

北京航空航天大学 2009 年 硕士研究生入学考试试题

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 (共三题, 50 分)

一、 选择题 (共 5 小题, 每小题 6 分, 共 30 分)

1、 一质量为 m 的小球自 O 点铅直上抛, 已知小球所受空气阻力大小与小球速度成正比 $R = k \dot{x}$, 坐标选择如第一部分题一图 (1) 所示, 则小球在上升段及下落段时的运动微分方程分别是:

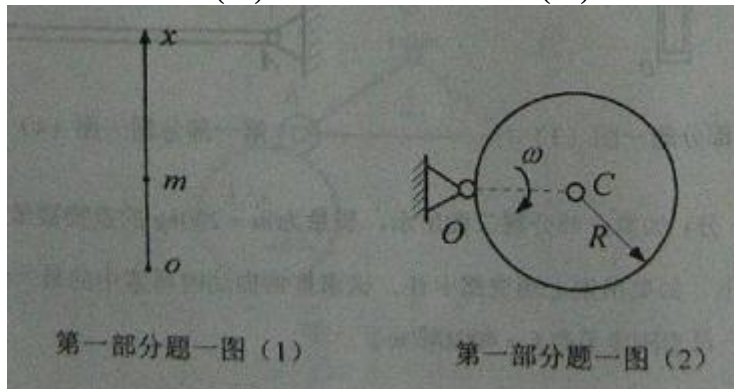
上升段: _____; 下落段: _____.

(A) $m \ddot{x} = -mg - k \dot{x}$ (B) $m \ddot{x} = -mg + k \dot{x}$

(C) $-m \ddot{x} = -mg - k \dot{x}$ (D) $-m \ddot{x} = -mg + k \dot{x}$

2、 如第一部分题一图 (2) 所示匀质圆盘质量为 m , 半径为 R , 可绕轮缘上垂直于盘面的轴 O 转动, 转动角速度为 ω , 则圆盘在图示瞬时的动量值是_____。

(A) $K = 0$ (B) $K = m R \omega$ (C) $K = 2 m R \omega$ (D) $K = m R \omega^2$



第一部分题一图 (1)

第一部分题一图 (2)

2、 条件同上题, 则圆盘的动能是_____。

(A) $T = \frac{1}{2} m R^2 \omega^2$ (B) $T = \frac{1}{4} m R^2 \omega^2$ (C) $T = m R^2 \omega^2$ (D) $T = \frac{3}{4} m R^2 \omega^2$

4、 如第一部分题一图 (3) 所示, 曲柄 OA 绕 O 轴匀角速度转动, 通过滑块 A , 带动滑道 BC 在水平面内运动, 已知曲柄 OA 长为 l , 角速度为 ω 。当 $\varphi = 30^\circ$ 时, 滑块 A 的径向速度 v_r 及牵连速度 v_e 的大小为_____。

(A) $v_r = \frac{1}{2} l \omega$, $v_e = \frac{\sqrt{3}}{2} l \omega$ (B) $v_r = \frac{\sqrt{3}}{2} l \omega$, $v_e = \frac{1}{2} l \omega$

(C) $v_r = \frac{\sqrt{3}}{2} l \omega$, $v_e = \frac{\sqrt{3}}{2} l \omega$ (D) $v_r = \frac{1}{2} l \omega$, $v_e = \frac{1}{2} l \omega$

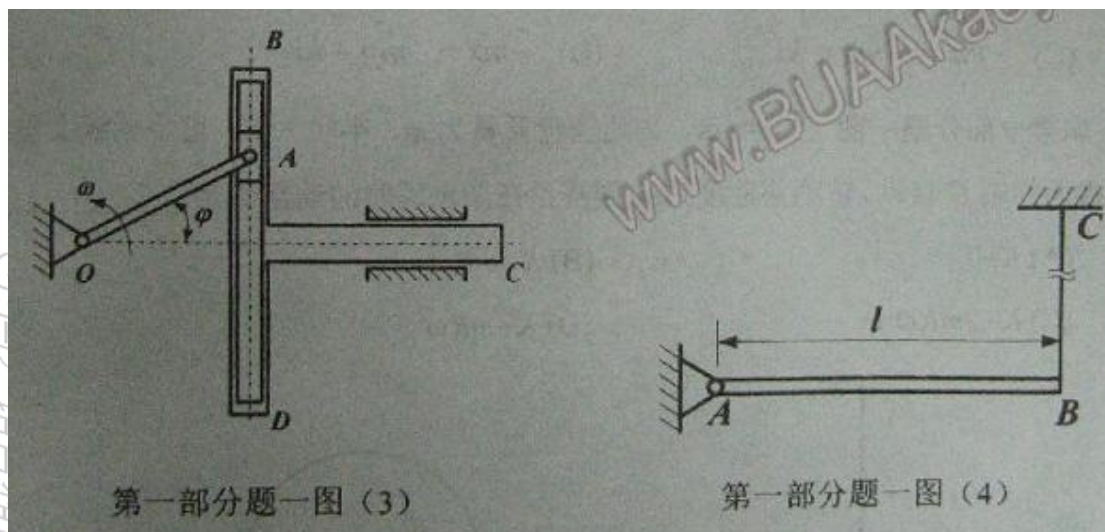
5、水平匀质细杆 AB 长 $l=1\text{m}$ ，质量为 $m=12\text{kg}$ ， A 端铰链支承， B 端用铅垂绳吊起，如果第一部分题一图（4）所示。现在突然把绳子剪断，刚剪断时铰链 A 的约束力为_____。

(A) 35N

(B) 31N

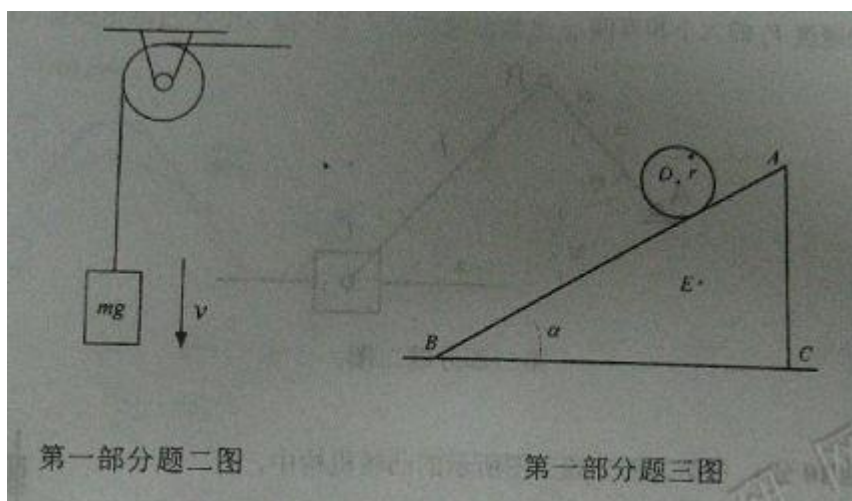
(C) 29N

(D) 25N



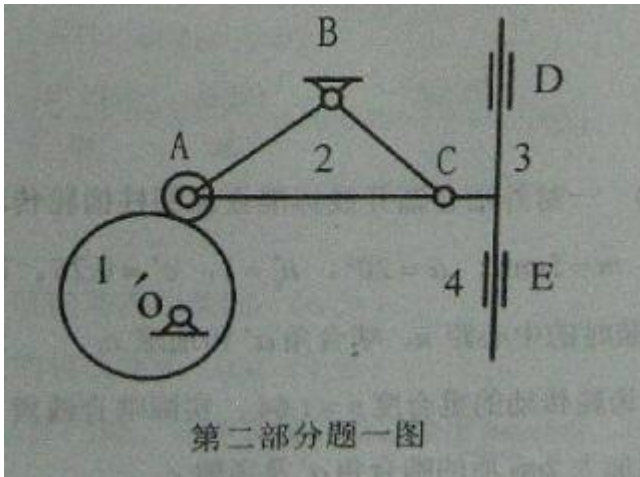
二、(本题 8 分) 如第一部分题二图所示，质量为 $m=200\text{kg}$ 重物被吊索以等速 $v=5\text{m/s}$ 放下。如果吊索上端突然卡住，试求重物振动时吊索中的最大张力。不计吊索重量，吊索刚度系数 $k=400\text{kN/m}$ 。

三、(本题 12 分) 三角形楔块 ABC 的质量是 m_1 ，可沿光滑的固定水平面滑动。匀质圆柱的质量是 m_2 ，半径为 r ，相对于与水平面成 α 角的斜面 AB 纯滚动，如第一部分题三图所示。已知系统从静止开始运动，试求楔块的加速度 a_1 和圆柱中心 D 相对于楔块的加速度 a_r 。



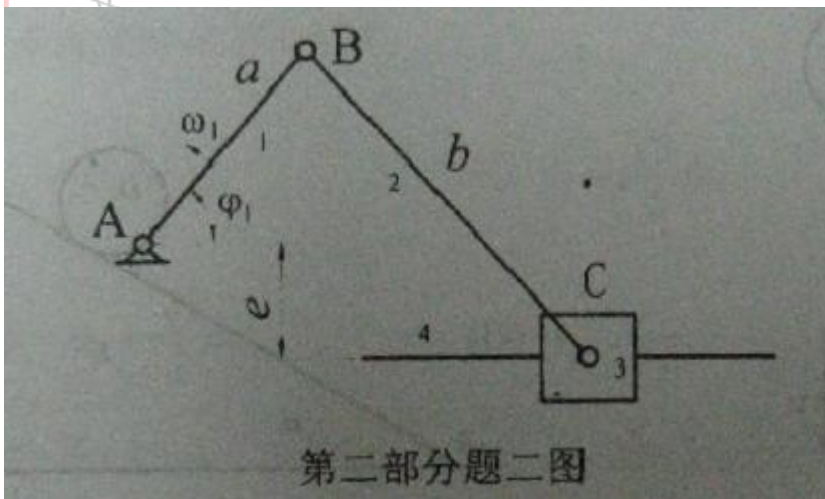
第二部分 机械原理部分 (共五大题, 50 分)

一、(本题 10 分) 在第二部分题一图所示的凸轮一连杆组合机构中，设计者设想：凸轮 1 作为原动件驱动机构运动，通过摆杆 2，带动构件 3 按一定的运动规律输出直线运动。请问，设计者的意图能否实现？如果能实现，给出理由；如果不能实现，也请说明理由，并给出改进的设计方案。



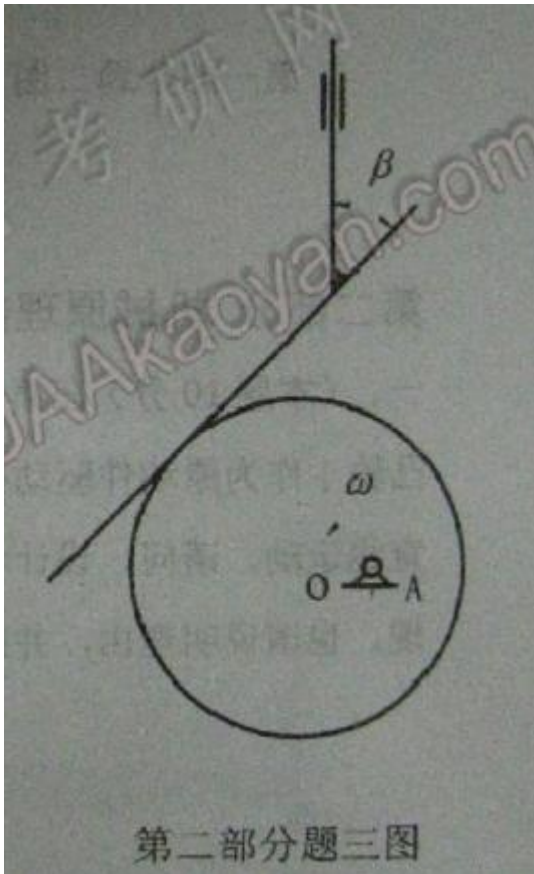
二、(本题 10 分) 第二部分题二图所示为一曲柄滑块机构，曲柄 1 他度为 a ，连杆 2 长度为 b ，偏心距为 e 。已知从动件滑块 3 的行程为 $H=100\text{mm}$ ，行程速比系数 $k=1$ ，机构的最大压力角 $\alpha_{\max} = 30^\circ$ 。

- (1) 试设计该曲柄滑块机构，求取 a 、 b 和 e 值；
- (2) 原动件曲柄在 $\varphi_1 = 30^\circ$ 位置时的角速度为 $\omega_1 = 10\text{rad/s}$ ，试用瞬心法求出此时滑块速度 V_3 的大小和方向。



三、(本题 10 分) 在第二部分题三图所示的凸轮机构中，凸轮为一偏心圆盘，平底与导路间的夹角为 $\beta = 45^\circ$ ，凸轮以等角速度逆时针方向旋转。请在答题纸上作图，试：

- (1) 标出凸轮的基圆（半径用 r_b 表示）
- (2) 标出凸轮机构在此位置时的压力角；
- (3) 采用反转法，标出凸轮由图示位置转动 90° 从动件下降的距离；
- (4) 求出机构的最大压力角 $\alpha_{\max}$ 和最小压力角 $\alpha_{\min}$ 值。

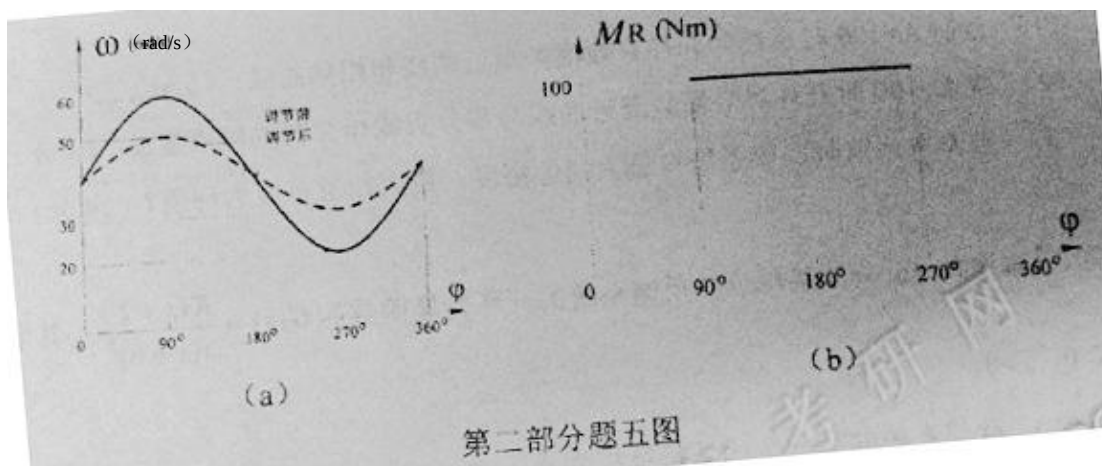


四、(本题 10 分) 一对外啮合渐开线标准直齿圆柱齿轮传动，其有关参数为：

$z_1 = 21$ ， $z_2 = 40$ ， $m = 5\text{mm}$ ， $\alpha = 20^\circ$ ， $h_a^* = 1$ ， $c^* = 0.25$ 。试求：

- (1) 标准安装时的中心距 a 、啮合角 α' 和顶隙 c ；
- (2) 若该对齿轮传动的重合度 $\varepsilon = 1.64$ ，实际啮合线段 $\overline{B_1B_2}$ 的长度为多少；
- (3) 中心距加大 2mm 后的啮合角 α' 及顶隙 c 。

五、(本题 10 分) 某机械系统主轴的角速度在一个运转周期 (对应主轴转角为 360°) 内的变化规律如第二部分题五图 (a) 中的实线所示，等效到主轴上的等效阻力矩 M_g 如第二部分题五图 (b) 所示，已知作用在主轴上的驱动力矩 M_O 为常值，机械系统等效到主轴上的等效转动惯量 $J_O = 0.096\text{kgm}^2$ ，且假设为常值。现要通过在主轴上加装一个飞轮的办法，将主轴的角速度调节为如第二部分题五图 (a) 虚线所示的大小，试计算飞轮的转动惯量 J_F 的大小。



第三部分 自动控制原理部分 (共中大题, 50 分)

一、(本题共 12 分) 已知某系统的动态微分方程组如下, 其中, 输入量为 $r(t)$ 和 $n(t)$, 输出量为 $c(t)$, 初始条件均为零。

$$\begin{cases} m(t) = 10r(t) \\ e(t) = m(t) - 2c(t) \\ \frac{d^2c(t)}{dt^2} + 3\frac{dc(t)}{dt} = 6e(t) + \frac{dn(t)}{dt} + 3n(t) \end{cases}$$

试求:

- (1) 绘制出系统的动态结构图; (6 分)
- (2) 求输出量的拉氏变换 $C(s)$; (3 分)
- (3) 若 $r(t) = n(t) = 1(t)$, 计算系统的稳态输出 $\lim_{t \rightarrow \infty} c(t)$ 。(3 分)

二、(本题 10 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)(0.25s+1)}$,

欲使开环幅相频率特性曲线 $G(j\omega)$ 通过 $(-1, j0)$ 点, 问 K 应取何值?

三、(本题共 12 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+1)}{s^2(0.1s+1)}$, 试求:

- (1) 绘制 $K=100$ 时系统的开环对数幅频渐近曲线和相频曲线; (5 分)
- (2) 求 $K=100$ 时开环对数幅频渐近曲线与零分贝线相交时的频率值 ω_c ; (3 分)
- (3) 当 K 取何值时, 该系统有最大相位裕度? 最大相位裕度为何值? (4 分)

四、(本题 16 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+T)}{s(s+6)^2}$ ，其中 $K>0, T>0$

(1) 欲使系统的某一个闭环特征根为 $s_i = -2 - 2j$ ，其参数 K 和 T 应取何值？

并求此时的其它两个闭环特征根；(4 分)

(2) 根据 (1) 所求得的 T 值，绘制出 K 从 $0 \rightarrow \infty$ 变化时的根轨迹，并求渐近线，分离点坐标 d ，根轨迹与虚轴的交点。(8 分)

(3) 以 K, T 为坐标轴 (K 为横坐标, T 为纵坐标) 画出使系统稳定的区域图 (用斜线画出)。(4 分)

销售和技术支持中心

Tel: 010-84782018/84782838
www.gridpro.cn

Fax: 010-64392191
Email: info@gridpro.cn


GridPro
Superior Engineering Solutions