

МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ УЧЕНИХ І АСПІРАНТІВ

Інститут електронної фізики НАН України

# ІЕФ-2011

Ужгород, 24–27 травня 2011

ПРОГРАМА І ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ



INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF YOUNG SCIENTISTS AND POST-GRADUATES  
Institute of Electron Physics, Ukr. Nat. Acad. Sci.

# IEP-2011

Uzhhorod, 24–27 May 2011

PROGRAMME AND ABSTRACTS

## РЕЗОНАНСНА ВЗАЄМОДІЯ І ПЕРЕДАЧА КВАНТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ОДНОГО ДВОРІВНЕВОГО АТОМА ДО ІНШОГО

О.Ф. Павлик, О.К. Рейтій

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна  
e-mail: o.pavlik75@mail.ru*

Однією з основних проблем в розумінні процесів резонансної передачі квантової інформації на довільні відстані є проблема двох взаємодіючих електронів, які належать різним воднеподібним атомам. Її вивченню присвячена значна кількість праць [1-2]. Незалежно від математичного підходу результати цих робіт зводяться до наступного:

1) присутність іншого атома може суттєво змінити час життя збудженого стану атома; 2) ця зміна часу життя залежить від взаємної орієнтації дипольних моментів переходу атомів і від відстані між ними.

При описі резонансної взаємодії атомів, що знаходяться на досить великих (але скінченних) відстанях  $R > l_0$  (де  $l_0$  – характерна довжина хвилі в спектрах взаємодіючих атомів) поряд з миттєвою кулонівською взаємодією слід враховувати також запізнюючу взаємодію, яка залежить від швидкості світла  $c$  і зникає при  $c \rightarrow \infty$ . Методами квантової електродинаміки (КЕД) взаємодія двох нейтральних атомів розглядалася в працях [3-5]. У праці [3] з урахуванням тільки орбітальних степенів вільності електрона було отримано оператор електричної диполь-дипольної взаємодії двох атомних електронів. У працях [2,4], а потім в [5,6] проведено більш загальний у порівнянні з [3] розгляд і на основі ефектів другого та третього порядків КЕД було отримано в електричному дипольному наближенні оператор  $\hat{V}_{\text{дв}}^{(\pm)}$  [6] взаємодії двох нейтральних атомів на довільній відстані один від одного.

Основною задачею, яка розв'язується в теорії резонансної взаємодії атомів, один з яких знаходиться в збудженому стані, являється обчислення енергетичних зсувів  $\Delta E_s$ ,  $\Delta E_a$  симетричного  $\Psi_s$  і антисиметричного  $\Psi_a$  станів пари атомів під дією збурення  $\hat{V}_{\text{дв}}^{(\pm)}$ . Оскільки взаємодія, яку описує оператор  $\hat{V}_{\text{дв}}^{(\pm)}$ , не є миттєвою, то величини  $\Delta E_s$ ,  $\Delta E_a$  виявляються комплексними. Саме ця обставина надає можливість поряд із зсувами одночасно розв'язати питання про ширини розглядуваних колективних станів  $\Psi_{s(a)}$ . В системі двох взаємодіючих однакових дворівневих атомів утворюються лінійні стаціонарні оптичні розмірні резонанси, частоти яких суттєво відрізняються від частот переходів в спектрі ізольованих атомів, з яких складається система. Врахування ефектів запізнювання в системі взаємодіючих атомів одночасно уточнює положення і ширини розглядуваних колективних станів пари атомів. Механізм розширення енергетичних рівнів, обумовлений дипольною взаємодією атомів, володіє великою залежністю від дипольних моментів переходу атомів, від їх взаємної орієнтації, а також від міжатомної відстані.

При  $R \ll l_0$  запізнаюча взаємодія атомів, що знаходяться в симетричному колективному стані, приводить до подвоєння радіаційної ширини рівнів атомів. Для антисиметричного стану ширина близько розташованих атомів набагато менша за радіаційну і прямує до нуля при  $R \rightarrow 0$ . Фактично це означає, що при  $R \ll l_0$  запізнаюча взаємодія компенсує радіаційний розпад збуджених станів атомів, що утворюють систему. Ця властивість інтерпретується як ефект ближнього поля, що може бути покладений в основу запису квантової інформації на окремих дворівневих атомах [2]. Таким чином, необхідність врахування ефектів запізнавання вже при порівняно малих ( $R \ll l_0$ ) міжатомних відстанях наглядно проявляється в суттєвій трансформації природної ширини рівнів. Можна навіть стверджувати, що оптичні властивості двохатомних систем, лінійні розміри яких менші за довжину хвилі  $l_0$ , повністю зумовлені запізнаючою взаємодією атомів.

- [1] К.А. Валиев, УФН, Т.175, С. 3 (2005).
- [2] О.Н. Гадомский, Ю.Ю.Воронов, ЖЭТФ, Т. 121, С. 1028 (2002).
- [3] С.S. Chang, P. Stehle, Phys. Rev. A., V. 4, P. 630 (1971).
- [4] О.Н. Гадомский, УФН, Т. 170, С. 1145 (2000).
- [5] В.Ю. Лазур, С.И. Мигалина, А.К. Рейтий, ТМФ. Т. 158, С. 391 (2009).
- [6] В.Ю. Лазур, О.Ф. Павлик, А.К. Рейтий, ТМФ, Т. 165, С. 70 (2010).