

Modulationsspektroskopie an einem einzelnen Ba^+ -Ion

Diplomarbeit

vorgelegt
von
Joachim Schulz
aus
Hamburg

15. Januar 1998

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Modulationsspektroskopie	6
2.1	Frequenzmodulationsspektroskopie	7
2.2	Modulationstransferspektroskopie	11
3	Barium	14
3.1	Termschema von Ba^+	14
3.2	Zeeman-Aufspaltung	15
4	Die Wechselwirkung von Licht und Atomen	18
4.1	Laserkühlung schwach gebundener Bariumionen	18
4.2	Optische Bloch-Gleichungen	19
4.2.1	Der Dichteoperator	20
4.2.2	Der elektrische Dipoloperator	22
4.2.3	Das Zwei-Niveau-System	23
4.2.4	Das Drei-Niveau-System	28
4.2.5	Das Acht-Niveau-System	35
4.2.6	Modulation des Lichtfeldes	42
4.3	FM-Spektroskopie am Barium-Ion	47
4.4	MT-Spektroskopie am Barium-Ion	50
5	Experimenteller Aufbau	58
5.1	Elektrooptischer Modulator	58
5.1.1	Schwingkreis zur Spannungsüberhöhung	60

5.2	Die Farbstofflaser	61
5.2.1	Farbstofflaser bei 493nm	61
5.2.2	Farbstofflaser bei 650nm	62
5.2.3	Pound-Drever-Regelung	62
5.2.4	kontrollierte Verstimmung	64
5.2.5	Intensitätsregelungen	65
5.3	Lichtwellenleiter	66
5.4	Die Hochfrequenzionenfalle	67
5.4.1	Vakuumapparatur	68
5.4.2	Speichern des Ions	68
5.5	Detektor und Signalaufnahme	69
6	MT-Spektrum eines einzelnen Barium-Ions	71
6.1	Übersicht über das Experiment	71
6.2	Durchführung der Messung	73
6.3	Nachweis eines MT-Signals	74
6.4	MT-Spektrum	76
7	Zusammenfassung	80
A	Dipoloperator im Ein-Elektron-Atom	82
A.1	Wellenfunktionen	83
A.2	Dipolmatrizelemente	83