

物理之谜

杨宗书 编

WULIZHIMI

文汇探索丛书



文汇探索丛书

WEN HUI TAN SUO
CONG SHU



物理 之谜

杨宝书 编

文汇出版社

责任编辑 沈国祥
封面装帧 陆全根
插图 陈达林

物 理 之 谜

杨宗书 编

文匯出版社出版发行

(上海市圆明园路·149号)

新华书店上海发行所经销 江苏吴江伟业印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.75 字数 151000

1988年12月第1版 1990年7月第3次印刷

印数 30,001—50,000

ISBN 7—80531—051—(3)/G·24
书号 7455·51 定价: 2.20 元

目 录

【力学篇】

鸡毛与石块哪个落得更快?	(1)
伽利略错了吗?	(4)
惯性质量与引力质量究竟是否相等? ...	(5)
引力在减弱吗?	(9)
引力常数会变吗?	(11)
这些物理常数说明了什么?	(13)
摩擦力的本质是什么?	(15)
金属疲劳是怎么回事?	(19)
形状记忆合金的奥秘何在?	(21)
“铁浆糊”的胶接机理是什么?	(25)
莫特模型之争何时休?	(28)
次声怎样导致鲸鱼自杀?	(29)
湍流的形成机理是什么?	(32)

【热学篇】

孤粒子是何玩意儿?	(35)
谁能揭开姆潘巴问题的奥秘?	(36)
运动物体的温度会改变吗?	(39)
能否达到绝对零度?	(41)
超导现象的微观机理是什么?	(43)

【磁学篇】

- 地磁场是怎样形成的? (48)
- 地磁场不断变化的原因何在? (50)
- 地磁场怎样影响着生物界? (53)
- 有没有磁单极子? (56)
- “黑道凶日”一定是封建迷信之说吗? ... (57)
- 极低频电磁场是致癌因素吗? (60)
- 什么是微波的“非热效应”? (62)
- 耳朵何以能认字? (64)

【光学篇】

- 地光是怎样形成的? (67)
- 奇异的光盘是什么怪物? (70)
- 伽利略剽窃了凯瑟琳的研究成果吗? ... (72)
- 极光之源在哪里? (74)
- 航天飞机外为什么出现神秘的光? (77)

【综合篇】

- 飞碟究竟是什么? (79)
- 是外星人发来的电波吗? (82)
- 闪电是怎么形成的? (85)
- 球形闪电的机理是什么? (87)

恒星是怎样形成的?	(89)
顿古斯大爆炸是陨石引起的吗?	(92)
南极上空的洞是怎么出现的?	(94)
大气中的二氧化碳有何物理效应?	(96)

【近代物理篇】

广义相对论会不会变成“明日黄花”? ...	(99)
引力子啊,你在何方?	(101)
有没有引力波?	(104)
下落不明的物质在哪里?	(106)
宇宙的尽头在哪里?	(108)
真有过大爆炸吗?	(112)
黑洞是怎么一回事?	(114)
何时揭开类星体上的神秘面纱?	(116)
光子学的范畴到底是什么?	(119)
光是粒子还是波?	(121)
能不能超光速?	(123)
物质颜色何处来?	(126)
以太究竟是否存在?	(128)
微观世界全同粒子不可区别吗?	(130)
时间箭头之谜何时解开?	(134)

EPR 之谜是怎么回事?	(136)
上帝在掷骰子吗?	(139)
薛定谔的猫, 死了还是活着?	(141)
超重元素岛在哪里?	(143)
原子核内部结构究竟是怎样的?	(145)
基本粒子究竟是什么?	(148)
质子是“长生不老”的吗?	(151)
中微子有没有质量?	(153)
奇异的正电子峰的源头何在?	(156)
分数电荷是否客观存在?	(158)
π 介子还有什么用武之地?	(161)
μ 子为什么如此神秘莫测?	(163)
何时能揭开轻子之谜?	(165)
夸克是物质分割的极限吗?	(168)
夸克何时能解除“禁闭”?	(170)
到底有没有奇异物质?	(172)
夸克和轻子之间存在内在联系吗?	(174)
黑格斯粒子, 君在何处?	(177)
超弦究竟有没有?	(179)
胶子的面纱何时能揭开?	(182)
畸形子究竟意味着什么?	(184)

分立对称性失效的原因何在?	(186)
上帝是“左撇子”吗?	(188)
反物质在哪里?	(190)
有没有反世界?	(193)
快子是“子虚乌有”的吗?	(196)
太阳能的来源是什么?	(197)
存在弱作用巨粒子吗?	(200)
可控轻核聚变能否实现?	(202)
受控热核反应的点火条件能否达到? ...	(205)



力 学 篇

鸡毛与石块哪个下落得更快？

鸡毛与石块哪个下落得更快的问题，已经争论了 2,000 多年，不仅没有了结，而且越来越奇离古怪。

公元前四世纪希腊哲学家亚里士多德认为：重的物体下落快，轻的物体下落慢。如果让鸡毛与石块同时下落，石块落地快，鸡毛落地慢。在近 2,000 年的时间里，亚里士多德被看作是绝对权威。第一个向亚里士多德挑战的是意大利物理学家伽利略（公元 1564—1642 年）。他巧妙地提出：如果把一个重物与一个轻物绑在一起，结果怎样呢？这一问正好点着了亚里士多德的漏洞。重物下落快，轻物下落慢，轻重两物绑在一起，快的变慢些，慢的变快些。按照亚里士多德的观点，其下落速度应比重物的慢而比轻的快，轻物与重物绑在一起，下落速度不快也不慢。另一方面，按照亚里士多德的观点，重物下落快，那么轻物与重物绑在一起，比重物还要重，下落速度应该最快：伽利略指出了

这一理论的矛盾，也触怒了许多学者、教授。纷纷要他拿出证据。于是产生了流传广泛的有名的斜塔实验故事。

伽利略是比萨人，比萨有座著名的塔，建于1173年，塔高179英尺，由于塔基问题，塔身发生倾斜，那正是理想的实验场所。伽利略为了证明他的论断，邀请了许多人到斜塔旁观看，有他的支持者，也有他的反对者。伽利略一手拿着一磅重的铅球，另一手拿着10磅重的铅球，一步一步登上斜塔。那些亚里士多德派的学者发出“嘘嘘”的嘲笑声，准备看他“失败”的实验。伽利略到了塔顶，向下面的人群叫喊着：现在请各位注意！随即一松手，两只铅球笔直自由下落。“啪”地一声，两个重量不等的铅球同时落地。伽利略胜利了。

这段活龙活现的描写，事出有因，查无实据。翻遍所有的伽利略的著作以及有关文献，都没有这方面的记载。但是，在1638年出版的伽利略的《两种新科学的对话》一书中，确实把亚里士多德驳倒了。书中伽利略以萨尔维阿蒂的身份出现，而以辛普利邱代表亚里士多德的观点。

“萨尔维阿蒂：如果把两个自然速率不同的物体连在一起，那么落得快的物体会被落得慢的物体拖着而减速，慢的物体会被快的物体拖着而加速。你同意吗？”

“辛普利邱：没有疑问，你说得对。”

“萨尔维阿蒂：但是，如果这是对的，那么我们取一块大石头，例如它的下落速度为8，再取一块小石头，下落的速率为4，将它们拴在一起，整个系统的下落速率应该小于8；但是两块石头拴在一起要比那块速率是8的石头大。因此，重物比轻物的运动速率要小；这个结论刚好和你的推测相反。这样，你就看到了从你的重物比轻物体下落得快的假设，我怎样推出了重物比轻物体下落得更慢的结论。”

“辛普利邱：我完全被搞糊涂了……说实在的，这完全超出了我的理解力……”

至此，鸡毛与石块公案已经了结，用现代的话来说：在真空中，一切下落物体的加速度是相同的。在正常生活中，我们看到重物先落地轻物后落地，其实是由于空气阻力的缘故。现代科技的发展提供了十分有效的测试手段，有条件更精细地验证万有引力定律。各种不同物体下落的加速度是不是完全相同？有没有细小的差异？物理学家希望为长期怀疑的东西找出实验的根据来。

1922年美国人厄卓等人进行了细致的实验，实验试图找出物体下落的加速度（即重力加速度）的值，是否随不同材料（如不同物质或不同化学结构）而不同，当然这种差异是非常微小的，大约有1%的变化。一般物理学家认为厄卓实验并没有表明什么新情况。但是，美国人菲施巴赫等研究了厄卓落体实验后，提出了一个惊人的见解。

1986年1月6日，菲施巴赫等人在《物理评论快报》上发表文章，坚持认为厄卓实验已表明不同物质、不同化学结构物体的重力加速度是不同的。更为吃惊的是，他们认为造成这种下落加速度偏小的原因，是地球和物体之间，除引力之外，还存在着微小的排斥力。这一消息传开，立即引起全世界物理学家的关注，这是人类还未知道的一种力。人类已经知道的力有四种：电磁力（库仑力等）、强相互作用力（使核子束缚在一起的力）、弱相互作用力（引起核衰变的力）和牛顿的万有引力，上述这种斥力可能是除了已经知道的四种力之外的第五种自然力了。开始称这种地球与物体间的斥力为超电荷力，后来美国正式命名为超负载力。

超负载力的性质还不十分清楚，只在两物体间距离小于

200 米时才表现出来,这种排斥力与物体间的万有引力重叠在一起,比万有引力小得多。地球斥力(超负载力)的大小与两物体内的质子、中子总数有关,但不与质量成一定比例,地球斥力又与物体的化学成分有关,其原因至今一无所知。

由于地球存在斥力,羽毛和石块谁下落得更快,又成为世界疑案了。(兆 田)

伽利略错了吗?

传说,意大利物理学家伽利略在比萨斜塔上进行过一次闻名于世的落体实验,从而打破了在物理学领域沿袭了几千年的传统观念:物体下落的速度和它的重量成正比。

不论这一传说的真伪如何,它确是伽利略建立自由落体定律的形象证实。自十七世纪初以来,人们对伽利略的这一定律始终坚信不疑;然而,近来,却有人对此提出了疑问:重物和轻物果真同时落地吗?

美国马萨诸塞大学的两位物理学家约翰·多诺古和拜利·候斯坦,在量子场论计算的基础上,提出了重物应比轻物下落得快的观点,他们在《欧洲物理学杂志》上发表了这一研究成果。

在量子场论的计算中,两位物理学家从各个物体的引力质量和惯性质量略有不同这一前提出发,推导出了不同物体具有不同的下落速度这一结论。尽管引力质量和惯性质量的等效性是爱因斯坦建立的广义相对论的一条基本原则,但是,在稀奇古怪的量子世界中,两者并不相等。

以量子的观点来看,所谓带电粒子,其实是围绕着一圈“质子云”的粒子,这些质子始终被该粒子发射着、吸收着,永远处于动态平衡的状态。这种过程便改变了带电粒子的总能量。根据爱因斯坦著名的质能定律(能量等于质量与光速平方的乘积),能量和质量是相当的,于是,能量的减少,意味着该粒子惯性质量的减少。一般来说,含有相同物质的物体,热的总比冷的要下落得慢。

在多诺古和侯斯坦的计算中,还包括复杂的狄拉克方程和量子辐射场理论,他们得出的结论是:引力加速度与质量和温度有关,因此,重物(或)冷物总比与其相等的轻物(或)热物下落得要快。

当然,两位物理学家所得出的这种效应是相当微弱的。用伽利略在比萨斜塔上做的实验是完全测不出来的,只有设计出精度更高的实验装置,才能“明察秋毫”。我们目前仅在 10^{-12} 数量级以内承认引力质量和惯性质量相等,而多诺古和侯斯坦预言的效应则将影响到 3×10^{-17} 数量级。

伽利略真的错了吗?虽然人们对此见仁见智,不过,这两位物理学家的的工作却启示人们:真理并非一成不变,经典的概念也存在着局限性。(韩王荣)

惯性质量与引力质量究竟是否相等?

质量是物质最基本的属性之一。牛顿最早对质量下的定义是:“质量是用密度和体积一起来量度的。”然而密度本身的定义已包含了质量的概念,因此牛顿的这种定义方法陷入了自相矛

盾的逻辑循环之中。

那么应怎样对“质量”下一科学的定义呢？从辩证唯物主义观点来看，质量与其它物理量之间是密切联系的，反映这种联系的客观规律有：牛顿第二定律、万有引力定律、质能联系定律等。因此质量的定义可从这些客观规律中找到依据。

被牛顿发现并总结出来的两个都包含质量概念而彼此独立的力学定律是牛顿第二定律和万有引力定律。这两个定律从不同方面反映了物质的某种属性。从这两个定律出发可分别对质量下不同的定义。从牛顿第二定律出发，由 $\vec{F} = m_{\text{惯}} \vec{a}$ ，质量定义为“物体惯性大小的量度”，即对不同物体施以同样大小的力，根据它们获得加速度的大小来确定质量的大小，获得加速度大的物体质量小，获得加速度小的物体质量大。这种测定质量的方法是根据惯性的大小来量度的，因此称为“惯性质量”。

另外，从万有引力定律出发，用 $\vec{F} = K \frac{m_{\text{引}} M_{\text{地}}}{r^2} \vec{r}$ 也可定义质量。如果把 $M_{\text{地}}$ 作为引力源，则 $M_{\text{地}}$ 越大，引力越大，因此质量是产生引力场的能力的量度。另一方面， $m_{\text{引}}$ 越大时引力也越大，所以从这个角度看，质量又是受引力场作用能力的量度。因此引入“引力质量”的概念来定义物体产生引力场与受引力场作用的能力大小的量度。

显然，引力与惯性在物理本性上是完全不同的。爱因斯坦曾非常生动地以地球与石头间的引力为例来说明这一点，他说：“地球以重力吸引石头而对其惯性质量毫无所知。地球的‘召唤’力与引力质量有关，而石头所‘回答’的运动则与惯性质量有关。”因此就出现了这样一个问题：物体的引力质量与惯性质量是否确实相同？两者既然表现于同一物体，那么它们之间必然存在着某种联系。要找到这种联系，可将牛顿第二定律与万有

引力定律结合起来用于同一物体，并用实验来检验两者是否相同。

为此科学家们设计了各种实验，其中自由落体实验就是检验这种关系的最初实验。众所周知，由于地球的自转与公转，所以地球不是一个严格的惯性系，因此在地球上任何物体受到的重力 G 实际上是由两种力的合成，其中一个力是与引力质量有关的万有引力 $\vec{F}_{引}$ ，另一个力是由地球自转引起的（公转可忽略）、与惯性质量有关的惯性离心力 $\vec{F}_{惯}$ ，这样物体的重力既与引力质量有关，又与惯性质量有关

$$\begin{aligned}\vec{G} &= \vec{F}_{引} + \vec{F}_{惯} \\ &= K \frac{m_{引} M_{地}}{r_3^2} \vec{r} \\ &\quad + m_{惯} \omega^2 \vec{r}_1\end{aligned}\quad (1)$$

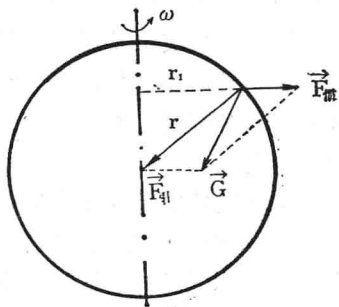
ω 为地球自转角速度， $\vec{r}$ 与 $\vec{r}_1$ 分别为图中所示的两个不同半径矢量，在重力 $\vec{G}$ 的作用下物体产生的加速度可按牛顿第二定律

$$\vec{G} = m_{惯} \vec{g} \quad (2)$$

求得， $\vec{g}$ 为自由落体加速度。(1)与(2)式相结合得

$$\vec{g} = K \frac{m_{引} M_{地}}{m_{惯} r^3} \vec{r} + \omega^2 \vec{r}_1 \quad (3)$$

从地球上某一固定点来看，上式中第二项是常数。对于同一位置上的不同物体，若引力质量 $m_{引}$ 与惯性质量 $m_{惯}$ 不等或不成比例，则不同物体自由下落的加速度 $\vec{g}$ 的大小与方向就不同，因此实验验证就归结为不同物体的加速度 $\vec{g}$ 是否严格一致。若不一致，说明两者不等或不成比例；反之，说明两者相等或成正比。



但要测定 g 就必须测量落体的时间间隔，而直接测量时间间隔的精确度是有限的，这类实验的精度大约为 $1/60000$ 。

1909 年，厄卓设计了一个测量引力精确度达到十亿分之五的仪器，他发现在他的仪器精度内，相等的惯性质量总受到相等的引力作用。1964 年迪克等人对厄卓实验作了改进，又将实验精度提高了两个数量级。

引力质量与惯性质量的等价性竟在如此高的精度上一致，实在令人感到惊奇。那么对于这非自然现象的偶然巧合有什么深刻的含义呢？这引起物理学家们的深思。爱因斯坦从这一等价性的基本事实出发，推广了他的狭义相对论，在 1916 年建立了广义相对论，从而带来了一系列基本概念的新发展，极大地丰富了人们对客观世界的认识，促成了许多新的科学思想和新的理论的诞生。

虽然惯性质量与引力质量等价的实验验证目前已精确到 10^{-12} 数量级，同时广义相对论也从理论上论证了两者之间的等价。但是否可以肯定地下结论说：惯性质量与引力质量就是一回事，因而不必再去区分它们呢？从目前的发展来看，下这样的结论恐怕为时过早。因为一方面实验的精确度受到测量仪器的限制；另一方面，广义相对论也只能被认为是相对真理。1961 年狄克首先提出了由于物体自身的引力势能的存在，广义相对论的等效原理存在一个微小的偏差。1968 年恼脱维脱进一步发展了这一理论并提出可用天体观察来验证的实验设想。狄克等人在 1976 年总结了六年来的天体实验观察，初步证实了这种偏差效应，目前正在继续探索中。因此，惯性质量与引力质量究竟在什么程度上保持等同，仍然是一个有待进一步探索的谜！

(谭树杰)

引力在减弱吗？

根据引力理论预言，由于宇宙膨胀，物质在远离，它的局部影响在减小，因而引力常数随时间变小，变化率接近于观察到的宇宙膨胀速率—— $(5.6 \pm 0.7) \times 10^{-11}/\text{年}$ 。

要检测这样小的变化是十分困难的，但物理学家们还是不畏艰难，他们设计了各种实验，其中之一的测量方法是月掩星法，用来观测引力常数的变化。其原理很简单，在月球每月绕地球公转的过程中它从无数的恒星面前经过，由于月球上没有大气，恒星又很遥远，基本上可以把恒星看作点光源，所以在肉眼看来，恒星在月球前沿消失和在月球后沿再现似乎是同时发生的。如果引力强度变弱，那么月球将极缓慢地离开地球，其轨道将变大，轨道周期（即绕地球一周所用的时间）将变长。如果引力常数不变化，则根据月球运动理论，可以非常精确地预言掩盖某恒星的时刻；如果引力常数在变小，那么将会出现这样的效应：实际观测到的掩星时刻应晚于上述理论预言的时刻。

实验时要用时间分辨率极高的光电光度计来监测，星光在千分之几秒的时间内从最大强度跌到零值附近，而时间的精确测定不能用历书时或天文时，因为地球绕太阳的公转，由于引力强度在减弱，其公转周期与月球绕地球周期一样，也在变长，且其增量恰与月球轨道周期的增长成比例，结果这两个周期的比值总是一样，所以无法测出引力常数的变化。

好在自 1955 年起开始使用与天体运动无关的时间单位，这就是基于铯原子的极有规则的振动——原子时，这样一来，依