

## 193 重力加速度

### 主题

在公式

$$F=m \cdot g \quad (1)$$

中的  $g$  通常被叫作**重力加速度** (gravitational acceleration) 或**自由落体加速度** (free fall acceleration)。

### 负担

1. 我们先写出  $F$  和  $g$  的竖直分量的公式, 并将两个乘积因子的顺序对调一下:

$$F_G=g \cdot m. \quad (2)$$

这个公式告诉我们, 引力  $F_G$  与 (引力) 质量成正比。如果质量是已知的, 我们就可算出引力。  $g$  是比例系数。

对于一个自由落体, 即只受引力  $F_G$  的物体, 我们有:

$$F_G=m \cdot a.$$

这里,  $m$  是惯性质量。根据 (2) 式, 我们有:

$$a=g.$$

因此, 这个物体在下落过程中的加速度等于 (2) 式中的比例系数  $g$ 。这样,  $g$  从  $a$  那里继承了“加速度”这一名称。为了区别它与别的加速度,  $g$  又叫作重力加速度或自由落体加速度。然而, (2) 式也可应用于没有物体加速的情况, 或应用于加速度的值不是  $g$  的情况, 如受到阻力的落体运动。是不是因为  $g$  的值等于在特殊情况下的物体 (即自由落体) 的加速度我们就必须叫它加速度呢? 也许不是这样吧。

2. 对 (1) 式也可作另一种解释: 它是矢量  $g$  的定义式。我们容易通过对  $F$  和  $m$  的测量来确定  $g$ 。现在, 物体仅仅用于量度地球周围的性质。我们先测量  $F$  和  $m$ , 然后将它们相除, 从而得到  $g$ 。如果我们换个物体, 并作同样的测量和运算, 我们会得到相同的  $g$  值。因此,  $g$  描述的不是物体的性质。然而, 它描述的是什么呢? 它描述的是一种看不见的物质的性质。这种物质分布在地球周围。我们把这种物质叫作引力场 (gravitational field)。为此,  $g$  这个量的名称最好与这种物质相对应, 叫作**引力场强度** (gravitational field strength)。

上面这种解释难道我们不熟悉吗? 不, 我们当然是熟悉的。这种解释就是我

们在下面这个公式中已经见到过的：

$$F=Q \cdot E \quad (3)$$

我们用这个公式来测量  $E$  在空间中的分布。这个量所描述的不是试探电荷  $Q$ 。 $E$  描述的是电场。即使试探电荷还没有时，这电场已经有了。（译者注：作者在这里混淆了试探电荷这一物质概念和试探电荷的电荷  $Q$ 。）

3. 通过参考系的变换， $g$  可以由某一值变为零，或由零变为某一值。在相对于地球静止的参考系中，地球表面附近的  $g$  等于  $9.8\text{N/kg}$ 。在相对于自由落体参考系中，在同一地方的  $g$  值为零，即  $g=0$ 。

$g$  与其他许多物理量（速度、动量和动能）在这一点上具有相同点，但与电场强度和磁场强度也具有相同点。然而，在引力场这种情况中， $g$  和质量  $m$  相乘后，人们就引入了诸如“虚构力”“ $g$  力”“惯性力”等一系列名称。这样， $g$  与电场强度和磁场强度的相似性就被掩盖了。结果，人们忽视了这样的事实：一个物理量在不同的参考系下具有不同的值，但它始终是同一物理量。许多物理量都是这样的。

4. 关于  $g$  的测量单位， $\text{m/s}^2$  当然是正确的。然而，这并不是一个很好的选择，因为它把  $g$  解释成了加速度。它的另一个单位是  $\text{N/kg}$ 。这是根据（1）式得到的单位。然而，这也不是一个更好的单位，因为只有在某些情况中（在将试探物体放入场中）场强才会涉及力。我们去看看电磁学。电场强度的测量单位是什么？大家都知道，它的单位通常是  $\text{V/m}$ ，有时是  $\text{N/C}$ 。再说回来，一个测量单位并不一定比另一个要更合适。然而，我们到底需要哪种单位？如果这个物理量描述的是场的固有性质，它是否应该有自己的名称？当然应该有，但它没有。让我们去看看磁学。你会吃一惊！这里有两个不同的磁场强度单位的名称：**高斯**和**特斯拉**。我们又一次发现：物理学的发展是很反复无常的。

## 历史

牛顿处于大约 1700 年这一年代。当时，在物理学中还没有场这一概念（实际上，场这一概念完全适用于牛顿力学）。这样，在当时要处理引力现象（包括整个力学中所涉及的现象），人们必须创造或发明出一种方法。这一方法与超距作用观有关。这一方法不涉及物体之间的任何性质。当然，在这样的情况下， $g$  不可能用来描述物体之间的某些性质，而只能被解释为与其中一个物体有关的系数。这样，没有物体，就没有  $g$ 。在当时，重力加速度这一名称是历史的自然选

择。

### 建议

正象我们用  $F=Q\cdot E$  来引入  $E$  一样，请用  $F=m\cdot g$  来引入  $g$ ，并叫它引力场强度。

这样，自由落体的加速度就刚好等于引力场强度。这是由于引力质量刚好等于惯性质量造成的结果。在经典力学中，它们的相同性还没有显示出来。然而，这一几乎无法使人相信的奇怪事实却被作为一个观察到的结果所接受。这一点，我们必须向学生提到。

*Friedrich Herrmann*

（陈敏华，2020年11月1日译毕于浙江省绍兴市柯桥区碧水金柯）