Osaka University Knowledge Archive

Title	Crossed-Beam Experiment onf Rotational Population Distribution of OH(A 2Σ+) Split from H2O by Lyman Alpha Photon Impact
Author(s)	山下, 巌
Citation	大阪大学, 1975, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/267
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【14】

氏名・(本籍)	山下　巌（やました　いわお）
学位の種類	理学博士
学位記番号	第　3434　号
学位授与の日付	昭和50年6月16日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**ビーム交差法によるライマン・アルファ光子－水分子衝突の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 川村　肇 (副査) 教授 国富　信彦　教授 桑田　敬治 教授 加藤　俊二　助教授 岩井　鶴二

論文内容の要旨

プラズマ・ジェットを利用した新しい方法の真空紫外単色光源を開発し，これをビーム交差法による光子－水分子衝突の研究に応用した。

第Ⅰ部では光源装置およびその特性と発光機構について述べた。真空槽に噴出したアルゴン・プラズマ・ジェットに少量の水素を添加すると，アルゴン原子の発光にかわって，水素原子のバルマー系列の可視域での強い発光が観測される。この現象は水素原子のライマン系列の真空紫外域での強い発光が存在する可能性を示している。そこで水素を添加したプラズマ・ジェットをライマン・アルファ線（1216Å）の強い単色光源として利用することを試みた。

真空分光器を用いてスペクトルを調べた結果，この光源は1050から1530Åの波長域ではライマン・アルファ線のみを放出する高度に単色な光源であることが確認された。また光源の窓から10cm離れた位置で2×10^{15}光量子/cm^2 secの大きな照射強度が得られた。この単色で強いライマン・アルファ線の放出は，プラズマ・ジェット中に大量に含まれた準安定アルゴン原子と水素原子，水素分子との第2種衝突に基く水素原子の選択的な励起に起因することを明かにした。従って，この光源は単色性，強度において，従来のマイクロ波放電による光源に比べて極めてすぐれている。

第Ⅱ部では上記の光源を使用したビーム交差法によるライマン・アルファ光子と水分子の衝突実験について述べ，また水分子の光分解過程の物理的機構について検討した。標的として分子線を用いるビーム交差法はすぐれた実験方法として良く知られているが，真空紫外域の光子衝突の研究では充分な強度をもつ単色光源が得られなかったため，この方法による研究はこれまで行なわれていない。

ライマン・アルファ光子の衝突により水分子は$A^2\Sigma^+$励起状態にあるOHとH原子に解離する。こ

の OH ($A^2\Sigma^+$) が放出するスペクトルを解析することによって，OH ($A^2\Sigma^+$) の振動量子数 v' が0と1の状態の回転準位分布を求めた。

$v'=0$ の状態は熱的分布に近い低い回転量子数での分布が無視できる程度に小さく，逆にエネルギー的限界に相当する高い回転量子数で鋭いピークを示す極めて異常な回転準位分布を示した。この異常分布の特色は，低圧の水蒸気に光を照射する方法で得られた従来の結果に比べて，一層きわだっている。これはビーム交差法の採用によって初期分布を乱す二次的効果が除かれたためである。

OH ($A^2\Sigma^+$) の回転準位は解離によってこの分子を生成する光子衝突直後の水分子の励起状態のポテンシャル・エネルギー面の構造に起因している。一方 OH ($A^2\Sigma^+$) とH原子への解離に導くこの水分子の励起状態は，分子軌道およびその対称性に関する考察から，$\widetilde{B}^1A_1$ で表示される状態であることが示される。従って $\widetilde{B}^1A_1$ 状態は，ビーム交差法で得られた異常回転準位分布を与えるようなポテンシャル・エネルギー面をもたなければならない。本実験の結果は，最近各国で実行されつつある $\widetilde{B}^1A_1$ 状態のポテンシャル・エネルギー面の理論計算の結果を判定する基準になると考えられる。

$v'=1$ の振動状態は $v'=0$ の場合とも相異した異常回転準位分布を示した。これは1951年に Gaydon により見出された OH ($A^2\Sigma^+$) の前期解離現象に起因している。

論文の審査結果の要旨

著者は永年アルゴン・プラズマ・ジェットの基礎研究に従事しているうち，たまたま水素ガス添加によってライマン－α (1216 Å) 線の強力光源の可能性に気づいた。著者の作製した光源は従来のマイクロ波放電型ライマン－α 光源に比較して，単色性と強度において一段とすぐれていることが第一部に示されている。

第二部では，この光源からの光子ビームと分子線源からの水分子ビームとを真空中で直交させ，その交差点からの発光シグナル (3060 Å付近) につき高分解能分光デテクターによる詳細な測定が行われている。その結果，(1)基底状態 $\widetilde{X}\,^1A_1$ の水分子が光子 ($\lambda=1216$ Å) 衝変により $\widetilde{B}\,^1A_1$ に励起されること，(2)この電子項 $\widetilde{B}\,^1A_1$ な対称性 C_s 型の解離 OH ($A^2\Sigma^+$) + H (^2S) に導くこと，(3)振動量子数 $v'=0$ の OH ($A^2\Sigma^+$) は回転量子数 K=21 に急峻なピークをもつ特異な回転準位分布を示すこと，および(4)振動量子数 $v'=1$ の OH ($A^2\Sigma^+$) は顕著な前期解離現象を示すこと，等が明確に示されている。

とくに，(3)の回転準位分布については，ガス標的法による測定が従来いくつか報ぜられているが，その結果はまちまちであった。著者がビーム交差法によって，はじめて信頼に価する分布曲線を与えたことは，量子力学的分子軌道理論にもとづくポテンシャル曲面の研究に寄与するところ極めて多大である。

なお，ライマン－α 線は太陽からの最も強い輻射線であるので，著者によるプラズマ型強力光源の開発は地球上層大気中における光子－分子間衝突現象の実験室的基礎研究と可能にする点でもまた高い評価に値する。

よって，本論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。