# 十一、自由落体运动

**自由落体运动** 物体下落的运动是一种常见的而且重要的运动。挂在线上的重物，如果把线剪断，它在重力的作用下就沿着竖直方向下落。从手中释放的石块，在重力作用下也沿着竖直方向下落。可见物体下落的运动是直线运动。

不同物体的下落运动，情况是否相同呢？

在同一高度同时释放一个金属片和一个纸片，可以看到金属片比纸片下落得快，从这里似乎可以得到结论：物体下落的快慢是由它们的重量决定的，物体越重，下落得越快。十六世纪以前的学者的看法就是这样的，其实这个结论是错误的，它没有考虑空气阻力的影响。纸片比较轻，空气阻力对它的影响比较大，所以才下落得慢，现在我们改变一下实验的作法：把纸片团成一个小纸团，再让它和金属片同时下落。这时纸团受到的空气阻力大为减小，我们可以看到纸团和金属片几乎是同时落地的。

**图 2-20 在没有空气的空间里物体下落的快慢相同**

拿一个长约1.5m，一端封闭，另一端有开关的玻璃筒（图2-20）。把形状和重量都不同的一些物体，如金属片、小羽毛、小软木塞、小玻璃球等，放到这个玻璃筒里。如果玻璃筒里有空气，把玻璃筒很快倒立过来以后，这些物体下落的快慢不相同。如果把玻璃筒里的空气抽出去，把玻璃筒很快倒立过来以后，这些物体下落的快慢就相同了。

物体只在重力作用下，从静止开始下落的运动，叫做**自由落体运动**。这种运动只有在没有空气的空间里才能发生。在有空气的空间里。如果空气阻力的作用比较小，可以忽略不计，物体的下落也可以看作是自由落体运动，不同物体的自由落体运动，它们的运动情况是相同的。

直观告诉人们，自由落体运动是变速运动，但它是不是一种匀变速运动呢？下面用实验来研究这个问题。

**图 2-21 自由落体的闪光照片**

**自由落体加速度** 图2-21是自由落体（小球）的闪光照片，它是每隔1/30s的时间拍摄的，由这张照片可以测出小球在各个连续相等时间里的位移。小球最初几个位置比较密集，测量起来误差较大，我们从某个稍大些的位置间隔开始测量。下表第一列是这些间隔的标号，第二列是这些间隔的长度，即小球在各个1/30s内的位移，第三列是后一间隔的长度减去前一间隔的长度所得的结果。这些差值在误差范围内可以认为是相等的，从练习九第6题知道，这表示小球的下落是匀变速运动。可见，自由落体运动是初速度为零的匀变速运动。

不同的自由落体，它们的运动情况相同：它们在做初速度为零的匀变速运动中，在相同的时间内发生相同的位移。由此可以知道，在同一地点，一切物体在自由落体运动中昀加速度都相同。这个加速度叫做自由落体加速度，也叫重力加速度，通常用*g*来表示。

重力加速度*g*的方向总是竖直向下的，它的大小可以用实验来测定，下表中Δ*s*的平均值是1.08cm，利用Δ*s*＝*at*2就可以求出*g*的数值：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 间隔编号 | 间隔的长度*s*（cm） | 后一间隔的长度减去前一间隔的长度Δ*s*（cm） |
| 1 | 7.70 |  |
| 2 | 8.75 | 1.05 |
| 3 | 9.80 | 1.05 |
| 4 | 10.85 | 1.05 |
| 5 | 11.99 | 1.14 |
| 6 | 13.09 | 1.10 |
| 7 | 14.18 | 1.09 |
| 8 | 15.22 | 1.04 |
| 9 | 16.31 | 1.09 |
| 10 | 17.45 | 1.14 |
| 11 | 18.52 | 1.07 |

*g*＝＝cm/s2

＝9.7m/s2。

目前国际上取*g*＝9.80665m/s2为重力加速度的标准值，在通常的计算中可以取*g*＝9.8m/s2或*g*＝980cm/s2。

根据匀变速运动的公式，可以得出自由落体的速度公式和位移公式

*v*＝*gt*，

*s*＝*gt*2。

这就是自由落体的运动规律。

## 阅读材料：伽利略对自由落体的研究

古代的学者们认为，物体下落的快慢是由它们的重量决定的，物体越重，下落得越快。生活在公元前四世纪的希腊哲学家亚里士多德最早阐述了这种看法。亚里士多德的论断影响深远，在其后两千多年的时间里，人们一直信奉他的学说。但是这种从表面上的观察得出的结论实际上是错误的。伟大的物理学家伽利略用简单明了的科学推理，巧妙地揭露了亚里士多德的理论内部包含的矛盾。他在1638年写的《两种新科学的对话》一书中指出：根据亚里士多德的论断，一块大石头的下落速度要比一块小石头的下落速度大。假定大石头的下落速度为八，小石头的下落速度为四，当我们把两块石头拴在一起时，下落快的会被下落慢的拖着而减慢，下落慢的会被下落快的拖着而加快，结果整个系统的下落速度应该小于八，但是两块石头拴在一起，总的重量比大石头的重量还要大，因此重物体比轻物体的下落速度要小。这样，就从重物体比轻物体下落得快的假设，推出了重物体比轻物体下落得慢的结论。亚里士多德的理论陷入了自相矛盾的境地。伽利略由此推断重物体不会比轻物体下落得快。

伽利略认为自由落体运动是一种匀变速运动，但当时他无法用实验直接证实自己的论断，只好求助于间接证明。伽利略先证明了从斜面上滚下的小球是做匀变速运动，然后把结论外推到斜面倾角增大到90°的情况，小球将自由下落，成为自由落体。伽利略认为，这时小球仍然会保持匀变速运动的性质。这种从斜面运动到落体运动的外推，是很巧妙的。不过，用外推法得出的结论，并不一定都是正确的。现代物理研究中也常用外推法，但用这种方法得到的结论都要经过实验的证实才能得到承认。

今天，距离伽利略的时代已有三百多年了。伽利略无法直接用实验来证实的结论，我们已经可以直接用实验来证实了。

## 练习十

（1）为了测出井口到井里水面的深度，让一个小石块从井口落下，经过2.0s后听到石块落到水面的声音，求井口到水面的大约深度（不考虑声音传播所用的时间）。

（2）一个自由下落的物体，到达地面的速度是39.2m/s。这个物体是从多高落下的？落到地面用了多长时间？

（3）一个物体从22.5m高的地方下落，到达地面时的速度是多大？下落最后1s内的位移是多大？