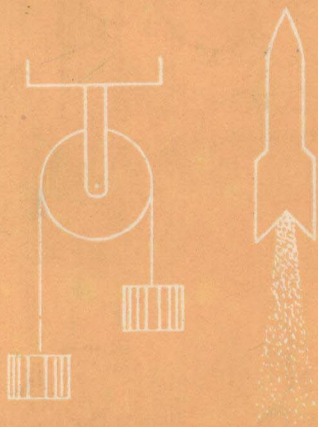


2

中学生课外读物



物体运动三定律

吉林人民出版社



中学物理实验



物体运动三定律

吉林人民出版社

中学生课外读物

物体运动三定律

尤 异 编

吉林人民出版社

插图 姚明德
莽东怀

中学生课外读物
物体运动三定律
尤 异 编

*

吉林人民出版社出版
吉林市印刷厂印刷
吉林省新华书店发行

*

1974年4月第1版 1974年4月第1次印刷

印数：1—14,000册

书号：7091·767 定价：0.15元

内 容 提 要

本书运用辩证唯物主义的认识论通俗地阐述了物体运动三定律的条件、内容及其应用。对许多重要问题进行了分析、对比、归纳总结，同时指出了学习它们时应注意的事项。可作为中学生理化课外读物，也可供知识青年学习参考。

目 录

怎样来认识运动.....	(1)
运动的相对性.....	(2)
物体运动的速度.....	(5)
不受外力时物体的运动	
——谈物体运动第一定律.....	(10)
物体的惯性.....	(11)
惯性参考系统.....	(14)
地球的运动.....	(17)
在外力作用下物体的运动	
——谈物体运动第二定律.....	(21)
力的概念.....	(21)
力的可替换性.....	(25)
物体运动第二定律.....	(27)
力学单位制.....	(32)
重量和质量.....	(37)
落体的重量.....	(41)
作用与反作用的规律	
——谈物体运动第三定律.....	(44)
作用力与反作用力.....	(44)
错在什么地方?	(48)

“摩擦力使物体运动”	(51)
动量守恒定律	(52)
介绍一种方法	(55)
从幻想到现实	(58)
结 束 语	(61)

怎样来认识运动

提到“运动”，无论是谁都不会感到陌生。每天清晨起床，运动着的物体就开始映入我们的眼帘：路上喧闹的车马行人，田野里奔驰着的拖拉机，车间里轰鸣的机器，以及无尽无休运转着的各种天体等等。总之，只要你细心地看一下，周围总会有物体在运动。这些运动都是和人类的生产、生活密切相关的。冷眼看去，这些运动好象是杂乱无章的，但仔细推敲起来就会发现它们总是存在着一些规律。例如，车和其他物体，你不推它、拉它，或开动发动机去牵引它，它就不会运动起来，而一旦运动起来的物体，又不能马上使它停下；那些“不知疲倦”的天体，如太阳、月亮等，总是循着一定的路线运行。这是为什么呢？要弄清它的道理，需要从各种各样的复杂运动中抽象出合于所有物体运动的普遍规律。

人们对这些运动进行了千百年的研究。从这千百年实践中发展起来的科学，叫做力学（为了与近代发展起来的其他力学相区别，又把它称为经典力学）。

力学是研究机械运动及其规律的科学。所谓机械运动，就是物体在时间和空间中相对其他物体的位置变化。前面所举的那些物体的运动就是属于机械运动的范畴。机械运动是所有运动中最简单的形式。然而运动决不限于这样的定义，

正如恩格斯指出的：“就一般意义来说，运动是物质存在的形式、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。”诚然，一切运动本身都包含机械运动，但这种运动一般地并不能将运动概括无遗。因而，力学的结论，决不可以轻率地或完全地推广到其他高级运动，象化学过程、有生命的机体中的过程（如思维）这些运动中去。

物体运动三定律（也叫牛顿三定律）是关于机械运动的最基本定律，是力学的最重要的基础之一。实际上，这里的研究，是把物体看作没有体积大小（因而不须考虑它的形状和转动），只有位置和质量（它等于物体的全部质量）的“点”，即质点来研究的，所以确切地说，应该叫做质点运动三定律。这三条定律是人类千百年来对自然界认识的一个结晶。它们的出现，为揭开物体运动之谜，开创了新的天地。

运 动 的 相 对 性

研究一个物体的运动，首先要知道它是动还是不动。这个问题好象是很容易，人们似乎不加思索就可以指出哪个物体是在运动，哪个没有动，譬如说汽车、拖拉机在开动，房屋和桌子以及田野是静止的。但是问题并不这么简单，房屋以及坐在屋子里的人真的没有运动吗？岂不知道地球上的一切物体都在地球的带动下，以每秒近半公里的速度绕着地轴转动着，一昼夜转一圈大约四万公里（八万华里）左右，“坐地日行八万里”说的就是这个意思。而我们认为房子没有动

这仅仅是对于地球来说的。

再如坐在火车上的人，我们如果不指明是相对于哪个物体来研究它，便无法回答清楚它是在运动还是在静止，相对于路边的树来说，车和乘客是运动的，因为它们与树的位置不断地在发生变化；而相对于车来说，人始终也没有离开坐位，因此他是静止的。

以上的例子说明，对于同一个运动相对于不同的物体来研究，所得到的结果是不尽相同的，对于运动的这一性质，我们称它为运动的相对性。这个性质向我们说明了，要判断一个物体是不是在运动以及做什么形式的运动，必须指明是对另外哪个物体说的。那个另外的物体，就叫做说明这个物体运动的参照物。为了方便起见，我们总是假定被选作参照物的物体是不动的。按照这样的术语，运动的相对性又可以说成，选取不同的参照物时，同一运动可以表现为不同的形式。当以地面为参照物时，雨点是竖直下落的，而当透过行驶着的火车的窗子来看，雨点却变为倾斜的了，因为这时实际上我们把火车当作了参照物，即假定了它是静止的；当以路边的树木、房屋为参照物时，我们看到一个人是在向前行走，可是当我们乘汽车飞快地从他身旁驶过，却看到他在向相反的方向退去，因为这时实际上我们是把乘坐的汽车当作了参照物；我们居住的地球实际上每时每刻都在绕着太阳公转，但我们却看到太阳每天东升西落，好象围绕着地球转动似的，这是因为我们把居住的地球当做了参照物（即不自觉地假定为它是不动的）来观察它们的运动的结果。

世界上没有一个物体是绝对静止的。地球带着它上面的

一切物体在自转和绕着太阳公转，而太阳也不是静止的，它在银河系中也是以每秒二百公里的速度运动着。就是这庞大的银河系，也在对于宇宙中其他的星系不停地运动。因此，宇宙中的一切物质都处在永恒的运动中，而我们在地面上所看到的一切静止的东西，只是相对于地球是静止的（把地球当作了参照物），静止只是相对的。

运动的相对性不仅指出了在研究物体运动时必须首先指明是以哪个物体为参照物，而且为生产实践带来了实际的应用。我们知道，要想用刀子把一块木头削成某个形状，就必须使刀子向着木头运动，而在工业上的车床和龙门刨床上情况却与此完全相反，相对地面运动的不是刀具而是工件。在车床上，被加工的工件在旋转，使被切削面不断地接近车刀；在龙门刨床上，工件往复运动，不断地被切削。这些如果从运动的相对性的角度来说明便不难理解，如果我们选取了工件作参照物（即假定它们是不动的）时，那么刨刀就在相对工件作往复运动，车刀就相对于工件而围绕着它运动（就象我们看到太阳绕地球运动的现象一样）。这样工件接近刀具和刀具接近工件的运动实际上是没有区别的，而在实际生产中，使工件自身旋转要比使车刀围绕着工件旋转要容易实现得多，因此所有的车床都是使工件旋转，而车刀只作平移的运动（平动）。再如用严格的理论计算来解决空气动力学的问题常常是比较困难的。因而在制造飞机时，需要将所设计的飞机作成模型，然后用实验方法来测定它的性能。但是，如果让模型以高速在空气中飞行这是比较困难的事情，然而实际上却是将模型放在所谓“风洞”中，使空气（风）

以高速度吹过，这样，当以空气为参照物，则模型正是以高速在其中飞行。甚至有些大型的风洞可以放入真正的飞机来进行实验，这正是运用运动的相对性所带来的好处。

确定物体运动的状态，除了这里指出的需要选取参照物外还需要什么呢？实践表明引入“速度”这个概念是不可缺少的。

物体运动的速度

速度是可以用来描述物体运动状态的一个物理量。通常我们说甲车跑得快，乙车跑得慢，也可以说甲车的速度大，乙车的速度小，这是谁都听得明白的。就这个意义来说，速度是用来表示物体运动快慢的。可是这作为日常生活中的语言可以，但作为科学上的语言就很不全面了。要想了解一个物体的运动，只知道它运动的快慢还不行，还必须知道它运动的方向。了解一辆汽车的情况，不仅要知道它每小时能跑多少公里，还应知道它向什么方向行驶。谁都知道，乘坐汽车或火车首先要问清车行的方向。试想，从十字路口向四面开去的四辆汽车，尽管它们的速率计上的指数都是每小时30公里，但显然它们的运动是不一样的（方向不同）。因此，速度的科学概念不仅要包括数值的大小，而且还要考虑方向。我们把既具有大小又具有方向的量称为矢量。速度就是一个矢量。

对于不具备方向性质的物理量，如长度，我们只需要一个数来表示它就足够了。例如，一根棍长二米一十二厘米。

但是象速度这样大小和方向同等重要的物理量，光用一个数就无法同时表示其方向了。因此，对于矢量我们通常采用一个带有箭头的线段来表示。它的长度是某种选定长度的若干倍，用以表示速度的数值（大小），而箭头的指向就是运动的方向。上面所述的四辆汽车的速度就可以用如图 1 的方法表示出来。

显然，我们在研究物体速度的时候，无须考虑物体是从哪一点出发，只要几个速度的大小与方向完全相同，我们就可以认为它们是相等的。因此上面的四个速度也可以画成是由同一点出发（图 2），这对于研究速度来说是没有妨碍的。

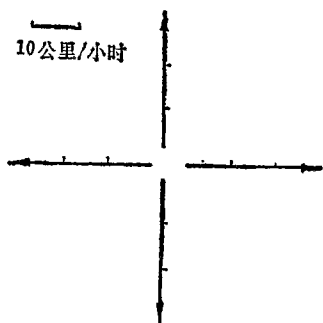


图 1

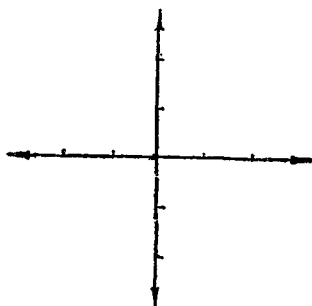


图 2

但是，如果物体同时参与几个运动，那么我们所求的实际速度（我们把它称为合成速度，简称为合速度）是怎样的呢？

为了简单起见，我们考虑物体同时参与两个运动。如果这两个运动在一条直线上（方向相同或相反）这个问题就比较简单了。

例如，一列火车以30公里/小时的速度向前开行，车上一人又以5公里/小时的速度向前走去，那么人相对于地面的速度就应该是如图3中(2)所示；如果人以同样的速度向火车开行的相反方向走去，那么人相对地面的速度就应该是如图3中(2')所示。

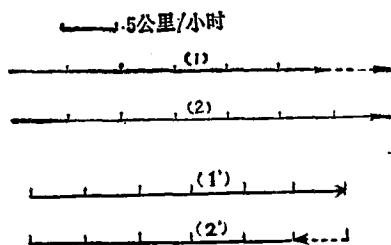


图 3

图中虚线表示人相对于火车的速度。

如果物体同时参与两个以上的方向不在一条直线上的运动，那么可以采用封闭多边形法则（或平行四边形法则）来计算它的合速度。我们以前面谈到过的雨点问题为例子来说明。

假如火车以10米/秒的速度向前开行，雨点以7米/秒的速度竖直落下，求雨点相对火车的倾斜方向。

在这个问题中，雨点相对于火车的速度是合速度，而这个合速度实际上是通过两步来达到的，即雨点相对于地运动，而地又相对于车运动（当把车选作参照物时），我们可以用图4来表示。

因此，雨点相对于车的速度，应该是雨点对地面的速度

与地面对火车的速度的相加（矢量和），根据封闭多边形法则，^①我们马上可以得到雨点相对于火车速度的大小和方向（如图5）。



图 4

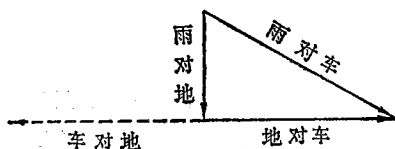


图 5

这样，就求出了雨点相对于火车的速度的大小和方向。

这里介绍了一个求合速度的行之有效的简捷方法，这个方法的基本原则可以用一句口诀来概括，即：

合速度写两边，剩余物体放中间。

如上例中，所求合速度是雨对车的速度，则把雨与车写在两边，中间写地，把箭头标上如图4的形式，则两个短箭头表示两个分速度，长箭头表示合速度。这样，我们明确了谁相对于谁是合速度，谁相对于谁是分速度，再去作封闭多边形就不会出错了。

如果物体同时参与两个以上的运动，那么也可采取类似的方法来计算。

从以上的叙述，我们看到速度不仅可以描述物体运动的快慢，而且可以描述物体运动的方向，因此它是表征物体运动状态的一个基本的物理量。如果以速度来划分物体运动的

^① 封闭多边形法则是：几个矢量相加时，就使它们依照原来的方向首尾相接。这样，由始点指向终点的矢量就是它们的和。

种类，那么可以分为匀速直线运动（速度的大小和方向在整个过程中都不改变）和变速运动（速度的大小或方向在整个过程中发生改变）。而变速运动又可以分为匀变速运动（即在相同的时间间隔里速度的增加或减少是相同的）和一般的变速运动。在匀变速运动中，如果物体的速度是逐渐增加的，则叫做匀加速运动。反之，称为匀减速运动。

表征物体运动状态还有两个基本的物理量，这就是时间和路程。所谓路程就是指物体在一定的时间里走过了多远。显然，如果物体的运动是匀速的，那么速度、路程、时间三者之间存在着 $v = \frac{s}{t}$ 或 $s = vt$ 的关系。这里 v 是速度， s 是路程， t 是运动的时间。

这样，我们知道了速度、路程、时间这三个物理量，原则上就基本可以描述物体的运动状态了。

不受外力时物体的运动

——谈物体运动第一定律

物体的运动状态往往是和力的作用紧密相关的。停着的车子，如果没有人去推它，它就老停在那里不动；枪膛里的子弹，如果没有火药的爆炸，它就射不出去。这些现象说明，物体如果不受外力的作用，原来静止的物体将会保持原来静止的状态。因此，一个静止的物体突然运动起来，人们立刻就会想到，它一定受到了其他物体的影响或作用。水磨突然转动起来，你会想到一定是河水冲动了它；停着的列车厢忽然运动起来，你一定会猜到是火车头拉动了它。这些例子说明了凡是静止的物体开始运动，总是由于受到了别的物体的作用。那么，能不能由此得出一个相反的结论呢，即原来运动的物体，一旦失去了外力的作用便会马上静止下来。这个结论粗看起来是正确的，例如我们在地板上推一张桌子其结果就是如此。当我们用力时它被推动了，当我们不再推它时它便马上停止下来。但是我们仔细研究起来就会发现问题：如果这个实验不是在地板上进行而是在冰上，那么我们便会发现，当我们停止推桌子时，它并不是马上停止下来而是继续运动一段距离。这会使我们想到，前后二次实验出现差别的原因就在于冰面比地板光滑，因而桌子受到的摩擦阻力小些。我们进一步会想到，如果把桌子放到比冰还要光滑的物