

中
学
物
理
思
维
方
法
丛
书

ZHONGXUEWULISIWEIFANGFACONGSHU

猜想与假设

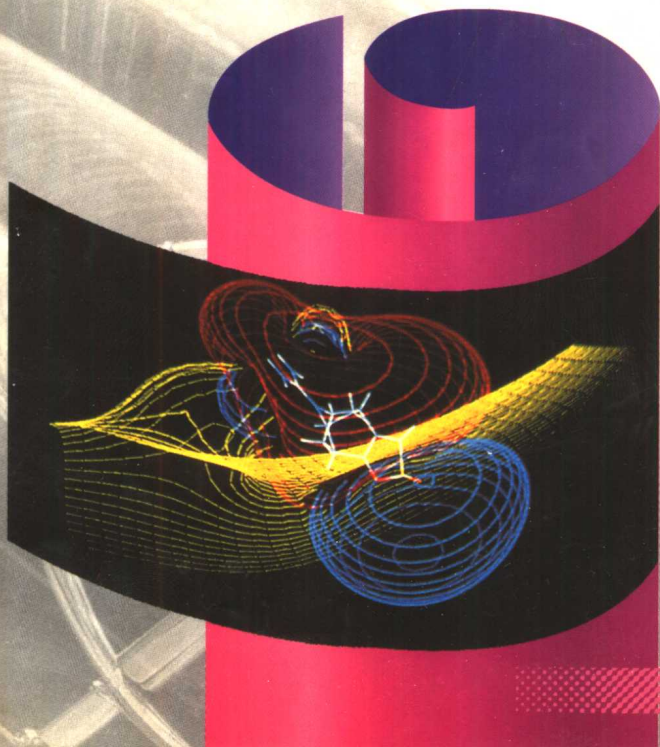
王溢然

CAIXIANGYUJIASHE

WANGYIRAN

DAXIANGCHUBANSHE

大象出版社



猜想与假设

CONJECTURE AND
HYPOTHESIS
SARAH M. HARRIS
著
曹远志 译



中 学 物 理 思 维 方 法 丛 书

猜想与假设

王溢然

大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

中学物理思维方法丛书:猜想与假设/王溢然,束炳如主编;王溢然编著. - 郑州:大象出版社,1999

ISBN 7-5347-1246-7

I. 中… II. ①王… ②束… ③王… III. 物理课-思维方法-中学 IV. G634.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 25885 号

责任编辑 谢 凯	责任校对 霍红琴
大象出版社出版(郑州市农业路73号 邮政编码450002)	
新华书店经销	河南第一新华印刷厂印刷
开本 850×1168 1/32	印张 6.125 字数 132千字
1999年9月第2版	1999年9月第1次印刷
印数 1—4 000册	定 价 6.95元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 郑州市经五路12号

邮政编码 450002

电话 (0371)5957860—351

中学物理思维方法丛书

顾 问 周培源 于光远
序 言 阎金铎
主 编 王溢然 束炳如
编 委 (按姓氏笔划为序)
王明秋 王溢然 刘宗贤
束炳如 岳燕宁 谢 凯
本册作者 王溢然
插 图 朱 然

没有大胆的猜测,就作不出伟大的发现。

——牛 顿

只要自然科学在思维着,它的发展形式就是假说。

——恩格斯

序 言

在中学物理教学过程中,学生获取知识的同时,要重视从科学宝库中汲取思维营养,加强科学思维方法的训练。

思维方法是一个很大的范畴,有抽象思维、形象思维、直觉思维等。以抽象思维而言,又有众多的方法,在逻辑学中都有较严格的定义。对于以广大中学生为主的读者群,就思维科学意义上按照严格定义的方式去介绍这众多的思维方法,显然是没有必要的,也是不会收到成效的。由王溢然、束炳如同志主编的这套丛书,不追求思维科学意义上的完整,仅选取了在物理科学中最有影响、中学物理教学中最为常见的这些思维方法(包括研究方法)为对象,在较为宽泛的意义上展开,立意新颖,构思巧妙。全套丛书共13册,各册彼此独立,都以某一二类思维方法为主线,在物理学史的恢宏长卷中,撷取若干生动典型的事例,先把读者引入到饶有兴趣的科学氛围中,向读者展示这种思维方法对人类在认识客观规律上的作用。然后,围绕这种思维方法,就其在中学物理教学中的

功能和表现、以及其在具体问题中的应用作了较为深入、全面的开掘,使读者能从物理学史和中学物理教学现实两方面较宽广的视野中,逐步领悟到众多思维方法的真谛。

这套丛书既不同于那些浩繁的物理学史典籍,也有别于那些艰深的科学研究方法论的专著,但却兼容了历史和方法、照顾了普及与提高、联系了中学教学实际、突出了对中学物理教学的指导作用和具体应用。文笔生动、图文并茂,称得上是一套融史料性、科学性、实用性、趣味性于一体的优秀课外读物。无论对广大中学生(包括中等文化程度的读者)还是中学物理教师、教学研究人员以及师范院校物理专业的大学生,都不无裨益。

科学研究是一项艰巨的创造性劳动。任何科学发现和科学理论都是在一定的背景下,经过科学家精心的实验观测、复杂的思维活动后的产物。在攀登道路上充满着坎坷和危机,并不是一帆风顺、一蹴而就的。科学家常常需及时地(有时甚至是痛苦地)调整自己的思维航向,才能顺利抵达成功的彼岸。因此,任何一项科学新发现、一种科学新理论的诞生,决不会仅是某种单一思维活动的结果。这也就决定了丛书各册在史料的选用上必然存在的某些重复和交叉。这是一个不足之处,但反过来却可转化为使读者的思维层次“多元化”的一个优点。不过,作为整套丛书来说,如果在史料的选用上搭配得更精细一些、思维活动的开掘上更为深刻一些,将会使全书更

臻完美。

我把这套丛书介绍给读者,一方面希望引起广大中学生的兴趣,能从前辈科学家思维活动轨迹中汲取智慧,活化自己的灵感,开发潜在的智能;另一方面希望中学物理教师在此基础上继续开展对学生思维方法训练的研究,致力于提高学生的素质,以适应新时期的需要。

我也真诚地希望这套丛书能成为图书百花园中一朵惹人喜爱的花朵。

阎金铎

1992年10月

引 言

猜想与假设(或假说、设想等)虽然在含义上或程度上不尽相同,但都是人们以一定的经验材料和已知的事实为依据,或以已有的科学理论和技术方法为指导,对未知事实或现象的原因及其规律所作的一种有一定推测性或假定性的说明.它是经验材料和科学理论之间的一座桥梁.科学的发展离不开假设,学习科学知识也经常需要假设.

在这本小册子中,我们摘取物理学发展史上的一些精彩的片断.通过一些典型的猜想与假设,向读者展示了猜想与假设在物理学发展中的重要作用,以及前辈物理学家是如何从纷杂的现象中萌发猜想、提出假设、检验假设、完善和发展假设,从而形成科学的理论的.同时,结合中学物理教学的实际,阐述了猜想与假设的教学功能和在分析、解决具体问题时的应用.

希望广大读者从阅读本书中,能提高对猜想与假设这一重要的思维方法的认识,并能运用它帮助自己理解和掌握物理知识.更希望能充分张开你智慧的翅膀,在浩瀚的未知世界中大胆地去猜想、假设,有所发现,有所创造.

作 者

1992年春于苏州烟雾楼

目 录

序言

引言

一、大胆的猜想 绝妙的假设	(1)
1. 落体运动规律的猜想	(1)
2. 天体引力的平方反比假设	(6)
3. 关于热本质的猜想	(12)
4. 关于电本质的假设	(16)
5. 黑体辐射与普朗克量子假设	(21)
二、猜想与假设在科学认识中的作用	(30)
1. 解释物理现象或规律	(30)
2. 提出新的实验和观测方向	(36)
3. 构成通往正确道路的桥梁	(43)
三、猜想的萌发 假设的形成	(53)
1. 类比推理法	(53)
2. 归纳推理法	(57)
3. 演绎推理法	(60)
4. 经验公式法	(64)
5. 直觉思维法	(67)
四、实践是检验和发展猜想与假设的惟一途径	(69)
1. 伽利略的斜面实验	(70)

2. 万有引力定律的验证	(72)
3. 伦福德实验与焦耳热功当量的测定	(79)
4. 汤姆生巧测阴极射线	(83)
5. 劳厄一箭双雕	(93)
五、中学物理中常见的几种假设	(98)
1. 物理条件的假设	(98)
2. 物理过程的假设	(104)
3. 矢量方向的假设	(111)
4. 临界状态的假设	(116)
5. 极端情况的假设	(124)
六、猜想与假设在中学物理中的应用	(133)
1. 猜想与假设对学习和运用物理知识的指导作用	(133)
2. 猜想与假设在中学物理解题中的应用	(135)
结束语	(179)
主要参考资料	(180)

一、大胆的猜想 绝妙的假设

科学的发展与人们探索自然奥秘的思维活动有着密切的联系.面对五彩缤纷的自然景象和前人在生活、生产实践中积累的许多经验,科学家们为了解决问题,寻求答案,必须要作一些大胆的尝试,最初往往只是些试探性的猜想和假设.英国著名科学家赫胥黎(T. H. Huxley, 1825—1895)说:“一切科学都始于假设——或者说尚未证明的假设,而它们或许并且常常是错误的,但是对于在一片混沌的现象中追寻秩序的人来说,它们总比袖手旁观好.”下面就是物理学发展史上不同时期的几个著名的猜想与假设.

1. 落体运动规律的猜想

亚里士多德
猜 想

关于落体的运动,古希腊学者亚里士多德(Aristotle, 前384—前322)从对“运动原因”的探讨出发,作出一些猜想.亚里士多德认为:宇宙有一个中心,这个中心正好与地球中心重合.宇宙万物都有其指定的位置,如果脱离原位,就要争取回去,即脱离原位的物体都有寻找“天然处所”的趋势.把一块石头抛向空中,石头有回到它原来在宇宙中的位置——地球上的趋

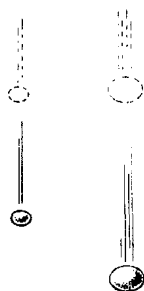


图1 亚里士多德的落体观点

势,因此石头就要下落,并且,物体下落的速度和它们的重量成正比.他作出的猜想是:重的物体落得快,轻的物体落得慢(图1).

亚里士多德关于落体运动的看法差不多流传了两千年.这两千年来,虽然有人曾反对过这种说法,但都因为没有确切的实验和理论上的论证,都没有被人重视.

伽利略的 思想实验

成功地打破亚里士多德的错误权威的是意大利物理学家伽利略(G. Galilei, 1564—1642). 他从一个简单的思想实验得出的佯谬,*对亚里士多德的说法提出了反驳.把轻重不同的两个物体捆在一起,如果重物体比轻物体下落得快,那么当它们捆在一起下落时,由于快的物体受慢的物体的阻碍而减慢,慢的物体受快的物体的驱使而加快.其结果使得捆在一起的两个物体下落的速度一定介于原来两个物体的速度

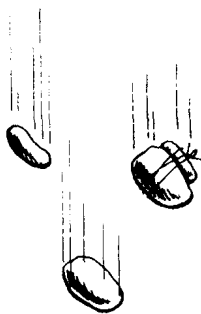


图2 落体佯谬

之间,即小于原来重物体下落的速度,大于原来轻物体下落的速度(图2).但是,两个物体捆在一起不就成了一个比原来的重物体更重的物体了吗?按亚里士多德的论断,这个物体下落的速度要比原来的重物体下落得更快,这就和上面的结论相矛盾了.由此可见,重的物体不会比轻的物体下落得更快.根据同样道理还可推知,轻的物体下落得不会比重物体慢.所以,轻重不同的物体下落的速度应该是相等的.

历史上还流传下来一个脍炙人口的、生动的故事:1590年,伽利略曾登上如今名扬天下的比萨斜塔,当众从塔顶同时下落两个不同轻重的球,众人亲眼看到它们同时着地.如今,在意大利比萨

* 思想实验:又称思维实验,是以大脑为实验室、用思维操作进行的实验.

的博物馆里还陈列着据说是伽利略当年用过的木球.*

在伽利略的伟大著作《两门新科学》一书中还曾描写过类似的实验,他写道:“从高 200 库比特(当时意大利的长度单位,1 库比特 \approx 45.7 厘米——作者)的塔顶落下的铅球和乌木球,着地时前者不会比后者超前 4 英寸(1 英寸 = 25.4 毫米——作者).”

尽管对伽利略是否真的在比萨斜塔上做过落体实验还没有定论,不过,伽利略运用思想实验对亚里士多德的反驳是

十分巧妙和成功的.他得出的猜测性的结论也是十分明确的.

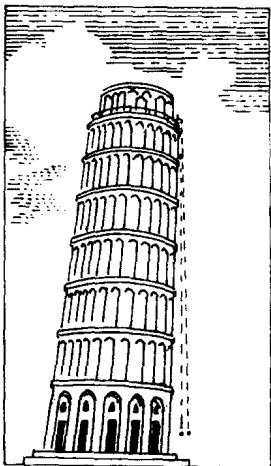


图 3 比萨斜塔

伽利略 猜想

在破除了亚里士多德的错误观点后,伽利略转向对落体运动性质的进一步研究.

伽利略不从运动的原因出发,而是从如何描述运动着手.根据直观的观察,下落的物体总是越来越快,因此,他首先抓住“速度”这一基本特征对运动进行分类.他把物体的运动分成匀速运动和变速运动两大类,并且定义出匀速运动:“我们称运动是均匀的,是指在任何相等的时间间隔内通过同样的距离.”而对于落体运动,他从自然界“总是习惯于运用最简单和最容易的手段”的信念出发,认为落体运动速度的变化也应该以极简单和为人们十分容易理解的方式进行.因此他最初猜想(当时也有人提出

* 关于这段故事,现代科学史研究者大多认为不可信.但也有学者经过论证,认为可能做过.

过):“落体运动的速度和所经过的距离成正比。”但他很快领悟到这一猜想的逻辑错误,因为如果真是这样,物体下落 8 库比特的速度将是它下落前 4 库比特速度的两倍,这样下落前 4 库比特和下落 8 库比特用的时间应该相同(图 4)。这显然和实际观察不符合,一个物体下落 8 库比特的时间总比下落最初 4 库比特的时间长。于是,伽利略紧接着作出一个大胆的猜想:物体下落的速度是均匀增加的。也就是说,物体下落时速度与它的运动时间成正比,因此,下落物体是一种速度均匀增加的运动。他根据这个猜想,用速度的增量 Δv 和运动时间 Δt 的比值定义出匀加速运动:“若一个物体从静止状态出发,在相等的时间内获得相等的速度增量,称这个物体的运动为匀加速运动。”现在把加速度的单位厘米/秒² 称为“伽”,正是纪念伽利略的意思。

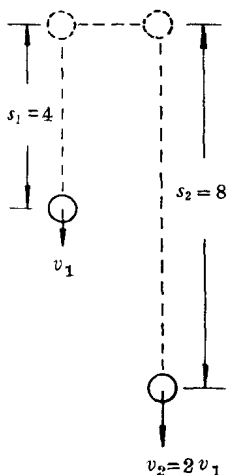


图 4 v 正比 s 的猜测

伽利略清楚地认识到,直接从速度的变化去判定运动的性质较为困难,他转向了去寻找物体通过的距离和运动时间的关系,并利用图解法巧妙地证明了:一个从静止出发做匀加速运动的物体,在某段时间内经过的距离和时间的平方成正比,即 $s \propto t^2$ (参见附注)。如果下落物体也做匀加速运动,那么它所通过的距离一定也应和时间平方成正比。接着,伽利略就设计了“冲淡重力”的斜面实验,成功地验证了他对落体运动所作出的大胆猜想(参见 70 页)。

附注:伽利略关于匀加速运动中 $s \propto t^2$ 的证明

假设某一物体由 C 点静止出发匀加速地通过一段距离 CD , 通过这段距离所用的时间用线段 AB 表示。作垂直于 AB 的线段 EB

表示这段时间的末速度. 连接 AE , 所以从 AB 上等距离的点 ($A_1, A_2, A_3 \dots$) 引出的平行于 BE 而终于 AE 上的线段 ($A_1A_1', A_2A_2', A_3A_3' \dots$) 都表示经相等时间后的速度数值. 这些速度数值是和成正比的, 即

$$\frac{A_1A_1'}{t_1} = \frac{A_2A_2'}{t_2} = \frac{A_3A_3'}{t_3} = \dots$$

或者 $v \propto t$.

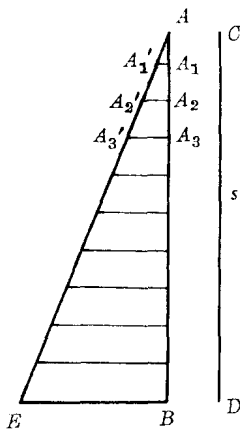


图 5 $v \propto t$ 的图解

由于物体做匀加速运动时, 速度是连续地每时每刻在增大. 要把各不同时刻的速度都表示出来, 必须想象从 AB 上各点引出无限多条逐渐加长的平行线段 (图 6). 这样, 三角形 AEB 的面积就代表了在 AB 这段时间内通过的距离 s . 由图中

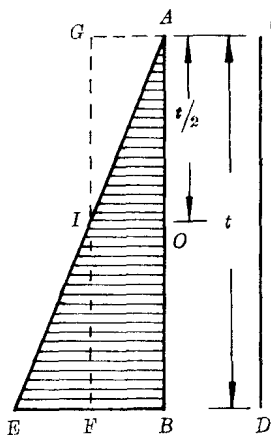


图 6 初速为零的匀加速运动的距离

还很容易看出, 一半运动时间的速度大小 (线段 OI) 正好等于初速度 (为零) 和末速度大小 (线段 BE) 的平均值. 以这个平均值在同样时间内做匀速运动通过的距离 (矩形 $ABFG$ 的面积) 和初速为零的匀加速运动通过的距离 (三角形 ABE 的面积) 相等. 即

$$s = vt = \frac{1}{2} vt. \quad (2)$$

由①、②两式于是立即可得到 $s \propto t^2$ 的结论.