





“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

物理

W
U
L
I

主 审 吴小玲
主 编 谢智娟
副 主 编 陈正新 江舜华

编 者 (以姓氏笔画为序)
江舜华 汪 慧
张常飞 陈正新
周 静 夏 瑛
黄红亚 梁亚平
谢智娟

 江苏教育出版社  凤凰职教

序 言

长期以来,国家卫生计生委一直关心护理教育的改革,不断加强护理人才培养。护理工作 是医疗卫生工作的重要组成部分,在医疗、预防、康复医学中均占有极其重要的地位。随着现代医学模式的不断改变,新的护理模式已由传统的以执行医嘱为中心的 疾病护理发展到以病人为中心的身心整体护理。这一转变,不仅要求护理人员要具有丰富的医学理论知识、熟练的护理操作技术,还必须加强自身的修养,提高思想道德素质、科学文化素质、专业素质和身体心理素质。这也是当前国家卫生计生委推行的优质护理服务所要求的。

20 世纪 90 年代,我国部分地区先后试办了五年制护理专业高等职业教育。实践证明,这种学制有其独特的优势。它将中等和高等职业教育贯通,整体设计学生的知识、能力和素质结构,统筹安排中高等职业教育的课程体系,更好地培养学生的职业意识和职业能力,减少了课程的重复,提高了教育效率,因此,是我国护理专业高等职业教育的重要形式之一。

江苏联合职业技术学院是经教育部正式备案的以五年制高职教育为主的普通高等学校,下设 41 所分院,设置 100 多个五年制高职专业。为全面推进职业教育课程改革,江苏联合职业技术学院成立了护理专业协作委员会,由成员学校的骨干教师组成了课程改革与师资队伍建设项目组,承担五年制高职教育护理专业建设和课程改革的实践和研究工作。“十二五”期间,江苏联合职业技术学院在对护理行业发展和护理专业人才市场需求进行广泛调研的基础上,邀请医药卫生行业专家、临床专家、课程专家及护理专业骨干教师共同参与,对护理岗位进行调查与分析,形成了具有五年制高职特色的护理人才培养方案,编写了本套全国高职高专护理专业规划教材。

本套教材能够结合护理专业的特点,坚持以能力为本位、以就业为导向,突出实践性教学环节,较好地体现了最新的职业教育理念。具体来说,主要有以下几个特色:

1. 在教学内容上坚持课程整体优化,突出实践性和针对性

本套教材紧密围绕护理专业人才培养目标,对课程内容进行整合优化。按照护理专业岗位需求、课程目标选择教学内容,增加了护理专业实训、实践的比重,更加突出护理专业课程的实践性、针对性和实用性。同时,结合护理专业职业资格标准,及时将与护理岗位直接相关的新知识、新技术引入到教学中,使学生能够掌握从事护理岗位工作的基本技能和专门技能。

2. 在组织结构上坚持“项目引领、任务驱动”的课程体系

本套教材打破了护理专业传统的章节编写体系,采用了项目化、模块化的编写模式。通过项目、任务、学习目标、护理情境案例等为载体组织学习单元,体现模块化、系统化、项目化的职教理念和护理专业学生的认知规律,强调护理专业教材内容的创新性、综合性、实用性与可读性。

3. 在教材呈现形式上力求立体化、数字化

为配合护理专业教学的需要,本套教材配设了丰富的多媒体教学资源,包括教学课件、电子教案、护理专业教学大纲、护理实训录像以及护理专业技能实训题库等。力求教材呈现形式新颖多样,图、文、声、像并茂,方便师生的教与学。

4. 在课程选取上增加了选修课程的比重

本套教材结合学校办学实际,增加了护理专业选修课教材的比重,扩大了学生对课程的选择权,并在课程内容的深度与广度上具有一定的弹性,努力形成灵活、开放、多样的课程体系,坚持统一性与灵活性的有机结合。从而适应护理岗位市场的变化和护理专业学生个性发展的需要,促进学生的全面发展。

本套全国高职高专护理专业规划教材主要适用于五年制高等职业教育护理专业,也适用于三年制高等职业教育、中等职业教育的护理专业,还可供护理人员继续教育用。

本套教材的出版,为高等职业教育护理专业课程改革起到了一定的推进作用。我们殷切希望,更多的护理教育工作者能积极参与护理教育课程改革,努力培养和造就面向各级医疗、预防、保健机构从事临床护理、社区护理和健康保健等护理工作的高素质技能型应用人才。

P R E F A C E

前 言

物理是自然学科中的基础学科,物理课程是五年制高职护理专业的一门文化基础课。本教材的编写本着为职业技术学校学生专业课的学习奠定基础 and 适应岗位需要的原则,降低了理论难度,删减了烦琐的计算,突出了知识在实践环节中采取的“宽基础,活模块”的方式进行编排。

教材共分变速直线运动、牛顿运动定律、功和能、振动与波、热现象及应用、静电场、直流电、磁现象及应用、几何光学、原子核物理十个模块,书后附学生实验。教材根据职业技术教育实际、实用、实效的原则,以突出职业教育为特色,强化技能培养为目的,在教材的编写上,首先考虑职业技术学校学生的认知规律,确保讲述的物理知识易于被同学们所接受,在内容顺序的编辑上做到循序渐进,在形式上做到生动活泼;其次注重理论联系实际,书中较多地介绍了医用物理知识,物理常识和日常生活经验中的一些物理现象,深入浅出地介绍了一些相关的现代知识,这是本教材内容上有别于其他同类教材的突出特点。

教材在编写中力图通过深入详细的分析,综合归纳演绎,借助观察实验、理想化模型、图形等效变换等手段,类比、假说等一系列物理方法的渗透作用和应用,培养学生的观察能力、实验能力和分析问题及解决问题的能力,促进学生的自我发展,提高学生的科学素质,增强学生的创新意识,为后续课程现代化知识的学习和工作打下必要的基础。

在编写体例安排上改变了传统的章、节模式,采用了模块、项目的形式,这是本教材有别于其他同类教材的另一突出特点。另外教学内容采取目标先行的方式,即在每模块开头,明确本模块的知识和技能目标,内容的选取上力求知识与技能并重,使学生既学会了知识,同时又提高了能力,教材中配有延伸阅读材料和拓展模块,增加了知识的实用性和趣味性,突出了职业教育的特色。

本教材可作为职业技术教育学生的教科书或自学用书,也可供教师参考教学用。

本书特邀南京医科大学基础医学院生物医学工程系主任、硕士研究生导师吴小玲博士任主审,使本书在科学性、先进性、权威性上得到了充分的保证,在此向吴教授表示深深的敬意!本书的编写,还得到了编者所在院校及有关专家的大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,敬请广大师生批评指正,以便不断修改,使其更臻完善。

编 者

目 录

模块一 变速直线运动	1
项目一 描述运动的基本概念	1
项目二 平均速度 速度和加速度	4
模块二 牛顿运动定律	14
项目一 力的基本概念	14
项目二 牛顿运动定律	24
模块三 功和能	30
项目一 功	30
项目二 机械能及机械能守恒定律	33
模块四 振动与波	40
项目一 机械振动	40
项目二 机械波	44
模块五 热现象及应用	51
项目一 物体的内能	51
项目二 气体的性质及应用	57
项目三 液体的表面现象	65
项目四 液体的流动及其应用	75
项目五 空气的湿度	85
模块六 静电场	94
项目一 真空中的库仑定律	94

项目二 电场 电场强度	97
项目三 电势 电势差	100
模块七 直流电	111
项目一 欧姆定律	111
项目二 闭合电路欧姆定律	116
模块八 磁现象及应用	123
项目一 磁场 磁感应强度	123
项目二 电流的磁效应	128
项目三 磁场对通电导线作用力	130
项目四 电磁感应现象	132
项目五 感应电动势	135
项目六 交流电	138
模块九 几何光学	143
项目一 折射定律	143
项目二 全反射现象	145
项目三 透镜 透镜成像作图	148
项目四 透镜成像公式	150
模块十 原子核物理	157
项目 原子结构 原子核的组成	157
实验指导	166
绪论	166
实验一 常用测量工具的使用	167
实验二 长度的测量	170
实验三 平行四边形法则的验证	172
实验四 测定匀变速直线运动的加速度	173
实验五 测量液体的黏滞系数	177
实验六 静脉输液药液流速的控制	179
实验七 测量空气的相对湿度	180
实验八 静电场的描绘	181
实验九 电烙铁的使用	183



目 录

实验十 伏安法测量电阻	184
实验十一 测量电源的电动势和内电阻	186
实验十二 万用表的使用	189
实验十三 电磁感应规律	192
实验十四 日光灯的安装	193
实验十五 折射率的测量	194
实验十六 测定凸透镜焦距 研究凸透镜成像规律	195
实验十七 光谱的观察	197
附录	200
附录一 常用物理常数	200
附录二 希腊字母表	201

模块一

变速直线运动

知识与技能目标

介绍质点、参照物、路程、时刻、时间的概念。

学会位移、标量和矢量、加速度概念。

应用平均速度、加速度进行简单计算。

物体运动的形式多种多样,初中学习的匀速直线运动是所有运动种类中最简单的一种,本模块将学习速度发生变化的直线运动.通过本模块的学习,同学们能具备一些初步的变速直线运动知识,并解决生活中一些最常见的匀变速直线运动的问题.

项目一 描述运动的基本概念

任务1 质点和参照物

一、质点

质点是忽略物体的大小和形状,把它看做具有物体全部质量的点.任何物体都具有大小和形状,在运动中物体上各点的位置变化并不一定相同.所以要详细描述物体的运动,并不是简单的事情.但是在某些情形下,可以把物体看成具有质量的几何点即质点来代替整个物体.

什么情况下能将物体看成是质点呢?第一,物体上所有点做完全相同的运动.如研究火车从常州开到南京所用时间,火车的长度可忽略,一般在水平面或斜面上做匀速直线运动的物体都能视作质点.第二,物体各点的运动情况不完全相同,但这种差异和所研究的问题相比可忽略不计.在讨论地球绕太阳公转时,地球看做为一个质点.因为地球的直径比起地球到太阳之间的距离(1.5×10^8 km)已经小到可以忽略不计了.本模块随后所讨论的物体则大多可以看做质点.所以在以后的叙述中也时常用“质点”表示“物体”.

二、参照物

被选作参考的假定不动的物体叫做参照物。同学们有过这样的错觉：坐在开动的汽车上，看见车外的树木在向后退，这是把自己所坐的汽车作为不动的物体与树木来加以比较，才觉得树后退了。而如果我们把树作为参考，我们就得出汽车已经开动了。或者站在路边上的人观察，就能立刻发现车子是开动的。这是在将车与观察者加以比较的结果。所以，在讨论物体的运动之前，必须另外选定合适的物体作为参考，这个被选定的假定不动的物体就称为参照物（也称参考系）。一般不做特殊说明则往往选取地球为参照物，在同一系统中只能选取一个参照物。

任务2 标量和矢量

我们已经知道物理学中许多物理量，我们学过的就有长度、质量、力、密度、速度等。根据这些物理量所具有的性质，可以分为两类：标量和矢量。

标量是仅有大小就能确定的物理量。常见的标量有质量、体积、温度、时间等。这些物理量，只要给出大小，它们就完全确定了。有的标量会有正负之分，对于带有符号的标量，不能随意丢弃符号。因为不同符号的两个标量是完全不等的两个量。例如， 3°C 和 -3°C ，这两个温度之间要相差 6°C 。同类标量间可直接进行代数运算。

矢量是既有大小又有方向的物理量。常见的矢量有力、速度、压强等。由于它们不但有大小而且有方向，所以确定一个矢量就必须同时确定它的大小和方向。矢量可以用有方向的线段来表示（图1-1）。线段的长短等于矢量的大小，线段的方向与该矢量的方向相同。由于矢量有方向，矢量运算时不仅要考虑大小的作用，更要考虑方向的影响。因此，矢量运算常常要借助于作图，才能得出正确的结论。



图 1-1 矢量表示

任务3 路程和位移

在讨论物体运动的过程中，常常要涉及路程和位移这两个概念，两者既有联系又有区别。只有真正搞清楚这两个概念，才能清楚两者的联系和区别。

路程：运动物体所经过的路径长度。

某人从上海到北京，可以选择不同的交通线路和交通工具。显然，利用不同的方式就必然沿着不同的路径，形成不同的运动轨迹，路程也就各不相同。但无论利用何种方式都能得到同一个结果：此人原来在上海，现在到了北京。可见他位置的变动是相同的（图1-2）。人们引入一个新的物理量——“位移”来描述物体不同运动情况下的共同运动结果。

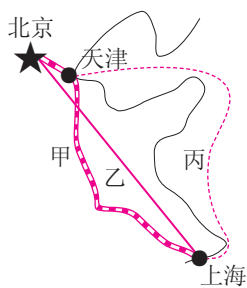


图 1-2 位移的表示

位移：表示物体位置变动的矢量。位移的大小：起点与终点间的距离。位移的方向：由起点指向终点。位移的直观表示：连接起点与终点的有向线段。如图1-3所示。

由此可见，只要运动物体的起点和终点确定，物体的位移也就随之确定，位移与运动物体所经

过的路径(即运动轨迹)并没有任何关系。



图 1-3 位移矢量图

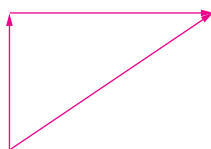


图 1-4 物体运动图

位移和路程的关系:当物体沿直线运动且方向不变时,位移的大小就等于路程。位移和路程是两个不同的物理量,位移为矢量,仅仅与运动物体的起点和终点的位置有关,与所经过的路径无关;路程是标量,取决于运动物体所经过的路径。但是,当物体的运动方向保持不变时,位移的大小就等于路程。正因为如此,当研究物体沿某一方向的直线运动时,人们常常用路程取代位移的大小。

例如:一个人沿运动场上跑了一圈,回到了他的起跑点,则他跑的路程刚好等于圈的周长,但这个过程结束后,这个人没有位置的变动,因此他的位移为零。

例如:一个物体向北运动 3 m,再向东运动 4 m,则它的路程为 7 m,而它的位移是 5 m,如图 1-4。

任务 4 时刻和时间

在物理学中,时间和时刻是两个不同的概念。

时刻:钟表上的任一读数或时间轴上的任一点。

时间:两时刻之差或时间轴上的一段“距离”。

在生活习惯语中,时刻和时间这两个概念常被混淆。例如,有人问:“火车什么时间开动?”又问:“火车从南京开到北京要多少时间?”在这两句话中“时间”的含义是完全不同的。前一句话中的“时间”,指的是物理学中“时刻”概念,表示火车开动那一瞬间钟表上的读数。而后一句话中的“时间”,指的是物理学中“时间”概念,表示火车从南京开动那一瞬间钟表的读数与火车连续开到北京火车站那一瞬间钟表读数之间的差值。如手术从 3 点开始,手术时间是 3 小时,前者是时刻,后者就是时间。习惯上一段时间的起始时刻叫初时刻,终止时刻叫末时刻。

延伸阅读

珍惜时间,时间就是生命

在学习中经常碰到第几秒的问题,第几秒与几秒是有区别的,这个可借助于时间轴清楚地分辨出。

第一秒、第二秒、第三秒等都是时间,且都相等(为一秒),它们是时间轴上的一段“距离”,分别代表

第一个一秒、第二个一秒和第三个一秒。如图 1-5 时间轴上 A 点:既可以称为第一秒末(针对 A 点前一秒时间而言),也可以称为第二秒初(针对 A 点后一秒时间而言),同时还可称为一秒末(针对总时间而言)。依照 A 点同学们可解释一下 B 点。

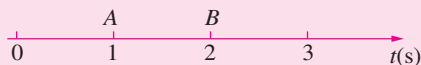


图 1-5 时间轴

项目二 平均速度 速度和加速度

任务1 变速直线运动

一、变速直线运动

在相等的时间内,位移不相等的直线运动,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,它没有恒定的速度.如何描述它运动的快慢呢?例如:甲同学3 s内行走了20 m,而乙同学用了4 s走20 m,我们马上判定甲同学比乙同学步行快.这时,我们是运用物体运动的总时间和总位移来分析的.因此,可以引入一个物理量对变速直线运动的快慢进行总体的分析,这个量就是平均速度.

二、平均速度

在变速直线运动中,运动物体的位移与所用时间的比值,叫做这段时间(或这段位移)的平均速度.

$$\bar{v} = \frac{s}{t} \quad (\text{公式 1-1})$$

在国际单位制中,平均速度的单位是米/秒,符号是 m/s.常用的单位还有千米/小时(km/h)、厘米/秒(cm/s).

由公式 1-1 可知,对于变速直线运动,如已知平均速度和运动时间,则可求得运动所通过的位移.

$$s = \bar{v}t \quad (\text{公式 1-2})$$

例 1 甲、乙两车由静止出发沿平直公路前进,甲车 50 s 内前进 2 km,而乙车 50 s 内前进 2.5 km,则甲、乙两车的平均速度分别为多少?

已知: $t_1 = 50 \text{ s}$, $s_1 = 2 \text{ km}$, $t_2 = 50 \text{ s}$, $s_2 = 2.5 \text{ km}$.

求: $\bar{v}_甲$ 、 $\bar{v}_乙$.

$$\text{解: } \bar{v}_甲 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{2\,000}{50} = 40 \text{ (m/s)}$$

$$\bar{v}_乙 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{2\,500}{50} = 50 \text{ (m/s)}$$

答: 甲车的平均速度为 40 m/s,乙车的平均速度为 50 m/s.

例 2 有记录表明,世界优秀运动员的 100 m 短跑成绩为 9.92 s,前 50 m 用时 5.40 s.计算该运动员前 50 m、后 50 m 和 100 m 内的平均速度.

解: 利用平均速度的公式进行计算,结果如表 1-1 所示.

表 1-1 物体运动时间和平均速度

运动的路程(m)	时间(s)	平均速度(m/s)
前 50	5.40	9.26
后 50	4.52	11.06
100	9.92	10.08

可见平均速度是反映物体运动的平均快慢程度的物理量,它与某一段时间或某一段路程相对应.所以,求平均速度时必须说明是针对哪一段时间或针对哪一段路程.平均速度只是粗略地表明了物体运动的快慢.对于这个百米运动员,我们很难找到他哪个 1 s 跑了 10.08 m.

既然平均速度只能总体描述物体的运动情况,为了进一步详细研究做变速直线运动物体的运动过程,就必须引入新的速度概念——瞬时速度.

三、瞬时速度

瞬时速度是指运动物体在某一时刻或经过某一位置时的速度.初时刻的瞬时速度叫初速度,用 v_0 表示;末时刻的瞬时速度叫末速度,用 v_t 表示.速度的方向为物体的运动方向,速度的大小称为速率.

瞬时速度给出了物体运动时每时每刻的速度大小.当分析物体运动的具体情况时,就必须借助于瞬时速度的概念.显然,匀速直线运动的物体瞬时速度保持恒定;变速直线运动的物体瞬时速度是变化的.



图 1-6 限速和解除限速标志图

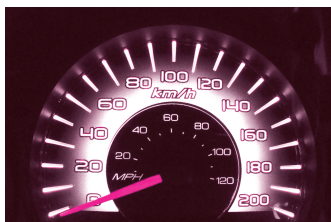


图 1-7 汽车速度盘

我国高速公路上的最高限速为 120 km/h,就是在高速公路上全线行驶过程中的任一位置和任一时刻速度都不得大于 120 km/h.由此可见,要达到限速目的,必须限定瞬时速度,见图 1-6,此时若限定平均速度则毫无意义.平均速度小于某一值,完全有可能在某些时候速度大于该值,而在另一些时候速度小于该值.甚至在某些时候速度为零.汽车上的速度计就给出了汽车在任一时刻的速度(图 1-7),人们可以根据上面的指示判断出当时的车速是多少、是太快了还是太慢了.

在许多具体的问题中,根据所给的速度究竟是和时间(或路程)对应,还是与时刻(或位置)对应,可准确地判断出该速度究竟是平均速度还是瞬时速度.如:物体在 2 s 末的速度、第 5 s 末的速度、在教室门口时的速度等指瞬时速度,因为它们分别与某一时刻或某一位置相对应.物体在 2 s 内的速度、第 5 s 内的速度指平均速度,因为它们分别与时间(2 s 内、第 5 s 内)相对应.

任务2 匀变速直线运动的加速度

一、匀变速直线运动

做变速直线运动的物体,如果在任何相等的时间内速度的变化都相等,这种运动称为匀变速直线运动.匀变速直线运动是所有变速直线运动中最基本的一种.

当物体在时间 t 内速度由 v_0 变为 v_t ,则 v_t 与 v_0 的差值称为速度的变化.用 Δv 表示.即: $\Delta v = v_t - v_0$,如果汽车用 30 s 的时间速度可由零增大到 30 m/s,但火车要用 5 min 速度才能从零变到 30 m/s,说明在相同的时间内汽车速度变化比火车大,再例如在紧急刹车时,如果速度太大,那么车子在短时间内停不下来,因此引入了一个专门描述物体速度变化快慢的物理量——加速度.

二、匀变速直线运动的加速度

在匀变速直线运动中,速度的变化与发生这一变化所用时间的比值,叫做匀变速直线运动的加速度.加速度用 a 表示.若物体初速度为 v_0 ,经时间 t 速度变为 v_t ,则加速度为:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad (\text{公式 1-3})$$

在国际单位制中,加速度的单位是米/秒²,符号是 m/s² 或 m · s⁻².在匀变速直线运动中,加速度保持恒定.

由加速度的定义式可以看出:加速度在数值上等于单位时间内物体速度的变化.也可说成加速度等于物体速度的变化率.物体加速度不同,说明物体速度的变化快慢不同,加速度的值越大,则说明物体速度变化得越快.

由定义可知:加速时, $v_t > v_0$, $a > 0$ (为正值);减速时, $v_t < v_0$, $a < 0$ (为负值).所以当涉及刹车(亦称制动)问题时,物体做减速运动,务必注意加速度为负值($a < 0$).若漏掉负号就是把物体作为加速处理,相当于在开车过程中该踩刹车时却误踩了油门,其后果不堪设想.

表 1-2 某些运动物体的加速度

运动的物体	加速度(m/s ²)
旅客列车起步	约 0.35
汽车急刹车	-4~-6
降落伞着地	-24.5
赛车起步	4.5

加速度是矢量.在直线运动中,取开始运动(即初速度 v_0)的方向为正方向,则当 $a > 0$ 时,加速度的方向与初速度的方向相同,物体做加速运动; $a < 0$ 时,加速度的方向与初速度的方向相反,物体做减速运动.

例 1 汽车在 3 s 内速度从 2 m/s 增加到 6 m/s,火车的速度从 2 m/s 增加到 12 m/s,用了 10 s.求:

(1) 汽车的加速度;(2) 火车的加速度;(3) 哪个速度变化得快?

已知:汽车: $v_0 = 2 \text{ m/s}$, $v_t = 6 \text{ m/s}$, $t = 3 \text{ s}$.



求: $a_{汽}$.

已知: 火车: $v_0 = 2 \text{ m/s}$, $v_t = 12 \text{ m/s}$, $t = 10 \text{ s}$.

求: $a_{火}$.

$$\text{解: (1) } a_{汽} = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{6 - 2}{3} = 1.3 (\text{m/s}^2)$$

$$(2) a_{火} = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{12 - 2}{10} = 1 (\text{m/s}^2)$$

(3) 对汽车和火车的加速度相比较得出汽车的速度变化得快.

答: 汽车的加速度为 1.3 m/s^2 , 火车的加速度为 1 m/s^2 , 汽车的速度变化大.

例 2 以 20 m/s 的速度匀速行驶的汽车, 突然刹车, 经 2 s 停止, 求加速度的大小和方向.

已知: $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $v_t = 0$, $t = 2 \text{ s}$.

求: a .

$$\text{解: } a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 20}{2} = -10 (\text{m/s}^2)$$

答: 加速度为 10 m/s^2 . 汽车从刹车的瞬间开始做匀减速直线运动, a 为负值, 表示加速度的方向与汽车行驶速度的方向相反.

任务 3 匀变速直线运动规律

一个物体做匀变速直线运动时, 如果已知初速度和加速度, 那么任意时间的速度为 v_t , 由 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$, 可知

$$v_t = v_0 + at \quad (\text{公式 1-4})$$

一、速度时间($v-t$)图像

1. 匀速直线运动的速度时间图像

匀速直线的速度是恒定的, 不随时间而改变. 即物体在任何时刻都具有相同的速度. 作出它们的速度图像就是平行于时间轴的直线. 例: 甲汽车以 5 m/s 的速度匀速行驶, 乙汽车以 12 m/s 的速度匀速运动, 该车的 $v-t$ 图像如图 1-8 所示.

2. 匀变速直线运动的速度时间图像

匀变速直线运动的物体在任何相等的时间内速度的变化(增加或减少)都相等. 根据 $v_t = v_0 + at$, 可画出匀变速直线运动的 $v-t$ 图. 如图 1-9(a) 初速度为 2 m/s , 每秒内速度增加 2 m/s ; 图 1-9(b) 初速度为零, 每秒内速度增加 2 m/s ; 图 1-9(c) 初速度为 10 m/s , 每秒内速度减少 2 m/s . 可以看出: 三种情况的速度图像都为一直线. 这是匀变速直线运动速度图像的必然特点. 而匀加速直线运动的图像, 如图 1-9(a)、图 1-9(b) 为斜向右上方的直线, 因为速度均匀增加; 匀减速直线运动的图像为斜向右下方的直线, 如图 1-9(c), 因为速度均匀减少.

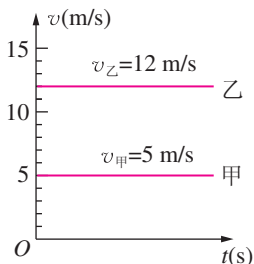


图 1-8 匀速直线运动的 $v-t$ 图

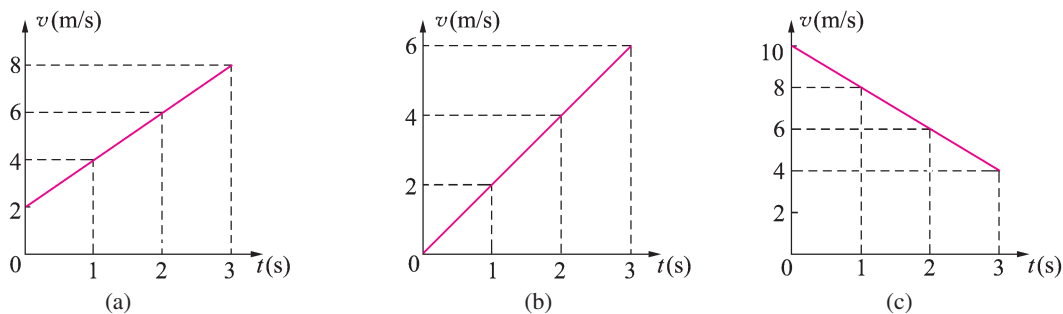


图 1-9 匀变速直线运动的速度图像

二、匀变速直线运动的位移公式

根据速度时间图像,匀速直线运动物体的位移的大小等于速度 and 时间的乘积,即: $s = vt$, 图 1-10 中, 计时初的速度标为 B 点, 4 s 末的速度标为 C 点. 物体在 4 s 内的位移大小为 $20 \times 4 = 80\text{ m}$, 即: B 点的纵坐标(速度)与 C 点的横坐标(时间)的乘积. 或者是: 该匀速直线运动的速度图像(直线 BC)与时间轴所包围(矩形 $BOAC$)的“面积”大小. 由此可见, **位移的大小等于速度图像与时间轴所包围的“面积”大小**. 可以证明, 这个结论不仅适用于匀速直线运动, 还适用于变速直线运动. 因此, 利用 $v-t$ 图, 不仅可以清楚地表示出速度的变化, 还可以方便地求出位移的大小.

直线与时间轴所包围的图形可以为梯形, 如图 1-9(a)、图 1-9(c), 也可以为三角形, 如图 1-9(b). 此时利用 **位移的大小等于速度图像与时间轴所包围的“面积”大小**, 就可以方便地求出三种情况下图 1-9 中物体在 3 s 内的位移大小.

$$\text{图 1-9(a)} \quad s_1 = S_{\text{梯形}} = (2 + 8) \times \frac{3}{2} = 15(\text{m})$$

$$\text{图 1-9(b)} \quad s_2 = S_{\text{三角形}} = 6 \times \frac{3}{2} = 9(\text{m})$$

$$\text{图 1-9(c)} \quad s_3 = S_{\text{梯形}} = (10 + 4) \times \frac{3}{2} = 21(\text{m})$$

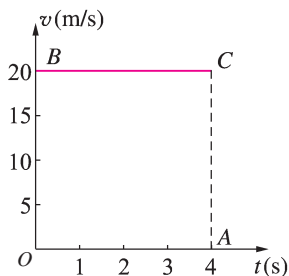


图 1-10 匀速直线运动的 $v-t$ 图

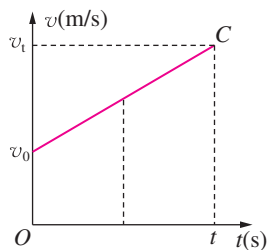


图 1-11 匀变速运动的 $v-t$ 图

图 1-11 是一般情况下的匀加速直线运动, 由图可见梯形的上底即为 v_0 , 下底即为 v_t , 高为 t , 因此位移大小的计算就可表示为 $s = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t$, 而 $v_t = v_0 + at$, 整理并化简得:



$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{公式 1-5})$$

此公式也适合匀减速直线运动, 一般而言我们把:

$$v_t = v_0 + a t \quad (\text{公式 1-4})$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{公式 1-5})$$

称为匀变速直线运动的一组运动公式. 实际生活中, 经常遇到汽车、火车从车站出发时的运动情况, 也即物体原来处于静止状态(初速度为零), 这类运动就称为初速度为零的匀变速直线运动. 此时将 $v_0 = 0$ 代入上述两个公式, 则公式简化为:

$$v_t = a t \quad (\text{公式 1-6})$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{公式 1-7})$$

注意:

(1) 计算时, 初速度 v_0 , 末速度 v_t 必须与时间 t 和位移 s 相对应; 加速时, 加速度 a 用正值代入; 减速时, 加速度 a 用负值代入.

(2) 由于求解匀变速直线运动问题有好几个同解方程可供选用, 因而也就有一题多解法. 在熟悉公式的基础上可以尝试一题多解并加以比较.

例 1 汽车在水平路面上以 15 m/s 的速度沿直线行驶, 当遇到情况汽车紧急刹车, 刹车加速度大小为 2 m/s² (图 1-12). 求: (1) 刹车后 3 s 汽车的速度多大? (2) 刹车后 8 s 汽车的速度多大?

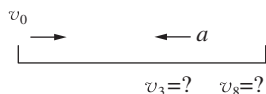


图 1-12 物体运动图

已知: $v_0 = 15 \text{ m/s}$, $a = -2 \text{ m/s}^2$.

求: v_3 和 v_8 .

分析: 根据题意得汽车初速度 $v_0 = 15 \text{ m/s}$, 做匀减速直线运动, 加速度为 2 m/s^2 . 在解题过程中不要盲目套用公式, 一定要对物理过程进行分析, 并做出判断. 汽车做匀减速直线运动, 经过一段时间速度将为零, 那么题目所问 3 s 或 8 s 是大于这段时间还是小于这个时间? 设初速度方向为正, 经过时间 t , 速度为零.

解: 由 $v_t = v_0 + a t$

则当 $v_t = 0$ 时, $0 = 15 - 2t$, $t = 7.5 \text{ s}$

当 $t_3 = 3 \text{ s}$ 时: $v_3 = 15 - 2 \times 3 = 9 \text{ (m/s)}$

当 $t_8 = 8 \text{ s}$ 时, 因汽车在 7.5 s 时其速度已为零, 那么 8 s 时速度为 $v_8 = 0$

答: 刹车后 3 s 汽车的速度为 9 m/s, 8 s 时速度为 0.

如果盲目代入 $t = 8 \text{ s}$, 那么计算得速度为负值, 即与初速度方向相反, 这对于汽车刹车的物理过程讲是没有意义的.

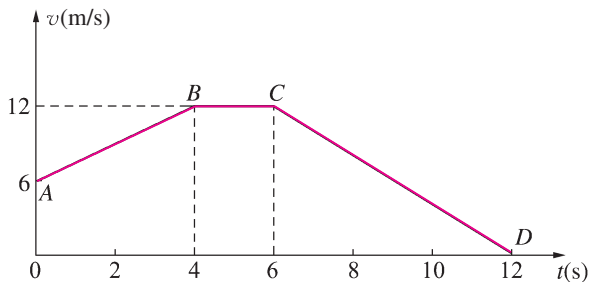
例 2 图 1-13 表示某质点运动的 $v-t$ 图, 试求出该质点在 2 s 末、5 s 末和 10 s 末的速度大小.

分析: 利用 $v-t$ 图求速度有两种方法: (1) 直接从图上找出所求时刻对应的纵坐标, 即得对应的速度值; (2) 根据图线求出加速度, 利用速度公式算出所求时刻的速度. 下面用计算法求解.

解: 质点的运动分为三个阶段:

AB 段(0~4 s)质点做初速度 $v_0 = 6 \text{ m/s}$ 的匀加速运动, 由 4 s 内的速度变化得加速度:

$$a = \frac{v_4 - v_0}{t} = \frac{12 - 6}{4} = 1.5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

图 1-13 某质点运动的 $v-t$ 图

2 s 末的速度大小为: $v_2 = v_0 + at = 6 + 1.5 \times 2 = 9$ (m/s)

BC 段(4~6 s)质点以 4 s 末的速度($v_4 = 12$ m/s)做匀速直线运动.

所以 5 s 末的速度大小: $v_5 = 12$ (m/s)

CD 段(6~12 s)质点以 6 s 末的速度(即匀速运动的速度)为初速度做匀减速运动. 由 6 s 内的速度变化得加速度:

$$a' = \frac{v_{12} - v_6}{t} = \frac{0 - 12}{6} = -2 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

因所求的 10 s 末是减速运动开始后经时间 $t' = 4$ s 的时刻, 所以 10 s 末的速度大小为:

$$v_{10} = v_0 + at = 12 - 4 \times 2 = 4 \text{ (m/s)}$$

答: 质点在 2 s 末、5 s 末和 10 s 末的速度大小分别为 9 m/s、12 m/s、4 m/s.

说明: 匀变速运动速度公式的普遍表达式是: $v_t = v_0 + at$. 使用中应注意不同运动阶段的初速度和所对应的时间.

例 3 以 6 m/s 速度运行的汽车沿山路加速下行, 加速度的大小为 2 m/s², 求: (1) 3 s 末汽车的速度; (2) 3 s 内汽车的位移; (3) 第 3 s 内汽车的位移.

已知: $v_0 = 6$ m/s, $a = 2$ m/s², $t = 3$ s.

求: v_3 、 s_3 和 $s_{\text{第3 s}}$.

解: (1) $v_t = v_0 + at$ $v_3 = v_0 + a \times 3 = 6 + 2 \times 3 = 12$ (m/s)

$$(2) s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad s_3 = v_0 t_3 + \frac{1}{2} at_3^2 = 6 \times 3 + \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 27 \text{ (m)}$$

$$(3) s_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} at_2^2 = 6 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 16 \text{ (m)}$$

$$s_{\text{第3 s}} = s_3 - s_2 = 27 - 16 = 11 \text{ (m)}$$

答: 3 s 末汽车的速度为 12 m/s, 3 s 内汽车的位移为 27 m, 第 3 s 内汽车的位移为 11 m.

知识拓展

自由落体运动

自由落体运动: 物体只在重力作用下由静止开始下落的运动. 在有空气的空间里, 如果空气的阻力作用比较小, 可以忽略, 物体的下落运动也可以近似看做是自由落体运动.

自由落体运动的性质: 初速度为零的匀加速直线运动.

利用自由落体运动(小球)的频闪照相的照片(图 1-14):照片上相邻的像是相隔同样的时间拍摄的,通过每隔一秒的位移大小分析,可以得出结论:自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动,而且在同一地点,一切物体做自由落体运动的加速度都相同,这个加速度叫自由落体加速度,也叫重力加速度,通常用 g 表示. g 值随纬度的增加而稍有增加,通常 g 值取 9.8 m/s^2 ,有时粗略计算也取 10 m/s^2 , g 的方向竖直向下.

自由落体运动的规律:既然自由落体运动是初速度为 0,加速度为 g 的匀加速直线运动,其速度公式,位移公式以及位移速度公式就可由初速度为零的匀变速直线运动公式推出,只需将其中的 a 以 g 代入; s 以 h 代入(竖直方向的位移一般用 h 表示).

$$v_t = gt \quad (\text{公式 1-8})$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (\text{公式 1-9})$$

注意: 式中的 t 和 h 都是从最高点算起的.

例 1 物体从某一高处自由下落,经过 1.5 s 达到地面,求:(1) 着地瞬间的速度;(2) 物体从多高处落下的?

已知: $t = 1.5 \text{ s}$.

求: v_t 和 h .

解: $v_t = gt = 10 \times 1.5 = 15 (\text{m/s})$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1.5^2 = 11.25 (\text{m})$$

答: 着地瞬间的速度为 15 m/s. 物体是从 11.25 m 的高处落下的.

结果分析: 物体从越高的地方自由下落着地时的速度就越大. 因为在下落过程中物体的速度每一秒内将增加 10 m/s.



图 1-14 自由落体频闪照片

珍爱生命,安全行车

随着人们生活水平的提高,越来越多的汽车进入家庭.但由此引发的交通问题却越来越多,交通事故频繁发生,极大地威胁人们的生命和财产安全.在诸多的交通事故中,有部分是驾驶员自身造成的,另一部分与道路和交通设施情况及驾驶员素质有关系.下面我们 from 物理角度,运用匀变速直线运动规律来研究汽车行驶安全问题.从后车的运动角度分析,造成“追尾”事故的原因主要有以下几方面:① 车速过快;② 车距太短;③ 司机反应迟钝;④ 车的制动性能较差;⑤ 能见度低;⑥ 酒后开车;⑦ 疲劳驾车;⑧ 注意力不集中;⑨ 道路太差;⑩ 超载.

有些情况下,如果司机要能及时刹车减速,那么就可避免一些追尾、碰撞等交通事故.常见汽车行驶中的安全问题:

(1) 反应时间:是指日常生活中,人的反应灵敏程度,即人从发现情况或听到指令到采取相应的行动所经过的时间.通常驾驶员的反应时间与其注意力集中程度、驾驶经验和体力状态有关,一般为 0.5~1.5 s,酒后驾车的反应时间至少为正常情况下的 2~3 倍.

(2) 反应距离、刹车距离、停车距离、安全距离。

在行驶的汽车中,驾驶员发现前方有危险时,必须先经过一段反应时间后,才作出刹车动作,在反应时间内汽车以原来的速度行驶的距离叫做反应距离。反应距离取决于反应时间长短和汽车速度大小。

刹车距离就是汽车从制动开始到停下来做匀减速运动通过的距离,汽车的刹车距离取决于汽车的行驶速度大小和汽车轮胎与路面的摩擦情况;停车距离就是反应距离和刹车距离之和,停车距离的长短应由反应距离和刹车距离来决定。

在《驾驶员守则》中安全距离应该是大于一般情况下的停车距离,所以驾驶员还应根据具体路面情况、汽车行驶速度、自己的反应时间,结合自己的经验去估算安全距离的大小。

例如:一辆性能良好的“上海大众”轿车在高速公路上行驶的速度为 108 km/h,若驾驶员发现前方 70 m 处发生了交通事故,马上紧急刹车,汽车以恒定的加速度经过 4 s 才停下来,如果驾驶员看到交通事故时的反应时间是 0.5 s,该汽车是否有安全问题?

分析:该汽车的实际运动可分为两部分:当驾驶员发现前方有交通事故时,在反应时间内,车以原来速度做匀速直线运动;刹车后,汽车做匀减速直线运动,所以,汽车的刹车过程中先后做两种不同的运动,行驶的安全距离等于两部分距离之和。

解答:在驾驶员刹车前,汽车做匀速直线运动,刹车后汽车做匀减速直线运动。汽车做匀速直线运动的位移为: $s = vt = \frac{108 \times 1000}{3600} \times 0.5 = 15(\text{m})$

由加速度公式可得,汽车刹车过程中的加速度为: $a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 30}{4} = -7.5(\text{m/s}^2)$

汽车做匀减速直线运动的位移为: $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 30 \times 4 + \frac{1}{2} \times (-7.5) \times 4^2 = 60(\text{m})$

汽车停下的实际位移为: $s = 15 + 60 = 75(\text{m}) > 70(\text{m})$

由于前方距离只有 70 m,所以会有安全问题。



知识聚焦

描述运动的物理量:

1. 速度

平均速度——物体的位移与所用时间之比。对于匀速直线运动这既是它的平均速度,也是它的瞬时速度,物体每时每刻的速度都相等。对于变速直线运动,考察运动过程的不同时间,所得的平均速度也不同。

瞬时速度——物体在任一时刻或任一位置时的速度。瞬时速度对物体的运动描述更为精确。做匀速直线运动的物体瞬时速度保持不变。变速直线运动的物体瞬时速度时刻改变。可以利用速度-时间轴表示速度的变化。

2. 加速度

速度的变化与所用的时间之比。它不仅取决于速度的变化,还取决于速度变化所用时间。匀速直线运动的加速度为零。匀变速直线运动的加速度为一恒定的值。



3. 直线运动规律

对于一般的变速直线运动有：

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

对于匀变速直线运动(a 为常数)有：

瞬时速度公式：

$$v_t = v_0 + at$$

位移公式：

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

图书在版编目(CIP)数据

物理 / 谢智娟主编. —南京:江苏教育出版社,
2012.8(2022.8重印)

全国高职高专卫生类专业规划教材

ISBN 978-7-5499-1748-8

I. ①物… II. ①谢… III. ①物理学—高等职业教育—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 086512 号

“十二五”职业教育国家规划教材

书 名 物理

主 编 谢智娟
责任编辑 刘蓉蓉
出版发行 江苏教育出版社
地 址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编:210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.fhmooc.com>
印 刷 天津市蓟县宏图印务有限公司
厂 址 天津市蓟县天津专用汽车产业园福山大道 14 号
电 话 022-29140509
开 本 787 毫米×1 092 毫米 1/16
印 张 13.25
版次印次 2012 年 8 月第 1 版 2022 年 8 月第 17 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5499-1748-8
定 价 39.80 元
批发电话 025-83658831
盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向当地经销商申请调换
提供盗版线索者给予重奖