

江苏省中学课本

物理

高中第一册

江苏人民出版社

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

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。

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 运动和力	1
第一节 变速直线运动	1
第二节 匀变速直线运动	7
第三节 自由落体运动	12
第四节 力的合成	15
第五节 力的分解	19
第六节 牛顿第二定律	24
第七节 牛顿第三定律	31
第八节 动量 动量守恒定律	37
实验一 互成角度的两个力的合成	44
实验二 牛顿第二定律	45
第二章 物体的平衡	47
第一节 在共点力作用下物体的平衡	47
第二节 有固定转动轴的物体的平衡	52
第三节 平行力的平衡	55
第四节 重心和稳度	60
实验三 有固定转动轴的物体的平衡条件	67
第三章 机械能	70
第一节 功和功率	70

第二节	动能	75
第三节	势能	79
第四节	机械能守恒	82
第五节	功和能的关系	86
第六节	水流能的利用	91

第一章 运动和力

我们知道，整个自然界是由各种各样的物质所组成。自然界的所有物质都在不断地进行着各种形式的运动，“机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。”其中，机械运动是各种运动形式中最简单、最基本的运动形式。

在工农业生产、交通运输、国防建设和科学研究中，我们会遇到各种机械运动，例如，各种机器的运转，汽车、火车、拖拉机的行驶，人造地球卫星的运行，洲际导弹的飞行等等。本章是通过机械运动中的直线运动，来研究物体的运动和受力的关系，这对于我们掌握物体的运动规律，参加三大革命实践具有重大的意义。

第一节 变速直线运动

我们已经学过，物体作匀速直线运动时，它的速度是保持不变的，如果用 S 表示路程， t 表示时间， V 表示速度，则：

$$V = \frac{S}{t}。$$

但我们日常看到的物体的运动，绝大多数它的速度是常常变化的。例如，刚开动的汽车，它的速度逐渐增大；进站的火车，它的速度逐渐减小。这种速度变化的运动叫做变速运动。沿直线的变速运动，叫做变速直线运动。

一、平均速度

作变速运动的物体，它的速度是变化的。如从南京开往北京的火车，在 20 小时内通过了 1160 公里的路程，它有时加快，有时减慢，有时停在车站上。怎样来表示它运动的快慢呢？我们按 $V = \frac{S}{t}$ 计算出速度是 58 公里/小时，这个速度表示火车在这段路程上的平均快慢程度。在变速运动中，物体通过的路程，跟通过这段路程所用的时间的比，叫做物体在这段路程上的平均速度。用 S 表示路程，用 t 表示时间，用 \bar{V} 表示平均速度，则：

$$\bar{V} = \frac{S}{t}。$$

如果知道了作变速运动的物体通过某段路程所用的时间和平均速度，就可以求出这段路程。

$$S = \bar{V}t。$$

二、即时速度

平均速度只能说明变速运动的平均快慢程度。但在生产实践中，常常需要知道运动物体在某一时刻或某一位置的速度。作变速运动的物体在某一时刻（或某一位置）的速度，叫做即时速度。例如，火车通过某路标时的速度是 50 公里/小时，这就是火车通过该路标时的即时速度。又如汽车在开动后 5 秒末的速度是 20 公里/小时，这就是汽车在 5 秒末这个时刻的即时速度。

即时速度可用实验方法来求得。如图 1-1 所示，使载着滴液瓶的小车沿斜面向下运动，通过斜面末端后，小车在光滑的平面上继续运动。滴液瓶的小管每

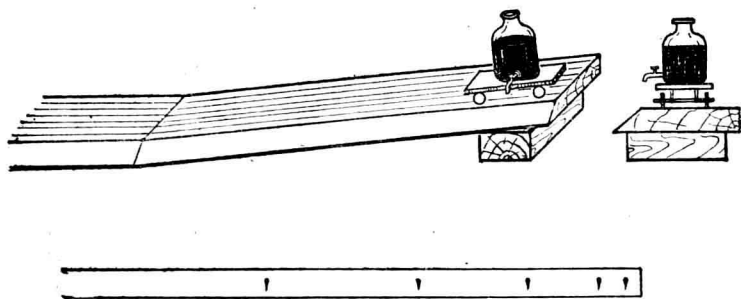


图 1-1

隔相等的时间，滴下一滴带色的液滴到轨道旁边的纸条上。从各液滴间的距离知道，小车在斜面上的运动是变速的，而在平面上最初一段不长的路程上的运动

可以认为是匀速的。测出滴液瓶在一分钟内滴出多少液滴,再量出平面上相邻液滴间的距离,就可以计算出小车在平面上作匀速运动的速度。因为这个匀速运动是从斜面末端开始的,所以这个匀速直线运动的速度,在数值上就等于小车通过斜面末端的即时速度。

把这个光滑的平面接合到斜面的不同部分,就可以用实验方法量出运动的小车在斜面上各个位置的即时速度的大小。

在技术上,即时速度可用速度表(图 1-2)测量。



图 1-2

当指针指在 30 时,表示汽车的即时速度是30公里/小时。

气象台预报台风警报时,总是要同时指出台风中心移动的方向和快慢,以便做好防台工作;对空射击时,要根据敌机的飞行方向和快慢来确定瞄准的提前量。所以

用速度表示物体运动状态时,必须同时指出它的大小和方向。

不但要由它的大小而且还要由它的方向来确定的量,叫做矢量。如速度、力等都是矢量。只有大小而没有方向性的量,叫做标量。如时间、温度、功等都是标量。

三、加 速 度

作变速运动的物体，速度的变化有时快有时慢，如开动汽车的时候，它的速度在几秒内从零增加到几十米/秒；发炮的时候，炮弹的速度在千分之几秒内就为零增加到几百米/秒。显然，汽车和炮弹速度的变化快慢是不同的。我们用加速度来表示速度变化的快慢。

作变速运动的物体，它的速度的变化跟发生这种变化所用的时间的比，叫做加速度。

如果物体在时间 t 内，速度由 V_0 （初速度）变为 V_t （末速度），则物体在这段时间内的加速度 a 为：

$$a = \frac{V_t - V_0}{t}。$$

加速度的单位是由速度的单位和时间的单位决定的。常用的有米/秒² 和厘米/秒²，读做每秒每秒米和每秒每秒厘米。

加速度不但有大小，而且有方向，它也是矢量。在匀速直线运动中由于速度不变，所以加速度等于零。在变速直线运动中，当速度逐渐增大时，加速度为正，加速度的方向跟速度的方向相同；速度逐渐减小时，加速度为负，加速度的方向跟速度的方向相反。

【例题 1】 如果枪管内的弹头速度在 0.001 秒的时间内从 0 增加到 820 米/秒，求它的加速度。

解: $V_0 = 0$, $V_t = 820$ 米/秒, $t = 0.001$ 秒,

$$a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{820 \text{ 米/秒} - 0}{0.001 \text{ 秒}}$$

$$= 820000 \text{ 米/秒}^2$$

$$= 8.2 \times 10^5 \text{ 米/秒}^2。$$

答: 弹头的加速度是 8.2×10^5 米/秒²。

加速度是正值表示加速度的方向跟速度的方向相同。

【例题 2】汽车紧急刹车时, 在 2 秒钟内速度从 36 公里/小时减小到零, 求它的加速度。

解: $V_0 = 36$ 公里/小时 = 10 米/秒,

$V_t = 0$, $t = 2$ 秒,

$$a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{0 - 10 \text{ 米/秒}}{2 \text{ 秒}} = -5 \text{ 米/秒}^2。$$

答: 汽车的加速度是 -5 米/秒²。

加速度是负值表示加速度的方向跟速度的方向相反。

习 题 一

1. 一辆汽车先以 40 公里/小时的平均速度行驶 3 小时, 再以 30 公里/小时的平均速度行驶 2 小时。求汽车在 5 小时内通过的路程和在这段路程上的平均速度。
2. 提到变速运动的平均速度的时候, 总要指出那段路程上

或那段时间内的平均速度，一般地说变速运动的平均速度为什么不确切？

3. 民兵用半自动步枪进行射击，弹头从枪口射出时的速度是735米/秒，弹头在枪管内运动的时间是0.002秒，求弹头在枪管内运动的加速度。
4. 运动员用0.02秒的时间，把静止的足球踢出去，如果足球飞出时的速度是4米/秒，求足球在这段时间内的加速度。
5. 以12米/秒速度前进的火车，在制动后20秒钟停下来，求它的加速度。

第二节 匀变速直线运动

在变速直线运动中加速度不变的运动，叫做匀变速直线运动。它是一种最简单的变速运动。在匀变速直线运动中，如果加速度的方向和速度方向相同就叫做匀加速直线运动。石块从高处下落的运动，火车和汽车刚开动时的运动，发炮时炮弹在炮筒里的运动，都可以当作匀加速直线运动。在匀变速直线运动中如果加速度的方向和速度方向相反就叫做匀减速直线运动。火车、汽车等刹车后的运动，都可以当作匀减速直线运动。

对于匀变速直线运动，我们需要研究作这种运动的物体在任一时刻的速度和任一时间内通过的路程，从而了解匀变速直线运动的基本规律。

一、匀变速直线运动的速度

在匀变速直线运动中，加速度是不变的，公式

$a = \frac{V_t - V_0}{t}$ 可以改写为：

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

根据公式 (1)，如果已经知道作匀变速直线运动的物体的初速度 V_0 和加速度 a ，就可以求出物体在任一时刻的即时速度 V_t 。

这个公式叫做匀变速直线运动的速度公式。它反映了在匀变速直线运动中，速度随时间变化的规律。

二、匀变速直线运动的路程

我们知道，做变速运动的物体在时间 t 内通过的路程 S 等于物体在这段时间内的平均速度 \bar{V} 跟时间 t 的乘积，即 $S = \bar{V}t$ 。

在匀变速直线运动中，因为速度是均匀变化的，

所以
$$\bar{V} = \frac{V_0 + V_t}{2},$$

把这个公式代入 $S = \bar{V}t$ 中就得：

$$S = \frac{V_0 + V_t}{2} t,$$

把 (1) 式代入上式得：

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

根据公式 (2), 如果已经知道作匀变速直线运动的初速度 V_0 和加速度 a , 就可以求出物体在任何时间内通过的路程。

这个公式叫做匀变速直线运动的路程公式。它反映了在匀变速直线运动中, 路程随时间变化的规律。

在解决实际问题时, 我们还需要知道变速直线运动的速度和路程的关系。为此, 把 (1) 式代入 (2) 式消去 t 就得:

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

(1) 式、(2) 式、(3) 式, 叫做匀变速直线运动的公式。当把这三个公式用于匀加速直线运动时, a 为正值; 用于匀减速直线运动时, a 为负值。

【例题 1】 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作匀加速滑行 20 秒才能达到起飞速度, 问供这种飞机起飞的跑道不得短于多少?

解: 飞机起飞是从静止开始作匀加速运动的, 要求跑道长, 可用公式 $S = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, 式中 a 由公式

$$a = \frac{V_t - V_0}{t} \text{ 求出。}$$

$$V_0 = 0, V_t = 80 \text{ 米/秒, } t = 20 \text{ 秒,}$$

$$a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{80 \text{米/秒} - 0}{20 \text{秒}} = 4 \text{米/秒}^2,$$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 4 \text{米/秒}^2 \times (20 \text{秒})^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \text{米/秒}^2 \times 400 \text{秒}^2$$

$$= 800 \text{米}。$$

答：跑道不得短于 800 米。

【例题 2】 一辆汽车驶到一个斜坡顶端时的速度是 12 米/秒，下坡时，如以 0.4米/秒^2 的加速度行驶，汽车通过斜坡末端的速度是 16 米/秒，求这个斜坡的长度。

解： $V_0 = 12 \text{米/秒}$ ， $V_t = 16 \text{米/秒}$ ，

$$a = 0.4 \text{米/秒}^2,$$

根据公式 (3) $V_t^2 - V_0^2 = 2aS$ 得：

$$S = \frac{V_t^2 - V_0^2}{2a} = \frac{(16 \text{米/秒})^2 - (12 \text{米/秒})^2}{2 \times 0.4 \text{米/秒}^2}$$

$$= 140 \text{米}。$$

答：这个斜坡的长度是 140 米。

习 题 二

1. 火车从车站出发做匀加速运动，加速度是 0.1米/秒^2 。

求火车在 1 秒内、2 秒内、3 秒内分别通过的路程。

2. 某种飞机起飞时要有 240 公里/小时的速度才能离开地面，如果飞机起飞过程中的加速度是 7米/秒^2 ，问起飞前需要匀加速地滑跑多长时间才能离开地面？在跑道上滑跑了多少路程？
3. 自行车行驶到一条长 80 米的斜坡顶端的速度是 3 米/秒，然后以 10厘米/秒^2 的加速度下行，问自行车到达斜坡末端时的速度是多大？
4. 解放牌大客车制动以后得到 -5米/秒^2 的加速度。如果在制动后 3 秒钟内停下来，汽车行驶的最大允许速度是多少公里/小时？
5. 汽车以 20 公里/小时的速度在平直的公路上行驶，遇到了一个下坡，得到 0.02米/秒^2 的加速度继续行驶，经过 3 分钟走完了斜坡。求汽车通过斜坡末端的速度及这段斜坡的长度。
6. 原来静止的物体以加速度 a 作匀加速运动。试证明：
 - (1) 它在 1 秒内、2 秒内、3 秒内……所通过的路程之比等于 $1:4:9\cdots$ 。
 - (2) 它在第 1 秒内、第 2 秒内、第 3 秒内……所通过的路程之比等于 $1:3:5\cdots$ 。

(提示：要计算物体在第 2 秒内通过的路程，可以从 2 秒内通过的路程减去 1 秒内通过的路程。)

第三节 自由落体运动

物体下落时,总是沿着竖直方向越来越快地下降,所以,落体运动是加速直线运动。



拿一个长1米左右,一端封闭,另一端有开关的玻璃筒(图1-3),把形状和重量不同的物体,例如金属片、小羽毛放入筒里。如果筒里有空气,把筒倒转后,这些物体下落的快慢不相同。如果把筒里的空气抽去,把筒倒转后,这些物体下落的快慢就相同了。

这个实验说明,平常我们看到物体下落的快慢不同,并不是由于它们的重量不同,而是由于它们受到的空气阻碍作用不同的缘故。

物体在没有空气的空间里从静止开始下落的运动,叫做自由落体运动。物体在空气中下落的运动,如果空气对它的阻碍作用比较小,也可以当作自由落体运动。

图 1-3

图1-4是小球自由下落时拍的照片。那些圆圈是小球在不同时刻、不同位置上的象,这些象是在每隔相等时间拍摄一次得到的。从照片上可以发现小球从静

止开始下落的情况，它通过的路程跟时间的平方成正比。根据匀加速直线运动的路程公式 $S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ，

当 $V_0 = 0$ 时， $S = \frac{1}{2} at^2$ ，即初速度为零的匀加速直线

运动的路程跟时间的平方成正比。这说明小球的运动是初速度为零的匀加速直线运动。

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动。

我们已经知道，从同一高度下落的物体同时到达地面。这就是说，物体在初速度为零的匀加速运动中，用相同的时间通过了相等的路程，因此，它们的加速度是相同的。

在同一地点，一切物体在自由下落过程中的加速度都是相同的。这个加速度就叫做自由落体加速度，也叫重力加速度，通常用字母 g 来代表。 g 的方向是竖直向下的。

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，

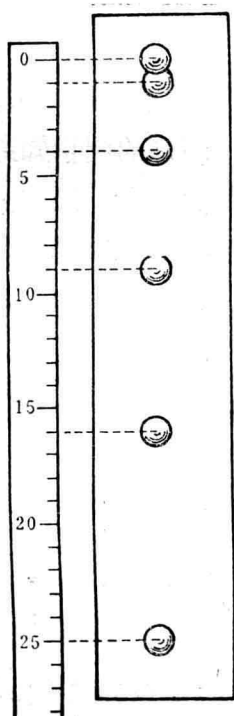


图 1-4