清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 信号与系统 （A 卷） 2015 年 6 月 30 日

姓名______________ 班级______________ 学号______________

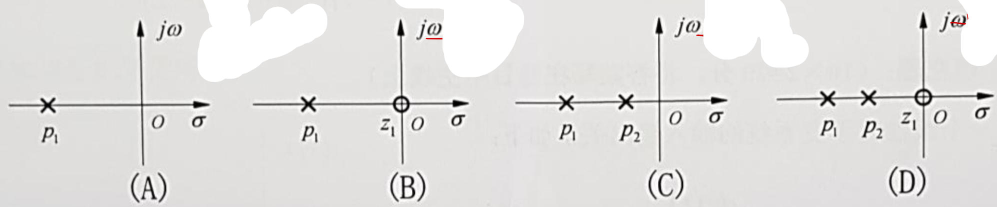
一、不定项选择题：（10×1=10 分，将答案写在题目前面的括号里）

1、（ ）下列信号中属于周期信号包括有

A、$x[n]=\cos\left[\dfrac{\pi}{3}n^2\right]$； B、$\cos(10t)-\sin(30t)$； C、$\left[5\sin(8t)\right]^2$；

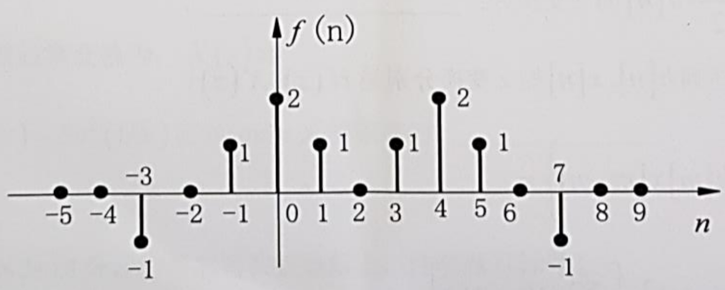
D、$\cos[2n]+\sin[5n]$。

2、（ ）下图所示的 $H(s)$ 的零极点分布，对应系统为高通滤波器的为：



3、已知 $f(n)$ 的图形如下图所示，$F\left(e^{j\omega}\right)$ 是它的离散序列傅立叶变换，则 $\int_{-\pi}^{\pi}F\left(e^{j\omega}\right)\mathrm{d}\omega$ 的值为：

A、2π； B、3π； C、4π； 4、6π



4、（ ）一个周期函数 $f(t)$，它的周期为 T，它的三角形式傅里叶级数展开式中只含有基波和奇次谐波的正弦分量的条件是：

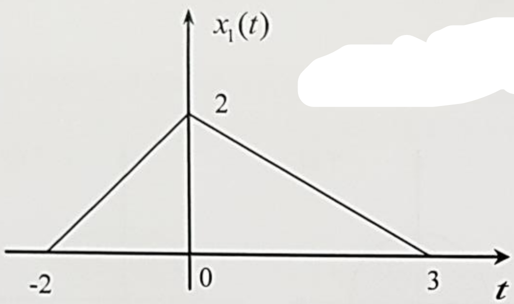
A、$f(t)=-f(-t)$且$f(t)=-f\left(t\pm\dfrac{T}{2}\right)$； B、$f(t)=f(-t)$且$f(t)=-f\left(t\pm\dfrac{T}{2}\right)$；

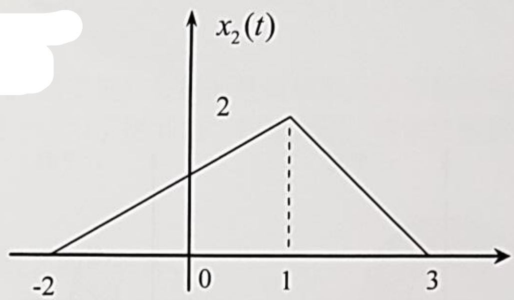
C、$f(t)=-f(-t)$且$f(t)=f\left(t\pm\dfrac{T}{2}\right)$； D、$f(t)=f(-t)$且$f(t)=f\left(t\pm\dfrac{T}{2}\right)$；

5、（　　）下面系统中属于可逆系统包括有（　　）；

A、$r(t)=e(t-5)$；　B、$r(t)=\dfrac{d}{dt}e(t)$；　C. $r(t)=\int_{-\infty}^{t}e(\tau)d\tau$；　D、$r(t)=e(2t)$；

6、（　　）已知 $x_1(t)$ 与 $X_1(\omega)$，$x_2(t)$ 与 $X_2(\omega)$ 是两个傅里叶变换对。它们的波形如下图所示：





则下面表达式正确的是：

A、$X_2(\omega)=X_1(\omega)e^{-j\omega}$；　B、$X_2(\omega)=X_1(-\omega)e^{j\omega}$；

C、$X_2(\omega)=X_1(-\omega)e^{-j\omega}$；　D、$X_2(\omega)=-X_1(-\omega)e^{-j\omega}$；

7、（　　）下列方程所描述的系统中，哪一个是线性系统？

A、$\dfrac{d^2y(t)}{dt^2}+t\dfrac{dy(t)}{dt}+y(t)=\dfrac{dx(t)}{dt}+x(t)$；

B、$\dfrac{d^2y(t)}{dt^2}+y(t)\dfrac{dy(t)}{dt}=2x(t)$；

C、$y[n]+5y[n-1]=3x[n]x[n-1]$；

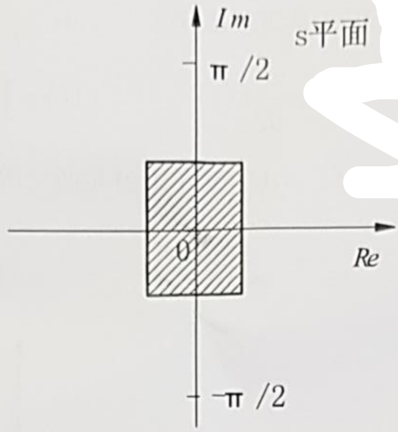
D、$y[n]+3y[n-1]=x[n]+1$；

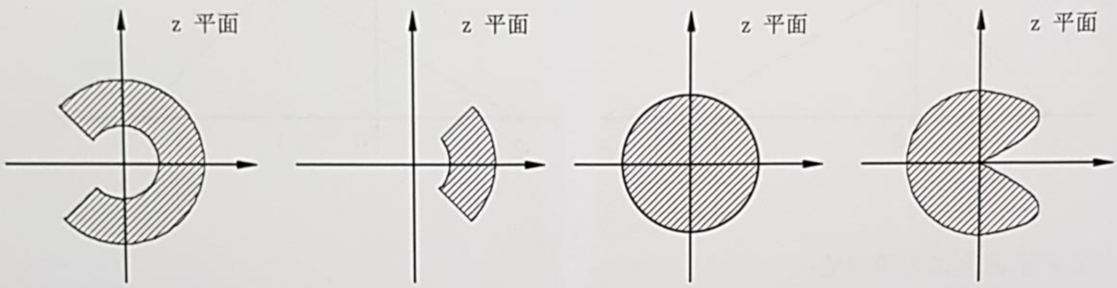
8、（　　）一系统的输入输出关系是 $y(t)=\left[x(t)\cos^2 t\right]*\dfrac{\sin t}{\pi t}$，如果输入信号 $x(t)$ 是实信号，并且其频谱满足当 $|\omega|\geq 1, X(j\omega)=0$ 的条件。则该系统为（　）；

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

9、(　　　) 与下面 s 平面矩形区域对应的 z 平面区域为（　）。





A　　　　B　　　　C　　　　D

10、(　　　) 序列 $f(n)=\left(\frac{1}{3}\right)^{n+1}u(n)$ 的单边 Z 变换 $F(z)$ 等于：

A、$\dfrac{z^{-1}}{3z-1}$；　B、$\dfrac{z}{3z-1}$；　C、$\dfrac{3z}{3z-1}$；　D、$\dfrac{3z}{3z+1}$；

二、判断对错题：（5×1=5 分，正确画 √，错误画×，结果写在前面的括号里）

1、(　　) 有离散时间系统 $y[n]=x[2n]$。如果输出信号 $y[n]$ 是周期信号，则输入 $x[n]$ 也是周期信号。

2、(　　) 复信号 $x(t)$ 的傅里叶变换是 $X(j\omega)$，那么 $x(t)$ 的实部的傅里叶变换为：$\dfrac{X(j\omega)+X^{*}(-j\omega)}{2}$。

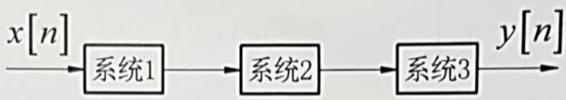
3、(　) 已知下面三个离散时间子系统的输入输出关系分别是：

$$y_1[n]=\begin{cases} x[n/2] & n:even \\ 0 & n:odd \end{cases}$$

$$y_2[n]=x[n]+\frac{1}{2}x[n-1]+\frac{1}{4}x[n-2]$$

$$y_3[n]=x[2n]$$

级联后总系统的输入输出关系仍然是线性时不变系统。



4、(　) 如果 $y(t)=f(t)*h(t)$，则 $y(t-1)=f(t-1)*h(t-1)$。

5、(　) 设 $f(t)$ 的拉氏变换为 $F(s)$，如果 $F(s)=\dfrac{1}{s^5+s}$，则 $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{f(t)}{1+e^{-t}}=1$。

三、填空题：（10×2=20 分，将答案写在题目中空线上）

1、一个线性时不变系统的输入输出关系如下：

$$\frac{dy(t)}{dt}+10y(t)=\int_{-\infty}^{\infty}x(\tau)z(t-\tau)d\tau-x(t)$$

其中 $z(t)=e^{-t}u(t)+3\delta(t)$，则 $H(j\omega)=\dfrac{Y(j\omega)}{X(j\omega)}=$ ______。

2、序列 $\cos\dfrac{n\pi}{2}\cdot u[n]$ 的 z 变换为：______。

3、如果两个序列 $h[n],x[n]$ 的 z 变换分别是 $H(z),X(z)$，

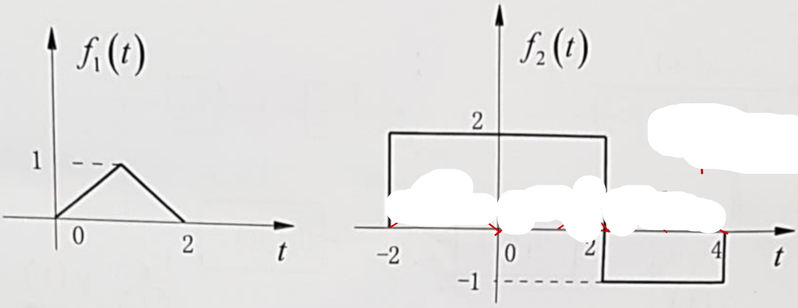
则 $Z\left\{\sum\limits_{m=-\infty}^{\infty}h[m]x[m-n]\right\}=$ ______。

4、$r(t)=\left[e^{-t}u(t)\right]*\left[\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(t-3k)\right]=$ ______ $(0\le t<3)$

5、FIR 滤波器如果具有线性相位，它的滤波器的系数 $h(n)$ 具有______的特点。

6、 .....for these reasons we feel that a course in signals and systems not only is an essential element in an engineering program, but also can be found of the most rewarding, exciting, useful course the engineering students take during their undergraduate education。

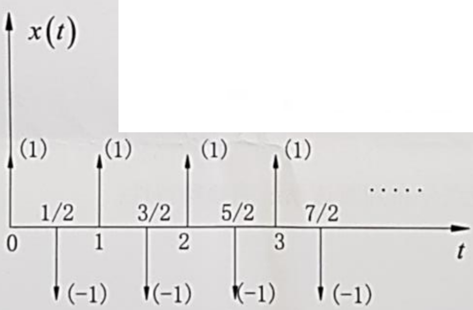
7、已知 $f(t)=f_1(t)*f_2(t)$，$f_1(t),f_2(t)$ 分别如下图所示：



则 $f(2),f(3),f(4)$ 分别是______

8、已知 $X(z)=\dfrac{z^4}{(z-1)(z-0.2)(z-0.5)}$，则 $x[0]=$________，$x[\infty]=$__________。

9、已知信号如下图所示：



则该信号的拉普拉斯变换为：$X(s)=$ 。

10、信号 $Sa(100t)+Sa^2(60t)$ 的 Nyquist 采样频率为：。

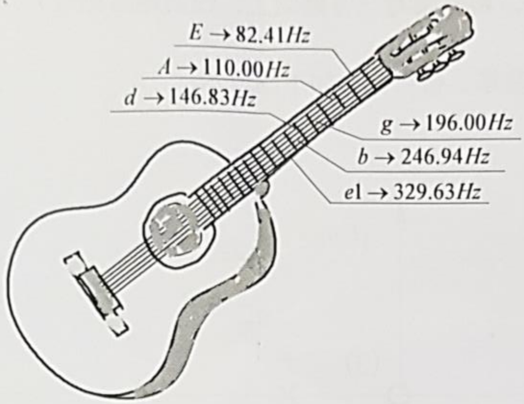
四、简答题：（5×3=15 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

1、使用 FFT 对连续时间信号进行频谱分析时，说明计算结果可能产生的误差、产生误差的原因以及相应的解决方案。

2、简要说明信号与系统中的 Gibbs 现象，并举例说明现实生活中的那些现象可能包含着 Gibbs 现象。

3、已知序列 $x[n]$ 的长度为 218，$h[n]$ 的长度为 12。请分别讨论使用直接卷积法、基-2 快速傅里叶变换的快速卷积法的实数乘法次数。

4、吉他的六个空弦的音高和频率如下图所示：



使用离散傅里叶变换分析琴弦的频率的准确性，希望能够分析的最高频率为空弦最高频率 8 次谐波，频谱的分频率为空弦最低频率的十分之一。为了使用 FFT 计算频谱，请该处数据采集方案。

5、请说明信号的光滑性与它的幅度谱的衰减性之间的关系。

五、计算题：（5×4=20 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

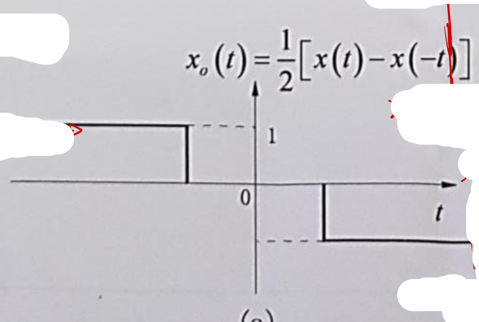
1、已知 $F_1(\omega)=\mathscr{F}\{f(t)\}$，求 $F_2(\omega)=\mathscr{F}\left\{\int_{-\infty}^{t} f[2(\tau-1)]\mathrm{d}\tau\right\}$。

2、画出函数 $f(t)=u[\cos\pi t]$ 的波形图，并求取该函数的傅里叶变换。(注 $u(t)$ 为单位阶跃函数)

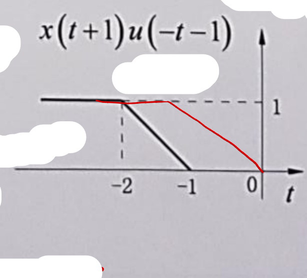
3、已知某一 z 变换的象函数 $X(z)=\dfrac{z^2}{(z-0.5)(z-1)}$，收敛域为 $0.5<|z|<1$，求出原序列。

4、求 $F(s)=\dfrac{s+3}{s^2+2s+2}e^{-s}$ 的原函数 $f(t)$。

5、已知下图（a）中 $x_o(t)$ 是信号 $x(t)$ 的奇部，图（b）是 $x(t+1)\cdot u(-t-1)$。画出 $x(t)$ 的偶部 $x_e(t)$ 的波形。



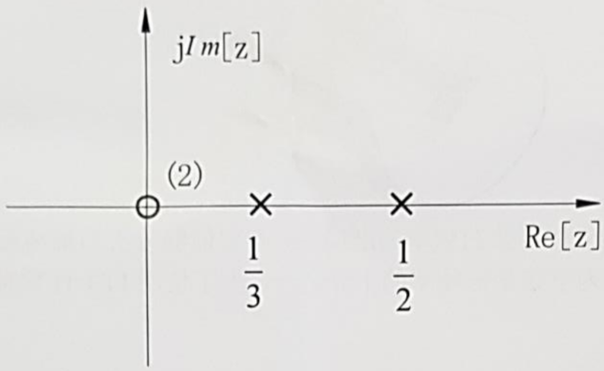
(a)



(b)

六、系统分析题：（5 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

已知离散时间 LTI 系统的零、极点分布如下图所示：



（1）设系统为因果系统，单位样值响应的初值为 $h[n]=2$，求该系统的单位样值响应 $h[n]$ 和传递函数 $H(z)$；

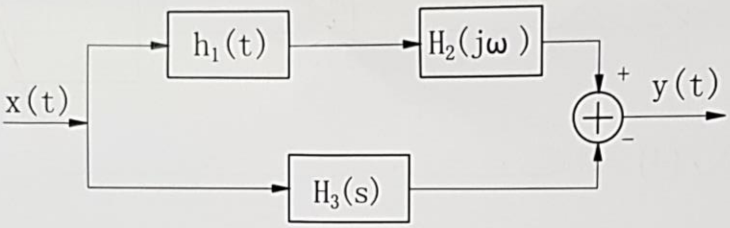
（2）画出该系统的框图（框图应该具有累加、延迟、倍乘环节）

（3）设系统的激励为单位阶跃序列 $x[n]=u[n]$，求系统的单位阶跃响应 $y[n]$。

七、系统分析题：（10 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

在下图所示系统中，$h_1(t)=u(t)$，$H_2(j\omega)=\dfrac{1}{2(j\omega+2)}+\dfrac{1}{2j\omega}+\dfrac{\pi}{2}\delta(\omega)$，

$H_3(s)=\dfrac{s^2+1}{s^2(s+1)(s+2)}$。



1、求出该系统的系统函数 $H(s)$；

提示：请注意 $u(t)$ 的 FT 和 LT 的对应关系。

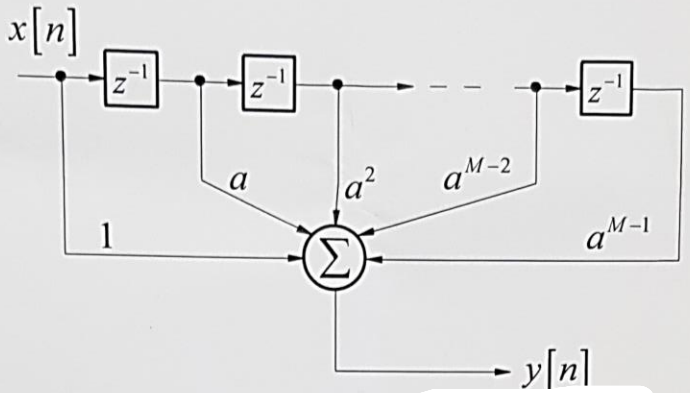
2、求出该系统的单位冲激响应 $h(t)$；

3、按照 BIBO 原则，判断该系统是否是稳定系统；

4、根据该系统的零极点分布判断该系统的幅频特性；

八、系统分析题：（5 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

已知横向数字滤波器的结构如下图所示。试以 $M=8$， $a>1$ 为例，



（1）写出差分方程；

（2）求系统函数 $H(z)$；

（3）求单位样值响应 $h[n]$；

（4）画出 $H(z)$ 的零极点图；

（5）粗略画出系统的幅度响应；（可以假设 $a=1.25$）