

文化补习课试用教材

物 理 学

农、林、牧、副、渔等专业用

广东农林学院 华南热带作物学院 湛江水产专科学校

《物理学》编写组

说 明

物理学是自然科学的一个分支，研究最基本、最普遍的物质运动形式，是自然科学中比较重要的基本学科之一。文化补习课的学时有限，即使是中学的物理学内容，也不可能全部介绍。从学员的入学水平出发，针对农、林、牧、副、渔有关专业的需要，选择最基本的体现共性较多的内容，编成这本讲义。各专业的特殊需要，任课教师可编写少量补充教材。本书包括力学、分子物理学、电学与光学四编，共十三章，供一学期学习，讲课七十学时，实验十六学时。

本书经广东农林学院、华南热带作物学院，湛江水产专科学校、佛山兽医专科学校协商，由前三所院校的部分物理教师编写而成。主观上虽然希望对旧教材有所改革，但由于我们马列主义、毛泽东思想水平有限，教学实践经验很少，肯定存在不少缺点和错误，希望阅者多加指正。

《物理学》编写组

1973年5月

目 录

第一编 力 学

第一章 运动和力	1
1—1 基本量度.....	1
1—2 运动的相对性.....	4
1—3 匀速直线运动.....	4
1—4 变速运动.....	6
1—5 匀加速直线运动.....	7
1—6 运动定律.....	10
本章小结	13
习 题	14
第二章 功和能	16
2—1 功和功的单位.....	16
2—2 功率和功率的单位.....	17
2—3 机械能.....	18
2—4 功能原理、机械能的单位.....	19
2—5 机械能守恒和转化定律.....	20
2—6 水能利用.....	22
本章小结	23
习 题	23
第三章 简单机械	24
3—1 杠杆.....	24
3—2 滑轮和轮轴.....	26
3—3 斜面和螺旋.....	28
本章小结	29
习 题	29
第四章 液体静力学基础	30
4—1 压强.....	30
4—2 液体的静压强.....	30
4—3 连通器.....	32
4—4 液体的浮力.....	32

本章小结	35
------	----

习 题	35
-----	----

第二编 分子物理学

第五章 分子的热运动	36
------------	----

5-1 分子运动学说的提出	36
---------------	----

5-2 固体、液体和气体中的分子运动	39
--------------------	----

5-3 分子运动与温度	40
-------------	----

5-4 温度计	41
---------	----

5-5 热量与比热	42
-----------	----

5-6 热的传递	43
----------	----

5-7 热平衡原理与热的计算	46
----------------	----

5-8 热量与功, 热功当量	46
----------------	----

5-9 物质的热膨胀	47
------------	----

本章小结	48
------	----

习 题	49
-----	----

第六章 气体	50
--------	----

6-2 气体的概述	50
-----------	----

6-1 气体的压强	51
-----------	----

6-3 气体的实验定律	52
-------------	----

6-4 理想气体状态方程	54
--------------	----

6-5 气体的液化	56
-----------	----

本章小结	57
------	----

习 题	59
-----	----

第七章 液体	60
--------	----

7-1 表面张力	60
----------	----

7-2 湿润现象	61
----------	----

7-3 弯月面	62
---------	----

7-4 毛细现象	62
----------	----

7-5 渗透现象	63
----------	----

7-6 蒸发	64
--------	----

7-7 饱和汽与未饱和汽	64
--------------	----

7-8 沸腾	66
--------	----

7-9 汽化热	67
---------	----

7-10 空气的湿度	68
------------	----

本章小结	70
------	----

习 题	71
-----	----

第八章 固体	72
8-1 固体的弹性和塑性.....	72
8-2 虎克定律.....	72
8-3 固体的熔解与升华.....	73
本章小结	75
习 题	75

第三编 电 学

第九章 直流电	76
9-1 电流强度、电压和电阻.....	76
9-2 欧姆定律.....	79
9-3 全电路欧姆定律.....	80
9-4 电阻和电源的联接.....	83
9-5 电功和电流的热效应.....	88
本章小结	92
习 题	94
第十章 电磁学	96
10-1 磁现象及其产生.....	96
10-2 磁场对电流的作用.....	99
10-3 电磁感应现象.....	100
10-4 感生电流的方向、楞次定律.....	102
10-5 楞次定律右手定则.....	103
10-6 交流电.....	104
本章小结	106
习 题	107

第四编 光 学

第十一章 光的传播	109
11-1 光的直线传播.....	109
11-2 光的反射.....	110
11-3 平面镜成像.....	111
11-4 光的折射.....	112
11-5 全反射.....	115
本章小结	117
习 题	118
第十二章 光学仪器	119

12—1 通过两面平行的透明板和三棱镜的光线.....	119
12—2 透镜.....	120
12—3 透镜成像和象的作图法.....	122
12—4 透镜公式.....	124
12—5 放大镜、显微镜和望远镜的放大原理.....	126
本章小结.....	130
习 题.....	132
第十三章 光的色散与光的强度.....	133
13—1 光的色散与光谱.....	133
13—2 红外线与紫外线.....	134
13—3 光的颜色与物体的颜色.....	135
13—4 发光强度与照度.....	136
本章小结.....	138
习 题.....	138

实 验

实验一 固体的比重.....	139
实验二 用阿基米德定律测物体的比重.....	141
实验三 表面张力和毛细现象的观察.....	142
实验四 冰的熔点与水的沸点.....	143
实验五 电表的使用.....	144
实验六 电灯的安装.....	145
实验七 凸透镜焦距的测定.....	147
实验八 光谱的观察.....	148

第一编 力 学

第一章 运 动 和 力

1—1 基 本 量 度

我们在日常生活中为了做到“心中有‘数’”，离不了量度。布的长短，米的轻重，面积的大小，时间的多少等，都须利用量度仪器才能确定。

物理学里面量度的仪器很多，譬如测量物体的长度用尺，测量物体的质量用秤或天平，测量时间用钟表，测量温度的高低用温度计，测量电流的大小用电流计等。长度、质量、时间、温度和电流都是物理量。物理量的种类非常多，每一个物理量都要用一种特定的单位来量度，如长度用米作单位，质量用公斤作单位，时间用秒作单位等。不过，如果规定了三种基本量的物理单位，那么其余物理量的单位，都可用这三种基本量的物理单位间接规定出来。

这三种基本物理量的单位分别为：

一、长度单位：通常用米。比米大的单位有千米（公里），比米小的单位有分米、厘米、毫米、微米等。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千米} = 1,000 \text{ 米}; \quad 1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米}; \quad 1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米};$$

$$1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米}; \quad 1 \text{ 毫米} = 1,000 \text{ 微米}。$$

二、质量的单位：通常用公斤。比公斤大的单位有吨，比公斤小的单位有克、毫克等。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 吨} = 1,000 \text{ 公斤}; \quad 1 \text{ 公斤} = 1,000 \text{ 克} = 1 \text{ 仟克}; \quad 1 \text{ 克} = 1,000 \text{ 毫克}。$$

三、时间的单位：通常用秒。比秒大的单位有分，小时，比秒小的单位有微秒等。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 小时} = 60 \text{ 分}; \quad 1 \text{ 分} = 60 \text{ 秒}; \quad 1 \text{ 秒} = 10^6 \text{ 微秒}。$$

长度、质量、时间是物理学里三个基本物理量；米、公斤、秒是物理学三个基本单位。能从这三个基本单位推出的其他各种物理量的单位，称为导出单位。

有了长度单位，就不难规定面积和体积的单位。测量面积时，通常用每边长1米的正方形平面的面积作为测量面积的单位，叫做平方米，可以简写为(米)²。 $1 \text{ (米)}^2 = 100 \text{ (厘米)} \times 100 \text{ (厘米)} = 10,000 \text{ (厘米)}^2$ 。测量体积时，通常用每边长1米的正方体的体积作为单位，叫做立方米，可以简写为(米)³。 $1 \text{ (米)}^3 = 100 \text{ (厘米)} \times 100 \text{ (厘米)} \times 100 \text{ (厘米)} = 1,000,000 \text{ (厘米)}^3$ 。而 $1 \text{ (升)} = 1 \text{ (分米)}^3 = 1,000 \text{ (厘米)}^3$ ， $1 \text{ (米)}^3 = 1,000 \text{ (升)}$ 。

可见，面积与体积的单位都是导出单位。

物体是由物质组成的。铜、铁、木头、橡胶、砂、土、水和空气都是物质。物体里

面所含的物质，有多有少，通常把物体内部所含物质的多寡，叫做物体的质量。如果物体里含的物质多，就说这个物体的质量大；反之，如果物体里含的物质少，就说这个物体的质量小。当然，对于同一种物质来讲，它的体积越大，所含的物质也就越多。1升水所含的物质比1立方厘米的水的质量要大1000倍。不同种类的物体的质量，不一定只和它们的体积有关，一小块铁的质量可能比一大捆稻草的质量大。要比较不同种类物体的质量，可以把它们放在天平上，如果它们能够互相平衡，它们的质量就是相等的。例如一个物体在天平上能够与天平另一端的10克的砝码平衡，这个物体的质量就为10克，或0.01公斤。

一个物体，如果没有东西把它支住，由于地心引力就会落到地面上来。比如，把手里的石子放开，它就要落到地面上。为什么会有这种现象呢？这是因为地球对物体有吸引力的缘故。

由于受着地球的吸引，物体就有了重量，重量有时也叫重力。

严格说来，质量是1公斤的物体，它的重量并不总是等于1公斤。物体的重量不但和物体的质量有关，而且还和物体离开地球球心的距离有关，同一个物体，如果它离开地球球心远些，它的重量就小些；如果离开地球球心近些，它的重量就大些（这里都是指地面上的物体）。由于地球是一个扁平球体（有些象桔子），地面上各处离地心远近也不完全一样，因此公斤重的严格定义是在纬度 45° 的海平面上，1公斤质量的物体所具有的重量。某地如果海拔高，物体在该处的重量就小些，某处的纬度低（接近赤道），物体在该处的重量也要小些。1公斤质量的物体，在北京是0.9995公斤重，在上海是0.9988公斤重，在广州是0.9981公斤重，在莫斯科是1.0009公斤重。在同一地点的两个物体，它们的重量是跟质量成正比例的；但在不同地点，如果两个物体的重量相等，不能断言它们的质量也相等。用天平来比较两个物体的质量时，因为是在同一地点，所以可由重量相等推知它们的质量也相等。不过，同一物体，在地球不同的地方，它们的重量相差不大（这从上面所举的数字可以看出）。也就是说，表示物体重量的公斤数和它的质量的公斤数很接近。因此，以后不再考虑这个微小的差别。如果一个物体的质量是5公斤，便说它的重量也是5公斤重。在日常生活中，我们叫重5公斤也就是5公斤重的意思。

由此可见，质量和重量是两个有密切联系但实质上完全不同的物理量。“有比较，才能鉴别”通过以上分析知道它们之间的区别是：第一，质量是表示物体含有物质多少的量，重量是指地球对物体的吸引力。第二，物体的质量在速度不太大时是一个恒量，把物体放在任何地方，它的质量可以看作是不变的；物体的重量却不是一个恒量，同一物体在地球不同纬度和不同海拔高的地方，它的重量是不一样的。

同样大小的铁块和木块，它们的质量是不相同的。这说明不同的物质，当体积相同时，它们的质量是不相同的。为了比较不同物质在相同体积时的质量，我们就引入了新的物理量——密度。

由一种物质组成的物体，它的质量和它的体积之比，叫做这种物质的密度。

如果用 m 表示物体的质量， V 表示物体的体积， ρ 表示物体的密度，则可写成公式：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

密度既是由质量和体积来决定的,那么密度的单位也可以用质量和长度的单位导出,如用1(公斤)表示质量单位,1(米)³表示体积单位,那么

$$1(\text{密度单位}) = \frac{1(\text{公斤})}{1(\text{米})^3} = 1(\text{公斤})/(\text{米})^3$$

可见密度的单位是导出单位。这个单位太大,常用(克)/(厘米)³。

与上面所说的相似,各种不同的物质,当它们的体积相同时,它们的重量是不相同的。为了比较同一体积下各种物质的重量,又引入一个新的物理量——比重。

由一种物质组成的物体,它的重量和它的体积之比,就叫做这种物质的比重。

如果以P表示物体的重量,V表示物体的体积,d表示物体的比重,则可写成公式:

$$d = \frac{P}{V} \quad (1-2)$$

同样可由基本单位导出比重的单位是(公斤重)/(米)³,或(克重)/(厘米)³。

必须注意,物质的密度和比重正象质量和重量一样是有严格区别的。

表 2—1) 常见物质的比重的数值 (以(克重)/(厘米)³为单位)

固 体		液 体	
铂	21.5	汞	13.6
金	19.3	冰(0°C时)	0.9
铅	11.4	橡 木	0.8
铜	8.9	枞 木	0.5
钢、铁	7.8	软木塞	0.2
锌	7.2		
		酒精	0.8
		水	1.0
		煤油	0.8
		乙醚	0.7

注意: (克重)/(厘米)³即(吨重)/(米)³或(公斤重)/(升)。例如每立方厘米的水重1克,也就是每立方米的水重1吨,或每升的水重1公斤。

【例】一块钢板长5米,宽2米,厚5毫米,求这块钢板的重量。

【解】先求这块钢板的体积V

$$V = \text{长} \times \text{宽} \times \text{高} = 500(\text{厘米}) \times 200(\text{厘米}) \times 0.5(\text{厘米}) = 50,000(\text{厘米})^3$$

查表可知钢的比重为 $d = 7.8(\text{克重})/(\text{厘米})^3$ 。

根据公式这块钢板的重量是:

$$P = d \cdot V = 7.8 \times 50,000 = 39,000(\text{克重}) = 39(\text{仟克重})$$

即钢板的重量为39公斤。(答)

1—2 运动的相对性

力学是研究物体机械运动的一门科学，象车船的行駛和机器的运转等。辩证唯物主义者认为运动是物质存在的形式，因而它包括了大自然里的一切变化与发展。力学所研究的运动，只是运动中最简单的一种，即物体的位置随时间变化的机械运动，它不能包括较高级的运动，如核子运动、化学变化、生物进化等。虽然在一些高级的和更复杂的运动里面，包括了力学所研究的机械运动。

通常说火车在运动，是因为火车相对于地面不动的物体（如树木和建筑物等）而言，它的位置是在不断地改变着。如果研究的不是火车的运动，而是地球的运动，那么就不能把地面看成是不动的了。事实上，地球象其他的行星一样，它们不仅自己在旋转，而且还绕着太阳在运动。在这里，便是假定太阳是不动的。如果研究太阳的运动，又要将银河系中某一恒星当作不动，事实上太阳是绕着银河系在运转的。整个银河系在宇宙中也在运动。因此世上没有不运动的物质，也没有不是物质的运动，这就说明运动的绝对性。

由于自然界里不动的物体是没有的，要观察或研究某一物体的运动情况，总是要观察这个物体对另一个物体的相对位置的变化。如火车在运动，是假设地面是不动而言的。车床上的车刀在运动，是假定车床的基台不动来说的。如果不先假定这些物体是不动的，就无法判断另外一些物体是不是在运动。

研究任何一个物体的运动，必须选择另外假定为不动的物体作为对照，这些假定为不动的物体叫做参照物。参照物的选择要看问题的性质和方便而定，“对于具体情况作具体的分析”，不能一概只以某物体为参照物。

正在开行着的列车里的旅客，对坐位来说是静止的，但对车厢外的电杆来说却是在运动；电杆对地面来说是静止的，但对太阳来说电杆又是随着地球的运动而运动。所以一个物体的运动，由于我们在观察时所选择的参照物的不同，可以作不同的描述。因此，我们观察同一个物体是静止的还是运动着的，应当明确是对什么参照物而说的，这就是运动的快慢具有相对性。

我们平常说某物体在运动，并没有指明运动物体的参照物时，其实是以地面上的某物体作为参照物的。例如说火车在运动。人在走动，雨点落下等，都是以地面上的物体作为参照物说的。因此我们不用参照物来研究物体运动是没有意义的，而且是不可能的。

由上面的讨论，可以得出这样的结论：大自然里一切的物体都是在运动，而运动的快慢则是相对的。

1—3 匀速直线运动

物体运动时，方式多种多样。有的物体沿着一条直线运动，象沿着直的轨道开行的火车，从高处竖直落下的物体等，这种运动叫做直线运动。有的物体沿着一条曲线运

动，象正在转弯中的火车、汽车，运动员投掷的铁饼、铅球、标枪等，这种运动叫做**曲线运动**。

物体运动时，随着时间的变化，不断改变着它们自己对出发点——车站、码头等的位置。在一定的时间内，物体沿着轨道从出发点到终点所走过的距离叫做**路程**。我们知道，不同物体在相同时间里所走过的路程是可以不同的，而且可以相差很大。例如火车每小时走 100 公里，而人步行时，每小时只能走 5 公里，相差 20 倍。我们说火车比人运动得快得多。

为了确切地说明运动的性质，以及比较各种物体运动的快慢，必须引入一个概念，叫做**速度**。如果在相同时间内，甲物体比乙物体所走过的路程长，就说甲物体的速度比较大。在上面的例子中，火车每小时走 100 公里，人只走 5 公里，因此可以说火车的速度比人的速度大。反过来，如果走过相同路程，甲物体所花的时间比乙物体少，我们也说甲物体的速度大。

速度是运动物体所经过的路程和经过这段路程所花的时间两个概念结合起来的。通常以单位时间——1 秒、1 分或 1 小时内物体所经过的路程，叫做这个物体的速度。

物体运动时，速度并不永远保持一定不变。譬如火车进站时，速度逐渐减慢，离站时就逐渐加快，人步行和赛跑时，速度也有时快有时慢。如果物体沿着一条直线运动，而且在相等的时间内所走的路程都是相等的，那么这种运动就叫做**匀速直线运动**。如果物体沿着一条直线运动，但在相等的时间内所走过的路程不等，那么就叫做**变速直线运动**。匀速直线运动是各种运动中最简单的一种。

对匀速直线运动来讲，如果一个物体在 5 秒钟内走了 20 米的路程，那么 1 秒钟走过 $\frac{20}{5} = 4$ 米的路程，也就是这个物体的速度是每秒 4 米。从这个例子可以看出，匀速直线运动的速度是物体所走过的路程除以所花的时间（对变速运动来讲，这个关系并不正确）。如果用 v 代表物体作匀速直线运动的速度， s 代表在时间 t 内所走过的路程，那么。

$$v = \frac{s}{t} \quad (1-3)$$

即

$$\text{速度} = \frac{\text{路程}}{\text{时间}}$$

由 1—3 式可以看出，速度的单位是长度的单位除以时间的单位。在 1—1 节里曾经说过，长度的单位是米，时间的单位是秒，所以速度的单位是每秒米，通常简称为米/秒。有时也用厘米/秒，公里/小时等作为速度的单位。可见速度的单位也是导出单位。

仅仅知道速度的大小，还不能把速度的意义完全表达出来。譬如在北京和广州之间，对开一列火车，一个是从北京开往广州，它的速度的大小是 50 公里/小时，另一个是从广州开往北京，它的速度的大小也是 50 公里/小时，这样是不是它们的速度性质就完全相等了呢？显然不是的。一个由北往南，一个由南往北，方向不同。从这里可以知道，要想把速度的意义完全表示出来，必须把速度的大小和方向同时说出才行。

在物理学里，凡是需要同时用大小和方向才能确定的量叫做矢量。速度就是一个矢量。只用大小就能确定的量叫做标量。例如时间、质量等都是标量。

【例】一列火车长 200 米，速度为 90 公里/小时，求通过一个长为 600 米的山洞所需的时间。

【解】因 1 小时 = 60 分 = 3,600 秒

又 90 公里 = 90,000 米

$$\text{故火车的速度} = \frac{90,000}{3600} = 25 (\text{米/秒})$$

火车通过山洞要走 $600 + 200 = 800$ 米的路程。因为火车头进入山洞时，便算火车已经进了山洞；车尾出了山洞后，才算火车已经走出山洞。所以对车头来讲，一共走了 800 米的路程，对其他各节车厢来讲，也是这样。

由公式(1-3)知

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

今

$$v = 25 \text{ 米/秒}$$

$$s = 800 \text{ 米}$$

故火车通过山洞所需的时间是

$$t = \frac{s}{v} = \frac{800}{25} = 32 (\text{秒}) \quad (\text{答})$$

1-4 变速运动

上节讨论了匀速直线运动，但在实际生活中与技术上严格遵守匀速直线运动的实例是不多的。例如，火车、汽车和轮船从车站或码头开出之后，速度就慢慢增加，快到车站或码头的时候，速度就慢慢减小。又如竖直落下的物体的速度是逐渐增加的，关了油门的汽车在水平路上的速度是逐渐减少的。在相同时间内，通过不同路程的运动，叫做变速运动。

研究变速运动不象研究匀速运动那样简单，因为它的速度是变化的。一般，可以用所谓平均速度来描述它。

从北京到广州的铁路是 2431 公里，特别快车可以在 44 小时里走完，火车在整个路程中是作变速运动，有时快，有时慢，有时停车。可是，假如火车是匀速地通过这段路程的话，那么它的速度是 $\frac{2431 \text{ 公里}}{44 \text{ 小时}} = 55.25 \text{ 公里/小时}$ 。这个 55.25 公里/小时，就是火车从北京到广州这段路程的平均速度。

在变速运动中，物体所经过的路程与物体经过这段路程所用的时间之比，就叫做物体在这段路程里的平均速度。

如果用 v 表示变速运动的平均速度，就可得

$$v = \frac{s}{t} \quad (1-4)$$

前面讲过, 匀速运动的速度也是这样计算的。因此一个作变速运动的物体, 在时间 t 内通过的路程是 s , 如果另外一个作匀速运动的物体, 也在相同的时间 t 内通过了相同的路程 s , 那么就可以说, 这个变速运动的平均速度和这个匀速运动的速度相等。

当我们知道变速运动通过某一段路程的平均速度和通过这段路程的时间时, 那么, 这一段路程的长度就可由下式求得

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

平常所说的步行、自行车、火车、汽车、拖拉机、飞机、轮船的速度, 都是指它们的平均速度。

当引用平均速度这个概念来研究变速运动的时候, 还只能对物体的运动作很初步的研究。例如刚才研究了从北京开往广州的火车平均速度是 55.25 公里/小时, 但是它有时快, 有时慢, 有时甚至停下来。因此说平均速度只能笼统地说明它的运动情况。

1—5 匀加速直线运动

在变速直线运动中, 物体的速度不但随着时间改变, 而且改变的方式也是多种多样的。现在研究一种最简单的变速运动——匀变速直线运动。

在直线运动中任何相等的时间间隔里, 速度的变化如果是相等的, 那么, 这种运动就叫做匀变速直线运动。

不同物体作匀变速直线运动时, 速度的变化也往往有很大的差别。汽车和火车同时自静止状态开始作匀变速直线运动, 它们达到某一速度所需的时间是不同的, 汽车比火车要短一些。这说明它们速度变化的快慢程度是不相同的。

譬如, 一辆汽车和一辆火车, 它们的运动情况如下表所示:

运动的时间(t)	0 秒	1 秒	2 秒	3 秒	4 秒	5 秒	6 秒
汽车的速度(v_1)	0 米/秒	0.2 米/秒	0.4 米/秒	0.6 米/秒	0.8 米/秒	1.0 米/秒	1.2 米/秒
火车的速度(v_2)	0 米/秒	0.1 米/秒	0.2 米/秒	0.3 米/秒	0.4 米/秒	0.5 米/秒	0.6 米/秒

从上表可看出, 每经过 1 秒的时间, 汽车的速度增加 0.2 米/秒, 而火车的速度只增加 0.1 米/秒。可见, 汽车速度的增加比火车速度的增加要快 1 倍。比如要达到 0.6 米/秒的速度, 汽车经过 3 秒钟的加速就能达到, 而火车却要要通过 6 秒钟的加速才能达到。在这种运动中, 我们不仅要知道速度变化的多少 (例如速度从 0 米/秒增加到 0.6 米/秒), 而且要知道这个速度变化所经过的时间 (从上表可知, 汽车是 3 秒, 而火车是 6 秒), 才能比较充分地说明这种运动的性质。因此, 在研究匀变速直线运动时, 我们必须把速度的变化和变化这些速度所经过的时间结合起来, 因此需要引入一个新的概念——加速度。

匀变速直线运动的加速度就是速度的变化跟变化这些速度所需要的时间之比。或者

说加速度等于单位时间内速度的变化。

在匀变速直线运动中，每秒钟速度的变化是相等的，因此加速度是一个矢量。

假设匀变速直线运动的初速度为 v_0 ，经过 t 秒后，速度变成 v （也叫末速度），那么，在 t 秒内速度的变化是 $v - v_0$ ，所以 $\frac{v - v_0}{t}$ 就是加速度，常用 a 表示，可写成公式

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

在以后的讨论中，我们都是讨论物体由静止开始运动的情况，也就是物体的初速度 $v_0 = 0$ ，这样上式就为

$$a = \frac{v}{t} \quad (1-5)$$

必须注意：匀变速直线运动中速度的变化，并不是每秒末突然加大的，而是在整个时间内连续地发生的。

匀变速直线运动的速度如果是逐渐增加的，那么，它的加速度就是个正量，叫做**匀加速直线运动**；如果速度是逐渐减小的，那么，加速度是个负量，叫做**匀减速直线运动**。

加速度和速度一样，也是矢量。

加速度的单位可由(1-5)式导出来，如果在单位时间内速度的变化为单位速度，这个加速度便是单位加速度。如 $v = 1$ 米/秒， $t = 1$ 秒，就得：

$$1 \text{ 单位加速度} = \frac{1 \text{ 单位速度}}{1 \text{ 单位时间}} = \frac{1 \text{ 米/秒}}{1 \text{ 秒}} = 1 \text{ 米/秒}^2。$$

就是每秒钟内速度变化了1米/秒的意思，读作每秒每秒米。加速度的单位还有厘米/秒²，公里/小时²等。

【例】火车从车站开始作匀加速直线运动，经过5分钟后，它的速度是36公里/小时，求它的加速度是多少？

【解】在计算时，须先把单位化为同一单位。

$$\text{已知 } v = 36 \text{ 公里/小时} = 600 \text{ 米/分} = 10 \text{ 米/秒}$$

$$t = 5 \text{ 分} = 300 \text{ 秒}$$

根据公式

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

$$\therefore a = \frac{10 \text{ 米/秒}}{300 \text{ 秒}} = 0.033 \text{ 米/秒}^2。 \quad (\text{答})$$

下面进一步讨论从静止状态开始的匀加速直线运动的运动规律。

设想一列火车，从车站开出作匀加速直线运动。如果它的加速度是 0.2 米/秒²，也就是说它的速度每秒增加 0.2 米/秒，那么

在 0 秒时的速度 $v_0 = 0$ 米/秒

第一秒末的速度	$v_1 = 0 + 0.2 \text{米/秒} = 0.2 \text{米/秒}$
第二秒末的速度	$v_2 = 0.2 \text{米/秒} + 0.2 \text{米/秒} = 0.4 \text{米/秒}$
第三秒末的速度	$v_3 = 0.4 \text{米/秒} + 0.2 \text{米/秒} = 0.6 \text{米/秒}$

如果 a 代表加速度, 那末, 各秒末的速度便成

在 0 秒时的速度	$v_0 = 0 \text{米/秒} = 0.2 \text{米/秒} \times 0 = a \times 0$
第一秒末的速度	$v_1 = 0.2 \text{米/秒} = 0.2 \text{米/秒}^2 \times 1 = a \times 1$
第二秒末的速度	$v_2 = 0.4 \text{米/秒} = 0.2 \text{米/秒}^2 \times 2 = a \times 2$
第三秒末的速度	$v_3 = 0.6 \text{米/秒} = 0.2 \text{米/秒}^2 \times 3 = a \times 3$

第 t 秒末的速度

$$v_t = \dots\dots\dots = 0.2 \text{米/秒}^2 \times t = a \times t$$

即

$$v = at \quad (1-6)$$

这便是初速为零的匀加速运动的速度公式, 显然公式(1-6)也可由公式(1-5)得出。

上面讨论了速度公式, 现在讨论它的路程公式。

在变速运动(见1-4节)中, 变速运动的路程是用公式(1-4)来计算的, 即

$$s = \bar{v}t, \quad \bar{v} \text{ 为平均速度}$$

前面说过, 匀加速直线运动是一种最简单的变速运动, 所以路程也能够用上式来计算。

在上例中, 列车在三秒钟内的速度平均值应为列车前四个速度的平均值:

$$\bar{v} = \frac{0 + 0.2 + 0.4 + 0.6}{4} = 0.3 \text{米/秒}$$

我们知道列车在开始时速度为零, 即初速度 $v_0 = 0$, 而在第三秒末速度为 0.6米/秒 , 即 $v_3 = 0.6 \text{米/秒}$, 而初速度和第三秒末的速度这两个速度的平均值为

$$\bar{v} = \frac{0 + 0.6 \text{米/秒}}{2} = 0.3 \text{米/秒}$$

可见, 列车前三秒钟内的平均值与初速度和第三秒末的速度的平均值是一样的。

一般地, 列车在运动了任一时间 t 后, 它在这段时间内的平均速度就有

$$\bar{v} = \frac{0 + v}{2} = \frac{1}{2}v = \frac{1}{2}at$$

式中 v 是 t 秒末的速度。

代入路程公式

$$s = \bar{v}t = \frac{1}{2}at \cdot t = \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{即} \quad s = \frac{1}{2}at^2 \quad (1-7)$$

这就是从静止开始作匀加速直线运动的路程公式。

【例】火车从车站出发作匀加速直线运动, 到达离车站 600米 远的时候, 它的速

度是 27 公里/小时。计算所用的时间和它的加速度。

【解】已知初速度为零， $v_0 = 27$ 公里/小时， $s = 600$ 米，求 $t = ?$ 或 $a = ?$

根据

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} v t$$

得

$$t = \frac{2s}{v}$$

所以

$$t = \frac{2 \times 600 \text{ 米}}{7.5 \text{ 米/秒}} = 160 \text{ 秒}$$

又从式

$$v = at$$

得

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

$$\therefore a = \frac{7.5 \text{ 米/秒}}{160 \text{ 秒}} = 0.05 \text{ 米/秒}^2 \quad (\text{答})$$

我们知道，离开地面的物体，一旦失去支持，就要向地面落下，若不计算空气阻力这种运动叫做**自由落体运动**。根据实验的结果，知物体（譬如一块石子）从高处自由竖直下落时，它是作匀加速直线运动的，它的加速度是一个恒量，等于 9.8 米/秒²，通常用 g 表示，叫做**重力加速度**。

因为自由落体是匀加速直线运动中的一种，所以对它来讲，匀加速直线运动中的一切公式仍然正确，只不过用 g 代替公式中的 a ，而且 g 是一个已知数值—— 9.8 米/秒²。

在自由落体运动中，公式(1-6)、(1-7)分别为

$$v = gt \quad (1-6a)$$

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

1-6 运 动 定 律

一、牛顿第一运动定律

世界上没有孤立的事物，它们都或大或小地处于相互作用、相互联系的状态。静止的物体由于互相作用不显著，或许多作用彼此抵消，看来好像没有受到外力的作用，我们发现它总是保持着原来的静止状态，不会运动起来。课堂里的书桌，没有人去搬它，总是不会自己走动的。月台上的火车，没有机车来拉它，它将永远停留在原地不动。静止物体的速度等于零，所以对静止物体来讲，如果不受外力的作用，它的速度不会发生变化，永远为零。

运动的物体，如果不受外力的作用，它的速度是不是也不变呢？在地面滑动的石块，很快就停下来了，这是因为石块受了摩擦力的结果。若是很光滑的石块在很平的冰面上滑动，就是说它们之间的摩擦力很小，那么石块能保持一定的速度运动得很远。假设一个物体在一个平面上滑动，而它们之间没有一点摩擦力的作用，可以想见物体就将永

远运动下去，保持其匀速直线运动状态不变。可见，运动的物体如果不受外力作用的话，它的速度也不会发生变化，永远维持其原来的运动速度。

任何物体，如果不受外力的作用，它将继续保持其静止状态，或作匀速直线运动。这就是牛顿第一运动定律。

第一定律说明了两个问题。

(1) 物体自己已有保持运动速度不变的性质，我们把这个性质叫做**惯性**，所以第一定律有时又叫**惯性定律**。

(2) 力是使物体速度改变的原因。

物体的惯性，可从静止和运动两方面来看。静止的物体有保持继续静止的性质。人站在车厢里，如果车子突然开动，人的身体总是向后倾倒。因为人站在车子里，下半部和车子密切相联，当车子开动时，下半部随车前进，但是上半部仍然保持着静止状态，因此向后倾倒。衣服上的灰尘，可用手拍去，是因为手拍衣服时，衣服开始运动，但灰尘却保持着静止状态，因此和衣服脱离。至于运动物体有保持运动速度不变的性质，例子也非常多。人站在车上，当突然紧急刹车而停止时，人的身体总是要向前倾，就是因为要保持继续运动的缘故。正在进行的自行车，不用脚去蹬踏板，它仍会继续前进，汽车、火车作了紧急刹车之后，也不可能立刻就停下来，这些都表示运动的物体有保持继续运动的惯性。由于速度是矢量，所以物体不仅改变其速度大小时，表现出它的惯性，而且在改变运动方向(即速度方向)时，也是如此。人站在车上，如果车子突然转弯，人的身体总是向旁边倾倒，也是因为人要继续保持直线运动的缘故。汽车转弯时，人向旁边倾倒，好象受了一个力的作用，这个力叫**惯性离心力**。惯性离心力在工业上的应用很多，象离心干燥器、离心水泵、牛奶分离器等都是根据这一原理制成的。

二、牛顿第二运动定律

由第一运动定律知道：物体不受外力作用时，物体的速度不发生变化。反过来，如果物体受到外力的作用，物体的速度就应当发生变化，也就是使物体产生加速度。因此我们也可以说力是使物体发生加速度的原因。

根据实验，我们知道：物体所受的力小，速度的改变也小，所受的力大，速度的变化也大，也就是加速度大。平地上放一辆车子，如果由一个小孩来推，那么在一定时间后，车子的速度是比较小的，如果由一个大人来推，那么在相等的时间后，车子的速度也较大。所以在单位时间内速度的变化，是由作用在车子上的力来决定的，大人的力气大，故车产生的加速度大，小孩的力气小，故车产生的加速度小。很多的实验都可证明，**物体的加速度和作用在物体上的力成正比**。

但是，如果用相同的力作用在不同的物体上，那末这些物体所得到的加速度是否相同呢？我们不妨仍以推车为例来说明。如果一辆放在地面上的车子是空的，那么一个人用力来推它时，它在一定的时间后运动的速度就较大，即它的加速度较大；如果车子装满货物，那么用同样的力来推它时，它的加速度就较小，所以在相等的时间后，车子运动的速度也较小。由此可见：物体受力后得到的加速度，不仅与作用在它上面的力的大小有关，而且与物体本身的内在性质也有关系。力是外因。毛主席说“**单纯的外部原因**