

激光浓缩硫同位素

1975年 R.V.Ambartzumian 和 V.S.Letokhov^[1] 等用调频的高功率脉冲 TEACO₂ 激光辐照 SF₆ 气体, 获得了 ³⁴SF₆ 的同位素浓缩, 浓缩因子高达 2800。以后美国^[2] 德国^[3] 和我国^[4] 用相似的方法均获得了 ³⁴SF₆ 的同位素浓缩。

我们用聚焦的脉冲 TEACO₂ 激光器辐照 SF₆+H₂ 混合物。也取得了 ³⁴SF₆ 的同位素浓缩, 浓缩因子高达 386。同时还研究了激光脉冲次数、气体压力和透镜焦距对浓缩因子的影响。

实验装置及分析仪器

试验使用未选支脉冲 TEACO₂ 激光器^[5], 输出峰值能量 4~6 焦耳/脉冲; 脉冲半峰宽 100~200 毫微秒; 脉冲重复率 0.5~1 次/秒, 激光束经焦距为 300 毫米的锗透镜聚焦后垂直射入反应池, 反应池用硬质玻璃试管($\phi_{\text{内}} 26 \times 180$ 毫米)制成, 体积为 96 厘米³, 两端装有氯化钠窗片(见图 1)。

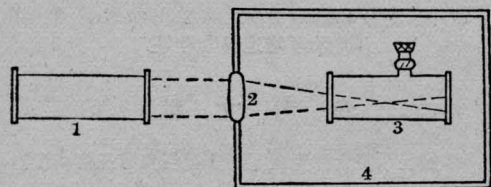


图 1 激光浓缩硫同位素实验简图

1—电容针紫外预电离 TEACO₂ 激光器;
2—锗聚焦镜; 3—反应池(两端装有 NaCl 窗片); 4—干燥器

SF₆(含 O₂<0.5%, 含 H₂O<50ppm)是上海光明化工厂产品; H₂(95%)是上海硅钢片厂产品。

激光辐照后, 剩余的 SF₆ 和离解产物在 Perkin-Elmer 580 型红外分光光度计和 ZhT-1301 型质谱计上鉴定。

实验结果

1. 浓缩

从 580 型红外分光光度计分析表明, ³²SF₆ 的 ν_3 振动带在 948 厘米⁻¹ 附近有一强吸收; 而 ³⁴SF₆

相应的吸收处在 930 厘米⁻¹ 附近, 同位素位移约 18 厘米⁻¹。天然的 SF₆ 气体经 ZhT-1301 型质谱计测定, 其 ³⁴S 和 ³²S 的同位素丰度比

$$R_0 = 0.04513 \pm 0.00020.$$

将天然的 SF₆ 和 H₂ 以 1:10 的比例在高真空系统中混合, 取一定量的气体装入反应池, 用聚集的脉冲 TEACO₂ 激光器的自然振荡线辐照, 将剩余气体进行红外和质谱分析。当气体压力 $P=6.18$ 托, 激光输出能量 $E=1.7$ 焦耳/脉冲(用上海燎原电器厂 JNK-1 型($\phi=16$ 毫米)能量计测得的), 辐照次数 $n=3000$ 脉冲时, 从质谱计得到剩余 SF₆ 中的同位素丰度比 $R=17.17$, 浓缩因子 $\beta=386$ 。当 $P=0.66$ 托, $E=1.7$ 焦耳/脉冲, $n=1000$ 脉冲时, $R=12.69$, $\beta=281$ 。

2. 浓缩因子与脉冲次数关系

在保持输出能量、透镜焦距、反应池压力不变的情况下, 改变辐照次数, 辐照后经红外分析, 其结果见图 2。

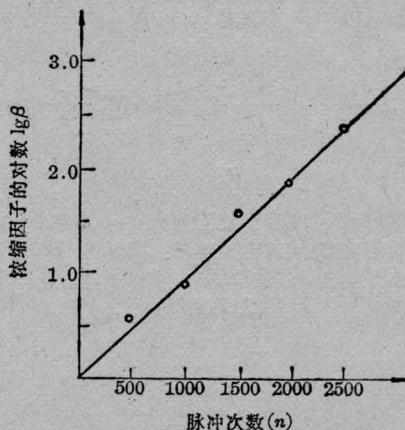


图 2 浓缩因子与脉冲次数关系

$P=4.0$ 托, $E=1.2$ 焦耳/脉冲, $f=300$ 毫米

从图 2 可以看到, 浓缩因子随脉冲次数按指数增加, 即 $\lg \beta \sim n$ 线性上升。此结果与文献[3]、[6]所得的结果是一致的。

3. 浓缩因子与气体压力关系

在保持输出能量、透镜焦距、反应池体积和脉冲

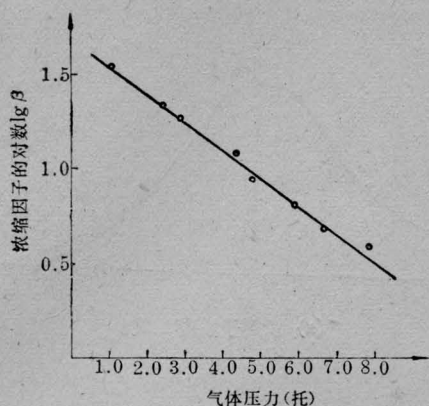


图3 浓缩因子与气体压力关系

$E=1.5$ 焦耳/脉冲; $n=1000$ 脉冲; $f=300$ 毫米

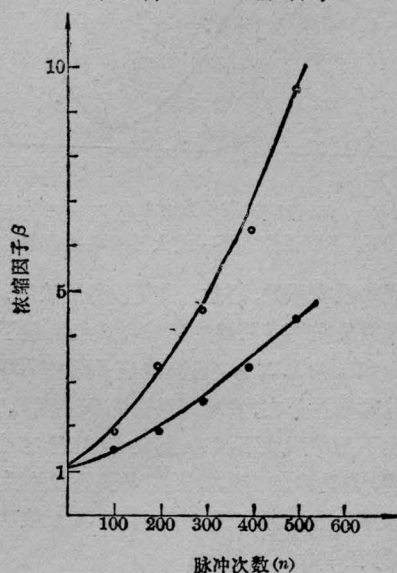


图4 浓缩因子与透镜焦距关系

$\Delta f=319$ 毫米, $P=6.27$ 托, $E=1.7$ 焦耳/脉冲

$\odot f=170$ 毫米, $P=6.18$ 托

次数不变的情况下, 改变气体压力, 其结果见图3。

从图3可以看到, 浓缩因子随气体压力的增加呈指数下降, 即 $\lg\beta \sim p$ 线性下降。

4. 浓缩因子与透镜焦距的关系

在保持输出能量、反应池体积不变的情况下, 分别用焦距319毫米、170毫米聚焦镜进行实验, 其结果见图4。

从图4可以看到, 在相同的脉冲次数下, 焦距为319毫米的浓缩因子是焦距为170毫米的浓缩因子的1.3倍左右。即随着焦距的增长, 焦点附近能量密度升高, 在反应池内达到离解阈值有效体积增加。此实验结果与文献[7]的理论推导一致。

参 考 文 献

- [1] R. V. Ambartzumian, V. S. Ietokhov; *JETP Lett.*, 1975, **21**, 375.
- [2] J. L. Lyman, C. P. Robinson; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 87.
- [3] G. Hancock, J. D. Campbell; *Opt. Commun.*, 1976, **16**, 177.
- [4] 中国科大, 安徽光机所协作小组; 《激光》, 1977, **4**, No. 6, 35.
- [5] 蔡英时等; 《激光》, 1979, **6**, No. 2, 22.
- [6] S. T. Lin; *Chem. Phys. Lett.*, 1978, **53**, 53.
- [7] 马兴孝, 胡照林; 中国科大化物专业激光化学论文集。

(中国科学院上海有机化学研究所 严

兆明 宋建平 顾加俊 王龙根)

棒状激光放大器增益分布的精密测量

精确地测量激光放大器的增益分布是提高增益均匀性, 改进放大器设计的前提。采用振荡阈值近场图法和细光束扫描探测——示波法, 都受原理和技术上的种种限制, 精度和分辨率并不理想。我们在此报导全口径探测光束成象法, 对任意口径的放大器, 只通过一次激光发射, 就定量地获得该放大器横截面上的增益分布, 并在实验上给出了钕离子浓度、放大器运转条件等对增益分布的影响。

图1是测量放大器增益分布的实验装置。调Q振荡器输出50毫微秒的激光脉冲, 经空间滤波器、激光放大器和扩孔后, 构成一束探测光束通过被测放大器(掺钕玻璃棒为 $\phi 20 \times 520$ 毫米, 用两支 $\phi 16 \times 550$ 毫米氙灯泵浦), 其后的两块成象透镜(双面增透)采用共焦系统, 这样既可以降低棒口径光阑的衍射效应(见图2), 又可以在移动照相机时不会改变象的放大倍数。本实验考虑到胶片的灵