小坂　圭二

遮蔽クーロンポテンシャルの束縛状態に対する相対論的 WKB 法

高電離重イオン等, 相対論的効果の大きい原子の電子状態を解析する手段として, 遮蔽 Coulomb ポテンシャルの束縛状態に対する相対論的 WKB 法を定式化し, その詳細な吟味を行うと共に, 具体的な問題へ応用した.

本方法では, 遮蔽 Coulomb ポテンシャルに対する波動関数を純 Coulomb ポテンシャルに対する波動関数の変形として捉えている. その結果この近似は, 既存の相対論的 WKB が与え得なかった準位をも含めた, 遮蔽 Coulomb ポテンシャルの束縛状態の全ての準位に対して, 解を与え得るものとなった.

この近似の妥当性の吟味として, 簡単な解析的モデルポテンシャルに対して, 本研究による WKB 解を Dirac 方程式の厳密解と比較した. その結果, 本方法の与える固有値と波動関数の双方が Dirac 方程式の厳密解と良く一致する事を確かめた. 本方法は特に低い準位で良い結果を与える. 一般に高い準位になると近似が若干悪くなるが, 最も悪い場合でも数%の誤差にとどまっている.

現実的な系への応用として, 高電離イオン及び圧縮原子への適用を行った. 有効ポテンシャルとして, 相対論的 Thomas-Fermi-Dirac-Weizsäcker 模型の定めるポテンシャルを用いた. 結果として, 高電離イオンの 1 電子状態の原子番号 Z及び電子数 Nへの依存性に対する知見を得, 圧縮原子の 1 電子エネルギーの圧縮度に対する依存性及び 1 電子エネルギーに対する相対論的効果を明らかにした. これらの計算により, 本研究で開発した相対論的 WKB 法が, 重イオンなどの研究に有用であることを明らかにした.