

中央广播电视大学职业教育指定教材

张华权 主编
孙淑莹

物 理

WULI

中央广播电视大学出版社

中央广播电视大学职业教育指定教材

物 理

张华权 主编
孙淑荧

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理/张华权,孙淑荧主编. - 北京:中央广播电视大学出版社,2000.8

中央广播电视大学职业教育指定教材

ISBN 7-304-01933-6

I. 物… II. ①张… ②孙… III. 物理-电视大学-职业教育-教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 68786 号

版权所有,翻印必究。

中央广播电视大学职业教育指定教材

物 理

张华权 孙淑荧 主编

出版·发行/中央广播电视大学出版社

经销/全国各地新华书店

印刷/北京集惠印刷有限公司

开本/787×1092 1/16 印张/11.75 字数/271 千字

版本/2000 年 8 月第 1 版 2002 年 4 月第 2 次印刷

印数/4001—9500

社址/北京市复兴门内大街 160 号 邮编/100031

电话/66419791 66417896 (本书如有缺页或倒装,本社负责退换)

书号:ISBN 7-304-01933-6/O·105

定价:14.10 元

出版说明

中央广播电视大学职业教育指定教材的编写宗旨是:根据职业教育的特点,紧密结合职业教育培养目标,针对学生需要,充分依靠学科骨干教师和媒体设计制作专家,进行面向 21 世纪的多种媒体教材建设。其中,文化课教材强调以提高学生科学文化素质为主,并注重知识的实际应用和实践能力的培养;专业基础课教材和专业课教材力求突出职业教育的特色,在教材内容上尽量反映生产第一线的知识、技术、工艺和技能,知识含量以学生未来适应工作岗位的需要为尺度,并能适应广大学生的自学要求。

经审定,本套职业教育指定教材可以用作各级各类职业教育教材,亦可供广大读者自学参考。

中央广播电视大学

前 言

本书由全国部分大中专学校物理课教师,根据中央广播电视大学2000年4月审定通过的《物理课程教学大纲》,结合近年来物理教改实践编写而成。全书体系力求新颖完善,内容讲究规范全面,注重实用,严格遵循教学规律,适应实际需要,突出远程教育特色,强化能力训练,努力体现培养应用型、创造型人才的要求。各专业教学时,可根据本专业实际情况和特点进行选学。

本书由张华权、孙淑荧主编,由袁勇、吴仁宏、唐福元担任副主编。全书由中央广播电视大学吴铭磊教授主审。

本书在编写过程中,参考、借鉴了不少国内同类教材及有关著作文献,得到中央广播电视大学领导大力支持和热忱帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在疏漏和错误之处,恳请广大读者和用书单位不吝批评指正。

编 者

2000年8月

目 录

第一章 物体的直线运动	(1)
一、对运动的描述	(1)
二、对运动快慢的描述 速度	(2)
三、对速度变化的描述 加速度	(4)
四、匀变速直线运动的公式	(6)
五、自由落体运动	(8)
小实验 测反应时间	(10)
本章自测题	(10)
第二章 力 物体的平衡	(12)
一、力.....	(12)
二、重力 弹力 摩擦力.....	(13)
三、力的合成.....	(15)
四、力的分解.....	(17)
小实验 分力的变化	(18)
五、力 矩.....	(19)
本章自测题	(20)
第三章 牛顿运动定律	(21)
一、牛顿第一定律.....	(21)
二、牛顿第二定律.....	(22)
三、牛顿第三定律.....	(25)
四、物体的受力分析.....	(26)
五、应用牛顿运动定律解题.....	(27)
小实验 测量自行车受到的阻力	(28)
阅读材料 牛顿力学的适用范围	(29)
六、动量和动量守恒定律.....	(30)
阅读材料 火箭	(32)
本章自测题	(33)
第四章 曲线运动 万有引力定律	(35)
一、曲线运动的速度方向和条件.....	(35)
二、平抛运动.....	(36)
三、斜抛运动.....	(38)
四、匀速圆周运动.....	(39)

五、向心力 向心加速度·····	(41)
阅读材料 离心现象·····	(43)
六、万有引力定律 人造地球卫星·····	(45)
本章自测题·····	(46)
第五章 机械能 ·····	(48)
一、功和功率·····	(48)
二、动能 动能定理·····	(50)
三、势能·····	(52)
四、机械能守恒定律·····	(53)
小实验 小球会打着鼻子吗?·····	(54)
本章自测题·····	(54)
第六章 机械振动和机械波 ·····	(56)
一、简谐振动·····	(56)
二、单摆 简谐振动的图像·····	(57)
三、振动的能量 阻尼振动 受迫振动 共振·····	(59)
四、机械波·····	(60)
五、波的衍射和干涉·····	(63)
六、声波·····	(65)
阅读材料 玩具发声原理简介·····	(68)
*七、听不见的声音·····	(68)
第七章 热学基础知识 ·····	(70)
一、分子运动理论·····	(70)
二、物体的内能·····	(72)
三、物体内能的变化 能的转化和守恒定律·····	(73)
四、气体的性质·····	(75)
*五、固体和液体的性质·····	(78)
*六、液体的表面现象·····	(79)
小实验 钢针浮在水面上·····	(82)
*七、湿度·····	(82)
第八章 电荷和电场 ·····	(86)
一、电荷间的相互作用·····	(86)
二、电场 电场强度·····	(88)
三、电势能 电势差·····	(90)
四、静电场中的导体·····	(92)
五、电容器 电容·····	(95)
*六、静电的防止和应用·····	(97)
阅读材料 雷电现象和避雷针·····	(97)
本章自测题·····	(100)

第九章 恒定电流	(101)
一、电阻定律	(101)
二、电源 电动势	(103)
三、闭合电路的欧姆定律	(104)
四、电阻的连接	(105)
五、相同电池的连接	(108)
六、电阻的测量	(110)
本章自测题.....	(112)
第十章 磁 场	(113)
一、磁 场	(113)
二、磁感应强度	(116)
三、磁场对载流导线的作用力	(118)
四、磁场对运动电荷的作用力	(121)
本章自测题.....	(123)
第十一章 电磁感应	(124)
一、电磁感应现象	(124)
二、感应电流的方向 楞次定律	(126)
三、法拉第电磁感应定律	(128)
四、自感现象	(131)
五、交流电	(133)
本章自测题.....	(137)
第十二章 电磁振荡和电磁波	(139)
一、电磁振荡	(139)
二、电磁场和电磁波	(141)
三、电磁波的发射	(142)
四、电磁波的接收	(143)
第十三章 光学基础知识	(145)
一、光的传播	(145)
二、光的反射	(145)
三、光的折射	(147)
四、透 镜	(151)
五、透镜成像公式	(153)
六、光的波动特性	(155)
七、光的电磁说 电磁波谱	(158)
八、光的量子性	(159)
九、光的波粒二象性	(162)
第十四章 原子核物理基础知识	(164)
一、天然放射现象	(164)

二、人工核反应	(165)
三、放射性同位素及其应用	(167)
四、核能及其应用	(168)
阅读材料 考古学家如何确定古物年代.....	(170)
本章自测题.....	(171)
附录 物理实验	(172)

第一章

物体的直线运动

一、对运动的描述

观察一下我们周围的自然界,不难发现,运动是一种非常普遍的现象。如汽车的行驶、飞机的航行、机器的转动、鸟儿的飞翔等。有些看似不动的物体,如耸立的山峰、路旁的房屋、河边的大树等,实际上也是随地球一起运动的。可以说,宇宙中的一切物体,大至星体,小到原子内部的质子、中子和电子等,都在永不停息地运动着。

物体的运动形式是多种多样的,其中最简单的运动是一个物体相对于别的物体的位置改变,这种运动叫做**机械运动**,简称**运动**。

那么,怎样描述物体的运动呢?

参照物 由于一切物体都在运动,我们在描述物体的运动时,就必须假定某个物体是不动的,参照这个物体来确定其他物体的运动。例如,我们说汽车是运动的、楼房是静止的,是以地面或与地面固结在一起的物体作参照来说的。我们说地球是沿着椭圆轨迹运动的,是以太阳作参照来说的。为了描述物体的运动而假定为不动,即被选作参照用的物体,叫做**参照物**。

同一个物体的运动,若选取的参照物不同,描述的结果也不同。例如,坐在行驶的火车里的乘客,如果以车厢作为参照物,他是静止的;如果以地面作为参照物,则他是随车厢一起运动的。因此,在描述物体的运动时,必须指明是相对于哪一个参照物而言的。在研究地面上物体的运动时,通常选取地球作为参照物。

质点 物体的运动是多种多样的,但最基本的形式只有两种:平动和转动。火车车厢在平直轨道上的运动,内燃机汽缸中活塞的运动,平面刨床上刨刀的运动等,它们都有一个共同的特征:物体上各点运动情况都相同;在物体上任意画一条直线,这条直线在物体运动过程中,始终是平行移动的,如图 1-1 所示。这种运动叫做**平动**。因为平动过程中物体上各点的运动情况一样,所以整个物体的运动可以由任一点的运动情况来代表。

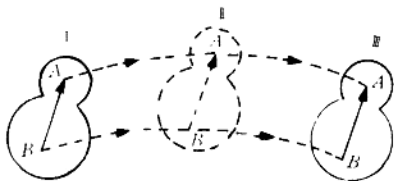


图 1-1

然而,一般情况下,物体上不同的点的运动情况是不同的,要描述物体的运动相当复杂。但是,在有些情况下,为使问题简化,可以不考虑物体的形状和大小,用一个具有质量

的点来代替整个物体,这样的点叫做质点。

质点是经过科学抽象的理想模型。能否把物体看成质点是有条件的,这要视具体情况而定。例如,当研究地球绕太阳公转时,由于地球的直径(约 1.3×10^7 米)比它离太阳的距离(约 1.5×10^{11} 米)要小得多,地球上各点相对于太阳的运动,差别极小,可以认为相同,故可以把地球当作质点。可是在研究地球的自转时,地球上各点的运动情况就大不相同,这时就不能忽略地球的形状和大小,当然不能把地球当作质点了。

在本书各章中,如不特别指明,都是把物体当作质点来处理的。

物体运动的另一种基本形式是转动。例如砂轮工作时,砂轮上的各点都在围绕通过中心的轴线(转轴)做圆周运动,这样的运动就是转动。开门时门的运动,推磨时磨盘的运动,电扇工作时扇叶的运动,都属于转动的例子。

位移和路程 质点在运动过程中,其位置是在不断变化的,那么如何表示它的位置的变化情况呢?通常引入一个叫做位移的物理量来表示。如图 1-2 所示,设 B 点在 A 点东偏北 30° 方向 500 米处,一辆汽车由初位置 A 到末位置 B 可能有长短不同的几条路。但是如果只考虑汽车位置的改变,即汽车的位移,那么无论走哪条路,汽车的位移都是向东偏北 30° 方向移动了 500 米。

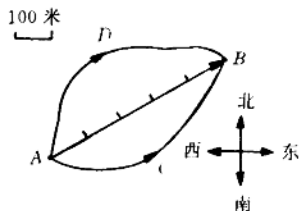


图 1-2

位移可用一条由初位置指向末位置的有向线段来表示,箭头表示位移的方向,线段的长度表示位移的大小。在国际单位制中,位移的单位是米,符号是 m。

位移不但有大小,而且有方向。在物理学中,像位移这样既有大小、又有方向的量,叫做**矢量**。而像长度、质量、时间等只有大小的量,叫做**标量**。

位移跟我们在初中学过的路程是两个不同的物理量。路程是质点运动所经过的实际路径的长度,它只有大小而无方向,是标量。在图 1-2 中,如果走 ACB 这条路,路程就是曲线 ACB 的长度。如果走的是 AB 这条直路,也就是沿直线向某一方向运动,那么通过的路程就等于位移的大小了。但必须注意的是,只有做直线运动的质点始终向着同一个方向运动时,位移的大小才等于路程。

练 习 一

1. 在无云的夜晚,看到月亮好像停在天空不动,而在有浮云的夜晚,却感到月亮好像在很快地移动。为什么会有这种不同的感觉?
2. “位移相等”和“位移的大小相等”这两种说法含义是否相同?
3. 一辆汽车向东行驶了 40 千米,又向南行驶了 30 千米,求汽车位移的大小和方向。

二、对运动快慢的描述 速度

物体的运动,可按其轨迹不同分为直线运动和曲线运动,也可按速度分为匀速运动和

变速运动。描述物体的运动,不仅需要指出它的位移,而且需要知道它运动的快慢。这里我们就从最简单的匀速直线运动开始。

匀速直线运动的速度 火车在平直的轨道上行驶,如果每分钟的位移是 600 米,每秒内的位移是 10 米,每 0.1 秒内的位移是 1 米……也就是在相等的时间内位移相等,我们就说火车的运动是匀速直线运动。

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间内位移相等,这种运动就叫做匀速直线运动。简称匀速运动。

在匀速直线运动中,质点的位移跟发生这一位移所用时间的比值是个恒量。在上面的例子中,其比值为:

$$\frac{600}{60} = \frac{10}{1} = \frac{1}{0.1} = \cdots = 10 (\text{米/秒})$$

在不同的匀速运动中,这个比值不同。比值大,表明物体运动得快;比值小,表明物体运动得慢。因此,可以用它来描述物体运动的快慢。

在匀速直线运动中,位移跟发生这一位移所用时间的比,叫做匀速直线运动的速度。用公式表示,就是

$$v = \frac{x}{t}$$

公式中的 v 表示速度, x 表示位移, t 表示发生这一位移所用的时间。

在国际单位制中,速度的单位是米/秒,读作米每秒,符号是 m/s 。常用的单位还有千米/小时(km/h),厘米/秒(cm/s)等。

速度不但有大小,而且有方向,是个矢量,通常把速度的大小叫做速率。在匀速直线运动中,速度的大小和方向都不改变,因此匀速直线运动是速度不变的运动。

变速直线运动的速度 匀速运动在自然界里是比较少见的,火车、汽车和飞机等也只是在一定条件下才作匀速运动。在更多的情况下,它们运动的快慢是在不断变化的。例如,飞机起飞的时候,运动越来越快,火车进站的时候,运动越来越慢,它们的共同点是在相等的时间内位移不相等。

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间内位移不相等,这种运动就叫做变速直线运动。

做变速直线运动的物体,在相等的时间内位移不相等,所以它没有恒定的速度。那么,怎样来描述它运动的快慢呢?为此我们首先引入平均速度的概念。

在变速直线运动中,物体的位移跟所用时间的比值,叫做这段时间内的平均速度。

做变速直线运动的物体,如果在时间 t 内,位移是 x ,它的平均速度 $\bar{v}$ 就可以表示为

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

平均速度的计算与所取的时间间隔有关。例如,一列在平直轨道上行驶的火车,第一小时前进了 40 千米,第二小时前进了 50 千米,第三小时前进了 48 千米,那么火车在前两小时内的平均速度为

$$\bar{v}_1 = \frac{40 + 50}{2} = 45 (\text{km/h})$$

在后 2 小时内的平均速度为

$$\bar{v}_2 = \frac{50 + 48}{2} = 49 (\text{km/h})$$

在整个 3 小时内的平均速度为

$$\bar{v}_3 = \frac{50 + 40 + 48}{3} = 46 (\text{km/h})$$

因此,讲平均速度必须指明是哪一段时间内或者是哪一段位移内的平均速度。

平均速度只能粗略地表示物体在一段时间内的运动情况。实际上,在这一段时间内,物体运动的快慢也还是在不断改变的。要精确地描述物体作变速运动时的快慢程度,就需要知道物体在各个时刻或各个位置时的速度,为此,将引入瞬时速度的概念。

运动物体在某一时刻(或某一位置)的速度,叫做瞬时速度。例如,某物体第 5 秒末的速度是 2 米/秒,子弹射出枪口时的速度是 800 米/秒,这些指的都是瞬时速度。乘坐汽车时,你注意观察一下司机面前的速度计(图 1-3),就会发现速度计指针所指的数值随着汽车行驶快慢的改变而改变,而某一时刻指针所指的数值,就是该时刻瞬时速度的大小。例如,如果某一时刻指针指着 50 千米/小时,那么汽车在这一时刻的速度就是 50 千米/小时。假如汽车从这一时刻开始匀速行驶,那么汽车每小时将前进 50 千米的路程。

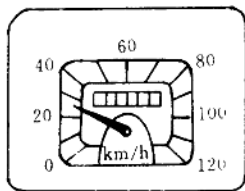


图 1-3

测量运动物体的瞬时速度,有着重要的实际意义。如一些重要交通路口设置的限速标志,就是为了提醒司机不要超速行驶,而交通警察可以用仪器在远距离处测量汽车的瞬时速度,以监督车辆是否超速行驶,从而保证交通安全。

练 习 二

1. 在一个速度是 v 的匀速运动中,各段位移内的平均速度以及整个运动的平均速度各是多大? 每一时刻的瞬时速度各是多大?
2. 骑自行车的人沿直线斜坡下行,第 1 秒内的位移是 1 米,第 2 秒内的位移是 2 米,第 3 秒内的位移是 3 米,求前两秒内、最后两秒内以及全部 3 秒内的平均速度。
3. 炮弹以 850 米/秒的速度从炮口射出,它在空中以 835 米/秒的速度飞行,最后以 830 米/秒的速度击中目标。这里指的是什么速度?

三、对速度变化的描述 加速度

匀变速直线运动 在一般的变速运动中,运动物体的速度有时可能变化得快,有时可能变化得慢,情况比较复杂。下面我们研究在相等的时间内速度变化相等的直线运动,它是最简单、最基本的变速直线运动。

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间内速度的变化相等,这种运动就叫做匀变速直线运动。在研究直线运动时,通常把匀变速直线运动简称为匀变速运动。

例如,一辆火车沿直线开出火车站,另有一辆汽车沿直线进入汽车站,速度的变化情况如下表所示:

表 1-1

时刻(秒)	0	1	2	3	4	...
火车的速度(米/秒)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	...
汽车的速度(米/秒)	10	9	8	7	6	...

从表中数据可以看出,火车每过 1 秒速度的增加都是 0.2 米/秒,汽车每过 1 秒速度的减少都是 1 米/秒,所以火车和汽车的运动都是匀变速直线运动。

匀变速直线运动包括匀加速直线运动(如上表中火车的运动)和匀减速直线运动(如上表中汽车的运动)两种。

常见的变速运动,严格说来并不是匀变速直线运动,但是不少的变速运动,都可看作是匀变速直线运动。例如发炮时炮弹在炮筒里的运动,火车、汽车等交通工具在开动后和静止前一段时间内的运动,石块从不高的地方竖直下落的运动等。

加速度 不同的匀变速运动,速度的变化快慢是不同的。汽车开动时,它的速度在几秒内只能从零增加到几十米每秒,而发炮时,炮弹的速度在千分之几秒内就能从零增加到几百米每秒。显然,汽车的速度增加得慢,炮弹的速度增加得快。汽车正常进站时,速度减少得慢,而在非常情况下紧急刹车时,速度就减少得快。那么,怎样描述运动物体速度变化的快慢呢?

正像用位置的变化——位移跟时间的比值可以表示运动的快慢一样,用速度的变化跟时间的比值可以表示速度变化的快慢。这个比值越大,表示速度的变化越快。

在匀变速直线运动中,速度的变化跟所用时间的比值,叫做匀变速直线运动的**加速度**。

加速度通常用 a 来表示,如果物体在时间 t 内速度由初速度 v_0 变为末速度 v_t ,则物体在这段时间内的加速度 a 可表示为

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

由上式可以看出,加速度在数值上等于单位时间内速度的变化。

加速度的单位是由时间的单位和速度的单位来确定的。在国际单位制中,时间的单位是秒,速度的单位是米/秒,加速度的单位就是米/秒²,读作米每二次方秒,符号是 m/s²。

加速度不仅有大小,而且有方向,是矢量。

当物体作匀加速直线运动时,加速度方向与速度方向相同,速度随时间均匀地增加, $v_t > v_0$, a 为正值;当物体作匀减速直线运动时,加速度方向与速度方向相反,速度随时间均匀地减小, $v_t < v_0$, a 为负值。

在匀变速直线运动中,加速度的大小和方向都不改变,因此匀变速直线运动是加速度不变的运动。

值得注意的是,加速度的大小只与速度变化的快慢有关,而与速度本身的大小没有直

接关系。比如一架以 1000 米/秒的速度匀速飞行的飞机,尽管它的速度很大,但它的加速度却为零。火箭起飞时速度很小,但它的加速度却很大。

〔例 1〕 火车原来的速度是 36 千米/时,经过 40 秒后增加到 54 千米/时,火车在这段时间内的运动可以看作是匀加速直线运动,求它的加速度。

解:由于 $v_0 = 36$ 千米/时 $= 10$ 米/秒, $v_t = 54$ 千米/时 $= 15$ 米/秒, $t = 40$ 秒,所以火车的加速度

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{15 - 10}{40} = 0.125 (\text{米/秒}^2)$$

答:火车加速度的大小是 0.125 米/秒²。

〔例 2〕 汽车紧急刹车时做匀减速直线运动,在 2 秒内速度从 10 米/秒减小到零,求汽车的加速度。

解:由于 $v_0 = 10$ 米/秒, $v_t = 0$, $t = 2$ 秒,所以汽车的加速度

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 10}{2} = -5 (\text{米/秒}^2)$$

答:汽车加速度的大小是 5 米/秒²,其方向与速度方向相反。

练 习 三

1. 下列说法哪个正确?为什么?

- ① 物体的速度越大,它的加速度就越大;
- ② 物体的速度变化越大,它的加速度就越大;
- ③ 物体的速度变化越快,它的加速度就越大。

2. 下面三种运动的加速度各有什么特点?

- ① 匀速直线运动;
- ② 匀加速直线运动;
- ③ 匀减速直线运动。

3. 一辆汽车紧急刹车后做匀减速直线运动,在 2 秒内速度从 43.2 千米/时减小到零,求它的加速度。

4. 炮筒中的炮弹,在某一时刻的速度为 100 米/秒,经过 0.002 秒后速度增加到 850 米/秒,求炮弹的加速度。

四、匀变速直线运动的公式

匀变速直线运动的速度 作匀变速直线运动的物体,它的速度时刻在变化,那么,瞬时速度是怎样随着时间而改变的呢?我们从加速度公式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 变形后很容易得出匀变速直线运动的速度和时间的关系为

$$v_t = v_0 + at$$

上式就是匀变速直线运动的速度公式,它表明了匀变速直线运动的速度随时间变化的规律。根据这一公式,如果已知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瞬时速度 v_t 。上式不仅适用于匀加速直线运动,对于匀减速直线运动也是适用的,不过这时加速度 a 应取负值。

如果匀变速直线运动是从静止开始的,即 $v_0=0$,速度公式就简化成

$$v_t = at$$

〔例3〕 一辆汽车在平直公路上以 25 米/秒的速度匀速行驶,快到十字路口时开始减速,加速度大小是 3 米/秒²,从减速开始经过 5 秒后汽车的速度是多大?

解:已知 $v_0=25$ 米/秒, $a=-3$ 米/秒², $t=5$ 秒

由 $v_t = v_0 + at$ 得

$$\begin{aligned} v_t &= 25 + (-3) \times 5 \\ &= 10(\text{米/秒}) \end{aligned}$$

答:减速 5 秒后汽车的速度是 10 米/秒。

匀变速直线运动的位移 从第二节可以知道,做变速直线运动的物体在时间 t 内的位移 x ,等于物体在这段时间内的平均速度 $\bar{v}$ 和时间 t 的乘积,即 $x = \bar{v}t$ 。由于匀变速直线运动的速度是均匀变化的,所以它在时间 t 内的平均速度 $\bar{v}$ 就等于初速度 v_0 和末速度 v_t 的平均值^①,即

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

把它代入 $S = \bar{v}t$, $S = \frac{v_0 + v_t}{2}t$, 其中 $v_t = v_0 + at$, 所以

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

这就是匀变速直线运动的位移公式,它表明了匀变速直线运动的位移随时间变化的规律。

如果匀变速直线运动是从静止开始的,即 $v_0=0$,则位移公式就简化为

$$S = \frac{1}{2}at^2$$

另外,利用 $v_t = v_0 + at$ 和 $S = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 匀变速直线运动的基本公式,还可以得出匀变速直线运动的另一个公式。即

由速度公式,得

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

把 t 代入位移公式,得

$$S = v_0 \frac{v_t - v_0}{a} + \frac{1}{2}a \left(\frac{v_t - v_0}{a} \right)^2$$

化简后可得

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

① 在数学中可以证明,凡是均匀变化的量,它的平均值都等于初值跟末值之和的一半。

这个公式直接表明了初速度、末速度、加速度和位移这四个量的关系。

〔例4〕以12米/秒的速度行驶的汽车,刹车后做匀减速运动,加速度的大小是6米/秒²,求刹车后还要前进多远?

解:已知 $v_0 = 12$ 米/秒, $v_t = 0$, $a = -6$ 米/秒², 由 $v_t = v_0 + at$ 可得

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{0 - 12}{-6} = 2(\text{秒})$$

所以, $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 12 \times 2 + \frac{1}{2} \times (-6) \times 2 = 12(\text{米})$

答:汽车刹车后还要前进12米。

由此可见,运动物体做减速运动时,使速度减小到零总是需要一定时间的,汽车、火车等交通工具刹车后还要前进一段距离才能停下来。因此,司机懂得这一道理对安全行车、避免交通事故的发生是非常必要的。

练 习 四

1. 一辆速度是5米/秒的电车,以1.5米/秒²的加速度匀加速地行驶了4秒钟,行驶过的路程是多少?
2. 从车站开出的列车,以0.05米/秒²的加速度做匀加速直线运动,需要多长时间列车的速度才能增加到28.8千米/小时?在这段时间里列车的位移是多少?
3. 一辆汽车以36千米/小时的速度行驶,司机看到交通红灯后立即刹车,加速度的大小是5米/秒²,从刹车开始到停下来的过程中,汽车的位移是多少?
4. 矿井里的升降机最初匀加速直线上升,经过3秒后速度达到3米/秒,然后以此速度上升6秒,最后2秒内匀减速上升,达到井口时正好停止,求矿井的深度。

五、自由落体运动

自由落体运动 物体的下落运动是一种常见而又重要的运动。树上熟透的苹果,总是在重力作用下沿着竖直方向下落。失手滑落的物体,在重力作用下也是沿竖直方向下落。很显然,物体的下落运动是直线运动。那么,不同物体的下落快慢是否相同呢?

在同一高度同时释放一片树叶和一块砖头,可以看到砖头比树叶下落得快。从这类事情上似乎可以得出这样的结论:物体下落的快慢和它们所受的重力有关,物体越重,下落得越快。16世纪以前,许多学者就是这样认为的。其实这个结论是错误的,原因就在于没有考虑空气阻力的影响。

拿一根长约1.5米,一端封闭、另一端装有开关的玻璃筒,如图1-4所示。把形状和质量都不同的物体,如金属片、小羽毛、小软木塞等,放入筒内。如果筒内有空气,在把筒倒立之后,这些物体下落的快慢互不相同。如果把筒内的空气抽去,再把筒倒立过来以后,这些物体下落的快慢就相同了。

物体只在重力作用下从静止开始下落的运动,叫做自由落体运动。如果空气阻力的

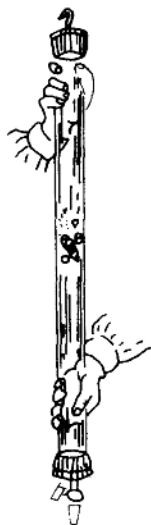


图 1-4