

1. 序

ウランの原子法同位体分離(AVLIS)の分離効率を決定する因子の一つは $^{238}\text{U}^+$ の生成量である。著者は先にAVLISコレクター部の物理モデルを提案した⁽¹⁾。これを用いて $^{238}\text{U}^+$ がいかなる機構でどの程度生成するか、また、その生成量が種々のパラメータにいかに関係するかを検討する。更に、分離仕事を最大とするパラメータ条件も導出する。

2. 計算条件および数値計算結果

U蒸気源からコレクター下端迄を12.0 cm, 上端迄を16.5 cm, 隣接コレクター間角度を 4θ , コレクター表面の電荷密度を N_e^S とし、共に5 W/cm², 有効半径0.5 cmのガウス型強度分布を持つ二種の異なるレーザー光をコレクター間に照射するものとする。流入部でのU蒸気温度を2400 K, 蒸気密度を N_0 とする。原子-レーザー相互作用を二準位モデルで算出し、原子および電子の衝突相互作用も考慮する。励起用レーザー照射時間を30 ns, 電離用は継続照射するものとして、前者の一パルス照射に伴う系の変化を数値的に追跡した。例えば $4\theta=5^\circ$, $N_e^S=1 \times 10^{11}$ e/cm², $N_0=3.5 \times 10^{13}$ cm⁻³の場合、 $^{238}\text{U}^+$ はレーザー誘起に起源するものの他に、 $10^{-7}\sim 10^{-6}$ 秒の時間範囲では主として加速電子と ^{238}U 基底状態との衝突によって、 $\sim 10^{-6}$ 秒を超える範囲では主として $^{238}\text{U}^+$ と ^{238}U の電荷移行反応によっても生成する。コレクターに最終的に捕集される $^{238}\text{U}^+$ の 6.6×10^7 個のうち、これらの衝突過程からの寄与は 5.4×10^7 個である。 $4\theta=10^\circ$ とする場合、 $^{238}\text{U}^+$ 総量 2.4×10^8 個のうち電子衝突分は 3.2×10^7 個、電荷移行反応分は 2.0×10^8 個にも達し、これらの衝突過程が極めて重要な結果をもたらす事がわかった。この種の電子原子衝突による生成量 $\delta N(^{238}\text{U}^+)$ はおおよそ $\sigma N \ell$ で与えられるが、 $\delta N(^{238}\text{U}^+)$ はコレクター部での同位体分離係数 F_{sep} , 断面積 σ は荷電粒子速度, 即ち N_e^S , 粒子密度 N は N_0 , 運動距離 ℓ は 4θ によって各々一意的に決まる。従って F_{sep} の N_e^S , N_0 および 4θ 依存性も数値的に検討した。結果の一部を図示する。 $4\theta=5^\circ$ として N_0 を変化させる場合、 F_{sep} を最大にする N_e^S が存在する。価値関数を仮定して分離仕事を最大にする条件から、 $4\theta=5^\circ$ の場合の最適値として $N_0=6.6 \times 10^{12}$ cm⁻³, $N_e^S=9.5 \times 10^{10}$ e/cm²を得た。この N_e^S に対応するコレクター間電場は約95 V/cmである。また、 F_{sep} および分離仕事は $4\theta > 4^\circ$ の範囲では 4θ と共に単調減少するため、 $^{238}\text{U}^+$ の生成量からは 4θ の最適値は決まらない事も判った。これらについて報告する。

(1) 大西：昭和63年日本原子力学会年会II-55

