

11.1 怎样才叫做功

与教材不同之处

更详细描述功的概念，更详细描述机械功原理。

什么叫做功

电动车在平直的马路上行驶，如果电动车通过的距离越长，则电动车将消耗更多的电能。也就是说，电动车消耗电能的多少可以间接通过行驶的距离的多少来判断。

如果一辆电动车在平直的路面上行驶，另一辆电动车沿坡面在上升（电动车此时需要产生更大的牵引力），当通过的路程距离，则在上坡的电动车将消耗更多的电能，如图 11-1-1 所示。



图 11-1-1

所以，电动车消耗的电能可能通过的距离多少和力的大小来衡量。

在物理学上，把力与在力的方向上物体通过的距离的乘积叫做**机械功**，简称为**功**，用符

号 W 表示。所以，功的大小可用来度量能量的改变。

当一个物体受到一个力的作用，并在力的方向上通过一段距离，我们就说，这个力做了功。因此，我们判断某个力是否对物体做功，有两个条件缺一不可，分别是“作用在物体上的力”和“在力的方向上通过一段距离”。

如何衡量功的大小

从功的定义，我们可以得到这么一个公式：

$$W = F \cdot s$$

其中 W 代表功， F 代表力的大小， s 代表物体在力的方向上通过的一段距离。

国际单位制中，力的单位是牛顿，距离的单位是米，功的单位是牛米（Nm）。它还有另外一个专门的名词：焦耳，简称焦，符号是 J。即

$$1 \text{ 焦} = 1 \text{ 瓦} \cdot \text{秒}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

1 焦相当于用手托着两个鸡蛋，竖直向上托起 1m 的高度时所做功。

例题：图 11-1-1 所示的电动车，若电动车的电机产生的牵引力大小为 100N，人骑行电动车在平直的公路上前进了 2km，则牵引力对电动车做了多少功？

【分析】由于功的单位是由 N 和 m 组成的，所以，2km 应当转换成 2000m 后再代入公式中计算。

已知： $F=100\text{N}$ $s=2\text{km}=2000\text{m}$

求：功 W

解：

$$W = F \cdot s = 100\text{N} \cdot 2000\text{m} = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

答：牵引力对电动车做功的大小为 $2 \times 10^5 \text{J}$ 。

重力做功

如图 11-1-2 所示，一位跳伞运动员由于受到重力作用下正在加速下落，由于他通过的距离与重力方向是一致的，所以，此时重力对人做功。



图 11-1-2

重力的符号是 G ，在竖直方向通过的距离一般叫高度，我们用 h 表示，所以，对于重力做功，我们可以用一个特定的公式来表示：

$$W = G \cdot h$$

例如，一位质量为 60kg 的跳伞运动员从 3km 高度跳下，请求出他受到的重力对他做了多少功？（ g 取 10N/kg ）

【分析】由于是重力做功，所以，先需要通过他的质量求解出他的重力大小。另外，单位要统一， km 要转换成 m 的单位。

解：

$$G = mg = 60\text{kg} \cdot 10\text{N/kg} = 600\text{N}$$

$$W = G \cdot h = 600\text{N} \cdot 3000\text{m} = 1.8 \times 10^6 \text{J}$$

答：重力对运动员做了 $1.8 \times 10^6 \text{J}$ 的功。

物体竖直上抛时，重力做功了吗？

如图 11-1-3 所示，一个球被竖直上抛时，球受到的重力对球有没有做功？

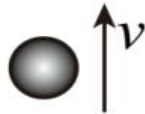


图 11-1-3

由于功是用来衡量能量改变的，当球上升时，球的动能将会减小（物体由于运动而具有的能量叫做动能，速度越大，则动能越大），所以，重力对球做了功。

由于重力方向与物体运动一段距离的方向始终相反，这种情况就叫做“克服重力做功”，这也属于力在做功情况的一种。

所以，球沿竖直方向向上运动时——无论上抛，还是被拉着向上运动，都是克服重力做功的情形。

当求解克服重力做功的多少，它运用的公式与重力做功的公式应当是一样的，即：

$$W = G \cdot h$$

例如，一个重 10N 的球，被 100N 的力抛出手，最终上升到最高处为 5m，则该球克服重力做功的大小是多少？

【分析】球虽然是 100N 的力抛出，但此题问的是克服重力做功，所以，功的大小应当

等于重力与上升的高度的乘积。

解：

$$W = G \cdot h = 10\text{N} \cdot 5\text{m} = 50\text{J}$$

答：该球克服重力做了 50J 的功。

物体斜面上运动时，重力做功了吗？

如图 11-1-4 所示，一个物体沿斜面由顶端下滑至底部，此时物体受到的重力对物体是否做功？

物体受到的重力方向是竖直向下，而物体移动的距离与重力方向既不垂直，也不在同一直线上，看上去情形有些复杂。

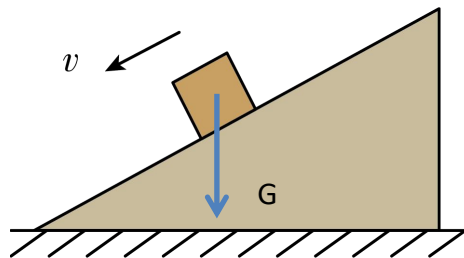


图 11-1-4

假如斜面的长度为 10m，斜面的高度为 5m，则物体沿斜面下滑时，在重力方向其实通过了一段距离，但这段距离不是沿斜面通过的距离，不是 10m，而是在竖直方向下降的高度，即 5m。所以说，重力对物体做了功。

假设物体的重力为 10N，则物体的重力做功为 50J，计算过程如下：

$$W = G \cdot h = 10\text{N} \cdot 5\text{m} = 50\text{J}$$

当一个物体沿着斜面由底部上升到顶端时，重力是否做了功？

答案是肯定的，不过此时的做功情况我们称为克服重力做功，大小仍是 50J。

物体在水平面上运动时，重力在做功吗？

如图 11-1-5 所示，保龄球脱手后仍向前运动着，在这个过程中，保龄球始终受到重力作用，请问，重力对物体是否做功？



图 11-1-5

答案是：没有。

为什么？

判定物体受到的力是否在做功，就必须使物体在力的方向上通过了一段距离。保龄球虽然在水平方向上通过了一段距离，但在重力的方向（即竖直方向）上并没有通过一段距离，也就是说，保龄球没有下降也没有上升，即在竖直方向上通过的距离大小为 0。

所以，当物体在水平上运动时，重力对保龄球没有做功。

同理，地板对保龄球的支持力也没有做功，因为物体也没有在支持力的方向上通过任何距离。

于是，我们得到一个结论：

当力与通过距离的方向垂直时，力不会对物体做功。

例题：一个重 5 牛的苹果从高 3 米的树上落至地面，又在水平地面滚动了 1 米，在这个过程中重力对苹果所做的功为多少？

【分析】虽然苹果在地面上滚动了 1m，但此过程中，重力与水平方向通过的距离是垂直的，这 1m 不是在重力方向上通过的距离，所以，苹果在水平地面滚动时，重力对苹果做功为零。重力做功时所通过的距离只有在竖直方向上下降的高度 3 米。

解：

$$W = G \cdot h = 5\text{N} \cdot 3\text{m} = 15\text{J}$$

答：重力对苹果所做的功为 15J。

物体在水平面上运动时，摩擦力在做功吗？

足球在水平草地上滚动，最终因为受到阻力停止下来，请问，足球受到的阻力对足球有没有做功呢？

虽然阻力与足球运动时通过的距离的方向是相反的，但由于阻力作用，足球的动能最终变为零，也就是说，足球的能量发生了变化。所以，阻力对足球是做了功的，不过我们表述时，应表述为“克服阻力做功”。

阻力如果用 f 表示，物体在阻力所在的作用线上通过的距离为 s ，则克服阻力做功的公式为：

$$W = f \cdot s$$

例题：一个重 5 牛的足球水平地面滚动了 10 米停止下来，在这个过程中重力和阻力分别对苹果所做的功为多少？（阻力是重力的 0.1 倍）

【分析】与重力匹配的距离是竖直方向上通过的距离，但足球水平地面滚动，竖直方向通过的距离为 0m，所以，重力做功为零。与阻力相匹配的距离是 10m，所以，只有阻力在对

物体做功。

解：

重力做功

$$W_1 = G \cdot h = 5\text{N} \cdot 0\text{m} = 0\text{J}$$

克服阻力做功

$$W = f \cdot s = 5\text{N} \cdot 10\text{m} = 50\text{J}$$

答：重力对球做功为 0J，球克服阻力做功为 50J。

什么是机械功原理

如图 11-1-6 所示，要把一个重为 G 的物体匀速提升到高度为 h 的位置的方法有两种。

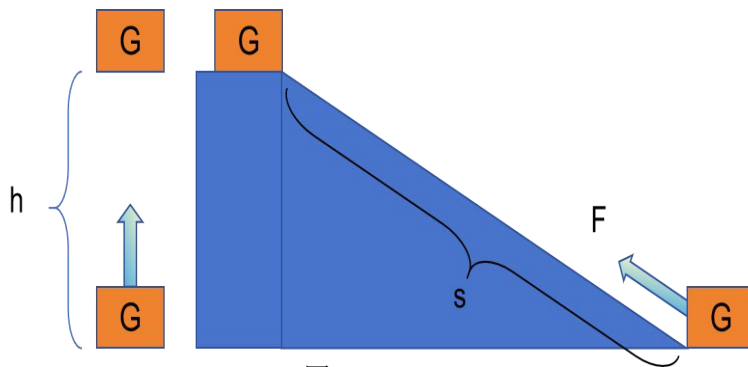


图 11-1-6

第一种：不借助简单机械，直接施加一个竖直向上的拉力，将物体匀速提升到高度为 h 的位置上，在此过程中，拉力对物体做的功等于物体克服重力做功的大小。

用物理量符号表达出来就是：

$$W_1 = G \cdot h$$

第二种：借助简单机械——斜面，对物体施加一个沿斜面向上的推力，将物体匀速提升