

# 2012-2013 学年第 2 学期《理论力学》期末试卷 A 卷

北京工业大学 2012 — 2013 学年第 2 学期《理论力学》期末考试试卷 A 卷

《理论力学》 期末考试试卷 卷 A

考试说明：2012 年 6 月 14 日 8:55-11:30 闭卷考试

承诺：本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人：[redacted] 学号：[redacted] 班号：[redacted]

注：本试卷共 6 页，共 6 题，满分 100 分，考试时必须使用蓝黑附带的统一答题卡或草稿纸。

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 总成绩 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 得分 | 4 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 75  |

一、是非判断题（每题 2 分，共 8 分。在括号中：正确划“√”，错误划“×”）

1. 空间任意力系向某点 O 简化得到  $M_O = 0$ ，则主矩与简化中心无关。（×）
2. 应做曲线运动时，“匀变速运动”是指切向加速度  $a_t = \text{常矢量}$ 。（×）
3. 刚体的平面运动可以看成是一系列的速度瞬心所连的瞬时转动。（√）
4. 摩擦角是指全反力与接触面法线的夹角。（√）

二、选择题（每题 3 分，共 12 分）

1. 在边长为  $a$  的正方体的对角线 AB 方向上作用一力  $F$ ，则力  $F$  对 x 轴的矩为（C）

A:  $\frac{\sqrt{3}}{3}Fa$ ;  
B:  $\frac{\sqrt{3}}{4}Fa$ ;  
C:  $-\frac{\sqrt{2}}{2}Fa$ ;  
D:  $Fa$ .

2. 曲柄摇杆机构，曲柄 OA=L，以匀角速度  $\omega$  绕 O 轴转动，通过铰链 A 带动连杆 O<sub>1</sub>B 绕 O<sub>1</sub> 转动。在图示位置， $\angle OAQ_1 = 30^\circ$ ， $OQ_1 \perp O_1B$ ，以铰链上 A 点为动点，O<sub>1</sub>B 为动系，则该瞬时的科氏加速度  $a_c$  是（C）

A:  $a_c = \frac{1}{2}\omega^2 L$ ，方向垂直 OA 斜向上；  
B:  $a_c = \frac{1}{2}\omega^2 L$ ，方向垂直 O<sub>1</sub>B 向上；  
C:  $a_c = \frac{1}{2}\omega^2 L$ ，方向垂直 OA 斜向下；  
D:  $a_c = \frac{1}{2}\omega^2 L$ ，方向垂直 O<sub>1</sub>B 向下。

3. 正方形 ABCD 作平动，A 点的运动方程为  $x_A = 6\cos(2t)$ ， $y_A = 4\sin(2t)$ ，点 M 沿 AC 以  $S = 3t^2$  ( $x, y, S$  以厘米计， $t$  以秒计) 的规律运动。当  $t = \pi/2$  时，点的相对加速度大小为  $(2)$   $\text{cm/s}^2$ ，牵连加速度大小为  $(3)$   $\text{cm/s}^2$ 。

北京工业大学 2012 — 2013 学年第 2 学期《理论力学》期末考试试卷 A 卷

四、计算题（25 分）

由直杆 AB、直杆 DE、CD 组成图示结构，高 3L，宽 4L，至 C、D 处铰接，载荷如图所示。已知：P=20kN，M=40kN·m，q=20kN/m，L=2m。求 A、E 处的约束反力。（25 分）

三、填空题（每题 5 分，共 10 分）

1. 无重杆 OA 以角速度  $\omega$  绕轴 O 转动，质量  $m$ ，半径  $R$  的均质圆盘以相对于杆 O 的角速度  $\omega_1$  绕轴 A 转动。已知杆长为  $L$ 。图示瞬时圆盘的动量是  $m\omega L$ ，对固定点 O 的转动惯量是  $\frac{1}{2}mR^2 + mL^2$ 。

2. A 为均质圆盘，半径为  $R$ ，质量为  $m$ ，绕 O 点做定轴转动。角速度  $\omega$ ，角加速度  $\epsilon$ 。向 O 点施加惯性力大小为  $m\omega^2 R$ ，惯性力偶大小为  $m\epsilon R^2$ 。（惯性力和惯性力偶方向画在图上）

五、计算题（25 分）

由直杆 AB、直杆 DE、CD 组成图示结构，高 3L，宽 4L，至 C、D 处铰接，载荷如图所示。已知：P=20kN，M=40kN·m，q=20kN/m，L=2m。求 A、E 处的约束反力。（25 分）

解：取整体为研究对象，列平衡方程：

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0: & F_{Ax} - P = 0 \Rightarrow F_{Ax} = 20 \text{ kN} \\ \sum F_y = 0: & F_{Ay} - 3PL - M = 0 \Rightarrow F_{Ay} = 100 \text{ kN} \\ \sum M_A = 0: & F_{Ex} \cdot 4L - 3PL \cdot 2L - M = 0 \Rightarrow F_{Ex} = 10 \text{ kN} \end{aligned}$$

取杆 DE 为研究对象，列平衡方程：

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0: & F_{Ex} - F_{Dx} = 0 \Rightarrow F_{Dx} = 10 \text{ kN} \\ \sum F_y = 0: & F_{Ey} - F_{Dy} = 0 \Rightarrow F_{Dy} = 10 \text{ kN} \end{aligned}$$

取杆 CD 为研究对象，列平衡方程：

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0: & F_{Dx} - F_{Cx} = 0 \Rightarrow F_{Cx} = 10 \text{ kN} \\ \sum F_y = 0: & F_{Dy} - F_{Cy} = 0 \Rightarrow F_{Cy} = 10 \text{ kN} \end{aligned}$$

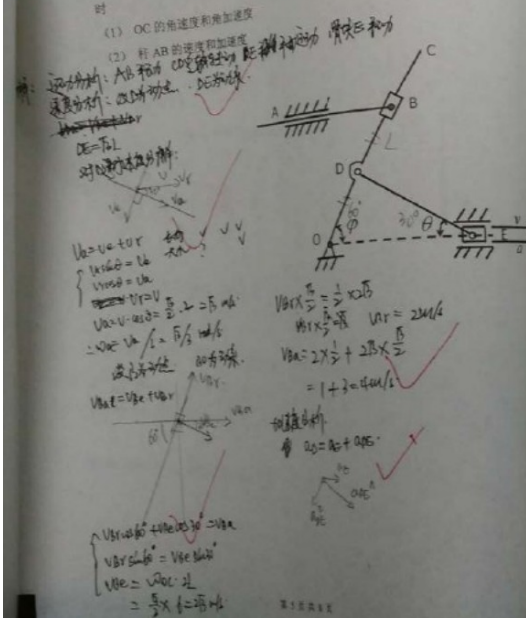
取杆 AB 为研究对象，列平衡方程：

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0: & F_{Ax} - F_{Bx} = 0 \Rightarrow F_{Bx} = 20 \text{ kN} \\ \sum F_y = 0: & F_{Ay} - F_{By} = 0 \Rightarrow F_{By} = 100 \text{ kN} \end{aligned}$$

五、计算题 (20 分)

图示平面机构中, 杆 AB 沿水平方向运动, 滑块 E 的速度为  $v = 2.0 \text{ m/s}$ , 杆 AB 的角速度为  $\omega = 4 \text{ rad/s}$ , 套筒 B 与杆 AB 铰接, 并套在绕 O 轴转动的杆 OC 上, 可沿该杆滑动。已知  $\phi = 60^\circ, \theta = 30^\circ, OD = BD = L = 3 \text{ m}$ 。求在图示位置时

- (1) OC 的角速度和角加速度
- (2) 杆 AB 的速度和加速度

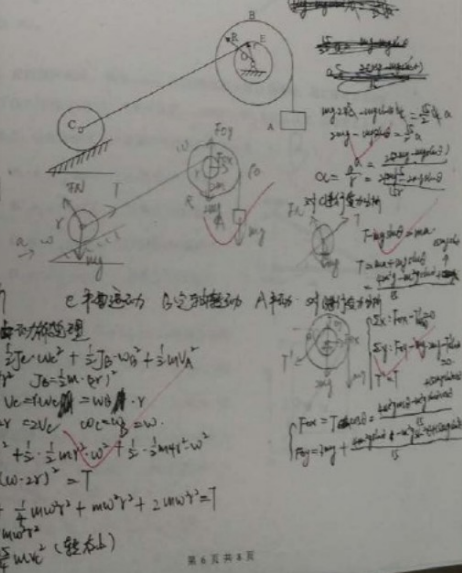


运动分析: AB 杆作平动, 速度为  $v$ , 加速度为  $a$ 。  
套筒 B 作复合运动: 随 AB 杆平动, 同时沿 OC 杆滑动。  
对 B 点进行速度分析:  
 $v_B = v$   
对 B 点进行加速度分析:  
 $a_B = a$   
对 D 点进行速度分析:  
 $v_D = \omega_{OC} \cdot OD$   
对 D 点进行加速度分析:  
 $a_D = \alpha_{OC} \cdot OD$   
对 B 点进行速度分析:  
 $v_B = v_D \cos \theta + \omega_{BD} \cdot BD \sin \theta$   
对 B 点进行加速度分析:  
 $a_B = a_D \cos \theta + \alpha_{BD} \cdot BD \sin \theta$

六、计算题 (20 分)

在图示机构中, 已知: 均质滑轮 O 外半径为  $R$ , 内半径为  $r$ ,  $R = 2r$ , 质量为  $2m$ , 对质心的回转半径为  $\rho$ , 其上有绳, 一端与质量为  $m$  的均质轮 C 相连, 轮作无滑动滚动, 半径为  $r$ , 斜面倾角为  $\theta$ , 绳的倾斜段与斜面平行。另一端与重块 A 相连, 其质量为  $m$ 。求: 物块 A 下降  $h$  时, (按正下)

- (1) 鼓轮的角加速度;
- (2) 连接轮 C 的绳子 CE 的张力;
- (3) 轴承 O 的约束力。



运动分析: 鼓轮 O 作定轴转动, 角速度为  $\omega$ , 角加速度为  $\alpha$ 。  
物块 A 作直线运动, 速度为  $v_A$ , 加速度为  $a_A$ 。  
轮 C 作平面运动, 速度为  $v_C$ , 加速度为  $a_C$ 。  
对鼓轮 O 进行力矩平衡分析:  
 $\sum M_O = I_O \alpha$   
对物块 A 进行受力分析:  
 $\sum F_y = m a_A$   
对轮 C 进行受力分析:  
 $\sum F_x = m a_C$   
 $\sum F_y = m a_C$   
对轮 C 进行速度分析:  
 $v_C = v_A \cdot \frac{R}{r}$