

北京航空航天大学 2006 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)

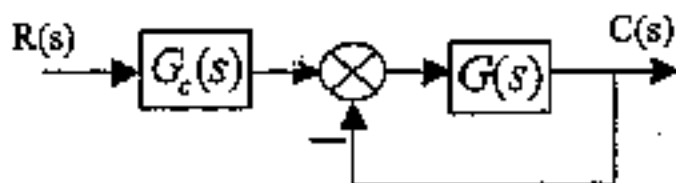
考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

自动控制原理部分 (共六大题, 总 90 分)

一、(本题 16 分, 每小题 8 分) 系统结构图如题一图所示, 其中

$$G(s) = \frac{K(\tau s + 1)}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

- (1) 已知 K, T_1, T_2, τ 均大于零。确定闭环系统稳定时, 参数 K, T_1, T_2, τ 满足的条件。
- (2) 要求设计 $G_c(s)$, 使得在输入 $r(t) = t$ 时, 系统无稳态误差 (误差的定义为 $R(s) - C(s)$)。



题一图

二、(本题 16 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K^*(s+2)}{(s+3)(s^2+2s+1)}$$

按步骤绘制 $K^* > 0$ 时闭环系统的根轨迹; 如果考虑 $K^* < 0$ 的情况, 作图说明根轨迹图有何变化?

三、(本题 20 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{4}{s(s+1)(0.2s+1)}$$

绘制 $G(s)$ 的对数渐近幅频特性和相频特性图, 并用对数判据判断闭环系统的稳定

性。若系统稳定，求出相角稳定裕度。

四、(本题 10 分) 单变量系统的状态方程和输出方程为

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{bu}, \quad y = \mathbf{cx}$$

现采用状态反馈 $u = \mathbf{kx} + v$ 组成闭环系统，这里 v 是参考输入信号。

试写出闭环系统的方程式，并证明上述闭环系统可控的充分必要条件是系统 (A b c) 可控。

五、(本题共 12 分，每小题为 6 分) 系统状态方程和输出方程为

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} -\alpha & 0 & 0 \\ 5 & -5 & -15 \\ 0 & 0 & \beta \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = [2 \ 0 \ 0] \mathbf{x}$$

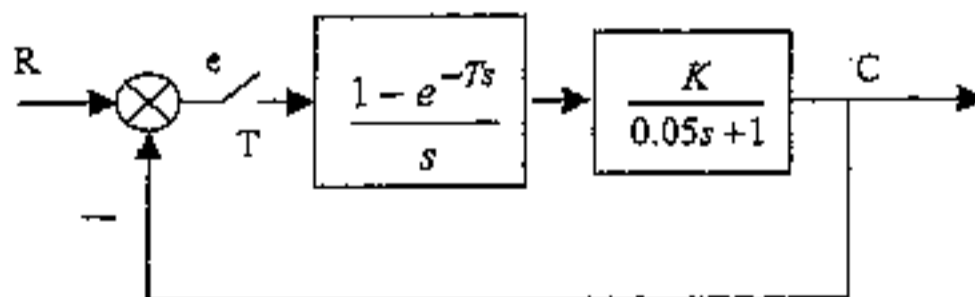
式中 α, β 为实常数，分别写出满足下列稳定性要求时，参数 α, β 应满足的条件（要写清理由）。

(1) 渐近稳定；

(2) 系统 BIBO（有界输入、有界输出）稳定。

六、(本题 16 分) 已知采样系统结构图如题六图所示，其中采样周期 $T=0.1$ 秒， $K > 0$ 。试决定使闭环系统稳定时 K 的取值范围。若 $K=1$ ，试求出在单位阶跃输入时，系统输出的稳态值。

[已知 Z 变换式： $Z\left(\frac{1}{s + \omega_0}\right) = \frac{z}{z - e^{-\omega_0 T}}$]

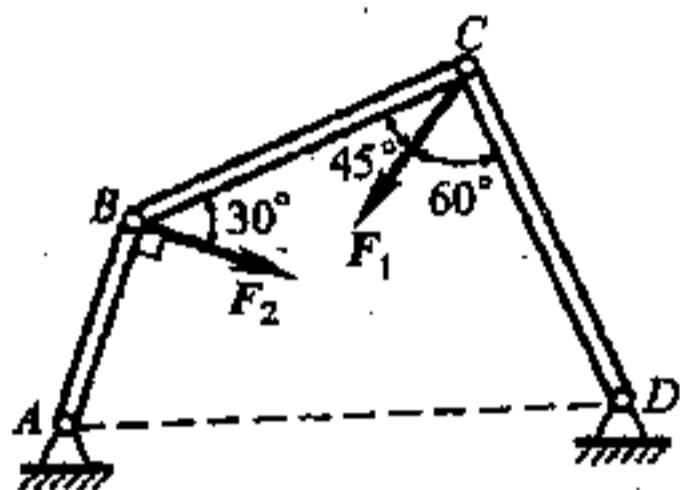


题六图

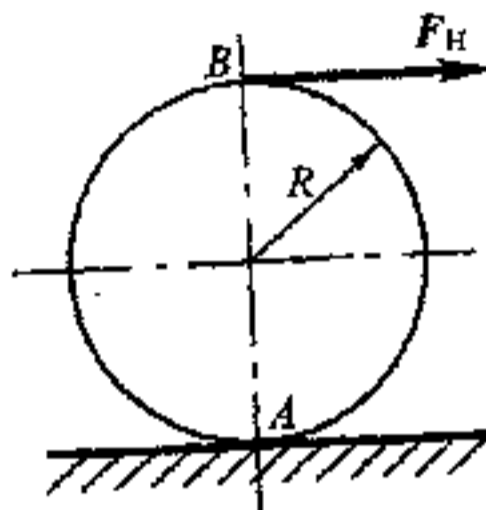
理论力学部分（共五大题，总 60 分）

七、填空题（本题共 20 分，第 1 小题 2 分，第 2、3、4 小题各 4 分，第 5 小题 6 分）

- 1、在四连杆机构 ABCD 的铰链 B 和 C 上分别作用力 F_2 和 F_1 ，并在图示位置平衡，已知 $F_2=100 \text{ kN}$ ， $F_1=$ _____；



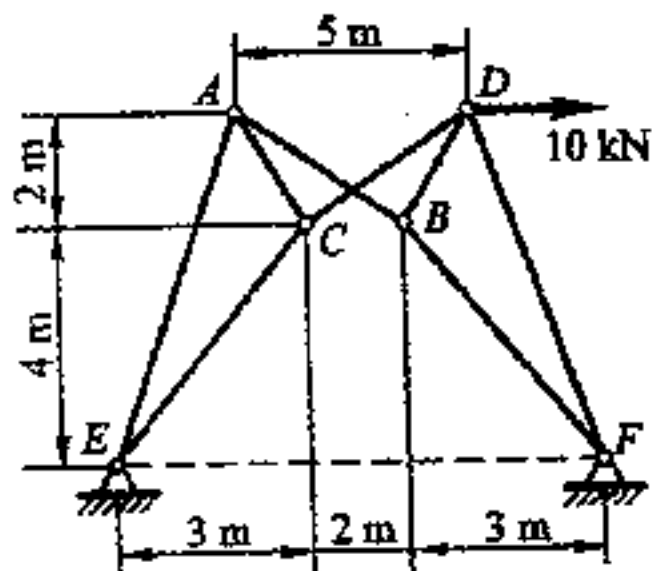
题七 (1) 图



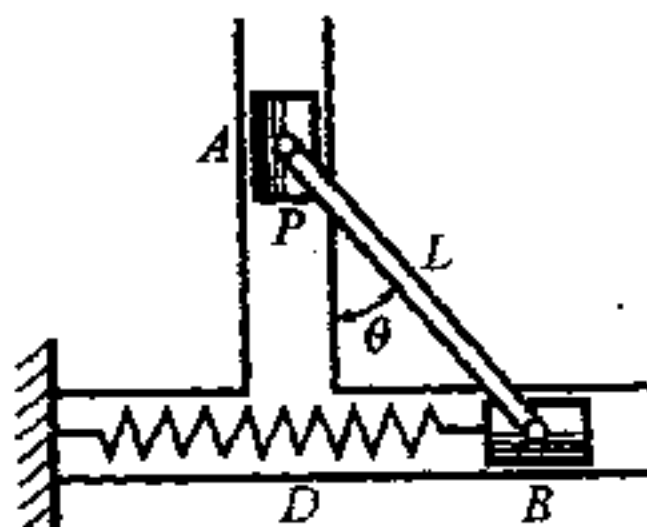
题七 (2) 图

- 2、空间任意力系简化的最后结果可能是：_____、_____、_____、_____；
- 3、如图所示圆轮半径为 R ，在其铅直直径上端 B 点作用水平力为 F_H ，轮与水平面间的滚动摩擦系数为 δ 。试问水平力 F_H 使轮只滚不滑时，轮与水平面间的静摩擦因数应满足条件：_____；
- 4、一均质木板静止放在光滑的水平面上，板的一端站着一个人。在某一时刻，人以不变的相对速度 u 向板的另一端运动。t 秒钟之后，人的绝对速度为_____，人的绝对位移是_____；板的绝对速度为_____，板的绝对位移是_____；
- 5、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 ，火箭向后喷气的速度大小为 v_p ，经过时间 τ 后燃料用完，此时火箭的质量为 m_1 。不计空气阻力，这时火箭的速度为_____。

八、（本题 10 分）如图所示桁架中，AB 及 CD 两杆相交但不连接。试求杆 AB 的内力。



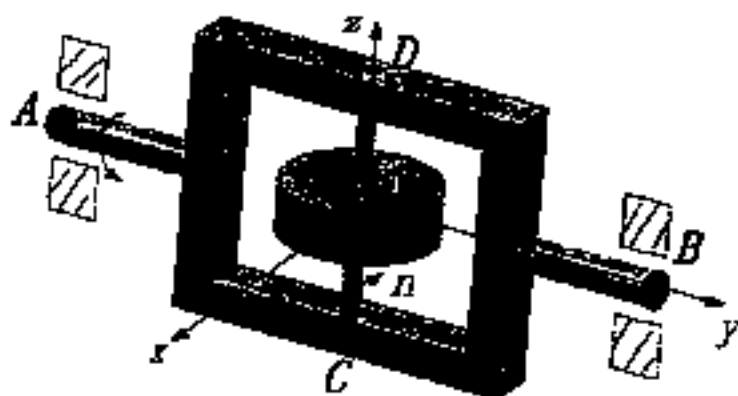
题八图



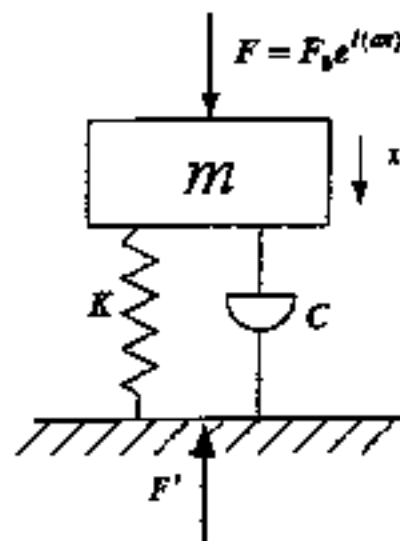
题九图

九、(本题 10 分) 已知力 $P = \frac{1}{2}kL$, 作用在滑块 A 上, 方向向下, 试求图示下图平衡时的 θ 值, 并讨论其稳定性。杆 AB 重不计, 当物块 B 在 D 处时弹簧无变形, 弹簧刚度系数为 k 。

十、(本题 10 分) 重量 W_1 为 180N 的矩形框架绕水平轴 AB 以角速度 2π (rad/s) 转动, 在框架的 C、D 上又安装了重量 W_2 为 120N 的飞轮 M, 如图所示, 飞轮的转速为 $n = 1800\text{r/min}$, 飞轮对自转轴的回转半径 $\rho = 100\text{mm}$, $CD = 300\text{mm}$, $AB = 600\text{mm}$, 重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$ 。求 (1), 轴承 C 与 D 上的支反力, (2) 轴承 A 和轴承 B 上的全压力; (3) 欲使轴承 A 上的全压力为零, 飞轮的自转角速度应为多少?



题十图



题十一图

十一、(本题 10 分) 质量为 m 的物体支撑在弹性阻尼元件上, 并在 $F = F_0 e^{i\omega t}$ 交变力作用下做强迫振动。如图所示, 支撑刚度为 K , 阻尼系数为 C 。求 (1) 质量 m 的位移幅值表达式; (2) 基础支反力幅值 F' 与激振力幅值 F_0 的比值表达式, 并回答 ω 在什么条件下, 该比值小于 1。