

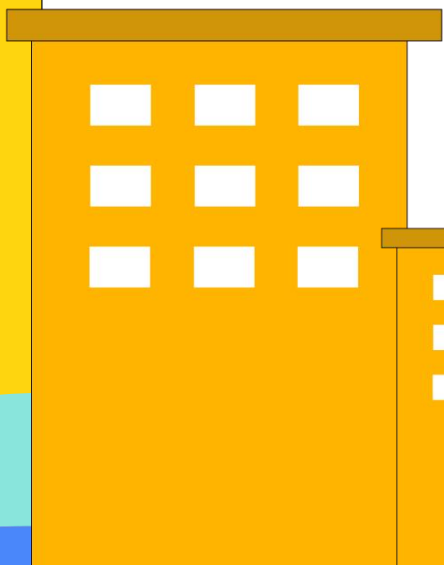
第

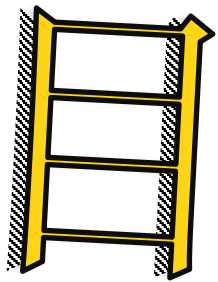


一章



运动与相互作用





# 目录



运动的描述



匀变速直线运动



相互作用 重力 弹力 摩擦力



力的合成与分解



牛顿运动定律



PART

ONE

# 运动的描述



随着社会的发展，我国高铁进入快速发展阶段，人们的出行越来越方便。当你坐上高铁时（图1-1-1），你会很惊讶：“列车跑得真快啊！”那么，你能准确地说出列车到底跑得多快吗？

宇宙间的万物都在不停地运动着，运动是永恒的、绝对的。在物理学中，要准确描述物体的运动状态并不是一件容易的事，首先需要明确一些基本概念。



图 1-1-1 飞驰的列车

## 一、参考系

在描述物体运动时，被选来作为参考的物体叫作参考系。

## 二、质点

只有质量、没有大小的理想的点叫作质点。

## 三、时刻和时间

在表示时间的数轴上，时刻用点表示，时间用线段表示。



## 四、路程和位移

路程是物体运动轨迹的长度。  
在物理学中，像位移这样既有大小又有方向的物理量，叫作矢量；像路程这样只有大小没有方向的物理量，叫作标量  
位移一般用字母s表示，在国际单位制中单位是米（m）。

## 五、速度和速率

在直线运动中，位移与发生这个位移所用时间的比值叫作物体的速度，通常用v表示，即  
 $v=s/t$   
瞬时速度的大小叫作速率，是标量。





图 1-1-2 列车整体沿直线运动





图 1-1-3 车轮在铁轨上滚动





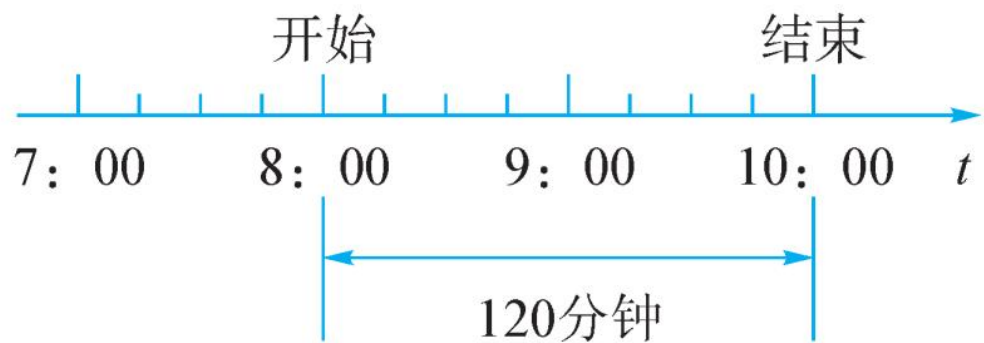


图 1-1-4 时刻与时间



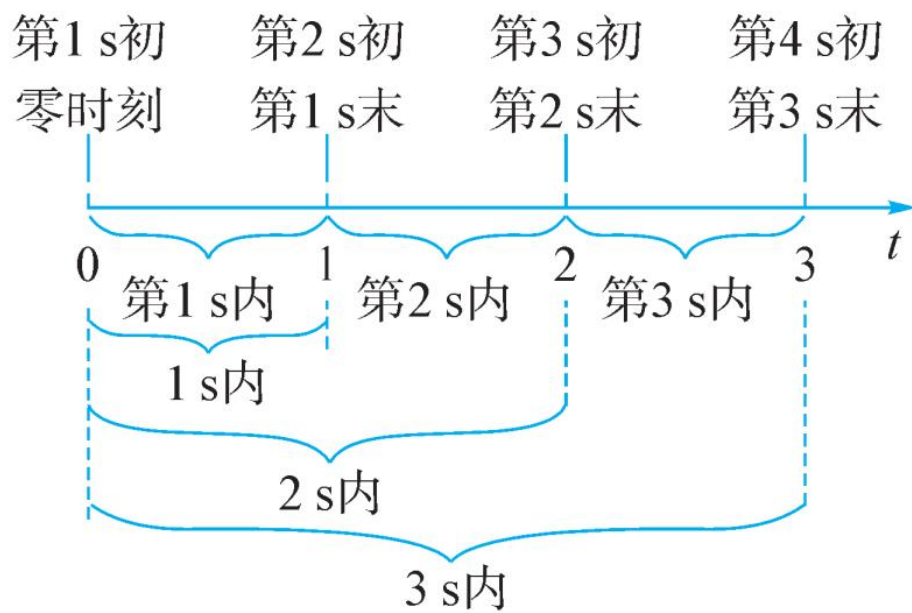


图 1-1-5 初时刻与末时刻



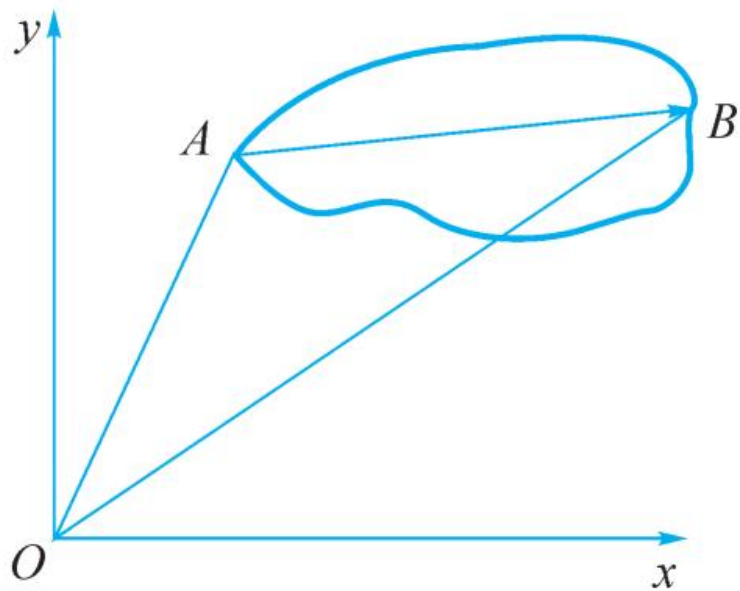


图 1-1-6 路程与位移





(1) 连接装置



(2) 测量平均速度

图 1-1-7 测量瞬时速度



图 1-1-8 汽车速度计



表 1-1-1 一些常见物体的速率或平均速率

运动物体	速率(m/s)	运动物体	速率(m/s)
步行的人	1.5	磁悬浮列车	160
自行车	5	声速	340
短跑的人	10	步枪子弹	$9.0 \times 10^2$



续表

运动物体	速率(m/s)	运动物体	速率(m/s)
核动力航母	17	普通炮弹	$1.0 \times 10^3$
核潜艇	23	单级火箭	$4.5 \times 10^3$
普通列车	33	地球绕日	$3.0 \times 10^4$
高速列车	80	光在真空中传播	$3.0 \times 10^8$





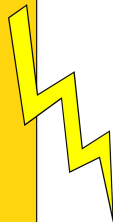
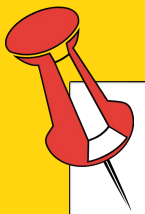
图 1-1-9 中国北斗卫星导航系统



PART

TWO

# 匀变速直线运动





亲人远行，依依惜别。如果在火车站送行，你可以沿着站台跟随起动的火车，挥动手臂送一小段路程；如果在高速公路服务区告别，当你跟在汽车后，跑不了几步就追不上了，只能目送亲人的远去。这里因为起动后，火车用较长的时间才能达到的速度，汽车用较少的时间就可以达到，两者速度变化的快慢不同（图1-2-1）。那么，如何描述速度的变化快慢呢？



(1) 火车站台



(2) 高速公路

图 1-2-1 速度的变化快慢

## 变速直线运动

人们把速度不断变化的直线运动，  
叫作变速直线运动。

## 匀变速直线运动

直线运动的物体，如果在任意相等的时间间隔内，速度的变化量（增加或减少）都相等，这种运动就叫作匀变速直线运动。

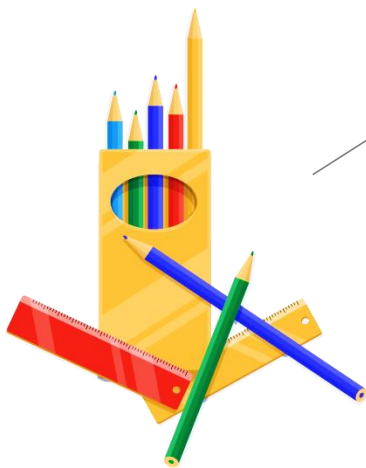
## 速度公式

$$v_t = v_0 + at$$

## 加速度

加速度是速度的变化量与发生这一变化所用时间的比值。

1



2

3

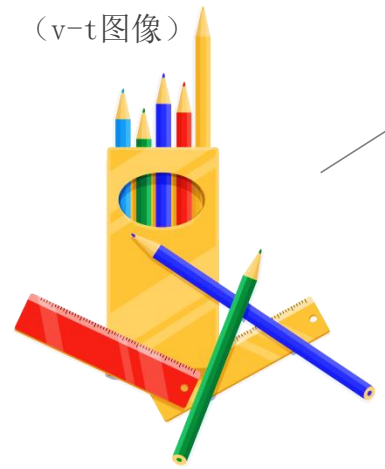
4



## 速度图像

以速度 $v$ 为纵轴，时间 $t$ 为横轴，把速度与时间的关系用图像表示出来，这种图像叫作速度图像

( $v-t$ 图像)



## 位移公式

匀变速直线运动中，通过推导可以得到

$$s=v_0t+1/2at^2$$

## 自由落体运动

物体只在重力作用下从静止开始下落的运动，叫作自由落体运动。



5

6

7



图 1-2-2 运动着的汽车

表 1-2-1 汽车速度里程表在不同时刻的示数

时刻(每秒末)	第 1 s 末	第 2 s 末	第 3 s 末	第 4 s 末	.....
汽车速度(m/s)	2	4	6	8	.....



图 1-2-3 开始记录

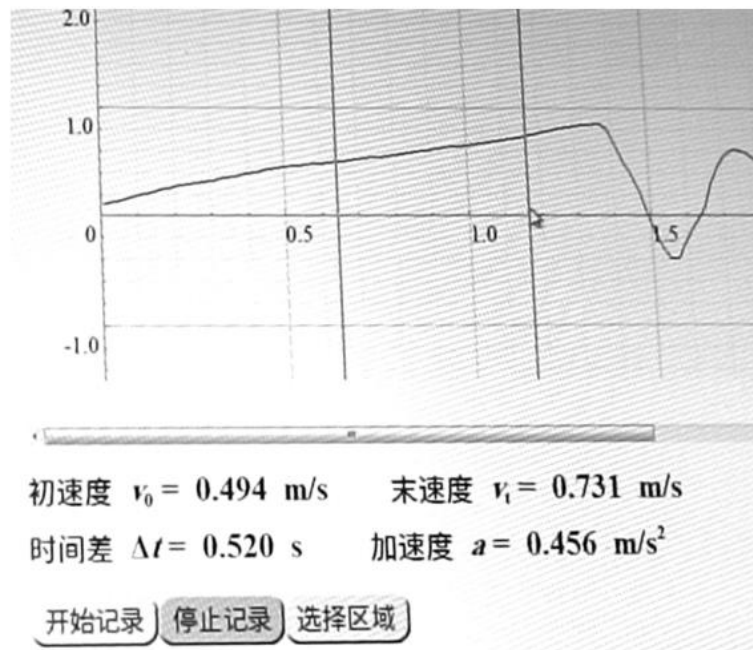


图 1-2-4  $v-t$  图线

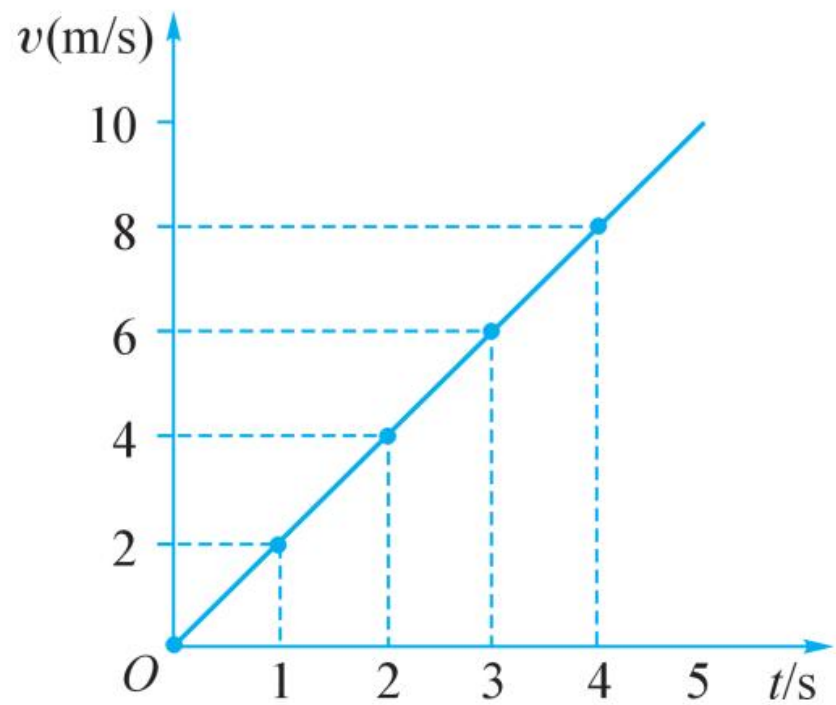
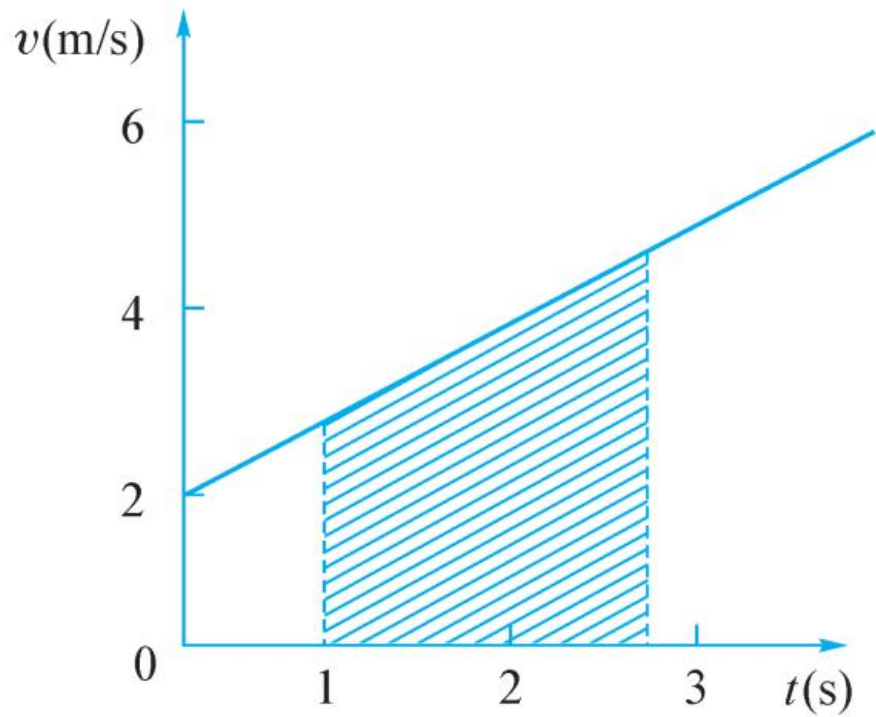
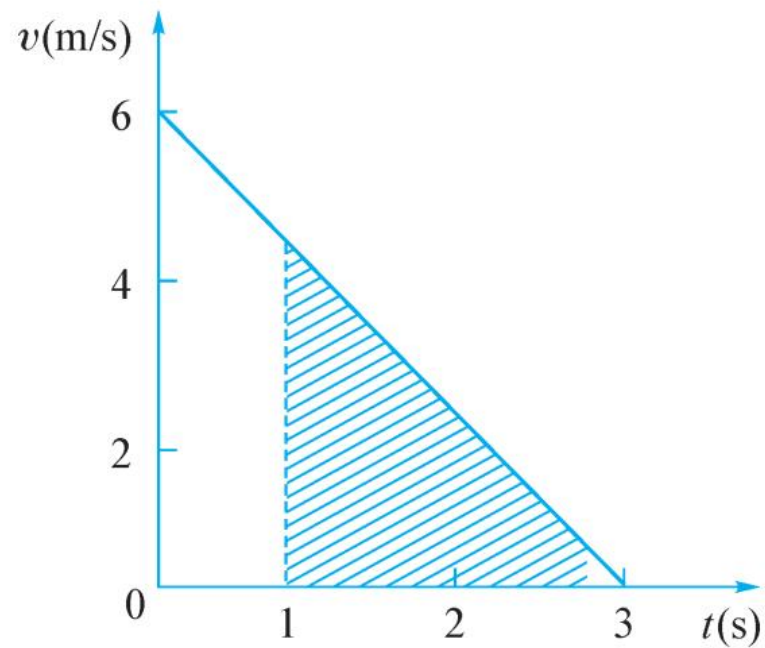


图 1-2-5 速度图像( $v_0=0$ )



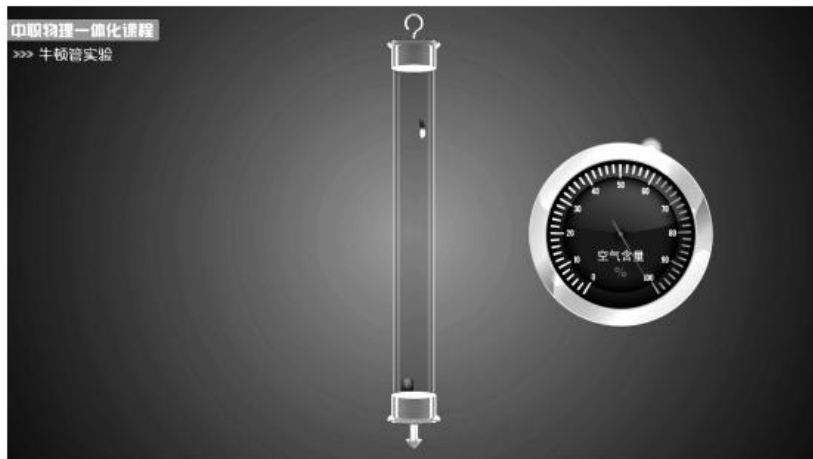
(1) 匀加速



(2) 匀减速

图 1-2-6 匀变速直线运动的速度图像



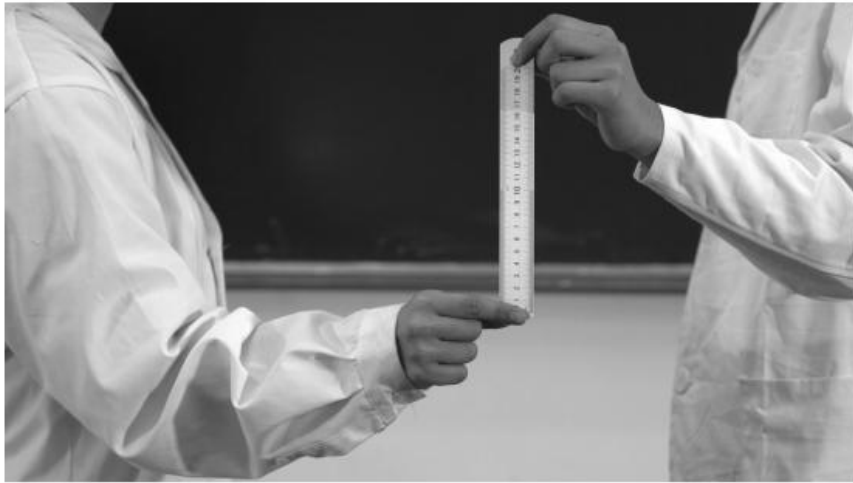


(1) 牛顿管



(2) 实验过程

图 1-2-7 牛顿管实验



(1) 乙同学做捏住直尺的准备

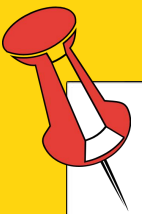


(2) 乙同学捏住直尺

图 1-2-8 测定反应时间



图 1-2-9 意大利比萨斜塔



P A R T

T H R E E

相互作用 重力 弹力 摩擦力



自然界中物体不是独立存在的，它们之间存在着各种各样的相互作用（图1-3-1）。由于这些相互作用的存在，物体的形状、运动状态等发生着变化。在物理学中，把物体间的相互作用抽象为一个概念——力。



(1) 马拉雪橇

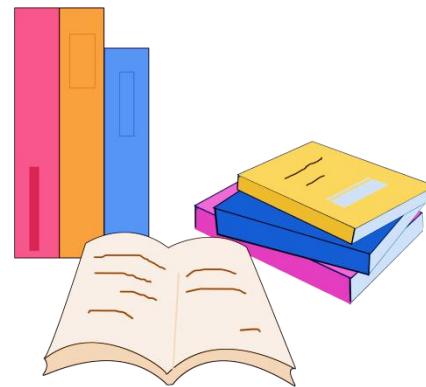
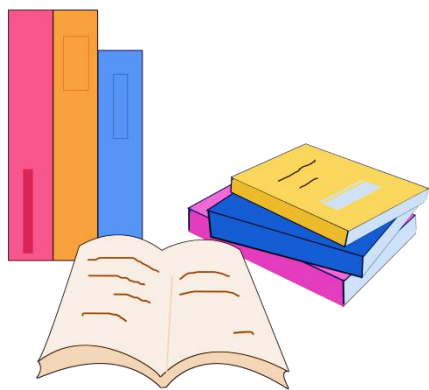


(2) 踢足球

图 1-3-1 物体间的相互作用

## 一、力和力的图示

- 力是物体间的相互作用。
- 力的大小可以用弹簧测力计测量。在国际单位制中，力的单位是牛顿，简称牛（N）。
- 力的图示：人们常用有向线段表示力。线段按一定比例（标度）画出，线段的长短表示力的大小，线段的指向表示力的方向，箭尾（或箭头）表示力的作用点，线段所在的直线叫作力的作用线。



- 物体由于地球的吸引而受到的力叫作重力。我们初中时已经学过，物体所受重力 $G$ 与物体质量 $m$ 的关系是

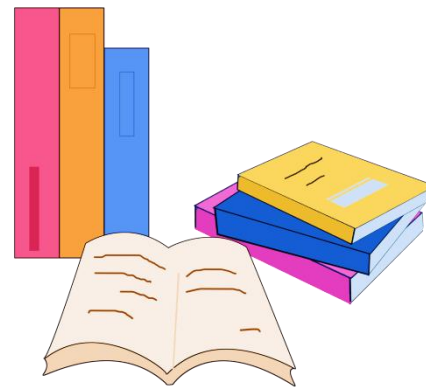
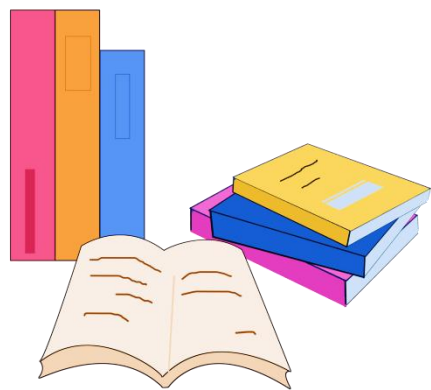
$$G=mg$$

## 二、重力

### 三、弹力

- 发生形变的物体，由于要恢复原状，对与它接触的物体施加力的作用，这种力叫作弹力。
- 弹簧发生弹性形变时，弹力 $F$ 的大小跟弹性形变的长度 $x$ （伸长或缩短的长度）成正比，这个规律叫作胡克定律。用公式表示为

$$F=kx$$



- 静摩擦力
- 滑动摩擦力

### 四、摩擦力

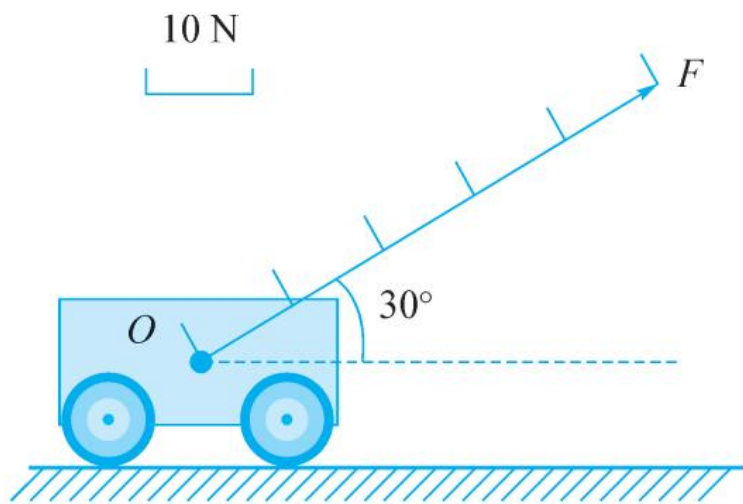


图 1-3-2 力的图示

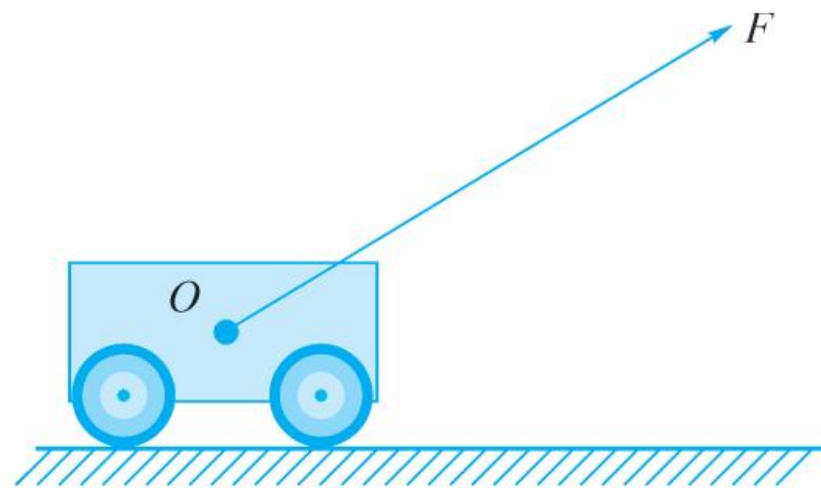


图 1-3-3 力的示意图





图 1-3-4 均匀物体重心的位置

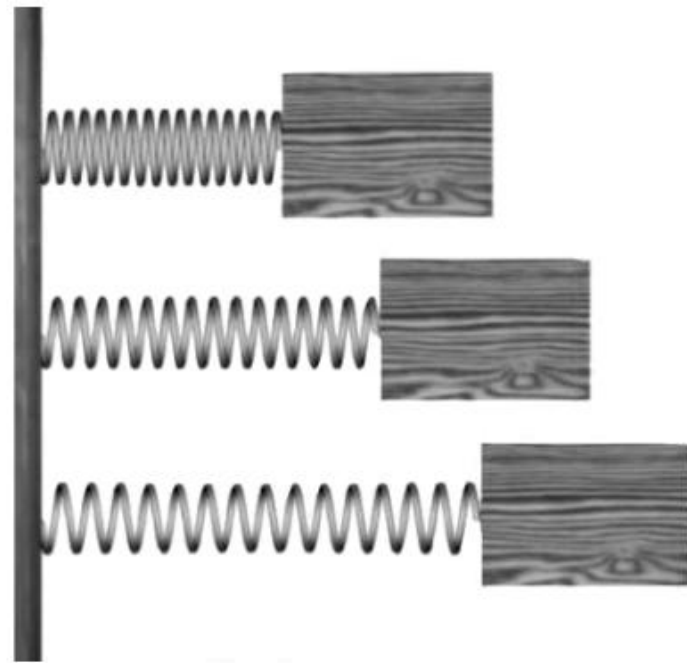
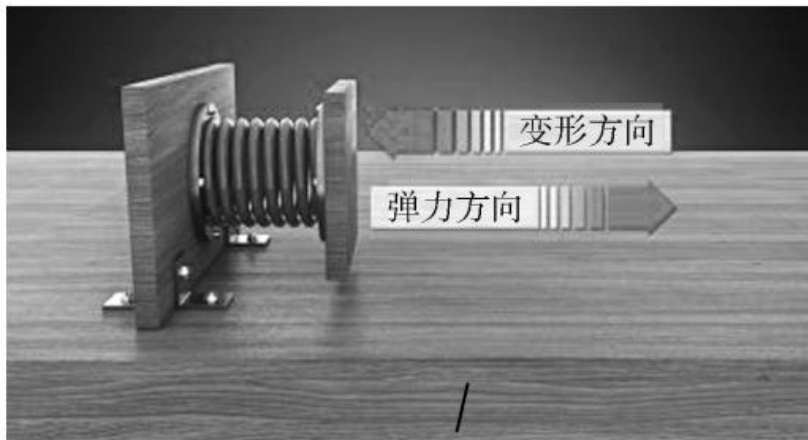
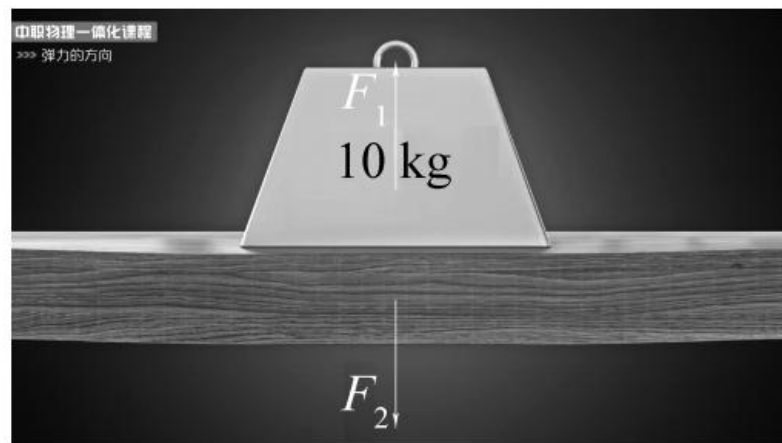


图 1-3-5 弹簧受力形变



(1) 弹簧的弹力



(2) 支持力和压力



(3) 绳子的拉力

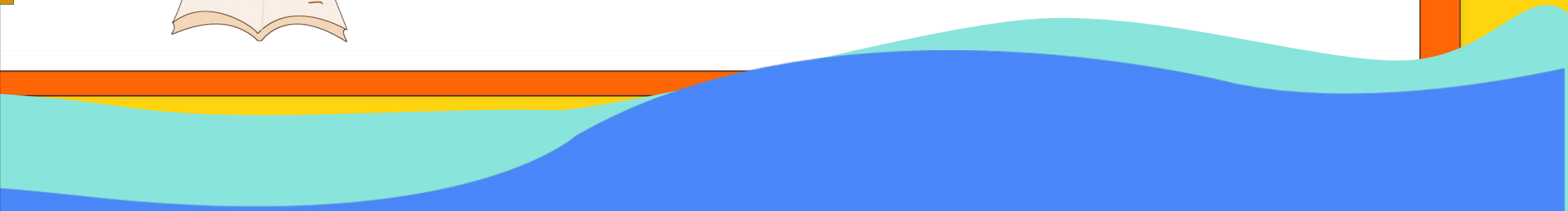
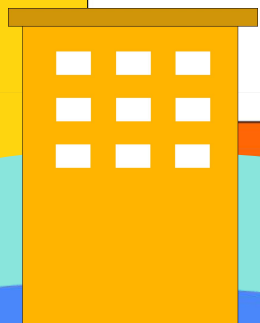
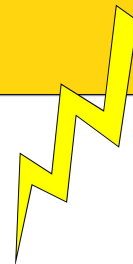
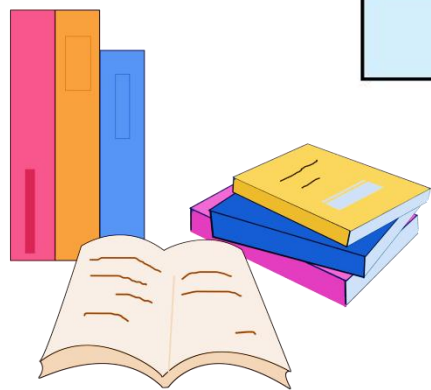
图 1-3-6 弹力的方向



图 1-3-7 静摩擦力

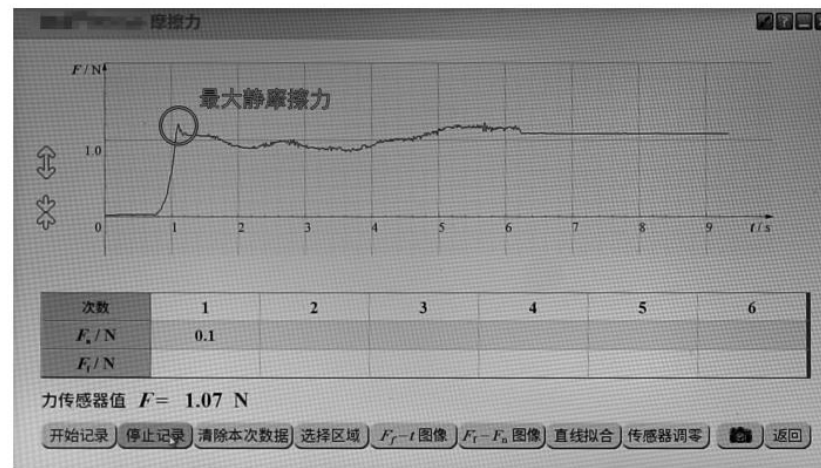
表 1-3-1 几种材料间的动摩擦因数

材料	动摩擦因数	材料	动摩擦因数
钢—钢	0.25	钢—冰	0.02
木—木	0.30	木头—冰	0.03
木—金属	0.20	橡胶轮胎—干路面	0.71
皮革—铸铁	0.28	—	—

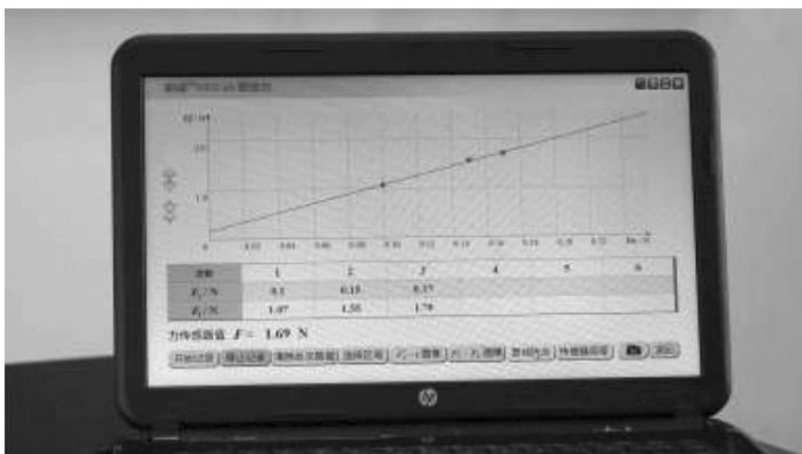




(1) 摩擦力实验器



(2)  $F_f-t$  图线



(3) 直线拟合

图 1-3-8 摩擦力与正压力的关系

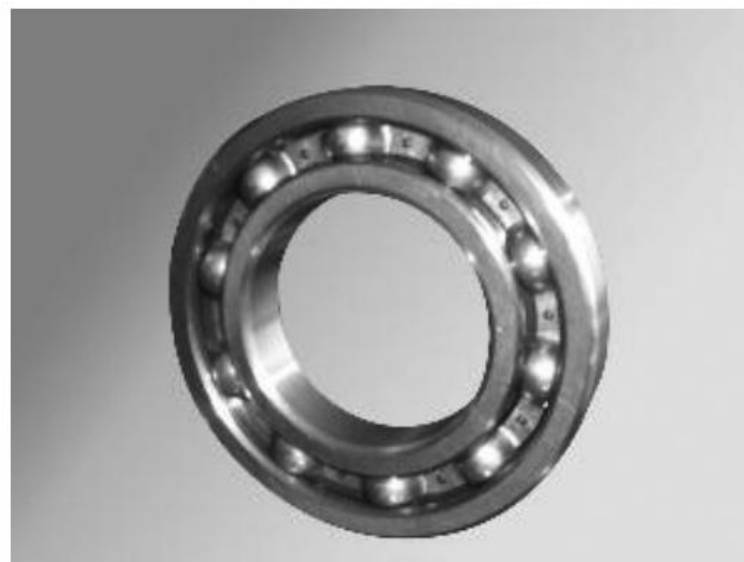


图 1-3-9 滚动轴承



(1) 传送带

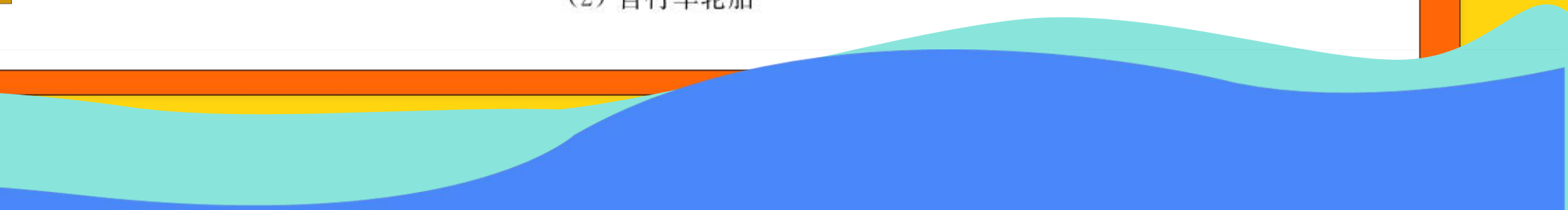
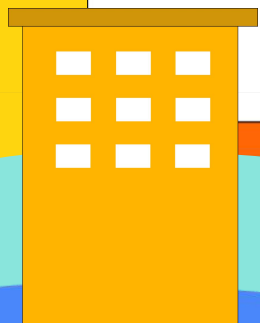
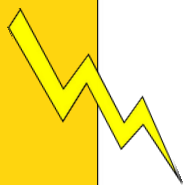


(2) 自行车轮胎



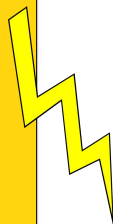
(3) 轮滑

图 1-3-10 生活中的摩擦力



# PART FOUR

## 力的合成与分解





桥梁设计师为了驾驶员的安全和方便，往往将桥面坡度设计得越小越好。高大的桥梁往往需要建造很长的引桥，来减小斜面的倾角。例如，上海南浦大桥桥面高46m，主桥全长846m，引桥全长7500m（图1-4-1）。你知道这背后的物理原理是什么吗？



图 1-4-1 上海南浦大桥



## 合力与分力

如果一个力的作用效果与几个力的作用效果相同，那么就把这个力叫作那几个力的合力，那几个力就叫作这个力的分力。



## 力的合成

求几个力的合力，叫作力的合成。  
平行四边形定则：以表示这两个力大小的线段为邻边作平行四边形，这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。



## 力的分解

求一个力的分力叫作力的分解。力的分解是力的合成的逆运算，仍然遵循力的平行四边形定则。

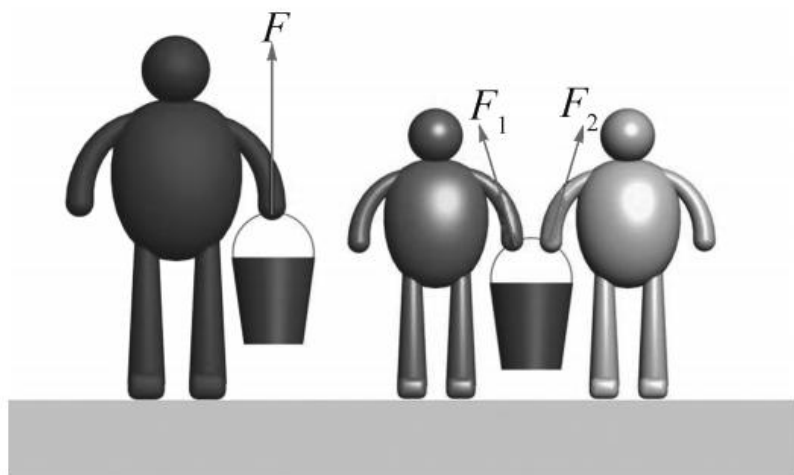


图 1-4-2 一个成年人与两个小孩的作用效果相同

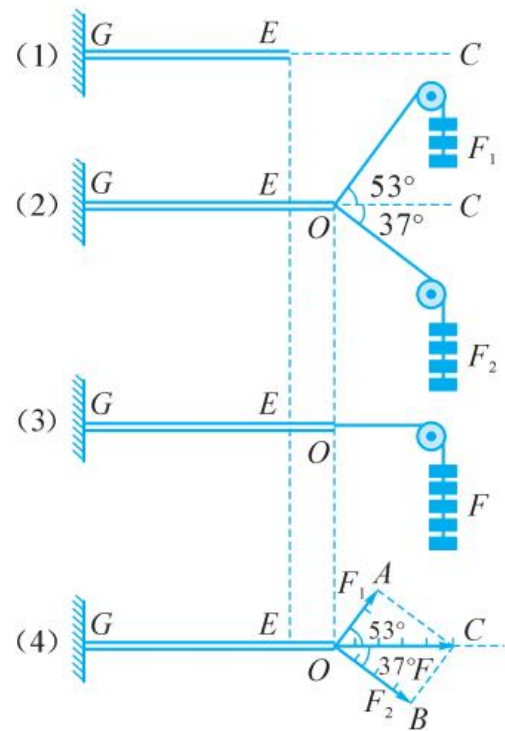


图 1-4-3 研究合力与分力的关系

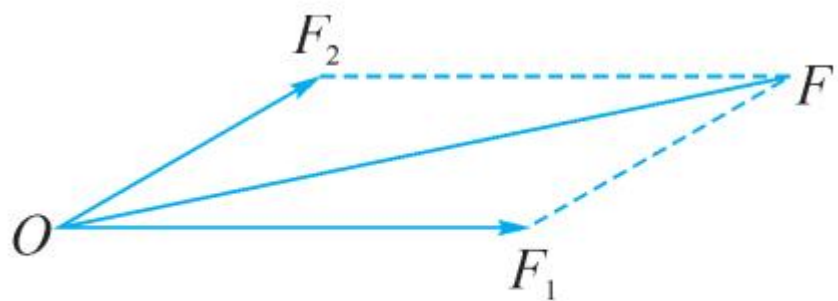


图 1-4-4 力的平行四边形

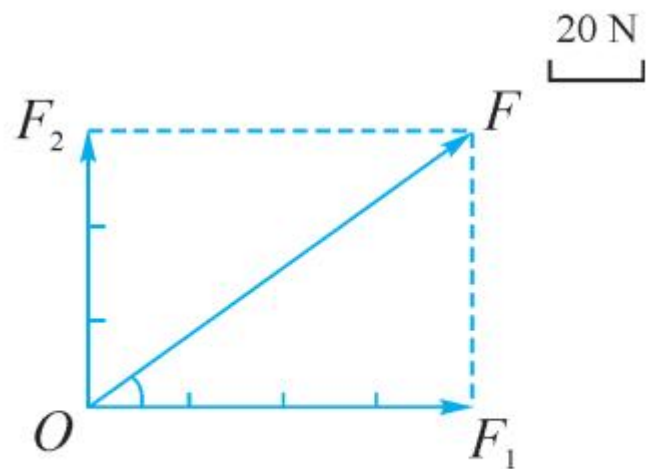


图 1-4-5 例题图示

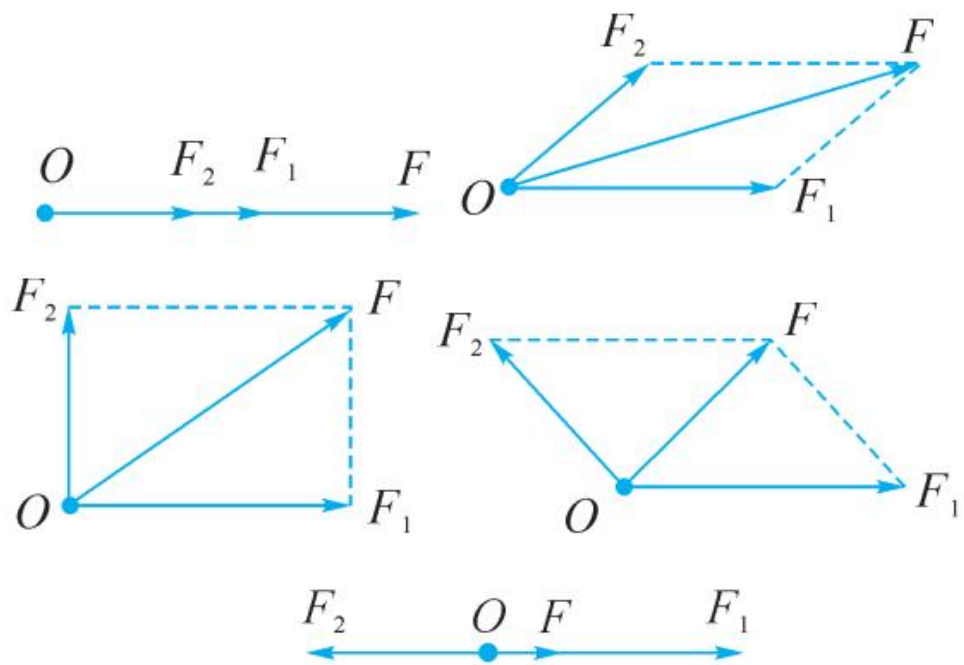


图 1-4-6 合力随夹角的变化而变化

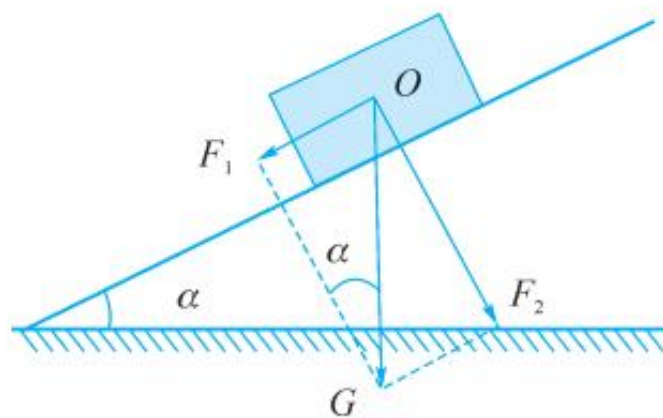


图 1-4-7 根据效果将力分解

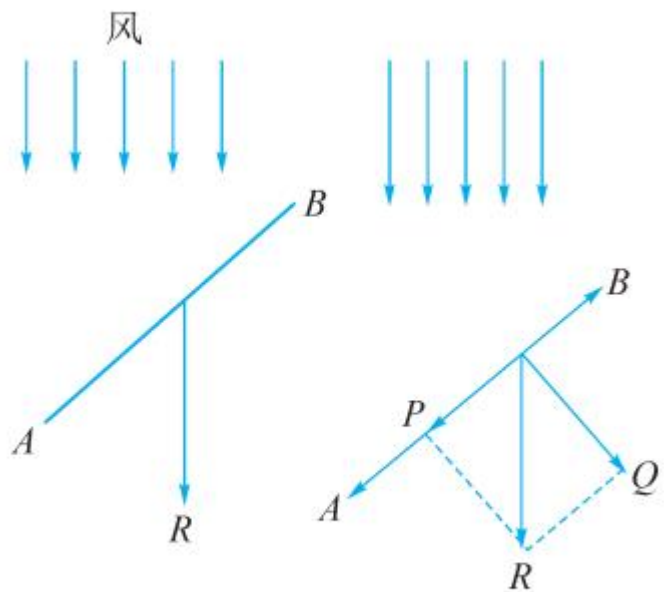


图 1-4-8 风吹在帆面上

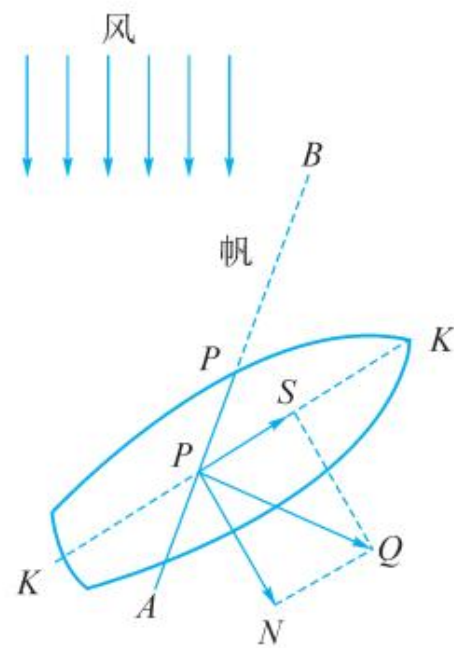
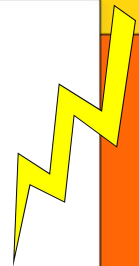
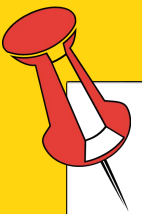


图 1-4-9 根据效果将力分解

# PART FIVE

## 牛顿运动定律

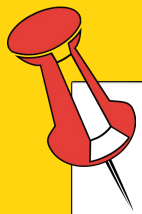


前面我们学习了怎样描述物体的运动，但还不清楚物体为什么会做这种或那种运动。要讨论这样的问题，就需要研究运动和力的关系。在物理学中，只研究物体怎样运动的理论称为运动学，研究运动与力的关系的理论称为动力学。例如，运动学使我们能够描述天体是怎样运动的，而动力学使我们能够把宇宙飞船和人造卫星送到太空（图1-5-1），使人类登上月球……这一节我们学习牛顿运动定律。



图 1-5-1 动力学的应用





## 牛顿第一定律

一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。



## 牛顿第三定律

两个物体之间的作用力与反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。



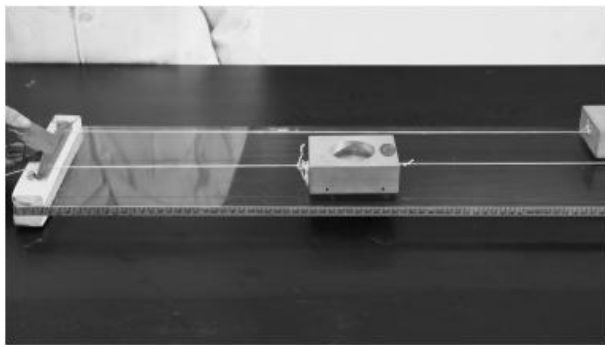
## 牛顿第二定律

物体加速度的大小跟作用力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟作用力的方向相同。

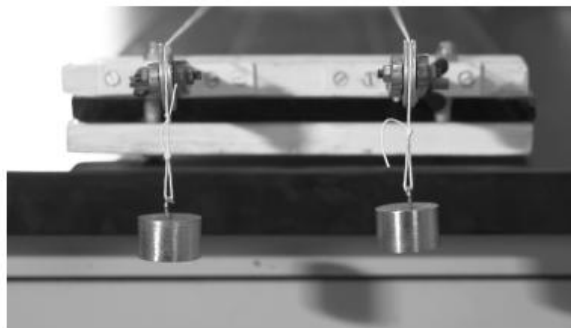




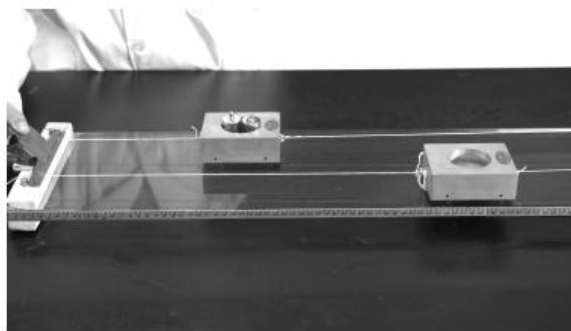
(1) 挂不同质量的钩码



(2) 加速度与物体受力的关系



(3) 挂相同质量的钩码

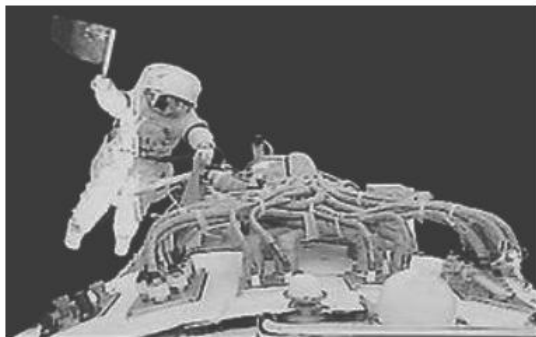


(4) 加速度与物体质量的关系

图 1-5-2 加速度的影响因素

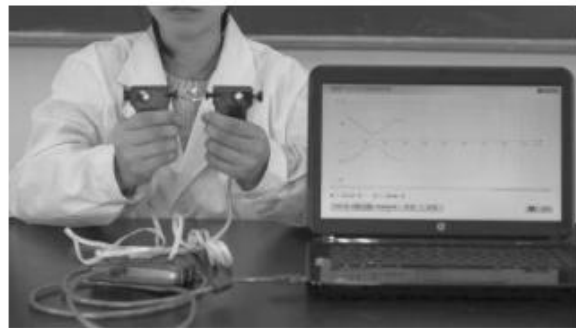


(1) 失重现象 1

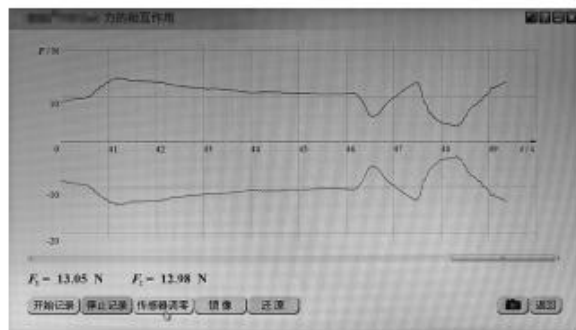


(2) 失重现象 2

图 1-5-3 在太空中完全失重



(1) 传感器调零



(2) 实验曲线  $F-t$

图 1-5-4 力的相互作用实验

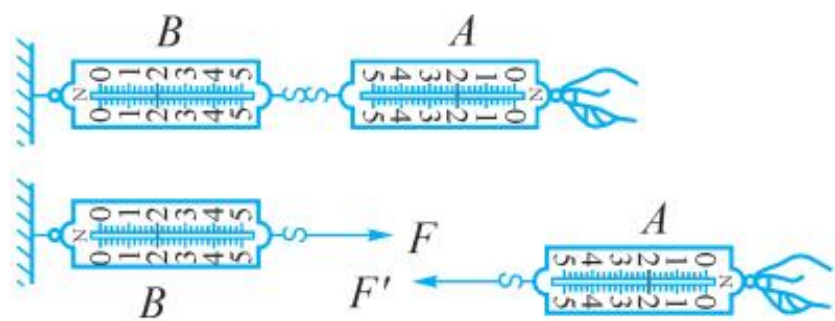


图 1-5-5 作用力与反作用力的关系



(1) 划龙舟



(2) 骑自行车

图 1-5-6 牛顿第三定律在生活中的应用

表 1-5-1 国际单位制的基本单位

物理量名称	物理量符号	单位名称	单位符号
长度	$L$	米	m
质量	$m$	千克	kg
时间	$t$	秒	s
电流	$I$	安(培)	A
热力学温度	$T$	开(尔文)	K
物质的量	$N$	摩(尔)	mol
发光强度	$I_V$	坎(德拉)	cd

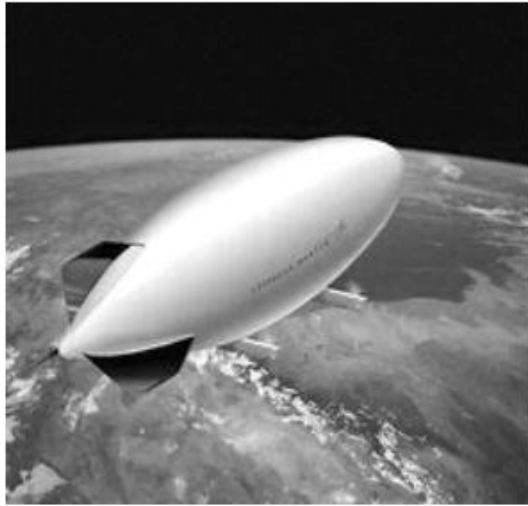


图 1-5-7 飞艇



图 1-5-8 飞机



图 1-5-9 航天飞机



图 1-5-10 运载火箭

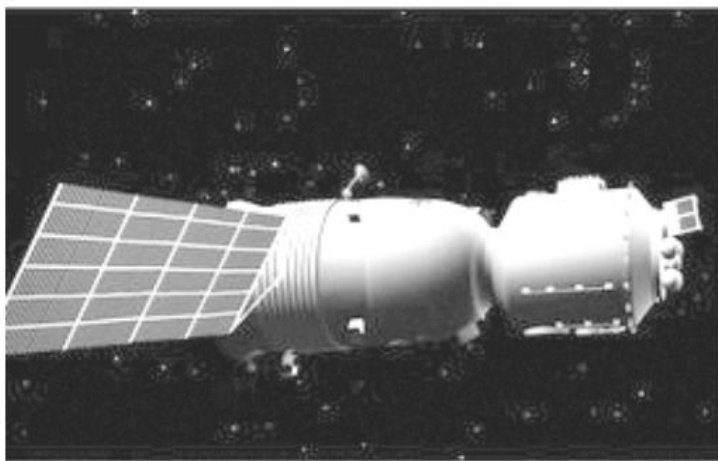


图 1-5-11 载人飞船



图 1-5-12 飞船对接

# 感谢聆听

