

北京航空航天大学 2008 年

硕士研究生入学考试试题

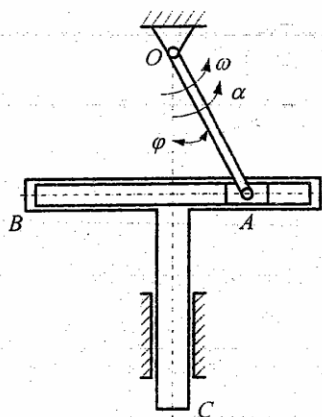
科目代码: 971

机械工程专业综合 (1) (共 6 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 10 分) 如第一部分题一图所示, 曲柄 OA 绕 O 轴转动, 通过滑块 A , 带动滑道 BC 在铅垂面内运动。已知曲柄长 $r=10\text{cm}$, 匀角速度 $\omega=2\text{rad/s}$, 角加速度为 $\alpha=1\text{rad/s}^2$ 。试求图示位置 $\varphi=30^\circ$ 时, 滑道上 C 点的速度和加速度。



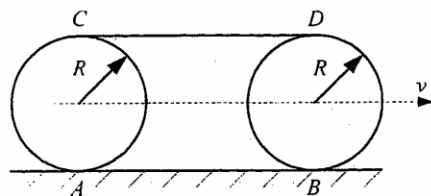
第一部分题一图

二、(本题共 15 分。第 1 小题 8 分, 第 2 小题 7 分)

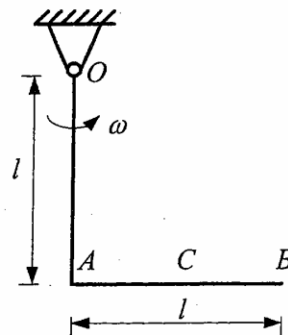
试计算以下两种机构任意瞬时的动能:

1、如第一部分题二图(a)所示, 坦克履带单位长度质量为 ρ_l , 每个轮子的质量为 m , 可看成均质圆盘, 两轮轴之间的距离为 πR , 坦克前进的速度为 v ;

2、如第一部分题二图(b)所示, 均质 L 型钢杆, 质量为 m , 在铅垂面内以等角速度 ω 绕 O 轴转动。

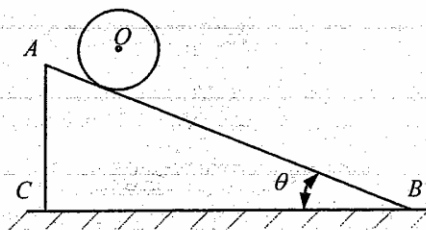


第一部分题三图(a)



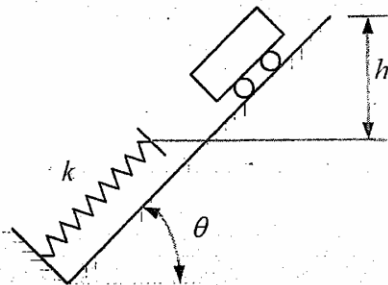
第一部分题三图(b)

三、(本题 15 分) 如第一部分题三图所示。在光滑的水平面上放置重力为 G_1 的三棱柱 ABC ，其水平倾角为 θ ；一重力为 G_2 ，半径为 r 的均质圆轮沿三棱柱的斜面 AB 无滑动滚下。试求系统运动微分方程。



第一部分题三图

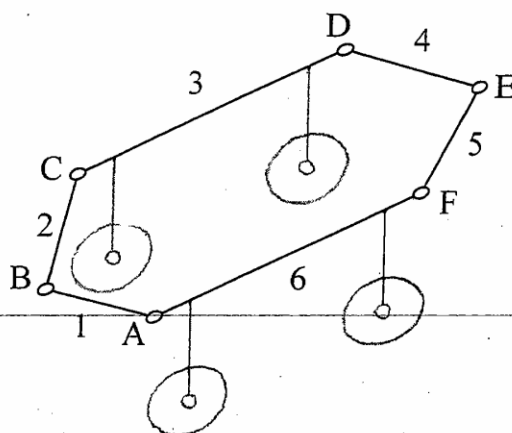
四、(本题 10 分) 如第一部分题四图所示的小车，质量为 m ，沿斜面自高为 h 处滑下，与缓冲器相撞。缓冲器弹簧刚性系数为 k ，斜面倾角为 θ 。求小车碰到弹簧后自由振动的周期和振幅。(注：碰撞后小车与弹簧不脱离。)



第一部分题四图

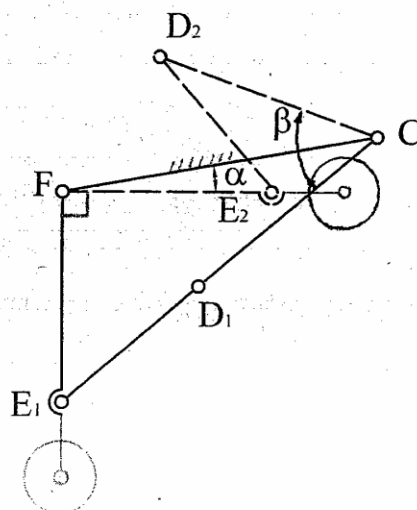
第二部分 机械原理部分 (共五题, 50 分)

一、(本题 10 分) 试设计一个可调车轮间距的探测车, 其主体机构拟采用如第二部分题一图所示的平面六边形机构 ABCDEF。通过控制安装在铰链 A、B、C、D、E 和 F 处的若干个电机来改变六边形的形状, 达到调整构件 3 和 6 之间的距离 (即车轮间距) 的目的。请问, 至少需要安装几个电机才能使得六边形机构 ABCDEF 具有可控制的形状? 为什么?



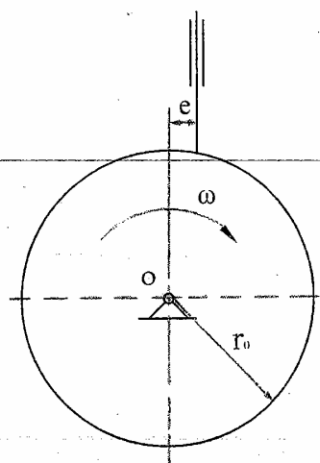
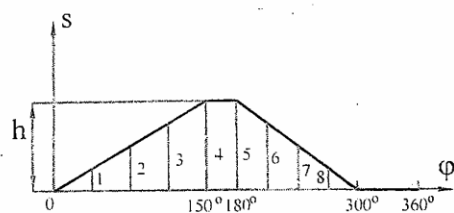
第二部分题一图

二、(本题 10 分) 第二部分题二图所示为一飞机起落架机构, 实线表示放下时的死点位置 (CD_1E_1F), 虚线表示收起时的位置 (CD_2E_2F)。已知 $L_{FC}=520\text{mm}$, $L_{FE}=340\text{mm}$, 且 FE_1 在垂直位置, $\alpha=10^\circ$, $\beta=60^\circ$ 。试用作图法求取铰链 D 的位置 (图中铰链 D 的位置是示意位置, 而非实际位置), 并给出构件 CD 和 DE 的长度 L_{CD} 和 L_{DE} 。(注意: 保留作图线)



第二部分题二图

三、(本题 10 分) 试设计一个偏置移动尖端从动件盘形凸轮机构。如第二部分题三图所示, 已知凸轮以等角速度 ω 顺时针转动, 基圆半径 $r_0=50\text{mm}$, 从动件轴线偏于凸轮轴心右侧, 偏距 $e=10\text{mm}$ 。从动件运动规律如下: 当凸轮转过 150° 时, 从动件以等速运动规律上升 $h=30\text{mm}$; 当凸轮接着转过 30° 时, 从动件停歇不动; 当凸轮再转过 120° 时, 从动件以等速运动规律返回原处; 当凸轮转过一周中其余角度时, 从动件又停歇不动。

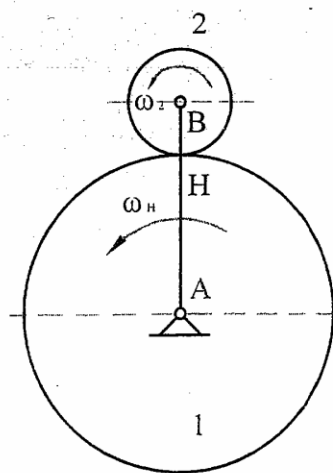


第二部分题三图

(1) 应用“反转图解法”设计凸轮轮廓曲线;

(2) 指出在机构运动过程中, 移动从动件有怎样的冲击特性。

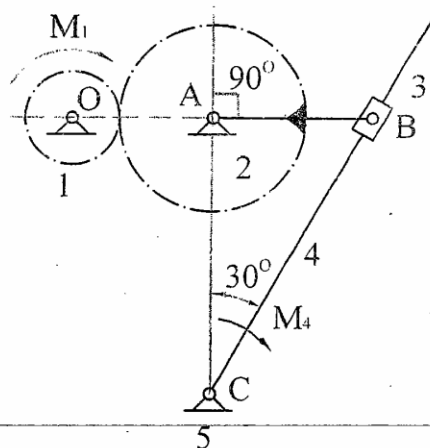
四、(本题 10 分) 在如第二部分题四图所示的轮系中, 齿轮 1 和 2 为正常齿制的渐开线标准直齿圆柱齿轮。已知齿轮的模数为 $m=2\text{mm}$ 。系杆的长度 $L_{AB}=100\text{mm}$, 原动件 (系杆) 输入的角速度为 $\omega_H=10\text{rad/s}$, 行星轮 2 输出的角速度为 $\omega_2=40\text{rad/s}$ 。



第二部分题四图

- (1) 试确定齿轮 1 和齿轮 2 的齿数 z_1 和 z_2 ;
- (2) 设齿轮的压力角 $\alpha=20^\circ$, 试计算两个齿轮的几何尺寸 (分度圆半径 r , 齿顶圆半径 r_a , 齿根圆半径 r_f , 基圆半径 r_b)。

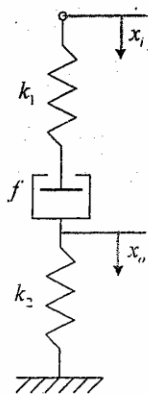
五、(本题 10 分) 如第二部分题五图所示的机构中, 已知: 齿轮 1 和齿轮 2 的齿数分别为 $z_1=20$, $z_2=40$, 其转动惯量分别为 $J_1=0.001\text{kgm}^2$, $J_2=0.002\text{kgm}^2$; 滑块 3 的质量为 $m_3=0.5\text{kg}$, 其余构件质量不计; 驱动力矩 $M_1=4\text{Nm}$, 阻力矩 $M_4=25\text{Nm}$; 构件 AB 长 $L_{AB}=0.1\text{m}$, 其余尺寸如图所示。试求机构在图示位置启动时, 构件 AB (与齿轮 2 固联) 的角加速度 ε_2 (计算时忽略滑块 3 的转动动能)。



第二部分题五图

第三部分 自动控制原理部分 (共四题, 50 分)

一、(本题 10 分) 求如第三部分题一图所示机械系统的微分方程和传递函数。图中位移 x_i 为输入量, 位移 x_o 为输出量, k_1 , k_2 为弹簧的弹性系数, f 为阻尼器的阻尼系数。



第三部分题一图

二、(本题 15 分) 已知某负反馈控制系统的单位阶跃响应为

$$c(t) = 1 + e^{-t} - 2e^{-2t}, \quad t \geq 0。$$

试求该系统的传递函数，并在零初始条件下，求该系统单位阶跃响应的超调量 $\sigma\%$ 和调节时间 t_s (取 $\Delta=5\%$)。

三、(本题 10 分) 已知某负反馈系统的闭环传递函数为：

$$\Phi(s) = \frac{0.9}{s^2 + 2\xi s + 1}$$

当输入为 $r(t) = 5\sin t$ 时，系统输出稳态分量的幅值为 10，试确定 $r(t) = A\sin \omega t$ 时，系统输出稳态分量幅值大于 A 的频率范围。

四、(本题 15 分。第 1 小题 6 分，第 2、3、4 小题各 3 分)

已知某单位负反馈系统的开环传递函数为

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

要求：

- (1) 绘制 K^* 从 $0 \rightarrow \infty$ 变化的根轨迹图 (写出详细步骤)；
- (2) 求使系统稳定时的 K 值范围；
- (3) 求系统满足 $0.707 < \xi < 1$ 时的 K 值范围；
- (4) 试列写系统在 $\xi=0.707$ 时的闭环传递函数。