

第2节 二力平衡

我们周围的物体都受到力的作用，不受力的物体是不存在的。在受力的情况下，物体有时也会保持静止或匀速直线运动状态，即运动状态不变。



图8.2-1 它们为什么会保持静止或匀速直线运动状态？

如图8.2-1，桌上的花瓶、天花板上悬挂的吊灯、在平直道路上匀速行驶的汽车，虽然它们都受到力的作用，但却保持静止或匀速直线运动状态。物体受到几个力作用时，如果保持静止或匀速直线运动状态，我们就说这几个力相互平衡（equilibrium），物体处于平衡状态。

二力平衡的条件

二力平衡的情况最简单，下面让我们通过实验来研究这个问题。

实验

探究二力平衡的条件

如图8.2-2，把小车放在光滑的水平桌面上，向挂在小车两端的托盘里加砝码。观察小车在什么条件下会保持运动状态不变？

1. 使两托盘里的砝码质量不相等；
2. 使两托盘里的砝码质量相等；
3. 保持两托盘里的砝码质量相等，



图8.2-2 研究二力平衡条件的一种方法

把小车在水平桌面上扭转一个角度后释放；

.....

请把实验条件和现象记录在下面的表格中。

小车在水平方向所受二力的情况			小车运动状态是否改变
大小	方向	是否在一条直线上	
不相等			
相等			
相等			
.....			

与其他同学交流讨论实验结果，总结二力平衡需要的条件。

作用在同一物体上的两个力，如果大小相等、方向相反，并且在同一条直线上，这两个力就彼此平衡。

二力平衡条件的应用

我们在用弹簧测力计测量物体所受的重力时，就曾利用二力平衡条件。这时物体所受的重力与弹簧测力计对它的拉力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。在图 8.2-1 中，放在桌面上的花瓶，受到竖直向下的重力和桌面对它竖直向上的支持力，二力平衡。如果已知花瓶所受的重力，就能知道支持力。悬挂着的吊灯，受到竖直向下的重力和吊线对它竖直向上的拉力，二力平衡。在水平道路上做匀速直线运动的汽车，水平方向受到向前的牵引力和向后的阻力，二力平衡；在竖直方向，汽车受到向下的重力和路面对它向上的支持力，二力平衡。

在图 8.2-3 中，跳伞运动员在空中匀速直线



图8.2-3 跳伞表演

下降，如果已知人和伞所受的总重力是1 000 N，你能说出阻力的大小和方向吗？

动手动脑学物理

1. 在图 8.2-4 中， F_1 和 F_2 是物体所受的方向相反的两个力，哪些情况下，这两个力是平衡的？

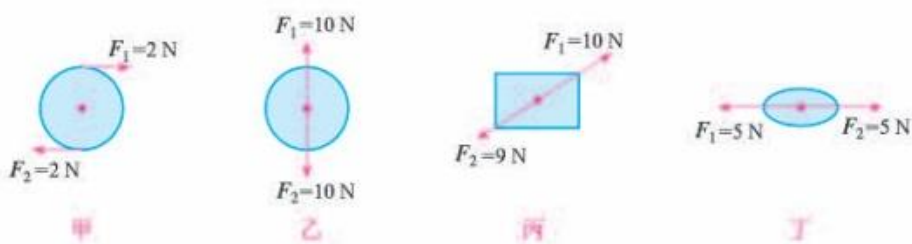


图8.2-4

2. 在平直的地面上，一个人沿水平方向用 20 N 的力推一辆小车匀速向西运动，试画出小车所受阻力的大小和方向。

3. 质量 40 kg 的小船静止在水面上，它除了受到重力之外，还受到另一个力的作用，这个力的大小等于多少？方向如何？试着画出小船受力的示意图。

4. 在水平公路上匀速行驶的太阳能汽车受到几对平衡力的作用（图 8.2-5）？为什么说它们是互相平衡的？请在图 8.2-6 上画出汽车受力的示意图。



图8.2-5 太阳能汽车



图8.2-6

第1节 功



用叉车搬运货物时，叉车把货物从地面提升到一定高度。叉车用力托起货物，使货物在这个力的方向上发生了位置的移动。我们看到了叉车工作的成效。

力学中的功

在叉车举高货物的过程中，货物受到一个向上的力 F 的作用，并且在这个力的作用下，向上移动了一段距离 s （图11.1-1），力 F 作用的成效体现在货物被举高了。对于这种情况，物理学中就说叉车托起货物的力做了功（work）。

通常而言，如果一个力作用在物体上，物体在这个力的方向上移动了一段距离，就说这个力对物体做了功。

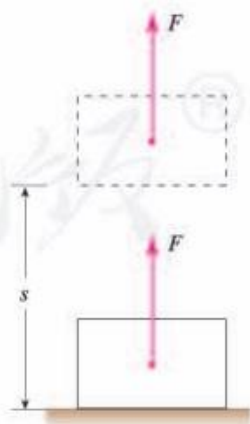


图11.1-1 货物在力 F 的方向移动距离 s



想想议议

图 11.1-2 是力对物体做功的两个实例。想一想，这些做功的实例有什么共同点？



甲 小车在推力的作用下向前运动了一段距离



乙 物体在绳子拉力的作用下升高

图 11.1-2 力做功的实例



甲 提着滑板在水平路面上前行



乙 搬而未起

图 11.1-3 力不做功的实例

图 11.1-3 是力没有做功的两个实例。想一想，力为什么没有做功？

在图 11.1-2 甲中，小车在推力的作用下前进，在推力的方向上移动了距离，推力做了功；在图 11.1-2 乙中，物体在绳子拉力的作用下被提升，在拉力的方向上移动了距离，拉力做了功。力学里所说的做功，包含两个必要因素：一个是作用在物体上的力；另一个是物体在这个力的方向上移动的距离。

在图 11.1-3 甲中，人提着滑板在路上行走，手对滑板的力是向上的，而滑板只在水平方向上移动，并没有在提滑板的力的方向上移动，人提滑板的力没有做功。在图 11.1-3 乙中，用力搬一块大石头而没有搬动，石头在力的方向上没有移动，人对石头的作用力也没有做功。

有时为了叙述方便，某个力做功往往也说成施力的物体做了功。如人推小车，推力做了功，也常说人做了功。

功的计算

作用在物体上的力越大、物体在力的方向上移动的距离越大，力所做的功也就越多。力学中，功等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积。

如果用 F 表示力， s 表示沿力的方向移动的距离， W 表示功，则功的表达式为

$$W = Fs$$

在国际单位制中，力的单位是牛，距离的单位是米，则功的单位是牛米，它有一个专门的名称叫做焦耳(joule)，简称焦，符号是J。

例题 质量为50 kg的雪橇上装载了350 kg的原木，一匹马拉着雪橇沿着平直的路面匀速前行，将原木运到了3 000 m外的货场。如果雪橇行进中受到的摩擦力是800 N，求马的水平拉力做的功。

解 雪橇在平直路面上做匀速直线运动，马的水平拉力 F 与摩擦力 $F_{\text{摩}}$ 大小相等，即

$$F = F_{\text{摩}} = 800 \text{ N}$$

雪橇沿水平拉力的方向移动的距离

$$s = 3\,000 \text{ m}$$

所以，马的水平拉力做的功

$$W = Fs = 800 \text{ N} \times 3\,000 \text{ m} = 2.4 \times 10^6 \text{ J}$$

马的水平拉力做的功是 $2.4 \times 10^6 \text{ J}$ 。

动手动脑学物理

1. 在水平地面上，用50 N的力沿水平方向拉着重为100 N的小车前进5 m，拉力做的功等于____J，重力做的功等于____J。

2. 马拉着质量是2 000 kg的车在水平路上前进400 m，马的水平拉力做了 $3 \times 10^5 \text{ J}$ 的功，马的水平拉力是多大？

3. 2008年8月11日在北京奥运会上，中国选手张湘祥在男子举重62 kg级的决赛中摘得金牌(图11.1-4)，挺举成绩是176 kg。估算一下，他在挺举过程中对杠铃大约做了多少功？

4. 小华的家住在5楼。一天，他把装有30个鸡蛋的塑料袋从1楼提到家里，提鸡蛋的力大约做了多少功？



图11.1-4 举重

第2节 滑轮

杠杆是一种常用的简单机械。除了杠杆之外，滑轮（pulley）也是一种简单机械，它在日常生活中的应用也很广泛。使用滑轮能给我们带来哪些好处呢？



想想议议

如图 12.2-1，大人利用滑轮将重物吊到二楼，孩子想帮忙，却把自己吊了上去。

想想看，为什么会出现这样的笑话？你能解释其中的道理吗？

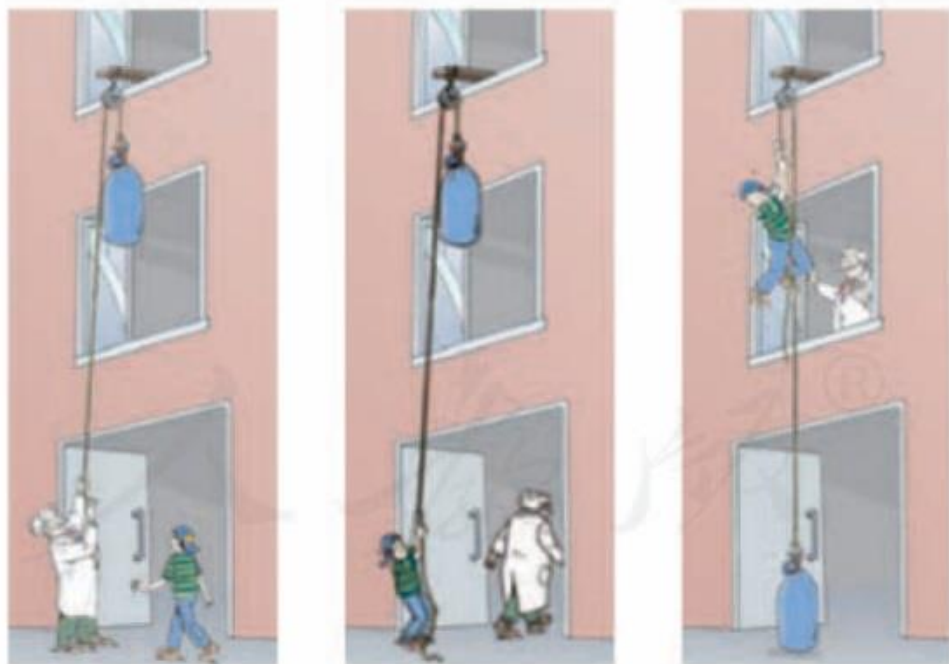


图12.2-1 有什么科学道理？

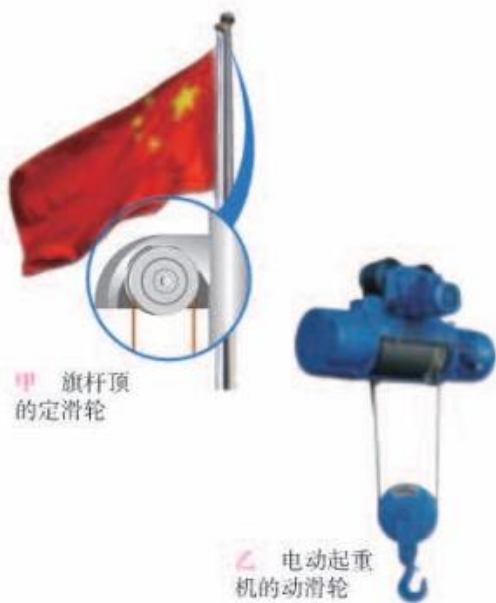


图12.2-2 定滑轮和动滑轮的应用

定滑轮和动滑轮

高高的旗杆矗立在操场上。旗手缓缓向下拉绳子，旗子就会徐徐上升。这是因为旗杆顶部有一个滑轮（图12.2-2甲），它的轴固定不动，这种滑轮叫做定滑轮。

电动起重机吊钩上有一种滑轮（图12.2-2乙），它的轴可以随被吊物体一起运动，当电动机转动并收绳子时，物体和滑轮就被提起，这种滑轮叫做动滑轮。

请你说出一些生活或工作中使用定滑轮和动滑轮的实例。下面让我们通过实验来研究定滑轮和动滑轮的特点。

实验

研究定滑轮和动滑轮的特点

通过滑轮拉起重物，研究下面几个问题。

1. 使用定滑轮、动滑轮是否省力（或更费力）？
2. 使用定滑轮、动滑轮是否省了距离（或需要移动更大的距离）？
3. 什么情况下使用定滑轮，什么情况下使用动滑轮？

研究时可以参考图12.2-3，分别安装定滑轮（图12.2-3乙）和动滑轮（图12.2-3丙）进行实验。

自己设计表格，用来记录实验时弹簧测力计拉力的大小和方向，以及测力计和钩码移动的距离。

分析实验数据，得出你的结论。



图12.2-3

实验结果表明，使用定滑轮不省力，但可以改变力的方向；使用动滑轮可以省力，但不改变力的方向，而且费距离。

滑轮组

如果既需要改变力的方向，又需要省更多的力，单独使用定滑轮或动滑轮都无法满足我们的需要。在实际应用中，人们常常把定滑轮和动滑轮组合在一起，构成滑轮组。

图 12.2-4 是一个动滑轮和一个定滑轮组成的滑轮组。图 12.2-4 甲中的重物由三段绳子通过动滑轮吊着，每段绳子都要承担物重。用这个滑轮组提起重物，如果忽略动滑轮的自重、绳重及摩擦，只要用物重 $\frac{1}{3}$ 的力就可以提起重物。

用滑轮组提起重物时，动滑轮上有几段绳子承担物重，提起物体的力就是物重的几分之一。

想一想，如果用图 12.2-4 乙的方式提起重物，需要用多大的力？

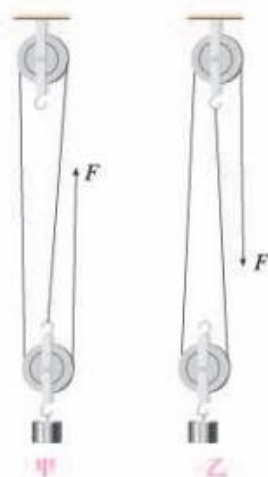


图 12.2-4 定滑轮和动滑轮可以组成滑轮组

科学世界

轮轴和斜面

轻轻转动门把手，就可以把门锁打开；司机用不大的力转动方向盘，在轴上就能产生较大的力使汽车转弯。门把手、方向盘等属于又一类简单机械——轮轴。轮轴由具有共同转动轴的大轮和小轮组成。通常把大轮叫轮，小轮叫轴。图 12.2-5 是一些轮轴的实例，请你指出它们的“轮”和“轴”。



图 12.2-5 各种轮轴

汽车沿着盘山公路，可以驶上高耸入云的山峰。
上山的公路为什么修得弯弯曲曲如盘龙，而不是从山下直通山顶？

找一张直角三角形的纸，按照图12.2-6那样，可以模拟一个盘山公路的形状。可以想象若将盘山公路取直，就相当于将这张纸展开，汽车是沿它的斜边（斜面）爬到山峰的。汽车沿这个边爬到山峰，比起直通山顶的路，走的路程要长得多。

斜面也是一种简单机械，在生活中和生产中随处可见。请各举出一个生活或生产中用斜面、轮轴做功的例子。

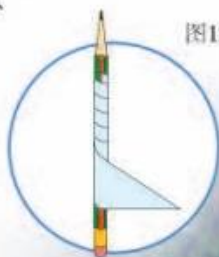


图12.2-6 盘山公路



动手动脑学物理

1. 物体重1 000 N，如果用一个定滑轮提起它，需要用多大的力？如果用一个动滑轮提起它，又要用多大的力（不计摩擦及滑轮自重）？

2. 仔细观察自行车，看看它上面有几种简单机械，分别说明它们各起到了什么作用。

3. 解释图12.2-1的科学漫画。一个人要拉起比他体重重的重物，用定滑轮行吗？应该怎么办？

4. 利用如图12.2-7甲所示的滑轮组提起一个重为2 000 N的物体，不计摩擦及滑轮自重，绳子的拉力 F 等于多少？如果要用这个滑轮组达到更加省力的效果，绳子应该怎样绕？请在图12.2-7乙中画出绳子的绕法，并计算此时拉力的大小。



图12.2-7