

第三章（傅里叶变换）

一、选择题

1. 阶跃信号 $u(t)$ 的傅里叶变换为（ ）

A、 $\pi\delta(\omega) + \frac{1}{j\omega}$ B、 $\pi\delta(\omega) - \frac{1}{j\omega}$ C、 $\pi\delta(\omega) + j\omega$ D、 $\pi\delta(\omega) - j\omega$

2. 狄里克雷(Dirichlet)条件是傅里叶变换存在的（ ）

A、充要条件 B、充分条件 C、必要条件 D、以上均不正确

3. 若时域信号 $f(t)$ 的傅里叶变换 $F(\omega)$ 在频域是周期的，则下列说法正确的是（ ）

A、 $f(t)$ 是离散的 B、 $f(t)$ 是周期的 C、 $f(t)$ 是连续的 D、 $f(t)$ 是非周期的

4. 假设信号 $f_1(t)$ 的奈奎斯特频率为 ω_1 弧度/秒，信号 $f_2(t)$ 的奈奎斯特频率为 ω_2 弧度/秒，且 $\omega_1 > \omega_2$ ，则信号 $f(t) = f_1(t+1) + f_2(t+2)$ 的奈奎斯特频率为（ ）。

A、 ω_1 B、 ω_2 C、 $\omega_1 + \omega_2$ D、 $\omega_1 \cdot \omega_2$

5. 若信号 $f(t)$ 的带宽为20 KHz，则信号 $f(2t)$ 的带宽为（ ）

A、10KHz B、20KHz C、30KHz D、40KHz

6. 傅里叶变换的频谱是（ ）。

- A. 与时间变量有关，与频率变量无关
- B. 与时间变量有关，与频率变量也有关
- C. 与时间变量无关，与频率变量有关
- D. 与时间变量无关，与频率变量也无关

7. 设 $f(t)$ 为半波像对称信号（即奇谐信号），展开为傅里叶级数时，只含有（ ）谐波项。

- A. 奇次分量
- B. 偶次分量
- C. 直流分量
- D. 基波分量

8. 若对信号 $f(t)$ 进行理想抽样，其奈奎斯特频率为 f_s 赫兹，则对信号 $f(0.5t-2)$ 的进行理想抽样，其奈奎斯特频率为（ ）赫兹。

A、 $0.5f_s$ B、 $2f_s$ C、 $0.5(f_s - 2)$ D、 $2(f_s - 2)$

9. 假设信号 $f_1(t)$ 的奈奎斯特频率为 ω_1 弧度/秒，信号 $f_2(t)$ 的奈奎斯特频率为 ω_2 弧度/秒，且 $\omega_1 > \omega_2$ ，则信号 $f(t) = f_1(t+1) \cdot f_2(t+2)$ 的奈奎斯特频率为（ ）。

A、 ω_1 B、 ω_2 C、 $\omega_1 + \omega_2$ D、 $\omega_1 \cdot \omega_2$

10. 冲激信号 $\delta(\cos t)$ 表示的含义为 ()。

- A、 $\sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^{k+1} \delta(t - \frac{2k+1}{2}\pi)$ B、 $\sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \delta(t - \frac{2k+1}{2}\pi)$
 C、 $-\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - \frac{2k+1}{2}\pi)$ D、 $\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - \frac{2k+1}{2}\pi)$

11. 连续时间信号 $f(t) = \sin(t) \cdot u(t)$ 和 $h(t) = \delta'(t) + u(t)$ 的卷积为 ()。

- A、 $\delta(t)$ B、 $u(t)$ C、 $2\cos(t) \cdot u(t)$ D、 $-2\cos(t) \cdot u(t)$

12. 离散时间信号卷积和 $2^n u(n) * 3^n u(n) =$ ()。

- A、 $(3^{n+1} + 2^{n+1})u(n)$ B、 $(3^n + 2^n)u(n)$ C、 $(3^{n+1} - 2^{n+1})u(n)$ D、 $(3^n - 2^n)u(n)$

13. 若对信号 $f(t)$ 进行理想抽样，其奈奎斯特频率为 f_s 赫兹，则对信号 $f(3t-2)$ 的进行理想抽样，其奈奎斯特频率为 () 赫兹。

- A、 $3f_s$ B、 $f_s/3$ C、 $3(f_s - 2)$ D、 $(f_s - 2)/3$

14. 系统的幅频特性 $|H(j\omega)|$ 和相频特性如图 (a), (b) 所示, 则下列信号通过该系统时, 不产生失真的是 ()

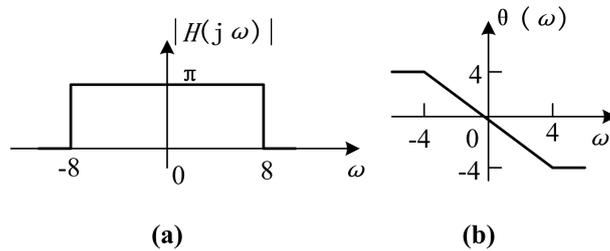


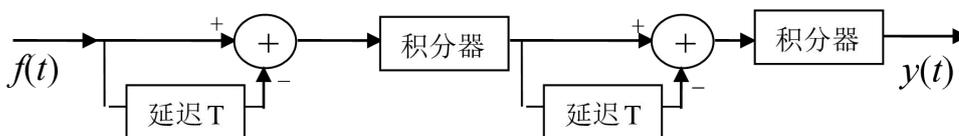
图 1

- A. $f(t) = \cos(t) + \cos(8t)$ B. $f(t) = \sin(t) + \sin(3t)$
 C. $f(t) = \sin(2t)\sin(3t)$ D. $f(t) = \cos^2(3t)$

15. 以下哪种信号的频谱被称为“均匀谱”或“白色谱”()

- A 单位斜变信号 B 单位阶跃信号 C 单位冲激信号 D 单位冲激偶信号

16. 系统框图如下图, 则系统的频率响应 $H(j\omega)$ 为 ()



A. $-\frac{1-2e^{-j\omega T}+e^{-j2\omega T}}{\omega^2}$

B. $-\frac{1+2e^{-j\omega T}+e^{-j2\omega T}}{\omega^2}$

C. $-\frac{1-2e^{-jT}+e^{-j2T}}{\omega^2}$

D. $-\frac{1+2e^{-jT}+e^{-j2T}}{\omega^2}$

17. 对 $\left(\frac{\sin 200t}{\pi}\right)^4$ 进行理想冲激抽样的奈奎斯特抽样角频率为 () rad/s

- A. 200 B. 400 C. 800 D. 1600

18. 无失真传输的条件是 ()

- A. 幅频特性等于常数
 B. 相位特性是一通过原点的直线
 C. 幅频特性等于常数，相位特性是一通过原点的直线
 D. 相位特性等于常数，幅频特性是一通过原点的直线

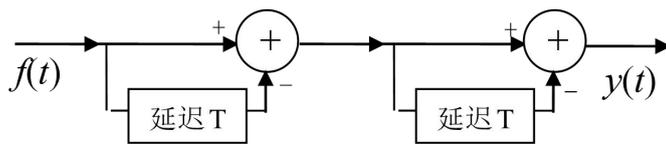
19. 对于信号 $f(t) = \sin 2\pi \times 10^3 t + \sin 4\pi \times 10^3 t$ 的最小抽样频率是 ()

- A. 8 kHz B. 4 kHz C. 2 kHz D. 1 kHz

20. 设 $f(t)$ 的频谱分别为 $F(\omega)$ ，则 $f(-t)$ 的频谱是 ()

- A. $jF(\omega)$ B. $-jF(\omega)$ C. $F(-\omega)$ D. $jF(-\omega)$

21. 系统框图如下图，则系统的频率响应 $H(j\omega)$ 为 ()



- A. $1-2e^{-j\omega T}+e^{-j2\omega T}$ B. $1+2e^{-j\omega T}+e^{-j2\omega T}$
 C. $1-2e^{-jT}+e^{-j2T}$ D. $1+2e^{-jT}+e^{-j2T}$

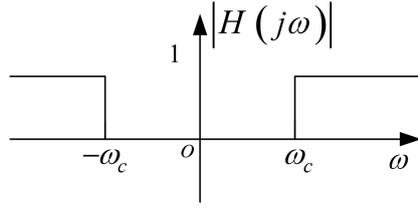
22. 已知某理想低通滤波器的频率响应为 $H(j\omega) = \begin{cases} e^{-j\omega} & |\omega| < 2 \\ 0 & |\omega| \geq 2 \end{cases}$ ，则滤波器的单位

冲激响应 $h(t) = ()$

- A. $\frac{\sin 2t}{\pi(t-1)}$ B. $\frac{\sin 2(t-1)}{\pi(t-1)}$ C. $\frac{\sin t}{\pi(t-1)}$ D. $\frac{\sin(t-1)}{\pi(t-1)}$

二、填空题

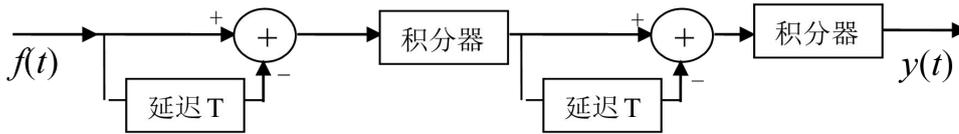
1. 信号 $f(t)$ 的傅里叶变换是 $F(\omega)$, 则信号 $tf(-t+1)$ 的傅里叶变换是_____。
 $F(\omega) = j\omega$ 的傅里叶逆变换是_____。
2. 信号 $f(t)$ 的最高频率为 f_m , 则对信号 $f(3t)$ 的最低采样频率为_____。
4. 设 $f(t)$ 为一有限频宽信号, 频带宽度为 100Hz, 则信号的奈奎斯特抽样频率 $f_s =$ _____ Hz; 而对于信号 $f(3t)$ 的最低抽样频率为_____ Hz。
5. 若输入信号 $f(t) = u(t-2) + \delta(t)$ 与输出信号 $y(t) = 3u(t-12) + 3\delta(t-10)$; 则系统的冲激响应 $h(t)$ 为_____, (是/不是) _____ 无失真传输系统。
6. 为使信号 $\text{Sa}^2(60t)$ 采样后信号不混叠, 选取的奈奎斯特抽样间隔应为_____秒; 而信号 $\text{Sa}(50t) + \text{Sa}(100t)$ 采样后信号不混叠, 选取的最大抽样间隔应为_____秒。
7. 若输入信号 $f(t) = u(t)$ 与输出信号 $y(t) = -2u(t-2)$; 则系统的冲激响应 $h(t)$ 为_____, (是/不是) _____ 无失真传输系统。
8. 设 $f(t)$ 为一有限频宽信号, 频带宽度为 100Hz, 则信号的奈奎斯特抽样频率 $f_s =$ _____ Hz; 而对于信号 $f(t/2)$ 的最低抽样频率为_____ Hz。
9. 若输入信号 $f(t) = 2\delta(t) + 3\delta'(t)$ 与输出信号 $y(t) = -6\delta(t-2) - 9\delta'(t-2)$; 则系统的冲激响应 $h(t)$ 为_____, (是/不是) _____ 无失真传输系统。
10. 为使信号 $\text{Sa}(100t)$ 采样后信号不混叠, 选取的奈奎斯特抽样间隔应为_____秒; 而信号 $\text{Sa}^2(100t)$ 采样后信号不混叠, 选取的最大抽样间隔应为_____秒。
11. 若输入信号 $f(t) = u(t) + \delta(t-3)$ 与输出信号 $y(t) = 3u(t-6) + 3\delta(t-9)$; 则系统的冲激响应 $h(t)$ 为_____, (是/不是) _____ 无失真传输系统。
12. 已知 $\mathcal{F}[f(t)] = F(\omega)$, 则 $\mathcal{F}[(t-3)f(t)] =$ _____。
13. $f(t-\tau) * \delta(t) * \delta(t-\tau) =$ _____。
14. 信号 $\delta(t)$ 的傅里叶变换为_____; 信号 $\delta'(t)$ 的傅里叶变换为_____。
15. 一理想滤波器的幅度特性如下图所示, 则此滤波器为_____ (低通/带通/高通) 滤波器。



16. 无失真传输系统的系统函数的相位特性为_____。

三、分析计算题

1. 求图所示系统的频谱响应 $H(j\omega)$ 和单位冲激响应 $h(t)$ 。



2. 零状态系统如图所示，图中理想低通滤波器的系统函数为：

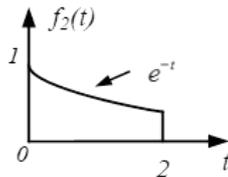
$$H(j\omega) = \begin{cases} e^{-j\omega t_0}, & |\omega| \leq 1 \\ 0, & |\omega| > 1 \end{cases} \quad f(t) \longrightarrow \boxed{H(j\omega)} \longrightarrow y(t)$$

(1) 求 $H(j\omega)$ 的傅里叶反变换 $h(t)$ ；

(2) 若 $f(t) = \text{Sa}(2t)$ ，求 $y(t)$ ；

(3) 若 $f(t) = \text{Sa}(0.5t)$ ，求 $y(t)$ 。

3. 已知 $f_1(t) = u(t-1)$ ， $f_2(t)$ 如图所示，用图解法计算卷积 $y(t) = f_1(t) * f_2(t)$ ，写出分步计算过程，大致做出 $y(t)$ 图形。



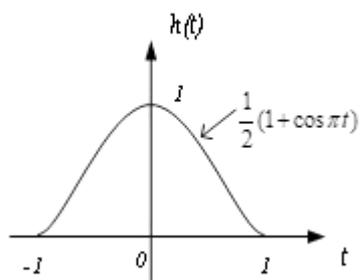
4. 利用时域与频域的对称性质，求下列傅里叶变换的时域函数；

(1) $F(\omega) = \delta(\omega - \omega_0)$; (2) $F(\omega) = u(\omega + \omega_0) - u(\omega - \omega_0)$;

(3) $F(\omega) = \frac{\omega_0}{\pi} [u(\omega + \omega_0) - u(\omega - \omega_0)]$;

5. 求解下列信号的傅里叶变换或傅里叶逆变换

(1) 已知系统的单位冲激响应 $h(t)$ 如图所示，求系统频率响应 $H(j\omega)$ ；



(2) 理想带通滤波器的频率响应 $H(j\omega) = |H(j\omega)| \cdot e^{j\phi(\omega)}$ 如图所示, 且 $\phi(\omega) = 0$,

求单位冲激响应 $h(t)$ 。

