

第八章 机械能守恒定律



1 功与功率

学 习 目 标

1. 结合问题情境和已学知识,理解功的概念,掌握功的计算式.理解功的正负的含义,认识功的标量性,会求几个力对物体做的总功,培养用做功的观点处理物理问题的能力.
2. 通过分析生产生活中做功快慢现象,结合物理量的建立方法,引入功率的概念.通过极限思想推导功率与速度的关系,会用它分析机车的启动问题,培养关联整合能力和知识迁移能力.



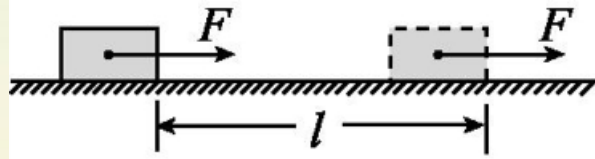
知识点一 功

1.(1)物体受到力的作用,并在力的方向上发生了一段位移,这个力就对物体做了功.

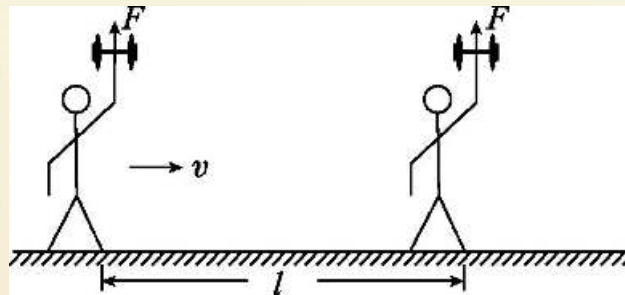
(2)做功的两个必要因素:①力;②物体在力的方向上发生位移.



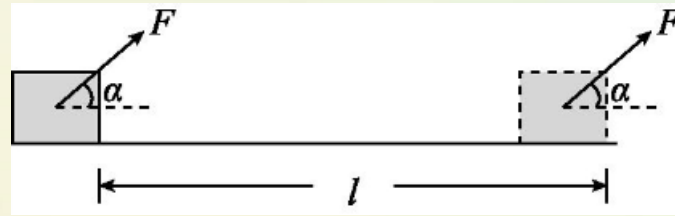
2. 如图所示,力与位移的方向一致时,拉力 F 对物体做功为
 $W = \underline{Fl}$.



3. 如图所示,力与位移的方向垂直时,向上举的力 F 做功为
 $W = \underline{0}$.



4. 如图所示, 当力 F 与位移 l 的夹角为 α 时, 力 F 对物体做功为 $W = \underline{Fl \cos \alpha}$.



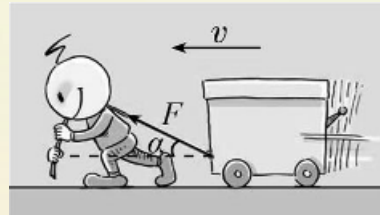
5. 结合教材和上面的讨论, 完成下列问题:

功的计算公式是 $\underline{W = Fl \cos \alpha}$, 功的单位是 焦耳(J), 功是 标量 (选填“矢量”或“标量”).

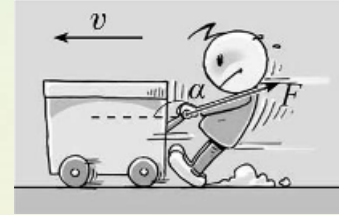


知识点二 正功和负功

1.观察甲、乙两图,人的作用力 F 对小车运动的影响有什么不同?人的作用力 F 对车做正功还是负功?



甲



乙

答案:题图甲中,人的作用力对小车的运动起到了促进作用,作用力为动力,该力对小车做正功;题图乙中,人的作用力对小车的运动起到了阻碍作用,作用力为阻力,该力对小车做负功.



2. 由公式 $W=Fl\cos \alpha$ 可知,力对物体做正功还是做负功,由 F 的方向与位移 l 的方向间的夹角 α 决定.结合教材内容完成下表.

夹角 α 的范围	做功情况								
<table border="1"> <tr> <td>夹角 α 的范围</td> <td>做功情况</td> </tr> <tr> <td>$\alpha = \frac{\pi}{2}$</td> <td>$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____</td> </tr> <tr> <td>$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$</td> <td>$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功</td> </tr> <tr> <td>$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$</td> <td>$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功</td> </tr> </table>	夹角 α 的范围	做功情况	$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____	$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功	$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 <u>不做功</u> .
夹角 α 的范围	做功情况								
$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____								
$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功								
$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功								
<table border="1"> <tr> <td>夹角 α 的范围</td> <td>做功情况</td> </tr> <tr> <td>$\alpha = \frac{\pi}{2}$</td> <td>$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____</td> </tr> <tr> <td>$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$</td> <td>$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功</td> </tr> <tr> <td>$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$</td> <td>$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功</td> </tr> </table>	夹角 α 的范围	做功情况	$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____	$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功	$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 <u>正</u> 功
夹角 α 的范围	做功情况								
$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____								
$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功								
$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功								
<table border="1"> <tr> <td>夹角 α 的范围</td> <td>做功情况</td> </tr> <tr> <td>$\alpha = \frac{\pi}{2}$</td> <td>$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____</td> </tr> <tr> <td>$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$</td> <td>$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功</td> </tr> <tr> <td>$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$</td> <td>$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功</td> </tr> </table>	夹角 α 的范围	做功情况	$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____	$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功	$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 <u>负</u> 功或物体 <u>克服</u> 力 F 做功
夹角 α 的范围	做功情况								
$\alpha = \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha = 0, W = 0$, 即力 F 对物体 _____								
$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$	$\cos \alpha > 0, W > 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功								
$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$	$\cos \alpha < 0, W < 0$, 即力 F 对物体做 _____ 功或物体 _____ 力 F 做功								



知识点三 功率

1. 功率.

(1)概念:功 W 与完成这些功所用时间 t 之比叫作功率.

(2)公式: $P=\frac{W}{t}$.

(3)单位:在国际单位制中,功率的单位是瓦特,简称瓦,符号是W $W=1 \text{ J/s}$.

(4)物理意义:在物理学中,做功的快慢用功率表示.



2. 公式 $P = \frac{W}{t}$ 一般用来计算平均功率, 瞬时功率用公式 $P = Fv$ 进行计算. 若 v 取平均速度, 则 $P = Fv$ 为平均功率.

3. 额定功率与实际功率.

(1) 额定功率: 电动机、内燃机等动力机械在长时间行驶时所能输出的最大功率.

(2) 实际功率: 动力机械工作时实际输出的功率.



4.功率与力、速度的关系.

(1)机器的功率与牵引力、速度的关系式为 $P=Fv$.

(2) P 、 F 、 v 三者的制约关系.

条件	各量间的关系	应用
P 一定	F 与 v 成 <u>反比</u> .	汽车上坡时,要增大牵引力,应换挡减小速度
v 一定	F 与 P 成 <u>正比</u> .	汽车上坡时,要使速度不变,应加大油门,增大输出功率,获得较大牵引力
F 一定	v 与 P 成 <u>正比</u> .	汽车在平直的高速路上,加大油门,增大输出功率,可以提高速度



◎小试身手

判断下列说法的正误并和同学交流(正确的打“√”,错误的打“×”).

- 1.有力作用在物体上,并且物体也发生了位移时,该力一定对物体做了功.(×)
- 2.力对物体不做功,物体的位移一定为0.(×)
3. F_1 做功10 J, F_2 做功-15 J, F_1 比 F_2 做功少.(√)
- 4.用力推汽车,虽然汽车没动,但推车者累得满头大汗,推车者对汽车做了功.(×)
- 5.某机械工作时的实际功率一定比额定功率小.(×)
- 6.物体的速度为 v ,则重力的功率一定是 mgv .(×)
- 7.汽车的速度越大,牵引力的功率也越大.(×)



探究一 功的理解与计算

◎问题情境

如图所示,人拉着小车沿水平地面匀速前进了一段距离 l .



1. 拉力对小车做的功应该如何计算?结合力的分解,推导拉力做功的表达式(设拉力与水平方向的夹角为 α).



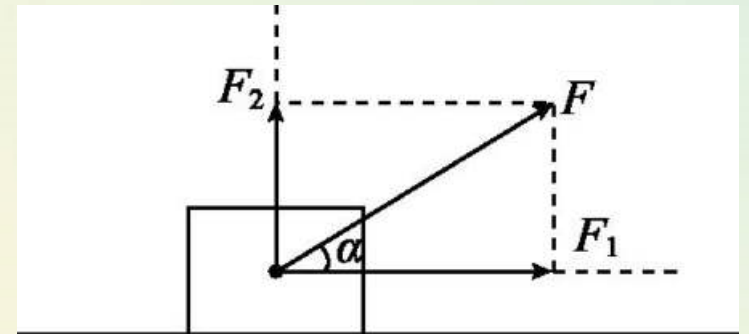
答案:根据力的等效性原理,将拉力分解为相互垂直的两个力 F_1 、 F_2 ,如图所示.分力与合力作用效果相同,可以把计算 F 做功的问题转化为分别求 F_1 和 F_2 做功的问题.

F_1 的方向与位移 l 同方向,则

$$W_1 = F_1 l = F \cos \alpha \cdot l = Fl \cos \alpha;$$

F_2 的方向与位移 l 方向垂直,则 $W_2 = 0$,

由于 $W = W_1 + W_2$,所以 $W = Fl \cos \alpha$.



2. 小车受到几个力作用? 每个力对小车做功吗? 做正功还是做负功?

答案: 小车受4个力作用: 重力、支持力、拉力、摩擦力. 其中拉力做正功, 摩擦力做负功, 重力和支持力不做功.



◎过程建构

1.对功的理解.

功是力在空间上的积累效应,它总是与一个过程相联系.因此,功是一个过程量.计算功时,一定要明确是哪个力在哪一过程中对物体做的功.

2.对公式 $W=Fl\cos\alpha$ 的理解.

(1) $W=F\cdot l\cos\alpha$ 可理解为功等于力 F 与沿力 F 方向的位移 $l\cos\alpha$ 的乘积.

(2) $W=F\cos\alpha\cdot l$ 可理解为功等于沿位移方向的分力 $F\cos\alpha$ 与位移 l 的乘积.

(3)适用条件:公式 $W=Fl\cos\alpha$ 只适用于计算恒力做功.



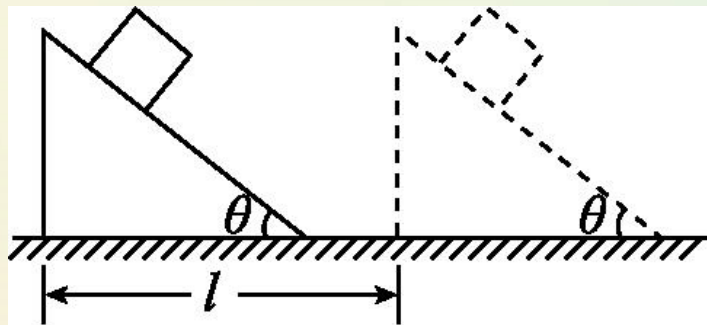
3.正功和负功的物理意义.

功是标量,功的正负不表示功的方向,而只能说明做功的力对物体来说是动力还是阻力.

意义	动力学角度	能量角度
正功	力对物体做正功,这个力对物体来说是动力	力对物体做正功,外界向物体提供能量,即受力物体获得了能量
负功	力对物体做负功,这个力对物体来说是阻力	物体克服外力做功,物体向外输出能量(以消耗自身能量为代价),即负功表示物体失去了能量
说明	①一个力对物体做了负功,常常说成物体克服这个力做了功.做功的过程就是能量转化的过程; ②比较做功多少时,只比较功的绝对值,不看功的正负,例如,-8 J的功要比5 J的功多	



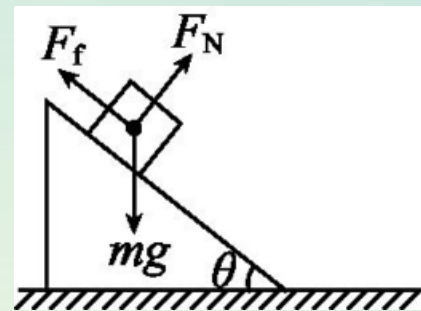
【典例1】(多选)质量为 m 的物体静止在倾角为 θ 的斜面上,斜面水平向右匀速移动距离 l 后静止,如图所示,物体始终相对斜面静止.则下列说法正确的是()



- A.重力对物体做正功
- B.斜面对物体做功为0
- C.摩擦力对物体做负功,大小为 $mgl\sin\theta\cdot\cos\theta$
- D.支持力对物体做正功,大小为 $mgl\cos\theta\cdot\sin\theta$



解析:物体受力情况如图所示,物体受到的力均是恒力,故可用 $W=Fl\cos\alpha$ 计算各力做的功.



根据物体的平衡条件,可得 $F_f=mgsin\theta$, $F_N=mgcos\theta$,摩擦力做功为 $W_f=F_f l\cos(180^\circ-\theta)=-mgl\sin\theta\cdot\cos\theta$,选项C正确;支持力做功为 $W_F=F_N\cdot l\cos(90^\circ-\theta)=mgl\cos\theta\cdot\sin\theta$,选项D正确;斜面对物体做的功 $W_{斜}$ 为斜面对物体的摩擦力和支持力做功的代数和, $W_{斜}=W_f+W_F=0$,选项B正确;重力做功为 $W_G=mgl\cos 90^\circ=0$,选项A错误.

答案:BCD



计算恒力做功应注意的问题

- (1) 计算功时一定要明确是哪个力对哪个物体在哪一过程中做的功.
- (2) 力 F 与位移 l 必须互相对应,即 l 必须是力 F 作用过程中的位移.
- (3) 某力对物体做的功只跟这个力、物体的位移以及这个力与位移间的夹角有关,跟物体的运动情况无关,跟物体是否还受其他力以及其他力是否做功均无关.



探究二 总功的求解

◎问题情境

如图所示,用水平推力 $F=10\text{ N}$ 推着木箱在水平地面上前进 10 m ,木箱受到的地面的摩擦力大小为 4 N .



- 1.在推木箱前进过程中,木箱受哪几个力作用?这些力各做多少功?这些力做功的代数和为多少?



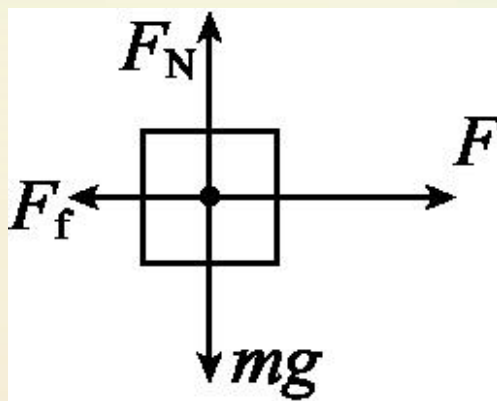
答案:对木箱受力分析,木箱受重力、支持力、摩擦力和推力作用.如图所示.

推力 F 做正功, $W_1=Fs=100\text{ J}$,

摩擦力做负功, $W_2=-F_f s=-40\text{ J}$,

重力做功 $W_3=0$,支持力做功 $W_4=0$.

各力做功的代数和 $W=W_1+W_2+W_3+W_4=60\text{ J}$.



2.木箱所受的合力为多少?合力做功为多少?

答案:木箱所受的合力为 $F_{\text{合}}=F-F_f=6\text{ N}$,合力做功为 $W_{\text{合}}=F_{\text{合}}s=60\text{ J}$.

3.各力做功的代数和与合力做功有什么关系?这说明什么?

答案:各力做功的代数和与合力所做的功相等,说明这两种方式都可以计算总功.



◎过程建构

求总功的两种方法.

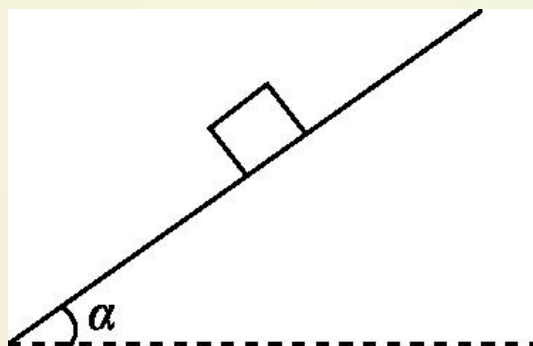
物体受多个力作用时,计算合力的功(总功)有两种方法:

(1)先求物体所受的合力,再根据公式 $W_{\text{合}}=F_{\text{合}}l\cos \alpha$ 求合力的功.(此法适用于合力恒定的情况)

(2)先根据公式 $W=Fl\cos \alpha$,求每个力做的功 W_1 、 W_2 、 \dots 、 W_n ,再根据 $W_{\text{合}}=W_1+W_2+\dots+W_n$ 求合力的功.



【典例2】 如图所示,利用斜面从货车上卸货,货物的质量 $m=20\text{ kg}$,斜面倾角 $\alpha=37^\circ$,斜面的长度 $l=0.5\text{ m}$,货物与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.2$,求货物从斜面顶端滑到底端的过程中受到的各个力所做的功以及合力做的功. g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$.



解析:对货物受力分析如图所示.

重力对货物做的功 $W_1 = mgl \sin \alpha = 60 \text{ J}$.

支持力 F_N 对货物做功 $W_2 = 0$.

摩擦力 F_f 对货物做负功

$W_3 = \mu mg \cos \alpha \cdot l \cos 180^\circ = -16 \text{ J}$.

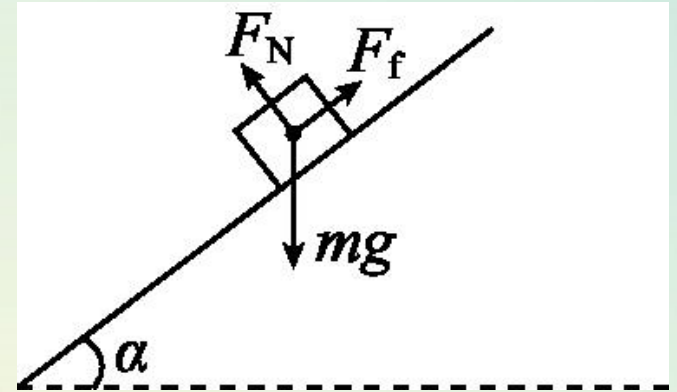
方法一 计算各力做功的代数和
合力做的功为 $W = W_1 + W_2 + W_3 = 44 \text{ J}$.

方法二 先计算合力再求合力做的功

货物所受的合力 $F_{\text{合}} = mg \sin \alpha - F_f = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 88 \text{ N}$,

合力做的功 $W = F_{\text{合}} l$, 代入数据得 $W = 44 \text{ J}$.

答案:重力做功60 J 支持力做功0 摩擦力做功-16 J 合力做功44 J



求总功的两种方法的选择

(1)如果物体处于平衡状态或某一方向受力平衡,或者物体在某一方向上做匀变速直线运动,此时先求合力再求功的方法更简捷.此法仅适用于几个力同时作用于物体上,且合力恒定的情况.

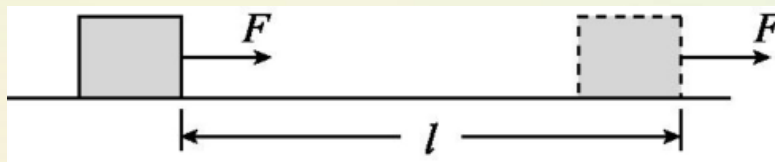
(2)如果物体所受的力中有的力不做功,有的力做功且方便求得该力的功时,选择 $W_{\text{合}}=W_1+W_2+\dots+W_n$ 更简单方便.此法不仅适用于几个力同时作用的情况,还适用于几个力作用时间有先后的情况.



探究三 功率的理解与计算

◎问题情境

某物体沿位移的方向受恒力 F 作用,在时间间隔 t 内发生的位移为 l .



1. 试求时间间隔 t 内 F 的功率.

答案: 由 $P=\frac{W}{t}$ 和 $W=Fl$ 得 $P=F\frac{l}{t}$.



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/925013334314011211>