

## 化学所在一氧化碳真空紫外光解离的同位素效应研究中取得新进展

2019-08-07 | 编辑: | 【大】 【中】 【小】 【打印】 【关闭】

一氧化碳分子(CO)在星际空间中的丰度仅次于氢气(H<sub>2</sub>)分子,排在第二位。CO吸收宇宙空间中的真空紫外辐射后会解离生成C原子和O原子;碎片原子会进一步和H<sub>2</sub>分子反应生成碳氢化合物和水,而这些次生分子是组成生命的基本物质。另一方面,CO的光吸收和光解离还被认为是造成太阳系中C、O同位素异常分布的直接原因,从分子层面理解这一现象形成的机制对于研究太阳系的演化历史以及行星的形成机制具有重要的意义。目前,大量的光谱学研究已经证明稀有同位素取代(<sup>13</sup>C、<sup>17</sup>O和<sup>18</sup>O)会显著影响CO分子吸收谱线的位置和强度以及光解离效率等;而对于同位素取代会对解离产物的量子态布居造成什么样的影响还不清楚,而这是理解C、O同位素在太阳系中异常分布的最重要参数之一。

在国家自然科学基金委和北京分子科学国家研究中心的支持下,化学所分子反应动力学实验室朱起鹤院士、高蕤研究员和程敏副研究员等自主设计并搭建了一套高分辨时间切片离子速度成像装置,其能量分辨率达到了国际上同类仪器的领先水平(*Rev. Sci. Instrum.* **2018**, *89*, 013101);同时,他们基于四波混频原理搭建了一套高分辨(线宽~0.3 cm<sup>-1</sup>)可调频的真空紫外激光光源(65-200 nm)。利用这些自主搭建的仪器装置,他们对小分子在真空紫外波段的光解离动力学展开了系统深入的研究(*Phys. Chem. Chem. Phys.* **2019**, *21*, 14376)。

最近,他们在CO真空紫外光解离的同位素效应研究方面取得了新的进展。他们用自主设计和搭建的真空紫外光源将<sup>12</sup>C<sup>16</sup>O和<sup>13</sup>C<sup>16</sup>O分别激发至相同的高激发量子态,并用切片离子速度成像装置精确测量解离碎片的平动能,得到了其解离到每个通道的分支比。CO解离有三个可能的通道,分别是C(<sup>3</sup>P)+O(<sup>1</sup>D)、C(<sup>1</sup>D)+O(<sup>3</sup>P)和C(<sup>3</sup>P)+O(<sup>1</sup>D),其中<sup>3</sup>P表示C和O的基态,<sup>1</sup>D表示激发态。实验结果表明,同位素取代会强烈影响CO解离产生的基态和激发态碎片原子之间的相对比例(如图所示)。在宇宙空间的低温环境中,基态的C、O原子几乎不能和H<sub>2</sub>发生化学反应;而激发态的原子和H<sub>2</sub>的反应是无势垒的,因此可以在很低的温度下以非常快的速度发生,并生成碳氢化合物和水。该结果可能会对现有的天体化学模型产生重要的影响。相关研究成果发表在近期的《自然通讯》上。(*Nat. Commun.* **2019**, *10*, 3175) 本文的第一作者是化学所分子反应动力学实验室在读博士生蒋攀,通讯作者是高蕤研究员和程敏副研究员。

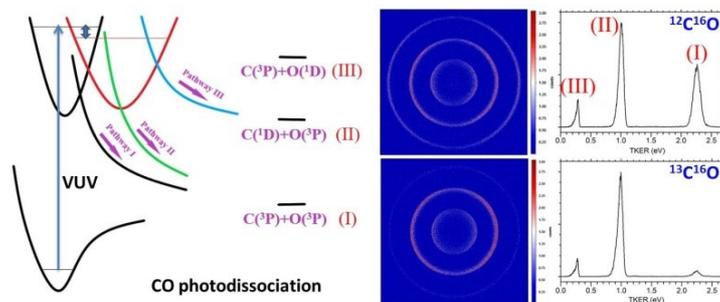


图 CO光解离通道分支比的同位素效应

分子反应动力学实验室

2019年8月7日