

Streszczenie

W niniejszej rozprawie rozważane są zjawiska fizyczne mające wpływ na precyzję pomiarów wykonywanych metodą rezonansu magnetycznego w atomach. Ponieważ w obecności pola magnetycznego uprzednio zdegenerowane poziomy energetyczne atomu rozsuwają się (efekt Zeemana), pomiaru amplitudy tego pola można dokonać mierząc odległość (różnicę energii) pomiędzy podpoziomami zeemanowskimi. Jest to tak zwany pomiar magnetometryczny. Istnieje jednak szereg innych mechanizmów, które mogą powodować niewielkie przesunięcia poziomów energetycznych, a co za tym idzie, systematyczne błędy w pomiarach. Spośród nich w niniejszej rozprawie rozpatrywane są: efekt Blocha–Siegerta (rozdziały 2. i 3.) oraz dynamiczny efekt Starka (opisany w rozdziale 4.).

Efekt (przesunięcie) Blocha–Siegerta jest wynikiem rezonansowego oddziaływania pola elektromagnetycznego, oscylującego z częstością ω , z atomami, cząsteczkami, jonami itp. znajdującymi się w stałym polu magnetycznym. Pole oscylujące może być rozłożone na dwie rotujące w przeciwnych kierunkach składowe, z których tylko jedna jest w rezonansie z częstością Larmora Ω_0 związaną ze stałym polem magnetycznym, $\Omega_0 - \omega \approx 0$. Druga składowa oddziałuje z układem atomowym nie-rezonansowo, $\Omega_0 + \omega \approx 2\Omega_0$, i wpływa na pozycje sprzężonych podpoziomów zeemanowskich, powodując przesunięcie częstości rezonansu. W niniejszej pracy pomiar i charakteryzacja tego efektu sprowadza się do pobudzania atomów zarówno polem oscylującym, jak i wirującym, dla różnych parametrów pola wzbudzającego (między innymi amplitudy, częstości) oraz pomiaru różnicy położenia rezonansów dla obydwu przypadków.

W pracy wyróżniono dwie sytuacje: wzbudzanie polem magnetycznym, czyli klasyczny efekt Blocha–Siegerta, gdzie polem zmiennym sprzęgane są bezpośrednio podpoziomy zeemanowskie. Odmienny charakter ma rezonans wzbudzany modulowanym polem optycznym. W tym przypadku poziomy zeemanowskie sprzęgane są pośrednio (ramanowsko) poprzez koherencje optyczne. Równoległe z badaniami doświadczalnymi w obu przypadkach prowadzona była numeryczna analiza przesunięć

poziomów energetycznych związanych z efektem Blocha–Siegerta.

Kolejnym ważnym zagadnieniem mającym wpływ na dokładność pomiarów rezonansowych jest dynamiczne zjawisko Starka, powodujące tak zwane przesunięcie światłem (ang. *light shift* – LS). Light shift również jest wynikiem nierezonansowego oddziaływania, jednak w sprzężeniu optycznym, pomiędzy stanem podstawowym i wzbudzonym. W pracy została udowodniona fundamentalna cecha tego efektu w przypadku gdy występuje on w komórkach z pokryciem parafinowym. Atomy gazu znajdującego się w tego typu komórkach, po uprzednim spolaryzowaniu w wiązce światła próbują całą dostępną objętość w trakcie czasu życia ich polaryzacji spinowej (Γ^{-1}). W związku z tym efekt jest kontrolowany za pomocą rozmiaru komórki, a nie rozmiaru wiązki lasera, jak to ma miejsce w komórkach próżniowych lub wypełnionych gazem buforowym.