

世界科普经典集萃

物理乐园(下)

主编：梁金豹



中国戏剧出版社

世界科普经典集萃·科普篇

物理乐园(下)

主编:梁金豹

中国戏剧出版社

图书在版编目(CIP)数据

世界科普经典集萃/梁金豹主编. —北京:中国戏剧出版社,2004.3

ISBN 7-104-01935-9

I. 世... II. 梁... III. ①科学幻想小说—作品集—世界—近代②科学幻想小说—作品集—世界—现代
IV. I14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 025979 号

世界科普经典集萃

梁金豹 主编

中国戏剧出版社出版

(北京市海淀区北三环西路大钟寺南村甲 81 号)

(邮政编码:100086)

新华书店总店北京发行所 经销

河北省三河市印务公司 印刷

4500 千字 850 × 1168 毫米 1/32 开本 337.5 印张

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印数:1-1000 册

ISBN 7-104-01935-9/I·777

全套定价:675.00 元(三十六册)

目 录

MU LU

13	圆周运动	(1)
	陀螺旋转的时候为什么不会倒	(1)
	魔术	(2)
	哥伦布的问题的新解决	(4)
	重力“消失”了	(6)
	你也可以做伽利略	(8)
	我们两人间的争论	(10)
	争论结束了	(11)
	在“魔”球里	(11)
	液体做的望远境	(15)
	“魔环”	(16)
	杂技场里的数学	(17)
	重力的短少	(19)
14	万有引力	(21)
	引力大不大	(21)
	从地球到太阳的一条钢绳	(23)
	能不能躲开万有引力	(24)



	威尔斯小说里的主角是怎样飞上月球的	(26)
	月球上的半小时	(26)
	在月球上打靶	(28)
	无底洞	(30)
	童话里的道路	(32)
	怎样挖掘隧道	(34)
15	乘着炮弹旅行	(36)
	牛顿山	(36)
	幻想的大炮	(38)
	沉重的帽子	(39)
	怎样减轻震动	(40)
	你想自己来算一算吗	(40)
16	液体和气体的性质	(43)
	不会淹死人的海	(43)
	破冰船是怎样工作的	(46)
	船沉下去沉到哪儿	(47)
	怎样实现儒勒·凡尔纳和威尔斯的幻想	(49)
	“萨特阔”号是怎样打捞起来的	(52)
	水力“永动机”	(53)
	好像是一个简单的问题	(56)
	关于水槽的问题	(58)
	奇异的容器	(59)
	空气的压力	(61)
	新式的希罗喷泉	(63)
	戏弄人的容器	(66)
	水在底朝天的玻璃杯里有多重	(67)
	轮船为什么会互相吸引	(68)

伯努利原理和它的效果	(71)
鱼鳔是做什么用的	(74)
波浪和旋风	(76)
在地心里旅行	(81)
幻想和数学	(83)
在深矿井里	(85)
乘平流层气球上升	(87)
17 热的现象	(90)
扇子	(90)
有风的时候为什么更冷	(90)
沙漠的热风	(92)
面纱能不能保温	(92)
冷水瓶	(93)
不用冰的“冰箱”	(94)
我们受得住多高的热	(94)
是温度计还是气压计	(96)
煤油灯上的玻璃罩是做什么用的	(97)
为什么火焰自己不会熄灭	(97)
儒勒·凡尔纳小说里漏写的一段	(98)
在没有重力的厨房里做早餐	(99)
为什么水会浇灭火	(103)
怎样用火来熄灭火	(104)
能不能用沸水把水烧开	(106)
能不能用雪来烧沸水	(107)
“气压计汤”	(109)
沸水永远是烫的吗	(111)
烫手的冰	(113)

用煤来取冷	(114)
“饮水小鸭”	(115)
18 磁和电	(118)
“慈石”	(118)
关于指南针的问题	(119)
磁感线	(120)
怎样使钢磁化	(121)
庞大的电磁铁	(122)
磁力魔术	(124)
电磁铁在农业上的用途	(125)
磁力飞机	(126)
同“穆罕默德的棺材”一样	(127)
电磁运输器	(129)
火星人和地球上的人交战	(131)
表和磁	(132)
磁力“永动机”	(133)
博物馆里问题	(135)
电线上的飞鸟	(135)
在闪电光下	(137)
闪电值多少钱	(138)
屋子里的雷雨	(139)
19 光的反射和折射、视觉	(141)
五像照片	(141)
日光发动机和日光加热器	(142)
隐身帽	(144)
隐身人	(145)
隐身人的威力	(148)

透明的标本	(149)
隐身人能看见别人吗	(150)
保护色	(151)
自卫色	(152)
人的眼睛在水底下	(153)
潜水员是怎样看东西的	(154)
透镜在水底下	(155)
没有经验的游泳者	(156)
看不见的别针	(158)
从水底下看世界	(161)
深水里的颜色	(166)
我们眼睛里的盲点	(167)
月亮在我们眼里有多大	(169)
天体的视大小	(172)
天蛾	(174)
为什么显微镜能够放大	(177)
视觉上的错觉	(180)
服装和错觉	(181)
哪个更大	(182)
想象的力量	(183)
再谈视错觉	(184)
这是什么	(187)
奇怪的车轮	(188)
技术上的“时间显微镜”	(191)
尼普科夫圆盘	(193)
兔子为什么斜着眼看东西	(195)
为什么在黑暗中所有的猫都是灰色的	(196)

20 声音、波动	(198)
声波和无线电波	(198)
声音和枪弹	(198)
假爆裂	(199)
一件幸运的事	(200)
最慢的谈话	(201)
声云和空气回声	(202)
听不见的声音	(203)
超声波在技术上的应用	(204)
小人国居民的声音和格列佛的声音	(205)
什么人每天可以收到两天的日报	(206)
火车上的汽笛声问题	(207)
多普勒现象	(209)
一笔罚金的故事	(210)
用声音的速度走路	(211)

13 圆周运动

陀螺旋转的时候为什么不会倒

在小时候曾经玩过陀螺的成千上万个人里面，恐怕没有多少人能够正确地回答这个问题，为什么一个直立着转甚至歪斜的转的陀螺会出乎意料地不倒呢？是什么力量把它维持在这种好像很不稳定的状态呢？难道它能不受重力的作用吗？

原来，这里有一种极有趣的力的相互作用。陀螺的原理很简单，这里不打算深入研究。这里只谈一谈旋转着的陀螺所以能够不倒的基本原因。

图 172 是一个照着箭头所指的方向旋转着的陀螺。请注意它边上写着 A 字的那一部分，和在它对面写着 B 字的那一部分。A 的部分在离开你，而 B 的部分在向着你转过来。现在再看，当你把陀螺的轴向你自己这一面侧倒的时候，这两部分会起什么样的运

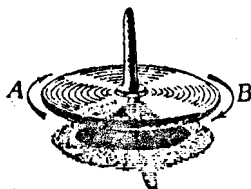


图 172 为什么陀螺不会倒

动。你这样推它，就是使 A 的部分的运动向上斜，B 的部分的运动向下斜；使这两部分都得到一种跟自己本来的运动成直角的推动。

可是，陀螺在很快旋转的时候，它的圆周速度非常大，而你推它的时候所给它的那个速度却很小。一个小速度和一个大速度结合而成的速度，自然跟圆周的大速度相差不大。所以陀螺的运动几乎没有改变。陀螺好像抵抗着一切想把它推倒的力。同时陀螺越重和转得越快，就越能顽强地抵抗推倒它的力。这就是陀螺能够不倒的原因。

这个解释，在本质上同惯性定律有直接关系。陀螺上的每一个点，都在一个跟旋转轴垂直的平面里沿着一个圆周转。按照惯性定律，每一个点随时都竭力想使自己沿着圆周的一条切线离开圆周。可是所有的切线都同圆周本身在同一个平面上。因此，每一个点在运动的时候，都竭力想使自己始终留在跟旋转轴垂直的那个平面上。由此可见，在陀螺上所有跟旋转轴垂直的那些平面，也竭力在维持自己在空间的位置。这就是说，跟所有这些平面垂直的那旋转轴本身，也竭力在维持自己的方向。

我们不准研究陀螺在外力作用下所发生的一切运动。这需要很多解释，未免会枯燥无味。我只想解释一下，一切旋转物体所以能够使它们的旋转轴的方向保持不变，原因在哪里。

旋转物体的这种性质正被现代技术广泛地利用着。在现代轮船和飞机上装置的各种回转仪，像罗盘、稳定器等，都是根据陀螺原理造成的。旋转的作用保证了炮弹和枪弹飞行的稳定性，也可以用来保证人造卫星、宇宙火箭等在真空中运动的稳定性。陀螺似乎只是一种简单的玩具，谁知它竟有这么多的用途！

魔 术

魔术里许多使人吃惊的场面，也是根据旋转物体能够使旋转轴保持原来方向的原理演出的。约翰·培里教授写过一本有趣的书，叫做《旋转着的陀螺》，让我摘录几段介绍给大家。

有一次我选做了几种自己的试验……我竭力想使听众感到

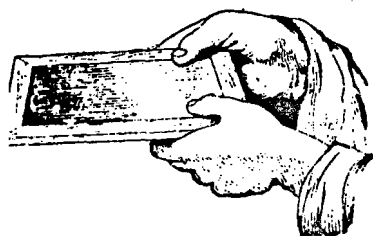


图 173 把旋转着的陀螺抛向空中，
它还能使自己的轴保持原来的方向

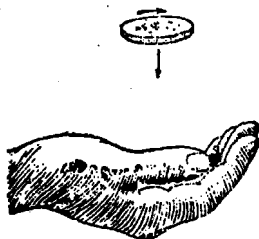


图 174 旋转着的钱币
下落的情况

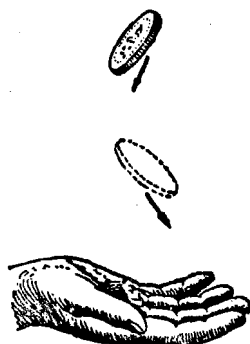


图 175 不旋转的钱币
下落的情况

兴趣，就对他们说，如果你想把一个圆环抛出去刚好落在预先

指定的地方，你就应该使圆环得到一种旋转的运动。如果你想把一顶帽子扔出去能够让别人用手杖接住，你也得这样做。原来在改变旋转物体的轴的方向的时候，它一定会产生反抗作用的。接下去我又向听众讲，如果把炮膛的里面磨光，炮就会瞄不准。因此现在都做来复线炮膛，这就是说，在炮膛里面刻着螺纹线，使炮弹在火药的爆炸力下通过炮膛的时候，得到一种旋转的运动。这样，炮弹离开炮口以后，就正确地做着一定的旋转运动前进。

我在那次讲演里能够做到的只有这些，因为我自己既不会掷帽子，也不会耍盘子。可是在我讲完以后，有两位魔术师走上台来，他们演出了几套戏法。这两个艺人的每个表演都是我刚才所讲的那些定律最好的实际应用。他们互相抛掷旋转着的帽子、盘子、桶箍、伞……一个魔术师把许多刀子抛入空中，落下

的时候把它们接住，又极准确地向上抛。观众们刚听过关于这些现象的解释，所以都欢呼起来，表示满意。他们都看到魔术师旋转了每把刀子，然后把它们抛上去；因为只有这样，才能够准确地知道刀子会取怎样的位置回到手里来。

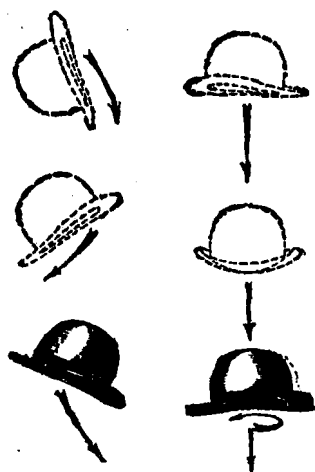


图 176 如果抛帽子的时候，同时使它依首自己的轴旋转，就更容易接住它

哥伦布的问题的新解决

哥伦布解决自己提出的有名的问题——怎样把鸡蛋竖起来——

的方法真是简单极了：只是把蛋壳打破。

这个问题这样解决，其实是不正确的。哥伦布打破蛋壳，就是改变了它的形状，也就是说，他竖的已经不是鸡蛋，而是别的物体了。要知道这个问题的全部要点就在蛋的形状上；改变了它的形状，就是等于用另一种物体代替了鸡蛋。所以哥伦布提出的方法，并没有解决鸡蛋的竖立问题。

我们如果利用陀螺的原理，却能解决这个问题，同时又一点也不改变鸡蛋的形状。这只要使鸡蛋依着自己的长轴做旋转运动就可以了；这样，就可以让它的钝的一端向下，甚至尖的一端向下，直立一会而不倒下去。图 177 画着这个动作的做法：用手指旋转鸡蛋，放开手，鸡蛋还会竖着旋转一会。这个问题这样才算是真的解决了。



图 177 哥伦布的问题解决了：鸡蛋旋转着竖起来了

做这个试验，一定要用煮熟的鸡蛋。这一点限制同哥伦布问题里的条件并没有矛盾。哥伦布提出问题以后，立刻就从餐桌上拿起一个鸡蛋，餐桌上的鸡蛋当然不会是生的。我们未必能使生鸡蛋立着转，因为生鸡蛋里面是液体，它会阻止鸡蛋的旋转。顺便说说，许多家庭主妇都知道这个简单的方法可以用来区别生鸡蛋和熟鸡蛋。

重力“消失”了

“把盛水的器皿甩着转的时候，里面的水不会泼出来；甚至把这个器皿转得底朝天，水也不会泼下来。因为旋转运动阻止着水泼出来。”这是二千年前亚里士多德写的几句话。图 178 画的就是这个试验：盛水的桶转得足够快的时候，即使你把桶转得桶底朝天，像图上所画的那样，桶里的水也不会泼下来。毫无疑义，许多人都曾经做过这种试验。

这种现象平时都把它解释成由于“离心力”作用的关系。离心力是一种想象的力，它好像是加在物体上的，物体受了它的作用，总想远离旋转轴。这种力其实并不存在：物体所以要远离旋转轴，不过是惯性的一种表现，而所有由于惯性的运动，都是不必用力就可以实现的。在科学里，离心力的意思不是别的，只是旋转着的物体拉紧缚住它的线或是压在它的曲线轨道上的实在的力。这种力不是加在运动着的物体上的，而是加在阻止物体做直线运动的障碍物——线、转弯地方的铁轨等——上面的。

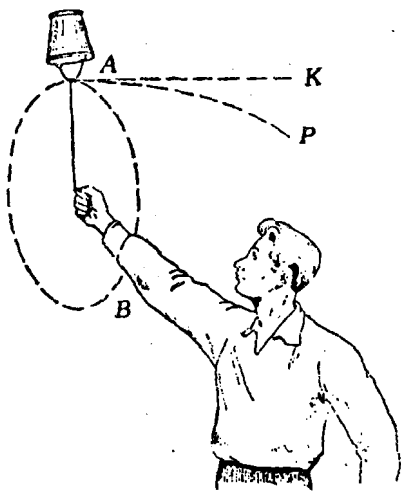


图 178 为什么水桶旋转时，水不会流出来

让我们抛弃掉那种意义不明确的离心力的概念，来研究水桶旋转时候所产生的现象的原因。我们可以先向自己提出这样一个

问题：如果在桶壁上开一个孔，冲出来的那股水要向哪个方向运动？如果没有重力，这股水在惯性作用下，会沿着圆周 AB 的一条

切线 AK 冲出去 (图 178)。可是重力会强迫这股水落下来, 形成一条曲线 (抛物线 AP)。如果圆周速度够大, 这条曲线就会落在圆周 AB 的外面。所以这股水告诉我们, 如果不是桶阻碍着, 在桶转的时候水会走什么样的路线。现在已经很明白, 水根本不会竖直向下落, 因此也就不会从桶里泼出来。水只有在一种情况下会从桶里泼出来, 就是桶口朝着旋转的方向。

现在让我们来计算一下, 在这个试验里水桶要转多块, 水才不会向下泼。这个速度应当是: 旋转的水桶的向心加速度要不比重力加速度小。因为只有这样, 才会使水冲出来的时候所走的路线落在水桶所画的圆周的外面, 而桶不管转到哪里, 水也不会从桶里泼出来。计算向心加速 a 的公式是:

$$a = \frac{v^2}{R}$$

在这里, v 是圆周速度, R 是圆形路线的半径。在地球表面上的重力加速度 $g = 9.8$ 米/秒², 因此我们就有了个不等式:

$$\frac{v^2}{R} \geq 9.8$$

假设 R 等于 70 厘米, 那么,

$$\frac{v^2}{0.7} \geq 9.8$$

所以

$$v \geq \sqrt{0.7 \times 9.8}$$

$$v \geq 2.6 \text{ 米/秒}$$

很容易算出, 要得到这样大的圆周速度, 只要我们拿绳的手每秒钟大约转三分之二圈就够了。这样的旋转速度是完全可以做到的, 所以这个试验能毫不困难地做成功。

在容器依着水平轴转的时候, 液体会压在容器的壁上。这种性质在技术上已经利用在所谓离心浇铸上。这里主要的是: 不均匀的液体会按照它们的密度成层地分离开。比较重的成分会落在离旋转

轴远的地方，比较轻的成分会落在离轴近的地方。因为这样，含在熔化的金属里会在铸件里造成气泡的气体，就从金属里分离出来，跑到铸件里面的空处。用这种方法铸成的铸件比较密实，并且不含气泡。离心浇铸法比普通的压铸法成本低，并且不需要复杂的设备。

你也可以做伽利略

有许多城市为爱好强烈刺激的人预备了一种极别致的娱乐，叫做“魔术秋千”。我没有玩过种秋千，所以只能从一本科学游戏集里抄下来一段描写它的文字：

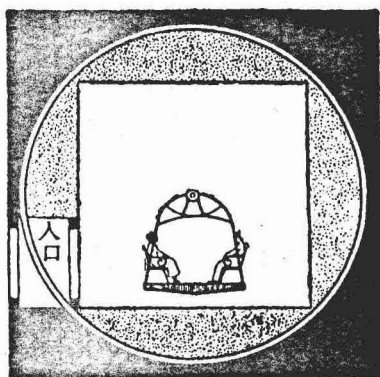


图 179 “魔术秋千”的构造简图

在离地面很高的地方，有一根很坚固的横贯屋子的梁，梁上挂着秋千。大家在上面坐定以后，工作人员就关上门，撤去进屋子的跳板。这时候他宣布，他马上要让玩秋千的游客有机会去做一次短期的空中旅行了。说完以后，他就轻轻地推动秋千。然后自己就坐在后面，像驾马车的人坐在马车后面一样，或者干脆走出这间屋子。

这时候，秋千摆动的幅度越来越大，看来就要荡得同横梁一样