

7. 质量和能量的等价性

主题:

爱因斯坦的质能关系为 $E=mc^2$ 。

缺点:

在许多教科书和刊物中我们可以看到对爱因斯坦的质能关系是这样解释的：质量和能量是同一个物理量的不同表现，质量和能量之间可以相互转化^[1]。如果这种解释成立的话，我们就可以将能量和质量区别开来了。能量的减少将导致质量的增加，反过来也是。然而，事实并非如此，这也不是爱因斯坦的质能方程所告诉我们的。这一关系式所告诉我们的，质量和能量是用不同单位来测量的同一个物理量。

历史:

也许问题出在爱因斯坦本人。他曾这样说过：

“根据狭义相对论，质量和能量是同一事物的不同表现，是一般人都不大熟悉的概念。然而，质能方程告诉我们，能量等于质量与光速平方的乘积，即很小的质量可以转化为很大的能量，或反过来。根据上面所提到的方程，质量和能量实际上是等价的。”

他不应该说“很小的质量可以转化为很大的能量”，而应该说“很小的质量对应很大的能量”。

建议:

在教学中我们必须向学生讲明以下几点：

1. 我们以前所知道的能量这个量也具有我们以前所知道的质量这个量的性质，即重量和惯性的性质。一个充了电的电池比没有充电的电池更重，一杯热水比一杯冷水更重，一个运动着的物体比静止时更重，等等。然而，上述所说的轻重差异是如此的小，以致于我们无法将它们测出来。

2. 我们以前所知道的质量这个量也具有我们以前所知道的能量这个量的性质。一开始，我们会觉得这是难以相信的。能量的一个典型性质是，它能让我们做有用的功。这样，我们会问，1g砂能否做 $E = 1g \cdot c^2 = 10^{14}$ J的功？这显然是不可能的。然而，我们确实不可能获得包含在一个系统中的所有能量。我们无法用压强为1bar的“压缩”空气来驱动一把手提钻，我们也无法用常温下的“热”水来驱动一台热机。如果仅仅用汽油，我们无法

用它来驱动一台发动机，我们还需要氧气。同样，仅仅用 1g 砂我们当然无法驱动任何东西。现在，我们对此也就不再感到奇怪了。我们还需要 1g 砂的反物质。如果有了这种反物质，砂就能会我们做功了。

参考文献

[1] “……这种成对的湮灭是著名的爱因斯坦方程 $E=mc^2$ 关于质量可以转化为能量的结论性证明。”

(陈敏华 2012 年 1 月 20 日译于绍兴县豫才中学)