

高等院校民族学生教材

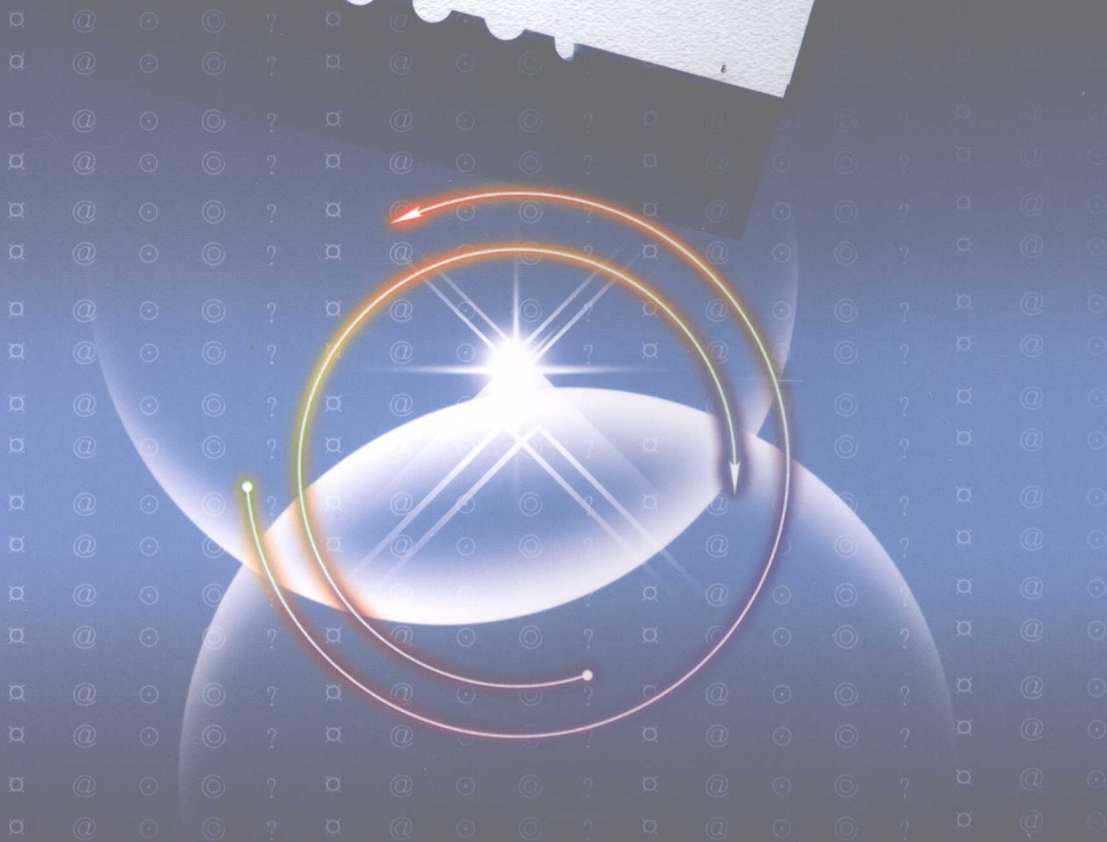
基础物理教程

主编 凌海秋

编者 武宝山 阿合买提江·买买提

姜 轶 艾尔肯·阿不列木

主审 李甲科 徐忠锋



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

高等院校民族学生教材

基础物理教程

主编 凌海秋

编者 武宝山 阿合买提江·买买提

姜 轶 艾尔肯·阿不列木

主审 李甲科 徐忠锋

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第132909号

内容简介

本书是为高等院校民族学生编写的物理教材。本书以大学物理学习应具备的知识为出发点,对教育部2002年颁布的《全日制普通高级中学物理教学大纲》指定的知识点,从内容的选取、概念的引入、解题的方法等方面做了较大变动。渗透了大量大学物理思想,为后续阶段的物理学习打下良好基础。本书附有汉维英物理学常用词汇对照表方便民族学生查阅。

本书讲授70学时左右,配套有活页作业。可作为后续物理学习的预备性教材或在校本、专科生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础物理教程/凌海秋主编. —西安:西安交通大学出版社,2008.9
高等院校民族学生教材
ISBN 978-7-5605-2953-0

I. 基… II. 凌… III. 物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第132909号

书 名 基础物理教程
主 编 凌海秋
责任编辑 叶涛

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)

网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西向阳印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 311千字
版次印次 2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-2953-0/O·283
定 价 17.90元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前言

本书以2002年教育部《全日制普通高级中学物理教学大纲》为基础,以高等院校物理教学的基本要求为指针,结合编者多年从事大学物理教学,尤其是民族物理教学的经验,并充分考虑到民族学生的特点和现状编写的。在编写过程中,参考并汲取了当前国内一定数量的优秀高中教材的教学改革成果,借鉴了国外一些针对低起点学生的高等教材形式,经反复修改,以期形成具有地区民族特色、渗透大学物理思想的体系。

本书以中学的教学大纲中核心内容构成了本书的基本框架,在保证科学性、完整性的前提下,力求精简内容,突出重点。舍去了高中泛泛讲解而大学物理将系统学习的内容,增加了高中弱化而后续物理教学需要的部分知识点,以期实现与大学物理很好地衔接。本书对物理的基本概念和基本原理的引入及讨论,相比一般高中教材有所加深,注重了公式的适用条件和适用范围的介绍,力求使学生能以比较全面的观点审视高中物理,从而引发对后续学习的兴趣。本书降低了例题、习题的难度,减少了习题的数量,编写了一部分能将高中与大学物理相衔接的习题,目的在于使学生不要将精力过多的花费在对中学公式的应用上,能够更多的关注公式背后的物理思想。

在预科阶段基础物理课程也同时作为一门专业汉语课程开设,根据民族学生的汉语水平和本课程的特殊地位,为了激发学生对物理学习的兴趣,便于民族学生自主学习,本书在形式上将每页分为两栏,专门用一栏来进行示图和旁注。编写中尽可能利用示图,减少文字说明;在首次出现重要物理专业词汇的地方以“专业词语”栏用维汉对照进行旁注。行文上,在注意物理表达准确的前提下,避免使用不常用的词语,语句尽可能通俗直白。根据民族学生对英语自学的需求,书后的“物理学常用词汇对照表”采用汉、维、英三栏,供教师教学和学生学时参考。

全书12章,其中第1~4章为力学部分,由凌海秋编写;第7~10章为电磁学部分,由武宝山编写;第6章的热学和第11章的光学部分由姜轶编写;第5章的机械振动和机械波由阿合买提江·买买提编写;第12章的原子核物理部分由艾尔肯·阿不列木编写;阿合买提江·买买提负责全书的维文部分编写和初稿的计算机排版,物理学常用词汇对照表的英语词汇由姜轶负责翻译。最后由凌海秋负责全书的修改和定稿。

西安交通大学李甲科和徐忠锋教授细致地审阅了书稿,提出了很多宝贵意见

和建议,编者在此表示衷心的感谢。同时还需特别感谢徐忠峰教授为本书的编写和出版所给予的长期支持和真诚的帮助。

在编写过程中,许多兄弟学校的老师提出了很多中肯的建议,尤其是得到了新疆师范大学、伊犁师范学院、喀什师范学院、和田师范专科学校等学校老师的帮助和指导。新疆大学物理科学与技术学院多年从事民族公共课教学的教师们为本书提出了许多中肯的建议和意见,特别是张冀生老师审阅了部分章节,艾买提·尼亚孜老师仔细审核了本书的维文部分,在此一并向这些教育界同仁们表示衷心的感谢!同时感谢西安交通大学出版社对本书编辑出版的大力支持,感谢编辑叶涛为提高本书的质量而付出的大量劳动。

编写适合民族学生,并能使之与后续的物理教学及专业学习很好衔接的基础物理教材是一种探索,加之编者水平所限,难免有不妥和疏漏之处,恳请读者和同行专家给予批评指正。

编者

2008年8月

目 录

(101)	.....	2.5
(301)	.....	3.5
(201)	.....	4.5
(801)	.....	5.5
(011)	.....	6.5
(311)	.....	7.5
前言		
第1章 物体的运动		章 8 第
(011.1)	几个概念	1.8
(011.2)	描述运动的物理量	2.8(2)
(011.3)	直线运动	4(4)
(011.4)	曲线运动	8(8)
第2章 牛顿运动定律		章 9 第
(02.1)	牛顿运动定律	4(24)
(02.2)	力学的国际单位制	1(26)
(02.3)	力的合成和分解	5(28)
(02.4)	力学中几种常见力	1(31)
(02.5)	牛顿运动定律应用	3(36)
第3章 功和能 机械能守恒定律		章 10 第
(03.1)	功和功率	1(42)
(03.2)	动能 动能定理	2(45)
(03.3)	势能 保守力	3(47)
(03.4)	机械能守恒定律	4(50)
(03.5)	能量守恒定律	5(53)
第4章 动量定理 动量守恒定律		章 11 第
(04.1)	动量和冲量	1(56)
(04.2)	动量定理	2(56)
(04.3)	动量守恒定律	3(58)
(04.4)	碰撞	4(60)
第5章 机械振动和机械波		章 12 第
(05.1)	机械振动	1(66)
(05.2)	机械波	2(72)
第6章 分子热运动 气体的实验定律		章 13 第
(06.1)	气体动理论的基本概念	1(82)
(06.2)	气体的实验定律	2(83)
(06.3)	气体的状态方程	3(87)
(06.4)	理想气体的内能	4(90)
第7章 电场		章 14 第
7.1	电荷 库仑定律	1(98)

目 录

7.2	电场强度	(101)
7.3	电场线	(103)
7.4	电势 电势差	(105)
7.5	电场强度与电势的关系	(108)
7.6	带电粒子在电场中的运动	(110)
7.7	电容器的电容	(112)
第 8 章	电流和电路	
8.1	电流 欧姆定律	(118)
8.2	电阻定律 电阻率	(119)
8.3	电功率	(120)
8.4	串并联电路	(122)
8.5	闭合电路的欧姆定律	(124)
第 9 章	磁场	
9.1	基本磁现象	(130)
9.2	磁场	(131)
9.3	磁感应强度 磁感线	(133)
9.4	磁场对电流的作用力	(136)
9.5	磁场对运动电荷的作用	(139)
第 10 章	电磁感应	
10.1	电磁感应现象	(144)
10.2	电磁感应定律	(146)
10.3	楞次定律	(147)
10.4	动生电动势	(149)
10.5	自感和涡流	(153)
第 11 章	几何光学初步	
11.1	光的直线传播	(158)
11.2	光的反射	(160)
11.3	光的折射	(162)
11.4	透镜成像规律和作图法	(165)
第 12 章	原子和原子核物理	
12.1	原子的核式结构与核力	(174)
12.2	玻尔模型与氢原子光谱	(178)
12.3	核衰变与核反应方程	(180)
12.4	爱因斯坦的质能方程与结合能	(184)
	习题答案	(189)
	附录 A 基本物理常量和常用数据表	(192)
	附录 B 希腊字母表	(192)
	汉维英物理学常用词汇对照表	(193)

会讲个儿 [1]

第 1 章 物体的运动

一、机械运动的定义
 物理学中把物体之间的位置变化称为机械运动。机械运动是自然界中最普遍、最基本的运动形式。大到天体的运动，小到分子的运动，都属于机械运动。机械运动是物体运动的一种特殊形式，它只涉及物体位置的变化，而不涉及物体内部结构的变化。机械运动是物体运动的一种特殊形式，它只涉及物体位置的变化，而不涉及物体内部结构的变化。



二、机械运动的分类
 机械运动可以分为平动、转动和振动。平动是指物体上各点的运动轨迹都是平行的直线。转动是指物体绕某一固定轴或固定点转动。振动是指物体在某一位置附近作往复运动。

在物质多种多样的运动形式中，最简单而又最基本的运动是物体之间或物体各部分之间相对位置的变化，称为机械运动。机器的运转，飞机的飞行，水的流动等等都是机械运动。力学就是研究机械运动的规律及其应用的学科，它是许多学科的基础。

通常把力学分为运动学和动力学。运动学只研究物体在运动过程中位置和时间关系，不涉及引起运动和改变运动的原因；动力学则研究物体的运动与物体间相互作用的内在联系。本章研究运动学。

三、参考系
 在描述物体的运动时，总要选取一个假定为不动的物体作为参考系。参考系的选择是任意的，不同的参考系对同一运动的描述是不同的。通常以地球为参考系来描述物体的运动。

1.1 几个概念

1. 质点

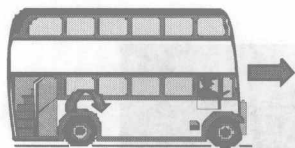


图 1-1 汽车各部分运动不同

描述物体的运动并不容易。这是因为所有的物体都有一定的大小和形状,在某些情况下物体各部分的运动并不一定相同。例如,一辆行驶的汽车,车身水平前行,车轮却是滚动的(图 1-1)。但是,如果我们讨论的是汽车从喀什到乌鲁木齐的运行时间、路程等(图 1-2),由于汽车的长度远远小于两地距离,这时我们就可以不考虑汽车的车身和车轮运动的区别,而将汽车当作一个整体看待,并且把它简化成一个有质量的点,从而使问题得到简化。



图 1-2 汽车作为质点

专业术语

质点
ماددى نۇقتا

我们就把这种只具有质量而无大小和形状的理想物体,叫做质点。

因为质点是理想化模型,是无大小的。一般物体忽略大小才可看作一个点。物体能否看作质点,要看所研究的问题。例如对于地球这个物体,当研究地球公转时,可以把地球当作质点(图 1-3);但如果研究地球自转时,就不能忽略地球的大小和形状,因此地球不能看作质点了(图 1-4)。

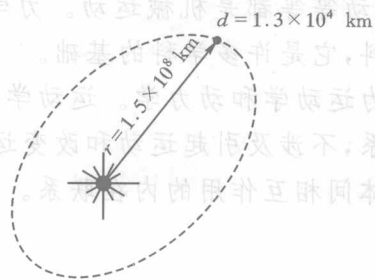


图 1-3 地球可视作质点

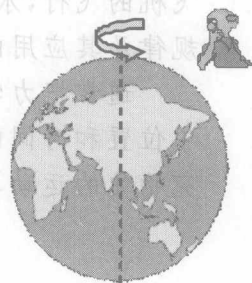


图 1-4 地球不能视作质点

由此可知,当研究的不是物体的转动,或者物体本身线度和它活动范围相比小得很多时可以将物体简化为质点。

2. 参考系

对于同一物体的运动,由于参考物体选择的不同而有不同

的描述(图1-5)。

描述一个物体的运动,必须选择另一个物体作为参考,被选作参考的物体称为**参考系**。

一般来说参考系是可以任意选取的。如果选用地面为参考系描述运动,不需要说明参考系。但是如果不是以地面为参考系,则必须说明选用的物体(即参考系)。

问题 1 火车以 200 m/s 的速度高速行驶,一人在车厢内以 1 m/s 的速度相对火车反向行走。

认为火车的速度 200 m/s 是以_____为参考系的,所以在描述火车的速度时不再说参考系了;

而认为人的速度 1 m/s 是以_____为参考系的,所以描述人的速度时应该说明该速度的参考系。

为了在数量上描述物体的运动,在选定的参考系上建立的带有标尺的数学坐标,简称**坐标系**。

只有一个方向的坐标系,叫**一维坐标系**。一般质点作直线运动时,我们只需沿运动方向建立 Ox 轴或 Oy 轴(图 1-6)。当质点作平面运动时,可以在相互垂直的两个方向上建立 Ox 和 Oy 两条坐标轴,这两个相互垂直的坐标轴组成的坐标系,叫做**平面直角坐标系**(图 1-7),这种坐标系是**二维坐标系**。

3. 时刻和时间间隔

钟表指示的一个读数对应着某一瞬间,称做**时刻**。两个时刻的间隔称为**时间**。时刻和时间的关系可表示为

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

式中 t_1 和 t_2 分别表示先后两个时刻, Δt 表示这两个时刻的间隔。

何时开始记时,即 $t=0$ 的选取,应该视解题的方便来选取。我们常常以问题中的初始时刻作为零点。

如图 1-8 所示,一质点向右做直线运动,取 x 轴水平向右为正方向。此时刻质点的位置为坐标原点,我们可选取此时刻为记时零点。可以看出,时刻对应坐标位置,时间对应位置变化。

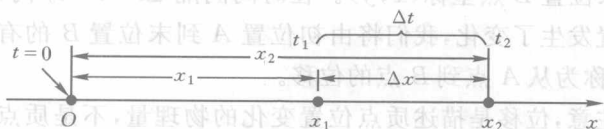
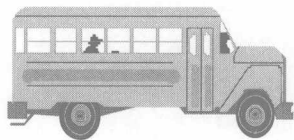


图 1-8 时间 t 表示两时刻的间隔 $t = \Delta t = t_2 - t_1$

本书的时间 Δt 也用 t 表示。所以对于时间,要清楚这个时间所对应的前后时刻。例如第 1 秒($\Delta t = 1 - 0 = 1$ s),第 2



相对汽车,乘客_____;

相对地面,乘客_____。

图 1-5 乘客的运动描述

专业术语

参考系

پایدینش سیستمی

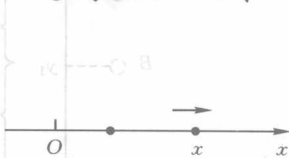


图 1-6 直线运动建立一维坐标系

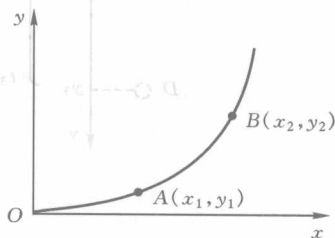


图 1-7 平面曲线运动建立二维坐标系



位移: Δx

路程: s

速度: v

加速度: a

量纲: L/T



图 1-8 公共汽车

秒($\Delta t=2-1=1\text{ s}$), 尽管时间间隔都是 1 s , 但物体在这两个时间内的位移和路程可能都不相等。

在国际单位制(SI 制)中, 时刻和时间的单位都是秒, 符号为 s 。常用的单位还有分、时, 符号分别是 min 、 h 。

问题 2 一小球初速为零, 从 A 处自由下落, 每隔 1 s , 拍照记录小球的位置 B、C、D, 取向下为 y 轴的正方向如图 1-9, 选 A 为坐标原点, $t=0$ 。利用此坐标系, 写出有关时刻和时间的尽可能多的描述方法。

以上表述中, 表述时刻的有 _____ ; 表述时间的有 _____ 。

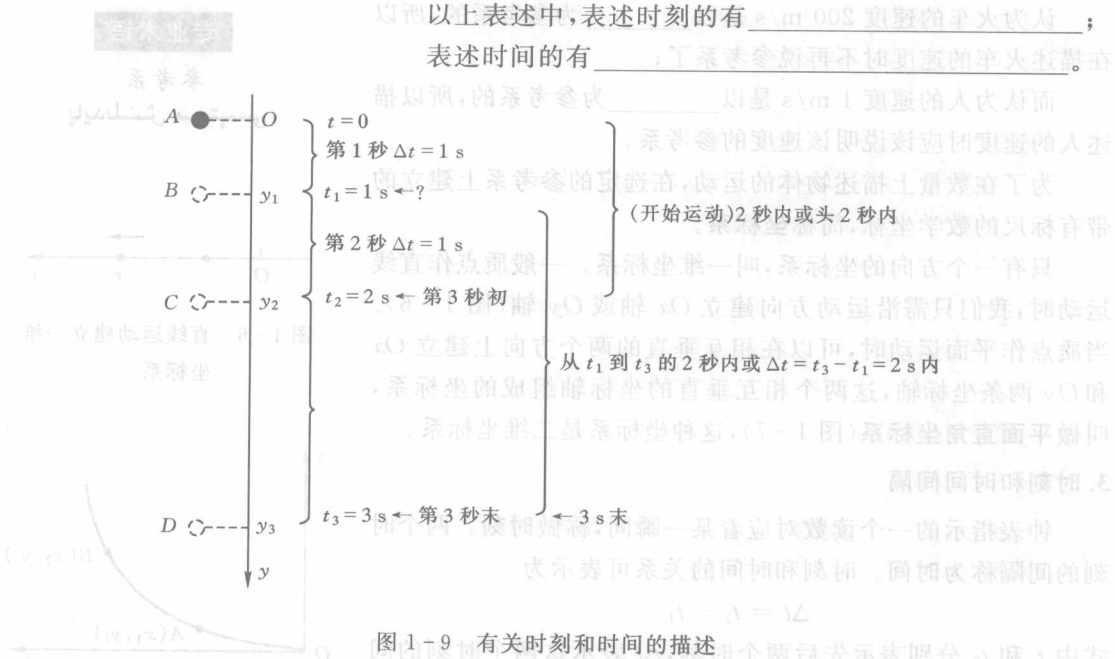


图 1-9 有关时刻和时间的描述

专业术语

- ئورۇن : 位置
- يۆتكىلىش : 位移
- يول، مۇساپە : 路程
- ۋېكتور : 矢量
- ئىسكالىيار : 标量

1.2 描述运动的物理量

1. 位移和路程

在如图 1-10 所示的平面直角坐标系中, 有一质点沿曲线从时刻 t_0 的 A 点运动到时刻 t 的 B 点, 初位置 A 点坐标 (x_0, y_0) , 末位置 B 点坐标 (x, y) 。在时间间隔 $\Delta t=t-t_0$ 内, 质点的位置发生了变化, 我们将由初位置 A 到末位置 B 的有向线段 \vec{AB} 称为从 A 点到 B 点的位移。

注意, 位移是描述质点位置变化的物理量, 不是质点经历的路程。在图 1-10 中, 曲线所示的路径是质点实际运动的轨迹, A 点到 B 点的路程就是 A 点到 B 点的轨迹长度。

位移和路程不同, 位移是有大小和方向的矢量, 路程是只有大小而无方向的标量。一般情况下曲线运动的位移大小和

路程不等。

直线运动时,当运动方向不变时,位移大小与路程相等,如图 1-11(a)所示;但如果运动方向改变,如图 1-11(b)所示,位移大小与路程就不相等了。

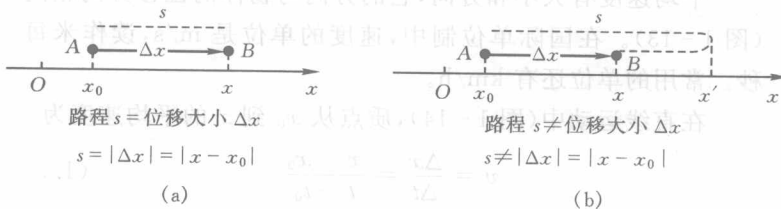


图 1-11 直线运动两种情况

直线运动时,位移的方向可以用 $\Delta x = x - x_0$ 的正负表示。当 Δx 为正时,位移的方向与 x 轴的正向一致,如图 1-12(a)所示;当 Δx 为负时,位移的方向与 x 轴的正向相反,如图 1-12(b)所示。

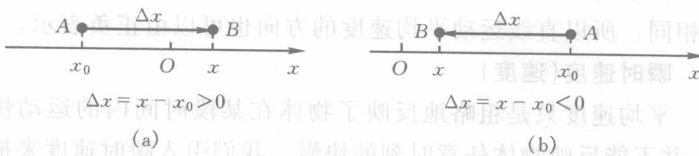


图 1-12 正负表示位移的方向

Δx 的绝对值表示位移的大小,正负表示位移的方向,所以直线运动的位移表示为

$$\Delta x = x - x_0 \quad (1.1)$$

位移和路程在国际单位制中(SI制),单位都是米,符号为m。常用的单位还有千米、厘米、毫米,符号分别是 km、cm、mm。

2. 速度

初中物理中把物体通过的路程与所用的时间之比叫做速度。由于路程不能确切地描述物体位置变化和运动方向变化,所以在高中物理中将速度定义为物体通过的位移与所用时间的比值。但我们可以看到,这个比值反映的是这段时间位置变化快慢的平均情况,也无法准确地反映某一时刻物体运动快慢。关于速度的准确定义将在大学物理中给出。这里速度只作定性介绍。

平均速度

物体通过的位移与所用的时间比值叫做这段时间的平均

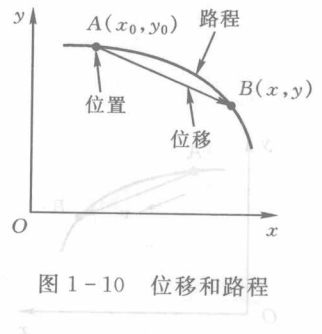


图 1-10 位移和路程

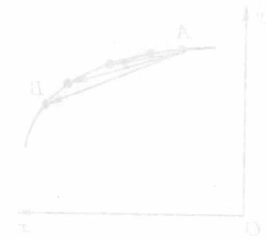


图 1-11 位移和路程



专业术语

- تېزلىك : 速度
- سۈرگەت : 速率
- تېزلىنىش : 加速度

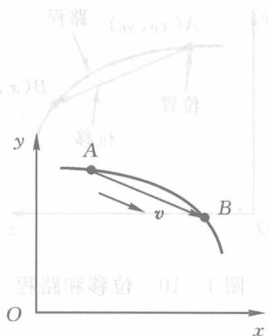


图 1-13 平均速度

速度。

$$\vec{v} = \frac{\vec{AB}}{\Delta t} \quad (1.2)$$

平均速度反映了物体经历某段时间位移变化的平均情况。

平均速度有大小和方向,它的方向与物体的位移方向相同(图 1-13)。在国际单位制中,速度的单位是 m/s,读作米每秒。常用的单位还有 km/h。

在直线运动中(图 1-14),质点从 x_0 到 x 的平均速度为

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0} \quad (1.3)$$

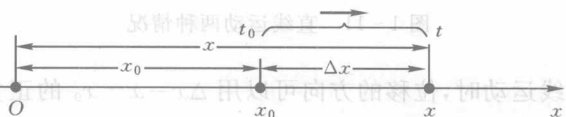


图 1-14 平均速度符号与位移符号相同

由于时间 Δt 为正,上式平均速度 v 的正负与位移 Δx 正负相同。所以直线运动平均速度的方向也可以由正负表示。

瞬时速度(速度)

平均速度只是粗略地反映了物体在某段时间内的运动快慢,并不能反映物体任意时刻的快慢。我们引入瞬时速度来描述运动物体在某一时刻(或经过某一位置)的运动快慢和方向。瞬时就是说时间间隔可以无限地短,所以瞬时速度是物体在某个无限短的时间间隔内的平均速度。

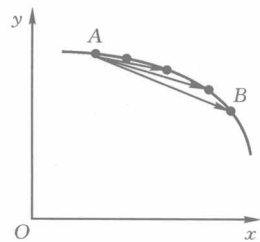


图 1-15 平均速度逼近瞬时速度

如图 1-15 所示,从 A 点开始,时间越短,所得到的平均速度就越逼近 A 点的瞬时速度。

瞬时速度也是一个矢量,它的方向就是物体此时此刻的运动方向,即物体在运动轨迹上过该点的切线方向(图 1-16)。瞬时速度的大小也叫瞬时速率,简称速率。所以速率无方向,是一个标量。瞬时速度简称速度。

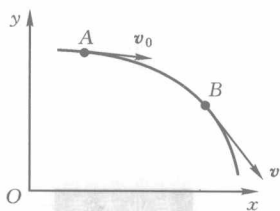


图 1-16 速度方向

3. 加速度

生活中随处可见物体运动速度变化的例子,如汽车在启动和刹车时,我们在跑步或步行时,速度会变化,而且速度变化的情况也不尽相同。

我们需要一个新的物理量——加速度来描述速度变化的快慢。

平均加速度

由图 1-16 所示,质点在 Δt 时间内,由 A 点运动到 B 点,速度改变为 $v - v_0$,则这段时间的平均加速度为

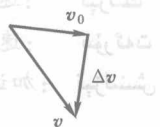


图 1-17 速度变化

$$\bar{a} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1.4)$$

式中的平均加速度 \bar{a} ，初速度 v_0 ，末速度 v 以及速度的增量 Δv 都是矢量，所以上式我们也叫做平均加速度的矢量关系式。 Δv 是矢量 v 与矢量 v_0 的差，如图 1-17 所示。平均加速度的方向就是速度增量 Δv 的方向。

“ Δ ”符号

设物理量 u 从一个初值 u_1 变到终值 u_2 ，终值与初值的差 $u_2 - u_1$ 就叫做物理量 u 的增量，记为 Δu ，即

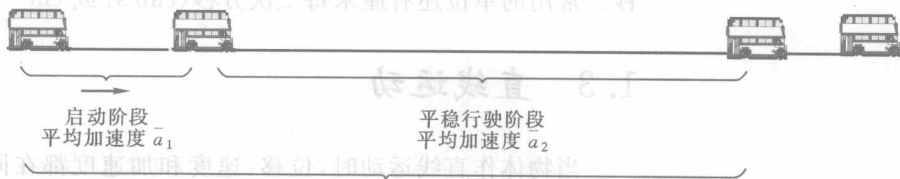
$$\Delta u = u_2 - u_1$$


图 1-18 平均加速度 \bar{a}

向变化的快慢，它只是粗略地反映了这段时间内速度的变化。

如图 1-18 所示，物体在 t 时间内的平均加速度 \bar{a} 与物体在启动阶段和平稳行驶阶段的平均加速度有所不同

$$\bar{a}_1 > \bar{a} > \bar{a}_2$$

即平均加速度 \bar{a} 无法精确反映物体任意时刻速度变化的快慢。与引入瞬时速度的道理相同，我们也需要引入瞬时加速度。

瞬时加速度(加速度)

瞬时加速度简称加速度，是物体在某个无限短的时间间隔内的平均加速度。

平均加速度和加速度都是矢量，它们的方向与相应时段的物体的速度变化方向相同。

在变速直线运动中，速度方向始终在一条直线上，速度的增量 $\Delta v = v - v_0$ 的方向，即加速度的方向也在这条直线上，同样可以利用正负描述加速度的方向。加速度方向与坐标轴正方向一致时加速度取正，相反时加速度取负，见图 1-19。

什么时候变速直线运动的速度大小逐渐增大？什么时候速度大小逐渐减小呢？

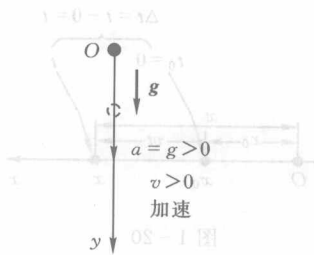
图 1-19(a) 中自由下落的物体和图 1-19(b) 中从最高点下落的物体，它们的加速度和速度同为正或同为负，即当加速度方向与速度方向一致时，速度大小逐渐增大。

图 1-19(b) 中处于竖直向上运动阶段的物体，加速度为负而速度为正，即当加速度方向与速度方向相反时，速度大小逐渐减小。

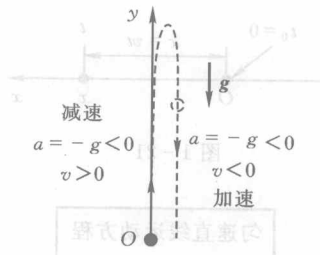
通常情况下，平均加速度与(瞬时)加速度并不相等，但在

矢量的表示法

矢量在印刷品中(如教材)用黑体字母表示(如 \mathbf{a})；在手写时(如作业)用带箭头的字母表示(如 \vec{a})。

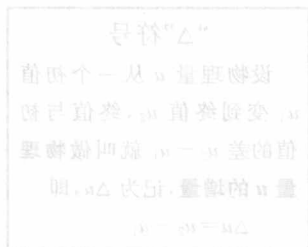


(a) 自由落体



(b) 竖直上抛

图 1-19 直线运动加速度方向可用正负描述



匀变速直线运动中,速度是均匀变化的,任意时间内平均加速度 \bar{a} 是恒定的,与任意时刻的(瞬时)加速度相等,有

$$a = \bar{a} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad (1.5)$$

即匀变速直线运动的质点任意时刻的(瞬时)加速度大小和方向是不变的,匀变速直线运动是加速度不变的直线运动。

在国际单位制中,加速度的单位是 m/s^2 ,读做米每二次方秒。常用的单位还有厘米每二次方秒(cm/s^2 或 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$)。

1.3 直线运动

当物体作直线运动时,位移、速度和加速度都在同一条直线上,方向只有两种情况,所以可以利用正负描述它们的方向。

专业术语



1. 匀速直线运动

质点做直线运动时,如果在任意时刻速度的大小和方向都不改变,即 $v = \text{常量}$,这种运动叫做匀速直线运动。

运动方程

质点做匀速直线运动时,它的平均速度与任意时刻的速度是相等的,而且等于常量,即

$$v = \bar{v} = \text{常量} \quad (1.6)$$

根据平均速度的定义有

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

得

$$\Delta x = v \Delta t$$

说明匀速直线运动的位移等于速度乘时间。如果用 t 表示时间,上式可以写成

$$\Delta x = vt \quad (1.7)$$

同。设开始时刻($t_0 = 0$)时,质点在 x_0 处,见图 1-20, t 时刻质点的坐标 x 为

$$x = x_0 + vt \quad (1.8)$$

如果坐标原点取在起始点,即 $t = 0$ 时, $x_0 = 0$,见图 1-21,上式可写成

$$x = vt \quad (1.9)$$

式(1.8)、式(1.9)给出了匀速直线运动质点坐标位置与时间的关系。我们就把位置与时间的函数关系方程叫做质点的运动方程。需要指出的是:找出各种具体运动所遵循的运动方程将是今后大学物理运动学的重要任务之一,因此我们有必要对现阶段学习的运动进行分析。

匀速直线运动的运动方程:坐标是时间的一次函数。即当

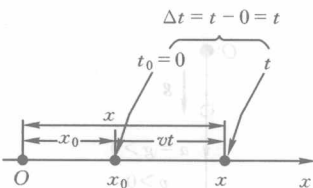


图 1-20

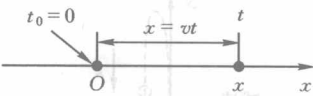


图 1-21

匀速直线运动方程

$$x = x_0 + vt$$

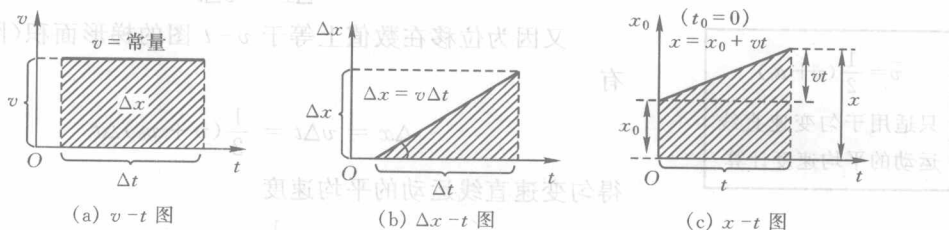
坐标是时间的一次函数

某一质点的运动方程中坐标是时间的一次函数,我们就可以判定该质点作匀速直线运动。

图像

图像能直观地显示物理量之间的关系。用速度-时间图像($v-t$ 图,简称速度图像)反映速度跟时间的关系,用位移-时间图像($\Delta x-t$ 图,简称位移图像)反映位移跟时间的关系,同样的方法我们也可以得到坐标-时间图像($x-t$ 图)。

利用匀速直线运动的速度关系式(1.6)式,位移与时间关系式(1.7)式,运动方程(1.8)式,分别画出匀速直线运动的 $v-t$ 图, $\Delta x-t$ 图, $x-t$ 图:



位移 Δx 大小等于
曲线下的矩形面积

直线的斜率就是
速度

$x-t$ 图是一条直
线,就说坐标与时间
是线性关系

图 1-22 匀速直线运动图

2. 匀变速直线运动

上节我们已经知道匀变速直线运动就是加速度的大小和方向都不改变(即 $a = \text{常量}$)的直线运动。并且加速度与平均加速度相等。

速度与时间的关系

设开始时刻($t_0 = 0$)时,质点的速度为 v_0 ,经 t 秒质点的速度为 v ,这样在时间 $\Delta t = t - t_0 = t$ 内,由公式

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

得 $v = v_0 + at$ (1.10)

由上式知,匀变速直线运动中的速度在 $v-t$ 图上为一条直线,如图 1-23 所示,可见 t 时刻的末速度 v 等于初速度 v_0 加上 t 时间内增加的速度 at 。

位移与时间的关系

由于在时间 $\Delta t = t - t_0 = t$ 内,位移 $\Delta x = x - x_0$ 在数值上等于 $v-t$ 图中的阴影面积,即等于矩形面积 $v_0 t$ 与三角形 $\frac{1}{2} at^2$ 之和(参看图 1-23),于是得出做匀变速直线运动的物

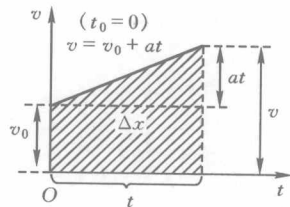


图 1-23 匀变速直线运动 $v-t$ 图

专业术语

匀变速直线运动
تۆز سىزىقلىق تەكشى
تۆز گىرىشچان ھەرىكەت

体,在 t 秒内的位移公式

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1.11)$$

若坐标原点选在运动的起点,即 $t_0 = 0$ 时, $x_0 = 0$, 式(1.11)可写为

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1.12)$$

式中 $v_0 t$ 表示质点以速度 v_0 作匀速直线运动,在时间 t 内的位移; $\frac{1}{2} a t^2$ 表示质点因有加速度 a 在时间 t 内所增加的位移。

根据平均速度定义可知,在时间 $\Delta t = t - t_0 = t$ 内,位移为

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

又因为位移在数值上等于 $v - t$ 图的梯形面积(图 1-23),

有

$$\Delta x = \bar{v} \Delta t = \frac{1}{2} (v + v_0) \Delta t$$

得匀变速直线运动的平均速度

$$\bar{v} = \frac{1}{2} (v + v_0) \quad (1.13)$$

式(1.11), (1.12)给出了匀变速直线运动运动方程。匀变速直线运动的运动方程:坐标是时间的二次函数。一个做直线运动的质点,如果它的运动方程中坐标是时间的二次函数,我们就可以判定该质点做匀变速直线运动。

速度与位移关系

将式(1.10)和(1.11)联立消去 t , 得到

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (1.14)$$

若坐标原点选在运动的起点($x_0 = 0$), 则

$$v^2 = v_0^2 + 2ax \quad (1.15)$$

用上面三个公式时,要注意首先选定坐标轴(包括原点),由此确定 x_0 的值;其次根据坐标的方向,确定 v_0 、 v 、 a 的正负号:速度和加速度与坐标方向相同,取正号;与坐标方向相反,取负号。

例 1-1 物体做初速度 $v_0 = 3.0 \text{ m/s}$ 、加速度 $a = -1.0 \text{ m/s}^2$ 的匀加速直线运动。求:(1)第 4 s 末的瞬时速度;(2)前 4 s 的位移、路程和平均速度;(3)第 4 s 内的位移和平均速度。

解 选物体运动方向为 x 正方向,设出发处 $t_0 = 0, x_0 = 0$, 任意时刻 t 的速度 v 和坐标 x 为

$$v = v_0 + at = 3.0 - 1.0t$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 3.0t + \frac{1}{2} (-1.0)t^2 = 3.0t - 0.5t^2$$

匀变速直线运动的平均速度计算

$$\bar{v} = \frac{1}{2} (v + v_0)$$

只适用于匀变速直线运动的平均速度计算

匀变速直线运动方程

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

坐标是时间的二次函数

