

世纪经典科普名著系列

趣味力学

З а н и м а т е л ь н а я м е х а н и к а

[苏联] 雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼 © 著 周英芳 © 译

世界著名科普作家

趣味科学奠基人 别莱利曼经典作品之一

其“趣味科学系列”被译为十几种语言

再版数十次，深受全世界青少年的喜爱

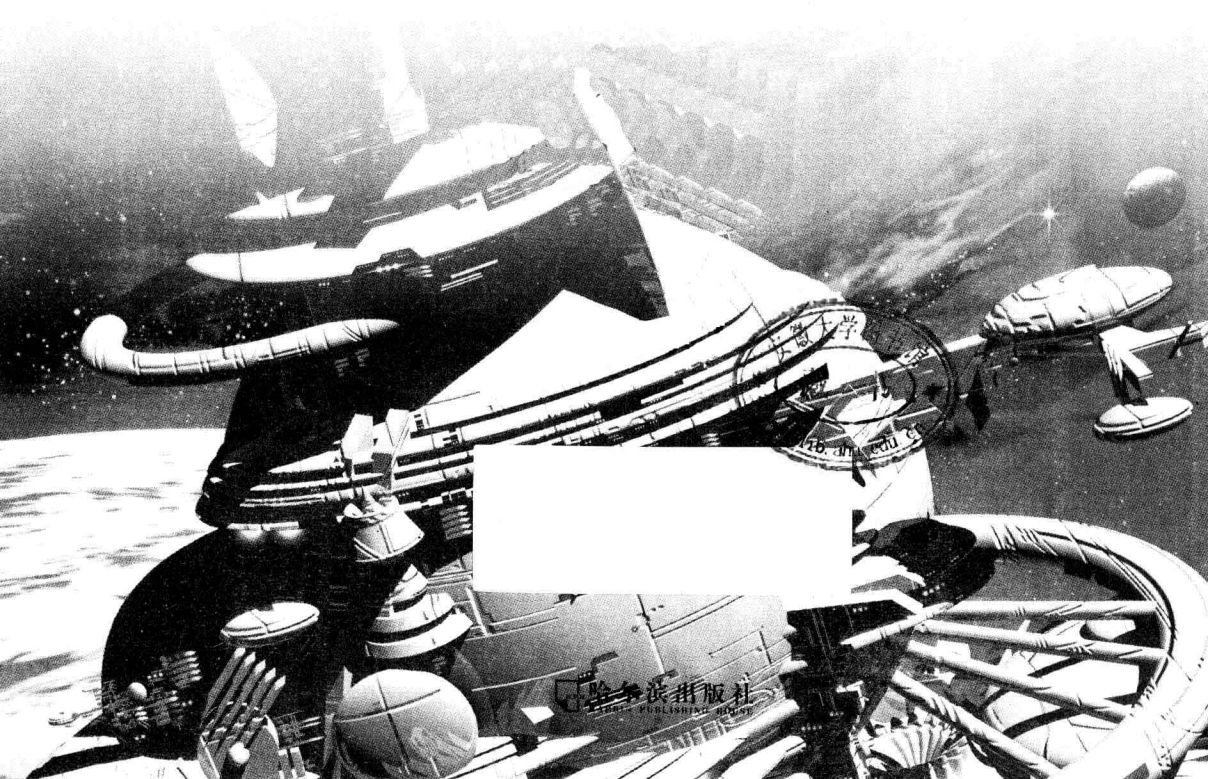
哈尔滨出版社
HARBIN PUBLISHING HOUSE

世纪经典科普名著系列

趣味力学

з а н и м а т е л ь н а я м е х а н и к а

[苏联]雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼◎著
周英芳◎译



图书在版编目(CIP)数据

趣味力学 / (苏联) 别莱利曼著; 周英芳译. — 哈尔滨: 哈尔滨出版社, 2012.12
ISBN 978-7-5484-0977-9

I. ①趣… II. ①别…②周… III. ①力学—普及读物 IV. ①O3-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第055824号

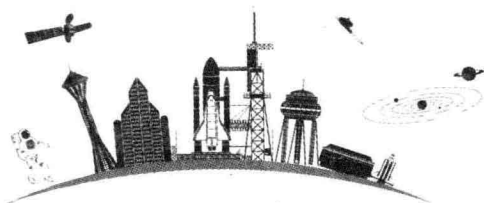
书 名: 趣味力学

作 者: [苏联] 雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼 著
译 者: 周英芳 译
责任编辑: 韩伟锋 曲 宁
特约编辑: 李异鸣 杨 肖
责任审校: 李 战
封面设计: 蒿薇薇

出版发行: 哈尔滨出版社(Harbin Publishing House)
社 址: 哈尔滨市松北区科技一街349号3号楼 邮编: 150028
经 销: 全国新华书店
印 刷: 北京朝阳新艺印刷有限公司
网 址: www.hrbchs.com www.mifengniao.com
E-mail: hrbchs@yeah.net
编辑版权热线: (0451) 87900272 87900273
邮购热线: 4006900345 (0451) 87900345 87900299 或登录蜜蜂鸟网站购买
销售热线: (0451) 87900201 87900202 87900203

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 12 字数: 200千字
版 次: 2012年12月第1版
印 次: 2012年12月第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-5484-0977-9
定 价: 25.00元

凡购本社图书发现印装错误, 请与本社印制部联系调换。服务热线: (0451) 87900278
本社法律顾问: 黑龙江佳鹏律师事务所



目 录

第一篇 力学的基本原理

两个鸡蛋的问题.....	001
骑木马旅行.....	003
力学常识.....	004
在船上战斗.....	005
空气动力管.....	006
行驶中的火车.....	007
哥白尼定律与托勒密定律.....	009
应该怎样理解惯性定律.....	010
作用力与反作用力.....	012
两匹马的问题.....	015
两只船的问题.....	015
步行者与蒸汽机的奥秘.....	016
“克服惯性”的意义是什么?.....	018
火车车厢.....	018

第二篇 力与运动

力学公式参考一览表.....	020
枪的反冲力.....	022
日常的与科学的常识.....	023
月球上的大炮.....	025
在海底射击.....	026
推动地球.....	028
不正确的发明思路.....	030
飞行着的火箭重心在哪里?.....	032

第三篇 重力

悬锤和钟摆的例子	034
钟摆在水里	037
在斜坡上	038
水平线什么时候不水平?	039
有磁场的山	043
向山上流的河	044
铁棒的问题	045

第四篇 下落和抛掷

日行千里靴	047
人体炮弹	050
投球纪录	054
通过危险的桥	056
三颗弹丸	057
四块石头的问题	059
两块石头的问题	060
投球游戏	060

第五篇 圆周运动

增加重量的简易方法	062
不安全的娱乐设施	064
在铁路的弧形转弯处	065
非步行路	067
倾斜的大地	068
为什么河流都弯弯曲曲?	071

第六篇 碰撞

简单易懂的探索	074
碰撞力学	075
研究自己的皮球	077
在槌球场上	081
“力来源于速度”	082
人体砧板	083

第七篇 一些有关强度的问题

对海洋深度的测量	086
----------	-----

最长的金属丝	088
最牢固的材料	089
比头发更坚固的是什么?	090
为什么用管子制作自行车的框架?	091
七根枝条的寓言	093

第八篇 功·功率·能

很多人不了解功的单位	095
1千克的功是怎么产生的?	096
不能这样计算功	097
拖拉机的牵引力	098
活体和机械发动机	099
100只兔子和一头大象	101
人类的机器奴隶	102
秤“分量多一些”	106
亚里士多德的问题	107
易碎东西的包装	108
谁的能量?	110
自动机械	112
摩擦取火	113
被溶解的弹簧的能	117

第九篇 摩擦与介质的阻力

从雪山上向下滑	119
发动机关闭以后	120
小拖车的车轮	121
机车与轮船的能量消耗到什么地方了?	122
被水冲走的石头	123
小雨点的速度	125
物体下落之谜	129
顺流而下	130
什么时候被雨淋得更严重?	132

第十篇 生物界的力学

格列佛与巨人国	135
河马为什么动作笨拙?	137
陆地生物的构造	138



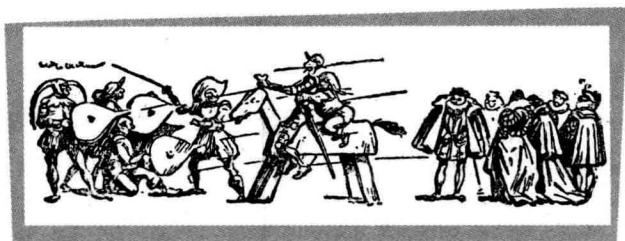
巨兽灭绝的命运.....	139
谁的跳跃能力更好?	140
谁的飞行能力最强?	141
没有破损的降落.....	143
为什么树不会长到天一样高?	143
伽利略著作文摘.....	145

附录

在爱因斯坦所在国家引人入胜的游玩 (O. A. 瓦利比卡随笔)	148
本书中的物理学单位一览表.....	184

第一篇

力学的基本原理



两个鸡蛋的问题

双手各拿一个鸡蛋，您用两个鸡蛋相互撞击。两个鸡蛋一样结实，撞击的位置一样。两个鸡蛋中的哪一个会被撞碎？是被撞的那个还是用来撞击的那个？（图1）

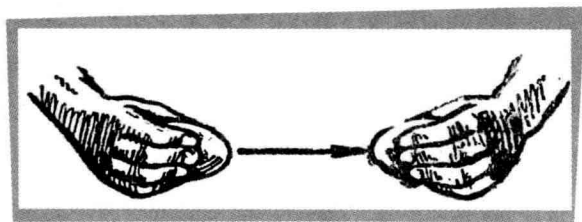


图1 哪个鸡蛋会碎

很多年前，美国《科学与发现》杂志中提出了这个问题。杂志证实，多数情况下，“运动中的鸡蛋会被撞碎”，换句话说，就是用来撞击的鸡

蛋会被撞碎。

杂志中进一步解释说：“鸡蛋壳的形状是弯曲的，用来撞击静止的鸡蛋会产生作用在鸡蛋壳表面的压力；但我们明白，和所有拱形物体相同，鸡蛋壳承受来自外界压力的能力很好。当然，当考虑到运动中的鸡蛋内部的作用力时，情况便不尽相同了。这时，运动着的鸡蛋内的液体物质在鸡蛋撞击的瞬间挤压鸡蛋壳，拱形物体承受这种压力的能力相对于承受撞击力要弱很多，所以鸡蛋壳就会被撞碎。”

这个问题在列宁格勒一家发行量很大的报纸上被刊登时，得到了各种各样的答案。

答案中的一部分认为，被撞碎的肯定是用来撞击的那个鸡蛋；另一些答案则完全相反，认为用来撞击的鸡蛋会完好无缺。双方似乎都拿出了有道理的论据。但两种结论都是错的，因为无法通过论据的论述确定相互撞击的两个鸡蛋中哪个会被撞碎，撞击的鸡蛋和被撞的鸡蛋之间并不存在区别。我们不可以强调用来撞击的鸡蛋是运动的。静止是相对于什么说的呢？假如是相对于地球，那么我们知道，在星际之间地球进行着不同形式的各种各样的运动。“被撞击”的鸡蛋和“用来撞击”的鸡蛋也同样处于这种运动之中。谁也无法说出，在星际之间，它们中的哪一个运动得更快。若要依据运动与静止的特点来猜测鸡蛋的未来，只能通过翻阅各种天文学书籍，参考星球的静止来证实每个鸡蛋在相互撞击中的运动。但这样的做法也没有意义，我们能看到的每一个星球都在运动，所有星球所在的星系相对于其他星系而言也在运动。

看来，鸡蛋撞击的问题在我们引向深奥的宇宙后，还远远没解决。观察星星能帮我们了解一个重要的道理，也能帮我们解决问题。道理在于，如果没有其他可用来参照的物体，所说的物体运动就成了荒谬。一个孤单的物体是无法被说成是运动或静止的，只有两个物体互相拉近或者互相远离时才可能实现位置的移动。相互撞击的两个鸡蛋的状态是相同的运动：它们互相接近。这是对它们的运动我们得出的结论。鸡蛋撞击的结果将无法由我们认为哪个鸡蛋是静止的，哪个鸡蛋是运动的而决定。

伽利略在三百年前（以写这本书的时间算起）对匀速运动与静止第

一次提出了相对性。读者不可以把这个“经典力学相对论”与20世纪初期的、进一步发展了的“爱因斯坦相对论”混淆。

骑木马旅行

从现在所说的能得出结论，一个物体在匀速直线运动时与静止时是没有差别的。所以，“匀速运动的物体”和“静止状态的物体，但它的周围物体作相反方向的匀速直线运动”事实上是同样的现象。严格意义上说，我们不应用上面所提的说法，应该说这个静止的物体与和它反向运动的物体在彼此作相对的运动。如今，在所有研究力学的人中，这种观点也远远没有被认识。但《堂吉诃德》的作者生活在三百年前（以写这本书的时间算起，本书写于20世纪上半叶，书中年代均以此为准），他从未读过伽利略的作品，却对这样的观点不陌生。在塞万提斯的作品中，这个观点体现在一个很有兴趣的情景中，在那段光荣的骑士和他的仆人的骑马旅行中描写道：

“请骑在马背上，”堂吉诃德向人们表示，“只要坐一下就可以了：嵌在木马脖子上的机关被转动，马就能飞起来，带我们去等待我们的地方——玛拉姆不莫。我们需要将眼睛遮挡住，才不至于因为高度而让头眩晕。”

于是，两个人蒙上眼睛，堂吉诃德开动了机关。

骑士使周围的人相信，自己已经飞得“比箭头更快”。

堂吉诃德郑重其事地对仆人说：“我发誓，这辈子我从没坐过这样平稳的坐骑，一帆风顺，风尘仆仆。”

桑丘回答：“是的，我感受到很强的风，就如同我被上千个风箱一起吹打。”

事实果然这样，有几个极大的风箱正在对着他们猛烈地吹。

其实，现如今在展览馆和公园里为大众提供娱乐的各种设施，塞万提斯的木马是原型。它们都是根据力学不能将静止与匀速运动相区分的原理

设计的。

力学常识

很多人善于将静止与运动相对立，如同将天地、水火对立起来一样。但是，这并不影响人们在火车上度过一晚，而且完全不必担心火车处于静止，还是在行驶。在理论上，人们坚决不承认飞速行驶的火车是静止的，火车的轨道、土地与所有周边的情景都在作相反方向的运动。

“凭借常识，火车的司机能否接受这种说法呢？”在论述这个问题的时候，爱因斯坦提问。“司机会争辩说，是他将发动机烧热，是他使机车滑润的，而不是周围的景物。他工作的目的应该是将力作用于发动机，也就是说使火车运动。”

看上去，这样的观点有充足的依据，完全无可挑剔。但假如火车是沿着一条平坦的轨道向西方行驶，开向与地球自转相反的方向，那么，周围的景物就会从火车对面迎过来。而这时，火车的燃料只能使火车不向后退。更准确地说，是使火车坚持以比周围景物稍微慢一点的速度向东运动。司机如果不想让火车受到地球自转的影响，就必须使火车运行的速度达到与地球的自转速度相同。

事实上，司机无法找到这样的发动机，可以达到这样速度的只有喷气式飞机。

在火车保持匀速运动时，根本无法确认火车与周围景物哪一个是静止的，哪一个是运动的。物质世界的结构就是这样。在任何相似的情况下，都无法解决如匀速运动与静止是否存在的问题。我们仅仅能研究物体相互之间的相对匀速运动，这是因为，观看者自身的匀速运动不受被观看的情况和规律所影响。

在船上战斗

假设这样一种情况，这样我们很多人就少不了在实践中运用相对论了。例如，两个枪手在航行中的船甲板上，他们正在相互瞄准。他们两个人所处的情况并无区别。那么，背对着船头的那名枪手是否会抱怨？因为他射击出去的子弹要比对方射击出来的子弹飞行得更慢。（图2）

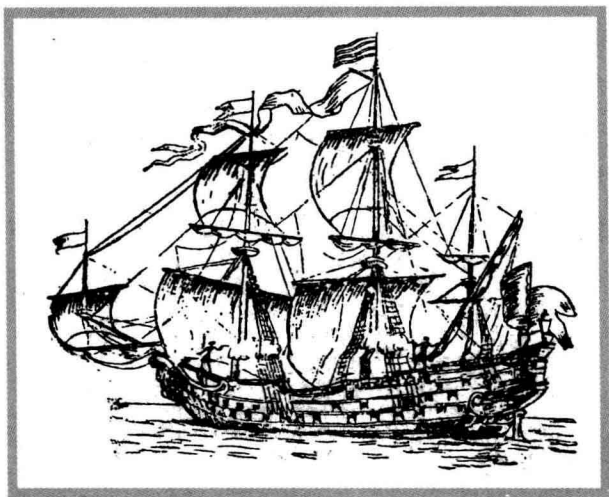


图2 谁的子弹能先射击到对方

事实上，相对于海平面而言，与船行驶的方向相逆的子弹会比在船静止状态下射击出去的子弹飞得更慢，但向船头方向射击的子弹则会飞得更快。事实上，这完全没有影响双方的交锋，原因在于，向船尾方向射击的子弹，射击的目标也在向子弹迎来，也就是说，在船作匀速直线运动的情况下，子弹的速度差别与射击目标相对而来的速度相互抵消了。射向船头的子弹要去追离自己越来越远的目标，目标远去的速度与子弹多出的速度正好相等。

结果显示，相对各自的目标来说，两颗子弹的运动和它们在静止的船上的运动是一样的。

需要说明的是，在这里说到的情况仅仅适用于船在匀速直线运动中。

在这里引用一下伽利略第一次提到经典相对论的那部著作中的一段话（正是这本书中的说法，使书的作者险些被教会烧死）。

“如果在一艘船的甲板下的房间里关着自己和朋友两个人，而这艘大船正在作着匀速运动，那么你们将无法立即断定船是在运动还是处于静止。如果你们向远处跳，在船板上跳的距离和在静止的船上跳的距离是一样的。即使你跳起来的时候脚下的船板正向相反的方向移动，你们也无法因为船的快速运动而向船尾方向跳得更远，向船头跳便更近。当你向你的朋友扔东西时，从船尾向船头扔所用的力量与向相反方向扔时用的力量相比，绝不会更大。船上的飞虫也一样，它们到处飞，不会只停在靠近船尾的一方。”

这样，经常被用来解释经典相对论的概念就容易理解了：“某个运动中的体系的特点不是由这个体系是在静止状态，还是与地面作相对的匀速直线运动而决定的。”

空气动力管

在实际的生活过程中，依据经典相对论的理论用静止替代运动，或者用运动代替静止经常会达到非常好的效果。为研究飞机或汽车在行驶过程中受到空气阻力的影响，通常会去研究它的“相反现象”，也就是研究运动中的气流对飞机的作用力。在实验室中，设置一个大的管道——空气动力管（图3），使其中形成气流，而后去研究这个气流对悬浮着的静止的飞机或者汽车模型的作用力。虽然真实的情况是正好相反的：空气静止，飞机或者汽车在空气中飞速运动，但研究的结果和发现却能用于实践中。现在，已经设计出体积极大的空气动力管，其内放入的不是被缩小的飞机模型，而是装有螺旋桨的一架真的飞机，或者一辆中型汽车，空气动力管中空气的运动速度相当于音速。

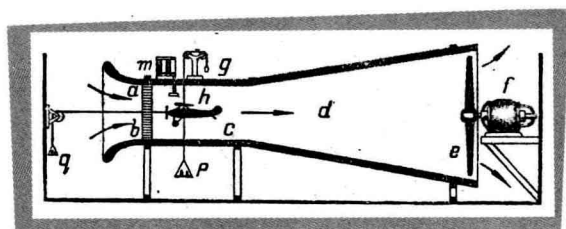


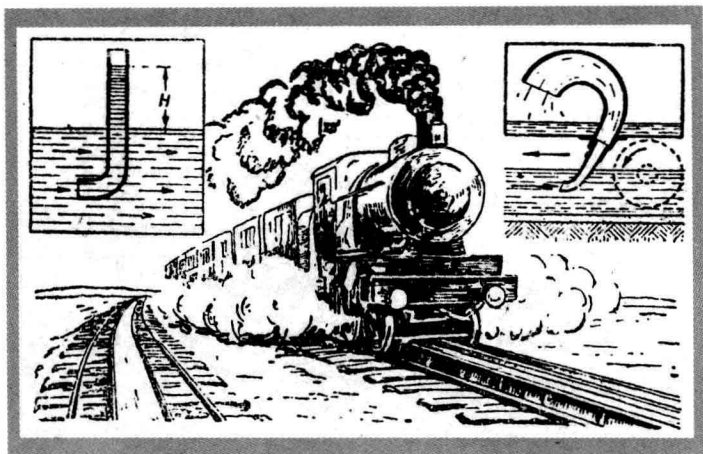
图3 空气动力管的侧剖图

注：飞机或者机翼模型挂在 h 标志处，在风扇 e 的作用力下，空气顺着箭头所指方向运动，通过狭小的出口向工作舱内吹，继而重新被吸到空气动力管内。

一个很大的空气动力管建在莫斯科的中央空气动力研究所里。它是八角形的，长度达50米，工作部分的直径是6米。更大的空气动力管建在离法国不远的地方，它椭圆形的横截面达到18米×16米。

行驶中的火车

另一个成功运用经典相对论理论的例子是火车铁路运输过程中的一个技术。在英国和美国，煤水助燃车通常能在火车飞速行驶的时候给火车加水。这是应用一个大家都熟悉的力学现象“转换”的一种方法：将一个向下弯曲的管道放入水流中，管道下方的口与水流方向相对（图4），于是水流会进入一个被称为“毕托管”的管道里面，而且会使管内的水高于水流的水平面，高出的一部分 H 由水流的速度决定。铁路的工程师“转换”了这个现象，他们使弯着的管子在水中运动，这样管子内的水就可以升高到比水池内的水更高的地方。这样，静止代替了运动，运动也代替了静止。



注：在两条铁轨间修建长长的水槽，煤水车下方的管道可以伸入其中，上方左图为“毕托管”，将它放置于流动的水中，管内的水平面将高于水槽内的水平面，上图右方是飞速行驶的火车正在使用“毕托管”为煤水车加水。

图4 给行驶中的火车加水

在经过一些车站时，行驶中的火车需要加水，就要在两条铁轨间修建长长的水槽（图4），从煤水车上垂下的弯管子下方开口处朝着火车前进的方向。水在管内升高会流入飞速行驶的煤水车内。

为何用这个方法就可以使水位升高？力学的一个分支是水力学，用来研究液体运动。依据水力学原理，“毕托管”内的水升高的高度与以水流的速度竖直向上投掷物体能达到的高度相等，摩擦力、旋转流动等因素导致消耗的能量忽略不计的话，这个升高的高度求解公式为：

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

在公式中， v 代表水流的速度， g 代表重力加速度，即 9.8米/秒^2 。在上面提到的例子中，对于管道而言，水的流动速度相当于火车的速度。我们假设一个比较平常的速度来计算，每小时36千米，那么， v 等于 $10\text{米/秒}^{\text{①}}$ ，

① 在这里用于计算的千米/时表示每小时的千米数，米/秒表示每秒钟的米数；米/秒²是重力加速度的计量单位，即匀加速运动时每秒钟改变的速度为多少米/秒，后面的计算中与此相同。

那么，水升高的高度应该是：

$$H = \frac{100}{2 \times 9.8} \approx 5 \text{米}$$

通过计算可以清楚地看到，无论是因为摩擦而消耗能量，还是由于其他一些被忽略的因素导致能量消耗，水的上升高度都可以满足煤水车加满水。

哥白尼定律与托勒密定律

毫无疑问，一个问题在读者中产生：应该怎样解决哥白尼与托勒密有关地球运动相对论的经典力学观点？虽然，在这个问题上讨论的不是直线运动，因而问题陷入爱因斯坦相对论领域，在这里，没有研究的我们全都不包括在内。

这样一来，变为讨论什么围绕什么的问题：地球围绕太阳，还是太阳围绕地球？

那样设置问题是不正确的。问题在于，在现实中，讨论两个规律的运动是怎样实现的是毫无意义的：物体的运动是相对于另外一个物体而言的，绝对的运动是不存在的。所以提出的这个问题应该用这个方法回答：地球和太阳的运动都是相对于另外一个而言的，从地球上观察的时候，太阳就好像是围绕着地球在转，而如果在太阳上观察的话，地球应该是围绕着太阳在运动。

我们知道杰出的物理学家爱因斯坦，他说：“行星运动在托勒密的理论体系中简单而模糊，在哥白尼的体系中则较明显。但对于普通的地球上的现象原理是相反的：托勒密体系使它们暴露出大自然的规律性。地球体系，或者说托勒密体系自然引发地球现象，而太阳体系，或者说哥白尼体系揭示了太阳体系运动；但对于两个体系而言，我们不能从其中一个方面得出适宜的定论，没必要使问题复杂化。”

你们赞同这个，如果你们能想起除了哥白尼之外的哪怕一个天文学

家，这个天文学家否认“托勒密”的观点：“我得出的结论是，地球更好地把太阳带入自己的自转运动中。”为了界定哥白尼的观点比托勒密的地心说更得体，在这种情况下，我们毫不犹豫地支持了希腊人的观点。

我们这个时代的天文学，或者是另一个时代的天体现象，经常完全不能想到关于星系的运动：他们想当然地进行推测，所有的天空都围绕不运动的地球在转^①。

读者也许忘记了，事实上真的忘记了——长时间以来引起我们研讨的理由是，效仿关于苹果落地的问题。这个问题具有世界性影响，在力学史上具有转折意义。美国杂志毫无顾虑地表示，他们在碰撞的苹果之间规定了区别，不用猜疑，他们处于经常不断的传说的前夕。

应该怎样理解惯性定律

现在，对运动的相对性详细了解之后，我们可以对运动产生的原因即“力”略加论述。首先，我们要指出力的独立作用定律。也就是力对物体的作用和这个物体处于静止状态，受惯性作用而运动，或者在其他作用力的作用下运动并不相干。

这是在经典力学基础上，牛顿三大定律之一的第二定律的观点。第一定律是惯性定律，第三定律为作用力与反作用力定律。在本书中，牛顿第三定律会在下一章内介绍，在此不作重复阐述。第二定律则是表示速度变化的量与作用力成一定的比例，并且与作用力作相同方向的加速。这个定

① 细心的读者中有人在我的解释说出前会提出问题：

“通过那些遥远的星星，观察者看到的运动是什么样的？对于观察者来说，地球的运转是靠近太阳，还是相反的？”

回答这个问题，应该回想起之前说的，不存在绝对静止的观察物体的点。观察者所看到的星星，相对于其他物体是静止的。如果观察者在太阳是相对静止的情况下看地球，地球的运转就是渐渐靠近太阳。如果观察者在地球是相对静止的情况下，他看到的太阳就是在向靠近地球的方向旋转。如果观察者把第三个物体作为相对静止的参照物（例如另外一颗星星），那么呈现给观察者的运动便是，太阳和地球在同一个或者是不同的轨道上。