

## 清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 信号与系统 （网络考试试题） 2020 年 6 月 13 日

姓名                      班级                      学号                     

### 网络考试诚信承诺书

我承诺，在考试期间，不使用、提供或接受未经授权的任何帮助或信息，不请人代考或者代替别人考试。按要求独立答卷，不与他人进行交流。

我承诺，严格遵守校规校纪，诚信考试！若有违反考试纪律行为，同意按照据《清华大学学生纪律处分管理规定》《清华大学学生纪律处分管理规定实施细则》给予处理。

我承诺，未经任课教师允许不得保留或扩散试题。

考生签字：

2020 年 06 月 13 日

（请将上述网络考试诚信承诺书抄写在下面空格里，并签名）

注意：在拍摄这一页上传照片的时候，需要将自己的学生证正面一同拍摄下来。

试卷共有八道题目

**1. 不定项选择题答案表格 1:**

1.	2.	3.	4.	5.
6.	7.	8.	9.	10.

**2. 判断对错题答案表格 2:**

1.	2.	3.	4.	5.
----	----	----	----	----

一、不定项选择题：（10×1=10 分，将答案写在试卷前面的答案表格 1 中）

1. 下面信号中，那些是**能量有限**信号？

- A.  $e^{-2t} \cdot u(t)$ ;                      B.  $\delta(t)$ ;  
C.  $u(t)$ ;                                  D.  $\cos(\omega_0 t) \cdot u(t)$

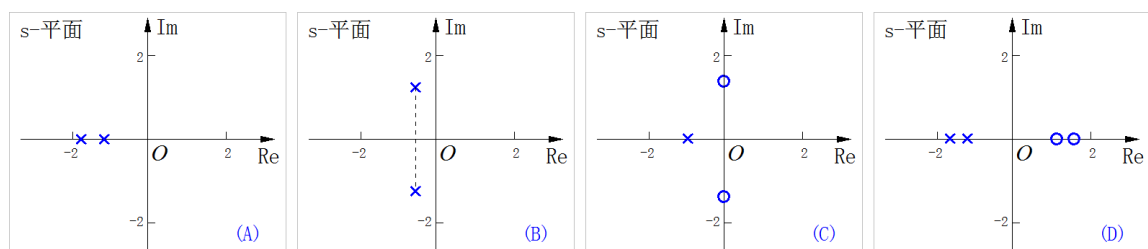
2、下面信号中，那些是**周期**信号？

- A.  $x[n] = \cos\left[\frac{2\pi n^2}{3}\right]$ ;                      B.  $x(t) = e^{-j3.1415t}$ ;  
C.  $x(t) = \cos(2t) + \sin(\pi t)$ ;                      D.  $x[n] = \sin^2[0.2n]$

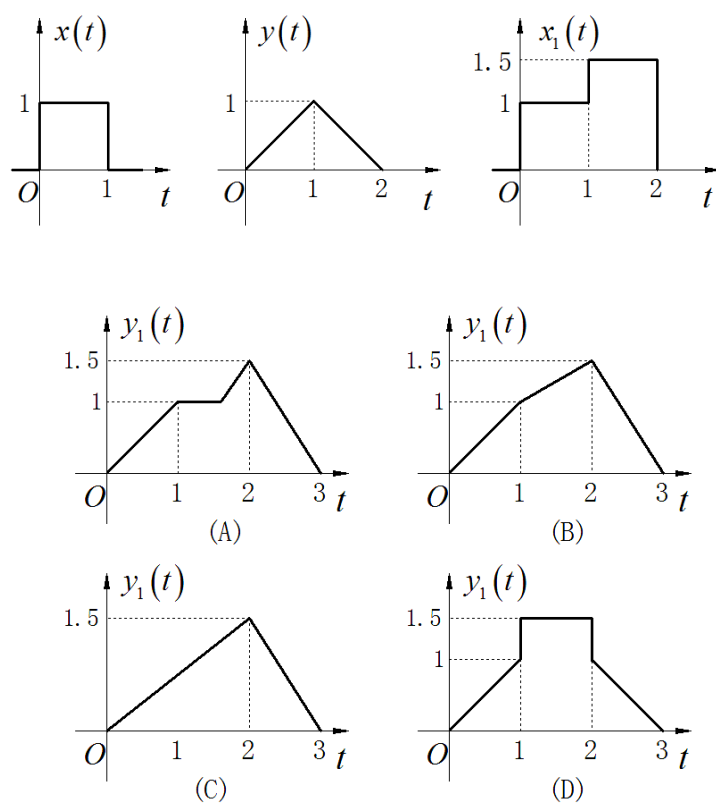
3. 下面系统中，属于**时不变**系统的包括哪些？其中  $x(t), x[k]$  为系统的输入， $y(t), y[k]$  为系统的输出。

- A.  $y(t) = \frac{d}{dt} x(t-1)$ ;                      B.  $y(t) = x(t) \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t-nT_s)$ ;  
C.  $y[k] = x[1-k]$ ;                      D.  $y(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)}{t-\tau} d\tau$ ;

4、下面各图中 LTI 系统函数的零极点分布，所描述的幅频特性为带阻系统为：



5、已知 LTI 系统在  $x(t)$  作用下系统零状态输出为  $y(t)$ 。那么在  $x_1(t)$  作用下，系统的零状态输出为：



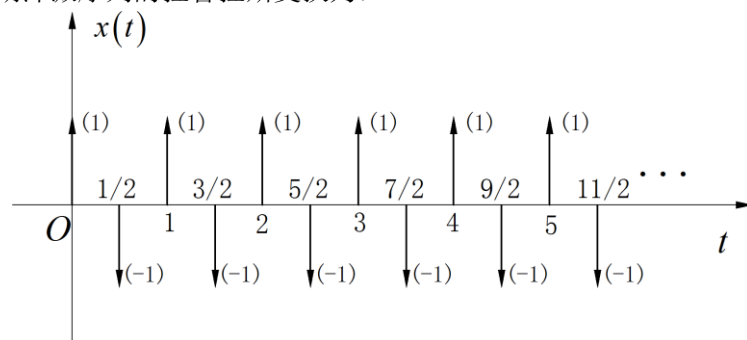
6、已知实信号  $x(t), y(t)$  之间的关系为：

$$y(t) = x(t) + j \left[ x(t) * \frac{1}{\pi t} \right]$$

下面关于信号  $y(t)$  的频谱  $Y(\omega)$  叙述正确的是：

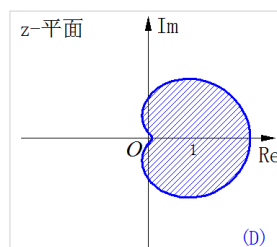
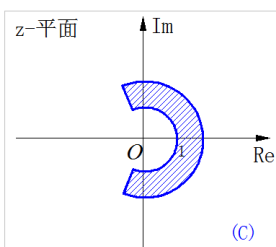
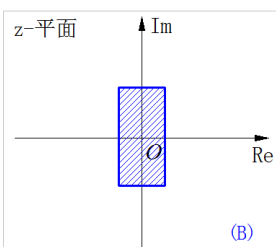
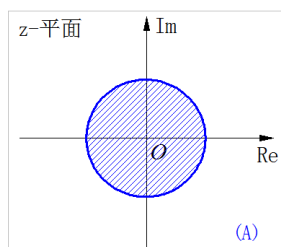
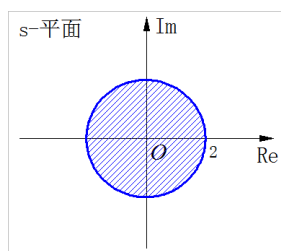
- A.  $Y(\omega)$  是一个虚奇函数；      B.  $Y(\omega)$  是一个实偶函数；  
C. 当  $\omega < 0$  时， $Y(\omega) = 0$ ；      D. 当  $\omega > 0$  时， $Y(\omega) = 0$ ；

7、下面半边周期冲激序列的拉普拉斯变换为：



- A.  $\frac{1}{1+e^{\frac{s}{2}}}$ ;    B.  $\frac{1}{1-e^{\frac{s}{2}}}$ ;    C.  $\frac{1}{1+e^{-\frac{s}{2}}}$ ;    D.  $\frac{1}{1-e^{-\frac{s}{2}}}$

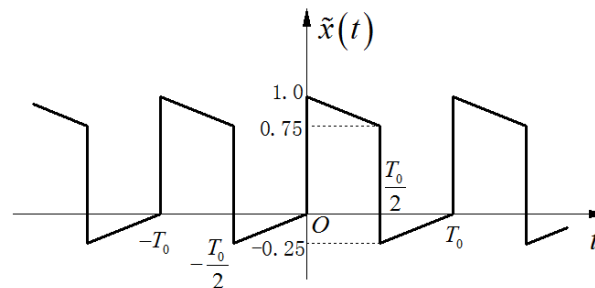
8、可能与下面 s 平面区域对应的 z 平面区域为 ( )：



9、如果模拟信号在采样频率  $\omega_s$  下进行采样，转换成数字信号。那么其中模拟频率为  $\frac{\omega_s}{3}$  的信号在采样后对应的数字信号频率（归一化频率）为：

- A.  $\frac{\pi}{6}$ ;    B.  $\frac{\pi}{4}$ ;    C.  $\frac{2\pi}{3}$ ;    D.  $\frac{\pi}{3}$

10、下面周期信号中的频率成分包括有：



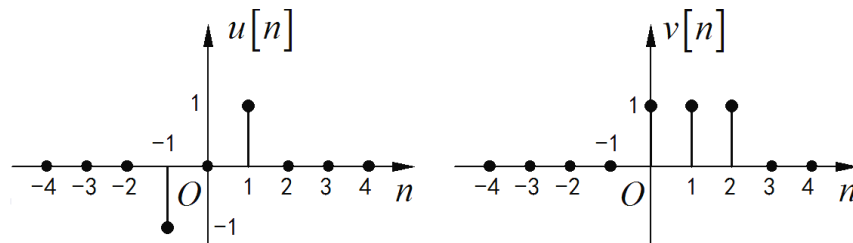
- A. 直流分量；    B. 奇次谐波；    C. 偶次谐波；    D. 有限个谐波

二、判断对错题：（5×1=5 分，正确画√，错误画×，结果写在试卷前面的答案表格 2 中）

- 1、如果  $x(t)$  的 Nyquist 频率为  $\omega_N$ ，那么  $x^2(t)$  的 Nyquist 频率为  $2 \cdot \omega_N$ 。
- 2、不存在信号本身与它的频谱都是有限长的信号。
- 3、有限冲激响应（FIR）滤波器的传递函数的分母是常量。
- 4、如果一个线性时不变离散时间系统的系统函数的收敛域包含单位圆，则系统是 BIBO 稳定的。
- 5、如果稳定最大相位的 LTI 系统函数具有靠近虚轴的零点，那么在零点对应虚轴所在的频率附近，系统的幅频特性有一个低谷，相位呈现下降趋势。

三、填空题：（2+4+3+2+2+2+2+3=20 分，将答案写在题目中空线上）

1、已知两个序列  $u[n]$ ,  $v[n]$  的波形如下图所示，请写出它两的卷积  $w[n] = u[n] * v[n]$  在  $n = 2$  时的取值：  $w[2] =$ \_\_\_\_\_。



2、一个线性时不变系统的输入输出分别  $x(t)$ ,  $y(t)$ ，它们之间的关系可以由下面的微分方程所描述：

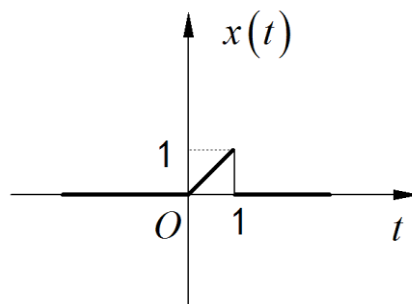
$$\frac{d}{dt} w(t) = y(t) + x(t), \quad \frac{d}{dt} y(t) = -w(t)$$

其中  $w(t)$  是中间变量。

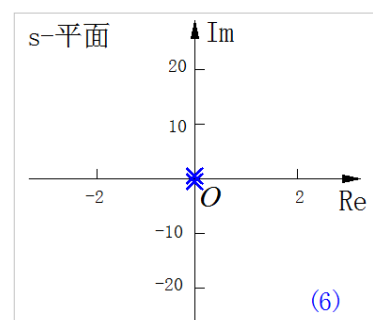
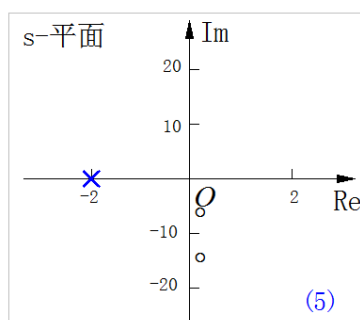
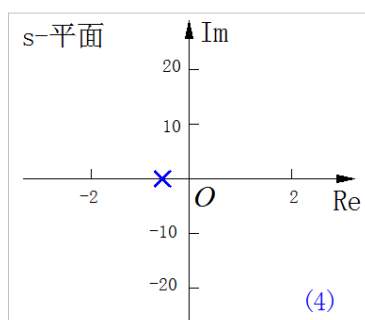
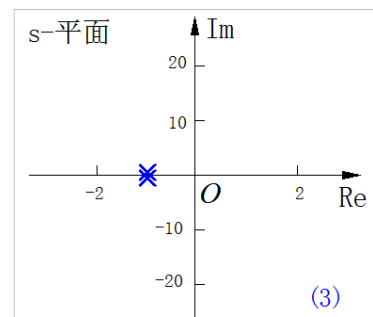
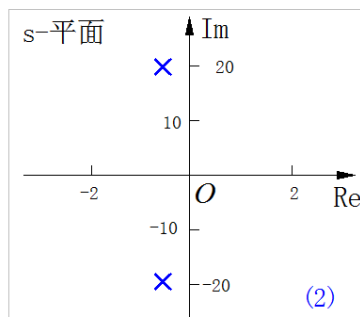
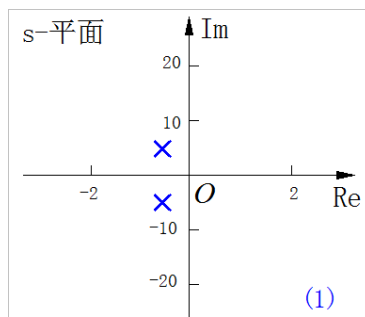
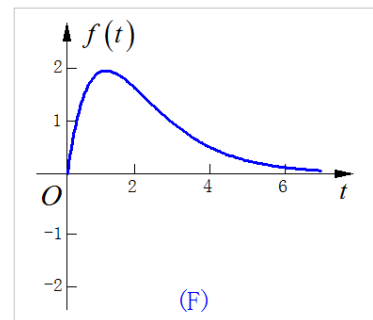
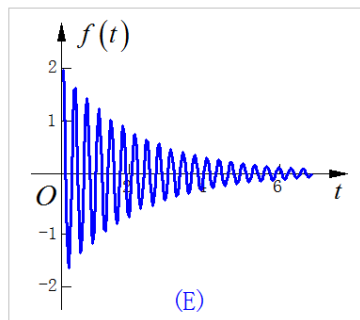
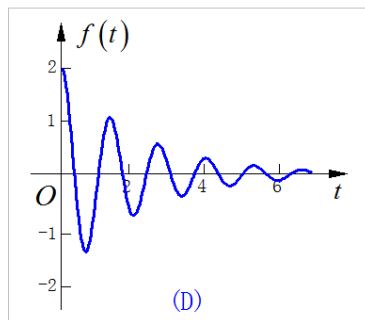
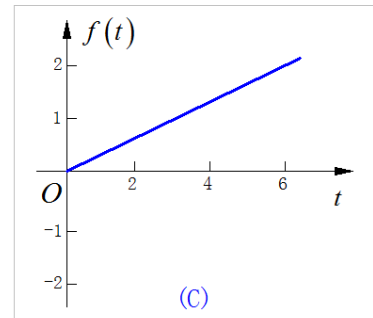
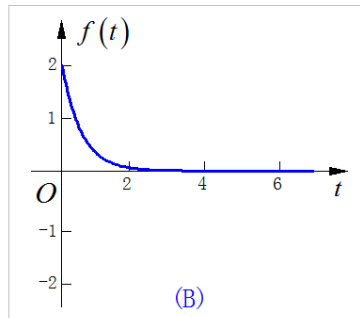
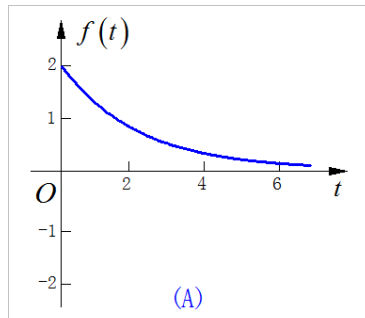
那么该系统的系统函数为：  $H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$ \_\_\_\_\_。

系统的单位冲激响应  $h(t) =$ \_\_\_\_\_。

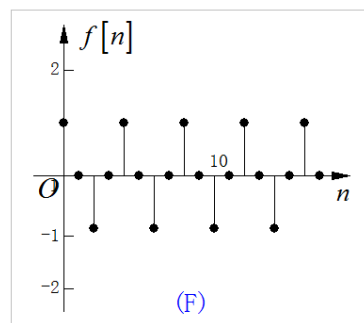
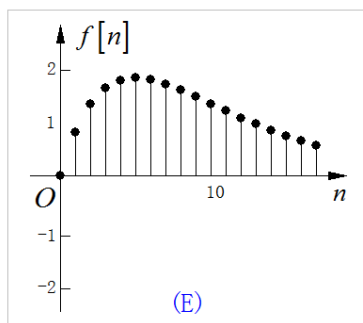
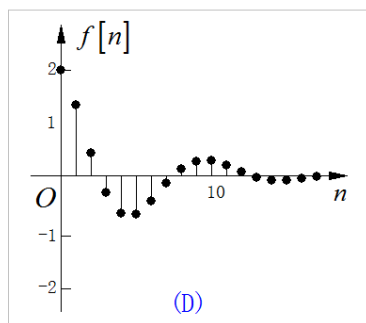
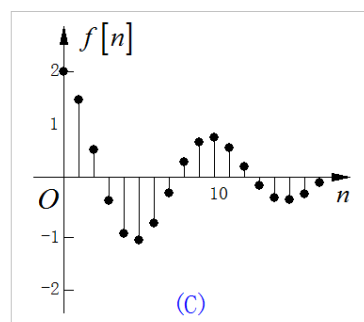
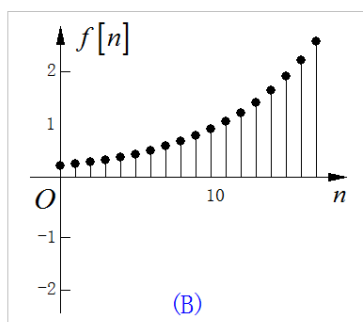
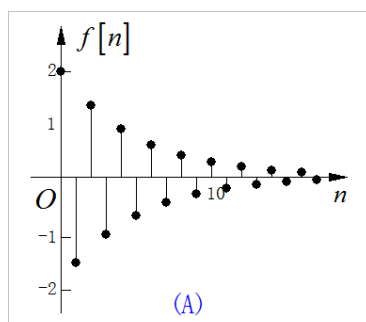
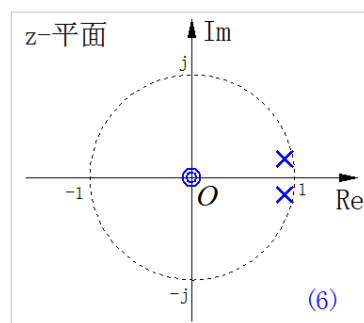
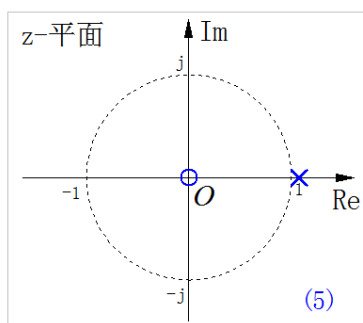
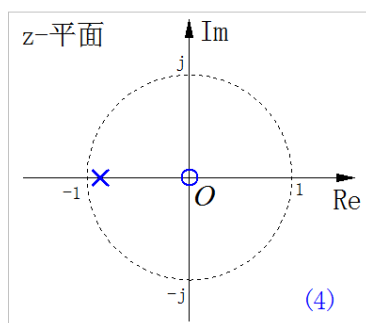
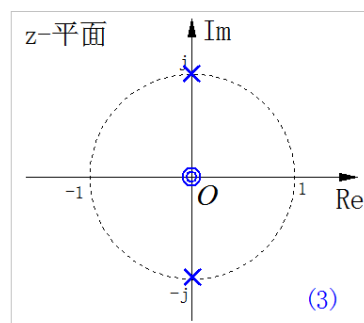
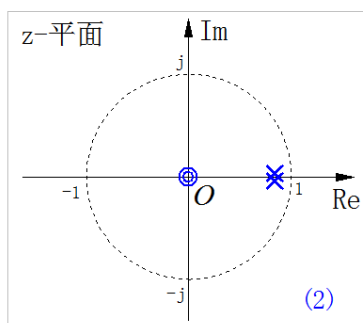
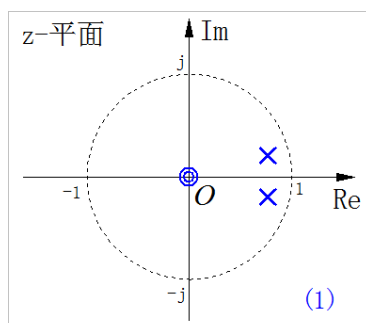
3、已知信号  $x(t)$  的波形如下图所示，则该信号的拉普拉斯变换的表达式和相应的收敛域为：\_\_\_\_\_。



4、已知连续时间 LTI 系统的单位冲激响应信号波形如下图(A)~(F)所示，在下图后面给出了六种零极点分布示意图(1)~(6)，请按照(A)~(F)对应单位冲激响应波形写出对应系统零极点分布顺序:\_\_\_\_\_。

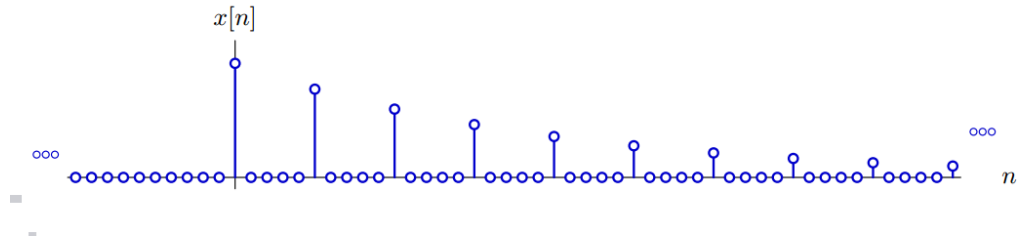


5、已知离散时间 LTI 系统的零极点分布如下面(1)~(6)图所示意。在下图后面又给出了六种单位冲激响应序列波形图(A)~(F)。请写出(1)~(6)种零极点分布所对应的系统单位冲激响应序列的顺序：\_\_\_\_\_。



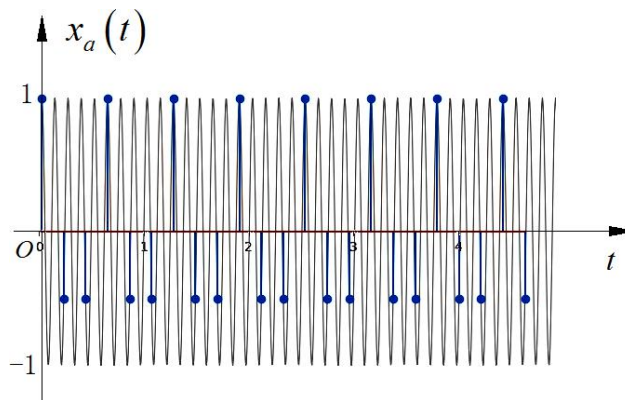


6、已知离散时间序列  $x[n]$  的表达式为：  $x[n] = \sum_{k=0}^{\infty} a^k \delta(n-5k)$ ，对应序列的图像为：



该序列信号的 Z 变换  $X(z) =$  \_\_\_\_\_。

7、如果正弦波  $x_a(t) = \cos(50t)$  被采样，采样频率为  $\omega_s = 30 \text{ rad/s}$ 。采样后的数据再经过 DAC（数模转换）被转换成模拟信号。DAC 的转换速率也是  $30 \text{ rad/s}$ 。那么转换后重构的正弦信号的频率为：\_\_\_\_\_。



8、已知信号  $x(t)$  的拉普拉斯变换为  $X(s) = \frac{2s^2 + s + 1}{s(s+2)}$ ,  $\text{Re}(s) > 0$ ，则信号的初值

$x(0_+) =$  \_\_\_\_\_；信号的终值  $x(+\infty) =$  \_\_\_\_\_。

（提示：请注意初值定理和终值定理应用的条件）

四、简答题：（5+5+5=15 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

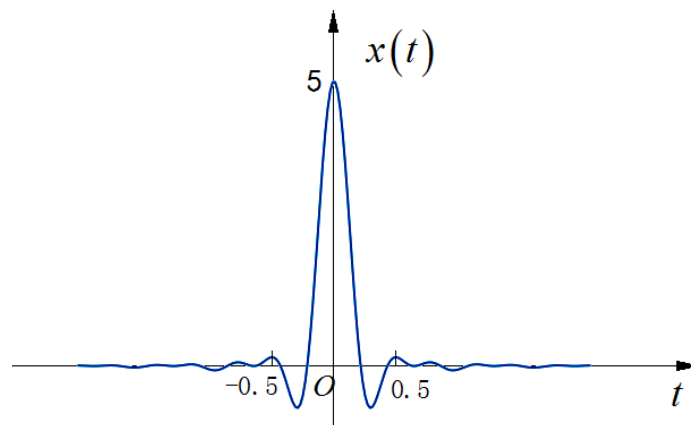
- 1、请解释什么叫做“吉布斯现象”，举例说明与“吉布斯现象”相关的物理现象。
- 2、请解释什么叫做“频率泄露”，并说明如何减少频率泄露现象对信号分析的影响。
- 3、如果已知线性时不变系统的单位冲激相应信号  $h(t)$ ，请说明如何判断系统的因果性、稳定性、可逆性、即时或者动态性。

五、计算题：（7+6+6+6=25 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

- 1、已知信号  $x(t)$  的表达式为：

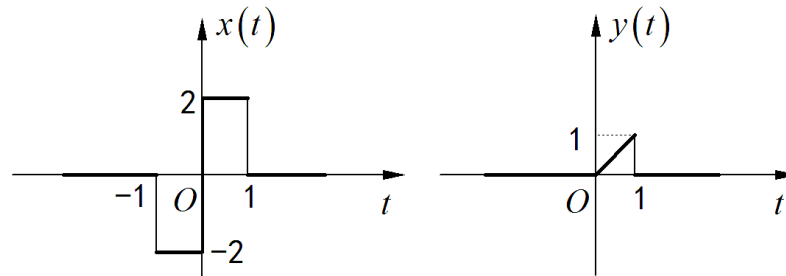
$$x(t) = \frac{\pi}{5} \cdot \frac{\sin(5t)}{\pi t} \cdot \frac{\sin(15t)}{\pi t}$$

求信号的面积  $A = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) dt = ?$



提示：  $FT \left\{ \frac{\sin at}{\pi t} \right\} = u(\omega + a) - u(\omega - a)$

2、已知连续时间信号  $x(t), y(t)$  如下图所示，请写出它们卷积结果  $z(t) = x(t) * y(t)$  的表达式，并绘制出结果信号波形。



3、已知某一  $z$  变换的象函数  $X(z) = \frac{2z^3 - 5z^2 + z + 3}{(z-2)(z-1)}$ ，收敛域为  $1 < |z| < 2$ ，求出原序列。

4、已知离散时间线性时不变系统的频率特性为： $H(e^{j\Omega}) = j \tan(\Omega)$ 。

请写出该离散时间系统对应的差分方程。

提示：
$$j \tan(\Omega) = \frac{2j \sin(\Omega)}{2 \cos(\Omega)} = \frac{e^{j\Omega} - e^{-j\Omega}}{e^{j\Omega} + e^{-j\Omega}}$$

## 六、计算卷积（5分）

已知序列  $x[n] = [1, 2, 3, 4, 5]$ ， $h[n] = [1, 0, 1, 1]$ 。

求：

(1)  $y[n] = x[n] * h[n]$

(2)  $y[n] = x[n] \otimes_7 h[n]$

(3)  $y[n] = x[n] \otimes_8 h[n]$

说明：序列  $x[n], h[n]$  中第一个数字对应下标  $n = 0$ 。

运算符号  $\otimes_7, \otimes_8$  分别表示周期为 7 和 8 的圆卷积。

七、系统分析题（10 分，将答案写在答题纸上）

已知系统冲激响应  $h(t) = \frac{d}{dt} \left[ \frac{\sin(\omega_c t)}{\pi t} \right]$ ，系统函数  $H(\omega) = F[h(t)] = |H(j\omega)| e^{j\varphi(\omega)}$ 。试

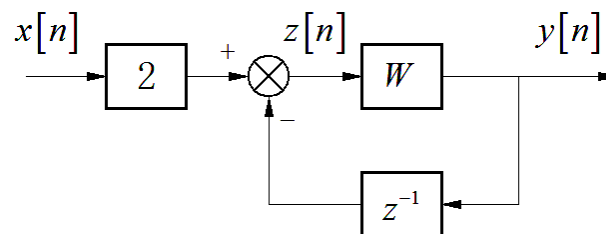
画出  $|H(j\omega)|$  和  $\varphi(\omega)$  的图形。

八、系统分析题：（10 分，将答案写在答题纸上）

已知离散时间系统的系统框图如下图所示。其中子系统 W 的输入输出的关系为：

$$y[n] - y[n-1] - \frac{1}{4}y[n-2] = z[n-1]$$

系统框图中的  $z^{-1}$  表示单位延迟。



1. 请写出系统的传递函数  $H(z)$ ;
2. 列写出输入  $x[n]$  输出  $y[n]$  之间的差分方程;
3. 根据系统的零极点分布，绘制出系统的幅频特性，判断幅频特性的种类（低通、带通、高通、带阻）。

注：绘制系统的幅频特性至少绘制出  $0 \sim 2\pi$  区间内的幅频特性。

