

第十二章 简单机械

小结与复习



知识梳理

一、简单机械

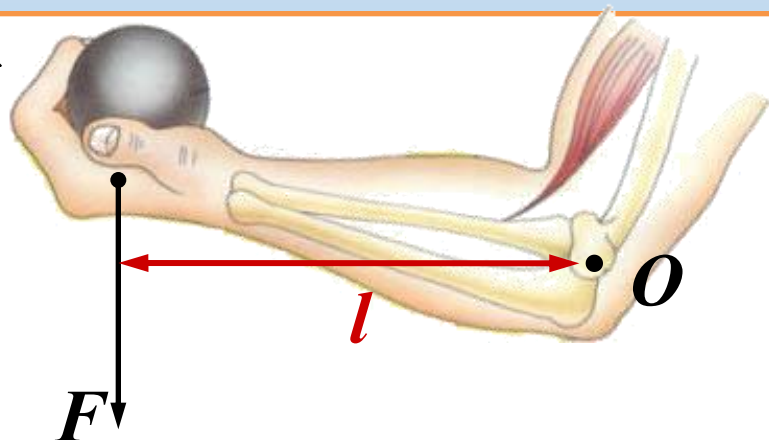
杠杆

1. 杠杆的五要素

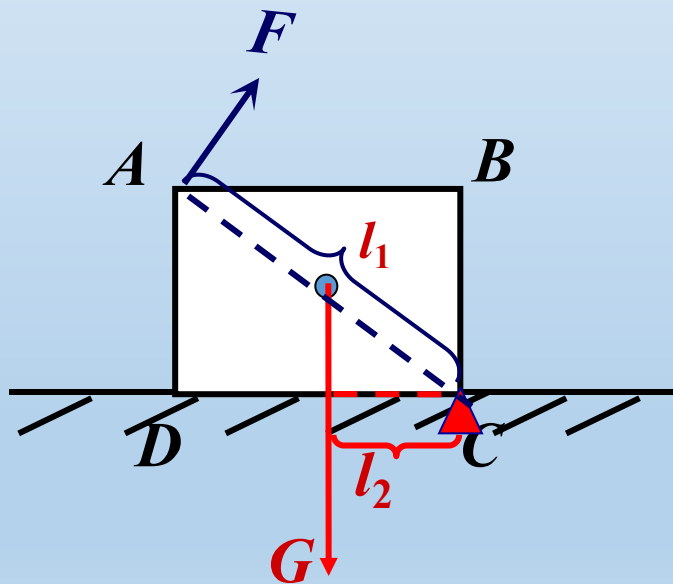
① 支点 O 、动力 F_1 、阻力 F_2 、动力臂 l_1 、阻力臂 l_2

② 图示杠杆的力臂

例：画出图中力 F 对
支点 O 的力臂 l 。



例 一块截面积为矩形 $ABCD$ 的均匀金属块重 $2\ 000\ \text{N}$ ，它的长宽之比为 $4:3$ ，将它置于水平地面上如图所示，若在 A 点用力 F 抬起金属块的一端，则力 F 至少为 800 N 。



$$\frac{F}{G} = \frac{l_1}{l_2}$$

2. 探究杠杆的平衡条件

- ① 调节杠杆在水平位置平衡；
- ② 获取实验数据；
- ③ 归纳结论。

实验次数	阻力 F_2/N	阻力臂 l_2/m	阻力×阻力臂 $F_2l_2/\text{N}\cdot\text{m}$	动力 F_1/N	动力臂 l_1/m	动力×动力臂 $F_1l_1/\text{N}\cdot\text{m}$
1	1	0.15	0.15	1	0.15	0.15
2				1.5	0.10	0.15
3				3	0.05	0.15
4	1.5	0.2	0.3	1	0.3	0.3
5				2	0.15	0.3
6				3	0.1	0.3

3. 杠杆的平衡条件

① 动力×动力臂=阻力× 阻力臂

$$F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$$

② 两个力与它们的力臂成反比。

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

例：右图所示杠杆平衡吗？

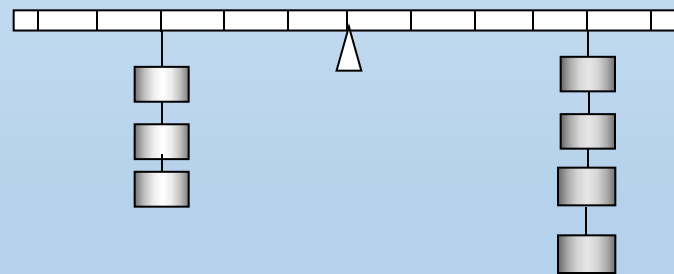
作如下变化，杠杆能平衡吗？

若左侧加一个相同钩码；

若右侧减一个钩码；

支点右移一格；

左侧钩码组左移一格。



4. 杠杆分类

① 省力杠杆：动力臂大于阻力臂。省力，但费距离。

例：开瓶起子、羊角锤起钉子、剪铁皮的剪子

② 费力杠杆：动力臂小于阻力臂。省距离，但费力。

例：钓鱼杆、使用筷子、用大扫帚扫地

③ 等臂杠杆：动力臂等于阻力臂。不省力也不费力。

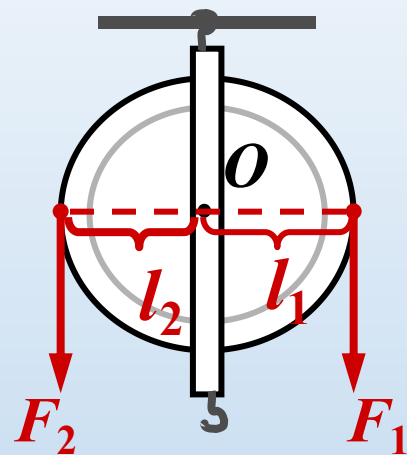
例：天平

滑 轮

1. 定滑轮

定滑轮杠杆示意图；

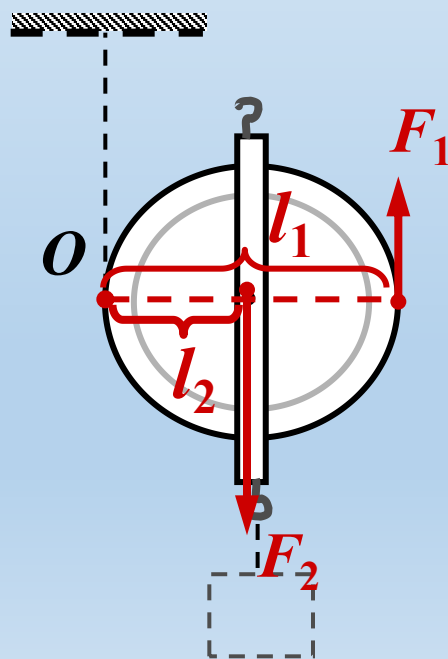
定滑轮实质是等臂杠杆，



2. 动滑轮

动滑轮的杠杆示意图；

动滑轮实质是动力臂是阻力臂
2倍的杠杆。



3. 滑轮组

拉力大小与重力大小的关系：

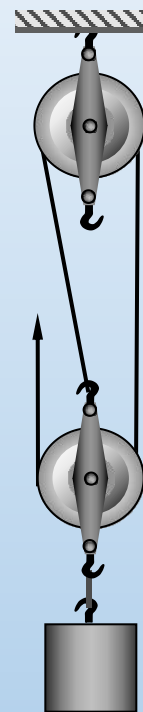
动滑轮和重物由几段绳子承重，拉力就是总重的几分之一。

$$F = \frac{1}{n} (G_{\text{物}} + G_{\text{轮}})$$

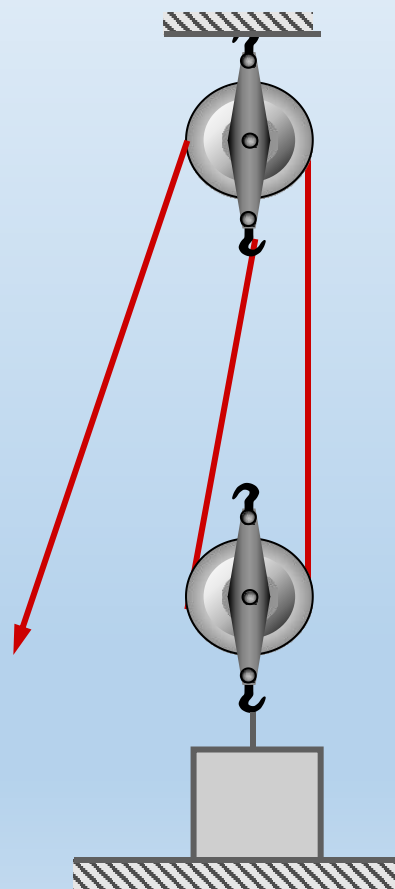
拉力与重物移动距离的关系：

绳子自由端移动的距离是重物移动距离的 n 倍。

$$s = nh$$



例1 小明站在地面上准备用一个滑轮组提升重物，请在图中画出绕线的方法。



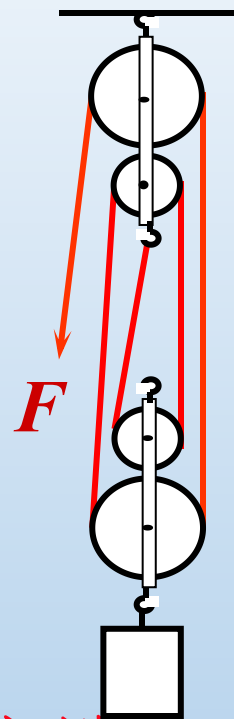
例 一根绳子最多能承受300 N的拉力，要提起1 000 N的重物，应用什么样的滑轮组？(动滑轮重力不计要求向下拉且滑轮个数最少)用这个滑轮组最多能提起多重的物体？

解析： $\because F = \frac{1}{n}G_{\text{物}} \quad \therefore n = \frac{G_{\text{物}}}{F} = \frac{1000 \text{ N}}{300 \text{ N}} = 3.3$

n 应为整数 $n = 4$

应用两“动”两“定”滑轮组，绳子固定端在定滑轮下，最多能提起

$$G'_{\text{物}} = nF = 4 \times 300 \text{ N} = 1200 \text{ N}$$



二、机械效率

1. 机械效率的概念

①有用功跟总功的比值。

②公式：
$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$$

③用百分数表示，总小于1。

2. 测滑轮组的机械效率：

实验原理

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs}$$

直接测量量为 G 、 F 、 h 、 s ，

用公式计算中间量 $W_{\text{有}} = Fs$ ， $W_{\text{总}} = Gh$ 。

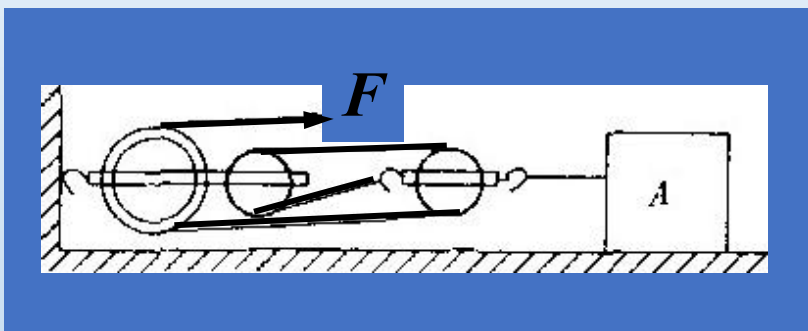
计算机械效率
$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$$

滑轮组的机械效率与滑轮轴摩擦、动滑轮重、物重有关。

动滑轮重一定，物重越大，机械效率越高。

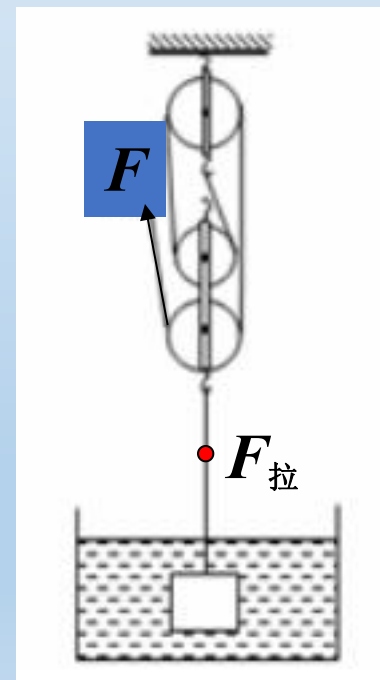
物重一定，动滑轮越重，机械效率越低。

例



$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{F_{\text{摩}} l}{Fs} = \frac{F_{\text{摩}}}{nF}$$

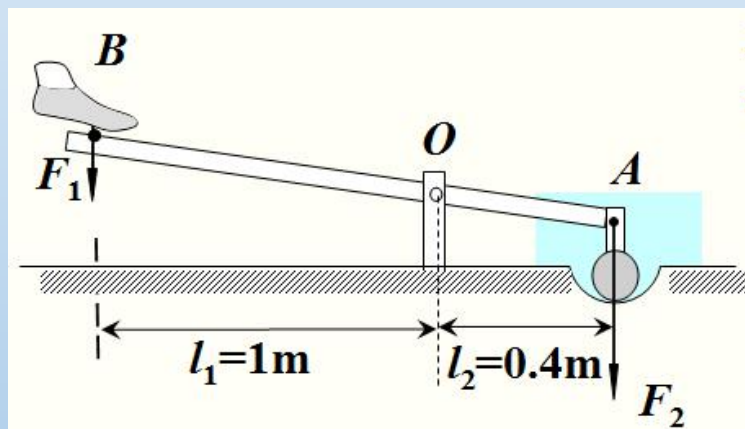
$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{F_{\text{拉}} h}{Fs} = \frac{F_{\text{拉}}}{nF} = \frac{F_{\text{拉}}}{F_{\text{拉}} + G_{\text{动}}}$$





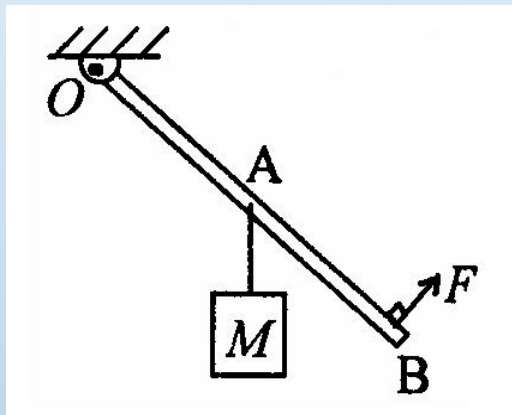
随堂训练

1. 农村用来舂米的工具是一个杠杆，下图是它的结构示意图。 O 为固定转轴，在 A 端连接着石球，脚踏 B 端可以使石球升高，抬起脚，石球会落下击打稻谷。

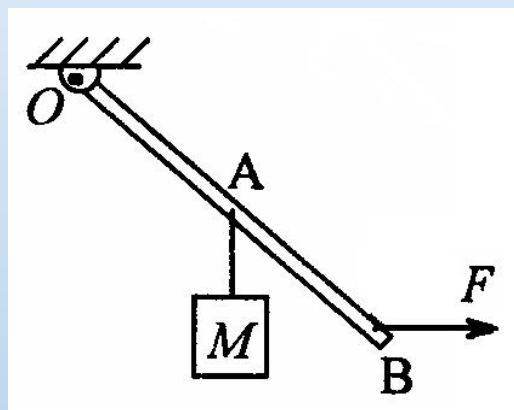


若石球重 50 N ，要将石球抬起，脚至少用多大竖直向下的力？(摩擦和杠杆自重均忽略不计)

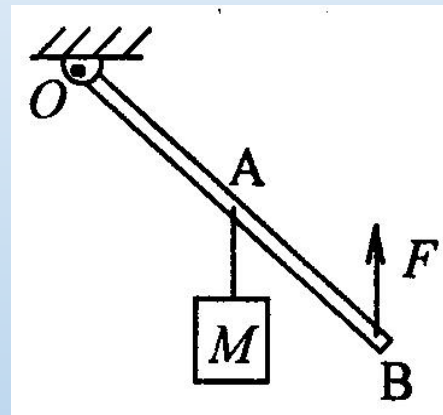
2. 杠杆由图中位置到水平位置的过程中，力 F 如何变化？



力 F 始终与杠杆
垂直



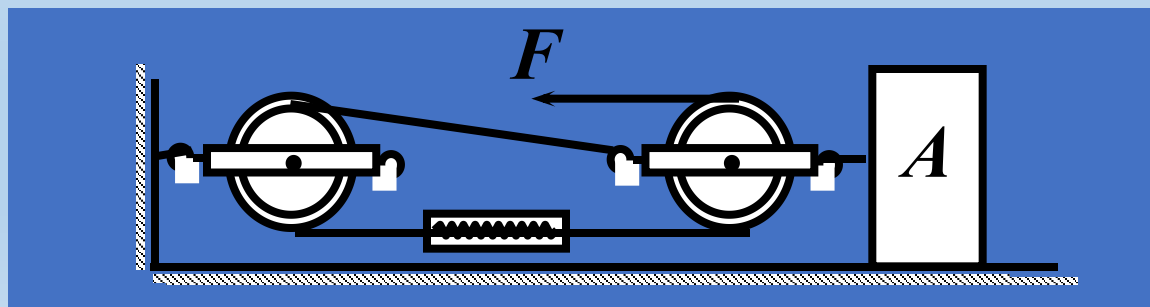
力 F 的方向始终
水平



力 F 的方向始终
竖直

3. 质量是6 kg的物体A放在水平桌面上，利用下图装置使物体以0.2 m/s的速度做匀速直线运动，弹簧测力计始终保持水平，其示数为2 N，不计绳子的伸长和滑轮组内部的摩擦，则（ g 取10 N/kg）

- (1) 作用在绳端的拉力 F 为 2 N；
- (2) 水平桌面对物体A的摩擦力是 6 N；
- (3) 在10 s内拉力作用点移动 6 m。



4. 如图所示的滑轮组将重 $G=12\text{ N}$ 的物体匀速提升 20 cm 。所用的拉力 $F=5\text{ N}$ ，所做的有用功为 2.4 J，机械效率为 80%，当改为提升 18 N 的重物时，该滑轮组的机械效率为 85.7%。
(忽略滑轮重和绳与轴的摩擦)

