

激光分离同位素

激光分离硫同位素

中国科学院安徽光机所 激光分离同位素协作组
中国科技大学

本文报导了利用 TEACO₂ 激光辐照 SF₆/H₂ 混合气体实现硫同位素分离的实验。

实验原理 ³²SF₆ 的 ν_3 振动吸收谱峰位于 947.9 厘米⁻¹, 与 CO₂ 激光 10.6 微米带的频率相合, 而 ³⁴SF₆ 相应吸收谱峰 930.5 厘米⁻¹, 与激光频率相差稍远。当脉冲 TEACO₂ 激光聚焦后辐照 SF₆ 气体时, ³²SF₆ 将通过共振吸收而发生红外“多光子”选择离解, 以致在残留的 SF₆ 气体中就得到 ³⁴S 的浓缩。残留物中的 ³⁴SF₆ 相对于 ³²SF₆ 比例的增加由红外分光光度计和质谱仪进行检测。

实验装置 我们采用未经选频的 TEA CO₂ 激光器, 激光脉冲能量 2~4 焦耳, 半宽约 100 毫微秒, 多模输出, 脉冲重复频率 0.5~1.5 赫。用焦距为 11.2 厘米的锗透镜聚焦。反应管长 15 厘米, 总体积约 90 毫升, 粘 NaCl 窗片。反应管内装 P_{SF₆}:P_{H₂}=1:10 的混合气体样品, 样品经若干次脉冲辐照后用液氮冷冻法转移至红外吸收池或质谱安瓿中进行红外或质谱检测。

实验结果 共得到 9 个样品的数据。浓缩系数 β 分别为 7、11 和 58。并初步考察了脉冲辐照次数以及初始压力对浓缩结果的影响。证实了 β 对于脉冲数目按指数增长及随初始压力的降低而上升的规律。此外, 还考察了同位素交换反应及逆反应的影响。我们的实验表明, 未选频的激光器件对 SF₆ 气体能够实现同位素选择离解, 并且 β 可不低于选频器件的值(美国 Lyman 等 $\beta \approx 33$, 苏联 Амбарцумян 等 $\beta \approx 2800$, 他们都用选频器件; 我们得到的浓缩系数 $\beta \approx 58$)。

以上实验完成于 1976 年 7 月。今年中国科技大学继续完成了激光辐照后残留物的后继化学处理, 并获得毫克量级的硫同位素实物。

采用 TEACO₂ 激光器分离同位素

中国科学院电子所五室紫外预电离激光组

本文分为两部分。第一部分介绍我们自 1975 年初开始进行激光分离同位素, 特别是 UF₆ 的研究工作开展以来的基本设想, 强调脉冲 CO₂ 激光器的作用和多频法分离同位素的方案。

脉冲 CO₂ 激光器在同位素分离中具有重要的意义, 表现在: 1. 直接激发 UF₆ 的 $\nu_3 + \nu_4 + \nu_6$ 三元组频。2. 同位素 C₁₄ 的 CO₂ 激光器的 12.1 微米激光可激发 UF₆ 的 $\nu_3 + \nu_5$ 二元组频。3. 采用 TEA CO₂ 激光器的实验技术以研究 CS₂, OCS 等“类 CO₂ 激光器”, 这些激光器的输出波长也可能与 UF₆ 的吸收峰相匹配。4. 作为探索 16 微米激光器的重要手段。5. 研究 SF₆ 的分离机理, 对 UF₆ 进行模拟。

采用多个频率相近的可调谐激光器, 或用在同一个激光器中同时产生多个频率相近的可调谐激光跃迁来进行同位素分离的方案称为“多频法”。1975 年, 我们在强调近年来已经极为流行的强红外场中多光子离解法的重要性的同时, 又指出了采用单一频率的局限性, 这就是: 由于强红外场中谱线的加宽, 使得该法推广应用到重元素的同位素分离时必然会使选择性大大下降。解决这个问题的途径是采用多个频率的较弱的激光分别与分子的振动能级逐阶对应, 以克服振动能级的非谐性, 使分子无碰撞地激发到较高的振动能级, 然后用强红外场使之离解。