

无锡市中学试用课本

工业基础知识

GONGYE JICHU ZHISHI

(理工部分)

高中第一册

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

进行一次思想和政治路线方面的教育。

认真看书学习，弄通马克思主义。

团结起来，争取更大的胜利。

毛主席语录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学生也是这样，以学为主，兼学别样，即不但学文，也要学工、学农、学军，也要批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

目 录

第一章 机械运动规律	1
第一节 匀变速运动.....	1
第二节 运动的合成 弹道.....	10
第三节 牛顿第二定律.....	17
第四节 反冲运动及其应用.....	21
第五节 功和能.....	25
第二章 物体的平衡	30
第一节 力的合成.....	30
第二节 力的分解.....	36
第三节 物体的平衡.....	40
第三章 飞机飞行原理	51
第一节 运动流体里的压强.....	51
第二节 飞机的举力.....	53
第三节 物体在流体里运动时所受的阻力 流线体.....	56
第四章 人造卫星	58
第一节 圆周运动.....	58
第二节 向心力和离心力.....	61
第三节 万有引力.....	65
第四节 人造地球卫星.....	67
第五章 金属加工知识	74
第一节 金属材料的性质.....	74
第二节 万吨水压机.....	83
第三节 机床.....	90

第一章 机械运动规律

我们知道，一个物体对于其他一些物体的位置的变化，就叫做机械运动。在自然界中，没有完全不动的物体，所以说，自然界的一切物体都在做机械运动。不管是最简单的机械，还是复杂的机器，在工作的过程中，它们的有关部分必定作机械运动；而在运动的过程中又必然受到各种力的作用。因此，我们要想设计、制造和使用机器，必须掌握机械运动的规律。

第一节 匀变速运动

一、匀变速运动 加速度

初中已经说过，运动物体在各个相等的时间内通过的路程都相等的运动，叫做匀速运动，这是最简单的运动。我们知道，物体作匀速运动时的速度是不变的。严格讲，物体作匀速运动的例子是不多的，自然界中我们所遇到的物体的运动，多数是速度随时间的变化而变化的。例如步枪射击时，弹头在发射后的速度在千分之几秒内就从零增加到每秒几百米；又如开动的汽车，起飞的飞机，运动的速度也越来越快；进站的火车，运动的速度越来越慢，最后变为零，即停了下来。

速度不断变化的运动叫做变速运动。

速度有大小和方向，作曲线运动的物体，速度的方向随时间的变化而变化，也是属于变速运动。

为了研究变速运动，我们需要引入平均速度的概念。

从北京到上海的铁路线长约为1426公里，京沪直达火车行

驶的时间是31小时。火车在全部路程上的运动显然是变速的：它有时加快地前进，有时慢下来，有时甚至停在中间站上。可是，假如火车在31小时内是匀速地通过全部路程的话，它的速度将是 $\frac{1426 \text{公里}}{31 \text{小时}} = 46 \text{公里/小时}$ 。这个46公里/小时就是作变

速运动的火车在从北京到上海这段路程中的平均速度。

如果用 S 来代表作变速运动的物体在时间 t 内所通过的路程，用 $\bar{V}$ 来代表这个物体在这段路程中的平均速度，那么：

$$\bar{V} = \frac{S}{t}。$$

在变速运动中，因为速度不断地变化，在不同时刻，不同位置上，速度都不一样。我们把运动物体在某一时刻的速度，或者通过某一位置时的速度叫做即时速度。

做直线运动的物体，在任何相等的时间内速度的改变都相等时，就叫做匀变速直线运动。在匀变速直线运动中，速度不断增加的叫做匀加速运动，速度不断减小的叫匀减速运动。射击时弹头在枪膛里的运动可以看作匀加速运动。

做匀变速运动的物体，速度的改变有快有慢。很显然汽车的速度改变没有子弹的速度改变快，为了比较速度改变的快慢，我们用加速度来表示。

变速运动的加速度，等于速度的变化跟发生这种变化所用时间之比。如果用 V_0 表示开始观察时物体的速度（初速度）， V_t 表示物体经过 t 时间后的速度（末速度）， a 表示物体在 t 时间内的加速度。那么，

$$a = \frac{V_t - V_0}{t}$$

加速度的单位是由时间和速度的单位来确定的。如果时间

单位用秒，速度单位用厘米/秒，加速度的单位就是厘米/秒²，读做每秒每秒厘米。如果时间单位用秒，速度单位用米/秒，加速度的单位就是米/秒²，读做每秒每秒米。

加速度也是有方向的。子弹击发后，在枪膛内的运动过程中，或者在火车开动的过程中，速度逐渐增大，加速度为正，这时加速度方向与速度方向相同；火车在停止的过程中，速度逐渐减小，加速度为负，这时加速度方向与速度方向相反。

加速度和速度一样，不但要由它的大小，而且还要由它在空间中的方向来确定，这种量叫做矢量。力也是矢量。另外，只要由大小来确定，而没有方向性的量叫做标量。时间、温度、功等都是标量。

匀变速运动就是加速度不变的运动。对于作匀变速运动的物体，加速度 a 是一个定值。如果 $V_t > V_0$ ，则 $a > 0$ ，物体作匀加速运动。如果 $V_t < V_0$ ，则 $a < 0$ ，物体作匀减速运动。

例一 一步枪在击发后 0.001 秒内弹头的速度由 0 变为 735 米/秒，求弹头的加速度是多大？方向如何？

解： $V_0 = 0$ $V_t = 735$ 米/秒 $t = 0.001$ 秒

$$\begin{aligned}\text{所以 } a &= \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{735 \text{ 米/秒} - 0}{0.001 \text{ 秒}} \\ &= 735000 \text{ 米/秒}^2\end{aligned}$$

答：弹头的加速度是 735000 米/秒²，方向跟速度的方向相同。

例二 一辆汽车紧急刹车，在 2 秒钟内速度从 36 公里/小时减小到零，加速度是多大？方向如何？

解： $V_0 = 36$ 公里/小时 = 10 米/秒， $V_t = 0$ $t = 2$ 秒

$$\begin{aligned}\text{所以 } a &= \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{0 - 10 \text{ 米/秒}}{2 \text{ 秒}} \\ &= -5 \text{ 米/秒}^2\end{aligned}$$

答：汽车的加速度是 -5 米/秒^2 ，方向跟速度的方向相反。

二、匀变速运动的规律

1. 匀变速运动的速度

汽车在城市里行驶时，速度必须限制在一定数值内；飞机要达到一定的速度才能飞离地面；子弹的穿透本领跟它击中目标前的速度有关。所有这些速度都是指的即时速度。由于知道即时速度有重要的实际意义，所以研究匀变速运动时，要知道运动物体在某一时刻的即时速度。

如果我们已经知道了物体作匀变速运动的加速度和开始作匀变速运动时的速度（初速度），怎样计算运动物体在某一时刻的速度呢？

设想一列火车原来是在平直的铁轨上用 10 米/秒 的速度作匀速运动，后来走到一个下坡，得到 0.2 米/秒^2 的加速度，于是火车改作匀加速运动。它的速度既然是每秒钟增加 0.2 米/秒 ，所以它在作匀变速运动后的第一秒末的速度 $V_1 = 10.2 \text{ 米/秒}$ ，在第二秒末的速度 $V_2 = 10.4 \text{ 米/秒}$ ，在第三秒末的速度 $V_3 = 10.6 \text{ 米/秒}$ 。……很容易看出：

$$V_1 = 10 \text{ 米/秒} + 0.2 \text{ 米/秒}^2 \times 1 \text{ 秒}$$

$$V_2 = 10 \text{ 米/秒} + 0.2 \text{ 米/秒}^2 \times 2 \text{ 秒}$$

$$V_3 = 10 \text{ 米/秒} + 0.2 \text{ 米/秒}^2 \times 3 \text{ 秒}$$

.....

因此，如果用 a 表示加速度，用 V_0 表示初速度，用 V_t 表示在 t 秒末的速度，那么，

$$V_t = V_0 + at \quad (1)$$

做匀变速运动的物体如果从静止状态出发，初速度 $V_0 = 0$ ，那么，

$$V_t = at \quad (1)'$$

(1) 和 (1)' 是匀变速运动的速度公式，它表明了匀变速运动中速度跟时间的关系。

例题 某步枪击发后，弹头在枪膛内的加速度是 400000 米/秒² 经过 0.002 秒弹头射出枪口，求弹头离枪口时的速度。

解： $V_0 = 0$ $a = 400000$ 米/秒² $t = 0.002$ 秒

$$\begin{aligned} \text{所以 } V_t &= at = 400000 \text{ 米/秒}^2 \times 0.002 \text{ 秒} \\ &= 800 \text{ 米/秒} \end{aligned}$$

答：弹头离枪口时的速度是 800 米/秒。

2. 匀变速运动的路程

我们在前面已经研究过作变速运动物体的平均速度。平均速度的重要性就在于它跟路程有很简单的关系。知道平均速度 $\bar{V}$ 和运动时间 t ，就可以计算在这段时间通过的路程 S 。

$$S = \bar{V} t$$

在匀变速运动中，因为速度是均匀变化的，如果已经知道运动物体的初速度 V_0 和末速度 V_t ，就可以求出平均速度

$$\bar{V} = \frac{V_0 + V_t}{2}$$

所以，匀变速运动的路程公式是

$$S = \overline{V} t = \left(\frac{V_0 + V_t}{2} \right) t$$

把 $V_t = V_0 + at$ 代入上式，就可以得到

$$S = \left(\frac{V_0 + V_0 + at}{2} \right) t$$

化简得：

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

若初速度 $V_0 = 0$ ，上式就成为

$$S = \frac{1}{2} at^2 \quad (2)'$$

这就是说，在初速度为零的匀加速运动中，物体所通过的路程跟时间的平方成正比。

(2) 和 (2)' 是匀变速运动的路程公式。它表明了匀变速运动中路程跟时间的关系。

求匀变速运动的路程也有实用意义。例如为了使飞机能顺利起飞，机场的跑道至少要修多长？以一定速度行驶的汽车或火车，在刹车后要滑行多少路程才能停下来？炮弹出膛后，在某一时刻的位置如何？要解决这些问题，都要利用匀变速运动的路程公式来计算。

另外，从公式(1)可以得到 $t = \frac{V_t - V_0}{a}$ ，把这个 t 值代

入公式(2)可以得到

$$V_t^2 - V_0^2 = 2as \quad (3)$$

如果初速度为 0，则

$$V_t^2 = 2as \quad (3)'$$

上式表明了匀变速运动中速度与路程的关系。

(1)、(2)、(3)三式叫做匀变速运动的公式，它反映了匀变速运动的规律。

例题 某种飞机起飞时应具有的速度是80米/秒，起飞前在跑道上需要匀加速地滑行20秒才能达到起飞的速度，问供这种飞机起飞的跑道不得短于多少米？

解：飞机起飞是从静止开始作匀加速运动，所以初速度 $V_0 = 0$ ，而 $V_t = 80$ 米/秒， $t = 20$ 秒。

$$\begin{aligned}\text{所以 } a &= \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{80 \text{米/秒} - 0}{20 \text{秒}} \\ &= 4 \text{米/秒}^2\end{aligned}$$

再根据 $S = \frac{1}{2}at^2$

$$\begin{aligned}\text{得跑道长度 } S &= \frac{1}{2} \times 4 \text{米/秒}^2 \times (20 \text{秒})^2 \\ &= 800 \text{米}\end{aligned}$$

答：跑道不得短于800米。

三、自由落体运动

物体下落的运动是一种常见的运动。在没有空气的空间里物体从静止开始下落的运动，叫自由落体运动。物体在空气中从静止开始下落，如果下落的距离不太长，因而空气对它的阻碍作用比较小，可以忽略不计，那么，它的运动也可以当作自由落体运动。

图1—1是一个小球在自由落下时拍的照片。那些白点是小球在不同时刻，不同位置上的像，这些像是在每隔一个相等的时间拍摄一次得到的。

从照片上可以看出，离开始降落的位置越远，相邻的两个

球之间的距离也越大，说明小球在下落过程中速度是越来越大的。从照片上可以了解小球由静止开始下落时经过不同时间的各段路程。可以发现小球在不同时间内通过的路程跟时间的平方成正比。这证明小球在自由落下时是作初速度为零的匀加速直线运动。

自由落体运动是匀加速运动，那么在同一地点，不同物体在自由下落中的加速度是不是相同呢？遵循毛主席关于“**一切真知都是从直接经验发源的**”伟大教导，我们用下面的实验来说明。

如图 1—2，拿一个长约 1.5 米，一端封闭，另一端有开关的玻璃筒，把形状和重量都不同的物体，例如金属片、小羽毛放到玻璃筒里，如果把玻璃筒里的空气抽出去，将玻璃筒倒立过来，金属片、小羽毛下落的快慢都相同。如果玻璃筒里有空气，把玻璃筒倒立过来以后，金属片、小羽毛下落的快慢不相同。

这个实验说明，我们平常看到物体下落的快慢不同，并不是由于它们的重量不同，而是由于受到空气的阻碍作用不同的缘故。

在同一地点，一切物体在自由落体运动中的加速度都相



图 1—1



图 1—2

同。这个加速度叫做自由落体加速度，也叫重力加速度，通常用字母 g 来表示， g 的方向是竖直向下的。

精确的测定知道，在地球上不同的地方， g 的大小是不同的，但是它们相差的很少。纬度 45° 海平面上， g 值是 980.655 厘米/秒²。在计算实际问题中通常把 g 取作 980 厘米/秒²，在粗略的计算中甚至可以把 g 取作 10 米/秒²。

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，所以它的运动规律可以用前面学过的匀变速运动公式来表示，只要把公式中的 a 用 g 来代替就可以了。如果以 h 表示物体竖直落下的距离，则

$$V_t = gt$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$V_t^2 = 2gh$$

例题 毛主席教导我们：“读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。”崔永红同学遵循这个教导，带着一个秒表，去测量学校附近一口水井的深度（从井口到水面的距离）。他让一块石子从井口自由下落，经过 2 秒后，听到石子落到水面的声音。求井口到水面的大概深度是多少？（声音传播所用的时间可以不考虑， g 值取 980 厘米/秒²）

解：石子从井口落到水面的时间 $t = 2$ 秒，

重力加速度 $g = 980$ 厘米/秒²，求井深 $h = ?$

$$\text{由 } h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{得 } h = \frac{1}{2} \times 980 \text{ 厘米/秒}^2 \times (2 \text{ 秒})^2$$

$$= 1960 \text{ 厘米} = 19.6 \text{ 米}$$

答：井口到水面的深度为 19.6 米。

习 题

1. 加速度为零的运动是什么运动？
2. 飞机起飞时要有240公里/小时的速度才能离开地面，如果它起飞前在跑道上匀加速地滑行的路程是560米，问飞机滑行时的加速度是多少？滑行的时间是多少？
3. 一打桩机的重锤离桩的距离是3米，锤从高处自由落下碰到桩上需要多少时间？它落到桩上时的速度有多大？
4. 跳伞员从飞机舱门口跳下后，经过3秒钟开伞，求跳伞员在开伞前落下的高度（不考虑空气阻力）。

第二节 运动的合成 弹道

一、运动的合成

我们在研究运动时，如果把研究的运动当作两个或几个简单的运动所组成的复合运动，问题往往就要容易研究得多。例如，在前进的轮船上走动的乘客对于河岸的运动，就可以看作是乘客对于轮船的运动和轮船对于河岸的运动的复合运动。

乘客对于轮船的运动和轮船对于河岸的运动都叫做分运动，人对于河岸的运动叫做这两个运动的合运动。

知道了分运动的性质，就可以确定合运动的性质。从已知的分运动来求合运动，叫做运动的合成。

现在我们来研究在同一直线上的二个匀速直线运动的合成问题。

设想有人在河中顺水划船，在划船人的作用下，小船用 $V_1 = 4$ 公里/小时的速度对水运动，而河水又用 $V_2 = 3$ 公里/小时的速度对河岸运动。在 $t = 5$ 小时内小船通过多少距

离呢？

假如水不流动，小船在 5 小时内沿河下行的路程将是

$$S_1 = 4 \text{ 公里/小时} \times 5 \text{ 小时} = 20 \text{ 公里。}$$

假如人不划船，只有水冲着船走，在这段时间内小船通过的路程将是

$$S_2 = 3 \text{ 公里/小时} \times 5 \text{ 小时} = 15 \text{ 公里。}$$

可是，小船实际上是同时受到划船人和水流的作用的，所以它在 5 小时内通过的路程是

$$S = 20 \text{ 公里} + 15 \text{ 公里} = 35 \text{ 公里}$$

如果水流和划船的速度都保持不变，而人是逆水划船，则 5 小时内小船沿河上行的路程应是

$$S = 20 \text{ 公里} - 15 \text{ 公里} = 5 \text{ 公里}$$

由研究可知，在同一直线上的几个匀速直线运动所组成的合运动也是一个匀速直线运动。合运动的速度等于分运动的速度代数之和。

有许多运动，我们可以把它们看作互成角度的运动的合运动。例如小船横过河流的运动。研究两个互成角度的匀速直线运动的合运动可以知道，如果物体同时参加了两个互成角度的匀速直线运动，那么，它的合运动也是匀速直线运动；这个合运动的路程就是以分运动的路程为邻接边的平行四边形的对角线。

二、理想弹道

弹头在空中飞行的路线叫弹道。弹头在飞行过程中，受到惯性、重力、空气阻力、风力等因素的影响，因而弹道是一条复杂的曲线。

毛主席教导我们：“研究任何过程，如果是存在着两个以

上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。”在影响弹头运动的诸因素中，弹头的惯性跟重力的矛盾是主要矛盾，因此，我们先研究只受重力作用时，弹头运动所形成的理想弹道。

这里我们来分析一下炮弹的弹道曲线是怎样形成的。如果炮弹出炮口后，不受重力作用，空气阻力暂不考虑，由惯性可知炮弹将沿出炮口时的速度的方向作匀速直线运动。如果炮弹不具有一定的初速度，而只有重力作用，这时炮弹将作自由落体运动。现在炮弹既要受重力作用，又具有一定的初速度，所以炮弹将要参与以上两种运动，也就是说，炮弹的运动是由在初速度方向上的匀速直线运动和自由落体运动两者合成的。因此，炮弹在空中某一时刻的位置可用公式 $S = Vt$ 和 $h = \frac{1}{2}gt^2$

共同求得。图 1—3 就是当射角（炮筒与水平面所成的倾角）

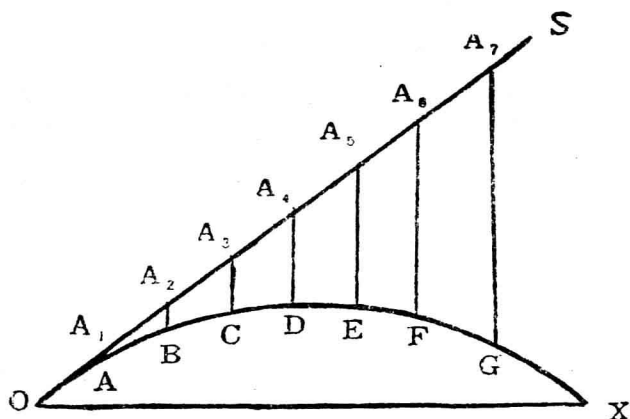


图 1—3

为 40° 时，在不考虑空气阻力的情况下炮弹的弹道。

同样在不考虑空气阻力的情况下，从炮口平射出去的炮弹的运动可以看作是由这样两个运动合成的：一个是在水平方向的匀速直线运动，另一个是自由落体运动（图 1—4）。

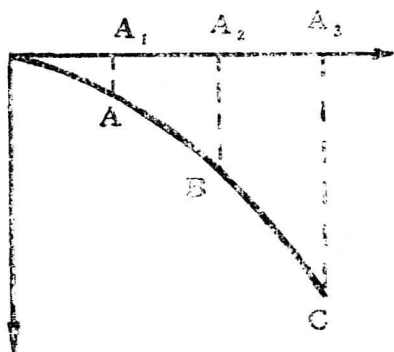


图 1—4

三、实际弹道

实际上炮弹在飞行中受到的空气阻力很大，不能不考虑，空气阻力既减小了射程（弹头从飞出地点到落地地点的水平距离），也减小了弹头最高点的高度。图 1—5 中的虚线表示理

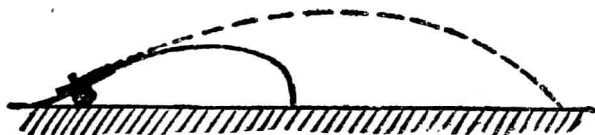


图 1—5

想弹道，实线表示在相同初速度和射角时的实际弹道曲线。

弹头初速度方向与水平面的夹角叫射角。当初速度一定时射角直接决定弹道形状与射程。在真空中，射角在 0° 与 45° 之间射程随射角增大而增大，射角为 45° 时，射程最大。射角超过 45° 时，射程却随着射角增大而减小（图 1—6）。在空气中，实际上最大射程是 30° — 35° 。用改变射角来改变射程是各种火