

中等职业教育规划教材

# 物理



# 第1章 运动和力

- 理解时间和时刻、路程和位移、速率和速度、标量和矢量等概念及它们之间的区别。
- 了解匀变速直线运动并能够用运动学公式进行简单计算。
- 了解重力的概念，知道重力的方向；了解弹力的概念及其产生条件，了解胡克定律；理解静摩擦力和滑动摩擦力。
- 理解牛顿三定律，能说出牛顿定律在生产、生活中的一些应用。



- ▶ 1.1 运动的描述
- ▶ 1.2 匀变速直线运动
- ▶ 1.3 重力、弹力、摩擦力
- ▶ 1.4 力的合成和分解
- ▶ 1.5 牛顿运动定律
- ▶ 1.6 万有引力定律与天体运动
- ▶ 1.7 3个宇宙速度
- ▶ 1.8 小结



# 1.1 运动的描述

本节介绍物质的运动以及运动物质与力的关系，并掌握其变化规律。

## 1.1.1 质点

## 1.1.2 时刻和时间

## 1.1.3 路程和位移

## 1.1.4 标量和矢量

## 1.1.5 速度和速率



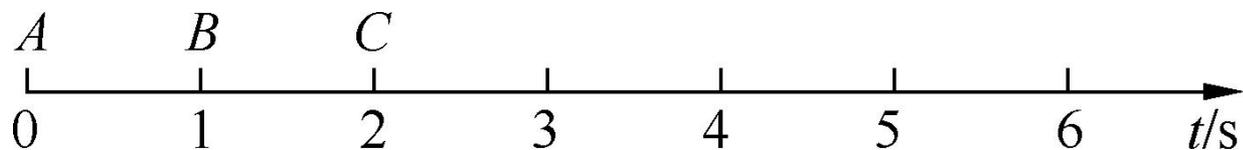
# 1.1.1 质点

质点：用来代替物体的有质量的点。  
质点是一种理想化的模型。



- ▶ 由于运动的绝对性，因此要确定某物体的位置或者描述其机械运动，就必须选择其他一个或者几个彼此之间相对静止的物体作为参考，这些为了确定物体的位置和描述物体的运动而被选做参考的物体叫做**参考系**。
- ▶ 参考系的选择是任意的，不同的参考系对物体运动的描述也是不同的。

## 1.1.2 时刻和时间



用一维坐标轴来代表时间轴，则时间轴上的点表示时刻，某一线段表示时间间隔

在国际单位制中，时间的单位是秒，符号是s。

# 1.1.3 路程和位移

路程是物体运动轨迹的长度。

位移是指从物体运动的起始位置指向终点位置的有向线段。

位移是表示物体位置变化的物理量，路程是质点实际运动轨迹的长度。

在国际单位制中，路程与位移的单位都是米，符号为m。



## 1.1.4 标量与矢量

只有大小没有方向的物理量称为标量

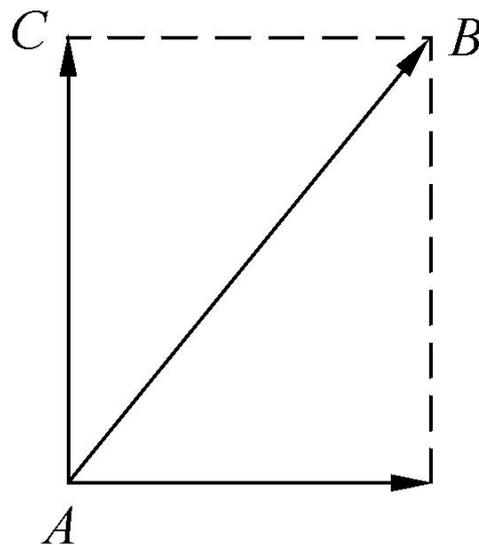
如路程、长度、时间、质量、温度、功、功率等都是标量。

物理学中既有大小又有方向的物理量称为矢量。

矢量可用一条带箭头的线段来表示，线段按一定标度画出，线段的长短表示矢量的大小，箭头的指向表示矢量的方向。位移、力及我们将要学习到的速度、加速度等都是矢量。



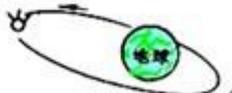
矢量相加遵循平行四边形法则。



# 1.1.5 速度和速率

通常把物体通过的路程与所用时间的比值叫做**速率**。  
速率只有大小，没有方向。

一些运动物体的速率

	约 $4 \times 10^{-3} \text{m/s}$		约 $500 \text{m/s}$
	约 $1.3 \text{m/s}$		约 $800 \text{m/s}$
	约 $5 \text{m/s}$		约 $4500 \text{m/s}$
	约 $18 \text{m/s}$	卫星绕地运动 	约 $7.9 \text{km/s}$
	约 $30 \text{m/s}$	地球绕日运动 	约 $30 \text{km/s}$

物理学中把位移与发生这个位移所用时间的比值称为速度。速度是用来描述物体运动的快慢和方向的物理量，用符号  $v$  表示。

$$v = s / t$$

$s$ 表示在时间 $t$ 内发生的位移。

速度既有大小，又有方向。速度的大小在数值上等于单位时间内位移的大小，方向跟物体的运动方向相同。

如果物体在一条直线上运动，而且速度不变，这种运动叫做匀速直线运动，此时速率等于速度的大小。

国际单位制中，速度和速率的单位为米每秒（m/s）



# 1.2 匀变速直线运动

本节介绍运动的一种——匀变速直线运动。

1.2.1 加速度

1.2.2 匀变速直线运动的规律



## 1.2.1 加速度

物理学上把速度的变化与发生这一变化所用时间的比值叫做加速度。

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

加速度的单位读作米每二次方秒，符号是m/s<sup>2</sup>。

加速度是矢量。在直线运动中，如果速度增加，即末速度大于初速度，加速度是正值，表示其方向与运动方向相同；如果速度减小，即末速度小于初速度，则加速度是负值，表示其方向与运动方向相反。



# 1.2.2 匀变速直线运动的规律

## 1. 速度与时间的关系式

由公式  $a = \frac{v_t - v_0}{t}$

得  $v_t = v_0 + at$



## 2. 速度与时间的关系式

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t$$

$$v_t = v_0 + at$$

得

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$



# 1.3 重力、弹力、摩擦力

本节介绍了几种特殊的力：重力、弹力和摩擦力。

1.3.1 重力

1.3.2 弹力

1.3.3 摩擦力



## 1.3.1 重力

地球上的一切物体都受到地球的吸引。这种由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。

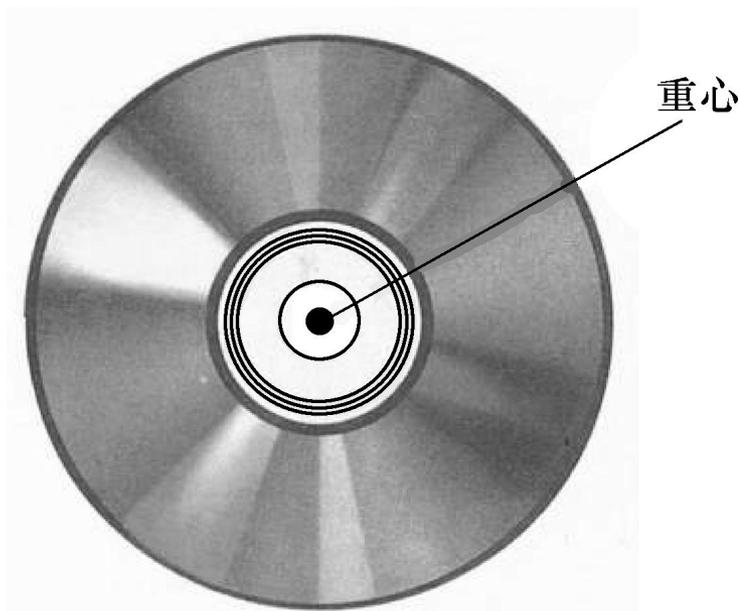
$$G = mg$$

$g = 9.8\text{N/kg}$  表示质量是1kg的物体受到的重力是9.8N。

重力不但有大小，而且有方向，是矢量。重力的方向总是竖直向下的。



重力在物体上的作用点叫做重心。质地均匀、外形规则的物体的重心，在它的几何中心上



物理上，把物体只在重力作用下（理想化模型），从静止开始下落的运动，称为自由落体运动。



## 1.3.2 弹力

物体形状和体积的改变叫做形变。形变的形式很多，如弹簧的拉伸与压缩、弓的变曲、发条的扭转等，当撤去外力后物体可以恢复原来的形状，这种形变叫做**弹性形变**，而例如泥巴、沥青等发生形变后物体不能完全恢复自身原来的形状，这种形变叫**非弹性形变**，也叫做**塑性形变**。

形变物体总要试图恢复原状，从而对与其接触的另一物体产生弹性力的作用，弹性力也简称弹力。

弹力的大小跟形变的大小有关，形变越大，弹力也越大，形变消失，弹力也随之消失。



压力和支持力都是弹力。压力和支持力都垂直于接触面。拉力也是弹力，绳的拉力沿着绳而指向收缩的方向。

弹簧发生弹性形变时，弹力的大小 $F$ 跟弹簧伸长（或缩短）的长度 $x$ 成正比

$$F = kx$$

——胡克定律

$k$ 称为弹簧的劲度系数，单位是牛顿每米，符号用N/m表示。



# 1.3.3 摩擦力

两个相互接触的物体，当它们发生相对运动或具有相对运动的趋势时，就会在接触面上产生阻碍相对运动的力，这种力叫做摩擦力。

## 1. 静摩擦力

两个相互接触的物体，具有相对运动趋势时产生的阻碍相对运动趋势的力叫做静摩擦力。

静摩擦力的方向总是沿着接触面，并跟物体相对运动趋势的方向相反。



## 2. 滑动摩擦力

若人推物体的力足够大，超过最大静摩擦力时，物体在地板上开始滑动，这时物体会受到地板阻碍它滑动的力，这种力叫做滑动摩擦力。

滑动摩擦力的大小跟正压力成正比

$$F = \mu F_N$$



其中 $\mu$ 是比例常数，叫做动摩擦因数，它的数值跟相互接触的两个物体的材料有关。不同材料的两个物体间的动摩擦因数不相同。动摩擦因数还跟接触面的情况有关。

### 3. 摩擦力的应用

假如没有摩擦力，我们无法拿起任何东西，因为我们拿东西靠的就是摩擦力。假如没有摩擦力，螺钉就不能旋紧，钉在墙上的钉子就会自动松开而落下来。家里的桌子、椅子都要散开来，并且会在地上滑来滑去，根本无法使用。假如没有摩擦力，我们就再也不能够欣赏美妙的用小提琴演奏的音乐等，因为弓和弦的摩擦产生振动才发出了声音。

摩擦力也有其有害的一方面，例如机器的运动部分之间都存在摩擦，对机器有害又浪费能量，使额外功增加。因此，必须设法减少这方面的摩擦。通常是在产生有害摩擦的部位涂抹润滑油、变滑动摩擦为滚动摩擦等。总之，我们要想办法增大有益摩擦，如下雪天在马路上撒煤渣；减小有害摩擦，变滑动摩擦为滚动摩擦。



# 1.4 力的合成和分解

本节探讨了低速运动情况下两个相对匀速直线运动的参考系中，坐标、速度以及加速度的变换。

1.4.1 合力与分力

1.4.2 力的合成

1.4.3 力的分解



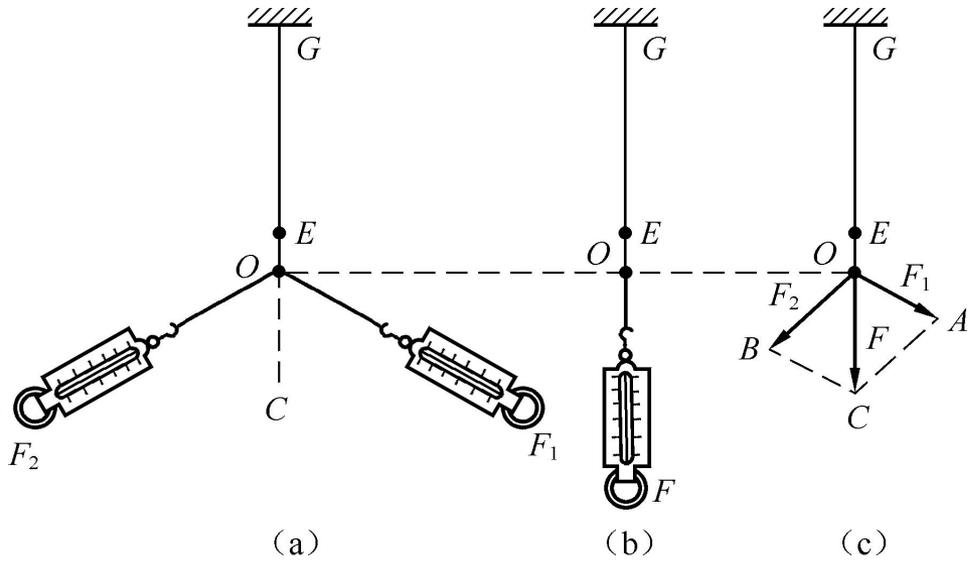
## 1.4.1 合力与分力

当物体同时受到几个力时，如果这几个力同时作用产生的效果与某一个力单独作用产生的效果相同，这一个力就叫做那几个力的合力，那几个力就叫做这一个力的分力。求几个力的合力叫做力的合成。



# 1.4.2 力的合成

如果有夹角两个力  $F_1$  和  $F_2$  的线段为邻边作平行四边形，那么，合力  $F$  的大小和方向就可以用这两个力的邻边之间的对角线来表示，这叫做力的合成的平行四边形法则。

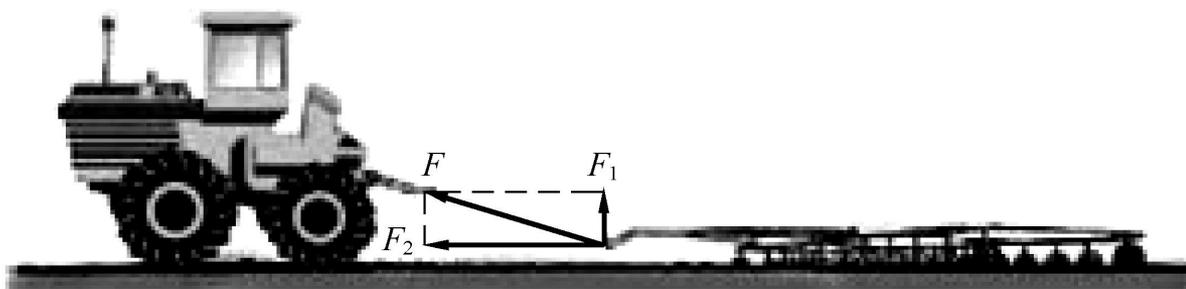


若两个分力  $F_1$  和  $F_2$  在同一直线上，方向相同时两个力的合力大小为这两个力的代数和；方向相反时两个力的合力大小为这两个力的差，合力与较大分力的方向相同。



## 1.4.3 力的分解

求一个已知力的分力的过程叫做力的分解。



# 1.5 牛顿运动定律

本节介绍牛顿第一、第二和第三运动定律以及力学单位制

1.5.1 牛顿第一定律

1.5.2 牛顿第二定律

1.5.3 力学单位制

1.5.4 牛顿第三定律



# 1.5.1 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运动状态为止，这就是牛顿第一定律。物体保持匀速直线运动或静止状态的特性，叫做惯性，所以，牛顿第一定律又叫做惯性定律。

一切物体在任何情况下都具有惯性，惯性是物体的固有属性。质量大的物体惯性就大，质量越小的物体惯性就越小，质量是物体惯性大小的唯一量度。



## 1.5.2 牛顿第二定律

物体加速度的大小与所受合外力的大小成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟作用力的方向相同。这就是牛顿第二定律。

$$F_{\text{合}} = ma$$

质量不同的物体，运动状态改变的难易程度不同，或者说它们的惯性大小不同。在外力相同的情况下，质量大的物体获得的加速度小，它的运动状态难以改变，即惯性大；质量小的物体获得的加速度大，它的运动状态容易改变，即惯性小。因此，质量是物体惯性大小的量度。



## 1.5.3 力学单位制

物理学上，把预先选定的物理量称为基本量，它们的单位称为基本单位，由基本单位用物理公式推导出的其他单位称为导出单位，基本单位和导出单位一起组成了单位制。



## 1.5.4 牛顿第三定律

两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。这就是牛顿第三定律。



# 1.6 万有引力定律与天体运动

宇宙间的一切物体都是相互吸引的，两个质量分别为 $m_1$ 、 $m_2$ 的物体间，吸引力的大小跟它们的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2 \quad \text{万有引力常量}$$



## 1.7 3个宇宙速度

第一宇宙速度就是从地球表面发射的物体能够环绕地球运行所需的最小发射速度，也就是发射人造地球卫星所需的最小发射速度。第一宇宙速度也叫环绕速度，为**7.9km/s**。

所谓第二宇宙速度就是使物体能够脱离地球的引力作用范围而绕太阳运行所需的最小地面发射速度。这就是物体逃逸地球引力作用范围所需的最小速度。因此第二宇宙速度也常常叫做逃逸速度，为**11.2km/s**。

使物体能够脱离太阳的引力作用范围所需的最小地面发射速度叫做第三宇宙速度，为**16.7km/s**。它是物体飞到太阳系以外宇宙空间去的最小发射速度。



## 1.8 小结

(1) 用来代替物体的有质量的点叫做质点，质点是一种理想化的模型。

(2) 位移是矢量，路程是标量。矢量遵循平行四边形法则。

(3) 3个常见的力：重力、弹力和摩擦力。

(4) 当物体同时受到几个力时，如果这几个力同时作用产生的效果与某一个力单独作用产生的效果相同，这一个力就叫做那几个力的合力，那几个力就叫做这一个力的分力。求几个力的合力叫做力的合成，求一个已知力的分力的过程叫做力的分解。

(5) 牛顿运动定律。

