

# 通过简单实验认识复杂地球

## 一 大气压力和自由落体



作者: Susana A. Alaniz-Álvarez, Ángel F. Nieto-Samaniego  
插图: Luis D. Morán

翻译: 徐莲芳 (Lianfang Xu) 许顺山 (Shunshan Xu)

墨西哥国立自治大学

*Enrique Luis Graue Wiechers* 博士  
校长

*Leonardo Lomelí Vanegas* 博士  
秘书长

*Alberto Ken Oyama Nakagawa*  
行政秘书

*Jorge Volpi Escalante* 博士  
文化传播协调员

*William Henry Lee Alardín* 博士  
科研协调员

*Gerardo Carrasco Núñez* 博士  
地球科学中心主任

*Joaquín Díez-Canedo Flores*  
编辑出版发行部主任

*Susana A. Alaniz Álvarez* 博士  
*Ángel F. Nieto Samaniego* 博士  
*Manuel Lozano Leyva* 博士  
本系列图书协调员

*Aurora Asprón*  
设计和培训

D. R. ©墨西哥国立自治大学  
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D. F.  
Centro de Geociencias  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Boulevard Juriquilla núm. 3001, Juriquilla, Querétaro  
C. P. 76230, México  
ISBN (Obra General) 978-607-02-9594-2  
ISBN 978-607-02-9595-9  
墨西哥印刷制作  
未经作者允许，本图书不得以任何形式部分或全部复制。

# 通过简单实验认识复杂地球

## 第一册 大气压力和自由落体

作者: Susana A. Alaniz-Álvarez,  
Ángel F. Nieto-Samaniego

插图: Luis D. Morán

翻译

徐莲芳 (Lianfang Xu)

许顺山 (Shunshan Xu)

# 目录

1. 瓶子是空的吗?.....	9
查尔斯和盖吕萨克定律	
2. 杯子里的水不会流出来.....	11
大气压力	
3. 使水面升高的蜡烛.....	13
压力与体积	
4. 怎么扎气球能使它不会爆掉.....	15
玻意耳定律	
5. 怎么让一支空的滴管沉下去.....	17
帕斯卡和阿基米德定律	
6. 让它们飞起来.....	19
空气阻力	
7. 落下!!! .....	21
伽利略自由落体实验	
8. 哪一个先落下? .....	23
万有引力定律	
9. 滑梯.....	25
伽利略斜面实验	
附录 .....	27
致谢 .....	29
作者简介 .....	29

## 前言

自2009年起，UNAM(墨西哥国立自治大学)的几名研究人员和学生，以系列丛书“通过简单实验认识复杂地球”为基础，对基础教育阶段的部分教师举办了科普培训。在与教师们的交流中，我们发现，有必要在书中添加伽利略的“斜面实验”内容。我们认为，了解一个科学概念的起源相当引人入胜，这里的科学概念指的是重力加速度。伽利略做了不同的实验，发现物体的坠落速度与其重量无关，而且是加速坠落。由于大气层的存在，在地球上很难觉察到这一点。所以在本书中，首先列举了五个与空气相关的实验，充分利用了日常生活中常见的材料，随后是四个伽利略设计的关于物体坠落的实验。

## 说明

现代智人在地球上的居住区域，可以说很小很小，并且在地球本身45亿年的历史中仅在最近的20万年出现。此外，我们的星球固液层的半径达6380公里，在120公里的大气层下，人类仅仅触及了地球表面不到2米的高度。

然而，人类不断探索我们星球的深处，计算出或估算了其物理特性：质量，体积，密度，温度，压力等，这些都是远远超出人类感知极限的。

人们不禁要问，为什么看起来不起眼的人类了解这么多我们星球的自然现象？是什么使他们坚持探索并发现了这些定律？其中的一个答案可以是：是某些人物出于对那些超出了他们眼界和想象的某些现象的好奇心。这些杰出人物之一当然就是伽利略。



## 伽利略(1564-1642)

很多物理学的进展都要归功于伽利略，因此被认为是实验科学之父。这位数学教授出生在意大利比萨，是一名演奏技巧相当熟练的琵琶演奏家的第一个孩子。伽利略最初的兴趣不仅限于问诸如地球是怎么运动的问题，他还关注太阳系。他的那句名言“然而，它在动”，据说是他对一个宗教裁判所的陪审团说的。

不管是否存在上述情节，但确实是他，在做弥撒时观察到了比萨大教堂一盏吊灯的摆动，通过测量脉搏的时间，发现了钟摆运动的关键所在。

在十七世纪，尚未存在我们现有的测量系统，但他做到了实验的精确计时：首先用脉搏，然后用摆锤；他还用落入量筒的水的体积来测量时间，并利用琵琶演奏中的节奏在乐谱上做出标记以记录已经演奏到了哪里。

他设计并制作了一个8倍望远镜，试图探究天空，从而发现了月亮的陨石坑、太阳黑子、土星环和木星的卫星。此外，他意识到哥白尼的学说是对的，即地球绕太阳公转。但是，他们之间的不同是，伽利略将之公诸于世。

后者使他与天主教会之间产生了很多问题，这是他伟大而成功的人生中的巨大的悲伤。除其它事项外，伽利略的天才贡献在于对空间和时间的测量，为此他建立了数学公式来成功地描述了从比萨斜塔物体坠落直至木星的位移等运动。

## 空气的存在实验

### 1. 瓶子是空的吗？

你知道吗？即使我们看不到空气，但它是存在的。我们一直在用鼻子和嘴呼吸空气。

#### 材料

- 1 个塑料瓶
- 1 只气球
- 2 个容器
- 热水
- 冷水(带冰)



#### 实验过程

1. 用气球盖住瓶口；
2. 在一个容器中装满热水，另一个容器中装满冷水；
3. 把瓶子先放进装有热水的容器中，再把它移到装有冷水的容器中。



观察！



#### 发生了什么？

盖住瓶子的气球在一个容器里被充气，而在另一个容器里被排气。

#### • 类似的实验

\* 准备一个饮料瓶；

\* 用气球把饮料瓶瓶口盖住封好，并把它们放进冰柜。

注：在实验过程中，如果气球和瓶子之间有气体泄漏，或者温差不够，都有可能导导致瓶子中的气体体积不能发生明显变化，从而不能观察到应有的结果。

## 解释

空气是一种气体。它象其它气体一样，随着温度的升高，需要占据更多的空间。与之相反，遇冷收缩从而占据更少的空间。但是空气的量并没有发生变化。

## 生活中的应用

热气球之所以能够飞起来，是因为它里面的热空气膨胀了，而空气的量没有变化，使得里面的空气重量比外部周围的更轻。

潜水员之所以能在水下呼吸，是得益于储气罐中遇冷被压缩的空气也就是说，在很少的空间里放了很多空气。



## 你想了解更多吗？

气体的体积随着温度和压力的变化而发生改变。温度越高，压力越高，体积越大。

## 在大自然中进行观察

### 大气

大气是在外部环绕着我们星球的气体，主要成分包括多种气体，我们叫它空气。

高度每上升1000米，空气的温度会下降 $6.5^{\circ}\text{C}$ ；如果我们假定海平面的平均温度为 $20^{\circ}\text{C}$ ，那么在海拔3000米高空温度可以达到水的结冰点。

大气由大约78%的氮、21%的氧和1%的其它气体构成。在这些成分之余还应该加上水蒸汽，其所占比例介于总量的0~5%。如果水蒸汽的含量增加，那么其它气体的含量相应减少。

查尔斯和盖吕萨克定律：一定质量的气体，当压强保持不变时，它的体积与温度成正比。

## 空气容量实验

# 2. 杯子里的水不会流出来

你注意到了吗?一个盛有牛奶的杯子,如果杯子倒了,那么牛奶就都流出来了。

### 材料

\*1个杯子,装有半杯水

\*1张纸



### 过程

用纸完全盖住杯子口,所以纸一定要比杯子口大,接触杯口时尽量让纸浸湿。

用一只手盖住纸,然后把杯子倒过来使杯口向下;随后把托着纸的手拿开,但是另一只手依然拿着杯子。

观察!

为了避免实验失败,最好在室外进行。

### 发生了什么?

尽管杯口向下,但是水并没有流出来。杯子装满水或只装半杯水,都是一样的结果。

### 类似实验

\* 在一个盛有水的杯子中插入一支吸管,用手指堵住吸管的上端并把它从水里拿出来。你将会看到,吸管里的水并没有流掉。直到你放手不再堵住吸管,水才会流掉。



如果纸没有将杯口盖好致使空气进入杯子,那么会导致实验失败。

## 解释

地球表面附近的空气上方有一层高度达数公里的大气层。同时越接近海平面，大气层的高度越大。这个空气层向各个方向施加推力，也包括向上的推力，从而减少水的重量；所以被堵在杯子里的空气出不来。

## 生活中的应用

婴儿用的奶瓶，应该有一个进气孔，这样婴儿才可以吸出奶水来。

那些盛装液体的罐子，应该给它们打两个孔，从一个进空气，从另一个出液体。

## 你想了解更多吗？

### 大气压力

大气分为好几层。象其它物质一样，空气也是有重量的，虽然它的重量很小。我们上方的空气柱的重量会产生向各个方向的压力。距离地球表面最近的一层大气叫对流层，在两极达9公里，在赤道达18公里。已经有人计算出了空气的重量为每升0.001千克(1升等于1立方分米)。

可以用它和其它物质的重量对比一下，每升水重1公斤，同样体积的石头平均比重2.3公斤、人体平均比重0.95公斤(很接近水的比重)。海平面上的空气柱的重量所产生的压力要比山脉上方的大得多。

高度 (m)		大气压力	压力(毫巴)
0	海平面	1	1013
1000			898.36
2000	Mexico	.78	794.8
3000	La Paz, Bolivia	.70	700.9
4000		.61	616.2
5000	Popocatepetl	.53	540
10000		.26	264.1
15000		.12	120.3

## 空气的体积变化实验

### 3. 使水面升高的蜡烛

你注意到了吗?容器中的水(如在湖中一个倾斜的杯子里的水),始终是水平的。

有空气存在就可以发生燃烧,特别是氧气。

#### 材料

- 1支蜡烛
- 3枚硬币
- 1个透明的杯子
- 1个有水的深盘子



#### 过程

1. 用蜡烛自身的熔液将其固定在盘子中央。
2. 向盘子中注入大约3厘米高的水,把3枚硬币放进水中摆放好,用来垫起杯子。
3. 点燃蜡烛,将杯子杯口向下放置在硬币上,盖住蜡烛,注意水有可能进到杯子里。



观察!!!



发生了什么?

被杯子盖住的蜡烛,几秒钟以后就熄灭了。

杯子里的水面升高了。

## 解释

当氧气燃尽的时候，蜡烛就熄灭了。在燃烧的过程中，消耗氧，并且蜡烛中的碳以二氧化碳的形式排出。一旦降温，有二氧化碳的的空气的压力变小，所以水就流入了这里。

## 生活中的应用

把正在燃烧的物质隔离起来，就能避免它继续燃烧:例如，建议用一条毛毯盖住。也许你曾经观察过有些治疗师把一支蜡烛放在病人的背部，再在蜡烛上放一个杯子;当蜡烛熄灭的时候杯子就吸附在了皮肤上。这是一个引人注目的物理现象。

## 在大自然中进行观察 风，洋流

影响流动(如空气和水)的因素很多，温度的变化和压力是其中的两个。热流向上，挤占了向下流动的寒流。空气从压力高的地方向压力低的地方流动，并以这种方式形成了风和洋流。

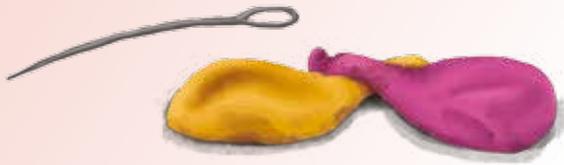


## 压力克服材料阻力的实验

### 4. 怎么扎气球能使它不会爆掉

#### 材料

- 1 根针或带尖的木棍
- 2 个气球



#### 过程

把气球充气。用针扎其中一个气球的中部和另一个气球的两端。

#### 发生了什么？

当针扎在气球中部时，气球爆了。



当针扎在气球两端时，什么也没发生。距离近一些，你会看到空气正在从用针刺得的小孔中慢慢排出。

如果气球处于高度膨胀状态，那么即使针刺在两端，气球也会爆炸；如果气球里只有很少的气体，那么即使刺在其中部，它也不会爆炸。



## 解释

你用嘴吹进气球里的空气，会使不同部位的气球壁得到不同程度的伸展。气球里的空气向各个方向施力；同时气球里的气越多，产生的压力越大。当你用针扎气球中部时，材料处于极度伸展状态，接近爆裂极限；同时在气球的两端，材料还很结实不致于爆掉。

## 生活中的应用

当一种材料先伸展然后恢复其原始状态不发生变化时，我们叫它弹性变形，象橡皮筋。球类之所以弹起来，是因为它接触地面时发生了变形，当它试图恢复其原有形状时产生了方向相反的推力。

在上述过程中，地球表面发生了弹性变形。你所感觉到的振动是因为震动波运动的瞬间差异。



## 在大自然中进行观察

### 空气的密度

大气的压力、温度和密度，与其高度成反比。高度越高，压力越低，温度越低，密度越低。

在地壳中，压力、温度和密度与深度直接成正比。深度越深，温度、压力和密度越高。

通过上述实验，充入等量的空气，气球有可能被不同程度地膨胀，取决于材料的强度。如果材料的强度大，气球里的空气密度(质量/体积)较大。在气球内部，向各个方向的空气压力是相等的，并保持温度不变。

玻意耳定律:恒温下，气体的体积和压强成反比关系。

## 压力传导实验

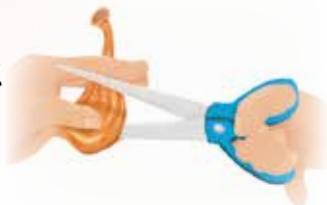
# 5. 怎么让一支空的滴管沉下去

你曾经产生过疑问吗?为什么钢铁材质的船只只会浮在水面上?你注意到了吗?你是浮在水面上还是沉入水里,取决于你肺部的空气。



### 材料

- 1个透明的瓶子
- 1只气球
- 1支滴管或者一个塑料笔帽、一只用橡皮泥堵住一端的透明吸管



### 过程

1. 在瓶子里装满水,放入滴管,并用气球封好瓶口。此时气球应处于拉伸状态,形成一个弹性瓶盖(也可以剪掉气球端部,使其宽度与瓶口相当)。
2. 向下按气球,观察水是怎么灌满滴管的。如果你希望滴管沉入更多,在把滴管放入瓶子之前,给它灌入半管水。

本实验可以使用滴管,也可以用笔帽,或一只用橡皮泥堵住一端的透明吸管。



### 发生了什么?

当你向下按气球时,瓶子中的空气挤压水使其进入吸管里。

如果滴管里有水,那么进入的水更多。因为此时滴管更倾斜。



水进入滴管以后,它就能沉入水中了。

如果滴管不能沉下去,那么说明塑料材质和水的总重量仍然小于相同体积的水的重量。

## 解释

本实验会用到两个定律。帕斯卡定律：封闭容器中的静止流体的某一部分的压强，将大小不变地向各个方向传递；阿基米德定律：浸入静止流体（气体或液体）中的物体受到一个浮力，其大小等于该物体所排开的流体重量，方向垂直向上并通过所排开流体的形心。向下按瓶盖时，瓶子里的空气把水推进滴管里。放开按住气球的手，气体膨胀，滴管里的水就流出来了。滴管里有空气，其重量比水轻得多，所以滴管浮起来。同理，滴管里的空气越多，滴管越轻。重量轻的物体比重的更容易浮起来。



## 生活中的应用

汽车的液压制动器、液压千斤顶和液压机，都是帕斯卡定律最好的、最重要的应用。船之所以能漂浮，是因为水中被船所占据的那部分空间里原来有很多空气，尽管船体是铁的或其它的很重的材质所造。这符合阿基米德定律。番茄沙司、奶油和洗发液的瓶子都是细高且有弹性的塑料材质，以便液体能被挤出来。

## 在大自然中进行观察

热空气向上流动。当温度升高时，其分子相互分离使得其间的距离增大。当一个气团上升，会挤压另一个气团。如果被挤压的气团温度较低，它就会向下移动，占据第一个气团上升后空出来的空间。当空气上升过程中遇到压力较小的覆盖物时，空气便会扩张。空气分子分离时会消耗能量，从而使其冷却。所以，尽管热空气向上流动，山上的空气仍然更冷。



## 空气阻力实验

# 6. 让它们飞起来

重的物体有时候比较轻的物体坠落得快。为什么只是有时候？

### 材料

1本书  
1张纸



### 过程

把书和纸分别拿在手里，松开手，让它们同时开始坠落。

把纸放在书上，再做一次实验。



### 发生了什么？

你会看到书比纸坠落得快得多。  
但是当把纸放在书上时，它们同时坠落。

这么简单的实验不会失败。



## 解释

本实验中，书更重所以克服了空气阻力，相反纸在空中停留了较长时间。在随后的试验中书为纸开了路，所以它们一起落下。

## 生活中的应用

你观察过吗？鸟和飞机可以飞，灰尘、伞兵和云可以悬在空中。

他们都借助了空气的支持。虽然飞机的飞行动力学很复杂，但是，在正在行驶的汽车中伸出手去（小心啊），你就可以体会到类似于作用于飞机上的空气推力。如果你的手做出飞机翅膀的形状，并向上倾斜，你会感觉到风（空气流动）对手的向上的推力。



## 你想了解更多吗？

### 万有引力对抗空气阻力定律

有两个因素影响物体的坠落。一个较重要的是重力。另一个是空气阻力，它取决于：

- \* 速度(物体在空气中运动得越快，阻力越大)。
- \* 物体的形状(表面积越大，越能阻止空气的运动，阻力越大)。
- \* 空气与物体的密度比较(如果物体较轻，它就会悬浮在空气中)。

## 伽利略实验

# 7. 落下!!!

你注意到了吗?阿波罗15在月球的现场直播中,一名字航员抛出了一根羽毛和一个锤子,它们同时落地。现在在地球上做个实验,看看两个重量不同的物体,是否会以相同的速度落下。

### 材料

2个塑料瓶

沙子,豆子或其它材料用以增加瓶子的重量



### 过程

1. 将其中一个瓶子中灌满沙子或其它材料,而另一个瓶子仍然是空的
2. 从3层楼让两个瓶子同时坠落



力求让瓶子落在较软的地方(例如一个盒子上),以使瓶子不会摔破。可以改变瓶子的重量,重复做几次实验。

## 发生了什么？

虽然两个瓶子的重量不同，但是它们同时落地。



如果一个瓶子过轻，或其表面很平，有可能导致实验失败；空气阻力能够降低坠落速度。

## 历史上的类似实验

直到十六世纪，人们一直以为较重的物体比较轻的坠落得更快，正如19世纪亚里士多德所说。伽利略，作为比萨大学的数学教授，后来对这种理念提出了质疑。将两个重量不同的物体从比萨斜塔上扔下，它们会同时坠落。这个实验被一个物理学团队视为史上第二名最精彩的实验。一个简单的实验，揭示出，大自然会给科学质疑一个最终的解释。



## 万有引力定律实验

### 8. 哪一个先落下？

你注意到了吗？似乎地球内部隐藏着一股吸引力，使一切都附着在地面上。即使你能跳起很高，但还是会飞回地球。这个吸引力就是众所周知的万有引力。



#### 材料

2个弹球、柠檬或柠檬大小的球  
上述两个材料应有相同的形状和相等的重量

#### 过程

用一只手的拇指和食指捏住两个球形体，手掌向下。用另一只手击打其中的一个，必须是水平方向击打，用这种方法将它向前射出。

#### 发生了什么？

在两个球体分离的瞬间，一个垂直坠落至地面，另一个飞向前方。虽然其中的一个运动了更长的距离，但是它们同时落地。



如果一个球体不沿水平方向射出，本实验可能失败。



## 解释

有两个力控制着物体的坠落时间:重力和空气阻力。如果你用的两个物体是相同的且空气阻力微不足道,那么只有重力决定其坠落时间,虽然其中的一个水平飞行了一会儿。



## 生活中的应用

重力是我们日常生活中重要的力,因为它我们才站在地球上。垂线是垂直于你站立的这一小块地方的地球表面的线。所以,不论你在北半球还是南半球,在两极还是在赤道,当你站着时,天空总是在你上方。



## 你想了解更多吗?

### 万有引力定律

万有引力是物体之间的引力。质量分别为 $M_1$ 和 $M_2$ 的两个物体之间,该引力大小与它们各自的质量成正比,与它们之间距离的平方成反比。

万有引力,我们叫它重量,存在于我们的生活中并使我们与地球连在一起。行星本身的质量远远大于我们周围任何物体的质量,而且人和物体到地心的距离基本恒定。这样,在地球表面重力最大。距离行星越远,因为所涉及物质之间距离增加,重力自然减小。但是,越向地球内部深入,重力也越小,即每当在上面的距离多一部分时,在下面的就少一部分。

在地球中心,由于整个地球的重量产生一个巨大的压力,但是就象在外太空一样,重力为零。

## 9. 滑滑梯

你注意到了吗?当你滑下来时,滑梯越斜,速度越快。

### 材料

2根2米长的PVC管

弹球

尺子

圆珠笔

桌子

2本同样厚

度的书或木质正方体



### 过程

1. 把两本书(或两块砖)分别垫在两条桌子腿下面,使桌子倾斜。
2. 把两根管子用胶布绑在一起,放在桌子上。
3. 在管子上每隔30厘米做个记号。
4. 在较高的一端把一个弹球放在管子里面,松手,并确认弹球滚落到地板。
5. 用计时器计时(从开始到每一个记号),填写在下页的表格里。重复几次。



### 发生了什么?

因为弹球向下滚动,到达下一个记号的时间越来越短,也就是说弹球前进得越来越快,同样的距离所用时间越来越短。速度的变化叫作加速度。



## 表格

	时间1	时间 2	时间 3	时间 4	时间 5	相等距离的时间差
30 cm						
60 cm						
90 cm						
120 cm						
150 cm						
180 cm						
210 cm						

## 历史上的类似实验

伽利略曾经试图弄明白物体坠落过程，但是发生得太快，差不多在一秒钟之内物体就坠落了10米的高度。所以他想出了一个实验： 让一个物体在斜坡上滚动，同时斜度越小，到达下端用时越长，计时更准确。

伽利略用一个与之相似的实验，发现了坠落速度随时间的改变而改变，加速度与坠落物体的重量无关。

由于他很聪明，他用数学语言表述为： 一个坠落物体走过的距离与所经历时间的平方成正比。

由于牛顿的发现，现在我们知道了，在没有空气的条件下，地球上的自由落体的加速度值约为 $9.8\text{米/秒}^2$ ，它被称为重力加速度。

把它记录下来可以使它更直观，对于自由落体，每段相等距离用时越来越短，也可以说，相同的时间内运动更长的距离。



## 附录

以下解释仅适用于成年人或智力超常的孩子

为了结束本书的内容，我们试着从理论上解释“坠落速度不取决于物体重量”。我们会用到三个概念：重力加速度，万有引力定律和牛顿第二定律。

A)

伽利略揭示出，坠落物体的运动距离，与时间的平方成正比。例如，在两倍的时间内多运行了4倍的距离。这个加速度正是重力作用的结果。

B)

在伽利略比萨斜塔演示的70年后，牛顿提出了万有引力定律。他确立了两个物体之间可以用下面的等式来表述：

$$F=GM_1M_2/R^2 \quad (1)$$

这里，G是万有引力常数(对任何物体都是相同的)，F是地球整体质量 $M_1$ 对某一部分质量 $M_2$ 的引力大小，R为两个物体中心之间的距离。也就是说，R是地球中心与人体中心(大约在肚脐的高度)的距离。

C)

另一方面，牛顿给出了运动第二定律，指出物体的加速度直接与作用力的净值成正比，与其质量成反比。就是说：

$$a=F/M_2 \text{ 或 } F=aM_2 \quad (2)$$

当起始速度为零时，最终速度为加速度与时间的乘积：

$$v=at \quad (3)$$

假定地球对所有个体的引力相等并为F，公式(2)中a为重力加速度，公式(3)中v为坠落速度。那么公式(1)和(2)中的F是相等的，并可以表示为：

$$GM_1M_2/R^2 = aM_2 \quad (4)$$

公式(4)中，消除 $M_2$ ，并代入公式(3)，提出速度，用该速度的计算公式我们可以证明，速度与个体的质量无关。

$$v=at=tGM_1/R^2。$$

## 致谢

编写科学实验专辑的想法，是在阅读了Manuel Lozano 的“De Arquímedes a Einstein” (从阿基米德到爱因斯坦)之后产生的。在那本书中，作者列出了10个历史上的著名实验。我们希望藉此思路编写一个丛书系列。

本书中介绍的实验，是为了系统说明，伽利略的“自由落体”和“斜面”实验对于解释万有引力概念的重要性。强调了所有与其有关的物理学定律，并将其应用于各种自然现象。

Susana Orozco, Gerardo Carmona 和Rosalba Fuentes 博士在重印前审阅了本书并给与了指正。

## 作者简介

Susana A. Alaniz Álvarez

墨西哥国立自治大学地球科学中心“C”级研究员。于1996年获得地球科学博士学位。墨西哥科学院和墨西哥工程院院士。撰写了45篇关于上层地壳形变与火山的关系的科学论文和数本专著。国家研究员系统SNI成员。墨西哥国立自治大学地球科学中心博士导师，“墨西哥地球科学杂志”主编。于2004年荣获墨西哥国立自治大学“Premio Juana Ramírez de Asbaje”奖。

Ángel F. Nieto Samaniego

墨西哥国立自治大学地球科学博士，博士导师，墨西哥科学院院士，国家研究员系统SNI成员。曾任墨西哥地质学会主席及该学会成立100周年论文集主编，国内国际数家杂志编委。已发表了67篇关于断裂理论和墨西哥新生代形变的论文。现任墨西哥国立自治大学地球科学中心(克雷塔罗Juriquilla校区) C级研究员。

Este fascículo forma parte de los proyectos PE400216, PE104916 (DGAPA-UNAM) y CONACYT SEP\_SEB 264549, que tienen como propósito la enseñanza de las lenguas dentro de una visión interdisciplinaria de ciencias exactas y lenguas (chino en este caso). La impresión de este fascículo fue financiada por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México



“通过简单实验认识复杂地球”丛书，以历史上的著名实验为基础，于2002年由“物理世界”杂志出版。入选实验均具有简单、经典的特点，并经历了其所处时代的科学思维的发展变迁。

本系列的每本丛书，仅涉及其中的一个实验。我们的目的在于，通过实验达到理解地球及我们日常生活中发生的现象。

本书讲述的实验是伽利略的“真空自由落体”。

本系列全部丛书下载网址为：

<http://www.geociencias.unam.mx>

