

Engineering light-matter interactions: photon pair generation and magnetic dipole transitions

Doctoral Thesis

Author(s):

Kasperczyk, Mark

Publication date:

2016

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010687218>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

DISS ETH NO.23633

***ENGINEERING LIGHT-MATTER INTERACTIONS:
PHOTON-PAIR GENERATION AND MAGNETIC DIPOLE
TRANSITIONS***

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH

(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by
MARK KASPERCZYK

M.S. in Optics, Univeristy of Rochester

born on 30.07.1988

citizen of USA

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Lukas Novotny, examiner

Prof. Dr. Jerome Faist, co-examiner

2016

Abstract

Many potentially useful and exciting processes are ignored simply because they are too weak to access reliably. Our goal in this thesis is to enhance the viability of a variety of weak processes either by engineering the material properties to amplify the effect or by engineering the optical mode of the excitation beam to optimally excite the process of interest. There are two types of processes in particular that we focus on: magnetic dipole transitions in ions and a version of Raman scattering capable of producing correlated photon pairs. To optically excite magnetic dipole transitions in Eu^{3+} ions, we convert the mode of an optical beam to produce a strong local magnetic field. In the case of correlated Raman scattering, we employ different material properties to enhance the efficiency of the correlations.

Zusammenfassung

Viele möglicherweise nützliche und spannende Prozesse werden gewöhnlich ignoriert aus dem einfachen Grund, dass sie zu schwach sind, um zuverlässig auf sie zurückgreifen zu können. Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Brauchbarkeit von verschiedenen schwachen Prozessen zu verbessern. Dies wird erreicht zum einen durch das Manipulieren von Materialeigenschaften, zum anderen durch das Konstruieren einer optischen Mode des Anregungsstrahls zur optimalen Anregung des Prozesses. Im Speziellen werden wir uns auf zwei Prozesse konzentrieren: magnetische Dipolübergänge und eine Art Raman-Streuung, welche korrelierte Photonen-Paare erzeugt. Um magnetische Dipolübergänge in Eu^{3+} Ionen optisch anzuregen, wandeln wir die Mode eines optischen Strahls so um, dass ein starkes lokales Magnetfeld erzeugt wird. Im Fall der Raman-Streuung bedienen wir uns verschiedener Materialeigenschaften, um die Effizienz der Korrelation zu verbessern.