

一. 内容黄金组.

1. 了解转动平衡的概念，理解力臂和力矩的概念。
2. 理解有固定转动轴物体平衡的条件
3. 会用力矩平衡条件分析问题和解决问题

二. 要点大揭秘

1. 转动平衡：有转动轴的物体在力的作用下，处于静止或匀速转动状态。

**明确转轴很重要：**

大多数情况下物体的转轴是容易明确的，但在有的情况下则需要自己来确定转轴的位置。如：一根长木棒置于水平地面上，它的两个端点为AB，现给B端加一个竖直向上的外力使杆刚好离开地面，求力F的大小。在这一问题中，过A点垂直于杆的水平直线是杆的转轴。象这样，在解决问题之前，首先要通过分析来确定转轴的问题很多，只有明确转轴，才能计算力矩，进而利用力矩平衡条件。

2. 力矩：

力臂：转动轴到力的作用线的垂直距离。

力矩：力和力臂的乘积。

计算公式：  $M=FL$

单位： Nm

效果：可以使物体转动

(1) 力对物体的转动效果

力使物体转动的效果不仅跟力的大小有关，还跟力臂有关，即力对物体的转动效果决定于力矩。①当臂等于零时，不论作用力多么大，对物体都不会产生转动作用。②当作用力与转动轴平行时，不会对物体产生转动作用，计算力矩，关键是找力臂。需注意力臂是转动轴到力的作用线的距离，而不是转动轴到力的作用点的距离。

(2) 大小一定的力有最大力矩的条件：

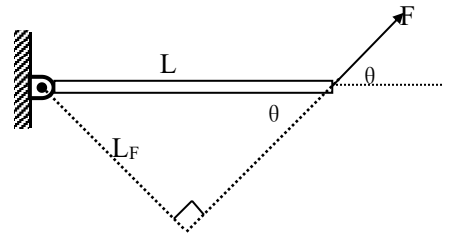
- ①力作用在离转动轴最远的点上；
- ②力的方向垂直于力作用点与转轴的连线。

(3) 力矩的计算：

- ①先求出力的力臂，再由定义求力矩  $M=FL$

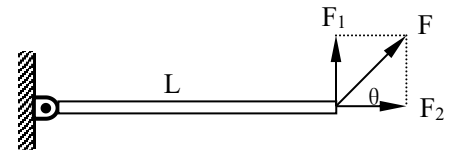
如图中，力F的力臂为  $L_F=L\sin\theta$

$$\text{力矩 } M = F \cdot L \sin\theta$$



- ②先把力沿平行于杆和垂直于杆的两个方向分解，平行于杆的分力对杆无转动效果，力矩为零；垂直于杆的分力的力矩为该分力的大小与杆长的乘积。

如图中，力F的力矩就等于其分力  $F_1$  产生的力矩，  $M$



$$= F \sin\theta \cdot L$$

两种方法不同，但求出的结果是一样的，对具体的问题选择恰当的方法会简化解题过程。

3. 力矩平衡条件：

力矩的代数和为零或所有使物体向顺时针方向转动的力矩之和等于所有使物体向逆时针方向转动的力矩之和。

$$\Sigma M = 0 \quad \text{或} \quad \Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}}$$

4. 解决实际问题的步骤:

- (a) 确定研究对象——哪个物体;
- (b) 分析状态及受力——画示意图;
- (c) 列出力矩平衡方程:

$$\Sigma M=0 \text{ 或 } \Sigma M_{\text{顺}} = \Sigma M_{\text{逆}};$$

- (d) 解出字母表达式, 代入数据;
- (e) 作必要的讨论, 写出明确的答案。

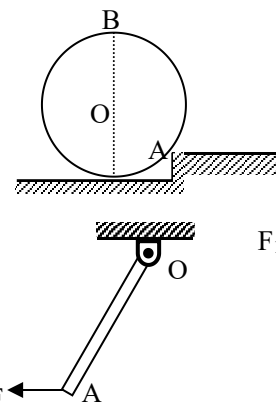
5. 正确理解力矩的概念

力矩是改变转动物体的运动状态的物理量, 门、窗等转动物体从静止状态变为转动状态或从转动状态变为静止状态时, 必须受到力的作用。但是, 我们若将力作用在门、窗的转轴上, 则无论施加多大的力都不会改变其运动状态, 可见转动物体的运动状态和变化不仅与力的大小有关, 还受力的方向、力的作用点的影响。力的作用点离转轴越远, 力的方向与转轴所在平面越趋于垂直, 力使转动物体运动状态变化得就越明显。物理学中力的作用点和力的作用方向对转动物体运动状态变化的影响, 用力矩这个物理量综合表示, 因此, 力矩被定义为力与力臂的乘积。力矩概括了影响转动物体运动状态变化的所有规律, 力矩是改变转动物体运动状态的物理量。

力矩是矢量, 在中学物理中, 作用在物体上的力都在同一平面内, 各力对转轴的力矩只能使物体顺时针转动或逆时针转动, 这样, 求几个力矩的合力就简化为代数运算。

三. 好题解给你

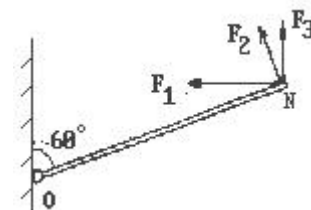
- (1) 如图所示, 要使圆柱体绕A点滚上台阶, 试通过作图来判断在圆柱体上的最高点所施加的最小力的方向\_\_\_\_\_
- (2) 匀质杆AO可绕O轴转动, 今用水平力使它缓缓抬起的过程中, 如图所示, 重力对O轴的力臂变化是\_\_\_\_\_, 重力对O轴的力矩变化情况是\_\_\_\_\_, 中果已知抬起过程中水平拉力力矩的大小应等于重力的力矩, 则水平拉力F的变化情况是\_\_\_\_\_。



2. 基础题

- (1) 下列关于力矩的叙述中正确的是 ( C ) 杆状物体在一对作用线过转轴的平衡力作用下也可平衡 ( )
  - A. 使物体保持静止状态的原因
  - B. 是物体转动的原因
  - C. 是物体转动状态改变的原因
  - D. 杆状物体的平衡只能是在力矩作用下的力矩平衡

四. 如图所示, ON杆可以在竖直平面内绕O点自由转动, 若在N端分别沿图示方向施力F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>, 杆均能静止在图示位置上. 则三力的大小关系是 ( D )

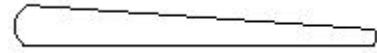


- A. F<sub>1</sub>=F<sub>2</sub>=F<sub>3</sub>
- B. F<sub>1</sub>>F<sub>2</sub>>F<sub>3</sub>
- C. F<sub>2</sub>>F<sub>1</sub>>F<sub>3</sub>
- D. F<sub>1</sub>>F<sub>3</sub>>F<sub>2</sub>

- (1) 一段粗细不均匀的木棍如图2所示, 支在某点恰好平衡, 若在该处将木棍截成两段, 则所分成两

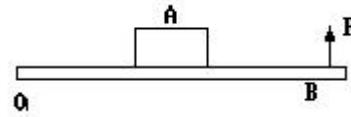
段的重必定是（ B 因为粗段的力臂小）

- A. 相等
- B. 细段轻、粗段重
- C. 细段重，粗段轻
- D. 不能确定



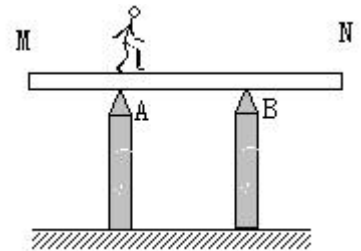
## 2. 应用题

(1) 如图，把物体A放在水平板OB的正中央，用一不变的力F将板的B端匀速地慢慢抬高（O端不动），设A相对平板静止，则A对板的压力将\_\_\_\_\_，A与B之间的摩擦力将\_\_\_\_\_，F对O点的力矩将\_\_\_\_\_。



(2) 一根均匀的木棒长1m，在棒的左端挂一个质量为6kg的物体，然后在距棒左端0.2m处将棒支起，棒恰平衡，则棒的质量是\_\_\_\_\_

(3) 一块均匀木板MN长L=15m，重G<sub>1</sub>=400N，搁在相距D=8m的两个支架A、B上，MA=NA，重G<sub>2</sub>=600N的人从A点向B点走去，如图所示。求：①人走过B点多远木板会翘起来？②为使人走到N点时木板不翘起来，支架B应放在离N多远处？



应用题参考答案：

(1) 减小，增大，减小 (2) 4kg

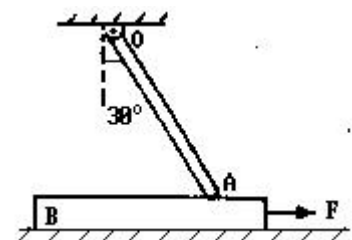
(3) 2.67m、3m 分析和解：当木板刚翘起来时，板的重力对B点产生的力矩和人的重力对B点产生的力矩使板平衡，设人走过B端L时木板会翘起来，则有  $400 \times 4 = 600 \times L_B$  可解得  $L_B = 2.67m$ ，同

理，可设当人走到N端木板刚要翘起来时，B支架和N端的距离为  $L_{BN}$  则有  $400 \times (7.5 - L_{BN}) = 600 \times L_{BN}$

可得  $L_{BN} = 3m$

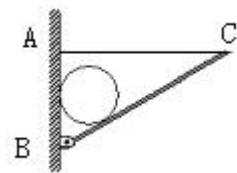
## 3. 提高题

(1) 如图，均匀杆OA质量为m，O端用铰链悬起，A端放在木板B上，杆与板间的动摩擦因数为  $\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$ ，木板在拉力F的作用下向右作匀速运动，杆与竖直方向夹角为30°，则杆对木板的压力



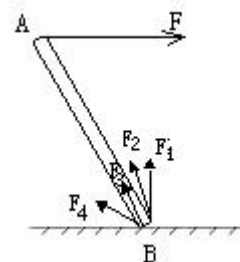
$$N = \frac{1}{4} mg$$

(2) 如图所示，厚薄均匀的BC板长L为0.5m，板的一端B与墙用铰链连接，在C端用一水平的细绳连接，绳的另一端固定在墙上的A点，已知AB和BC的夹角为60°，在板上放一重球，球重G<sub>1</sub>=20N，半径为5cm，板重G<sub>2</sub>=8N，求水平绳的拉力F（不计摩擦） (2) 14.8N



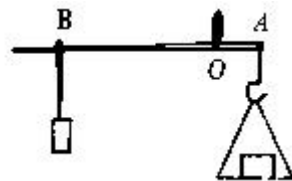
(1) 如图所示，均匀木棒AB的一端N支在水平地面上，将另一端用水平拉力F拉住，使木棒处于平衡状态，则地面对木棒AB的作用力的方向为

- A、总是竖直向上的，如F<sub>1</sub>
- B、总是偏向木棒的右侧，如F<sub>2</sub>

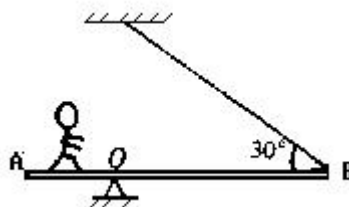


- C、总是沿着木棒的方向，如 $F_3$ 。  
D、总是偏向木棒的左侧，如 $F_4$ 。

- (2) 用秤称物如图，物重4kg，平衡时OA：OB=1：4。设秤杆、秤盘等重量不计，手的拉力必须是\_\_\_\_\_kg。



- (3) 如图一均匀木板长12m，重200N，距A端3m处有一固定转轴O，另一端B用细绳悬吊着，使木板成水平状态。若细绳能承受的最大拉力为200N，细绳与木板的夹角为 $30^\circ$ ，欲使一个体重为600N的人在板上能安全行走，此人在板上行走的范围是多大？（从转轴左侧1m到转轴右侧0.5m之间）



- (4) 有一质量为 $m=50\text{kg}$ 的杆，竖立在水平地面上，杆与地面间的最大静摩擦系数为 $\mu=0.3$ ，杆的上端被固定在地面上的绳索拉住，绳与杆的夹角 $\theta=30^\circ$ 。

①若以水平力 $F$ 作用于杆上，作用点到地面的距离 $h$ 为杆长 $L$ 的 $\frac{2}{5}$ ，要使杆不滑到，则力 $F$ 最大不能超过多少？

②若将作用点移到 $h = \frac{4}{5}L$ 处，情况又如何？

分析：如下图所示，根据题述，由杆的平衡条件 $\Sigma F_x=0$ ， $\Sigma F_y=0$ ，建立方程有

$$F \cdot T \sin \theta - f = 0,$$

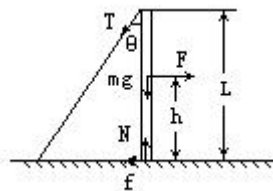
$$N - T \cos \theta - mg = 0.$$

据力矩平衡条件建立方程有

$$F(L-h) - fL = 0.$$

因静摩擦力 $f \leq f_m$ ，所以， $f \leq \mu N$ 。

解方程组得 
$$\left(\frac{L-h}{\mu} \text{tg} \theta - h\right) F \leq mgL \text{tg} \theta$$



①当 $h = \frac{2}{5}L$ 时，得 $F$ 的最大值为

$$F = \frac{mgL \text{tg} \theta}{\frac{L-H}{\mu} \text{tg} \theta - h}$$

代入已知数据解得  $F=385\text{N}$ 。

②当 $h = \frac{4}{5}L$ 时，

$$\frac{L-h}{\mu} \text{tg} \theta - h < 0$$

对于任何大小的 $F$ 的值，杆都不发生滑动。