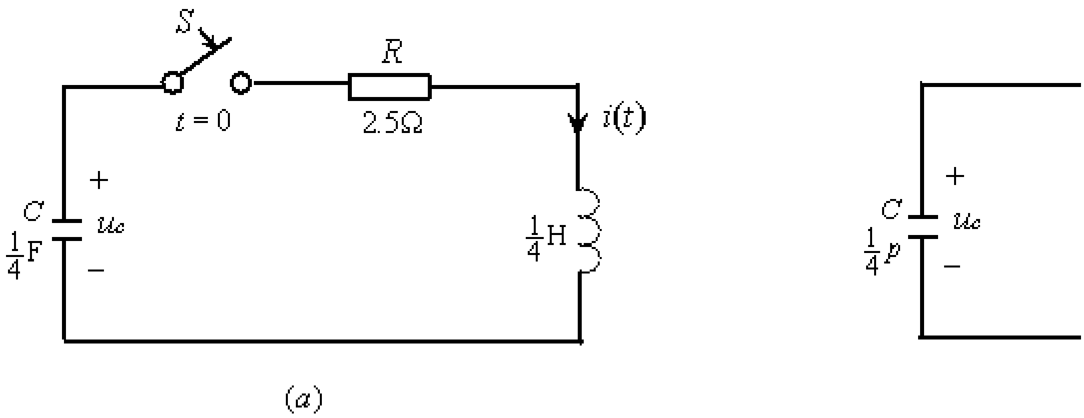
故有

$$i(0^+)=A_1+A_2=2$$

(1)

$$i'(0^+)=-A_1-2A_2$$

2-4 图题 2-4 所示电路，t<0 时 S 打开，已知 $u_C(0-)$=6 V，i(0^-)=0。(1) 今于 t= 时刻闭合 S，求 t>0 时的零输入响应 $u_C(t)$和 i(t)；（2） 为使电路在临界阻尼状态下放电，并保持 L 和 C 的值不变，求 R 的值。



图题 2.4

答案

解 （1）t>0 时 S 闭合，故有

$$u_c(0^+) = Li'(0^-) = 6V$$

$$i(0^+) = i(0^-) = 0$$

t>0 时的算子电路模型如图题 2.4(b)所示。故得 t>0 电路的微分方程为

$$u_c(t) = (2.5 + \frac{1}{4}p)i(t) = (2.5 + \frac{1}{4}p)(-\frac{1}{4}pu_c) =$$

$$-\frac{2.5}{4}pu_c(t) - \frac{1}{16}p^2u_c(t)$$

即
$$\left(\frac{1}{16}p^2 + \frac{2.5}{4}p + 1\right)u_c(t) = 0$$

即
$$\begin{cases}(p^2 + 10p + 16)u_c(t) = 0 \\ u_c(0^+) = u_c(0^-) = 6 \\ i(0^+) = i(0^-) = 0\end{cases}$$

其特征方程为 $p^2+10p+16=0$，故得特征根（即电路的自然频率）为 $p_1=-2, p_2=-8$。故得零输入响应 $u_c(t)$的通解形式为

$$u_c(t) = A_1e^{-2t} + A_2e^{-8t}$$

又有
$$u_c'(t) = -2A_1e^{-2t} - 8A_2e^{-8t}$$

故
$$Cu'(t) = C(-2A_1e^{-2t} - 8A_2e^{-8t})$$

即
$$-i(t) = \frac{1}{4}(-2A_1e^{-2t} - 8A_2e^{-8t}) =$$ V

$$-\frac{1}{2}A_1e^{-2t} - 2A_2e^{-8t}$$

即
$$i(t) = \frac{1}{2}A_1e^{-2t} + 2A_2e^{-8t}$$

故有
$$\begin{cases}u_c(0^+) = A_1 + A_2 = 6 \\ i(0^+) = \frac{1}{2}A_1 + 2A_2 = 0\end{cases}$$

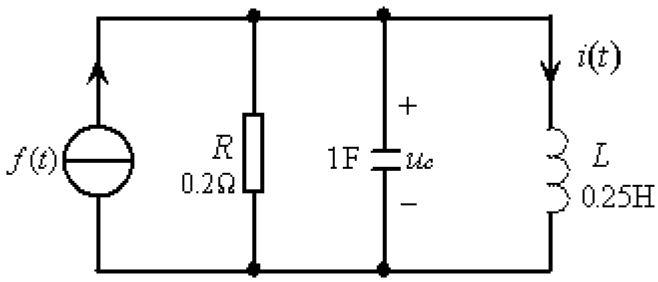
联解得 A_1-=8,A_2=-2。故得

$$u_c(t)=8e^{-2t}-2e^{-8t}V \quad t\geq 0$$

又得

$$i(t)=-C\frac{du_c}{dt}=4e^{-2t}-4e^{-8t}A \quad t\geq 0$$

2-5 图题 2-5 所示电路，（1） 求激励 f(t)=δ(t) A 时的单位冲激响应 u_C(t)和 i(t)；（2）求激励 f(t)=U(t) A 时对应于 i(t)的单位阶跃响应 g(t)。



图题 2.5

答案

解 （1）该电路的微分方程为

$$LC\frac{d^2}{dt^2}i(t)+\frac{L}{R}\frac{d}{dt}i(t)+i(t)=f(t)$$

代入数据并写成算子形式为

$$(p^2+5p+4)i(t)=4f(t)=4\delta(t)$$

故得

$$i(t)=\frac{4}{p^2+5p+4}\delta(t)=$$

$$\left(\frac{\frac{4}{3}}{p+1}+\frac{-\frac{4}{3}}{p+4}\right)\delta(t)=\frac{4}{3}\times\frac{1}{p+1}\delta(t)-\frac{4}{3}\times\frac{1}{p+4}\delta(t)$$

故得

$$i(t)=\left(\frac{4}{3}e^{-t}-\frac{4}{3}e^{-4t}\right)U(t)\qquad A$$

进一步又可求得 $u_c(t)$ 为

$$u_c(t)=L\frac{di(t)}{dt}=0.25\left(-\frac{4}{3}e^{-t}+\frac{16}{3}e^{-4t}\right)=$$

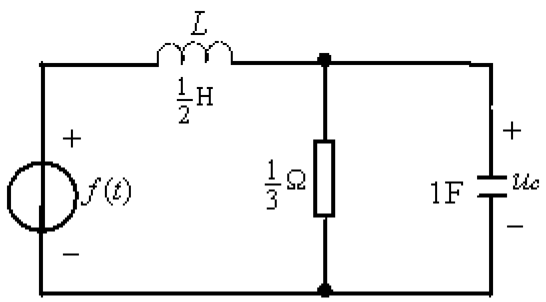
$$\left(-\frac{1}{3}e^{-t}+\frac{4}{3}e^{-4t}\right)U(t)\qquad V$$

（2）因有 $U(t)=\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau$，故根据线性电路的积分性有

$$g(t)=\int_{-\infty}^{t}i(\tau)d\tau=\int_{-\infty}^{t}\left(\frac{4}{3}e^{-\tau}-\frac{4}{3}e^{-4\tau}\right)U(\tau)d\tau$$

$$\left(1-\frac{4}{3}e^{-t}+\frac{1}{3}e^{-4t}\right)U(t)\qquad A$$

2-6 图题 2-6 所示电路，以 $u_c(t)$ 为响应，求电路的单位冲激响应 h(t) 和单位阶跃响应 g(t)。



图题2.6

答案

解　　电路的微分方程为

$$\frac{d^2}{dt^2}uc+3\frac{d}{dt}uc+2u_c=2f(t)$$

写成算子形式为

$$(p^2+3p+2)u_c(t)=2f(t)$$

(1) 当 $f(t)=\delta(t)\quad V$ 时，有 $u_c(t)=h(t)$。故得单位冲击响应为

$$h(t)=\frac{2}{p^2+3p+2}\delta(t)=\frac{2}{(p+1)(p+2)}\delta(t)=$$

$$\frac{2}{p+1}\delta(t)=\frac{-2}{p+2}\delta(t)=$$

$$2e^{-t}-2e^{-2t}=2(e^{-t}-e^{-2t})U(t)\quad V$$

(2) 当 f(t)=U(t) V 时，有 uc(t)=g(t)。故得

$$g(t)=\int_{-\infty}^{t}h(\tau)d\tau=\int_{-\infty}^{t}2(e^{-\tau}-e^{-2\tau})U(\tau)d\tau=$$

$$2\int_{0}^{t}(e^{-\tau}-e^{-2\tau})d\tau=(-2e^{-\tau}+e^{-2\tau}+1)+U(t)\quad V$$

2-7 求下列卷积积分

（1） t[U(t)-U(t-2)]∗δ(1-t)；（2） [(1-3t)δ′(t)]∗e^{-3t}U(t)

答案

解 (1) 原式= $t[U(t)-U(t-2)]*\delta(t-1)=$

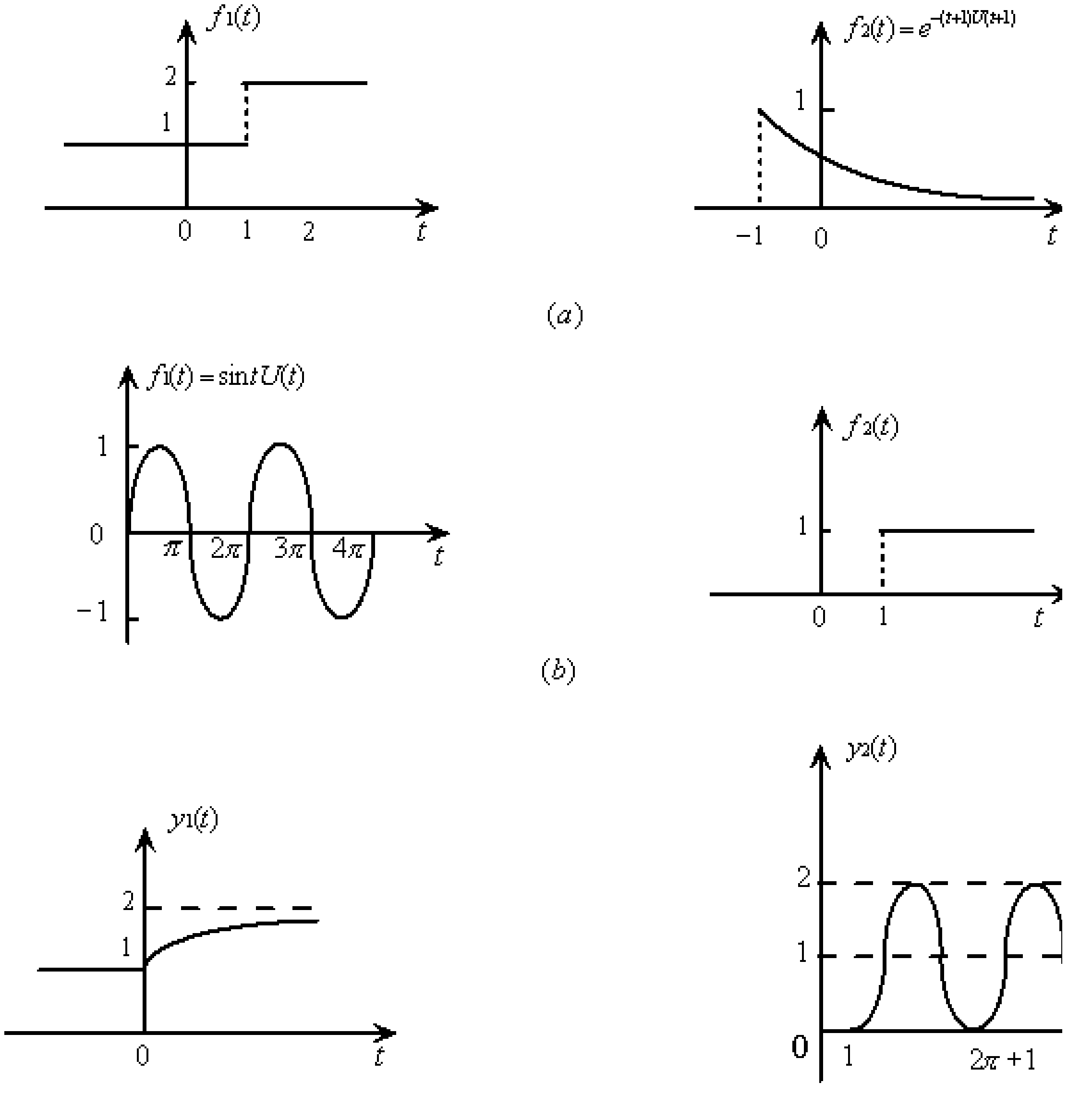
$$(t-1)[U(t-1)-U(t-3)]$$

(2) 原式= $\delta'(t)*e^{-3t}U(t)-3t\delta'(t)*e^{-3t}U(t)=$

$$\left[e^{-3t}U(t)\right]' - 3\left\{\left[t\delta(t)\right]' - \delta(t)\right\} * e^{-3t}U(t) =$$

$$-3e^{-3t}U(t)+\delta(t)+3e^{-3t}U(t)=\delta(t)$$

2-8 已知信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 的波形如图题 2-8(a)，(b)所示。求 $y(t)=f_1(t)*f_2(t)$ 并画出 y(t)的波形。



(c)　　(d)

图 题 2.8

答案

解　(a) $f_1(t)=1+U(t-1)$