



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

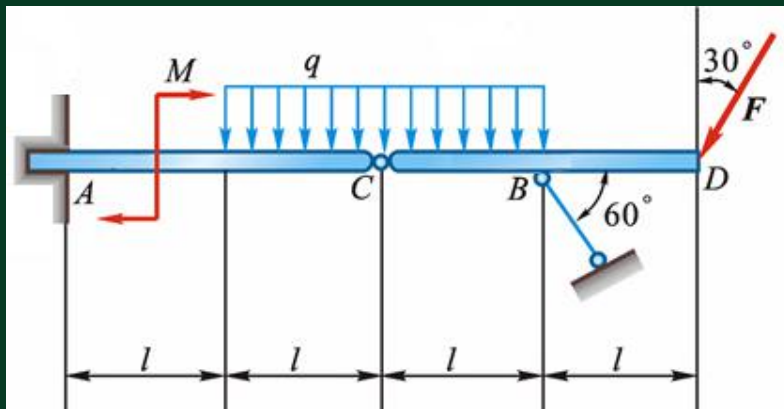
在线开放课程

# 物体系统的平衡

主讲：孔艳平

# 回顾:

## 1、静定结构与超静定结构的判断 (略去)



## 2、不同力系类型对应的平衡方程 (牢记)

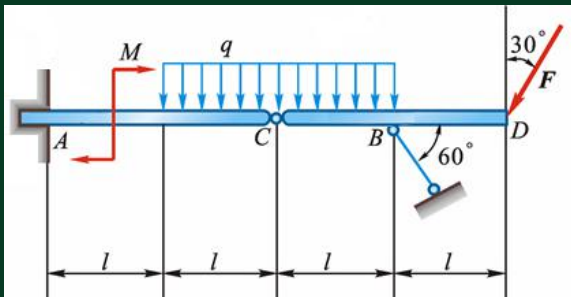
# 物系平衡

## (一) 物体系统:

由若干个刚体通过一定的联系(约束)组成的系统。

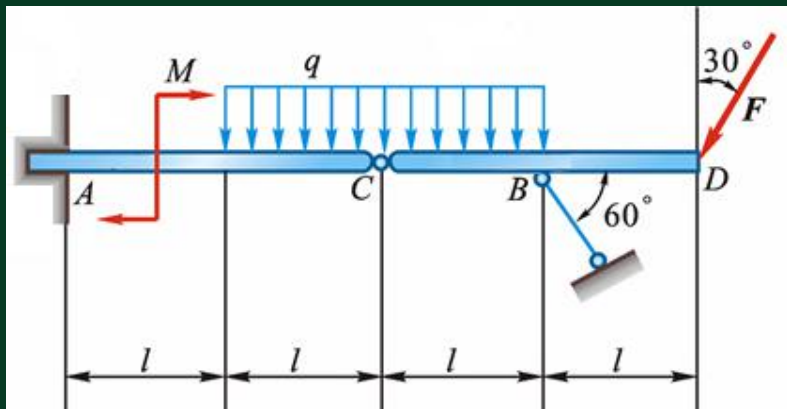
**内力:** 系统内部物体和物体之间的作用力。

**外力:** 系统以外的其它物体给系统的力。



# 物系平衡

## (一) 物体系统:



注意：1.内力和外力是相对的。

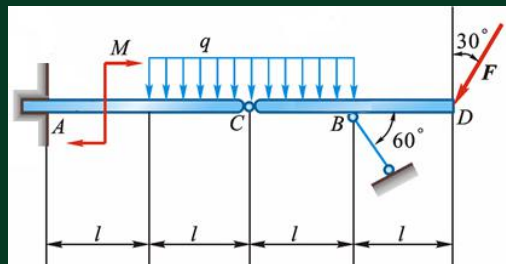
2.受力分析时，只画外力，不画内力。

# 物系平衡

## (二) 物体系统的平衡

### 1、特点：

- ① 只考查系统整体或某个局部，不能确定所有的未知量。
- ② 系统整体是平衡的，则组成系统的每一局部也必然是平衡的。



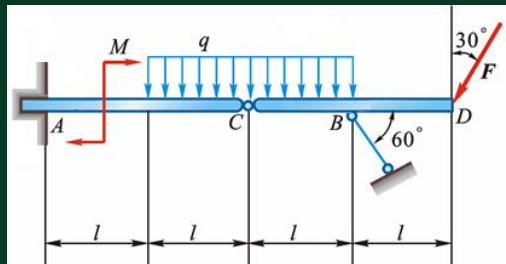
# 物系平衡

## (二) 物体系统的平衡

1、特点：

2、处理方法：

可取整体 或取局部 或某单个刚体研究。



(同一题目，可有几种做法，但研究对象选得适当，常常是解题顺利而简捷的关键，所以刚体系统的平衡问题是静力学理论的综合应用，也是解题方法的综合练习)

## (二) 物体系统的平衡

### 3、取对象、列平衡方程的原则：

由已知条件的部分入手，所取对象应包含  
已知量 和未知量；

刚体系统尽量少拆（因内力暴露）；

尽量避免去解题目所不要求的未知量。

## (二) 物体系统的平衡

### 3、取对象、列平衡方程的原则：

列方程时，要使每个方程的未知量尽可能地减少；

尽量避免求解联立方程，如：

投影轴宜与未知力相垂直，

矩心宜取在未知力的交点上。

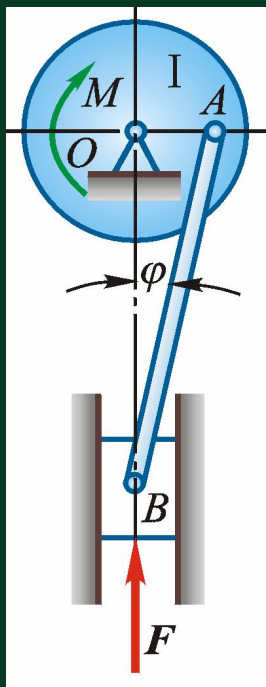


# 物体系统的平衡

## 应用举例（一）



例1 已知： $OA = R, AB = l, \vec{F}$ , 不计物体自重与摩擦，系统在图示位置平衡；  
求：力偶矩  $M$  的大小，轴承  $O$  处的约束力，连杆  $AB$  受力，冲头给导轨的侧压力。

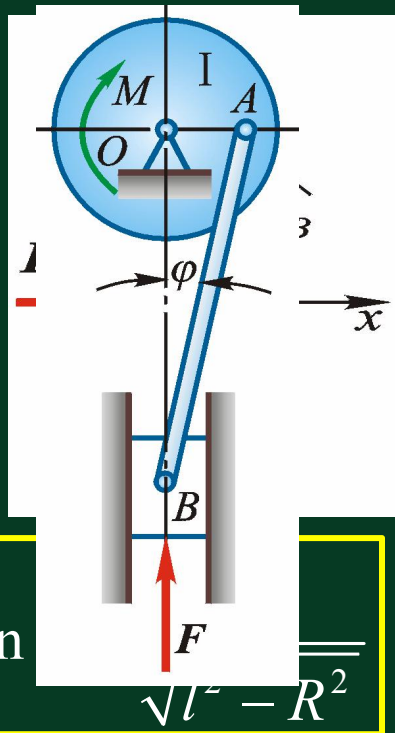


例1 已知： $OA = R, AB = l, \vec{F}$ , 不计物体自重与摩擦，系统在图示位置平衡；

解：取冲头  $B$ ，画受力图。

$$\sum F_y = 0 \quad F - F_B \cos \varphi = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad F_N - F_B \sin \varphi = 0$$



$$F_B = \frac{F}{\cos \varphi} = \frac{Fl}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

$$F_N = F \tan \varphi = \frac{FR}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

取轮, 画受力图。

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ox} + F_A \cos \varphi = 0$$

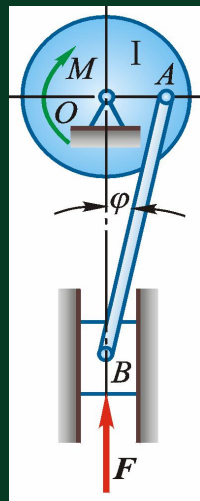
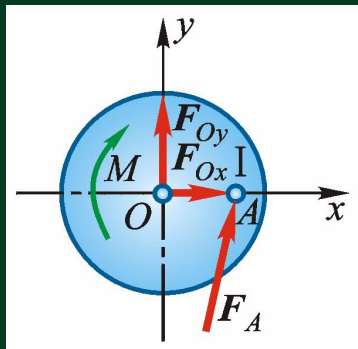
$$\sum F_y = 0 \quad F_{Oy} + F_A \sin \varphi = 0$$

$$\sum M_O = 0 \quad F_A \cos \varphi - M = 0$$

$$F_{Ox} = -\frac{FR}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

$$F_{Oy} = -F$$

$$M = FR$$

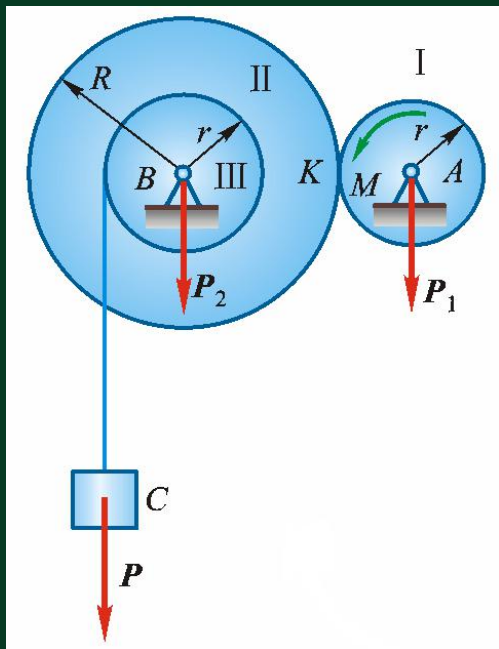


例2 已知： $P_2=2P_1$ ， $P=20P_1$ ， $r$ ， $R=2r$ ， $\alpha = 20^\circ$ ；



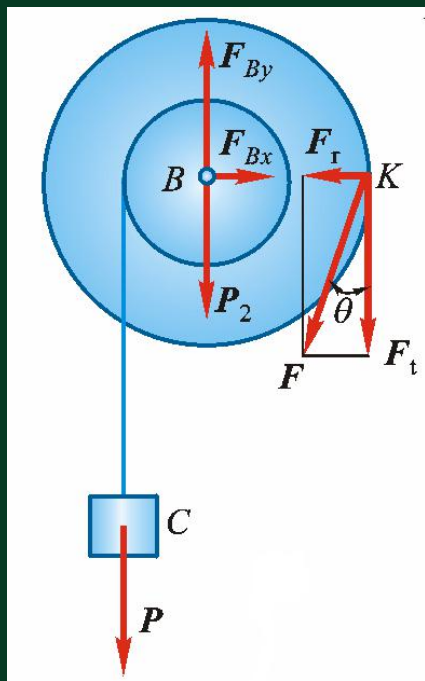
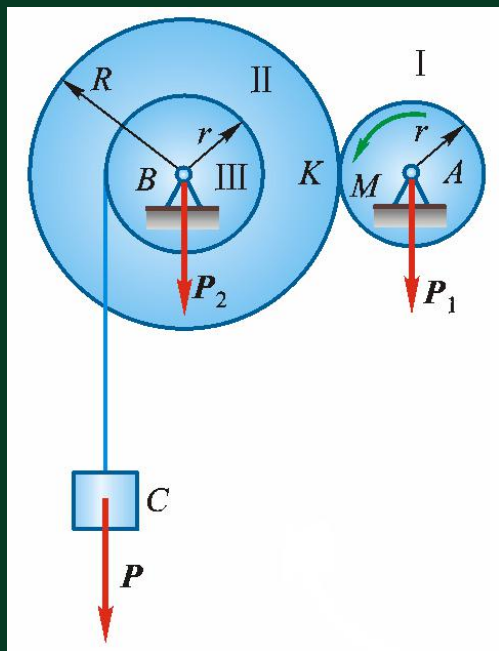
在线开放课程

求：物C匀速上升时，作用于小轮上的力偶矩  $M$ ，  
轴承A，B处的约束力。



例2 求：作用于小轮上的力偶矩  $M$  ，  
轴承  $A$  ，  $B$  处的约束力。

解：取塔轮及重物  $C$  ，画受力图。



例2 求：作用于小轮上的力偶矩  $M$  ，  
轴承  $A$  ，  $B$  处的约束力。

解：取塔轮及重物  $C$  ，画受力图。

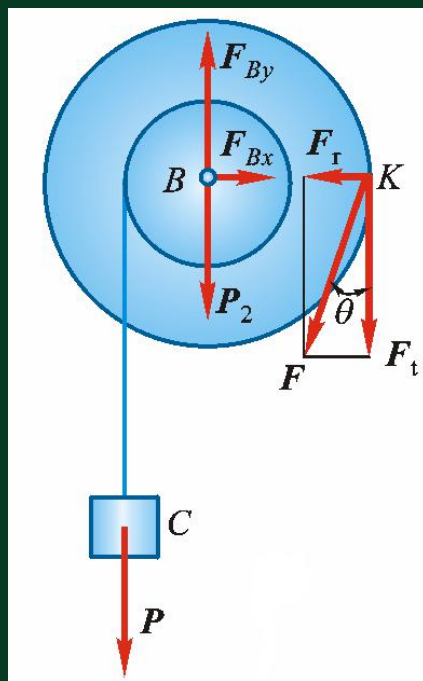
$$\sum M_B = 0$$

$$F_t \cdot R - P \cdot r = 0$$

$$F_t = \frac{P \cdot r}{R} = 10P_1$$

由  $F_r / F_t = \tan 20^\circ$

$$F_r = F_t \cdot \tan 20^\circ = 3.64P_1$$



例2 求：作用于小轮上的力偶矩  $M$ ，  
轴承  $A$ ， $B$  处的约束力。

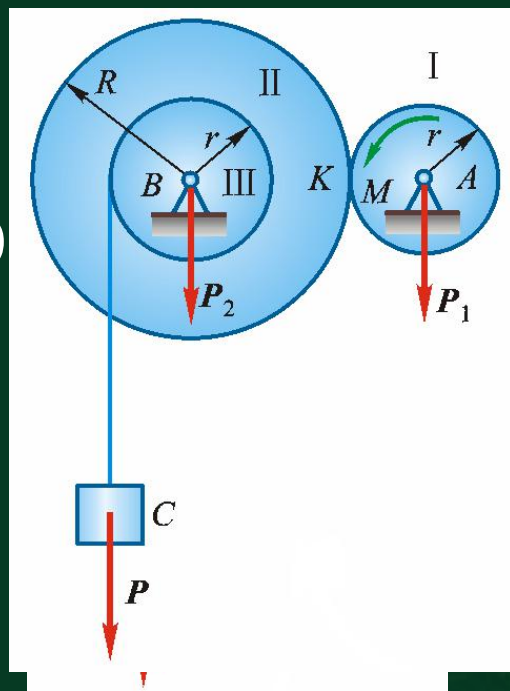
解：取塔轮及重物  $C$ ，画受力图。

$$\sum F_x = 0 \quad F_{Bx} - F_r = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{By} - P - P_2 - F_t = 0$$



$$F_{Bx} = 3.64P_1 \quad F_{By} = 32P_1$$





例2 求：作用于小轮上的力偶矩  $M$ ，  
轴承  $A$ ， $B$  处的约束力。

解：取小轮，画受力图。

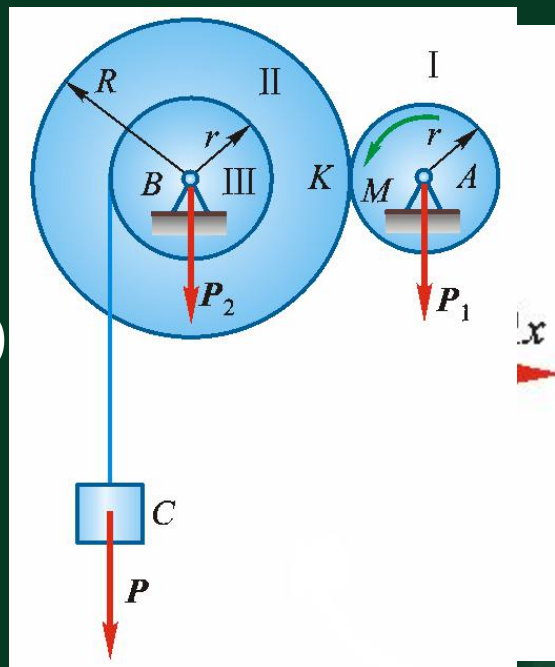
$$\sum F_x = 0 \quad F_{Ax} + F_r' = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{Ay} + F_t' - P_1 = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad M - F_t' \cdot r = 0$$

➔  $F_{Ax} = -3.64P_1$

$$F_{Ay} = -9P_1 \quad M = 10P_1r$$



## 1. 物体系统平衡的特点。

- ① 只考查系统整体或某个局部，不能确定**所有的未知量**。
- ② **系统整体是平衡的**，  
则**组成系统的每一局部也必然是平衡的**。

# 小结:

## 2. 处理方法。

可取整体 或取局部 或某单个刚体研究。

## 3. 列平衡方程的原则。

列方程时，要使每个方程的未知量尽可能地减少；

尽量避免求解联立方程。

谢谢大家！