

第一节

机械功

在生产生活中，人们常需要将物体从一个位置移到另一个位置，这个过程往往需要通过力的作用来完成。例如，重物通过吊车钢索拉力的作用上升一段距离；汽车通过牵引力的作用移动一段距离（图 10-1）。你能发现这类现象的共同点吗？本节我们将学习与此相关的内容。

本节要点

知道机械功，能用生活实例说明机械功的含义，能了解身边的一些力做功的估计值；能将机械功与日常生活结合起来。

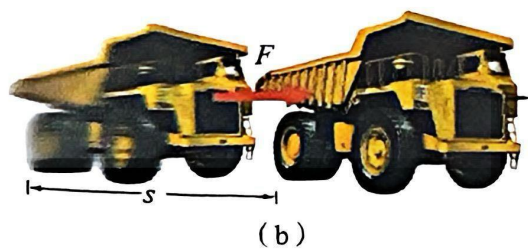
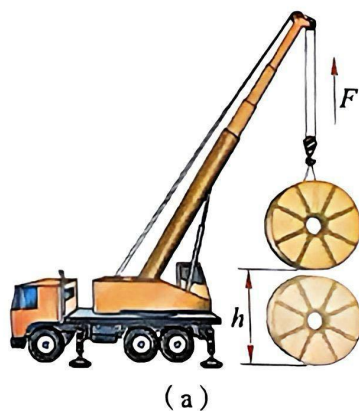


图 10-1 力的作用效果

做功了吗

上述现象的共同点是物体在力的方向上移动了距离。物理学中把力和物体在力的方向上移动距离的乘积叫做**机械功**（mechanical work），简称**功**（work）。

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 10-1 中，吊车钢索的拉力对重物做了功，汽车的牵引力对汽车也做了功。

物理聊吧

如图 10-2 (a) 所示, 小明提水在水平路面匀速平稳前行, 小明对水桶的拉力做功了吗? 为什么? 如图 10-2 (b) 所示, 人用力推车, 但车未动。推力做功了吗? 为什么? 请大家讨论交流以上问题。

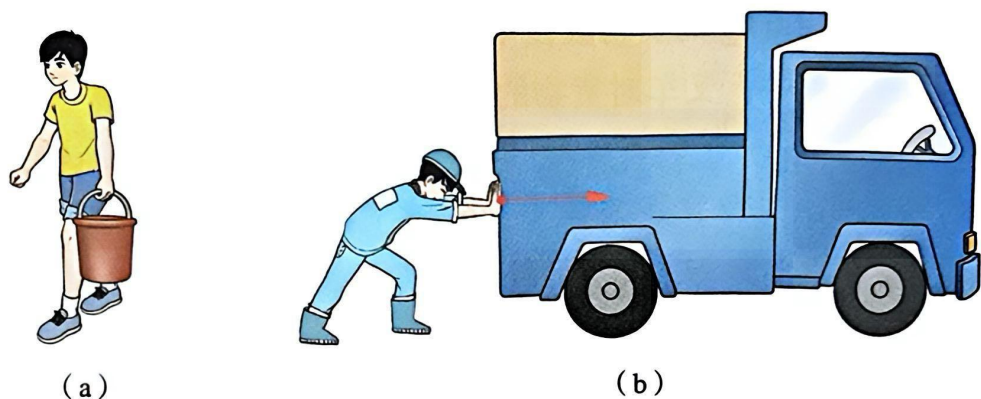


图 10-2 做功了吗?

物体做功需满足两个条件: 有作用在物体上的力; 物体在这个力的方向上移动一段距离。上述两种情况中, 物体在受力方向上移动的距离为零, 所以拉力和推力做功都为零。

做了多少功

在生产生活中, 人们通常不仅要判断力对物体是否做功, 还希望了解做了多少功。

物理学中规定, 力对物体所做的功等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积, 即

$$W = Fs$$

W : 功
 F : 力
 s : 力方向上移动的距离

在国际单位制中,力的单位是 N,距离的单位是 m。为了纪念英国物理学家焦耳,人们用他的名字作为功的单位,即焦耳,简称焦,用符号 J 表示, $1\text{ J} = 1\text{ N} \cdot \text{m}$ 。



例题

叉车常用于大件货物转运。如图 10-3 所示,一辆叉车将质量为 300 kg 的货物缓慢举高 3 m 。求货物在被举高的过程中,叉车对货物的支持力做了多少功? (g 取 10 N/kg)

分析

货物在被叉车缓慢举高的过程中,叉车对货物的支持力的做功过程如图 10-4 所示。货物缓慢上升,可视为处于平衡状态。由二力平衡条件可求出支持力,再由功的计算公式,求出支持力所做的功。

解

由题意,货物质量 $m = 300\text{ kg}$,货物在支持力的方向移动的距离 $s = 3\text{ m}$ 。

在货物缓慢上升过程中,由二力平衡条件,叉车对货物的支持力大小为

$$F = G = mg = 300\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} = 3\,000\text{ N}$$

叉车对货物做功为

$$W = Fs = 3\,000\text{ N} \times 3\text{ m} = 9\,000\text{ J}$$

所以,叉车对货物的支持力做了 $9\,000\text{ J}$ 功。

讨论

上述问题中,若叉车先将货物缓慢举高后,又在水平方向匀速移动一段距离,将货物放到货架上。在这个过程中,叉车对货物的支持力是否一直在做功?为什么?



图 10-3 叉车运物

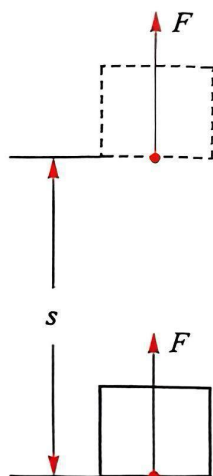


图 10-4 支持力做功示意图



策略提炼

解决与做功有关的问题时,要明确做功的力和在这个力的方向上移动的距离,最后算出功的大小。

在日常生活中，我们可估计一些力做功的大概值。例如，将两个鸡蛋举高 1 m ，做功约 1 J ；将一瓶 500 mL 的矿泉水从地上拿起并举过头顶，做功约 10 J ；将一袋 10 kg 的大米从地面扛到肩上，做功约 150 J 。



科学书屋

焦耳

焦耳 (J. P. Joule, 1818—1889) 是英国物理学家 (图 10-5)，他测定了热和机械功之间的当量关系。此外，他在电学和磁学方面也有贡献，而且对蒸汽机的发展做了不少有价值的工作，还率先计算了气体分子的速度。人们为了纪念他对科学发展的贡献，以他的名字“焦耳”来命名功和能量的单位。



图 10-5 焦耳

作业

1. 2022 年 12 月 7 日，在举重世锦赛女子 49 kg 级比赛的争夺中，中国选手包揽了抓举、挺举、总成绩三枚金牌。运动员举起杠铃站立静止不动时对杠铃做功了吗？为什么？

2. 雪橇是雪地常见的交通工具 (图 10-6)。狗拉着雪橇以 15 km/h 的速度沿直线匀速行进了 2 min ，雪橇所受的水平拉力为 200 N ，求此过程中水平拉力所做的功。

3. 在水平地面上，用 60 N 的水平拉力拉重 100 N 的木箱，使木箱沿拉力方向缓慢前进 5 m ，此过程中拉力所做的功是 _____ J ，重力所做的功是 _____ J 。



图 10-6

4. 小兰在海洋公园里搭乘自动扶梯（图 10-7）。若小兰的质量为 40 kg ，随扶梯上升高度约为 112 m ，求扶梯对小兰至少做了多少功。（ g 取 10 N/kg ）

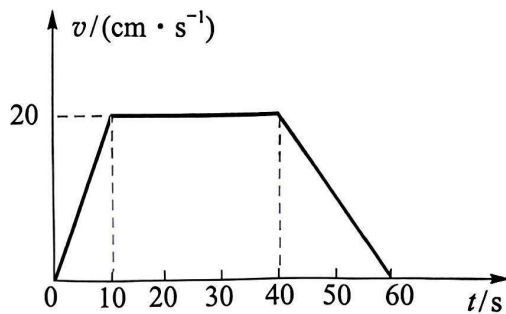


图 10-7

5.* 2021 年 5 月 15 日，“祝融号”火星车在火星上留下了属于中国的第一道印记，如图 10-8（a）所示。若发射前火星车在水平地面上进行测试时，受到的阻力为 200 N ，其速度 v 与时间 t 的关系图像如图 10-8（b）所示。那么根据此假设，在火星车做匀速直线运动的过程中，牵引力做的功是多少呢？



（a）



（b）

图 10-8

？ 请提问

1. 某同学背书包乘电梯上楼的过程中，该同学对书包做功了吗？

2. _____

3. _____

.....