

·科学和文化论坛·

娱乐的意义(连载 7)

陈青华¹ 姜水根^{1,2} 杨榕楠¹

(1. 宁波市效实中学, 浙江 宁波 315012; 2. 宁波华茂外国语学校, 浙江 宁波 315192)

娱乐,是人类生活不可缺少的组成部分,它填补了闲暇时间,缓解了生活压力,影响了人们的审美情趣、行为方式乃至思维习惯。我们每个人,从儿童时代到长大成人以至花甲之年,可能玩过各种玩具,参加过多种游戏。在这些玩具和游戏里,既有观赏性、休闲式的消遣,也有动感的、体验性的尝试,还有智力或体力上对抗性的“博”,甚至用钱物作为刺激的“赌”。玩具的种类和游戏的方法千种万态、层出不穷,本文仅从中学物理教师的角度,从物理原理和文化影响的视角来谈娱乐的意义。

1 娱乐内容的变迁

物理科学的建立是从力学开始的,阿基米德最早为静力学奠定了科学的基础。与科学的发展相似,人们的娱乐也从力学开始。

幼小的孩子玩积木,积木也许是孩子们最早接触的、具有科学意义的玩具。积木有正方形、长方形、三角形、圆柱形等多种形状,并漆着鲜艳的颜色。根据图纸提示的样式,用积木可以搭出房子、桌子、桥、宝塔等各种造型。

学生接触物理就是从物体的平衡开始的。在讨论物体的平衡时,首先遇到的是二力平衡,如静止在水平桌面上的木块,悬挂着的电灯等。如果考虑到物体的形状和质量分布,那么物体的平衡要更复杂些,即物体重心必须在其支撑面之内。倾斜的积木一旦重心处于支撑面之外就会翻倒。小孩子玩搭积木,有时重心超出了支撑面,有时斜面的静摩擦力太小,结果积木就会翻倒或滑落。然而小孩子并不在乎这些,对他们来说就是玩,倒了可以再搭,搭了以后再倒。在玩的过程中不知不觉就积累了经验,玩乐的经历对学科学总是有益的。积木搭好了,那是平衡控制得好;积木搭倒了,倒了也有倒的道理。小孩子搭积木,不仅是增强动手能力,更是在实践中体验活生生的物理。多少年以后,当他们学习物体的平衡的时候,当他们了解平衡的稳定性的时候,当他们掌握了静摩擦力和自锁原理的时候,他们还会再想起小时候玩的积木。

不倒翁也是小孩很早就接触的玩具。不倒翁为什么不会倒呢?这就涉及到平衡的稳定性。下面是一个关于不倒翁的物理题目:如图 1 所示,儿童玩具不倒翁高 $h = 21\text{ cm}$,质量关于轴 KD 对称分布。不倒翁的下部是半径 $R = 6\text{ cm}$ 的半球面,在对称轴的底部有一个小铁块,不倒翁的质量为 $m = 300\text{ g}$,重心在对称轴上离底

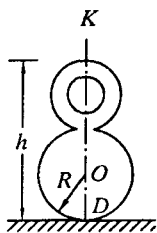


图 1

部 3 cm 处。问不倒翁为什么不会翻倒?如要使它在水平面上失去稳定平衡,试问最少需在头顶 K 加多少质量的塑泥?

不倒翁不倒的秘密在于其重心在 O 点正下方,所以当不倒翁直立于水平面上时,其重心位置最低,此时无论往哪边拨动,它的重心位置都将升高。直立于水平面的不倒翁处于稳定平衡状态,要使不倒翁失去平衡,必须在不倒翁的头顶加塑泥使其重心的位置高于 O 点,使它在水平面上的平衡成为不稳定平衡。

大一些的孩子玩打弹子游戏,所涉及的物理原理是玻璃球之间的碰撞。由于玻璃球硬度大、弹性好,两个相同玻璃球之间的碰撞可以当作弹性碰撞来处理。打弹子实际上是很有讲究的,里面蕴藏着十分有趣的碰撞规律。由于打弹子是轮流进行的,所以可以把两球碰撞的问题简化为弹子 A 去碰撞静止的弹子 B ,由动量守恒的矢量式 $mv_A = mv_A' + mv_B'$,得 $v_A = v_A' + v_B'$,即三个速度矢量可以构成一个三角形,又因为碰撞前后动能无损失 $\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_A'^2 + \frac{1}{2}mv_B'^2$,即 $v_A^2 = v_A'^2 + v_B'^2$,所以由 v_A 、 v_A' 与 v_B' 三个矢量构成的三角形为直角三角形,证得 v_A' 与 v_B' 与互相垂直。所以打弹子时弹子分开的角度都是直角。有的孩子打弹子的技术非常高,可以毫无偏倚地击中对方的弹子,打出了定心弹,这就是质量相等的两个弹性球在对心碰撞之后交换速度。我们物理教师往往觉得会玩的孩子聪明,实际上是这些孩子在玩的过程中已有对物理现象的观察和实际经验的积累。

有些孩子爱玩滚铁环。滚铁环需要一定的技术,但很快可以掌握。滚铁环时铁环为什么不会倒下呢?这里的奥妙在于转动的物体具有定轴性。像这种利用转动物体定轴性的玩具还有许多,如“打熊胚”^[注1]、“棱角锥”等。

现代的游乐场还推出了一些新的玩法。很多人都喜欢坐过山车。一列长长的旅游车,满载着欢乐

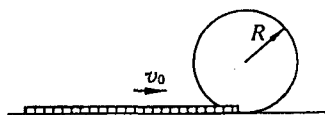


图 2

的大人和儿童,从高高的轨道上开下来,进入一个竖直的圆形轨道,来一个大回环旋转,其惊险和刺激使得满车的人发出一片惊叫声。有人会认为这项娱乐太危险,不敢玩,学过向心力和机械能守恒的孩子会解释说:在高于 2.5 倍圆轨道半径的高度下来是不危险的(不考虑阻力的影响)。这个解释并不正确,因为在这里过山车并不能当质点来处理。高中物理中有一道竞赛题就涉及这一问题:如图 2 所示,玩具列车由许多节车厢组成,它以某初速度沿水平轨道行驶并进入一竖直圆形轨道。设列车的全长为 l ,圆形轨道半径为 R , R 远大

于每节车厢的长度,且 $l > 2\pi R$. 试求列车不致脱离轨道应具有的最小初速度. 如果列车是从光滑的轨道上静止滑下来的,问它应当从多高处滑下?

虽然力学玩具大多数是不费体力的,但是一般说来像打弹子、滚铁环、抽打棱角锥之类的游戏男孩子玩得比较多. 女孩子比较文气,她们更喜欢有着丰富装饰的风车、竹蜻蜓、不倒翁之类的玩具. 男孩子喜欢的是玩的过程. 女孩子则往往喜欢玩具的外观,喜欢玩具的形状和色彩,她们特别喜欢玩万花筒之类的光学玩具. 万花筒是由三个互成 60° 角的平面镜组成,少许彩色的小纸片经多次的平面镜的反射,形成了六角形中心对称的图案. 这些色彩斑斓、五花八门的图案在女孩子们的眼中,就如同美丽多姿的彩蝶、翩翩飞来的仙子,蕴涵着她们对神奇世界的美妙幻想.

众多的力学玩具具有结构简单、玩法随意、活动性强的特点,在玩的时候有着儿童特有的乐趣. 从上世纪末开始,各式各样的电子玩具纷纷出现,从电动娃娃、电动汽车到遥控汽车,再到电子游戏机,这类玩具很快取代传统玩具成了孩子们的新宠. 与力学玩具相比,电子玩具的结构变得复杂,涉及的原理也深奥多了,尤其是电子游戏,从俄罗斯方块、挖地雷到武打擂台、两军对抗,可以说都是高新技术的产物. 但电子玩具和游戏的操作却并不复杂. 玩电动汽车,小孩只要打开电源开关,汽车就在电池电力的带动下前进了;玩遥控汽车,只要操纵遥控器上的几个按钮,就能控制它进退自如了. 玩电子游戏的过程虽然只是按按键盘、点点鼠标,它在显示屏上的场景却是千变万化,有着种种技巧. 与力学玩具和游戏相比,电子玩具和电子游戏确实使孩子们减少了对事物运动的初级认识和感性体验,但这些新的娱乐方式能让孩子们从游戏中享受丰富的信息,展示他们独立的意志和对于情景变化的反应的灵敏度.

2 玩物长智

打弹子之类的力学游戏常使孩子们乐不思归,而玩电子游戏更是造成孩子们网瘾难戒,如果从这一方面看,把这种现象归之为玩物丧志的话,那么从另一方面看,游戏也能促进人的思维、激发人的创造力,甚至导致科学上的发明,这不妨称为玩物长智.

在 20 世纪 30 年代,美国市场上曾流行一种“魔棒”玩具. 这种玩具像一枝笔杆,上面似乎什么也没有. 但是,当用这枝杆子在白纸上写字、画画后,再撒上金属粉,白纸上就会显示出字和画来. 这种神奇的秃笔被人们称为“魔棒”.

魔棒写字的原理其实并不神秘,就是利用了静电. 魔棒是用橡胶制成的,在纸上写字时与纸摩擦,会使纸带上正电,而金属粉则带负电,所以纸上摩擦过的地方就吸住金属粉,显出字画来. 魔棒玩具流行后,不只是给小孩带来了乐趣,更重要的是这一玩具还促使了一项现代新科技的发明. 当时有一个叫切斯特·卡尔森的大学毕业生,到纽约一家电器公司当办事员,做些抄写的工作. 他在干活时想,要是有一种机器能像照相那样,可以把要抄的文件誉印下来就好了. 于是,他想起了童年时代玩过的“魔棒”. 他仿照魔棒的原理,找来一

块涂硫的金属板,用手帕在上面摩擦,使它带上正电荷. 然后在一块玻璃板上写上字,用灯光透过玻璃对金属板曝光,再在金属板上撒上带负电的石松子粉. 不一会儿,玻璃板上写的字就在金属板上显示了出来. 接着,他将一张蜡纸压在金属板上,字就复印到蜡纸上去. 就这样,他发明了最早的复印机. 现代办公不可缺少的复印机,竟是受小小的魔棒的启发而发明,这是多么奇妙的发明思路!

电影是 19 世纪娱乐业最伟大的发明之一,它的基本原理是依赖人的视觉暂留本能. 落下的雨点看上去像一条雨丝,夜空中的流星划出一条亮线……这些对自然现象的感觉就是视觉暂留造成的. 1825 年,英国医生约翰·帕尔士博士根据人的视觉暂留本能发明了一种幻影转盘玩具,这种转盘上画有

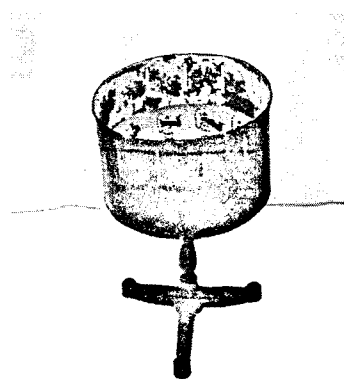


图 3

不同画面,如一只鹦鹉和一个鸟笼. 当转盘旋转起来之后,人们就会看到鹦鹉入笼的画面,令人惊奇不已,所以这种玩具又叫“惊盘”(如图 3). 1891 年,爱迪生受“惊盘”的启发,经过两年的研制,终于发明了世界上第一台电影摄影机.

望远镜是一种观察远处景观和天体的工具,它的发明也是从儿童玩耍中引发而来. 1608 年,荷兰米德尔堡眼镜制造商汉斯·李波赛看到店外的两个小学徒在玩弄镜片,这两个孩子玩得手舞足蹈,十分开心. 汉斯·李波赛问清缘由,原来是他们通过两片镜片看到远处教堂的风向标放大了. 李波赛十分激动,马上回到店里,用一个纸筒把镜片固定起来,这样观看远处的东西不仅放大了,而且方便多了. 第一台望远镜就这样诞生了,李波赛给它起名为“看东西的管子”,中文的译名叫“窥管”. 第二年,意大利科学家伽利略听到李波赛发明窥管的消息,经过理论研究,证明这一发明符合光学原理. 接着,他也亲自动手磨制了镜片,并且设计了一种可以滑动的双层管筒,制成了可以调节的窥管,并为这种窥管起了一个新名字:“望远镜”. 1609 年深秋,伽利略首次把望远镜对准星空,发现了很多新的天文现象.

竹蜻蜓是一种常见的儿童玩具(如图 4). 用双手搓一下柄,竹蜻蜓快速旋转起来后就会向天上飞去. 受此启发,后来人们造出了一种无需跑道、直接能从地面升起的飞机,这就是直升机. 竹蜻蜓实际上就是一个螺旋桨,当螺旋桨旋转起来的时候,它的倾斜的桨面会对周围的介质起到推挤作用,介质对桨则会产生一个反作用力,直升飞机的升力就是靠螺旋桨旋转向下推挤空气而产生的. 将螺旋桨的轴固定,如果用机械带动它旋转,就会使周围的空气流动起来,这时它就成了一个风扇;如果风吹它,它会向相反方向旋转,这就是风车. 小风车也是为人们所钟情的玩具之一. 大风车则可作为动力机械,从前在欧洲尤其是在荷兰特别流行,风能的动力

常用于磨粉,风车的英文名 windmill 就是这个意思。

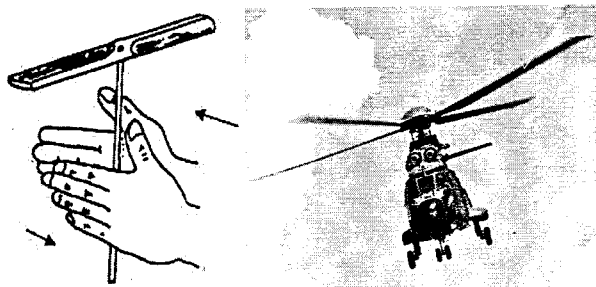


图4 竹蜻蜓和直升机

对于科学家们来说,娱乐不只是为了打发时间的。科学家的研究活动也常有娱乐的性质,或者说科研活动本身就是他们的娱乐。陀螺这种玩具既好玩,又充满科学奥秘,费米在学生时代就试图解释陀螺的奇异行为,从而养成了善于钻研问题的习惯;玻尔和泡利即使在年老的时候还是很喜欢玩一种能翻转的陀螺。

很多人都玩过陀螺,陀螺高速旋转的时候虽然只有一个点着地,可也不会倒下。居里夫人曾说过:“我要像陀螺那样不停地旋转。当我像嗡嗡作响的陀螺一样高速旋转时,就自然排除了外界各种因素的干扰。”高速旋转的陀螺为什么能排除外界干扰而不会倒下呢?原来陀螺的质量主要分布在旋转体的边缘,转动惯量特别大,所以其定轴性非常好。人们利用陀螺的这种特性制造出了飞机、轮船导航用的陀螺仪。

陀螺仪的万向支架设计是十分巧妙的,它由内环架和外环架构成。有了万向支架,无论有多大的风浪,船体怎样摆动,也无论在怎样复杂的气流中,飞机如何颠簸,都不会改变高速旋转的陀螺的自转轴的指向。令人惊奇的是,1987年,在陕西省扶风县法门寺塔基地宫内出土的大批金银器中,有两枚镂空银薰球,这两枚银薰球的结构和近代陀螺仪中的万向支架极为相似(如图5)。银薰球内部铆接两个持平环和一个香孟。持平环为两个同心金属圈,直径大小相套,香孟小于内持平环。外环与内环、内环与香孟之间成直角相互铆接支承,内持平环能避免香孟前后方向倾斜;外持平环则能防止香孟(包括内持平环)左右倾斜,所以无论薰球置于被子中或系于袖中,不管怎么转动,孟内的香料都不会撒出。

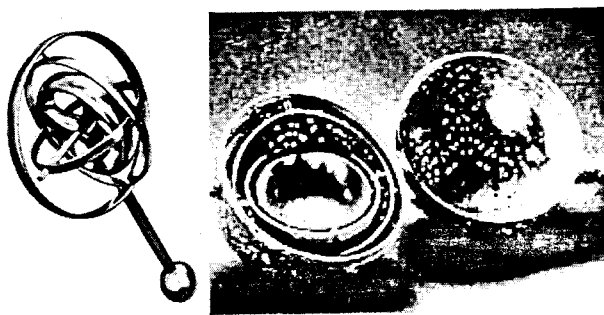


图5 陀螺仪和银薰球

在我国古代民间的娱乐玩具中,还有很多设计巧妙的作

品。空竹(在南方地区也称为“扯铃”)这种玩具,其原理和陀螺相同,相当于一根横着旋转的陀螺。空竹主要有双铃和单铃两种。双铃两头对称,在旋转的时候的定轴性很好,非常稳定。杂技演员经常利用抖双铃空竹表演各种高难度的抛接动作。抖单铃空竹的技术要复杂些,单铃空竹在旋转的时候,它的轴要发生进动,抖空竹的人就要跟着一起转动,或者通过穿线的方法解决。抖过单铃空竹的人对于陀螺的进动就相当熟悉,具有丰富的感性体验。

有一些益智玩具,如中国的九连环、印度的梵塔、匈牙利的魔方等,设计非常巧妙,完成一次游戏要经过很多步骤,对游戏者的综合思维能力是一大考验。以九连环为例,它主要由九个圆环及框架组成。每一个圆环上都连有一个直杆,各直杆在后一个圆环内穿过,九个直杆的另一端用板相对固定住。圆环在框架上可以解下或套上。九个圆环全部从框架解下或套上才算完成。每解下一环,都要把前面的环重新套上,解前面环时都要为解后面的环预备条件,环环紧扣,前后联系,很能锻炼人的思维能力和动手能力。

3 科学玩具的文化意义

玩具本身是供人消遣的,而当人们在玩的时候也在思考,会从玩具的外观表象中或内含的科学道理上引发一些另外的想法,这些想法历时久了会积淀为一定的文化。

风筝和民俗节令密切结合,集娱乐、健身、竞技、观赏等多种功能于一身,它是儿童非常喜爱的玩具之一。清代有诗云:“儿童放学归来早,忙趁东风放纸鸢”,纸鸢就是风筝。风筝的发明者据说是汉初的韩信。传说楚汉相争之时,韩信将项羽的大军围困在垓下。为了瓦解楚军的军心,韩信用绢帛和竹木做了许多风筝,风筝上放有竹哨,当夜深人静之时,将风筝放到楚军营地上空鸣响。与此同时,汉军士兵也一起唱起楚歌来。楚军士兵听到家乡的歌,纷纷想家,于是军心涣散,结果楚军大败,项羽自刎。

风筝不仅是儿童的玩具,也是人类发明的最早的飞行器,美国华盛顿的“国家航空和空间博物馆”中的一块说明牌明确地写着:“最早的飞行器是中国的风筝和火箭”。风筝的制作和放飞是很有讲究的。做风筝时要注意风筝牵线作用点的位置,在放风筝时,要使风筝面与水平面具有合适的夹角,当有风吹着风筝面或人拉着风筝线跑的时候,在空气作用下,会产生一个使风筝爬升的力。这样风筝的线越放越长,风筝也就越飞越高。在1752年7月,美国科学家富兰克林还用风筝做过一次轰动世界的吸引闪电的实验,从而证实了天空中的雷电与摩擦所起的电在本质上是同样的。风筝在文人的笔下还具有象征的意义,它那放飞的情景象征着可能远离的情怀。《红楼梦》第22回中有一首贾探春的灯谜诗:“阶下儿童仰面时,清明妆点最堪宜。游丝一断浑无力,莫向东风怨别离。”谜底就是风筝,道出了贾探春远嫁的信息。

如果说要教给孩子做一个玩具,最有意思的就数走马灯了。走马灯的原理与风车是一样的,它的转动框架上固定了倾斜的纸片,当点燃蜡烛产生上升的热气流时,这个框架就会在气流的作用下绕轴旋转起来。由于做成正五棱柱或正六

棱柱的框架的各个侧面画有各种图案,所以每转动框架一周,从走马灯的任意一侧都可以依次看到5、6张不同的画面,周而复始。有歇后语说:“乡下人看走马灯——又来了”。这句话本身要表达的意思是“又来了”,但整句话有鄙视农民的含义,说乡下人见识少,对于这样的一个周期运动的玩具看呆了。其实不仅是农民,对于任何人来说,第一次接触到的事物都是新鲜的。《红楼梦》第51回中讲到薛宝琴做怀古诗,每首诗是一个谜语,其中的第一首《赤壁怀古》,讲的就是走马灯(大观园的姑娘们都没有猜中):“赤壁沉埋水不流,徒留名姓载空舟,喧阗一炬悲风冷,无限英魂在内游。”用走马灯来描述英魂长在。

还有一类游戏具有特别的警示作用,娱乐之后引人深思。

1849年意大利传教士多米诺从中国回到米兰,给他的女儿小多米诺带去一套中国的骨制牌九。小多米诺摒弃了原来的游戏规则,变换出相隔一定空间码成一定图案的玩法。骨牌竖着时,重心较高,倒下时重心下降,倒下过程中,将其重力势能转化为动能,它倒在第2张牌上,这个动能就转移到第2张牌上,第2张牌将转移来的动能和自己倒下过程中由重力势能转化来的动能之和,再传到第3张牌上……所以每张牌倒下的时候,具有的动能都比前一张牌大,因此它们的速度一个比一个快,依次推倒的能量一个比一个大。骨牌的数量越多,游戏就越精彩。倾覆时如排山倒海,场面十分壮观。当然,如果骨牌很多,码骨牌时就要有足够的毅力和耐心。多米诺为了让尽可能多的人能玩上这种高雅的骨牌游戏,就制作了仍称为骨牌的木制牌,木牌迅速地在意大利和欧洲传播开,并被命名为“多米诺骨牌”。

现在政坛或商业领域中的“多米诺效应”,其意义就是从多米诺骨牌游戏引申而来。多米诺效应是指在政坛或商业领域中产生的一倒百倒的连锁反应。

还值得一提的是在西安半坡村遗址中发掘到的汲水壶,它巧妙地应用了重心原理。在先秦时期,这种汲水壶经过修改,变成了一种“欹器”(如图6)。欹,就是倾斜的意思。古书《荀子》中

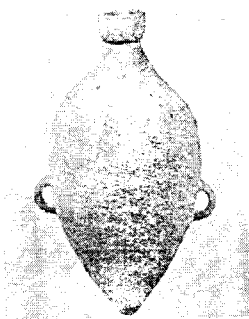


图6 欹器

说,孔子到鲁桓公庙参观,看见欹器,问是什么东西。守庙者回答,这是放在座位右边劝人喝酒的用具。实际上欹器在中偏下位置有一对耳环,耳环系在支架上,就形成了一个支撑欹器的转动轴,在没有装酒时,由于重心在支撑轴之上,欹器就会自动倾倒;酒装得适中,重心下降,由于重力矩作用,欹器就会正立起来;而酒装得太满,重心又上升了,所以欹器又会覆倒。孔子早就听说过欹器,看到实物后发现它原来巧得很。欹器的“虚则欹,中则正,满则覆”与孔子的中庸之道不谋而合。后人就将这种东西放在座位右边,作为一种特殊的玩具,并用来告诫自己,办事要适当,不虛不满,“座右铭”即由此而来。

正如母亲是人生第一个教师那样,玩具是人生第一本教科书。我国著名的儿童教育专家陈鹤琴先生经过长期研究指出:“教育玩具在幼儿教育中占着非常重要的地位,正如中、小学的教科书一样不可缺少”。玩具的重要作用在于能“寓教于玩”、“寓教于乐”,在衡量一个玩具好坏时,除了考虑玩具趣味性外,还应考虑它的科学性、教育性和艺术欣赏性。

自从上世纪70年代苏州大学物理系的朱正元教授倡导“坛坛罐罐当仪器,拼拼凑凑做实验”以来,全国物理教师们积极响应,制作了许多简易有效的教具和演示实验,其中的一部分已经成为青少年儿童的娱乐方式,产生了一些科学玩具,应该让它们逐渐进入广大孩子们的生活之中。但今天的中国孩子,学业负担太重了,家长往往忽视了孩子们玩的重要性。实际上,像瓦特、莱特兄弟、爱迪生、牛顿、爱因斯坦……等等,这些成就非凡的科学家们,无一不曾在玩乐中获益。

各种形式的娱乐活动帮助人们增长了学识,启迪了智慧,陶冶了情操,可以说,娱乐蕴涵着独特的文化内容,是一种有效的教育和文化传播工具。我们是否应该减少学生的课业负担,把玩乐的权利还给孩子们呢?

[注1]这种玩具在有些地区称为“打煞胚”,也有些地区称为“贱骨头”,或“打不死”。就是用鞭子或绳子抽打着使之旋转的陀螺。它跟“棱角锥”这种玩具道理相同,后者是用绳子绕着然后甩开来旋转的陀螺。

参考文献:

余俊雄,刘淑梅,刘淑萍等.玩具史.沈阳:辽宁少年儿童出版社.2002.

(收稿日期:2007-06-22)

欢迎订阅 2008 年《物理教师》(高中版)

邮发代号:28-77,全年订价:72 元