



中等职业教育教材

物理

(适合少学时专业)

主 编 李 燕 郭越男



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

中等职业教育教材

物理（适合少学时专业）

主 编 李 燕 郭越男

副主编 夏 杰 王佩东 张艳华

参 编 郝英敏 姜 峰 吴俊杰 赵 萍

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照物理学的经典体系,分为相对独立的力学、热学、电学、光学、原子物理等五大模块;每一模块又根据其内在的联系,结合不同专业的需求,设计出相对独立的若干小模块(以章为标题),方便学校教师的专业教学选取。本书可作为资源与环境、能源、交通运输、机械制造、土木工程、电子技术、信息技术、农林水利、医药卫生等各类专业的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

物理. 适合少学时专业 / 李燕, 郭越男主编. —北京: 电子工业出版社,
2007.9 中等职业教育教材

ISBN 978-7-121-04721-3

I. 物… II. ①李…②郭… III. 物理课—专业学校—教材 IV. G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 136984 号

策划编辑: 施玉新

责任编辑: 李 影 特约编辑: 王占禄

印 刷: 北京市通州大中印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 275.2 千字

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 16.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

随着我国经济社会的健康发展,职业教育教学改革也在日趋深化。一方面,我国职业教育招生规模出现了政策性增长,各地区学校生源正发生着结构性变化;另一方面,过去学校物理教材偏重于知识体系的内在逻辑联系、偏重于理论推导的倾向,已经不适应目前我国物理教学的实际需要。

因此,顺应当前职业教育改革的趋势,遵循职业教育“实际、实用、实效”的原则,根据“宽基础、活模块、少学时”的要求,针对不同学校、不同专业的教学需求,我们编写了《物理(上册)》、《物理(下册)》和《物理(适合少学时专业)》三本教材。我们在教材编写中,力图突出职业教育的特点,既让学生掌握未来就业中所必需的基本物理概念和规律,认识基本的物理科学方法,又要方便学校教学,有利于推进当前的物理教学改革。本套教材编写中突出了以下几方面的特点。

宽基础:本套教材编写遵循教育部《中等职业教育物理教学大纲(试行)》的基本要求,在知识内容上,强调对物理知识的广泛了解;在能力培养上,重视物理知识在生产、生活实际及技术设计中的活学活用,重视物理科学方法的传授。淡化物理知识间的逻辑关系,降低用物理公式进行解题的难度要求,降低理论思维的定量要求。

活模块:针对目前职业学校物理教学课时少、内容多的状况,教材内容做了适当的整合。根据物理教学需要,结合职业教育不同专业的需求,《物理(上册)》设置力学、热学两大模块,《物理(下册)》设置电学、光学、原子物理三大模块,《物理(适合少学时专业)》则涵盖了以上所有模块,但内容进行了压缩。每一模块又设计出相对独立的若干小模块(以章、节为标题)。不同学校,可根据学校教学计划的安排和不同专业教学的需要,灵活地选修其中的部分模块。如开设机械制造、土木工程、桥梁建设的专业,可以主选力学、热学模块;开设电子技术、信息工程、电气安装的专业,可以主选其中的电学模块;而开设医疗卫生的专业则可以主选其中的热学、电学的若干内容和力学的部分内容等,方便了教师的专业教学选取。

少学时:《物理(上册)》和《物理(下册)》的容量,均控制在30学时以内。确保选择不同教学模块的老师,都能完成教学计划。《物理(适合少学时专业)》的容量控制在33学时之内。

版面活泼:在版面设计上,采用主、辅栏分栏结构,眉目清晰。

主栏按大纲的要求,根据教材模块设计,结合物理知识的内在体系,编排必修的学习内容;主栏中插编了一些活动性栏目,如想想议议、阅读材料、观察与思考、想想练练、讨论与交流等,既突出了教材的重点,降低了教学难度的阶梯,同时又增强了教材叙述的节奏感。

辅栏主要编排相关图例、教学要求提示语、物理科学方法以及拓展思考性问题,使教材图文并茂、生动活泼。

引人入胜:教材中的每一节都设置了精心编撰的节首引导语。节首引导语具体形象、深入浅出,起到画龙点睛的功效,既使教材的重点一目了然,又能激情设疑,启发思考。

时代性强:课后阅读内容丰富、形式多样,贴近生活、联系实际,力图反映当代科学

技术发展的重要成果和科学思想，关注物理学的技术应用所带来的社会问题，培养学生的社会参与意识和对社会负责任的态度。

本套教材是职业学校资源与环境、能源、交通运输、机械制造、土木工程、电子技术、信息技术、农林水利、医药卫生等各类专业根据教学需要开设的文化基础课程。

《物理（适合少学时专业）》由南京高等职业技术学校李燕、北京卫生学校郭越男主编，由南京市江宁区作厂中学夏杰、北京市海淀区实验中学王佩东、石家庄市第三职业中专张艳华副主编，参编人员有北京市化工学校郝英敏、南京高等职业技术学校姜峰、北京景山学校吴俊杰和南京市莫愁中等专业学校赵萍。由于编者水平所限，虽已尽力而为，但疏漏在所难免，欢迎广大读者提出宝贵意见。

编者

2007年7月

目 录

第 1 章 运动和力	(1)
1.1 运动的描述	(2)
1.2 匀变速直线运动	(7)
1.3 力的基本概念	(11)
1.4 力的合成与分解	(15)
1.5 牛顿运动定律	(20)
1.6 动量与冲量	(26)
1.7 万有引力 天体运动	(31)
第 2 章 功和能	(37)
2.1 功和功率	(38)
2.2 机械能	(40)
第 3 章 转动和振动	(44)
3.1 刚体的转动与平衡	(45)
3.2 机械振动	(48)
3.3 机械波	(52)
3.4 声波 超声波 次声波	(55)
第 4 章 电场和电路	(59)
4.1 电场	(60)
4.2 电路	(64)
4.3 电功 电功率	(67)
4.4 全电路欧姆定律	(71)
第 5 章 磁场和电磁波	(74)
5.1 磁场	(75)
5.2 电磁感应现象	(81)
5.3 交流电 安全用电	(84)
5.4 电磁波	(89)
第 6 章 流体的运动	(93)
6.1 液体的压强	(94)
6.2 理想液体的流动	(96)
6.3 实际液体的流动	(100)
第 7 章 光学知识	(105)
7.1 光的反射与折射	(106)
7.2 光学仪器	(109)
7.3 光的波粒二象性	(115)

第 8 章 热学知识	(122)
8.1 分子的热运动 分子力	(123)
8.2 液体的表面现象	(125)
8.3 空气的湿度	(132)
8.4 气体的性质	(136)
8.5 内能 热和功	(140)
8.6 能量守恒定律	(144)
第 9 章 原子核物理	(148)
9.1 原子核的基本知识	(149)
9.2 放射性 衰变	(151)
9.3 核反应 核能	(155)
附录 A 国际单位制	(161)
附录 B 基本物理常量 (1986 年的推荐值)	(165)

第1章

运动和力

- ◇ 1.1 运动的描述
- ◇ 1.2 匀变速直线运动
- ◇ 1.3 力的基本概念
- ◇ 1.4 力的合成与分解
- ◇ 1.5 牛顿运动定律
- ◇ 1.6 动量与冲量
- ◇ 1.7 万有引力 天体运动

在自然现象中有很多貌似普遍的现象，若深入思考则发现它们并不简单：如乘客坐在奔驰的火车上看窗外的树木和建筑物时，它们在向后运动；但是，坐在树下乘凉的农民却认为它们是静止的。

你认为道路两边的树木和建筑物是运动的还是静止的呢？



1.1 运动的描述

机械运动 物体运动有一个共同点，就是它们的空间位置随时间发生了变化。因此，物理学中把一个物体相对于另一个物体位置的变化称为机械运动。



想想议议

当听到“小小竹排江中游，巍巍青山两岸走”的歌声时，你是如何理解的呢（见图 1-1）？



图 1-1 江中行驶的船

物理科学方法

物理模型 为了研究问题方便，人们往往根据研究问题的性质和范围，先对研究对象进行简化和抽象，突出主要因素，忽略次要因素，这样就得到了物理模型。这是研究问题的一种科学方法。质点是力学中一个抽象的概念，实际上可看成质点的物体往往并不是很小，因此不能将它同数学上的几何点等同起来，质点是人们为研究问题的需要而引进的一种理想化的物理模型。

参考系 运动和静止都是相对的。当你坐在行驶的列车上时，相对列车来说你是静止的，但相对地面来说你是运动的。因此，要确定一个物体是否运动，必须先选定某一物体作参考，它被认为是不动的，这个为了描述物体的运动被选作参考用的物体称为参考系。

由于选择的参考系不同，观察同一个物体运动的结果往往也是不同的。例如，当我们坐在行驶的汽车里时，如果选择站牌作为参考系，那么我们是运动的；如果选择驾驶员作为参考系，那么我们是静止的。可以根据研究问题的需要，来选择适当的物体作为参考系。在以后的讨论中，如果不特别说明，都是以地球作为参考系。

质点 任何物体都有一定的大小和形状。一般来说，物体运动时，其内部各点的位置变化是不相同的。要详尽地研究物体的位置及其变化是一件很复杂的事。因此，当物体的大小和形状对所研究的问题无影响或影响不大时，为研究方便，可把整个物体看作是一个没有大小和形状，只

有质量的点，这个用来代替物体的点称为质点。一个物体能否看作质点是相对的，要作具体分析（见图1-2）。



图1-2 地球的自转和公转

研究地球绕太阳公转时，由于地球直径（ $1.3 \times 10^7 \text{m}$ ）远小于地球与太阳间的距离（ $1.49 \times 10^{11} \text{m}$ ），因此地球上各点相对于太阳的运动差别极小，可以认为相同，这时可将地球看作质点。

研究地球自转时，地球的大小和形状就不能忽略，不能把地球当作质点处理。

位移和路程 如图1-3所示，假设教室在图中的A点，实验室在图中的B点，即在教室的东北方向300m处。我们从教室到实验室，可能有几条不同的路径，如果沿AB路径走，路程为300m；如果沿其他路径走，路程将会随着轨迹的变化而变化。但如果只考虑最终位置的变动，那么不管走哪条路，位置的变动都是东北方向300m。可见，物体的位置变动具有这样的特点：它只跟物体的初位置和末位置有关，而与物体通过的路径无关。为此我们把从初位置到末位置的有向线段称为位移。位移是矢量，既有大小又有方向。在国际单位制中，位移的单位是米，符号是m。位移和路程是完全不同的物理量，路程只有大小没有方向，是标量。

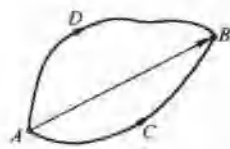


图1-3 位移

无论沿哪条路径由A到B，位移的大小都是300m，方向由A→B。而沿不同的路径走，路程是不同的。

标量：指那些只有大小没有方向的物理量，如质量、密度、长度等。

矢量：指那些既有大小又有方向的物理量，如力、速度等。

时刻与时间 时刻指某一瞬间。比如上午8:10上课，8:55下课，这都是指时刻。两个时刻之间的差为时间，如前上午8:10到8:55之间的差45分就是一节课的时间。

匀速直线运动 物体沿直线运动，如果在任意相等的时间内，通过的位移相等，这种运动叫做匀速直线运动。例如，在平直的公路上沿直线骑自行车，如果每秒的位移都是3m，自行车的运动就可以看作匀速直线运动。

速度 速度是描述物体运动快慢和运动方向的物理量。在匀速直线运动中，位移与通过这段位移所用时间的比值称为速度，即

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

速度是既有大小，又有方向的矢量，其方向与运动物体



你能说对上图的时间与时刻吗？

的位移方向相同。在国际单位制中，速度的单位是 m/s （米每秒），常用单位还有 km/h （千米每小时）等。

匀速直线运动是速度大小和方向都保持不变的运动（见图 1-4）。



图 1-4 匀速直线运动

小汽车沿直线运动，在相等的时间内走过相等的位移。



想想议议

运动员在百米赛跑过程中，肯定不可能以同一速度跑完全程，什么时候跑得最慢？什么时候跑得最快？在整个赛跑过程中，他的运动成绩又是怎样衡量的呢？

变速直线运动 匀速直线运动的速度是不变的，但这种运动在自然界中是比较少见的。火车、汽车、飞机等也是在一定条件下才做匀速直线运动。在更多的情况下，它们的运动速度是改变的。例如，飞机起飞时速度越来越快，火车进站时速度越来越慢，做的都是变速运动。物体做直线运动时，如果在相等的时间内通过的位移不相等，这种运动叫做**变速直线运动**。

平均速度和瞬时速度 做变速直线运动的物体，在相等的时间内通过的位移不相等，所以没有恒定的速度。那么，如何描述它们运动的快慢呢？我们可以用平均速度来粗略描述物体运动的快慢。在变速直线运动中，物体运动的位移 s 与发生这段位移所用时间 t 的比值叫做这段时间内的**平均速度**，即

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

做变速运动的物体在各段时间内的平均速度一般是不相等的，因此，讲平均速度时必须指明是哪一段时间内的平均速度。时间间隔（或某一段位移）分得越短，用平均速度描述变速运动的快慢就越精确。

运动物体在某一时刻（或某一位置）的速度称为瞬时速度，简称**速度**。运动的初始时刻和末了时刻对应的瞬时速度，分别叫做初速度 v_0 和末速度 v_t 。在工程技术上，瞬时速度要比平均速度重要得多。为了能够随时随地了解瞬时速度的大小，在飞机、汽车等交通工具上都装有速度表（见图 1-5），可以随时读出瞬时速度的大小。

闪电与雷鸣同时发生时，为什么我们总是先看到闪电后听到雷声？光在空气中传播的速度为 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，声音在空气中传播的速度为 340m/s 。假如闪电与雷声传播的时间差为 3s ，你能估算出雷电发生处距我们有多远吗？



图 1-5 速度表

需要强调的是，平均速度对应的是时间，瞬时速度对应的是时刻。

速度图像 物体运动的规律不但可以用公式来表示，还可以用图像来表示。表示速度和时间关系的图像叫做速度图像，也称 $v-t$ 图像。在平面直角坐标中，用横轴表示时间 t ，用纵轴表示速度 v ，就可以画出速度和时间关系的图像（见图 1-6）。



想想议议

摩托车和自行车同时同地由静止开始向同方向作直线运动，摩托车在 2s 末速度达到 5m/s，而自行车经 10s 速度才达到 5m/s。如果它们的速度是均匀增加的，大家讨论：

1. 它们速度的变化量是否相同？
2. 它们速度增加的快慢是否相同？

加速度 上述事例中，摩托车和自行车的速度都是由 0 增加到 5m/s，速度变化量完全相同。比较速度增加的快慢应在时间相同的条件下进行，例如，取每 1s 时间内速度的变化来比较速度变化的快慢。摩托车的速度平均每 1s 增加 2.5m/s，自行车则平均每 1s 增加 0.5m/s。显然，摩托车的速度增加得快。在物理学中，物体运动速度变化的快慢用加速度来描述。速度的变化量与发生此变化的时间的比值，称为加速度，用符号 a 表示

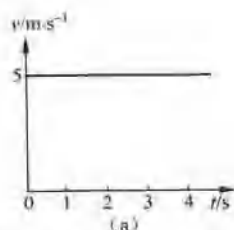
$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

其中， v_t 表示 t 时刻的末速度； v_0 表示开始计时的初速度； t 表示速度由 v_0 变到 v_t 所用的时间。

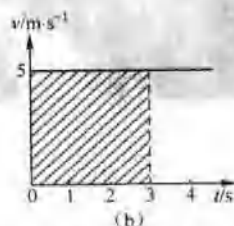
在国际单位制中，加速度的单位是 m/s^2 。加速度是矢量，在直线运动中，若规定初速度的方向为正方向，物体的速度增加时，有 $v_t > v_0$ ，则 $a > 0$ ，加速度方向与物体运动方向相同，物体速度减小时，有 $v_t < v_0$ ，则 $a < 0$ ，加速度的方向与物体初速度方向相反。

加速度的大小只与速度改变有关，而与速度本身无关（见图 1-7）。

例题 求下列物体的加速度，并比较大小。（1）飞机在跑道上从静止开始作匀加速运动，15s 后达到起飞速度 80m/s；（2）火车从车站由静止开出，经过 1min 速度达到 54km/h；（3）汽车紧急刹车时，在 2s 内速度由 12m/s 减小到零。



匀速直线运动的速度不随时间变化，它的 $v-t$ 图像是一条与横轴平行的直线。图 (a) 中直线表示速度为 5m/s 的匀速直线运动的速度图像。



根据速度图像，可以轻松求出某段时间内物体的位移——数值上等于速度图线和时间轴所围面积的大小。图 (b) 中阴影部分的面积在数值上等于物体在 3s 内位移的大小。

图 1-6 速度图像



(a)

从高空自由下落的物体，开始时速度很小，加速度的大小为 9.8m/s^2 ，到落地前的速度已经很大，但加速度仍是 9.8m/s^2 。



(b)

飞机以 1000km/h 的速度匀速飞行时，虽然速度很大，但加速度为零。

图 1-7 加速度与速度的关系



$$\text{解: (1) } a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{80 - 0}{15} \approx 5.33 \text{ m/s}^2$$

$$(2) a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{15 - 0}{60} = 0.25 \text{ m/s}^2$$

$$(3) a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 12}{2} = -6.0 \text{ m/s}^2$$

讨论

从计算结果可以看出,汽车刹车时的加速度最大,而火车起动时的加速度最小,负号表示加速度的方向与运动方向相反。



阅读材料

汽车的加速度与性能指标

汽车的加速能力是汽车的性能指标之一,通常用经过一定的加速时间所能达到的速度或经过一定的加速时间所能行驶的距离表示。汽车的加速能力是由汽车的加速度来体现的。例如,宝马 Z8 从 10km/h 加速到 90km/h 需要 4s,宝来 1.8T 从 10km/h 加速到 100km/h 需要 8s,由上述数据可计算出汽车加速过程中加速度的大小。

在喜欢汽车的人中,经常提到一个词就是“推背感”,其实这就是汽车驾驶员体验到的汽车加速度,加速度越大,推背感就越强烈,驾驶汽车的动感就越强烈。比较好的跑车从 0 到 100km/h 的提速时间只有 3.1s,也就是说它的加速度的大小约为 8.96 m/s^2 。

汽车的加速能力主要取决于汽车发动机的功率,汽车驱动轮的轮胎和整车质量这三个因素。另外,汽车车身的外形设计决定了汽车的风阻系数,它对汽车的加速能力在高速行驶时有一些影响,在实际驾驶过程中,打开车窗会增加汽车的风阻,也影响汽车提速。



想想练练

1. 一只弹性小球从 1.6m 高处竖直下落,又反弹起 0.9m 高,求它的位移和路程。

2. 在运动会上的田径赛中,田赛和径赛测量的距离是位移还是路程?举例说明。

3. 指出以下所述的是平均速度还是瞬时速度:

(1) 汽车在高速公路上运动的速度是 100km/h;

(2) 火车进站前开始减速时的速度是 120km/h;

(3) 子弹离开枪口时的速度是 800m/s。

4. 两车站的距离是 34km,火车在最初的 5min 时间内运动了 5km,最后 5min 内也运动了 5km,其余的时间以 120km/h 的速度运行。若两

站间的道路为直线，求全程的平均速度。（分析：这是一个变速运动的问题，每一段的平均速度必须用这段位移与这段时间的比值来确定。）

5. 下列叙述有无错误？为什么？

(1) 运动物体的速度大，它的加速度也一定大；

(2) 若运动物体的加速度为零，则物体的速度必为零；

(3) 若运动物体的加速度为零，则物体速度变化量一定为零。

6. 自行车从静止开始做加速运动，经 10s 的时间，速度均匀增加到 5.0m/s，则这段时间内速度大小的变化是多少？加速度是多大？

7. 一辆汽车以 20m/s 的初速度运动，在 5s 内速度减小为零，求物体的加速度是多少？

物体在运动的过程中一般是变速运动，即运动的快慢经常在变化；而且比较复杂。现在研究一种最简单的变速直线运动——匀变速直线运动。

1.2 匀变速直线运动



想想议议

如图 1-8 所示，一辆汽车和一列火车从静止开始沿直线作加速运动，汽车 5s 末的速度是 6m/s，10s 末速度是 12m/s，15s 末速度是 18m/s。火车 5s 末的速度是 2m/s，10s 末的速度是 4m/s，15s 末的速度 6m/s，汽车和火车在相等的时间内速度是如何变化的？速度变化的快慢是否相同？

匀变速直线运动 从数据上可以看出，每隔 5s，汽车速度的增加值都是 6m/s，火车速度的增加值都是 2m/s。即在相等的时间内，速度的变化量都相等。物体做直线运动时，如果在任意相等的时间间隔内速度的变化都相等，这种运动称为匀变速直线运动。如果物体的速度均匀增加时， $a > 0$ ，称为匀加速直线运动；如果物体的速度均匀减小时， $a < 0$ ，称为匀减速直线运动。它们统称为匀变速直线运动。

在日常生活中，物体从高处自由下落的运动、火车在平直的轨道上从静止开始运动、射击时子弹在枪膛里的运动都可以近似看成匀加速直线运动。火车进站时的运动以及汽车在平直公路上的刹车运动则可以近似看成匀减速直线运动。

下面我们研究匀变速直线运动的规律。



图 1-8 匀变速运动

火车和汽车相比，谁运动得快？谁的运动变化得快？

速度公式 我们从加速度公式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 可以得到匀变速直线运动中速度和时间的关系，即速度公式

$$v_t = v_0 + at$$

如果已知物体作匀变速直线运动的初速度和加速度，就可以利用上式求出物体在任一时刻的瞬时速度。

匀变速直线运动的速度图像 由匀变速直线运动的速度公式 $v_t = v_0 + at$ 可知， v_t 是 t 的一次函数，所以，匀变速直线运动的速度图像是一条倾斜直线。图 1-9 (a) 是初速度为零的匀加速直线运动的速度图像；图 1-9 (b) 是初速度不为零的匀加速直线运动的速度图像；图 1-9 (c) 是匀减速直线运动的速度图像。利用匀变速运动的速度图像，可以求出匀变速直线运动过程中任意时刻的瞬时速度，以及达到任一速度所需的时间。

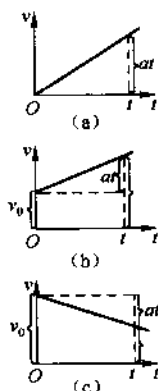


图 1-9 速度图像

平均速度公式 由于匀变速直线运动的速度是均匀改变的，它在时间 t 内的平均速度 $\bar{v}$ ，就等于时间 t 内的初速度 v_0 和末速度 v_t 的平均值（见图 1-10），即

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

位移公式 作匀变速直线运动的物体在时间 t 内的位移 s ，在数值上等于速度图像速度图线与时间轴所围成的面积大小（图 1-10 中阴影部分），即

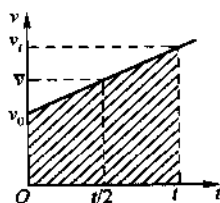


图 1-10 平均速度

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

将 $v_t = v_0 + at$ 代入上式，可得

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

上述公式叫做匀变速直线运动的位移公式。它表示匀变速运动的位移是随时间改变的。根据这个公式，如果已知作匀变速直线运动的物体的初速度和加速度，就可以求出物体经过任何一段时间内发生的位移。

速度-位移公式 把 $t = (v_t - v_0)/a$ 代入位移公式，便可得匀变速直线运动速度-位移公式，即

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

它直接把初速度 v_0 、末速度 v_t 、加速度 a 和位移 s 四个物理量联系起来，便于解决不涉及时间 t 的问题。

如果物体作初速度为零的匀变速直线运动，则上述与速度有关的公式可写成

公式总结

加速度 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$

速度 $v_t = v_0 + at$

平均速度 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$

位移 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

位移-速度 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$

$$v_t = at \quad s = \frac{1}{2}at^2 \quad v_t^2 = 2as$$

例题1 一列火车以 8.0m/s 的速度开始下坡，加速度为 0.20m/s^2 ，如果火车通过斜坡的时间为 10s ，求斜坡长度和到达坡底的速度？

分析

物体作匀加速直线运动， a 为正值，用位移公式可求得斜坡长度，再用速度公式就可求得火车到达坡底的速度。

解：斜坡长度为

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 8.0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 0.20 \times 10^2 = 90\text{m}$$

到达坡底时的速度为

$$v_t = v_0 + at = 8.0 + 0.20 \times 10 = 10\text{m/s}$$

例题2 飞机着陆后作匀减速直线运动，初速度是 60m/s ，加速度大小是 6.0m/s^2 ，求飞机着陆后要滑行多远才能停下来？所用的时间是多少？

解：飞机着陆后作匀减速直线运动，直接利用速度—位移公式 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 得

$$s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 60^2}{2 \times (-6.0)} = 300\text{m}$$

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{0 - 60}{-6.0} = 10\text{s}$$

讨论

一般地说， v_0 、 v_t 、 a 、 s 、 t 这 5 个物理量中，只要已知 3 个量，利用运动学的基本公式，就可以求出另外两个物理量。

自由落体运动 如图 1-11 所示的实验表明，在忽略空气阻力的情况下，不同物体自由下落的快慢程度都相同。

物体只在重力作用下，从静止开始下落的运动，称为自由落体运动。对于在空气中从静止开始下落的运动，若无说明，都指空气阻力可忽略的情况，也就是说可以把它看成自由落体运动（见图 1-12）。通过实验研究可以证明：自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动。

重力加速度 在牛顿管实验中，从同一高度同时自由下落的物体同时着地，这一实验现象说明：不同物体

解题思路与方法

运用匀变速直线运动规律解题时，首先要根据已知条件确定运动状态是加速还是减速，加速时 a 取正值，减速时 a 取负值，其次根据要解决的问题正确选用公式。进行计算前要将单位统一，公式化简，最后得出正确结论。

图 1-11 不同物体自由下落

在同样高度同时释放的纸片和铁片，铁片先落地？如将纸片揉成团，再从同一高度同时将它们静止释放，哪个先落地？你能解释原因吗？



图 1-12 自由落体运动

这是小球作自由落体运动的闪光照片，照片上相邻的像是相隔相同时间拍摄的。从照片上可以看出，在相等的时间间隔里，小球下落的位移越来越大，表明小球的速度越来越大，即小球是在作加速运动。

在相等的时间 t 内, 位移 s 也相同。根据 $s = \frac{1}{2}at^2$ 可知, 它们的加速度 a 也相同。由此可以得出下列结论: 在同一地点, 一切物体在作自由落体运动中的加速度都相同, 这个加速度叫做重力加速度, 用符号 g 表示, 其方向为竖直向下。在地球上的不同地方, g 的大小并不相同, 在赤道为 9.789m/s^2 , 在北极为 9.832m/s^2 , 在北京为 9.801m/s^2 。在计算中通常取 $g=9.80\text{m/s}^2$ 。在比较粗略地计算时可取 $g=10\text{m/s}^2$ 。



图 1-13 限速标志

此限速牌上的“30”表示路经此段车速不能超过 30km/h 。



观察与思考

如图 1-13 所示, 在公路旁的某些路段, 经常看到限速标志 30km/h , 60km/h , 90km/h 和测试车距的指示牌 50m , 100m , 这些指示牌的意义是什么?

匀变速直线运动与汽车行驶安全 在一般道路上, 同车道行驶的机动车, 后车必须根据行驶速度、天气和路面等情况, 同前车保持必要的安全距离。确定跟车距离有两种经验方法: 第一种, 行驶速度为 60km/h , 应与前车保持 60m 的车距; 行驶速度为 90km/h , 则车距应为 90m , 其余类推。第二种称 3s 规则, 以前车通过某一固定参照物时开始默数 1s、2s, 数到 3s 时所驾车辆正好到达该参照物, 说明跟车距离合适。如少于 3s 到达参照物处, 说明跟车过近, 前车紧急制动时, 后车将没有足够空间和时间反应, 可能导致追尾事故。



理想练练

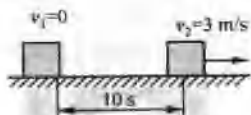


图 1-14 题 1 图

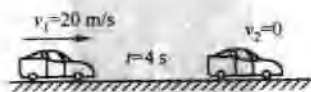


图 1-15 题 2 图



图 1-16 题 6 图

1. 物体从静止开始作匀加速直线运动, 如图 1-14 所示, 经过 2s, 速度达到 3m/s , 求它在 10s 末的速度。

2. 以 20m/s 的速度行驶的汽车, 刹车后 4s 停止运动, 如图 1-15 所示, 求汽车的加速度和刹车后运动的距离。

3. 一人骑自行车作匀加速直线运动, 加速度为 1.5m/s^2 , 自行车的速度由 2m/s 增加到 5m/s , 此人经过的距离是多少?

4. 直升机停在 405m 的高空, 一伞兵跳伞时掉下一件装备, 设该装备在空中做自由落体运动, 把它下落的时间分为相等的 3 段, 求它在这 3 段时间内分别通过的高度。

5. 物体自 A 点自由下落, 通过 B 、 C 的速度分别为 19.6m/s 、 39.2m/s , 求 AB 、 BC 的长度及物体通过这两段所用的时间。

6. 两位同学按图 1-16 实验。一个同学用两个手指捏住木尺顶端, 另一同学大拇指与食指之间在木尺下部, 做握住木尺的准备, 但手的