



自然科学小丛书

日常生活中的圆周运动

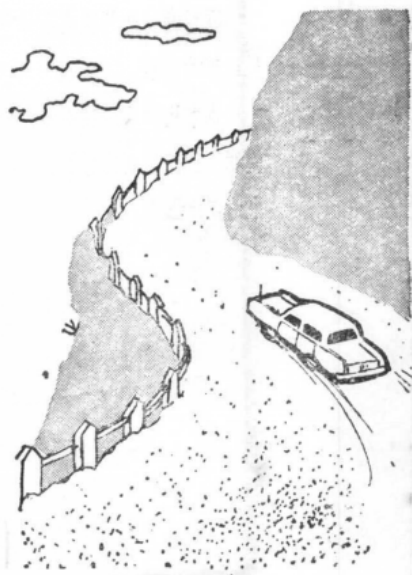
张三慧

自然科学小丛书

日常生活中的圆周运动

张三慧

北京出版社



《自然科学小丛书》

編輯者：北京市科学技术协会

主 編：茅以升

副主編：叶企孙 高士其

編 委：王德荣 张景铤 李贇澄 陈正仁 陈贇文
周炯槃 郑作新 袁見齐 欽俊德 褚圣麟

《自然科学小丛书》物理分科

編輯者：北京市物理学会

編 委：叶企孙 向仁生 沈克琦 郑华燧 徐亦庄
錢 玄 褚圣麟

(編委均以姓名笔划为序)

插图：楼青兰 陈文燧

〔自然科学小丛书〕 日常生活中的圆周运动

张 三 慧

北京出版社出版 (北京东单福槐胡同3号) 北京市书刊出版业营业登记证出字第095号

北京市印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本：787×1092 1/32 · 印张：1 10/16 · 字数：24,000

1965年5月第1版 1965年5月第1次印刷 印数：1—50,000册

統一书号：13071·28

定价：(科二)0.19元

編輯說明

一 发展科学技术，是为了实现我国的科学技术现代化，也是我国建設现代农业、现代工业和现代国防所必需的。要发展我国的科学技术事业，除了要加强专业的科学技术研究工作以外，还要最广泛地普及科学技术知識。我們为了配合科学普及工作，編輯了这套《自然科学小丛书》。

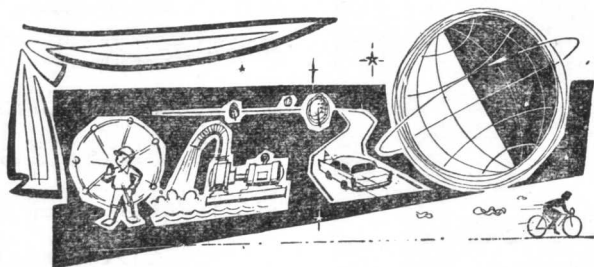
二 这套小丛书是綜合性的自然科学普及讀物，以具有初中文化程度的工农群众和青年为主要讀者对象。目前，丛书包括天文、物理、无綫电、航空、化学、动物、植物、昆虫、微生物、地质十个学科的内容。每个学科都要成套出书。一书一題。在题目的拟定上，不是直接讲技术，而是以介紹基础自然科学知識为主，并且結合当前生产斗争和日常生活的实际需要，介紹生产技术所必需的基础知識，同时，还要注意新科学技术原理的介紹。

三 这套小丛书在編写上，要求符合辯证唯物主义的观点，正确地介紹自然科学知識；内容要求丰富多彩，使讀者能够获得比較广泛的自然科学知識；文字要求尽可能地通俗活泼，图文并茂。能够引起讀者的兴趣。

四 由于我們缺乏編輯通俗科学讀物的經驗，热切地希望讀者把对这套丛书的意見和要求告訴我們，以便改进編輯工作，使它在科学普及的园地里茁壮地成长起来。

目 录

一	有趣的圓周运动.....	1
二	物体运动的基本規律.....	3
	怎样判断物体是不是在运动?(3) 运动的速度和速度的变化(4) 静者恒静、动者恒动(8) 力和物体运动的变化(13) 圓周运动中的力(15)	
三	車子拐弯的时候.....	18
	汽車拐弯的时候,为什么乘客感到向外甩?(18) 騎車拐弯的时候,为什么要向內傾斜?(22) 火車拐弯的地方,为什么外側铁軌高一些?(23)	
四	机器里的圓周运动.....	25
	离心水泵是怎样抽水的?(25) 离心脫水机是怎样工作的?(28) 离心分离器(29) 高速轉动引起的問題(30)	
五	盘子和陀螺的轉动.....	34
	轉动軸的方向保持不变(34) 枪膛是直筒嗎?(36)	
六	天空里的圓周运动.....	38
	行星的运动(38) 万有引力(40) 人造卫星是怎样飞上天的?(41) 失重是怎么回事?(45)	
七	結束語	47



一 有趣的圓周运动

“乘客同志們，前面就要拐弯了，請大家注意安全，扶好，坐好。”在公共汽車里，当你听到售票員这样亲热地招呼的时候，一定会抓紧吊环或椅背，以免身体向外側倒下去。你想过沒有，为什么汽車轉弯的时候，你感到好像有股劲在向外拖你。这股劲是从哪里来的？

天有点早了，禾苗多么需要水啊！公社抽水机站的离心水泵开动了。只見离心水泵的軸不停地轉，水就从低处抽到高处的田里。你知道离心水泵是怎样把水抽到高处的嗎？

在杂技表演場里，經常上演“水流星”的节目。演員

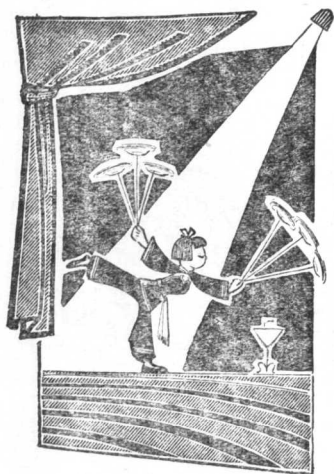


图 1 耍盘子

当着观众在碗里倒上水，然后把碗放到一个小网兜里，就掬起来了。只见他这样掬，那样甩，水却不会从碗里流出来。甚至当水碗转到最高点，已经是碗底朝天、碗口朝下了，水还是不往外流。“耍盘子”的节目更吸引人。演员用几根棍子，每根棍子上顶住一个旋转的瓷盘。不但瓷

盘不掉，而且演员还能表演各种动作(图1)。看着这些节目，你也许产生过这样的疑问：碗口已经朝下了，为什么水不流出来？瓷盘怎么像长在棍头上一样，不掉下来呢？

你大概已经知道了，不是太阳绕着地球转，而是地球绕着太阳转。地球为什么会绕着太阳转呢？人造卫星又为什么会绕着地球转呢？

类似的现象还可以举出许许多多，它们都是物体在圆周运动中的表现。下面我们就来讲一讲圆周运动，向大家介绍一下产生这些现象的科学道理。

二 物体运动的基本规律

要明白圆周运动的科学道理，就要懂得一些物体运动的基本规律。让我们先从这些基本规律讲起吧！

怎样判断物体是不是在运动？

说到物体的机械运动，好像太平常了：人在走动，车在行驶，鸟在天空飞……(图2)。人们通常不加思考，就能说出哪个物体在运动，哪个物体没有动。但是，如果你稍微仔细想想，就会发现，问题并没有这么简单。

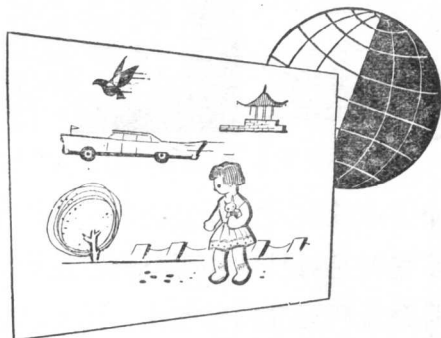


图2 人在走动，车在行驶

就拿稳坐在行驶中的火车里的旅客来说吧。你说他是运动的呢，还是不动的呢？可以说他是运动的，因为随着火车的行驶，他从这一站到了另一站。但是也可以说他没有动，因为他总是坐着，没有离开座位。又说在动，又说没有动，这区别在什么地方呢？这要看你在判断旅客动或不动的时候，是针对什么说的。如果是针对椅子或者

車廂說的，旅客對它們的位置始終不變，所以他確實沒有動。如果是針對路旁的電線杆說的，隨着車的行駛，他的位置離原來的電線杆是越來越遠了，他又確實是在運動着的（圖3）。這個例子說明了運動的一

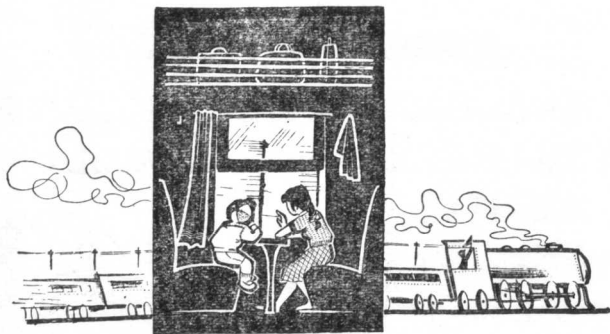


圖3 旅客動或不動，要看對什麼參照物來說

個基本性質，就是：要判斷一個物體是不是在運動，必須指明是對另外的哪個物體說的。這另外的物體，就叫做說明運動的參照物。運動總是相對於參照物來說明的。運動的這個性質叫做運動的相對性。在日常生活，我們判斷物體的運動，往往把地面或者固定在地面上的房子、樹木等作為參照物。這樣就得出了人在行走，車在行駛等等的結論。

運動的速度和速度的變化

不同的物體，運動的快慢也不同。人走得比較慢，

汽車开得比較快，飞机飞得就更快一些。在比較物体运动的快慢的时候，我們常說它們的速度不同，运动快的速度大，运动慢的速度小。速度的大小用单位時間（一秒或一小时等）內物体移动的距离（一米或一公里）来表示。例如人走路的速度每小时一般可以达到五公里左右，汽車的速度每小时可以达到一百多公里，而噴气式飞机的速度每小时可以达到三千公里。

說明一个物体的运动，单知道速度的大小，还不算完全了解了这个物体运动的情况。因为这里还有运动方向的問題。比如，要想全面地知道一辆汽車的运动，除了要知道速度的大小以外，还必須了解它的行駛方向。誰都知道，搭乘火車先得問清楚車行的方向。物体运动的方向，是用速度的方向來說明的。在画图的时候，通常用一个箭头来表示速度。箭头指向哪里，就表示物体向哪个方向运动。箭头画长些，表示速度大些，箭头画短些，表示速度小些（图4）。

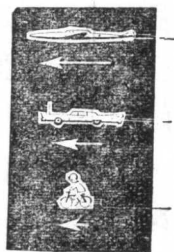


图4 用箭头表示速度

通常观察到的物体运动的形式，是各式各样的。一个物体，沿直綫运动，而且速度的大小不变，这种运动叫匀速直綫运动。例如，汽車在一段平直的馬路上行駛，就近似这样的运动。一个物体，沿着直綫运动，但

是速度的大小是变化的,这种运动就叫变速直线运动。例如,在楼顶上向下松手丢个石子,它的运动就是变速直线运动(图5)。因为石子在下落过程中,速度越来越

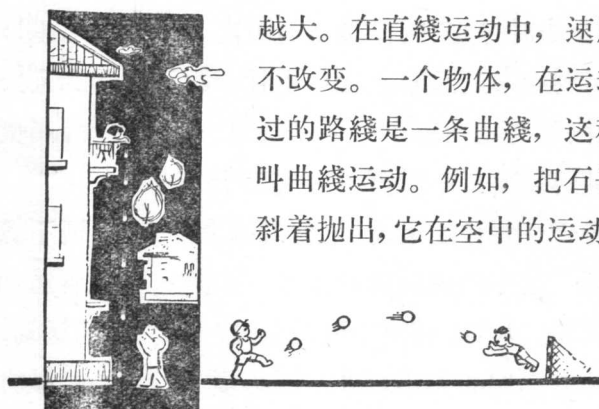


图 5 变速直线运动与曲线运动

大。在直线运动中,速度的方向不改变。一个物体,在运动中,经过的路线是一条曲线,这种运动就叫曲线运动。例如,把石子向上方斜着抛出,它在空中的运动,就是曲

线运动。又如,汽车在弯道上行驶的时候,也是在做曲线运动。在曲线运动中,物体运动的方向是随时改变的。

为了更清楚地说明曲线运动中速度方向变化的情况,让我们来作一个小游戏。捉一个小甲虫,再用纸剪一个小箭头粘在小甲虫的背上,使箭头由甲虫的尾部指向头部。这样,只要甲虫向前爬动,箭头在各个时刻所指的方向,就是甲虫运动的方向。然后把甲虫放到地上,让它随便爬动(图6)。当它沿着一条曲线爬动的时候,你会明显地看到,用箭头指出的它的运动的方向

向是在随时改变的。小甲虫游戏还告诉我们，在曲线运动中，任何时刻物体的速度的方向总是曲线的切线方向。

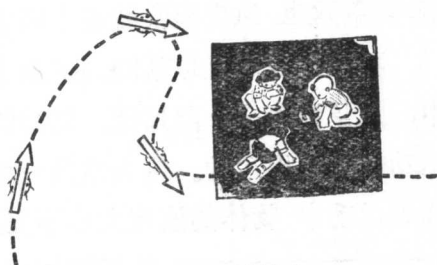


图 6 小甲虫游戏

切线是一个数学名词，它的意思是，用一条直线向一条曲线靠近，当直线刚靠上曲线，也就是只在一点和曲线接触的时候，这条直线就叫曲线的通过接触点的切线（图 7）。把图 6 和图 7 比较一下，就很容易明白

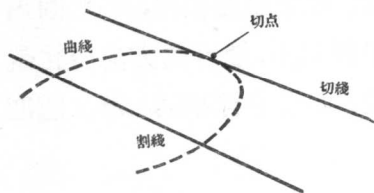


图 7 切线

小甲虫在各个时刻的运动方向是曲线的切线方向了。

说明物体的运动，不但要知道速度是如何

变化的，而且要知道变化的快慢。例如，小球从斜面上滚下来，速度是逐渐增大的。斜面越陡，速度增加得越快（图 8）。又如，汽车快到站，速度逐渐减小，慢慢地停了下来；但是，汽车遇到险

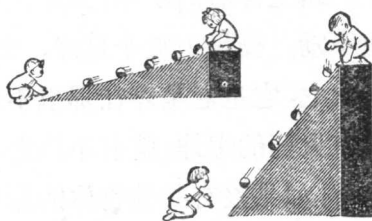


图 8 速度变化的快慢不同

情,紧急煞車,速度很快就减小到零,停了下来。

現在,我們可以談圓周运动了。物体在圓周运动中,总是沿着一个圓周轉。旋轉的飞輪上任何一点的运动都是圓周运动。这当然是一种曲綫运动。如果在圓周运动中,物体的速度大小不变,就是单位時間內物

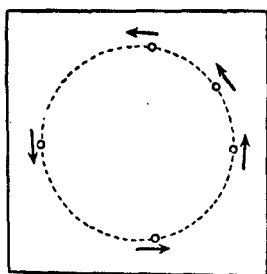


图 9 圓周运动中物体的速度的方向在随时变化着

体沿圓周移动的距离一样长,这种运动叫匀速圓周运动。这种运动的特征是速度的大小虽然没有变化,但是速度的方向却随时在变化(图 9)。不同的圓周运动,如果速度相同,那么圓周的半徑越小,速度的方向变化就越快;如果半徑相同,那么速度

越大,方向变化就越快。

靜者恒靜、动者恒动

路上停着的小車,如果沒有人推它,它就老停在那里不动。操場上放个足球,如果沒有人踢它或者沒有风吹它,它也老是停在那里不动。炮筒里的炮弹,如果沒有火药的爆炸,就射不出去。这些現象說明:靜止的物体,如果沒有其他物体的影响或作用,总是要保持靜止的。这种現象,一般叫做“靜者恒靜”。

也可以举些相反的例子来说明靜者恒靜。停着的风車，忽然轉起来了，你会想到这是风吹动了它。停在铁道上的車厢忽然动起来了，你一定会猜到是火車头拉动了它。地上的球忽然騰空而起，准是誰踢了它一脚。这些例子都說明：凡是靜止的物体开始运动，准是受了別的物体的作用。这也就从反面說明了：如果没有其他物体的影响或作用，靜止的物体总是要保持靜止的。

靜者恒靜的現象說明，物体当靜止的时候，都有保持自己靜止的本性。这种本性叫物体的慣性。正是由于这种慣性，所以当物体靜止的时候，如果不受其他物体的作用，总是保持靜止不动的。

靜者恒靜，这只是物体慣性表現的一方面。另一方面，物体的慣性还表現为动者恒动。一个已經运动的物体，如果不受其他物体的影响或作用，它就会繼續运动下去。例如，你大概也被絆倒过，仔細想想，这是怎么回事呢？一定是你跑得正快的时候，脚下遇到了障碍物，沒留神，脚被絆住，身子就向前方倒下去了（图10）。为什么会倒下去呢？因为脚被石头絆住的时候，脚不再运动了，可是上身还在向前运动，自然就要跌倒了。这时使你繼續向前运动的那股冲劲，并不是来自別的物体的影响，因为这时除了石头絆住你的脚

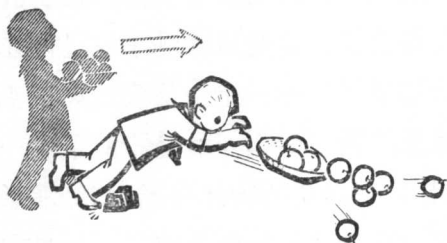


图 10 你是怎样跌倒的

以外，并没有什么东西向前推你或拉你。这股冲劲是当你跑起来以后，就必然具有的性质。这就是动者恒动的表现。还可以举出

许多例子来。地上的足球被脚一踢，它就凭运动的惯性继续向前滚动。炮弹被火药爆发的力推出炮口以后，就凭运动的惯性飞到几十公里以外。前进中的汽车就是由于运动的惯性在急煞车以后，还要向前冲一段才能停下来，而车中的乘客也是由于他们本身运动的惯性，这时要向前倾倒下去。动者恒动也是所有物体的普遍性质。

但是，读者也许会问：既然动者恒动是所有物体的普遍性质，那么，为什么滚动着的足球还会停下来，疾飞着的炮弹还会落下来呢？这是因为，足球和炮弹在运动中还受到摩擦阻力、空气阻力、地心引力等力的作用。从理论上说，如果没有摩擦阻力、空气阻力、地心引力等力的作用，足球不会停下来，炮弹也不会落下来。

动者恒动这一规律有很多方面的应用。汽车在停

下来以前可以关闭油门，借助于车本身运动的惯性继续前进一段距离而不必消耗汽油。跳远运动员在起跳前要预先跑一段距离，利用人体在跑起来时所具有的运动的惯性来提高成绩（图 11）。铁工在打铁的时候，把铁锤举得高高的，使铁锤用很大的速度砸到铁块上，利用铁锤运动的惯性，对阻止它运动的铁块，产生很大的打击力量。



图 11 跳远时可以利用运动的惯性

仔细观察物体的运动，可以发现动者恒动表现在两个方面。首先，运动着的物体有保持速度的大小不变的本性。只是在其他物体的影响下，物体的速度的大小和方向才有可能改变。例如车子忽然走得更快了，一定是有人又推了它一把；球在地上滚得更快了，一定是有人又踢了它一脚；石子从空中下落，越落越快，是因为有地球的吸引力；在地上滚动的球越来越慢了，是因为地面对它有摩擦的作用等等。其次，运动着的物体有保持速度方向不变的本性。只有在其他物体的影响下，物体运动的方向才会改变。例如，足球正在向东滚动，忽然改变方向向南滚了，准是有人向南踢了它一下，不然它会继续向东滚。水流改变了方向，一定是河道改变了方向，堤岸在水流的前方挡住了水。炮弹

飞出炮口以后，所以不沿直綫飞去，而要走一条曲綫，最后又落到地面，是由于地球的吸引力作用着它。

总结“靜者恒靜、动者恒动”两方面，我們可以这样来理解慣性：任何物体都有慣性；当物体靜止的时候，慣性表现在物体要繼續保持靜止；当物体运动的时候，慣性表现在物体要繼續保持按原来速度的大小和方向运动。

任何物体都有慣性，但是慣性的大小不同。空的小車推动起来就容易些，改变它的速度也比较容易，而推动装满东西的小車或改变它的速度就比较困难。这就表示，装满东西的小車，保持它靜止或运动速度的能力大，也就是它的慣性比空車大。用同样速度运动的大铁錘和小铁錘，打到铁块上，大铁錘的打击力大，表示大铁錘保持运动速度的能力大，也就是大铁錘比小铁錘的慣性大。这样作比較，就能够明白物体慣性的大小和物体所含物质的多少有直接关系：物质多的慣性大，物质少的慣性小。物质的量在物理学中叫质量。因此，物体慣性的大小决定于物体的质量，质量大的慣性大。經驗又告訴我們，物体的质量又和物体的重量成正比。用秤称出来的物体，重量大的，质量就大。通常都是用比較物体的重量的方法，来比較物体的质量的。根据这一关系，也可以說，物体重量大的，它的慣