

Title	ヨウ素分子の二次光学過程における衝突効果
Author(s)	Overlaet, Willem Alfred Maria
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35974
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【7】

氏名・(本籍)	OVERLAET WILLEM ALFRED MARIA <small>オーベラート ウィレム アルフレッド マリア</small>
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 8055 号
学位授与の日付	昭和63年3月25日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	ヨウ素分子の二次光学過程における衝突効果
論文審査委員	(主査) 教授 櫛田 孝司 (副査) 教授 伊達 宗行 教授 金森順次郎 教授 邑瀬 和生 教授 池谷 元伺

論 文 内 容 の 要 旨

共鳴励起光の下における二原子分子での二次光学過程を、特にコヒーレントとインコヒーレント過程という面に注目して実験的研究を行った。すなわちまわりの分子との間の衝突摂動が中間の励起状態に及ぼす効果に焦点を当てることになる。二次光学過程の分野では、理論的研究は近年たいへん活発になってきているものの、実験的研究はその数がまだ少なく本研究の意義はこれらの理論を実験的に検証し、また新たな知見を得ることである。論文の内容は主として、近共鳴励起光を受けた分子から出る発光の過渡特性とスペクトル線プロファイルの考察から成る。

1) 過渡特性

単一モードのパルスレーザーを励起光として、ヨウ素分子からの二次放出光の過渡特性を調べた。同じような実験は米国でも過去になされて、その結果はストカスティック理論を使って定性的には解釈されているが、実験と理論を定量的に詳しく比較するには至っていない。したがって我々の実験結果で理論との比較を行い、特に衝突摂動に注目してこの過程を考察した。二次放出光の過渡特性は、共鳴励起下では指数関数型減衰しか示さないが、非共鳴励起下では二つの成分に分離して現れる。一つは入射パルス光と同じ応答をするものでこれがラマン成分(コヒーレント成分)に対応し、もう一つは励起準位の寿命に対応する減衰を示すものでルミネッセンス(インコヒーレント成分)と呼ばれるものである。これらの実験データと理論との比較を詳細に行い、位相緩和および非弾性衝突の断面積をも決定した。また共鳴時には時間応答性からラマン成分とルミネッセンスを区別することは困難になるが、この場合も含めたコヒーレント過程・インコヒーレント過程と衝突摂動との関連性についても考察した。

2) スペクトル特性

次にCWの単一モードレーザーを励起光源にし、ファブリー・ペロ干渉計を検出系に使用して、この二次光学過程における発光の線プロファイルを調べた。ここでもまた入射光と同じような鋭いピークとドップラー効果で広がったプロファイルとの二成分が観測された。この結果を解釈するために、モンテ・カルロ法を使って衝突のシミュレーションを行った。その結果、幅の広い成分は衝突により分子の速度が乱されたものに対応し明らかにルミネッセンス成分であるが、鋭い成分にはラマン成分だけではなく衝突振動を受けた分子からのルミネッセンス成分の寄与が相当の割合で混じっていることが分かった。また実験データから速度変化の断面積を決定することもできた。

論文の審査結果の要旨

オーベラート君の論文は、沃素ガスにアルゴンレーザーからの波長514.5nmの単色光を照射した際に見られる二次放出光の振舞いを高い時間分解能ならびに高い波長分解能で調べ、その結果を衝突の効果を考えて理論的に解析したものである。まずレーザー光を時間幅15nsのパルスにして共鳴付近で僅かづつ波長を変えて二次放出光の時間特性を測定した結果は、ドップラー効果、衝突効果ならびに超微細構造の効果を考慮することにより、インパクト近似を用いた理論で非常にうまく説明できることが明らかにされた。この解析から共鳴二次光学過程において分子の衝突が重要な効果を及ぼすことが疑いなく示されたばかりでなく、分子の位相および分布を変える衝突の断面積も具体的に求められた。さらに衝突の効果を受けないラマン散乱と衝突を受けた後に見られるルミネッセンスの時間特性の違いも明らかにされ、ゆっくりした減衰を示す発光成分が励起光と吸収帯とのスペクトルの重なりによるか否かというHackettにより提起された問題も解決された。

次にレーザー光と同方向に進む二次放出光のスペクトルをファブリー・ペロ干渉計を用いて高い波長分解能で測定した実験では、ドップラー広がりを取り除かれ、分子の速度を変えるような衝突の効果がスペクトルの広がりとして見出された。さらにコヒーレントなラマン散乱、誘起双極子の位相変化のみを伴うルミネッセンスならびに速度変化を受けた分子によるルミネッセンスの3つの成分を考えてモンテカルロ法でコンピューターシミュレーションを行った結果は二次放出光のスペクトルをうまく再現することが知られ、速度変化を起こす衝突の断面積も求められた。以上の結果は、光と物質の相互作用の問題に新しい知見をもたらし、レーザー分光学の進歩に寄与する所が大であるから理学博士の学位論文として十分な価値があるものと認める。