南京航空航天大学

二〇一九～二〇二〇 第II学期《信号与系统》考试试题

考试日期：2020年7月　日　　试卷类型：　　试卷代号：

班号：　　学号：　　姓名：

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

本题分数	25
得　分	

说明: 1. **本试卷不用答题纸，答案直接写在试卷上，如试卷上不够写可写在试卷的反面；**
2. **试卷后附的草稿纸仅作打草稿使用，答案不得写在草稿纸上。**

一、**填空题** (每空 1 分，共 25 分)

1. 信号可分为能量信号和功率信号，能量信号的能量为 ________ , 平均功率为 ________ , 功率信号的平均功率为 ________ , 能量为 ________ ;

2. 同时满足 ________ 和 ________ 两个性质的系统称线性系统;

3. 已知离散时间系统的特征根 z_1, z_2 (二阶) 为实根, $z_3 = |v|\,e^{j\phi}, z_4 = |v|\,e^{-j\phi}$, 则该系统为 ________ 阶的，其零输入响应的一般形式为 $y_{zi}[n] =$ ________ ;

4. 计算下列各式:（其中 ω_0 为实常数）

$$\int_{-2}^{2} e^{j\omega_0 t}(\delta(t+1)+\delta(t-1))dt = \underline{\qquad\qquad},\qquad (e^{-t}u(t)) * \delta'(t) = \underline{\qquad\qquad},$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\delta[n-1] = \underline{\qquad\qquad},\qquad u[n]*u[n-1] = \underline{\qquad\qquad};$$

5. 设 $f(t)$ 是周期为 T 的周期信号，其傅里叶级数展开式可写成 $f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}(a_n\cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t)$, 则其中的 $\frac{a_0}{2}$ 称信号的 ________ 分量,$\Omega =$ ________ 称为 ________ , 如果 $b_n = 0$ 则 $f(t)$ 为 ________ 函数;

6. 已知 $f(t)$ 的频谱函数为 $F(j\omega) = |F(j\omega)|\,e^{j\phi(\omega)}$, 若 $f_1(t) = f(2t-1)$ 则 $f_1(t)$ 的频谱函数 $F_1(j\omega)$ 的模 $|F_1(j\omega)| =$ ________ , 相位 $\phi_1(\omega) =$ ________ ;

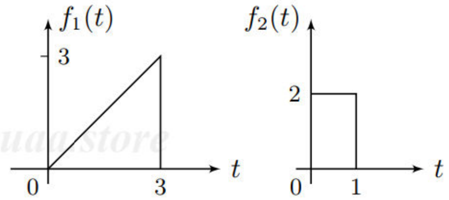
7. 对于因果稳定的线性时不变连续系统，系统函数 $H(s)$ 的极点应位于 s 平面的 ＿＿＿＿＿＿，对于因果稳定的线性时不变离散系统，其系统函数 $H(z)$ 的极点应位于 z 平面的 ＿＿＿＿＿＿；

8. 某连续时间系统的系统函数 $H(s) = \dfrac{4s^3}{s^4+2s^3+3s^2+4s+5}$ ，则 $H(s)$ 实部为负的极点有 ＿＿＿＿ 个，该系统是否稳定？ ＿＿＿＿＿＿，单位冲激响应的初值 $h(0^+) =$ ＿＿＿＿＿＿，终值 $h(\infty) =$ ＿＿＿＿＿＿；

9. 连续时间信号 $f(t)$ 的最高角频率 $\omega_m = 10^4\pi(rad/s)$ ，若对其进行理想抽样，则奈奎斯特抽样间隔 $T_s =$ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

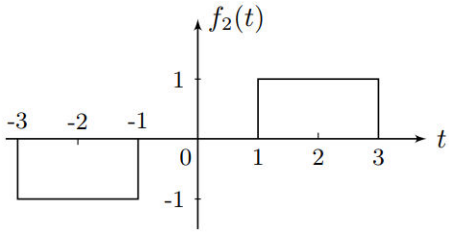
本题分数	20
得　分	

二、(20 分) 用图解法计算 $f_1(t), f_2(t)$ 的卷积 $y(t) = f_1(t) * f_2(t)$，并作出 $y(t)$ 的图形,$f_1(t), f_2(t)$ 如图所示。



本题分数	10
得　分	

三、(10 分) （每小题 5 分，共 10 分）求下列信号的频谱密度函数。



1. 已知 $f_1(t)=\dfrac{\sin(5t)}{5t}=Sa(5t)$ ，求 $F_1(j\omega)$；

2. $f_2(t)$ 如图所示，求 $F_2(j\omega)$。

本题分数	15
得　分	

四、(15 分)（每小题 5 分，共 15 分）计算下列变换或反变换。

1. 已知 $f(t) = te^{-t}u(t-2)$，求拉普拉斯变换 $F(s)$;

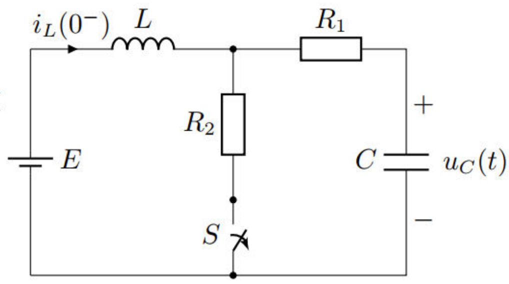
2. 已知 $x[n] = n\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}u[n-2]$，求 z 变换 $X(z)$;

3. 已知单边 z 变换 $X(z) = \frac{z^2}{z^2+3z+2}$, 求原序列 $x[n]$。

本题分数	20
得　分	

五、(20 分) 电路如图所示，且处于稳定状态，$t=0$ 时，开关 S 打开。已知电路参数 $C=\frac{1}{5}F, L=1H, R_1=2\Omega, R_2=5\Omega, E=10V$。

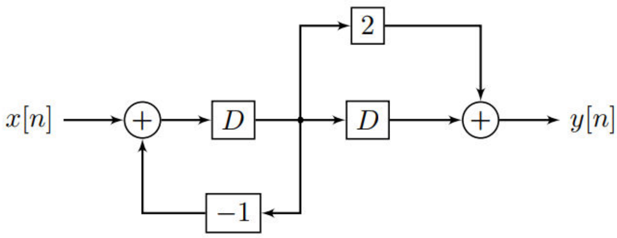
1. 求电感初始电流 $i_L(0^-)$ 和电容初始电压 $u_C(0^-)$ ；
2. 作出 $t>0$ 时的运算等效电路；
3. 以电容电压 $u_C(t)$ 为响应，由等效电路求系统函数 $H(s)$;
4. 由 $H(s)$ 求冲激响应 $h(t)$;
5. 求 $t>0$ 时 $u_C(t)$ 的全响应电压。



本题分数	15
得　分	

六、(15 分) 离散系统的方框图如图所示，且初始条件为零。试求：

1. 系统的系统函数 $H(z)$，并写出系统差分方程；
2. 单位冲激响应 $h[n]$；
3. 若 $x[n] = \left(-\frac{1}{2}\right)^n u[n]$ ，求系统响应 $y[n]$。



一、**填空题** (每空 1 分，共 25 分)

1. 信号可分为能量信号和功率信号，能量信号的能量为 $\underline{\quad 有限值\ (<\infty) \quad}$，平均功率为 $\underline{\quad 0 \quad}$，功率信号的平均功率为 $\underline{\quad 有限值\ (<\infty) \quad}$，能量为 $\underline{\quad \infty \quad}$；

2. 同时满足 $\underline{\quad 齐次性 \quad}$ 和 $\underline{\quad 叠加性 \quad}$ 两个性质的系统称线性系统;

3. 已知离散时间系统的特征根 z_1, z_2 (二阶) 为实根，$z_3 = |v|\,e^{j\phi}, z_4 = |v|\,e^{-j\phi}$，则该系统为 $\underline{\quad 5 \quad}$ 阶的，其零输入响应的一般形式为 $y_{zi}[n] = \underline{c_1 z_1^n + (c_2 + c_3 n) z_2^n + |v|^n\,(c_4 \cos \phi n + c_5 \sin \phi n)}$；

4. 计算下列各式:（其中 ω_0 为实常数）

$$\int_{-2}^{2} e^{j\omega_0 t}(\delta(t+1)+\delta(t-1))dt = \underline{\quad 2\cos\omega_0 \quad}, \qquad (e^{-t}u(t)) * \delta'(t) = \underline{\quad \delta(t) - e^{-t}u(t) \quad},$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\delta[n-1] = \underline{\quad \delta[n-1] \quad}, \qquad u[n] * u[n-1] = \underline{\quad nu[n] \quad};$$

5. 设 $f(t)$ 是周期为 T 的周期信号，其傅里叶级数展开式可写成 $f(t) = \dfrac{a_0}{2} + \sum\limits_{n=1}^{\infty}(a_n \cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t)$，则其中的 $\dfrac{a_0}{2}$ 称信号的 $\underline{\quad 直流分量 \quad}$ 分量，$\Omega = \underline{\quad \frac{2\pi}{T} \quad}$ 称为 $\underline{\quad 基波频率 \quad}$，如果 $b_n = 0$ 则 $f(t)$ 为 $\underline{\quad 偶 \quad}$ 函数;

6. 已知 $f(t)$ 的频谱函数为 $F(j\omega) = |F(j\omega)|\,e^{j\phi(\omega)}$，若 $f_1(t) = f(2t-1)$ 则 $f_1(t)$ 的频谱函数 $F_1(j\omega)$ 的模 $|F_1(j\omega)| = \underline{\quad \frac{1}{2}\left|F\left(\frac{j\omega}{2}\right)\right| \quad}$，相位 $\phi_1(\omega) = \underline{\quad \phi\left(\frac{\omega}{2}\right) - \frac{\omega}{2} \quad}$；

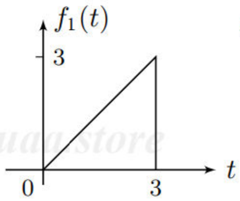
7. 对于因果稳定的线性时不变连续系统，系统函数 $H(s)$ 的极点应位于 s 平面的 <u>左半平面</u>，对于因果稳定的线性时不变离散系统，其系统函数 $H(z)$ 的极点应位于 z 平面的 <u>单位圆内</u>；

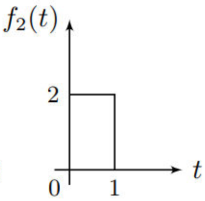
8. 某连续时间系统的系统函数 $H(s) = \dfrac{4s^3}{s^4+2s^3+3s^2+4s+5}$，则 $H(s)$ 实部为负的极点有 <u>2</u> 个，该系统是否稳定？ <u>不稳定</u>，单位冲激响应的初值 $h(0^+) =$ <u>4</u>，终值 $h(\infty) =$ <u>∞</u>；

9. 连续时间信号 $f(t)$ 的最高角频率 $\omega_m = 10^4\pi(rad/s)$，若对其进行理想抽样，则奈奎斯特抽样间隔 $T_s =$ <u>$10^{-4}s$</u>。

本题分数	20
得　分	

二、(20 分) 用图解法计算 $f_1(t), f_2(t)$ 的卷积 $y(t) = f_1(t) * f_2(t)$，并作出 $y(t)$ 的图形，$f_1(t), f_2(t)$ 如图所示。



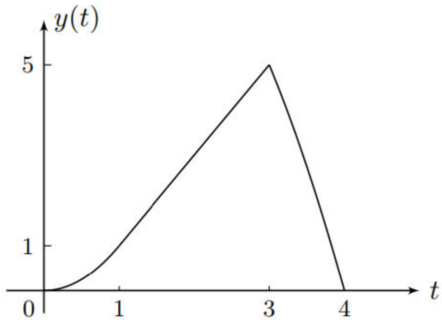


解：1. $t < 0, t > 4, \quad y(t) = 0;$

2. $1 > t \geq 0, \quad y(t) = 2\int_0^t \tau d\tau = t^2;$

3. $3 > t \geq 1, \quad y(t) = 2\int_{t-1}^t \tau d\tau = 2t - 1;$

4. $4 \geq t \geq 3, \quad y(t) = 2\int_{t-1}^3 \tau d\tau = 8 - t^2 + 2t$。

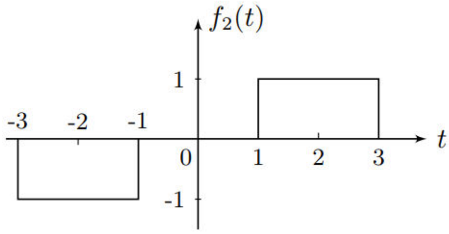


本题分数	10
得　分	

三、(10 分)（每小题 5 分，共 10 分）求下列信号的频谱密度函数。

1. 已知 $f_1(t) = \dfrac{\sin(5t)}{5t} = Sa(5t)$，求 $F_1(j\omega)$；

2. $f_2(t)$ 如图所示，求 $F_2(j\omega)$。



解:

1. $F_1(j\omega) = \dfrac{\pi}{5} g\left(\dfrac{\omega}{10}\right)$;

2. $F_2(j\omega) = -2Sa(\omega)e^{j2\omega} + 2Sa(\omega)e^{-j2\omega} = -4jSa(\omega)\sin(2\omega)$, 或者 $F_2(j\omega) = 2j\dfrac{\cos(3\omega) - \cos\omega}{\omega}$。

本题分数	15
得　分	

四、(15 分)（每小题 5 分，共 15 分）计算下列变换或反变换。

1. 已知 $f(t) = te^{-t}u(t-2)$，求拉普拉斯变换 $F(s)$;

2. 已知 $x[n] = n\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}u[n-2]$，求 z 变换 $X(z)$;

3. 已知单边 z 变换 $X(z) = \frac{z^2}{z^2+3z+2}$, 求原序列 $x[n]$。

解:

1. $F(s) = \frac{2s+3}{(s+1)^2}e^{-2(s+1)}$;

2. $X(z) = \frac{4z-1}{z(2z-1)^2}$;

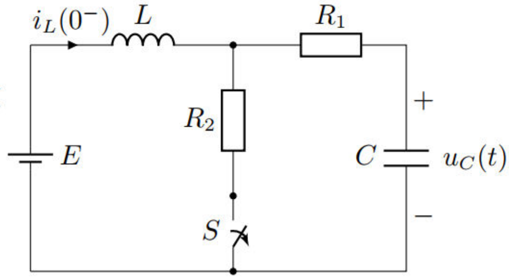
3. $X(z) = 2\frac{z}{z+2} - \frac{z}{z+1}$, $\quad x[n] = (2\times(-2)^n - (-1)^n)u[n]$。

本题分数	20
得　分	

五、(20 分) 电路如图所示，且处于稳定状态，$t=0$ 时，开关 S 打开。已知电路参数 $C=\frac{1}{5}F, L=1H, R_1=2\Omega, R_2=5\Omega, E=10V$。

1. 求电感初始电流 $i_L(0^-)$ 和电容初始电压 $u_C(0^-)$；

2. 作出 $t>0$ 时的运算等效电路；



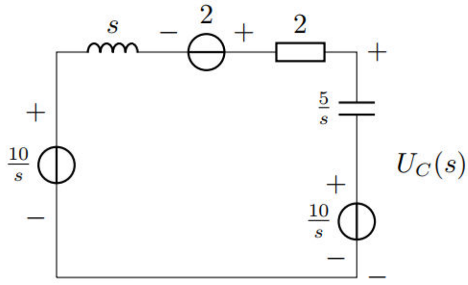
3. 以电容电压 $u_C(t)$ 为响应，由等效电路求系统函数 $H(s)$；

4. 由 $H(s)$ 求冲激响应 $h(t)$；

5. 求 $t>0$ 时 $u_C(t)$ 的全响应电压。

解：1. $i_L(0^-)=i_L(0^+)=2A, u_C(0^-)=u_C(0^+)=10V$;

2. 等效电路如右图；



3. $H(s)=\dfrac{5}{s^2+2s+5}=\dfrac{5}{2}\dfrac{2}{(s+1)^2+2^2}$;

4. $h(t)=\dfrac{5}{2}e^{-t}\sin(2t)u(t)$;

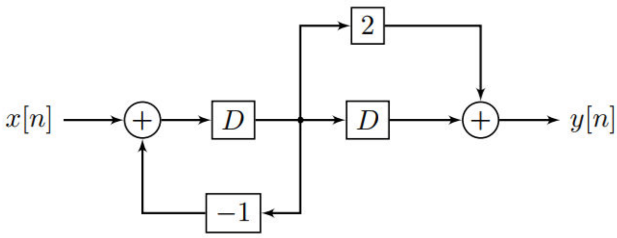
5. $U_C(s)=\dfrac{10}{s^2+2s+5}+\dfrac{10}{s}=5\dfrac{2}{s^2+2s+5}+\dfrac{10}{s}$,

$u_C(t)=(10+5e^{-t}\sin(2t))u(t)=5(2+e^{-t}\sin(2t))u(t)$。

本题分数	15
得　分	

六、(15 分) 离散系统的方框图如图所示，且初始条件为零。试求：

1. 系统的系统函数 $H(z)$，并写出系统差分方程；
2. 单位冲激响应 $h[n]$；
3. 若 $x[n] = \left(-\frac{1}{2}\right)^n u[n]$ ，求系统响应 $y[n]$。



解：

1. $H(z) = \dfrac{2z+1}{z^2+z}$, $\quad y[n+2] + y[n+1] = 2x[n+1] + x[n]$;
2. $H(z) = 2z^{-1}\dfrac{z}{z+1} + z^{-2}\dfrac{z}{z+1}$, $\quad h[n] = 2 \times (-1)^{n-1}u[n-1] + (-1)^{n-2}u[n-2]$;
3. $Y(z) = \dfrac{2}{z+1}$, $\quad y[n] = 2 \times (-1)^{n-1}u[n-1]$。