

全国中等卫生学校试用教材

物理学

供医士、妇幼医士、护士、助产士、卫生医士、
放射医士、口腔医士、药剂士、检验士专业用

陕西人民出版社

全国中等卫生学校试用教材

物 理 学

(供医士、妇幼医士、护士、助产士、卫生医士
放射医士、口腔医士、药剂士、检验士专业用)

陕 西 人 民 出 版 社

编写说明

本书是由卫生部和陕西省卫生局组织有关高、中等医学院校共同编审的教材，供全国中等卫生学校三年制医士、妇幼医士、护士、助产士、卫生医士、放射医士、口腔医士、药剂士、检验士等九个专业试用。

考虑到九个专业的不同需要，编写内容偏多一些。理论部分可根据本专业的特点讲授52学时，实验部分可根据本校物理实验室的仪器、设备条件，在15项参考实验中选做10项（20学时）。为照顾各个理论单元均有实验相配合，建议在实验“五、六”，“七、八、九”，“十、十一”，“十三、十四”中各选一项。

参加编审的单位有：华山冶金医学专科学校、青岛医学专科学校、恩施医学专科学校、陕西省卫生学校、商洛地区卫生学校等。西安医学院物理教研组审稿。

由于编写时间仓促，编者水平有限，缺点和错误在所难免，欢迎批评指正。请各校师生在使用过程中及时提出宝贵意见，以便不断总结经验，进一步修订提高。

全国中等卫生学校试用教材《物理学》编写组

一九七九年三月

物 理 学

全国中等卫生学校试用教材《物理学》编写组

*

陕西人民出版社出版
陕西省印刷厂印刷
陕西省新华书店发行

*

开本787×1092 1/16 印张12.25 字数277,000
1979年8月西安第1版 1979年8月西安第1次印刷
印数1—130,000
书号：k7094·200 定价：0.92元

目 录

绪 论

§0—1 物理学的研究内容	(1)
§0—2 物理学研究方法	(2)
§0—3 物理学和医学的关系	(2)

第一章 直线运动

§1—1 加速度	(4)
§1—2 匀变速直线运动的速度公式	(5)
§1—3 匀变速直线运动的路程公式	(6)
§1—4 自由落体运动	(7)
习题一	(9)

第二章 力学的基本定律

§2—1 力的合成和分解	(11)
§2—2 牛顿第一定律	(12)
§2—3 牛顿第二定律	(13)
§2—4 力学单位制	(14)
§2—5 牛顿第三定律	(16)
§2—6 功和功率	(17)
§2—7 能量·动能和重力势能	(19)
§2—8 机械能转换和守恒定律	(20)
习题二	(21)

第三章 压强和液体的流动

§3—1 压力和压强	(23)
§3—2 正压和负压·压强计	(24)
§3—3 正压和负压在医学上的应用	(25)
§3—4 液体的流速和压强的关系	(26)
§3—5 液体的粘滞性	(28)
§3—6 颗粒在液体中的下降	(30)
§3—7 血液的流动	(31)
§3—8 血压计	(33)
习题三	(33)

第四章 振动和波

§4—1 振动	(35)
§4—2 波·横波和纵波	(36)
§4—3 波长和波速、频率的关系	(39)
习题四	(39)

第五章 声波和超声波	
§ 5—1 声波的产生和传播	(40)
§ 5—2 乐音和噪音	(41)
§ 5—3 乐音的特性	(42)
§ 5—4 超声波	(43)
习题五	(45)
第六章 气体的性质	
§ 6—1 分子运动论的基本概念	(46)
§ 6—2 温度·温标	(47)
§ 6—3 理想气体的状态方程	(49)
习题六	(50)
第七章 液体的表面现象	
§ 7—1 表面张力	(51)
§ 7—2 浸润和不浸润现象	(53)
§ 7—3 毛细现象	(54)
§ 7—4 气体栓塞	(55)
习题七	(56)
第八章 热和功	
§ 8—1 物体的内能·热量	(57)
§ 8—2 热功当量	(58)
§ 8—3 能量转换和守恒定律	(59)
§ 8—4 人体的能量转换和散热	(60)
习题八	(61)
第九章 湿 度	
§ 9—1 饱和汽和饱和汽压	(62)
§ 9—2 空气的绝对湿度和相对湿度	(63)
§ 9—3 干湿泡湿度计	(64)
习题九	(65)
第十章 静电学	
§ 10—1 电荷·库仑定律	(66)
§ 10—2 电场·电场强度	(67)
§ 10—3 电力线	(69)
§ 10—4 静电势能·电势	(70)
习题十	(73)
第十一章 直流电	
§ 11—1 电源的电阻和电动势·全电路欧姆定律	(74)
§ 11—2 制流和分压	(75)
§ 11—3 惠斯登电桥	(77)
§ 11—4 导体的电容·电容器	(78)
§ 11—5 电容器的充电和放电	(79)

习题十一	(80)
第十二章 电磁现象	
§ 12—1 磁现象和磁场	(81)
§ 12—2 磁感强度·磁通量	(82)
§ 12—3 电磁铁	(83)
§ 12—4 电流计·安培计·伏特计	(84)
§ 12—5 电磁感应现象和楞次定律	(86)
§ 12—6 法拉第定律·互感和自感	(88)
§ 12—7 感应圈	(90)
§ 12—8 磁疗法	(91)
习题十二	(92)
第十三章 交流电	
§ 13—1 交流电的产生及其电流和电压的有效值	(93)
§ 13—2 自感线圈及电容在交流电路中的作用	(95)
§ 13—3 变压器	(97)
习题十三	(99)
第十四章 电子技术基础	
§ 14—1 真空二极管的整流作用	(100)
§ 14—2 真空三极管的放大作用	(104)
§ 14—3 电磁振荡	(106)
§ 14—4 电子管振荡器及高频电疗机	(108)
§ 14—5 电磁波	(108)
§ 14—6 半导体	(110)
§ 14—7 P-N结·半导体二极管及其整流作用	(112)
§ 14—8 半导体三极管及其放大作用	(114)
习题十四	(116)
第十五章 物理光学	
§ 15—1 光的干涉和光的衍射	(117)
§ 15—2 光的偏振	(119)
§ 15—3 光的色散	(120)
§ 15—4 红外线和紫外线	(122)
§ 15—5 物体的颜色	(123)
§ 15—6 光的吸收	(124)
§ 15—7 光电效应和光子学说	(124)
§ 15—8 光的波粒二象性	(126)
习题十五	(126)
第十六章 原子结构	
§ 16—1 原子的核外结构	(127)
§ 16—2 X射线的性质	(129)
§ 16—3 X射线的发生装置	(130)

§ 16—4	X射线谱	(131)
§ 16—5	X射线的强度和硬度	(131)
§ 16—6	X射线的吸收和防护	(132)
§ 16—7	X射线的剂量	(133)
§ 16—8	X射线在医学上的应用	(133)
§ 16—9	激光的原理和特性	(134)
§ 16—10	激光器的构造	(136)
§ 16—11	激光在医学上的应用	(137)
习题十六		(138)
第十七章 原子核		
§ 17—1	原子核的组成	(140)
§ 17—2	结合能	(140)
§ 17—3	天然放射现象	(142)
§ 17—4	放射性蜕变的位移定则	(144)
§ 17—5	半衰期·放射性单位	(144)
§ 17—6	原子核的人为蜕变·人为放射现象	(145)
§ 17—7	放射性同位素在医学上的应用	(146)
§ 17—8	核的裂变·链式反应	(148)
§ 17—9	核的聚变·热核反应	(149)
习题十七		(150)
物理实验		
实验绪论		(152)
实验一	基本量度	(155)
实验二	两个成角度的力的合成	(156)
实验三	液体粘滞系数的测定	(157)
实验四	研究气体状态方程	(158)
实验五	测定固定的比热	(160)
实验六	测定相对湿度	(160)
实验七	验证欧姆定律	(161)
实验八	测定电池的电动势和内电阻	(162)
实验九	用惠斯登电桥测定电阻	(163)
实验十	验证右手法则和左手定则	(163)
实验十一	验证楞次定律	(165)
实验十二	照明电路的安装	(165)
实验十三	整流电路的安装	(166)
实验十四	半导体三极管的放大作用	(167)
实验十五	光电效应的观察	(168)
附 录		
附录 I	万用电表的使用方法	(171)
附录 II	示波器的使用方法	(173)

附录Ⅲ	半导体在医学上的应用·····	(176)
附录Ⅳ	物理量常用单位·····	(182)
附录Ⅴ	物理公式一览·····	(184)
附录Ⅵ	物理常数·····	(186)
附录Ⅶ	希腊字母·····	(187)

绪 论

§ 0—1 物理学的研究内容

物理学和其他自然科学一样，是研究自然界中物质运动的客观规律的。辩证唯物主义认为，自然界是由运动着的物质组成的。什么是物质呢？“物质是作用于我们的感觉器官而引起感觉的东西；物质是我们感觉到的客观实在。”例如土地、房屋、空气、水等都是物质；又如电、光、无线电辐射、X射线等，也都是物质。各种物质的具体形态尽管非常不同，但它们都是不依赖人的意识而客观存在的，并且能为人们所认识的。

物质和运动是不可分的。一切物质都在永恒不停的运动中。运动是物质存在的形式，是物质的固有属性。新陈代谢，吐故纳新，是有机体内物质世界的运动之一；冰融成水，水结成冰，水化成汽，汽凝成水等，是无机体内的物质世界的运动。物质和运动是不可分离的，没有不运动的物质，也没有非物质的运动。科学研究上的所谓“静止”，如静力学、静电学，都是相对于一定参照系来说的。动运是绝对的，静止是相对的。

物质的运动形式是多种多样的。就生命有机体来说，心脏跳动，血液流动，血管搏动等，这主要表现为机械运动；机体对物质的消化、吸收、合成以及对能量的吸收、传递、转换和利用等，这里包括着物理运动和化学运动过程；此外，还存在着生物有机体所特有的生命活动。人们认识物质，就是认识物质的运动形式。物理运动从总的方面来划分，可分成实物和场两种基本形态。实物包括分子、原子、电子、中子和质子等；场包括引力场、电磁场、介子场等。实际上，实物和场这两种基本形态是不可分割地联系在一起。例如，两个物体之间存在万有引力场；两个带电粒子之间存在电磁场；两个核子之间存在介子场等，实物之间的相互作用是通过场来传递的。

物质的各种运动形式间有着密切的联系，而又在本质上相互区别，在一定条件下会相互转化。例如热与分子的无规则运动相联系，磁与分子中电子的旋转和自旋相联系，光与分子、原子的电磁运动相联系；又如热运动可以转化为机械运动（热机），机械运动也可以转化为热运动（摩擦生热），电磁运动可以转化为机械运动（电动机），机械运动也可以转化为电磁运动（发电机）等。

高级运动形式与低级运动形式间也是相互联系、相互渗透，在一定条件下相互转化的。

物理学所研究的对象是物质运动的最简单的形式（力的、热的、电磁的等）和它们相互之间的转换。这种最简单的运动形态存在于一切高级的和较复杂的运动形态之中。例如，物理学中的万有引力定律和能量转换与守恒定律存在于自然界一切过程之中，不论它们是简单的或复杂的、有生命的或无生命的。但是，物理学所研究的运动形式决不能包括高级和复杂的运动形式，因此，不能单纯用物理的规律去说明生命现象。

§ 0—2 物理学研究方法

我们进行任何科学研究的时候，最初的步骤就是收集和积累资料，而资料的来源是通过观察与实验。所谓**观察就是对所要研究的现象就它在自然条件下加以观测**。例如研究天体运动就是采取这一种方法。所谓**实验就是在人为的条件下使现象重演并加以研究**。例如，我们可以在实验室内用人工控制的方法来研究气体压强、体积与温度三个量的变化关系。在进行观察和实验的时候，必须遵从一定的科学方法。

我们将观察和实验所得的结果进行分析和归纳，就得到物理学的定律。所以物理学定律不是别的，就是用文字或数学形式表达出来的物理现象之间的客观的内在联系及物理量之间实际存在的关系。

在物理学的某一范围内，已经积累了许多足够的材料，并且建立了若干定律的时候，人们就很自然地企图从较少的几条原理出发来提出物理学的理论。**理论就是根据已有的资料和定律加以整理概括后得出的更为广泛和系统化的知识**。科学的理论不仅能够解释已知事实，并且还能够预测新的事实、新的现象和新的规律。

物理学定律和理论的产生，时常要经过假说这一个阶段。**假说是指假设在某些现象之间有一定的某种关系存在**。在科学发展的过程中，时常出现一些为当时理论所不能解释的新的事实。这时候就需要按照已知的有限资料提出假说，来说明新的现象。任何假说是否正确，须要实验和观察加以证明。错误的假说将被推翻，不够正确的加以修正，直到最后所建立起来的定律更为正确。恩格斯十分强调假说在科学发展中所起的重要作用。他认为不经过假说阶段，正确的定律是不可能出现的。科学史上，许多事实都可以说明这个道理。例如在一定的实验基础上提出来的关于物质结构的分子、原子假说及其推导出来的结果，因为能够解释物质的气态、液态和固态的许多现象，所以就发展成为分子运动理论。如果没有物质结构的分子、原子假说，分子运动理论也就不会出现。

观察、实验、假说和理论是研究物理学所常用的方法。这种以观察和实验为基础的研究方法也就是马克思列宁主义唯物辩证法在科学研究上的具体表现。

从观察、实验、假说到理论，物理学的研究并没有完结。因为我们周围物质世界的运动规律虽然是可以认识的，但决不是一次的研究就能够完全认识的。因此，从实践得到的理论，必须回到实践中去检查并指导新的实践。总之，实践是检验真理的唯一标准。如果理论与实践发生矛盾，理论就将得到修正而逐渐趋于完善，有时甚至放弃旧的理论而在实践的基础上创立更能反映客观实在的新的理论。研究物理学正是遵循这一辩证唯物论的认识法则而不断发展不断前进的。

§ 0—3 物理学和医学的关系

由于物理学研究的内容带有普遍性，它就成为其它自然科学的基础。伟大革命导师恩格斯指出：“**有机生命不能没有机械的、分子的、化学的、热的、电的等等变化……**。”可见，人体内所发生的任何生命过程，不可能不和物理、化学过程相联系着。我们在讨论人体各种生理机能和病理过程方面，广泛的运用物理知识，所以物理学也是医学的基础。例如，理解血流、血压、人体内的能量转换和体内发声等，则需要压强、功、能和

声的物理知识；人体组织活动都伴随有电现象，没有一定的电学知识就很难理解心电、肌电和脑电的形成及传导等问题；眼是个完整的光学系统，要了解眼的光学性质和成像原理，必须具有光学知识。

物理学是医学的基础还表现在另外一方面，物理学技术和方法在医学研究及医疗实践中越来越广泛地使用。光学显微镜和X射线对医学的贡献是大家早已熟悉的了。除此之外，如超声波、心电图、脑电图、激光和放射性同位素等在诊断方面的应用日趋广泛；又如直流电疗、高频电疗、脉冲电疗、光疗及放射线治疗等都广泛的应用于医疗实践。因此，在我们学习医学基础课和临床课之前，学习一定的物理学基础知识是完全必要的。

(青岛医学专科学校 王福生)

第一章 直线运动

在自然界中，一个物体对于其他物体的位置的变化，叫做机械运动，通常所说的运动就是指机械运动而言的。

确定一个物体的运动，必须选择另一物体作为参考的标准，这被选作参考标准的物体叫做参照系。除特殊说明外，都是以地球为参照系的。

在研究物体运动时，如果物体的大小和形状可以忽略不计，或者整个物体的运动与其中任意一点的运动完全相同时，那么，为了使问题简化，我们可以近似地把这个物体看成没有大小和形状的一个几何点，它具有物体的质量，这样的点叫做质点。

质点的运动按运动轨迹分，可分为直线运动和曲线运动，按速度分，可分为匀速运动和变速运动。

本章主要阐述匀变速直线运动及其规律。

§ 1—1 加 速 度

物体运动有快慢的差别。我们用速度这个物理量来描写它运动的快慢。在直线运动里，若速度大小不随时间而改变，这个运动叫做匀速直线运动，它的速度 v 和路程 S 的关系如下：

$$v = \frac{S}{t}, \quad S = v \cdot t.$$

必须注意，速度这个物理量，只用数值并不能表达它的全部意义，而必须同时指出方向才行。象这样，不仅要由它的大小，而且还要由它在空间的方向才能确定的物理量，叫做矢量。速度是矢量，今后我们还要学习到其他一些矢量。此外，还有许多没有方向性的物理量，即仅由大小就可以完全确定的物理量，这类物理量叫做标量。例如时间、温度、体积等都是标量。

若物体作直线运动，它的速度的大小随时间而改变，这种运动叫做变速直线运动，如果物体沿直线运动，在任意相等时间内速度的变化是相等的，这种运动叫匀变速直线运动。

在匀变速直线运动中，速度变化与所需时间之比是一恒量，叫做匀变速直线运动的加速度。以 t 表示运动时间，以 v_0 表示物体原来的速度，叫做初速度，以 v_t 表示 t 秒末的速度，叫做末速度，以 a 表示加速度，

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

从公式(1—1)可以看出在匀变速直线运动中的加速度，在数值上等于单位时间内速度的改变量。可见加速度是描写物体速度变化快慢的物理量。

当物体作匀速直线运动时，它的速度是均匀增加的，加速度是一个恒量。在公式

(1-1) 中, v_1 大于 v_0 , 加速度是正的, 所以加速度的方向跟速度的方向相同。当物体作匀速直线运动时, 物体的速度是均匀减少的, 加速度也是一个恒量。 v_1 小于 v_0 , 加速度是负的, 所以加速度的方向跟速度的方向相反。

加速度除了大小以外还有方向, 所以加速度也是矢量。

加速度的单位是速度单位和时间单位的组合。如果速度的单位是厘米/秒, 时间的单位是秒, 那么加速度的单位是厘米/秒², 读作厘米每秒平方。此外, 还有米/秒²、公里/小时²等。

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

已知: $v_0 = 36$ 公里/小时 = 10 米/秒,

$v_1 = 54$ 公里/小时 = 15 米/秒,

$t = 5$ 分 = 300 秒。

求: a

$$\text{解: } a = \frac{v_1 - v_0}{t} = \frac{15 \text{ 米/秒} - 10 \text{ 米/秒}}{300 \text{ 秒}} = 0.017 \text{ 米/秒}^2.$$

答: 火车的加速度是 0.017 米/秒², 其方向和速度方向相同。

〔例题 2〕 火车急刹车时, 在 14 秒内速度从 54 公里/小时减少到零, 求它的加速度。

已知: $v_0 = 54$ 公里/小时 = 15 米/秒

$v_1 = 0$, $t = 14$ 秒,

求: a

$$\text{解: } a = \frac{v_1 - v_0}{t} = \frac{0 - 15 \text{ 米/秒}}{14 \text{ 秒}} = -1.07 \text{ 米/秒}^2.$$

答: 火车的加速度是 -1.07 米/秒², 负号表明加速度的方向跟速度的方向相反。

§ 1-2 匀变速直线运动的速度公式

在上节我们已经知道, 物体作匀速直线运动时, 它的加速度为,

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t}$$

变换上式得:

$$v_1 = v_0 + at$$

(1-2)

(1-2) 式就是匀变速直线运动的速度公式。

上式的物理意义是非常明显的, 根据加速度的定义, 加速度为 a 的作匀加速运动的物体, 每秒钟内增加的速度为 a , t 秒钟内增加的速度为 $a \cdot t$, 因此 t 秒钟末的速度 v_1 等于初速度跟 t 秒钟内增加的速度 at 的和。它反映了在匀变速直线运动中, 速度随时间变化的规律。

如果物体由静止出发作匀变速直线运动, 则 $v_0 = 0$, 公式 (1-2) 变为

$$v_1 = a \cdot t$$

从上式可知，初速度为零的匀变速直线运动的速度跟时间成正比。

〔例题 1〕 原来用 27 公里/小时的速度开行的电车，用 0.5 米/秒^2 的加速度前进了 10 秒钟，求它达到了多大的速度。

已知： $v_0 = 27 \text{ 公里/小时} = 7.5 \text{ 米/秒}$ ，

$a = 0.5 \text{ 米/秒}^2$ ， $t = 10 \text{ 秒}$ 。

求： v_t ，

解： $v_t = v_0 + at = 7.5 \text{ 米/秒} + 0.5 \text{ 米/秒}^2 \times 10 \text{ 秒}$
 $= 12.5 \text{ 米/秒} = 45 \text{ 公里/小时}$ 。

答：达到了 45 公里/小时的速度。

〔例题 2〕 载重汽车在紧急制动时的加速度为 -8 米/秒^2 ，如果必须在制动后 2 秒钟内停下来，它在制动时最大允许速度是多少？

已知： $a = -8 \text{ 米/秒}^2$ ， $v_t = 0$ ， $t = 2 \text{ 秒}$ ，

求：制动时的最大允许速度 v_0 ，

解： $v_t = v_0 + at$ ，得到 $v_0 = v_t - at$ ，所以 $v_0 = 8 \text{ 米/秒}^2 \times 2 \text{ 秒} = 16 \text{ 米/秒}$ 。

答：制动时最大允许速度是 16 米/秒。

§ 1—3 匀变速直线运动的路程公式

在匀变速直线运动中，如果已经知道了物体的初速度 v_0 和加速度 a ，那么我们不但能知道物体在任何时刻的速度，而且还可以知道这个物体在任何一段时间内所通过的路程。下面我们仍以匀加速直线运动为例，来研究匀变速直线运动的路程与时间的关系。

假设有一个物体作匀加速直线运动，初速度为 v_0 ，加速度为 a ，试求经过某一已知时间 t 内所通过的路程 S 。

在求路程之前先介绍一下平均速度的概念。在变速直线运动中，由于速度的大小时刻在改变着，因此，运动物体在相等的时间内通过的路程就不一定相等。为了确定物体运动的平均快慢，需要用平均速度的概念。在变速运动中，物体通过的路程 S 跟所用的时间 t 的比叫做物体在这段时间内（或这段路程中）运动的平均速度。一般用 $\bar{v}$ 表示。

$$\text{即： } \bar{v} = \frac{S}{t}, \text{ 或 } S = \bar{v} \cdot t.$$

对于匀变速直线运动，它的平均速度为：

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

应用公式 $S = \bar{v} \cdot t$ 得

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

把公式 $v_t = v_0 + a \cdot t$ 代入上式，得到

$$S = \frac{v_0 + at + v_0}{2} \cdot t = \frac{2v_0 + at}{2} \cdot t = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2,$$

所以 $S = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$

(1—3)

上式就是匀变速直线运动的路程公式，它反映了在匀变速直线运动中，路程随时间变化的规律。如果 $v_0=0$ ，上式可简化成

$$S = \frac{1}{2}at^2。$$

从上式可知，在初速度为零的匀变速直线运动中，路程跟时间的平方成正比。

从(1—1)和(1—3)式可以导出速度和路程的关系。

从公式(1—1)可以得到

$$t = \frac{v_t - v_0}{a}，$$

代入(1—3)式得

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

$$\text{或 } v_t^2 = v_0^2 + 2a \cdot s$$

(1—4)

从上式可见，不必求出时间，就可直接计算出初速度、末速度、加速度和路程中的任一未知量。如果 $v_0=0$ ，则上式可简化成：

$$v_t^2 = 2as。$$

上面的(1—2)、(1—3)、(1—4)式叫做匀变速直线运动的公式。当把这三个公式用于匀加速运动时， a 为正值；用于匀减速运动时， a 为负值。

匀变速直线运动的三个公式，表达了加速度 a 、初速度 v_0 、末速度 v_t 、路程 S 、时间 t 这几个物理量之间的关系，全面地反映了匀变速直线运动的基本规律。

〔例题〕 火车在平直的轨道上以8米/秒的速度，开到一个向下斜坡，在斜坡上得到0.2米/秒²的加速度向下开行，如果火车通过斜坡所用的时间是10秒钟，求斜坡的长度。

已知： $v_0=8$ 米/秒， $a=0.2$ 米/秒²， $t=10$ 秒。

求：斜坡长度 S

解： $S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$$= 8 \text{米/秒} \times 10 \text{秒} + \frac{1}{2} \times 0.2 \text{米/秒}^2 \times (10 \text{秒})^2$$

$$= 80 \text{米} + 10 \text{米} = 90 \text{米}。$$

答：斜坡的长度为90米。

§ 1—4 自由落体运动

在空气中由静止开始下落的物体，如果空气对它的阻力比较小，可以忽略不计，那么，它的运动可当作只是在重力作用下的运动。我们把物体只是在重力作用下，从静止开始下落的运动，叫做自由落体运动。

首先用实验方法研究自由落体运动并得出自由落体运动是匀加速直线运动的正确结论的是意大利科学家伽利略(1564—1642)。

图1—1是一个小球在自由下落时拍的照片。那些圆圈是小球在不同时刻、不同位置上的像，这些像是在每隔一个相等的时间拍摄一次得到的。从照片上可以发现小球通过的路程与时间的平方成正比。根据匀加速直线运动的路程公式

$$S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2，$$

当 $v_0 = 0$ 时, $S = \frac{1}{2}at^2$, 即初速度为零的匀加速直线运动的路程和时间的平方成正比。若 S_1 、 S_2 、 S_3 ……分别表示1秒内、2秒内、3秒内……物体通过的路程, 则不难看出 $S_1:S_2:S_3:\dots = 1:4:9:\dots$ 。

图1—1所示的实验结果是符合这种规律的。所以, 小球的自由下落运动是初速度为零的匀加速直线运动。

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动。那么在同一地点, 一切自由落体的加速度是不是相同呢? 我们用下面的实验来说明。

图1—2, 拿一个长约1.5米, 一端封闭, 另一端有开关的玻璃筒, 把形状和重量都不同的物体, 例如金属片、小羽毛放在玻璃筒内, 如果把筒里的空气抽去, 再将筒倒立, 可以发现这些物体下落的快慢都相同。

这些同时做初速度为零的匀加速运动的物体, 在相同的时间内通过了相同的路程, 这说明它们的加速度是相同的。

在同一地点, 一切自由落体的加速度都相同。这个加速度, 叫做**自由落体加速度**, 也叫做**重力加速度**, 用 g 表示, g 的方向始终是竖直向下的。

精确的测量知道, 在地球上不同的地方, 重力加速度的大小是不同的, 但差别很小。例如赤道处 $g = 978$ 厘米/秒², 北极处 $g = 983$ 厘米/秒²。在计算实际问题中通常把 g 取作980厘米/秒², 有时为简单起见令 $g = 10$ 米/秒²。

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动, 它是匀变速直线运动的一种特殊情况, 所以它的运动规律可以用匀变速直线运动公式来表示。如果用 h 表示物体在时间 t 内下落的距离, v_t 表示在时间 t 秒末的速度, 由于 $v_0 = 0$, $a = g$, 所以

$$v_t = gt,$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2,$$

$$v_t^2 = 2gh.$$

平时我们看到物体落下的快慢不同, 并不是由于它们的重量不同, 而是由于它们受到空气的阻碍作用不同的缘故。

若把一物体竖直向上抛, 随着物体的上升, 它的速度逐渐减小, 当速度一直减小到零时, 物体达到了上升的最大高度; 然后又从这个高度开始自由下落, 经过一定时间后, 物体回到原来的位置。如果空气阻力忽略不计, 则这种竖直上抛的运动也是匀减速直线运动, 它的加速度的数值也等于重力加速度 g , 只不过在上抛过程中物体的初速度

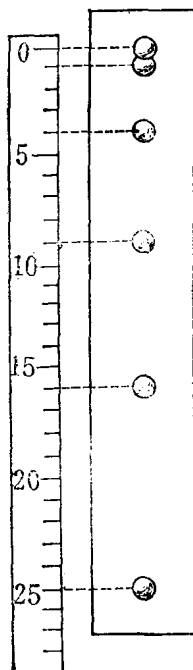


图1—1 一个小球在自由下落时拍的照片

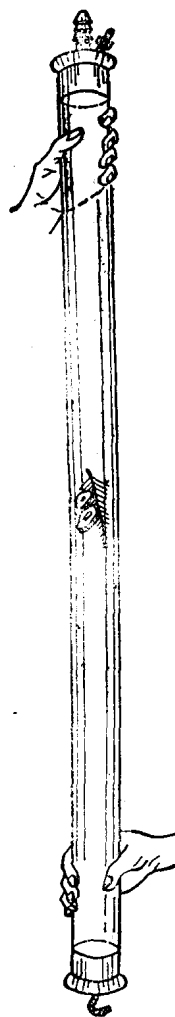


图1—2 在真空中物体下落的实验

方向和重力加速度方向相反, 所以 g 应取负值。

竖直上抛的物体的运动规律可用匀减速直线运动的公式来表示。如果用 v_0 表示物体被抛出时的初速度, 那么运动的物体在上升中, 时间 t 末的速度 v_t 和在这段时间内上升的高度 h 的公式是:

$$v_t = v_0 - gt,$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2,$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh.$$

〔例题 1〕 钢球从 17.6 米高的地方落下, 落下的时间是 1.9 秒, 求重力加速度和 1.9 秒末的速度。

已知: $h = 17.6$ 米, $t = 1.9$ 秒,

求: g 和 v_t ,

解: 从公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得到 $g = \frac{2h}{t^2}$,

$$\text{所以 } g = \frac{2 \times 17.6 \text{ 米}}{(1.9 \text{ 秒})^2} = 9.8 \text{ 米/秒}^2.$$

又由公式 $v_t = gt$, 求得 $v_t = 9.8 \text{ 米/秒}^2 \times 1.9 \text{ 秒}$
 $= 18.6 \text{ 米/秒}.$

答: 重力加速度为 9.8 米/秒^2 , 末速度 $v_t = 18.6 \text{ 米/秒}.$

〔例题 2〕 从地面向空中竖直地发射信号弹, 信号弹的初速度为 100 米/秒, 如果不计空气阻力, 求此信号弹所能达到的最大高度。

已知: $v_0 = 100 \text{ 米/秒}$, $v_t = 0$,

求: 最大高度 h ,

解: 根据公式 $v_t^2 = v_0^2 - 2gh$, 可得 $0 = v_0^2 - 2gh$, 移项、整理后得 $h = \frac{v_0^2}{2g}$
 $= (100 \text{ 米/秒})^2 / 2 \times 9.8 \text{ 米/秒}^2 = 510 \text{ 米}.$

答: 此信号弹达到最大高度为 510 米。

习 题 一

1. 有人认为物体作直线运动时, 速度越大, 它的加速度也越大; 加速度为零, 它的速度也是零, 这样说法是否妥当; 为什么?

2. 火车开始上坡时的速度是 54 公里/小时, 经过 50 秒钟后速度为 36 公里/小时, 求火车的加速度。
(-0.1 米/秒^2)

3. 一列火车从车站出发做匀加速运动, 加速度为 0.1 米/秒^2 。求火车在 1 秒钟内、2 秒钟内、3 秒钟内分别通过多少路程? 并求出上述时间所通过的路程比。

(0.05 米; 0.2 米; 0.45 米; 1:4:9)

4. 一飞机飞离地面时应具有的速度为 80 米/秒。若起飞过程中, 在跑道上匀变速地滑行 20 秒钟才能达到飞离地面时的速度, 问供这种飞机起飞的跑道不得短于多少米?

(800 米)

5. 一步枪子弹打穿 5 厘米厚的一块木板时, 它的速度从 400 米/秒减小到 100 米/秒。