

北京航空航天大学 2011 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 (共 7 页)

考生注意:

1. 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)。
2. 本试卷共分四部分: 第一和第二部分为必答部分; 第三和第四部分为选答部分, 考生只可二选一作答。若多答, 选答部分均无效。

第一部分 理论力学部分 (共三大题, 50 分)

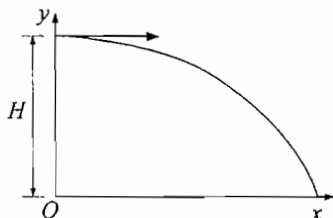
一、选择题 (本题共 30 分, 每小题各 6 分)

1. 如第一部分题一(1)图所示, 质量为 m 的物体自高 H 处水平抛出, 运动中受到与速度一次方成正比的空气阻力 F_R 作用, $F_R = -kmv$, k 为常数。则其运动微分方程为 ()。

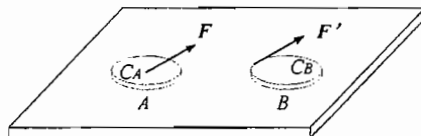
- (A) $m\ddot{x} = -km\dot{x}$, $m\ddot{y} = -km\dot{y} - mg$ (B) $m\ddot{x} = km\dot{x}$, $m\ddot{y} = km\dot{y} - mg$
(C) $m\ddot{x} = -km\dot{x}$, $m\ddot{y} = km\dot{y} - mg$ (D) $m\ddot{x} = km\dot{x}$, $m\ddot{y} = -km\dot{y} + mg$

2. 如第一部分题一(2)图所示, 两均质圆盘 A 、 B , 质量相等, 半径相同, 放在光滑水平面上, 分别受到力 F 、 F' 的作用, 由静止开始运动。若 $F = F'$, 则任一瞬时两圆盘的动量相比较是 ()。

- (A) $p_A > p_B$ (B) $p_A < p_B$ (C) $p_A = p_B$



第一部分题一(1)图



第一部分题一(2)图

3. 同样如第一部分题一(2)图所示, 两均质圆盘 A 、 B , 质量相等, 半径相同, 放在光滑水平面上, 分别受到力 F 、 F' 的作用, 由静止开始运动。若 $F = F'$, 则在运动开始以后的任一瞬时,

两圆盘各自对于质心的动量矩相比较是 ()。

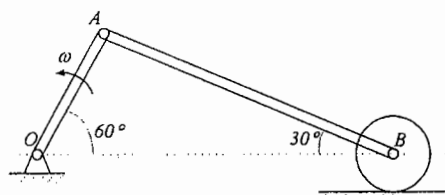
- (A) $L_{C_A} < L_{C_B}$ (B) $L_{C_A} > L_{C_B}$ (C) $L_{C_A} = L_{C_B}$

4. 如第一部分题一(3)图所示, 已知曲柄 OA 长 r , 以角速度 ω 转动, 均质圆盘半径为 R , 质量为 m , 在固定水平面上做纯滚动, 则图示瞬时圆盘的动能为()。

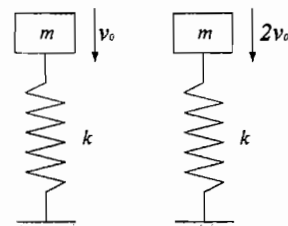
- (A) $\frac{2mr^2\omega^2}{3}$ (B) $\frac{mr^2\omega^2}{3}$ (C) $\frac{4mr^2\omega^2}{3}$ (D) $mr^2\omega^2$

5. 如第一部分题一(4)图所示, 甲、乙两弹簧质量系统, 质量和弹簧刚度均相同, 甲系统受初干扰 v_0 , 乙系统受初干扰 $2v_0$, 则()。

- (A) 乙系统振幅大 (B) 甲系统振幅大
(C) 甲、乙两系统振幅一样大 (D) 上述条件还不能判定哪个系统振幅大



第一部分题一(3)图



第一部分题一(4)图

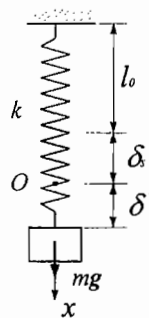
二、(本题 8 分)

如第一部分题二图所示的质量弹簧系统中, 弹簧的静伸长是 δ_s , 若以静平衡位置 O 为坐标原点, 轴 x 铅直向下, 在下列几种不同的启动条件下, 问振动的初始条件各是什么?

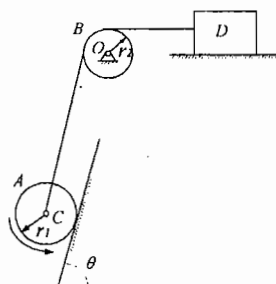
- (1) 在弹簧原长 l_0 处静止释放;
- (2) 在弹簧原长 l_0 处给以向上的初速度 v_1 ;
- (3) 在平衡位置给以向下的初速度 v_2 ;
- (4) 从平衡位置将弹簧向下拉长距离 δ 后静止释放。

三、(本题 12 分)

如第一部分题三图所示, 碾子 A 沿倾角为 θ 的斜面向下作纯滚动, 借一根绕过滑轮 B 的细绳带动物体 D 沿粗糙水平面滑动。假设碾子 A 和滑轮 B 均为匀质圆盘, 质量各为 m_1 、 m_2 , 半径各为 r_1 、 r_2 , 碾子 A 与斜面的静滑动摩擦因数为 f_1 ; 物体 D 的质量为 m_3 , 与水平面的动滑动摩擦因数为 f_3 ; 细绳与滑轮间无相对滑动, 轴承摩擦和细绳的质量都不计。求碾子质心 C 的加速度。



第一部分题二图

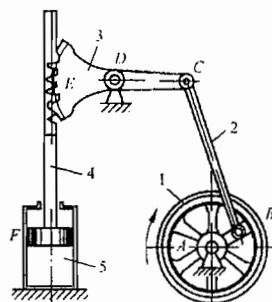


第一部分题三图

第二部分 机械原理部分（共五大题，50 分）

一、（本题10分）

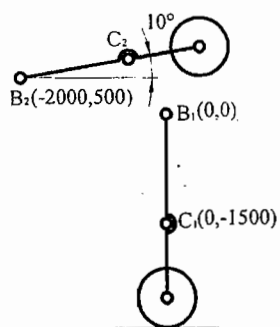
如第二部分题一图所示的活塞泵有曲柄1、连杆2、扇形齿轮3、齿条活塞4和机架5共5个构件所组成。曲柄1是原动件，2、3、4为从动件。当原动件1回转时，活塞在气缸中作往复运动。试绘出机构运动简图，计算其自由度，并判断机构运动是否确定。



第二部分题一图

二、（本题 10 分）

在飞机起落架所用的铰链四杆机构 ABCD 中，已知连杆 BC 的两位置如第二部分题二图所示，要求连架杆 AB 的铰链 A 位于 B_1C_1 的连线上，连架杆 CD 的铰链 D 与 B_2 处于同一水平高度。试用图解法设计此铰链四杆机构，求出各杆的长度 l_{AB} 、 l_{CD} 和 l_{AD} 。

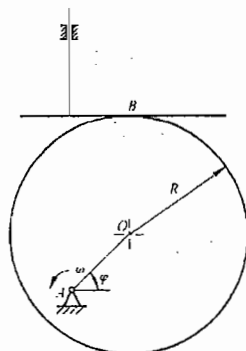


第二部分题二图

三、（本题 10 分）

第二部分题三图所示为直动平底从动件盘形凸轮机构，凸轮为 $R = 30\text{mm}$ 的偏心圆盘， $\overline{AO} = 20\text{mm}$ ，试求：

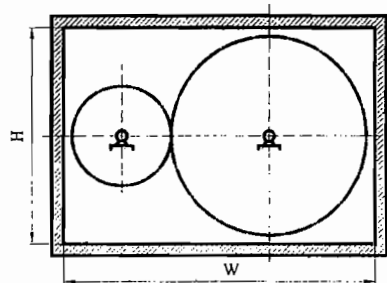
- (1) 凸轮的基圆半径 r_b ;
- (2) 推杆的行程 h ;
- (3) 凸轮机构的最大压力角 $\alpha_{\max}$ 和最小压力角 $\alpha_{\min}$;
- (4) 当凸轮转角为 φ 时，推杆的位移 s 方程;
- (5) 若凸轮以 $\omega = 10\text{rad/s}$ 回转，当 AO 成水平位置时推杆的速度 v 。



第二部分题三图

四、(本题 10 分)

在第二部分题四图所示的齿轮减速器中, 已知传动比 $i_{12}=2$, 齿轮为用范成法加工的渐开线标准直齿圆柱齿轮, 模数 $m=5\text{mm}$, 齿顶高系数 $h_a^*=1.0$, 压力角 $\alpha=20^\circ$, 箱体内壁的宽度 $W=270\text{mm}$, 高度 $H=185\text{mm}$ 。试设计这两个齿轮, 求出:

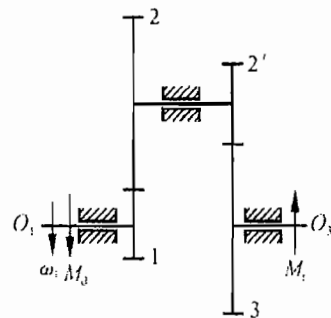


第二部分题四图

- (1) 齿轮的齿数 z_1 和 z_2 ;
- (2) 齿轮的基圆半径 r_{b1} 和 r_{b2} (要求通过作图求解);
- (3) 两个齿轮齿顶间的最远距离 $L_{\max}$ 。

五、(本题 10 分)

如第二部分题五图所示的定轴轮系中, 各轮齿数 $Z_1 = Z_2 = 20$ 、 $Z_2 = Z_3 = 40$, 各轮绕其轴心的转动惯量 $J_1 = J_2 = 0.015\text{kgm}^2$ 、 $J_2 = J_3 = 0.065\text{kgm}^2$, 作用于轮 1 的驱动力矩 $M_d = 20\text{Nm}$, 作用于轮 3 的阻力矩 $M_f = 70\text{Nm}$ 。试求在 M_d 和 M_f 作用下, 该轮系由静止运转 $t=1.5\text{s}$ 后, 齿轮 1 的角速度 ω_1 和角加速度 ε_1 。



第二部分题五图

第三部分 机械设计部分 (共四大题, 50 分)

一、选择题 (每小题选择一个合理答案, 本题共 20 分, 每小题 2 分)

1. 工程实践中用于联接的螺纹, 螺纹形式通常选择 ()。
 - (A) 梯形牙型, 单线右旋
 - (B) 三角形牙型, 单线右旋
 - (C) 三角形牙型, 多线右旋
 - (D) 锯齿形牙型, 单线右旋
2. 普通平键连接的工作面是 ()。
 - (A) 两侧面
 - (B) 侧面及底面
 - (C) 下底面
 - (D) 上底面
3. 材料为 45 号钢的某轴设计中, 受载后轴的变形量较大, 能够有效减少变形的措施可以是 ()。
 - (A) 改换为合金钢材料
 - (B) 增大轴径
 - (C) 减小轴径
 - (D) 改变轴的热处理方式
4. 一对减速圆柱齿轮传动中, 大、小齿轮的齿数分别为 Z_2 和 Z_1 , 两齿轮受到的接触应力、弯曲应力关系满足 ()。

- (A) $\sigma_{H1} = \sigma_{H2}$ $\sigma_{F1} = \sigma_{F2}$ (B) $\sigma_{H1} = \sigma_{H2}$ $\sigma_{F1} < \sigma_{F2}$
 (C) $\sigma_{H1} = \sigma_{H2}$ $\sigma_{F1} > \sigma_{F2}$ (D) $\sigma_{H1} > \sigma_{H2}$ $\sigma_{F1} > \sigma_{F2}$

5. 普通 V 带传动设计中如果带的根数过多, 若要减小带的根数, 以下措施中达不到该目的是 ()。

- (A) 更换截面尺寸较大型号的带 (B) 适当增大小带轮直径
 (C) 适当减小中心距 (D) 适当增大中心距

6. 蜗杆传动设计参数中应该按照国家标准取标准值的几何参数为 ()。

- (A) 蜗杆轴向模数和中心矩 (B) 蜗杆轴向模数和蜗杆头数
 (C) 蜗杆轴向模数和蜗杆分度圆直径 (D) 蜗杆轴向模数和蜗轮分度圆直径

7. V 带—齿轮组合传动方案设计中, 一般将带传动放置在高速级, 下列说法中可以作为选择采用这种方案的合理原因为 ()。

- (A) 齿轮传动传动比恒定不变 (B) V 带传动传递转矩较小且有过载保护功能
 (C) 齿轮传动精度高, 中心距不宜过大 (D) V 带传动适宜较大中心距

8. 自锁蜗杆轴系结构设计中, 若载荷较大、轴承跨距较大, 轴系结构适宜选用的固定方式应为 ()。

- (A) 一端固定、一端游动 (B) 两端固定 (C) 两端游动

9. 只承担径向外载荷的深沟球轴承, 当径向外载荷增加一倍时该轴承的寿命约为原设计寿命的 () 倍。

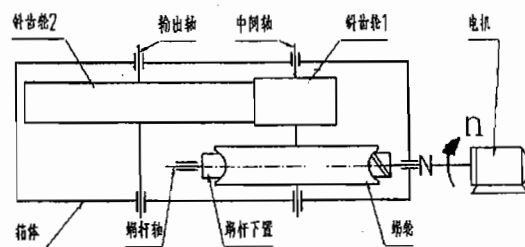
- (A) 0.5 (B) 0.25 (C) 0.125 (D) 1

10. 当滚动轴承同时承受较大的径向力和轴向力, 转速较低而轴的刚度较大时, 使用下列那种轴承较为适宜 ()。

- (A) 圆锥滚子轴承 (B) 圆柱滚子轴承
 (C) 深沟球轴承 (D) 角接触球轴承

二、(本题共 10 分, 1 小题 4 分, 2 小题 6 分)

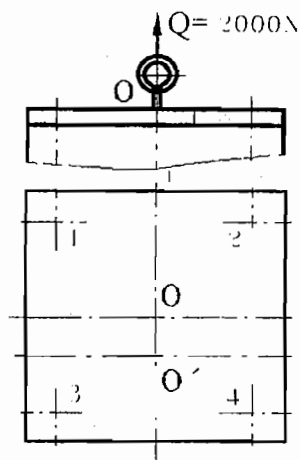
在第三部分题二图所示的蜗杆—齿轮减速器方案中, 选用右旋蜗杆, 如电动机按图示方向转动, 要求中间轴上两传动件轴向力能够部分抵消使得轴承所受轴向力较小, 试分析确定并画出:



- (1) 斜齿轮 1、2 及蜗轮的轮齿旋向, 输出轴的转动方向; 第三部分题二图
 (2) 中间轴上的斜齿轮 1 和蜗轮各自所受的分力 F_a 、 F_r 、 F_t 的方向;

三、（本题共 10 分，1、3 小题各 2 分，2 小题 6 分）

一方形盖板用四个螺栓与箱体紧密连接，螺栓组形心 O 点的吊环受拉力 $Q=2000\text{N}$ 。各螺栓中心之间距离均为 100mm ，残余预紧力为工作拉力的 0.8 倍。如因设计条件改变，需要将吊环由 O 点移到 O' 点，偏移量为 20mm ，试分析确定发生偏移后：

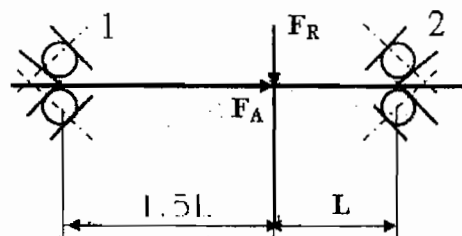


- (1) 受力最大的螺栓；
- (2) 求出受力最大螺栓的总拉力；
- (3) 写出该螺栓组设计计算应满足的强度条件公式。

第三部分题三图

四、（本题共 10 分，1 小题 6 分，2 小题 4 分）

如第三部分题四图所示，某转轴采用一对 7206AC 轴承支承，已知轴上所受的径向合力 $F_R=5000\text{N}$ ，轴向力 $F_A=960\text{N}$ ，轴承的冲击载荷系数 $f_d=1.2$ ，常温下运转，额定动载荷 $C_r=22000\text{N}$ 。（内部轴向力 $F_S=0.68F_R$ ， $e=0.68$ ，当 $F_a/F_r \leq e$ ， $X=1$ ， $Y=0$ ；当 $F_a/F_r > e$ ， $X=0.41$ ， $Y=0.87$ ）。请计算分析：



- (1) 计算两轴承的径向力和轴向力；
- (2) 分析判定哪个轴承为寿命较短轴承？

第三部分题四图

第四部分 自动控制原理部分（共四大题，50 分）

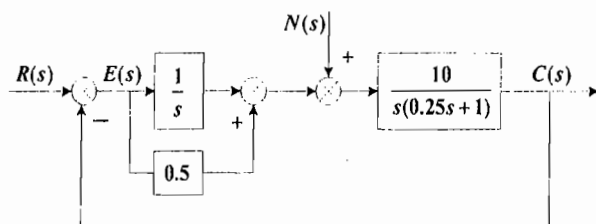
一、（本题共 10 分，第一小题 4 分，第二小题 6 分）

已知某负反馈系统的结构图如第四部分题一图所示，

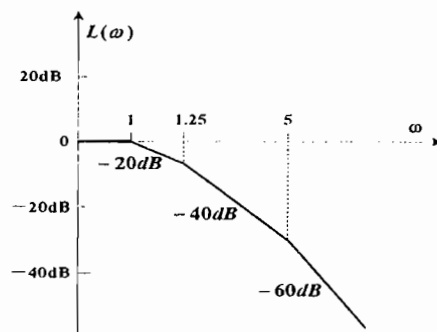
- (1) 试判断系统闭环稳定性；
- (2) 当输入信号 $r(t) = 1 + t$ ，干扰信号 $n(t) = 0.1(t)$ 时，确定系统的总稳态误差 e_{ss} 。（误差定义为 $e(t) = r(t) - c(t)$ ）

二、（本题 10 分）

某单位负反馈最小相位系统的闭环对数渐近幅频特性曲线如第四部分题二图所示，若要求系统具有 30° 的相稳定裕度，试计算该系统的开环放大倍数应增大多少倍？



第四部分题一图

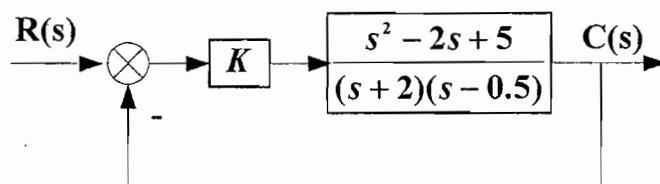


第四部分题二图

三、(本题共 15 分, 第一小题 10 分, 第二小题 5 分)

某负反馈系统的结构图如第四部分题三图所示, 要求:

- (1) 画出当 K 由 $0 \rightarrow \infty$ 变化时, 闭环系统的根轨迹;
- (2) 用根轨迹法确定使系统稳定时的 K 值范围。

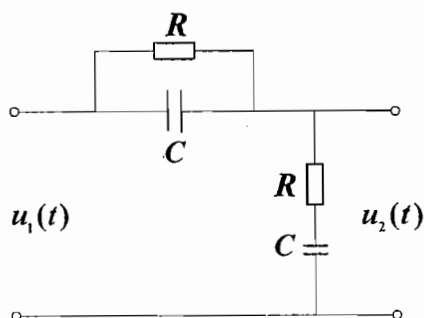


第四部分题三图

四、(本题共 15 分, 第一小题 10 分, 第二小题 5 分)

如第四部分题四图所示的无源电网络, 图中电压 $u_1(t)$ 为输入量, 电压 $u_2(t)$ 为输出量。要求:

- (1) 建立系统的动态结构图;
- (2) 求传递函数 $U_2(s)/U_1(s)$, 并化为标准形式。



第四部分题四图

