

# “关于黑洞辐射问题的分析”文中的两个问题

段 正 路

(清华大学物理系 北京 100084)

在《现代物理知识》2003年第一期中的“关于黑洞辐射问题的分析”一文中,作者对几个问题出现了错误的理解和计算。先分别列举如下:

一、说“霍金是这样理解黑洞蒸发的:如果在黑洞中有一颗粒子,它的位置在黑洞中被很好的定义,这意味着它的速度不能被精确的定义。所以粒子的速度就有可能超过光速,这使得它可能从黑洞中逃逸出来,粒子就这样缓慢地从黑洞中泄露出来。”

实际情况却非如此。霍金在1974年解释黑洞辐射时指出:黑洞的辐射只有通过量子效应来实现。黑洞附近的真空产生虚粒子对,虚粒子对在不断的产生和消失,虚粒子对的质量与能量涨落关系符合爱因斯坦的质能关系,寿命遵从不确定性原理。虚粒子对在存在的时间内会分离一段时间。于是就有4种可能的过程:一、两个粒子重新相遇并相互湮没;二、负能虚粒子被黑洞捕获而正能虚粒子逃离黑洞;三、正能虚粒子被黑洞捕获而负能虚粒子逃出;四、双双落入黑洞。经过计算,霍金发现过程二的几率最大。于是,由于黑洞有倾向性地捕获带负能量的虚粒子,结果总的效果是黑洞损失能量,而正能量虚粒子由于没有负能量虚粒子与之相遇湮没而成为实粒子向外运动,可能穿出黑洞的外引力区。在外部看来,黑洞在辐射正能粒子流。

二、文章作者推导出来所谓的不确定性不等式定律及其证明也是错误的。

文章对(4)式的讨论是“把(4)式看成是以 $\xi$ 为参数的一个不等式,所以对任意 $\xi \geq M_0$ 总有判别式 $\Delta \leq 0$ 或 $\Delta \geq 0$ 且 $I(M_0) \geq 0$ ,使得(4)式成立。”对此我们用初等数学就可以知道,就(4)式而言,判别式的前半部分是正确的,而后半部分却不尽然。

大家知道,一个一元二次函数的图像是一抛物线,其形状与函数的各项系数有关。当二次项系数大于零时,该抛物线开口朝上,(4)式图像正是一个抛物线。其图如下:

图1表示 $\Delta \leq 0$ 时的情况,此时(4)式显然成立。图2表示 $\Delta \geq 0$ 时的情况。通过简单的数学计算分析我们可以知道,(4)式的两个根 $\xi_1$ 、 $\xi_2$ 均大于

零。根据文章现在有两种可能:一是 $0 < M_0 < \xi_1$ ,此时有 $I(M_0) \geq 0$ 。但对 $\xi$ 取任意大于 $M_0$ 的数并不能保证(4)成立,如当 $\xi$ 取 $\xi_1$ 、 $\xi_2$ 之间的值, $I(\xi) < 0$ , (4)式不成立。二是 $\xi_2 < M_0$ ,此时 $I(M_0) \geq 0$ ,对 $\xi$ 取任意大于 $M_0$ 的数都能保证(4)成立。

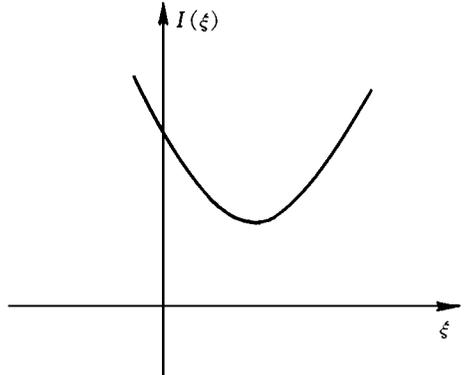


图 1

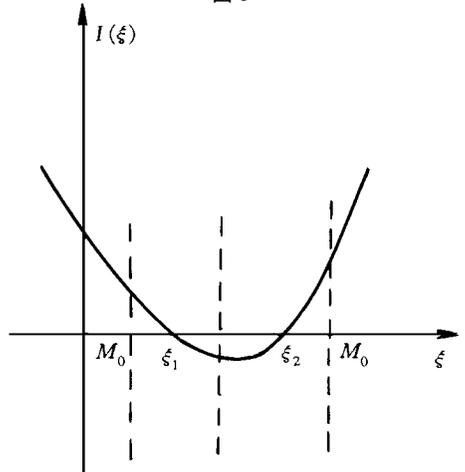


图 2

从上面的分析可知在 $\Delta \geq 0$ 时,文章的作者只考虑了第二种可能而忽略了第一种可能性,从而得出了错误的结论。当然,作者对黑洞蒸发的解释就成了无源之水,无本之木了。

名人妙语

如果没有在自然科学方面的辛勤努力,我就不会学会认识人的本来面目。——(德国)歌德