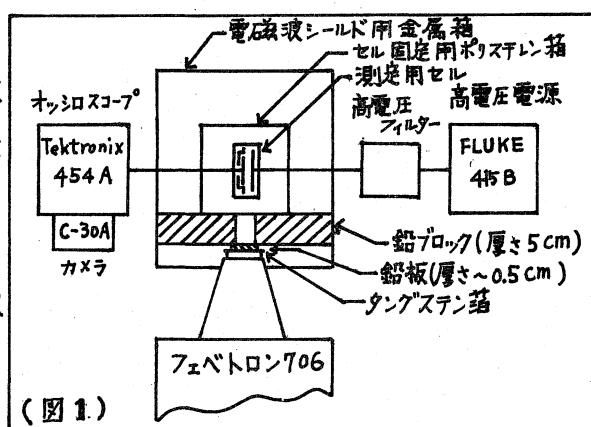


フェベトロン加速器によるX線パルスを用いた非極性液体中の電子捕捉反応の研究

(東工大・理) 新坂恭士・藤野嘉彦・和田敏規・森 和男・南波秀樹

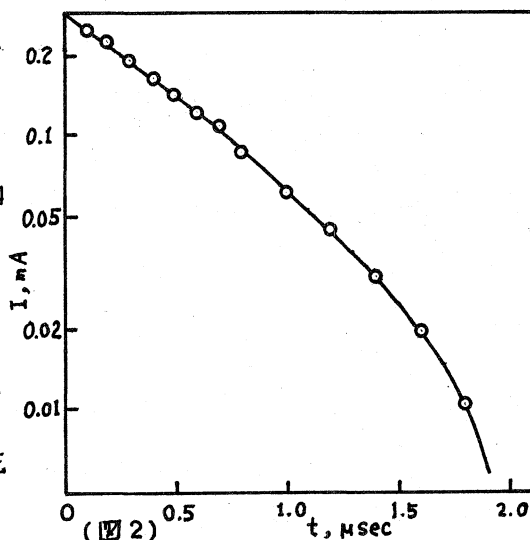
1. 炭化水素などの非極性液体中での溶質による電子の捕捉反応を調べるのに今までにいくつかの方法が試みられているが、パルス放射線照射後の試料の電導度の時間についての減衰よりその反応速度定数を求める電導度法は他の方法に比べて特に感度が高くすぐれた方法と思われる。フェベトロン加速器によるX線パルス(半値幅 ~ 3 nsec, 等価電子エネルギー 600 keVの電子線パルスをタングステン箔でX線に変換する)を用い、試料として液体ネオペンタン(neo-C₅H₁₂)について行った予備実験の結果、フェベトロンが本研究のための有効なパルス線源となることが明らかになったので報告する。

2. 装置の概略を第1図に示す。測定用セルはステンレス円板を平行に対置(電極間距離 3 mm)させ高電圧電極と集電極とし集電極の周囲に保護環をつけたガラスセルである。ネオペンタンは、フィリップス社のリサーチ・グレード(純度 99.93 モル%以上)のものを、酸素などの不純物が混入しないように特に注意して真空下で精製した。



(図1)

3. ネオペンタンのみの例を第2図に示した。パルス直後($t=0$)における電流 I_0 は(1)式によって表わされる。 $I_0 = eEAu_e n_0$ (1) ここで、 e は電子電荷(クーロン)、 E は電極間電場(V/cm)、 A は有効電極面積(cm^2)、 u_e は電子の移動度($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$)、 n_0 は電子の初期濃度(個数/ cm^3)、また n_0 は次の(2)式で表わされる。 $n_0 = 6.38 \times 10^{11} \times \rho \cdot G_{fi}^E$ (2) この式で ρ は吸収線量(レントゲン)、 ρ はネオペンタンの密度(g/cm^3)、 G_{fi}^E は電場 E でのフリーイオンの G 値である。既



(図2)

知の G_{fi}^E と I_0 の測定値より $u_e \approx 57$ ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$) ($E = 2.8$ kV/cm, 室温)と求められた。一方、電流 I の減衰は次の反応(3)、(4)によると考えられる。 $e^- \xrightarrow{k_t} e^-_{\text{trap}}, e^-_{\text{sol}}$ (3), $e^- + M^+ \xrightarrow{k_r} P$ (4) ここで e^- は電子、 e^-_{trap} は溶媒に捕捉された電子、 e^-_{sol} は溶媒和された電子、 M^+ は溶媒親イオン、 P は反応生成物を示す。また k_t, k_r はそれぞれの反応速度定数を表わす。吸収線量が小さな場合(4)は無視でき電流 I は(5)式のように変化する(第2図の実線は(5)式による)。 $I = I_0(1 - (u_e E / d)t) \times \exp(-k_t t)$ (5) ここで d は電極間距離である。(5)式より $k_t \approx 8.9 \times 10^5 \text{ sec}^{-1}$ (室温)が得られた。電子を捕捉する溶質 S が濃度 $[S]$ 混在するときは(3)と共に(6)の反応が起ると考えられる。 $e^- + S \xrightarrow{k_s} S^-$ (6) このときの電流の減衰より速度定数 $k_e (= k_t + k_s[S])$ が求められる。測定値 k_e , 既知の $k_t, [S]$ を用いて k_s が算出される。