

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

HOÀNG ĐÌNH HẢI

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ
LÊN KÌM QUANG HỌC SỬ DỤNG
HAI CHÙM XUNG GAUSS NGƯỢC CHIỀU**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ VẬT LÝ

HÀ NỘI 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

HOÀNG ĐÌNH HẢI

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ
LÊN KÌM QUANG HỌC SỬ DỤNG
HAI CHÙM XUNG GAUSS NGƯỢC CHIỀU**

Chuyên ngành: Quang học

Mã số: 62.44.01.09

LUẬN ÁN TIẾN SĨ VẬT LÝ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

1. PGS.TS. Hồ Quang Quý

HÀ NỘI 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan nội dung của bản luận án này là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trong luận văn là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ một công trình nào khác.

Tác giả luận án

Hoàng Đình Hải

LỜI CẢM ƠN

Luận án được hoàn thành dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS. Hồ Quang Quý, tác giả xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới các thầy giáo, những người đã đặt đề tài, dẫn dắt tận tình và động viên tác giả trong suốt quá trình nghiên cứu để hoàn thành luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các thầy giáo, cô giáo, các nhà khoa học và các bạn đồng nghiệp trong Viện Vật lý kỹ thuật, Phòng Đào tạo - Viện Khoa học và công nghệ Quân sự - Bộ Quốc Phòng, Trường Đại Học Vinh, Trường CĐSP Nghệ An đã đóng góp những ý kiến khoa học bổ ích cho nội dung của luận án, tạo điều kiện và giúp đỡ tác giả trong thời gian học tập và nghiên cứu.

Tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới bạn bè, người thân trong gia đình đã quan tâm, động viên, giúp đỡ tác giả trong quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả luận án

MỤC LỤC

Danh mục các ký hiệu	i
Danh mục các hình vẽ	iii
Mở đầu	1
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ KÌM QUANG HỌC SỬ DỤNG HAI CHÙM XUNG GAUSS NGƯỢC CHIỀU.....	9
1.1 Quang lực.....	9
1.2 Kim quang học sử dụng hai chùm xung Gauss ngược chiều.....	14
1.2.1 Cấu hình quang của hai chùm xung Gauss ngược chiều.....	15
1.2.2 Biểu thức cường độ tổng của hai chùm xung Gauss ngược chiều.....	16
1.2.3 Ảnh hưởng của khoảng cách d đến phân bố cường độ tổng	19
1.2.4 Ảnh hưởng của mặt thắt chùm tia W_0 đến phân bố cường độ tổng.....	21
1.2.5 Biểu thức quang lực tác dụng lên hạt điện môi.....	23
1.2.6 Ảnh hưởng của bán kính mặt thắt W_0 lên phân bố quang lực dọc.....	24
1.2.7 Ảnh hưởng của độ rộng xung τ lên phân bố quang lực dọc	26
1.2.8 Ảnh hưởng của khoảng cách hai mặt thắt d đến quang lực dọc.....	27
1.2.9 Ảnh hưởng của bán kính mặt thắt W_0 lên quang lực ngang	29
1.2.10 Ảnh hưởng của khoảng cách hai mặt thắt d lên quang lực ngang.....	32

1.2.11	<i>Ảnh hưởng của độ rộng xung lên quang lực ngang.....</i>	33
1.3	Chuyển động Brown của vi hạt điện môi trong chất lưu.....	35
1.4	Các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định của bẫy quang học.....	37
1.4.1	<i>Sự cần thiết của sự ổn định.....</i>	38
1.4.2	<i>Các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định của hạt trong quá trình bẫy.....</i>	38
1.5	Kết luận chương 1.....	39
	Chương 2. QUÁ TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA VI HẠT.....	41
2.1	Phương trình Langevin cho trường hợp tổng quát.....	41
2.2	Phương trình động học của vi hạt trong bẫy quang học sử dụng hai chùm xung Gauss ngược chiều.....	44
2.3	Thuật toán và quy trình mô phỏng.....	47
2.4	Chuyển Brown trong mặt phẳng tiêu bản	48
2.5	Quá trình động học của vi hạt khi có quang lực.....	52
2.6	Kết luận chương 2.....	56
	Chương 3. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THAM SỐ LÊN QUÁ	
	TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA VI HẠT	58
3.1.	Ảnh hưởng của vị trí ban đầu của vi hạt	59
3.2	Ảnh hưởng của năng lượng tổng.....	63
3.3	Ảnh hưởng của bán kính mặt thắt chùm tia.....	65
3.4	Ảnh hưởng của kích thước hạt.....	67

3.5	Kết luận chương 3.....	70
	Chương 4. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THAM SỐ LÊN VÙNG ỔN ĐỊNH CỦA KÌM.....	72
4.1	Khái niệm về vùng ổn định không gian - thời gian.....	73
4.2	Ảnh hưởng của năng lượng xung laser lên vùng ổn định.....	74
4.3	Ảnh hưởng của bán kính thắt chùm lên vùng ổn định.....	76
4.4	Ảnh hưởng của độ rộng xung lên vùng ổn định.....	77
4.5	Ảnh hưởng của tần số lặp xung laser lên sự ổn định.....	79
4.6	Ảnh hưởng của độ trễ xung lên vùng ổn định.....	81
4.7	Ảnh hưởng của bán kính vi hạt lên vùng ổn định.....	87
4.8	Ảnh hưởng của độ nhót chất lưu lên vùng ổn định.....	89
4.9	Kết luận chương 4	91
	KẾT LUẬN CHUNG.....	93
	Tài liệu tham khảo.....	98
	Phụ lục.....	105

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

Ký hiệu	Ý nghĩa
a	Bán kính hạt điện môi hình cầu
α	Hệ số ma sát nhớt
β	Hệ số hấp thụ một lần
B	Hệ số Anhxtanh
c	Vận tốc ánh sáng trong chân không
C_{pr}	Tiết diện tán xạ
D	Hệ số khuếch tán
d	Khoảng cách giữa hai đỉnh xung
E_0	Năng lượng tổng của chùm tia
\vec{E}_l	Cường độ điện trường của chùm bên trái
\vec{E}_r	Cường độ điện trường của chùm bên phải
\vec{E}	Véc tơ cường độ điện trường
ϵ_0	Hằng số điện môi
F_{grad}	Lực gradient
F_p	Lực Lorentz
F_{scat}	Lực tán xạ
F_t	Thành phần lực do biến đổi của từ trường
\vec{f}	Lực tổng hợp tác động vào hạt
\vec{f}_{vis}	Lực tác động phụ thuộc vận tốc
\vec{f}_{total}	Lực tác động không phụ thuộc vận tốc
\vec{f}_{Brown}	Lực Brown

$\vec{f}_{gravity}$	Trọng lực
$\vec{f}_{Hydrate}$	Lực đàn hồi của môi trường
η	Độ nhớt của môi trường
\vec{H}	Từ trường tương ứng trong gần đúng cận trực
$\vec{h}(t)$	Hàm ngẫu nhiên (randum)
\bar{I}_l	Cường độ chùm tia bên trái
\bar{I}_r	Cường độ chùm tia bên phải
\bar{I}	Cường độ tổng của hai chùm tia
k	Số sóng
\vec{k}	Véc tơ sóng
$m = \frac{n_1}{n_2}$	Tỉ số chiết suất hạt bẫy với môi trường chất lưu
m	khối lượng hạt bẫy
μ_0	Độ từ thẩm trong chân không
n_1	Chiết suất của hạt điện môi hình cầu
n_2	Chiết suất của môi trường chứa hạt điện môi
P_p	Công suất bơm
\vec{P}	Véc tơ momen lưỡng cực
ρ	Toạ độ hướng tâm
σ	Hệ số phân cực của hạt hình cầu trong chế độ Rayleigh
τ	Bán độ rộng xung
U	Năng lượng chùm Gauss của laser
∇	Toán tử laplace
W	Bán kính tiết diện thắt chùm
ω_0	Tần số sóng
W_0	Bán kính tiết diện thắt chùm tại mặt phẳng $z=0$

λ	Bước sóng của chùm laser
ρ_0	toạ độ ban đầu của hạt bẫy
$\bar{\rho}$	Véc tơ đơn vị theo hướng xuyên tâm
\bar{x}	Véc tơ đơn vị của phân cực dọc theo hướng trục x
\bar{z}	Véc tơ đơn vị dọc theo hướng truyền của chùm tia z
$h\bar{\nu}$	Năng lượng trung bình của một photon bơm
Δt	Khoảng thời gian ổn định của hạt trong bẫy
$\Delta \rho$	Đường kính vùng ổn định
δT	Độ trễ thời gian giữa hai xung