

# 北京航空航天大学 2007 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 432

## 控制理论综合 (共 5 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)

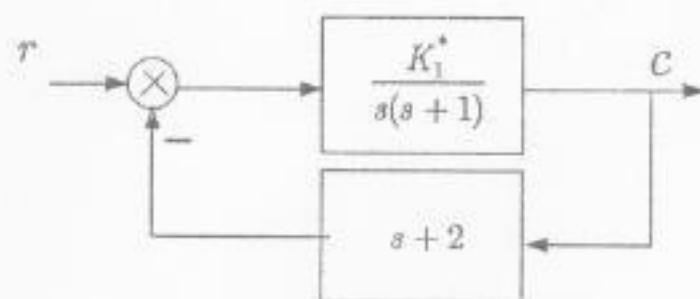
自动控制原理部分 (共六大题, 总 90 分)

一、(本题 15 分, 第一小题 8 分, 第二小题 4 分, 第三小题 3 分) 考虑如题一图所示的两个系统(a)和(b),

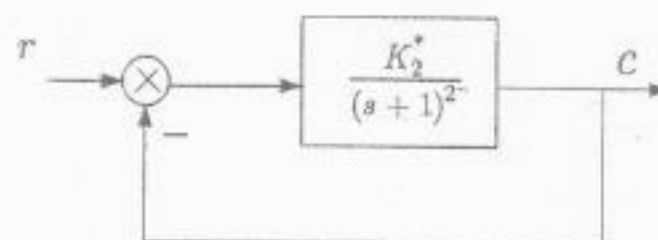
(1). 分别画出当开环根轨迹增益  $K_1^*$  和  $K_2^*$  变化时, 两系统的闭环根轨迹 ( $K_1^* > 0$ ,  $K_2^* > 0$ );

(2). 确定  $K_1^*$  和  $K_2^*$  的值, 使两个系统在阶跃输入作用下, 具有相同的超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $t_s$ ;

(3). 求阶跃输入作用下, 两个系统的稳态误差 (误差定义为:  $e = r - c$ )。



题一图(a)



题一图(b)

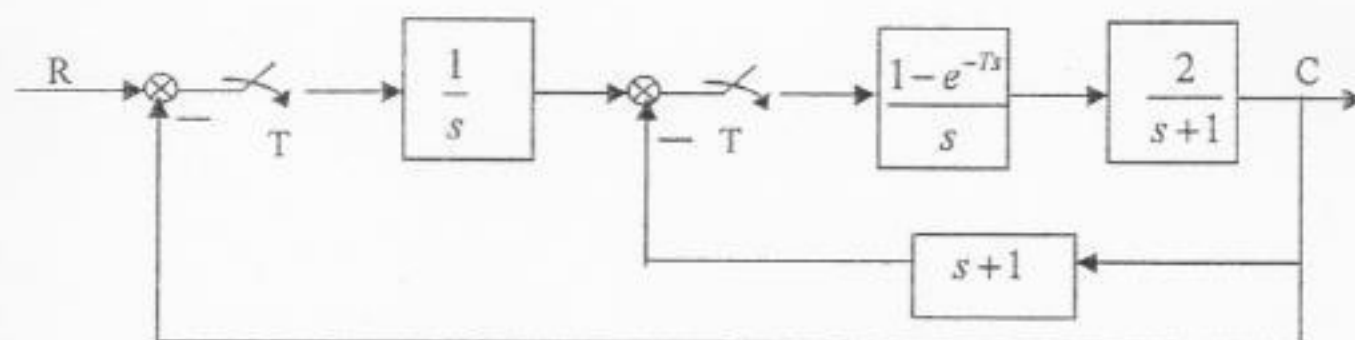
二、(本题 20 分, 第一、二小题 6 分, 第三小题 8 分) 单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{10}{s(s+1)(2s+1)}$$

- (1). 试求它的截止频率和相稳定裕度, 并说明该系统是否稳定;
- (2). 若只调整增益使系统的相稳定裕度为 45 度, 问此时开环增益的值?
- (3). 不改变 (2) 中所得的截止频率和相稳定裕度, 设计串联校正环节使系统的速度误差系数  $K_v \geq 30/\text{秒}$ 。(提示: 对数幅频特性可以采用渐近线)

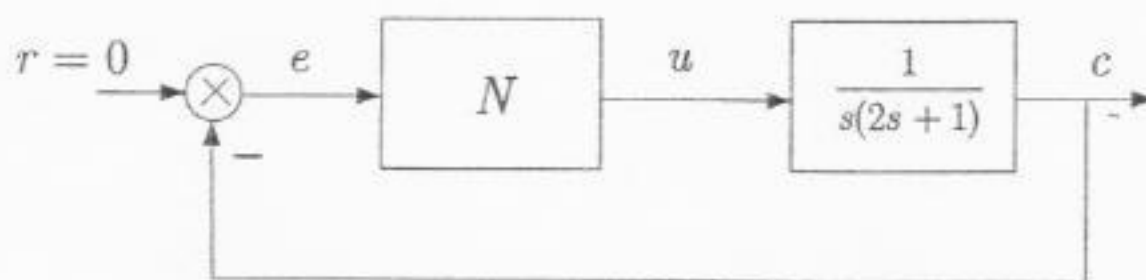
三、(本题 15 分) 采样系统结构图如题三图所示, 图中  $T$  为采样周期,  $T=1$  秒。求出闭环系统脉冲传递函数  $C(z)/R(z)$ , 且判断闭环系统的稳定性。

(提示:  $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$ )



题三图

四、(本题 15 分) 非线性系统结构图如题四图所示:



题四图

图中  $N$  代表非线性环节，其输入、输出特性如下：

$$u = \begin{cases} 1, & e > 1 \text{ 且 } \dot{e} < 0 \\ -1, & e < -1 \text{ 且 } \dot{e} > 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

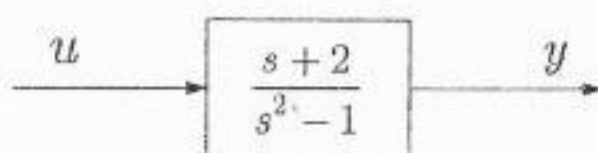
试画出以  $(e, \dot{e})$  为坐标的相轨迹图，并分析该系统的稳态误差。

五、(本题 10 分) 考虑如下系统：

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -\beta & -(\alpha + \beta) & -(1 + \alpha) \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [0 \quad \gamma \quad 1] x$$

其中， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  均为实常数。试确定系统 BIBO（有界输入有界输出）稳定时， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  应满足的条件。

六、(本题 15 分，第一小题 6 分，第二小题 9 分) 某被控对象的传递函数如下：

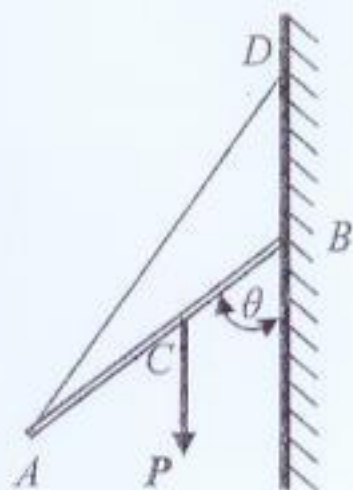


- (1). 试设计该系统的一个状态观测器，使其极点位于  $-6$ ， $-6$ ；
- (2). 试设计状态反馈律  $u = k\hat{x} + v$  中的反馈向量  $k$  ( $\hat{x}$  是本题 (1) 中所设计状态观测器的状态， $v$  为参考输入)，使由被控对象、观测器、状态反馈构成的闭环系统中，由信号  $v$  到  $y$  的传递函数为  $1/(s+2)$ 。

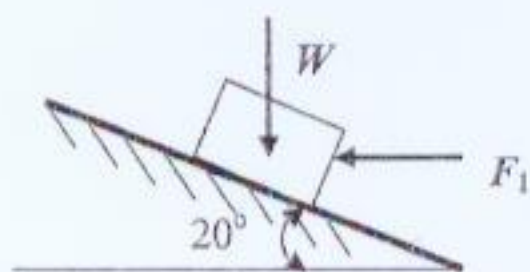


# 理论力学部分（共四大题，总 60 分）

七、（本题 15 分）均质杆  $AB$  长为  $2a$ ，其中点  $C$  受重力  $P$ ， $A$  端系于绳  $AD$  上， $B$  端靠在光滑的铅垂墙上，如图所示。若平衡时  $B$  至  $D$  的距离  $BD = a$ ，求平衡时的  $\theta$  角。



题七图

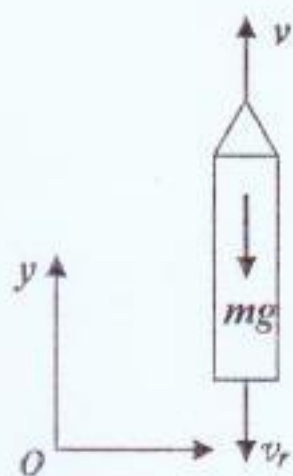


题八图

八、（本题 15 分）如图所示，物块与斜面间的静摩擦因数  $f_s = 0.10$ ，动摩擦因数  $f = 0.08$ ，物块重  $W = 2000\text{N}$ ，水平力  $F_1 = 1000\text{N}$ 。问物块是否平衡，并求摩擦力。

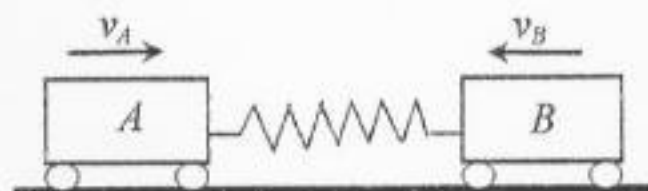
（已知  $\sin 20^\circ = 0.342$ ， $\cos 20^\circ = 0.940$ ）

九、（本题 15 分）设火箭垂直向上飞行，初速度的大小为  $v_0$ ，初始质量为  $m_0$ ，火箭向后喷气的相对速度大小为  $v_r$ ，如图所示，经过时间  $\tau$  后燃料烧完，此时火箭质量为  $m_1$ 。不计空气阻力，求这时火箭的速度  $v_1$ 。



题九图

十、(本题 15 分) 如图所示, 弹簧两端分别系重物  $A$  和  $B$ , 放在光滑水平面上, 重物  $A$  的质量  $m_1$ , 重物  $B$  的质量  $m_2$ , 弹簧原长  $l_0$ , 刚度系数  $k$ 。将弹簧拉长到  $l$ , 然后无初速释放, 求当弹簧回到原长时, 重物  $A$  和  $B$  的速度。



题十图