

# 《理论力学III》期初补考试卷

考试说明：2013年8月 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： 学号： 班号：

注：本试卷共 六 大题，共 6 页，满分 100 分，考试时必须使用卷后附加的统一答题纸或草稿纸。

卷面成绩汇总表 (阅卷教师填写)

题号	一	二	三	四	五	六	总成绩
满分							
得分							

得分

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

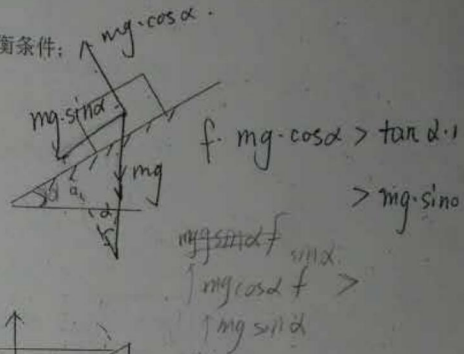
1. 内力不作功。 (√)
2. 只要点做匀速运动，其加速度总为零。 匀速圆周 (X)
3. 力系的主矢与简化中心的选择有关，而力系的主矩与简化中心的选择无关。 无关 (X)
4. 刚体作瞬时平时，刚体的角速度和角加速度在该瞬时都等于零。 (X)

得分

## 二、选择题 (每题 3 分, 共 12 分)

1. 一重  $w$  的物体置于倾角为  $\alpha$  的斜面上, 若摩擦系数为  $f$ , 且  $\tan \alpha < f$ , 则物体 静止 A. 若减轻物体重量, 则物体 静止 C, 若增加物体重量, 则物体 C.

(A) 静止不动; (B) 向下滑动; (C) 运动与否取决于平衡条件;



2. 三角形模块 B 置于模块 A 的斜面上, 若 A 块以  $v_A = 3\text{m/s}$  的速度向左运动,

$\theta = 30^\circ$ , 则 B 块的速度

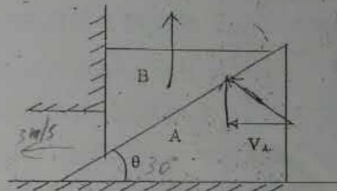
A m/s.

(A)  $\sqrt{3}$

(B)  $\frac{2}{3}$

(C)  $\sqrt{3}/3$

(D) 3



$$\frac{v_B}{v_A} = \tan 30^\circ$$

$$v_B = \sqrt{3}$$

3. 已知力  $P$  沿正六面体对顶线 DA 作用, 且  $P = 1000\text{N}$ . 则该力对  $z$  轴的力矩为

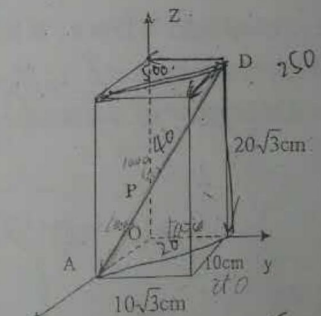
A.

(A)  $2500\sqrt{3}\text{ N}\cdot\text{cm}$

(B)  $2000\sqrt{3}\text{ N}\cdot\text{cm}$

(C)  $2500\text{ N}\cdot\text{cm}$

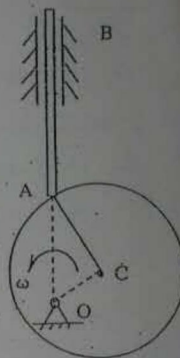
(D)  $2000\text{ N}\cdot\text{cm}$



$$2500 \times 10\sqrt{3} = 25000\sqrt{3}$$

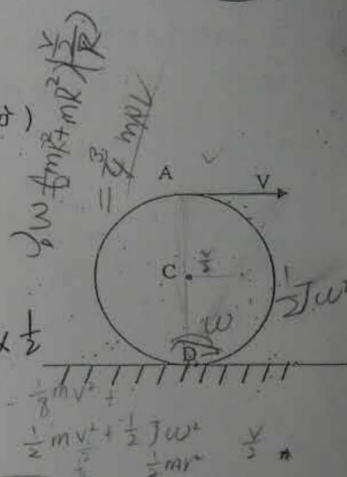
4. 偏心凸轮以匀角速度  $\omega$  绕固定轴转动, 从而推动顶杆 AB 沿铅直槽上下移动, AB 杆的延长线通过 O 点, 若取凸轮中心 C 为动点, 动系与顶杆 AB 固连, 则动点 C 的相对运动轨迹为 B。

- (A) 铅直直线;  
(B) 以 O 点为圆心的圆周;  
(C) 以 A 点为圆心的圆周;  
(D) 无法确定。

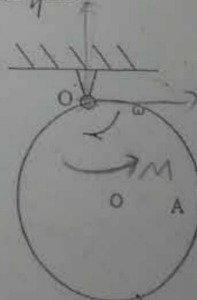


三、填空题 (每题 5 分, 共 10 分)

1. 半径为  $R$ , 质量为  $M$  的均质圆盘, 在地面上做纯滚动, 盘上 A 点的速度为  $V$ , 则圆盘对 D 点的动量矩的大小为  $mV \cdot 2R$ , 圆盘的动能为  $\frac{1}{8}mV^2$ 。



2. A 为均质圆盘, 半径为  $R$ , 质量为  $m$ 。以匀角速度  $\omega$  绕 O 点做定轴转动。向 O 点施加惯性力大小为  $m\omega^2 R$ , 惯性力偶大小为 0。  
(惯性力和惯性力偶方向画在图上)



得分

#### 四、计算题 (25 分)

平面结构如图。A 端为插入端，AFB 为一个直角整体构件。已知：  
 $AF=BC=3\text{m}$ ,  $FB=1.5\text{m}$ ,  $q=500\text{N/m}$ ,  $P=2\text{kN}$ , D 为 BC 的中点。D 轮半径  $r=0.75\text{m}$ ,  $BE=r$ 。不计杆和轮的重量。

求：A、C 处的约束反力？

选取整体为研究对象。

受力分析如图。

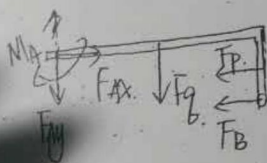
$$\sum F_x = 0: F_{Ax} + F_c = F_p \quad \text{--- (1)}$$

$$\sum F_y = 0: F_{Ay} = F_q \quad \text{--- (2)}$$

$$\sum M_A = 0: F_c \cdot BF + F_p \cdot \frac{1}{2}AF - M_A = 0 \quad \text{--- (3)}$$

选取 AFB 为研究对象。

受力分析如图。



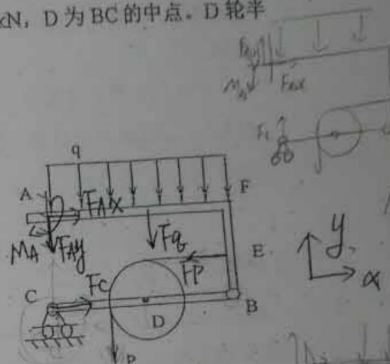
$$\sum F_x = 0: F_{Ax} = F_p + F_B$$

$$\sum F_y = 0: F_{Ay} + F_q = 0$$

$$\sum M_C = 0: F_{Ax} \cdot BF + F_q \cdot \frac{1}{2}AF - F_p \cdot BE = M_A = 0 \quad \text{--- (4)}$$

联立求得：

$$F_{Ax} = 2.25 \text{ kN}$$



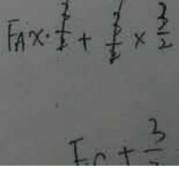
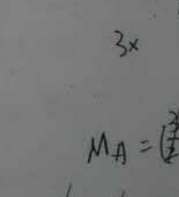
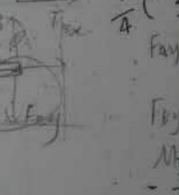
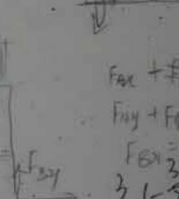
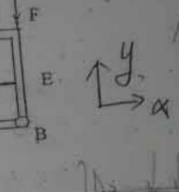
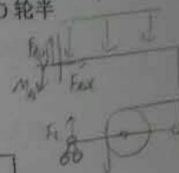
$$F_{Ax} = P$$

$$F_{Ax} + F_B + F_c + P = 0$$

$$F_{Bx} = F_p$$

$$F_{By} = F_p$$

$$F_c = F_p$$





得分 五、计算题 (20 分)

系统如图, OA 杆以匀角速度  $\omega$  绕 O 点转动, 长为  $L$ . ABC 为一根直杆,  $AB=BC=2L$ . B 点水平运动. C 点为一滑块在滑道内滑动. T 型滑槽水平运动. 图示瞬时 ABC 杆与水平夹角为  $30^\circ$ .

- 求: (1) 图示瞬时 T 型滑槽的运动速度  $V$ ;  
(2) 图示瞬时 T 型滑槽的运动加速度  $a$ .

(1) 杆 OA 为定轴转动, ABC 为瞬运动  
T 型滑槽为平行移动

选取取杆 ABC 上的 C 点为  
动点, T 型滑槽为动系

运动分析:

- 绝对运动 — 杆 ABC 的平面运动
- 相对运动 — 沿滑道的直线运动
- 牵连运动 — 滑槽的水平运动

速度分析:

- 绝对运动 —  $v_a = 0$ , 方向不知
- 相对运动 —  $v_r = 0$ , 方向沿滑道向下
- 牵连运动 —  $v_e = v_c$

~~杆 ABC 的速度  $v_a, v_b$  为水平向右~~  
杆 ABC 处于瞬时平动, 则  $v_a = v_c$ , 方向相同

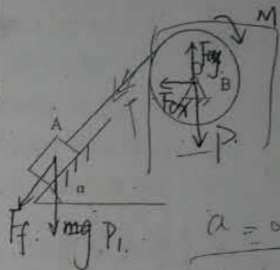
$v_a = \omega \cdot L$   
∴ 此时 T 型滑槽  $V = v_a = \omega \cdot L$

得分

### 六、计算题 (25 分)

在图示系统中, 已知: 绞车卷筒 B 重  $P$ , 半径为  $r$ , 其上作用有不变转矩  $M$ , 绕在卷筒的绳索末端挂一重为  $P_1$  重物 A, 与斜面间的摩擦系数为  $f$ , 重物沿着倾角为  $\alpha$  的斜面由静止开始上升。

试求卷筒转过  $\phi$  角时的角速度与轴 O 的反力。



解: 选取 系统 为研究对象。

外力做功:

$$\begin{aligned} W &= P_1 \cdot s \cdot \sin \alpha - f_f \cdot s + M \cdot \phi \\ &= P_1 \cdot g \cdot r \cdot \sin \alpha - f \cdot mg \cdot \cos \alpha \cdot g \cdot r + M \phi \end{aligned}$$

动能:

$$\begin{aligned} T_1 &= 0 \\ T_2 &= \frac{1}{2} m v_A^2 + \frac{1}{2} J_O \omega^2 \end{aligned}$$

速度:  $v_A = \omega \cdot r$

故: 由动能定理知:

$$W = T_2 - T_1$$

$$P_1 g r \sin \alpha - f P_1 g \cos \alpha r + M \phi = m \omega^2 r^2$$

$$(P_1 r \sin \alpha - f P_1 \cos \alpha r + M) \phi = m \omega^2 r^2$$

两端同时求导:

$$(P_1 r \sin \alpha - f P_1 \cos \alpha r + M) \dot{\phi} = 2 m \omega \dot{\phi} r^2$$

第 6 页 共 6 页

$$\therefore \alpha = \frac{P_1 r \sin \alpha - f P_1 \cos \alpha r + M}{2 m r^2}$$