

# 北京航空航天大学 2007 年 硕士研究生入学考试试题

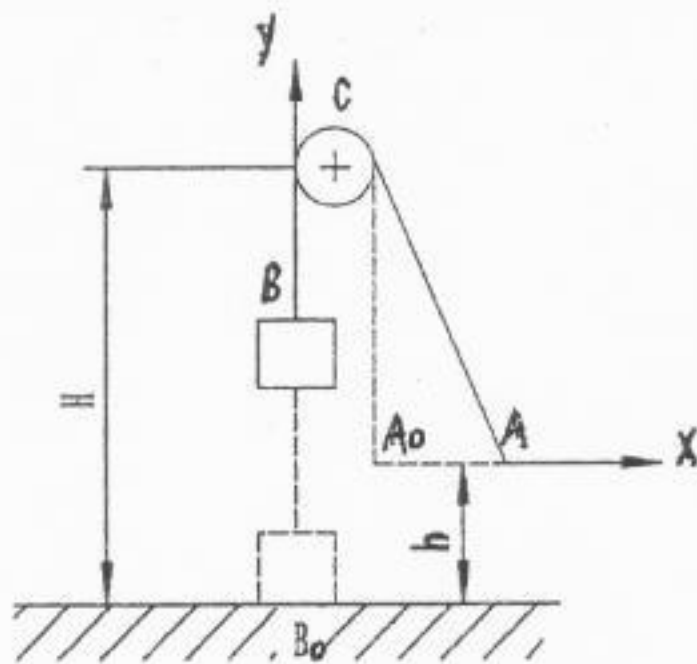
科目代码: 471

## 机械工程专业综合 (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)。

### 第一部分 理论力学部分 (共四题, 50 分)

一、(本题 15 分) 如第一部分题一图所示, 绳子  $ACB$  跨过滑轮  $C$ , 一端挂有重物  $B$ , 另一端  $A$  被人拉着沿水平方向以速度  $v = 1\text{m/s}$  等速前进;  $A$  点至地面的距离  $h = 1\text{m}$ , 滑轮离地面的高度  $H = 9\text{m}$ ,  $B$  物和滑轮的尺寸忽略不计。当运动开始时, 重物在地面上  $B_0$  处, 绳  $AC$  段在铅垂位置  $A_0C$  处, 且绳索处于拉紧状态, 求重物  $B$  上升的运动方程以及重物  $B$  到达滑轮时的速度和加速度。



第一部分题一图

二、(本题 10 分) 质量为  $m$  的点在平面  $Oxy$  内运动, 其运动方程为:

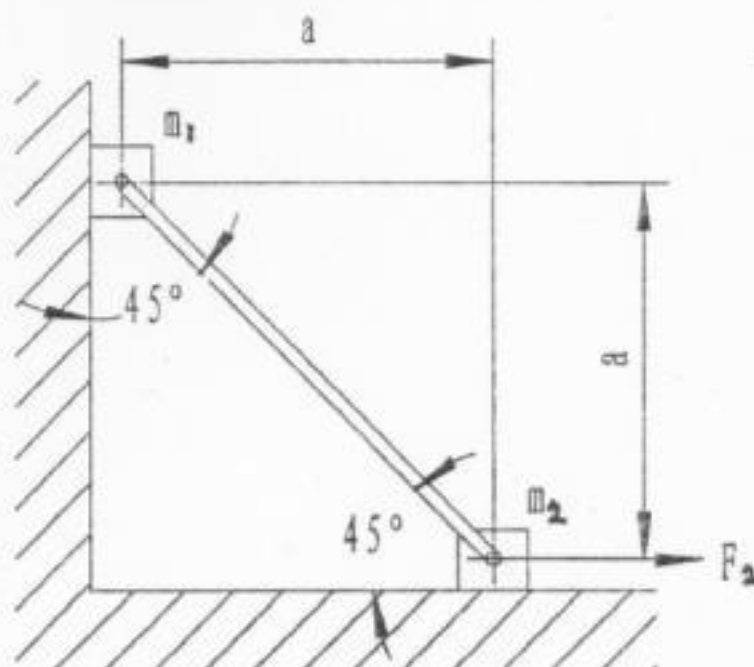
$$x = a \cos pt$$

$$y = b \sin 2pt$$

其中  $a$ 、 $b$  与  $p$  为常量。试求质点对原点  $O$  的动量矩。

三、(本题 15 分) 两个质量相同的滑块用一根无质量的棒连接, 如第一部分题三图所示。

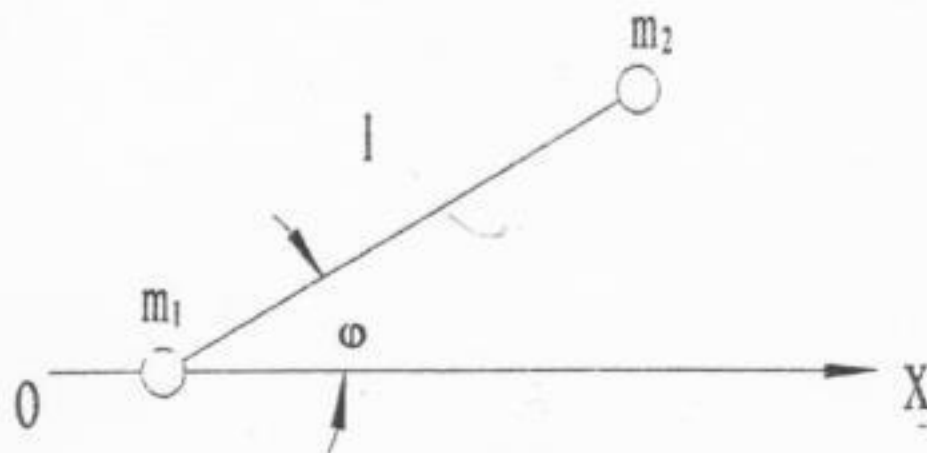
- (a) 如果所有接触面都是光滑的, 求处于平衡状态时的力  $F_2$  的大小;
- (b) 设  $F_2 = 0$ , 且  $m_2$  和地板间不产生相对滑动, 试求此时的最小静摩擦系数  $\mu$ 。



第一部分题三图

四、(本题 10 分) 如第一部分题四图所示, 质量为  $m_1$  的质点, 被限制在水平固定的光滑直线  $ox$  上滑动, 另一质量为  $m_2$  的质点以一长为  $l$  的轻质杆与  $m_1$  相联。此杆仅能在通过固定直线的铅垂平面内运动, 设此二质点只受重力作用。试用第二类拉格郎日方程证明其运动时有如下关系:

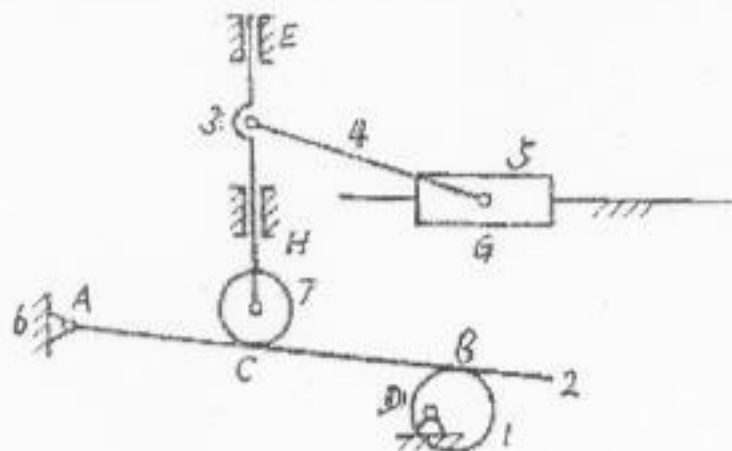
$$(m_1 + m_2)\dot{x} - (m_2 l \sin \varphi)\dot{\varphi} = c = \text{常数}$$



第一部分题四图

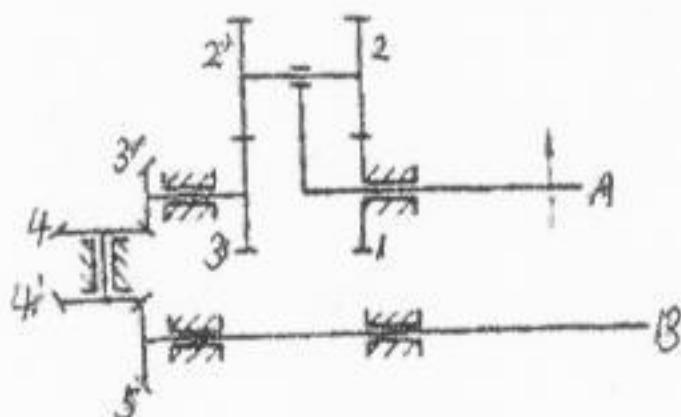
第二部分 机械原理部分 (共四题, 50 分)

一、(本题 12 分) 计算第二部分题一图所示机构的自由度, 并判断是否存在复合铰链、局部自由度和虚约束, 如果存在, 请分别指出。



第二部分题一图

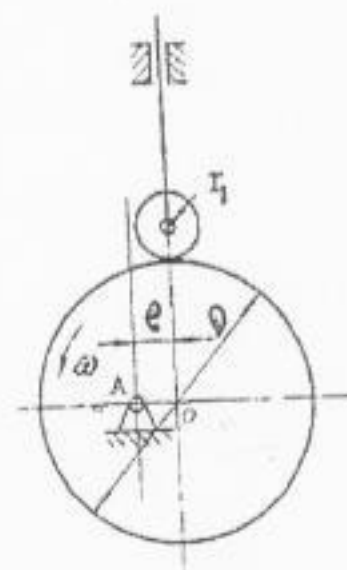
二、(本题 12 分) 在第二部分题二图所示的轮系中, 已知各轮齿数分别为  $z_1 = 99$ ,  $z_2 = 100$ ,  $z_2' = 101$ ,  $z_3 = 100$ ,  $z_3' = 18$ ,  $z_4 = 36$ ,  $z_4' = 14$ ,  $z_5 = 28$ , A 轴转速为  $n_A = 1000 \text{ r/min}$ , 转向如图, 求 B 轴的转速  $n_B$ , 并指出其转向。



第二部分题二图

三、(本题共 12 分, 每小题 4 分) 第二部分题三图为一偏置直动滚子从动件盘形凸轮机构, 凸轮为偏心圆盘。其直径为  $D=42 \text{ mm}$ , 滚子半径为  $r_1=5 \text{ mm}$ , 偏心距为  $e=6 \text{ mm}$ , 试用作图法求:

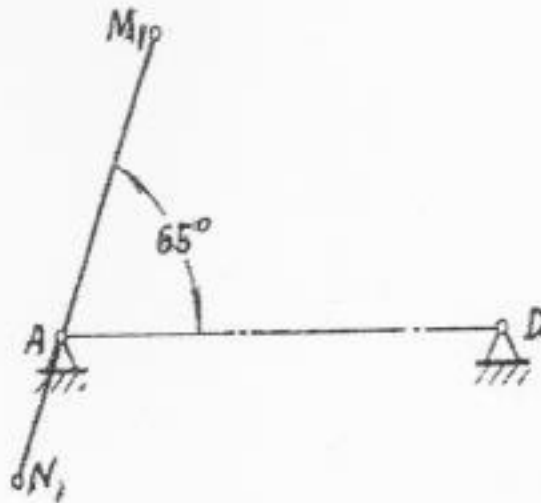
- (1) 凸轮基圆;
- (2) 凸轮的理论轮廓曲线;
- (3) 从动件的行程  $h$ 。



第二部分题三图

四、(本题 14 分) 设计一曲柄摇杆机构, 已知两固定铰链点 A 和 D,  $AD=57\text{mm}$ , 连杆左极限位置  $M_1N_1$  与 AD 成夹角  $65^\circ$ , 摇杆以过 D 点的铅垂线为对称轴左右各摆动一角度恰为极位夹角  $\theta$ 。试用作图法设计该四连杆机构, 并求 AB、BC、CD 的长。

(注:  $M_1$ 、 $N_1$  为连杆 BC 线上任意两点)



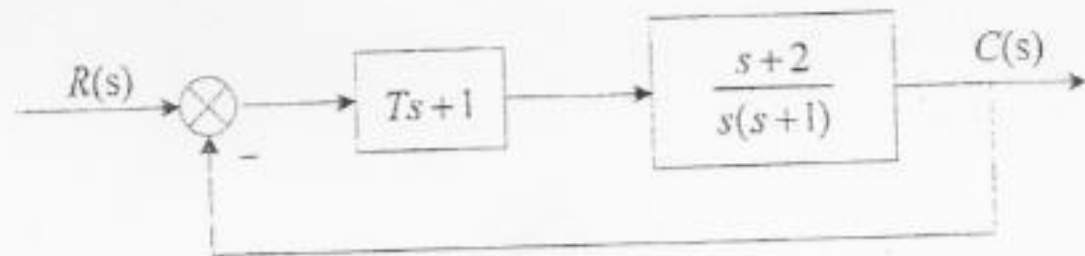
第二部分题四图

### 第三部分 自动控制原理部分 (共四题, 50 分)

一、(本题 10 分) 某负反馈系统的闭环特征方程为:  $s^3 + (1+K)s^2 + 10s + (5+15K) = 0$ , 并且  $K > 0$ 。试确定在系统失稳前  $K$  的最大取值。当取该最大值时, 系统会出现持续振荡, 试求系统的振荡频率。

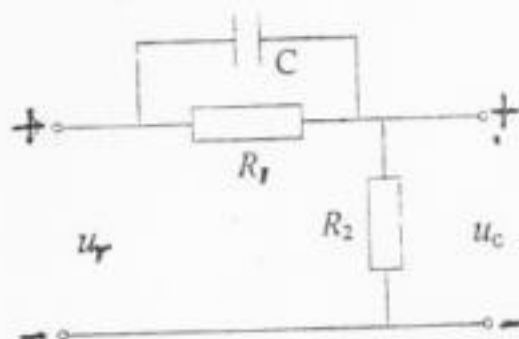
二、(本题共 15 分, 第一小题 7 分, 第二小题 4 分, 第三小题 4 分) 设某系统结构图如第三部分题二图所示, 要求:

- (1) 绘制  $T$  从  $0 \rightarrow \infty$  变化时的根轨迹图;
- (2) 确定系统在欠阻尼状态下  $T$  的取值范围;
- (3) 求闭环极点出现重根时的闭环传递函数。



第三部分题二图

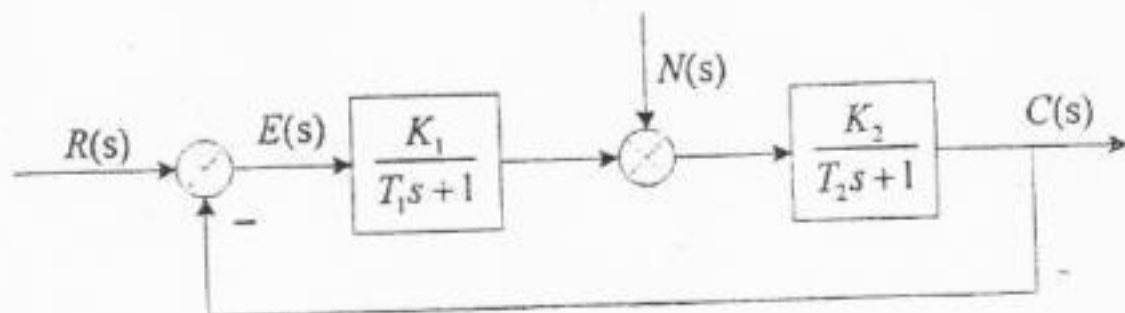
三、(本题 10 分) 试求第三部分题三图所示网络在零初始条件下的频率特性, 并画出其对数幅频渐近特性曲线。



第三部分题三图

四、(本题共 15 分, 第一小题 4 分, 第二小题 4 分, 第三小题 3 分, 第四小 4 题分) 某系统的结构图如第三部分题四图所示, 其中  $r(t)$  为控制输入,  $n(t)$  为扰动输入, 已知误差的定义为:  $e(t) = r(t) - c(t)$ , 试求:

- (1) 当  $r(t) = 0$ ,  $n(t) = 1$  时, 系统的稳态误差  $e_{ss}$ ;
- (2) 当  $r(t) = n(t) = 1(t)$  时, 系统的稳态误差  $e_{ss}$ ;
- (3) 若要减少系统的稳态误差  $e_{ss}$ , 应如何调整  $K_1$ ,  $K_2$ ?
- (4) 分别在扰动点之前或之后的前向通道中加入积分环节, 对  $e_{ss}$  有何影响?



第三部分题四图