

物 理 学

(试 用 教 材)

山 西 医 学 院

一九七三年八月

救死扶傷
實事求是

革命的人道主義

朱東

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

路线是个纲，纲举目张。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高。

一九七三年八月

说 明

遵照伟大领袖毛主席关于“路线是个纲，纲举目张”和“教材要彻底改革”的教导，我们在党的领导下，以批修整风为纲，深入批判刘少奇一类骗子的反革命修正主义路线的极右实质，清除其恶劣影响，推动我院教育革命向纵深发展。经过一年教学实践，在总结过去编写教材的经验教训的基础上，再次编写出《物理学》试用教材。《物理学》试用教材的编写，是为了便于工农兵学员自学。但是，由于我们对马、列和毛主席哲学著作学的不好，调查研究的不够，祖国医学知识浅薄，业务知识不全面，编写时间仓促等，肯定存在不少缺点和错误。列宁指出：“差别只存在于已经认识的东西和尚未认识的东西之间”，“我们应该辩证地思考，也就是说，不要以为我们的认识是一成不变的，而要去分析怎样从不知到知，怎样从不完全的不确切的知識，到比较完全比较确切的知識。”殷切希望同志们和同学们提出批评和指正，我们将遵照伟大领袖毛主席关于“实践、认识、再实践、再认识”的教导，在教育革命的实践中不断改进、充实和提高。

山西医学院教材编写小组

一九七三年八月

目 录

绪 论	(1)
§1 物理学研究的对象及内容	(1)
§2 物理学与医学的关系	(2)
§3 学习物理学应注意的问题	(3)
第一篇 力学	(5)
第一章 直线运动和力	(6)
§1 匀速直线运动 速度	(6)
§2 变速直线运动	(7)
§3 匀变速直线运动 加速度	(9)
§4 自由落体运动	(12)
§5 惯性定律——牛顿第一定律	(13)
§6 运动定律——牛顿第二定律	(13)
§7 力的合成	(17)
§8 作用与反作用定律——牛顿第三定律	(20)
第二章 功和能	(22)
§1 功和功率	(22)
§2 能量	(24)
§3 动能 动能定理	(25)
§4 势能	(26)
§5 能量转化和守恒定律	(28)
第三章 流体(包括气体和液体)	(32)
§1 压力与压强	(32)
§2 静止液体的压强	(32)
§3 气体压强	(34)
§4 液体的流动	(35)
§5 实际液体的流动和血液循环	(38)
第四章 振动 波 声	(40)
§1 振动	(40)
§2 自由振动 共振	(41)
§3 振动在物体里的传播——波	(42)
§4 声	(45)
第二篇 热学	(48)
第五章 热学	(48)

§1 热与分子的运动	(48)
§2 温度、温度的测量及温度的控制	(50)
§3 热的传递	(52)
§4 热量和比热	(54)
§5 热功当量和能量守恒	(55)
第三篇 电学	(58)
第六章 直流电	(58)
§1 电荷	(58)
§2 电场	(58)
§3 电位能 电位 电位差	(60)
§4 电流 电流强度	(61)
§5 一段电路的欧姆定律 电阻	(62)
§6 导体的串联	(64)
§7 导体的并联	(65)
§8 电流的功和功率 焦耳—楞次定律	(67)
§9 电源的电动势	(69)
§10 全电路的欧姆定律	(70)
第七章 电磁现象和交流电	(72)
§1 磁和磁场	(72)
§2 电流的磁效应	(74)
§3 电磁铁	(75)
§4 电磁感应	(75)
§5 感应圈	(76)
§6 交流电	(77)
§7 变压器	(79)
§8 电磁场和电磁波	(80)
第八章 电子学基础知识	(81)
§1 二极管电子管及整流	(81)
§2 三极管电子管及放大	(83)
第九章 半导体	(85)
§1 什么是半导体	(85)
§2 半导体的导电特性	(85)
§3 电子导电 空穴导电	(85)
§4 n型半导体 p型半导体	(86)
§5 P—N结的形成	(87)
§6 P—N结的单向导电性能	(87)
§7 二极管整流电路	(88)
第四篇 光学	(91)
第十章 在两种媒质的界面上的光现象	(92)

§1 光的反射定律	(92)
§2 平面镜成像	(93)
§3 光的折射规律	(93)
§4 通过两面平行的透明板的光线	(95)
§5 光的全反射	(96)
第十一章 透镜和透镜成像	(98)
§1 透镜	(98)
§2 凸透镜成像及其作图法	(100)
§3 凸透镜成像公式	(101)
§4 凹透镜成像	(103)
第十二章 光学仪器 (眼睛和显微镜)	(104)
§1 眼睛的光学结构	(104)
§2 眼睛的缺陷及其矫正	(105)
§3 显微镜	(107)
第十三章 光的色散 光谱 红外线 紫外线	(109)
§1 色散和光谱	(109)
§2 紫外线和红外线	(110)
第五篇 原子物理	(111)
第十四章 原子结构	(111)
§1 原子结构	(111)
§2 原子核结构	(112)
第十五章 X 射线	(114)
§1 X 射线的产生	(114)
§2 X 射线的性质	(114)
§3 连续 X 射线和韧致辐射	(115)
§4 X 射线的吸收	(116)
第十六章 放射性同位素	(118)
§1 原子核的天然蜕变	(118)
§2 元素的人工蜕变 人工放射性	(119)
§3 蜕变规律	(120)
§4 放射性强度	(121)
§5 射线和物质的相互作用	(121)
§6 探测射线的方法	(122)
§7 剂量	(123)
§8 放射性同位素在医学上的应用	(124)

绪 论

§1 物理学研究的对象及内容

毛主席指出：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。因此，对于某一现象的领域所特有的某一种矛盾的研究，就构成某一门科学的对象。”

物理学是研究什么的呢？这一问题，在科学史的不同阶段上有着不完全相同的答案。在古希腊文明时代，科学还没有分类，物理学就是全部自然科学（希腊文物理学的原义就是自然科学）。后来，随着科学的发展，许多科学部门（如天文学、化学、地质学……等等）都陆续分出去了。另一方面，有些曾经属于其他科学的研究对象又转到物理学的范围里面来了（如晶体结构本来是矿物学的研究对象，现在却成了晶体物理学的主要内容了）。此外，随着科学的发展，又出现了许多和物理学有直接关系的所谓的“边缘科学”（如化学物理学、生物物理学等）。物理学研究的对象和范围随着科学的发展而不断变化。因此，要十分明确地指出物理学的研究对象和范围是有困难的。一般说来，物理学是研究物质运动最基本、最普遍的形态的科学。具体说来，物理学主要是研究物质的力、热、声、光、电等性质及原子内部的微观运动过程。

辩证唯物主义认为：世界是物质的，物质是不断地在运动着的，世界上除了运动着的物质，什么也没有。运动着的物质是不依赖我们的意识而存在的。物质和运动是不可分的，没有运动的物质和没有物质的运动都是不可思议的。整个宇宙，从宏观世界，到微观世界；从地球、太阳乃至各大星系，从分子、原子乃至电子，无一不处在永不停息的运动变化之中。物质的形态是多种多样的，同物质不可分的运动的形式，也是多种多样的。各种运动形式是可以相互转化的。但是，运动是绝对的、永恒的，也就是说，运动是不能被创造或被消灭的，它只能从一种形式转化为另一种形式。

辩证唯物主义还认为：空间和时间是运动着的物质的存在形式，物质是在空间和时间中运动着的，运动着的物质不能离开空间和时间形式而存在；同样，空间和时间也不能脱离运动着的物质。当我们说一物体在运动，同时必然联系到它在某一时间所处的空间位置。离开空间和时间，物质和物质运动是不可理解的。反之，当我们谈空间和时间时，离开物体和物体相互位置，离开物质的发展运动，空间和时间也是不可理解的。例如：当我们说空间时，总要涉及到物体的体积或物体的相互位置；当我们说时间时，总是要涉及物质的发展运动（如生物的生长，星球的运动）。

物质在空间和时间中永恒地运动着，而物质的运动是有它自己的规律性的。无论地球绕

太阳运动或电子在原子核外运动，都是有一定规律性的。分子热运动表面上是无规律的，实际上也是受内在的规律性支配的，如气体分子运动，其结果总是从密度大向密度小的方向扩散。物质运动的规律和物质本身一样，是不依人的意志为转移的。正是因为物质运动是有规律的，所以使我们有可能认识世界。科学研究的任务就是通过实践从客观事物中发现它本身固有的规律性，拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。列宁说：“当我们不知道自然规律的时候，自然规律是在我们的意识之外独立地存在着并起着作用，使我们成为‘盲目的必然性’的奴隶。一经我们认识了这种不依赖于我们的意志和我们的意识而起着作用的（马克思把这点重述了千百次）规律，我们就成为自然界的主人。”

§ 2 物理学与医学的关系

前面已经说过，世界上除了运动着的物质，什么也没有。而物理学所研究的物质运动形态又具有最基本、最普遍的性质。因此，可以说物理学是一切自然科学的基础，同样也是医学所必需的基础。

医学是以人体作为研究对象的，人类是生物发展的高级阶段，在结构和机能上都非常复杂。生命本身就是非常复杂的物质矛盾运动过程，但是，无论运动形态如何复杂，都要从物质和物质运动来理解，否则，就会陷入唯心主义。人和其他生物不同，人具有思想。无疑思维活动是最高级最复杂的运动形态。然而，正如恩格斯所指出的：“运动是物质的存在形式、物质的固有属性，它包括宇宙中所发生的一切变化和过程，从简单的位置变动起直到思维止。”又说：“有机的生命没有机械的、分子的、化学的、热的、电的等等变化是不可能的。”既然人体生理过程也是物质运动过程，那么它也就必然不能脱离物质运动的基本的、普遍的规律。例如：人体的代谢过程无论如何复杂，如何变化，总是要服从能量守恒和转换定律的。

显然，不掌握物理学的基本规律是无法深入了解医学所研究的生命现象的。

但是，还必须指出，虽然复杂的生物过程都包含着基本的普遍的物理过程，然而绝对不能把复杂的生物过程简单地归结为理化过程。生物过程与理化过程除了有相联系的一方面，又有其本质区别的一方面，也就是说生物过程有其特殊的运动形态，有其特殊的矛盾性。正如恩格斯所说：“生理学当然是有生命的物体的物理学，特别是它的化学，但同时它又不再专门是化学，因为一方面它的活动领域被限制了，另一方面它在这里又升到了更高的阶段。”

物理学对医学的意义还体现在另外一个方面：物理学技术和方法在医学研究及医疗实践中愈来愈广泛地使用。光学显微镜和X射线对医学的贡献是大家早已熟知的了。此外，我们还可以举出电子显微镜和各种仪器分析方法在医学研究中的应用，心电图、脑电图在诊断方面的应用，超声波及高频电磁波在治疗方面的应用以及放射性同位素和电子技术在各方面的应用等等。半导体医疗仪器的广泛采用对医疗面向农村提供了有利的条件。近年来发展起来的激光技术已开始应用到医学领域。可以这样说，物理学的每一个新的发现或技术发展到每一个新阶段，都会为医学的发展提供有利条件。随着社会主义建设事业的不断发展，随着物理学和医学的不断发展，物理学在医学中应用的领域将越来越广阔。

综上所述，物理学和医学的关系可归纳为两个方面：物理学知识是深入了解人体生理过程和病理过程不可缺少的基础；物理学所提供的方法和技术为医学研究、治疗及诊断不断开

辟新的途径。

所以，物理学是医学的一门一般基础课程，它为学员学习医学基础课和专业课打下必要的基础，也为学员今后从事医务工作打下一定的物理基础。

§ 3 学习物理学应注意的问题

毛主席在“实践论”里指出：“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系；……”全部自然科学可以说是广大劳动人民长期和自然斗争的科学总结。同样，物理学也是人们通过生产斗争、科学实验所揭示出的自然界一般规律的概括和总结。

世界上任何一种事物或现象都是和周围的条件密切联系着的，孤立的事物、现象是没有的。离开事物、现象之间的联系就无从察觉事物的运动、变化和发展。位置的移动是运动的最简单的形态，某一物体的位置移动就是它和周围物体的空间联系的变化。位置就是一种联系。脱离了与周围物体的联系就不能确定一个物体的位置，也就无从说明位置的变化。最简单的运动形态尚且如此，对复杂的运动形态说来，如果离开了联系的观点，就更无法理解了。自然现象是非常错综复杂的，影响一现象的条件和因素往往是很多的。但是，各种条件和因素对某一现象的影响和作用不是一样的。在诸因素中有的是重要的、决定性的、本质的，而有的是次要的、非本质的。为揭露某一现象或过程的本质，在研究中常常把一些非主要因素忽略掉，使问题得到简化，这种方法叫做科学的抽象。例如：物理学中常用的没有形状大小的质点、没有摩擦的滑车，不会形变的刚体、没有分子力作用的理想气体、没有内摩擦和不可压缩的理想液体、没有衍射的光线……等等所谓“理想模型”。经过科学的抽象总结出的物理定律，虽然对某一具体的现象来说只是近似的，但是，它抓住了某一现象或过程的实质，因而更有普遍的意义。正如列宁所说的：“一切科学的（正确的、郑重的、非瞎说的）抽象，都更深刻、更正确、更完全地反映着自然。”

物理定律是人们通过生产斗争和科学实验总结出来的，又经过实践检验的，所以它是可靠的。然而，物质是无限的，物质的存在形式——空间和时间也是无限的，物质在无限的空间和时间中永恒地运动着、发展着，人们对客观世界的认识总是在一定条件下进行的，所以这种认识总是相对的。正如毛主席所指出的：“在绝对的总的宇宙发展过程中，各个具体过程的发展都是相对的，因而在绝对真理的长河中，人们对于在各个一定发展阶段上的具体过程的认识只具有相对的真理性。”科学的发展进程充分证明了这一点。今天虽然可借助射电望远镜观察到距地球一百亿光年的星系，但是这也不是宇宙的边缘，宇宙是没有边缘的。在微观世界，虽然人们已经掌握了原子乃至原子核内部的结构，但是这种认识并没有完结。列宁早就指出：“电子和原子一样，也是不可穷尽的；……。”又说：“物理学的定律和物理理论不是什么不可动摇的、一成不变的东西。它们只代表人类认识自然的某一阶段，代表着在特定的历史时期中已知现象与积累起来的实践的总结。”任何定理定律总是有条件的、相对的。在一定条件下是对的，超出这个条件就不适用了，甚至出现谬误。如物体的质量和大小与运动速度无关，只是在速度不太大（相对光速而言）的情况下是正确的，超出这个范围就不正确了；说光是直线传播的，也只有在透光的孔径不太小（相对光的波长而言）的情况下才是正确的。我们在应用物理定律解决问题时，一定要注意它适用的范围，它在什么条件

下才是正确的。

毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”我们在学习任何一门科学时，一定要有一个发展的观点。

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

我们不知道

第一篇 力学 第一章

客观世界是处于永恒的运动之中。物质运动有各种各样的形式，如声、光、热、电等等。在物质的各种运动形式中，最简单而又最基本的一种是机械运动。

当物体只有位置的变化（如移动、转动）时，这种运动形式就叫做机械运动。我们这一部分只讨论运动速度比较小的情况下机械运动的基本规律。

“运动是物质的存在方式。无论何时何地，都没有也不可能有没有运动的物质。……任何静止、任何平衡都只是相对的，只有对这种或那种确定的运动形式来说才是有意义的。例如，某一物体在地球上可以处于机械的平衡，即处于力学意义上的静止；这绝不妨碍这一物体参加地球的运动和整个太阳系的运动，同样也不妨碍它的最小的物理粒子去实现由它的温度所造成的振动，不妨碍它的物质原子去经历化学的过程。”

因为静止只有相对的意义，为了描述物体的运动，就必须选择其它假定不动的物体做为标准，通常我们是以地面为标准来研究物体在地球上的运动。如我们说房子是静止的，这是因为我们用地面做标准，是假定地球不动的。然而地球本身有自转和公转，地上的房子自然也就随着地球运动。毛主席在“送瘟神”一诗中写道“坐地日行八万里”，坐地看起来是静止的，但又日行八万里，就是因为地球自转了一周，坐着的人随地球转动了八万里。又如把机器放在货车车厢里，火车开动后，站在路旁的人看机器随火车而运动，这是因为路旁的人以地面为标准；但是车厢里的人看机器却又是静止的，这是因为他是以放机器的车厢为标准的缘故。由此看来，如果所选择的标准不同，对同一物体的运动描述就不同，这一事实称为机械运动描述的相对性。

机械运动的实际情况是多种多样的，为了便于研究物体的运动，我们有时可以把物体看作“质点”。如果一个物体的大小和形状在所研究的问题中可以忽略不计，那末这一物体就可视为质点。例如地球是直径为12700公里的大物体，但是地球直径和地球到太阳的距离150000000公里比较起来，又是一个很小的量，在讨论地球绕太阳公转时地球的大小形状不起什么作用，这时就可以把地球当作一个质点。但是如果讨论地球自转就要考虑地球的大小形状，这时就不能把地球当作质点了。

第一章 直线运动和力

§1 匀速直线运动、速度

一个运动的物体在一段时间里要经过一定的路程。

物体运动有快有慢，例如运动会比赛短跑同样是 100 米的路程，甲运动员用 10 秒钟跑完，乙运动员用 12 秒钟跑完，我们说甲比乙跑得快。又如从同一地点同时向同一个方向开出的飞机，火车和马车，半小时后飞机走的路程最长，马车走的路程最短，我们说飞机最快，马车最慢。物理学中用“速度”这个概念来说明物体运动的快慢程度。物体运动得越快它的速度就越大。

由前面两个例子可以看出，运动的速度是和运动的路程与走过这段路程所用的时间这两个量有关的。走完同样的路程用的时间越少，运动得越快，速度就越大。从另一方面来说，在相同的时间里走过的路程越长，运动得越快，速度就越大；路程越短，运动得越慢，速度就越小。

在比较速度的时候，为了方便，一般是用物体在相等的时间里所经过的路程来判定的。

一、匀速直线运动

物体在一直线上运动，如果它的速度大小始终不变，我们说这物体做匀速直线运动。

火车在两个车站中间的一段平直轨道上的运动可认为是匀速直线运动。

工厂里传送带上的物体的运动是匀速运动。做匀速运动的物体在任何相等的时间里所经过的路程相等。

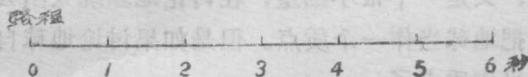


图 1—1 匀速运动

如图 1—1 所示，物体在每一秒钟的时间里走完相同的路程。

二、匀速直线运动的速度和速度的单位

匀速运动的速度就是在单位时间内（1 小时 1 分钟或 1 秒钟）物体走过的路程。

例如工厂中的传送带在 5 秒钟内把物体传送 7.5 米，传送带所传送的物体的速度：

$$\text{速度} = \frac{7.5 \text{ 米}}{5 \text{ 秒}} = 1.5 \text{ 米/秒}, \quad \text{即速度为每秒 } 1.5 \text{ 米。}$$

如果用 S 代表路程， t 代表经过这段路程所用的时间， V 代表速度，那末在单位时间内物体所经过的路程也就是物体的速度

$$V = \frac{S}{t} \quad (1-1)$$

$$\text{或 } S = V \cdot t \quad (1-2)$$

利用式 1-2 可求出以速度 V 做匀速运动的物体在 t 秒内所走过的路程。

速度的单位由路程和时间的单位来确定。如上例中路程用米做单位，时间用秒做单位则速度单位用米/秒表示。此外还有厘米/秒、公里/小时、公里/秒等单位。应用公式解题时要注意单位的选择。

〔例题〕 北京到天津的距离是 144 公里，一列火车从北京开到天津用了 2 小时（假定火车做匀速运动）计算列车的速度是多少米/秒。

解： $S = 144 \text{ 公里} = 144000 \text{ 米}$

$$t = 2 \text{ 小时} = 2 \times 60 \times 60 \text{ 秒} = 7200 \text{ 秒}$$

$$V = \frac{S}{t} = \frac{144000 \text{ 米}}{7200 \text{ 秒}} = 20 \text{ 米/秒}$$

三、速度是矢量

只用量值并不能把速度的意义完全表示出来，如只知道速度大小不能知道物体向哪里运动，所以速度要有方向。

在物理学上，凡是需要同时用量值和方向才能确定的量叫做矢量。速度就是矢量，力也是矢量。只用量值就能确定的量如长度、温度、热量等叫做标量。

速度可以用图来表示。例如一个质点 A 的速度，大小为 7 厘米/秒，方向是水平从左向右。可以由下图表示

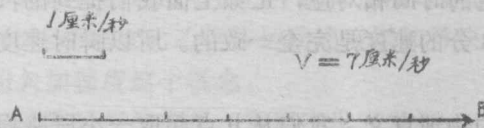


图 1-2 7 厘米/秒的速度图

§ 2 变速直线运动

实际运动中，物体的速度常常是在变化的。火车、汽车从车站开出后速度慢慢增加；快到车站时速度又慢慢减低直到停止。

这种速度随时间改变的运动叫变速运动，在直线上的变速运动叫做变速直线运动。

路程

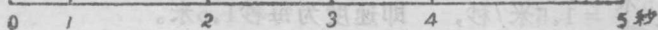


图 1—3 变速运动

一、平均速度

变速运动中，速度大小随着时间而改变，这时如我们以物体运动所用的时间去去除它在这段时间里所经过的路程，这样得出来的速度叫做这段路程或这段时间里的平均速度，平均速度用 $\bar{v}$ 表示即 $\bar{v} = \frac{S}{t}$ 如火车从太原到北京路程为 540 公里，运行时间为 9 小时，这火车的平均速度 $\bar{v} = \frac{540 \text{ 公里}}{9 \text{ 小时}} = 60 \text{ 公里/小时}$ ，而火车实际的速度有时低于 60 公里/小时，有时高于 60 公里/小时。

如果知道了运动的平均速度和运动的时间就能求出在这段时间里运动的路程：

$$S = \bar{v} \cdot t$$

(1—3)

二、瞬时速度

平均速度只能说明一段路程中物体运动的平均快慢程度，不能说明在这路程中物体运动到各个不同位置或运动中不同时刻的快慢程度。

现有一汽车在公路上行驶（图 1—4）8 时整通过 A 点，8 时 3 分通过 B 点，8 时 5 分

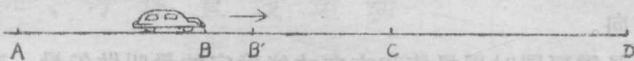


图 1—4 汽车的瞬时速度

通过 C 点，8 时 10 分通过 D 点。汽车通过 A、B、C、D 各点行驶的快慢是不一样的，也就是说速度是不同的，我们把运动物体通过某一位置的速度叫做该物体在这个位置的瞬时速度。由于一定的位置总是与一定的时间相对应，正如上面我们提到的汽车在 8 时 3 分在 B 点，也就是说 B 点的速度和 8 时 3 分的速度是完全一致的。所以瞬时速度也可说成是某一时刻的速度。

现在来讨论瞬时速度的物理意义。我们从 B 点起取一小段路程 $\Delta S = BB'$ 测得汽车通过这一小段路程所用的时间 Δt 就可求出汽车在 BB' 这一小段路程里的平均速度。这个平均速度并不等于 B 点的速度，但却接近于 B 点的速度。很明显，我们取的 ΔS 越短，这一小段的平均速度就越接近于 B 点的瞬时速度。我们把 ΔS 取得很短很短，通过这小段路程所用的时间 Δt 也就相应的很短很短，以至于接近于零，这时我们用 Δt 去除 ΔS 得出的这一小段内的平均速度就是汽车通过 B 点的瞬时速度。

在变速运动中速度是随时间变的，因此说明瞬时速度时应当指出是哪一位置（或哪一时刻）的瞬时速度。

平时我们说哪个位置或哪个时刻的速度都是指的这个位置或这个时刻的瞬时速度。如果笼统地说这段路程的速度，这就是说认为物体做匀速运动或是指物体的平均速度。

§ 3 匀变速直线运动 加速度

一、匀变速直线运动的加速度

如图 1—5 所示，使小车从斜坡上滑下，距离 $a a_1$ ，是小车在第一秒内通过的路程， $a_1 a_2$ 是它在第二秒内通过的路程， $a_2 a_3$ 是它在第三秒内通过的路程……。可以看出小车下坡运动得越来越快，速度不断地增加。为了研究小车的速度变化规律，我们先要知道它在第一秒末、第二秒末、第三秒末的瞬时速度，结果我们发现小车的速度每秒钟增加相等的数值。

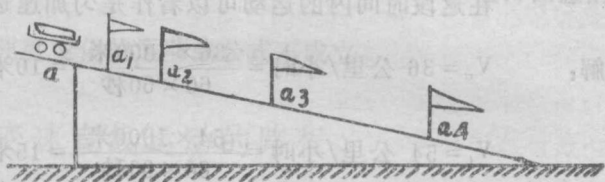


图 1—5 小车在每秒内通过的路程越来越长

在直线运动中，在任意相等的时间内，速度的改变都相等的运动叫做匀变速直线运动，或称匀加速直线运动。火车、汽车等，刚开动和将要停止前的运动都可看做匀变速运动。

设有两个匀变速直线运动的物体，它们的运动情况如下：

运 动 时 间 (t)	开 始	1 秒 末	2 秒 末	3 秒 末	...
甲物体运动速度 $V_{甲}$	0 米/秒	4 米/秒	8 米/秒	12 米/秒	...
乙物体运动速度 $V_{乙}$	0 米/秒	2 米/秒	4 米/秒	6 米/秒	...

分析比较甲、乙两物体运动情况可以看出：甲物体速度每秒钟增加 4 米/秒，乙物体速度每秒钟增加 2 米/秒，甲物体运动速度比乙物体运动速度增加得快，为了表示变速运动中速度改变的快慢程度，我们引入加速度这个概念。

“加速度”就是单位时间里速度的变化，常用字母 a 表示。

假设变速运动的初速度是 V_0 ，经过 t 秒钟以后速度变成了 V_t ，那末在 t 秒钟里速度的变化是 $V_t - V_0$ ；单位时间里速度的变化也就是 1 秒钟里速度的变化是 $\frac{V_t - V_0}{t}$ ，所以加速度

$$a = \frac{V_t - V_0}{t} \tag{1-4}$$

匀变速直线运动的速度如果是均匀增加的，也就是末速度大于初速度 ($V_t > V_0$)，加速度就是正值，如汽车在刚刚启动时就是这样；匀变速直线运动的速度如果是均匀减小的，

也就是说末速度小于初速度 ($V_t < V_0$)，加速度就是负值，如汽车、火车在将要停止前的运动就是如此。

加速度的单位可根据公式 $a = \frac{V_t - V_0}{t}$ 确定。

如果时间单位用秒，速度单位用厘米/秒，那末加速度的单位就是 $\frac{\text{厘米/秒}}{\text{秒}}$ 通常写作厘米/秒²。此外加速度的单位还有米/秒²、公里/秒²、公里/分²等等。

〔例题 1〕 火车原来的速度是36公里/小时，经过5分钟后速度增加到54公里/小时，火车在这段时间内的运动可以看作是匀加速运动，求它的加速度是多少米/秒²。

解： $V_0 = 36 \text{ 公里/小时} = \frac{36 \times 1000 \text{ 米}}{60 \times 60 \text{ 秒}} = 10 \text{ 米/秒}$

$$V_t = 54 \text{ 公里/小时} = \frac{54 \times 1000 \text{ 米}}{60 \times 60 \text{ 秒}} = 15 \text{ 米/秒}$$

$$t = 5 \text{ 分} = 300 \text{ 秒}$$

$$\therefore a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{15 \text{ 米/秒} - 10 \text{ 米/秒}}{300 \text{ 秒}} = 0.017 \text{ 米/秒}^2$$

〔例题 2〕 火车紧急刹车时，在14秒内速度从15米/秒减少到零，求它的加速度。

解： $V_0 = 15 \text{ 米/秒}$

$$V_t = 0 \text{ 米/秒}$$

$$t = 14 \text{ 秒}$$

$$\therefore a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{0 \text{ 米/秒} - 15 \text{ 米/秒}}{14} = -1.07 \text{ 米/秒}^2$$

负号表明火车的速度越来越慢。

二、匀变速直线运动的速度

由定义可知匀变速直线运动的加速度

$$a = \frac{V_t - V_0}{t}$$

如果我们知道了式中的加速度 a ，原来的速度 V_0 和从这时算起经过的时间 t ，就很容易计算经过时间 t 后那一时刻的速度 V_t 。

$$\therefore a = \frac{V_t - V_0}{t}$$

两边同乘以时间 t $a \cdot t = V_t - V_0$

移项可得 $V_t = V_0 + a \cdot t$ (1-5)

〔例题〕 火车原来在平直路上前进速度是10米/秒，后来它的运动变成了匀加速运动其加速度 $a = 0.05 \text{ 米/秒}^2$ 。求火车作匀加速运动1分钟末的速度是多少？

〔解〕 $V_0 = 10 \text{ 米/秒}$ $a = 0.05 \text{ 米/秒}^2$