

对爱因斯坦质能方程 $\Delta E = \Delta mc^2$ 的正确理解

对爱因斯坦质能方程 $\Delta E = \Delta mc^2$ 的正确理解是

- A、如果物体的能量减少了“ ΔE ”，它的质量也一定相应减少“ Δm ”；
- B、如果物体的质量增加了“ Δm ”，它的能量也一定相应增加了“ ΔE ”；
- C、“ Δm ”是某原子核在衰变过程中的增加的质量；
- D、在把核子结合成原子核时，若放出的能量是“ ΔE ”，则这些核子的质量和组成原子核的质量之差就是“ Δm ”。

理解质能方程应注意的几个误区

质能方程是原子物理中的一个重点，也是一个高考热点。由于教材对质能方程的介绍并不多，许多同学试图从物质世界的传统认识角度来理解质能方程，结果造成对其理解上的一些错误。本文简单归纳并解释一些学生容易产生的误区，供大家参考。

误区一：由质能方程 $E = mc^2$ ，可推得，这说明质量就是能量、质量可以转化为能量

爱因斯坦于 1905 年在题为《物体的惯性同它所具有的能量有关吗》的论文中提出了质能方程，它阐明了质量为 m 的物体蕴藏着 mc^2 的能量，即一定的质量总是与一定的能量对应着；当物体的质量变化了 Δm 时，相应地其具有的能量也要变化 $\Delta E = \Delta mc^2$ 。但这不能因此理解为“质量就是能量、质量可以转化为能量”。因为质量是物质的属性，是物体惯性的量度和物体间万有引力产生的原因；尽管能量也是物质的属性，但一种能量对应着物体的一种运动状态，并且是这种运动的量度。

当发生轻核聚变或重核裂变时，核的总质量会减少（即质量亏损），同时释放一部分核能。这些释放的核能来自核子间的结合能，是物质运动形式转化的体现，而不是由亏损部分的质量转化过来。

所以说质量和能量是两个完全不同的概念，它们表征的对象不同，相互之间也不可能转化；而质能方程 $E = mc^2$ 则体现了两者的联系，深刻地揭示了物质与运动的关系。

误区二：关系式 $\Delta E = \Delta mc^2$ 中的质量亏损表明在核反应时质量不守恒

按照牛顿经典力学的观点，物体的质量是不变的，但根据爱因斯坦狭义相对论所建立的质量观认为，物体以速度 v 运动时的质量 m 和它静止时的质量 m_0 有如下关系 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ，可知物质的质量和物体的运动有着密切的联系，若微观粒子的运动速度很大时，其质量 m 明显会大于静止质量 m_0 ，这个现象在核反应中必须加以考虑。所以在发生核反应时，就其静止质量而言是不守恒的；但反应时所释放的核能会使新核及释放的粒子获得很大的动能（即速度明显增大），这样因速度增大而增加的质量与亏损的静止质量相等。关系式 $\Delta E = \Delta mc^2$ 中的 Δm 既可以理解为静止质量的亏损，也可以理解为释放核能 ΔE 所对应的运动质量的增加。例如在核反应 $^2_{10}\text{B} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{13}_{12}\text{C} + ^1_0\text{n}$ 中，以 γ 辐射的形式释放能量，光子是具有运动质量的（静质量为零），它的运动质量正

好与核的质量亏损相当，即对核来说存在质量亏损，但总的质量仍然守恒。

因此质量亏损不能简单地理解为质量减少了，相反正是由于静止质量的亏损，才会在核反应中依然遵循质量守恒定律；质量亏损本质是静止质量的一部分转化为运动质量，是质量守恒定律在核反应中的客观体现。

误区三：在核反应时常有光子释放，根据可知光子有一定的质量，这与光子的质量数为零相矛盾

在核反应时辐射出来的光子常具有一定的能量，所以根据质能方程可知光子由于运动而有一定的运动质量，当然也具有了一定的动量。例如在有的航天器中采用“太阳帆”作为动力系统，其原理就是充分利用运动光子的动量产生的光压：当光照到“太阳帆”表面，被“太阳帆”表面反射（或吸收）时就会对帆产生压力。而一般我们所说的质量数是指粒子静止时的相对质量，所谓光子的质量数为零即指光子静止时的相对质量为零（即常说的静止质量）。

从上面的分析可以看出，这两者是由于我们认识角度不同而得到了两种不同的结果，它们并不矛盾。