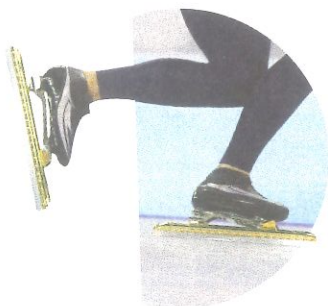


1 牛顿第一定律

问题 ?

初中我们学习了牛顿第一定律的基本内容，你能说说它揭示了物体运动遵循怎样的规律吗？滑冰运动员如果不用力，他会慢慢停下来。这是否与牛顿第一定律矛盾呢？



爱因斯坦曾把一代代科学家探索自然奥秘的努力，比作侦探小说中警员破案的过程。在侦探小说中，有时候明显可见的线索却把人们引到错误的判断上去。

长期以来，在研究物体运动原因的过程中，人们的经验是：要使一个物体运动，必须推它或拉它。因此，人们直觉地认为，物体的运动是与推、拉等行为相联系的，如果不再推、拉，原来运动的物体便会停止下来。根据这类经验，亚里士多德得出结论：必须有力作用在物体上，物体才能运动；没有力的作用，物体就要静止在某个地方。然而，在探究运动原因的“侦探小说”里，这正是由明显的线索引出错误判断的案例，而且这个“错案”维持了很久。直至近四百年前，伽利略才创造了有效的“侦察”方法，发现了正确的线索，揭示了事物现象的本质，成为物理学中的“神探”。

► 无论是亚里士多德，还是伽利略和笛卡儿，都没有提出力的概念。牛顿的高明之处在于，他将物体间复杂多样的相互作用抽象为“力”。本书为了表述方便，在陈述亚里士多德等人的思想时，借用了力的概念。

^① 阿西莫夫 (Isaac Asimov, 1920—1992)，美国科幻、科普作家，曾获科幻界最高荣誉的雨果奖和星云终身成就“大师奖”。

理想实验的魅力

伽利略认为，将人们引入歧途的是摩擦，而物体在通常情况下运动时，摩擦又是难以避免的。

伽利略注意到，当一个球沿斜面向下滚动时，它的速度增大；向上滚动时，速度减小。他由此猜想：当球沿水平面滚动时，它的速度应该不增不减。然而，实际情况却是，即使沿水平面滚动，球也会越滚越慢，最后停了下来。伽利略认为这是摩擦作用的结果。若没有摩擦，球将永远运动下去。

为了阐明自己的观点，伽利略设计了如图4.1-1所示的实验：让一个小球沿斜面从静止状态开始运动，小球将“冲”上另一个斜面。如果没有摩擦，小球将到达原来的高度。如果第二个斜面倾角减小，小球仍将到达原来的高度，但是运动的距离更长。由此可以推断，当斜面最终变为水平面时，小球要到达原有高度将永远运动下去。这说明，力不是维持物体运动的原因。

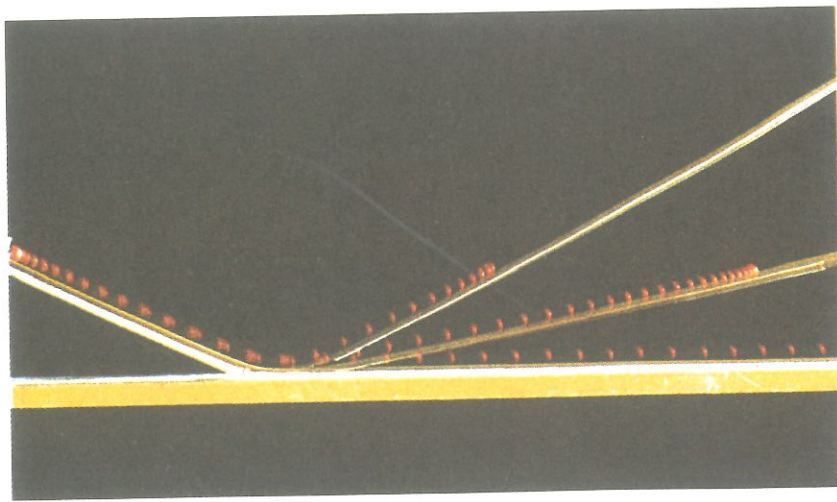


图4.1-1 现代人所做伽利略斜面实验的频闪照片（组合图）

► 伽利略理想实验的本质是想象着把实际中存在、影响物体运动的摩擦力去掉，抓住事物的本质。这种依据逻辑推理把实际实验理想化的思想也是研究物理问题的重要方法之一。

我们知道，阻力不可能完全消除，第二个斜面也不可能做得无限长，所以，伽利略的实验是一个“理想实验”。虽然这个实验无法实现，但是，伽利略在实验基础上进一步推理的方法，帮助我们找到了解决运动和力的关系问题的方法。

伽利略同时代的法国科学家笛卡儿也研究了这个问题。他认为，如果运动中的物体没有受到力的作用，它将继续以同一速度沿同一直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。他还认为，这应该成为一个原理，是人类整个自然观的基石。

■ 牛顿第一定律

在伽利略和笛卡儿工作的基础上，在隔了一代人以后，英国科学家牛顿提出了动力学的一条基本定律：**一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态**。这就是**牛顿第一定律**（Newton's first law）。物体这种保持原来匀速直线运动状态或静止状态的性质叫作**惯性**（inertia）。牛顿第一定律也叫作惯性定律。

任何物体都和周围的物体有相互作用，不受力作用的物体是不存在的。所以，牛顿第一定律所描述的状态是一种理想状态。它是利用逻辑思维进行分析的产物，不可能用实验直接验证。

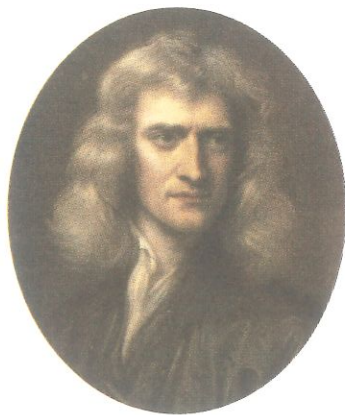
牛顿第一定律揭示了运动和力的关系：力不是维持物体运动状态的原因，而是改变物体运动状态的原因。保持静止或匀速直线运动状态是物体的固有属性，这一属性称为惯性。惯性不是外界强加给它的，是物体固有的，一切物体都具有惯性。牛顿第一定律为力学的发展奠定了坚实的基础。^①

■ 惯性与质量

牛顿第一定律涉及两个重要的物理概念：力和惯性。有关力的内容我们在上一章已经有所认识，下面我们进一步来讨论惯性。

► 如果一个物体由静止变为运动或由运动变为静止，我们说它的运动状态发生了改变。

如果一个物体的速度大小或方向改变了，我们也说它的运动状态发生了改变。



牛顿（Isaac Newton，1643—1727）

^① 牛顿在1687年出版的《自然哲学的数学原理》中提出了三条运动定律，它们是整个动力学的核心。

思考与讨论

从牛顿第一定律得知，物体都要保持它们原有的匀速直线运动状态或静止状态。也可以说，它们都具有抵抗运动状态变化的“能力”，即都具有惯性。那么，怎样描述惯性的大小呢？

我们在改变物体运动状态时，会体验到物体惯性大小的不同。例如，以相同的方式抛掷质量不同的两个石块，让它们获得同样的速度，需要的力就不同。质量大的石块需要的力大。再比如，让摆动的大沙袋停下来就比让摆动的小球停下来费力得多。

► 在初中，我们把质量理解为物体所含物质的多少；现在，又从物体惯性的角度认识质量。我们对于科学概念的认识就是这样一步一步深入的。

大量事例说明，不同质量的物体，惯性的大小是不一样的。也就是说，不同物体维持其原有运动状态的“能力”不同，质量大的物体惯性大。描述物体惯性的物理量是它的**质量**（mass）。

质量只有大小，没有方向，是标量。在国际单位制中，质量的单位是千克，符号为kg。

拓展学习

惯性参考系

在桌面上放置一张纸和一个小钢球，小钢球静止在纸面上（图4.1-2）。如果突然迅速拉动纸的一边，虽然小钢球相对桌面的位置几乎不变，但是如果只关注纸面及其上的小钢球时，你会发现小钢球相对于纸面向相反的方向运动。

当纸相对于桌面加速运动时，如果以这张纸为参考系来观察，小钢球相对于纸面的运动状态在改变。按照牛顿第一定律，小钢球的运动状态发生改变，说明小钢球在水平方向上应该受到力的作用。但实际上，小钢球只受到竖直方向的重力和支持力，水平方向几乎不受力，这不是和牛顿第一定律相矛盾吗？

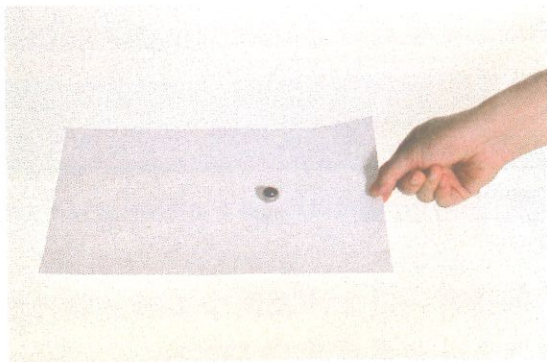


图4.1-2

若以地面为参考系，上述矛盾则不会存在。因为，在纸加速运动的过程中，尽管小钢球相对于纸面的运动状态在改变，但它相对于地面的位置并没有变化，因而仍然保持静止状态。这与用牛顿第一定律分析得到的结论是一致的。对于同一个物体的运动，为何会得到两种不同的分析结果呢？

这是由于我们观察物体的运动时所选择的参考系不同。牛顿第一定律是否成立与选择什么参考系有关。如果在一个参考系中，一个不受力的物体会保持匀速直线运动状态或静止状态，这样的参考系叫作**惯性参考系**，简称**惯性系**。以加速运动的纸为参考系，牛顿第一定律并不成立，这样的参考系叫作**非惯性系**。



练习与应用

1. 回答下列问题。

(1) 飞机投弹时，如果当目标在飞机的正下方时投下炸弹，能击中目标吗？为什么？

(2) 地球由西向东自转，你向上跳起来以后，为什么还落在原地，而不落到原地的西边？

(3) 我国道路交通安全法规定，在各种小型车辆里乘坐的人必须系好安全带。为什么要有这样的规定？

(4) 一位同学说，向上抛出的物体，在空中向上运动时，肯定受到了向上的作用力，否则它不可能向上运动。这个结论错在哪里？

2. 伽利略在理想斜面实验中提出了以下结论：如果另一个斜面的倾角减小至 0° ，小球为达到原来的高度，将永远运动下去。

请你说明他得到这个结论的理由。

3. 下列关于物体惯性的说法中，哪些是正确的？哪些是错误的？

(1) 汽车速度越大，刹车后越难停下来，表明物体的速度越大，其惯性越大。

(2) 汽车转弯后前进方向发生了改变，表明物体速度方向改变，其惯性也随之改变。

(3) 被抛出的小球，尽管速度的大小和方向都改变了，但惯性不变。

(4) 要使速度相同的沙袋在相同时间内停下来，对大沙袋用力比对小沙袋用力大，表明质量大的物体惯性大。

针对以上事例，请你总结一下对惯性大小的认识。