

عنوان کتاب
رادار کوانتومی

www.ketab.ir

مترجمان
اکبر چراغی - میلاد جوانی بادی - بهرام عابدی روان

سرشناسه	لانتاگورتا، مارکو Lanzagorta, Marco
عنوان و نام پدید آورنده	رادار کوانتومی (مارکو لانتاگورتا) مترجمان: دکتر اکبر چراغی، مهندس میلاد جوانی بادی، دکتر بهرام عابدی روان، برای آ دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش، انتشارات.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۱۵۲ ص:؛ نمودار، جدول.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۶۰۶۸-۲۲-۷؛ ریال: ۳۰۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	عنوان اصلی: Quantum Radar. 2011
موضوع	الکترونیک کوانتومی
موضوع	Quantum electrodynamic
موضوع	کوانتوم
موضوع	Quantum theory
موضوع	رادار
موضوع	Radar
شناسه افزوده	چراغی، اکبر؛ ۱۳۵۳ - مترجم
شناسه افزوده	جوانی بادی، میلاد؛ ۱۳۶۲ - مترجم
شناسه افزوده	عابدی روان، بهرام؛ ۱۳۵۶ - مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، معاونت طرح و پژوهش، انتشارات.
شناسه افزوده	Shahid Sattari Aeronautical University of Science and Technology
رده بندی کنگره	QC ۶۸۰
رده بندی دیویی	۵۳۷/۶
شماره کتاب شناسی ملی	۶۰۷۵۳۹۳



نام کتاب	رادار کوانتومی
ترجمه	دکتر اکبر چراغی، مهندس میلاد جوانی بادی - دکتر بهرام عابدی روان
ویراستار ادبی	عزیز شکوری
صفحه آرای	محمود واصلی خباز
طراح جلد	محمود واصلی خباز
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۸
تعداد	جلد ۱۰۰۰
ناشر	انتشارات دانشگاه هوایی شهید ستاری
چاپ و صحافی	چاپخانه دانشگاه هوایی شهید ستاری
قیمت	۳۰۰۰۰۰ ریال

حق چاپ و نشر محفوظ است.

مرکز پخش: تهران - بزرگراه آیت الله سعیدی - خیابان دانشگاه هوایی - دانشگاه هوایی شهید ستاری

تلفن: ۶۶۶۳۰۱۱۱ - ۶۴۰۳۲۰۲۴

کد پستی: ۱۳۸۴۶۷۳۴۱۱

مقدمه

کتاب حاضر به بررسی تئوری رادارهای کوانتومی می‌پردازد. از دستاوردهای این کتاب آموزشی، این است که صرفاً مبنای فیزیکی عملکرد یک رادار کوانتومی فرضی را بررسی می‌نماید. در این کتاب دو مدل اصلی به‌روز رادار کوانتومی تداخلی و تابش‌دهی کوانتومی مطرح شده است. به‌علاوه، نتایج جدیدی از جمله: مطالعه تحلیلی از ناحیه رادار باند X با شرایط جوی متفاوت، مشتقات معادله رادار کوانتومی و بحث و بررسی اختلال رادار کوانتومی را پیشنهاد می‌کند.

فرض بر این است که خواننده با اصول بنیادین مکانیک کوانتوم غیرنسبیتی، نسبیت خاص و الکترودینامیک کلاسیک آشناست. مباحث مطرح شده در زمینه الکترودینامیک کوانتومی و کاربرد آن در رادار کوانتومی مختصر است، اما معادلات مرتبط در متن کتاب مطرح شده است. به‌علاوه، خواننده این کتاب نیازی به دانش خاصی در زمینه تئوری رادار کلاسیک ندارد.

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۹
۱-۱- لازمه‌ی ارتقای سامانه‌های راداری	۹
۲-۱- از اطلاعات کوانتومی تا حسگرهای کوانتومی	۱۰
۳-۱- فناوری رادار کوانتومی	۱۲
۴-۱- انجمن تحقیقاتی رادار کوانتومی	۱۳
۵-۱- خلاصه	۱۴
فصل دوم: فوتون	۱۵
۱-۲- معادلات ماکسول	۱۵
۲-۲- میدان‌های کوانتومی الکترومغناطیسی	۱۶
۳-۲- فوتون	۱۹
۴-۲- برهمکنش‌های فوتون	۲۰
۵-۲- حد کلاسیکی	۲۳
۶-۲- جایگزینی فوتون	۲۵
۷-۲- آشکارسازی فوتون	۲۶
۸-۲- تابع موج فوتون	۲۸
۹-۲- انتشار در محیط میرا	۲۹
۱-۹-۲- میرایی کلاسیکی نور	۳۰
۲-۹-۲- میرایی کوانتومی نور	۳۲
۱۰-۲- خلاصه	۳۴
فصل سوم: پراکندگی فوتون	۳۵
۱-۳- خواص فیزیکی بازتابش آینه‌وار نور	۳۶
۲-۳- پراکندگی اتم - فوتون	۳۷
۱-۲-۳- دامنه‌ی عبور	۳۸
۲-۲-۳- سطح مقطع پراکندگی	۴۲
۳-۲-۳- تانسور پراکندگی	۴۳
۴-۲-۳- ناوردایی بسامدی	۴۴
۵-۲-۳- وابستگی بسامدی درجه چهارم	۴۶
۳-۳- پراکندگی آینه - فوتون	۴۶

- ۳-۳-۱- آزمایش دو شکافی ینگ ۴۷
- ۳-۳-۲- آزمایش پراکنده ساز دوگانه‌ی ینگ ۴۹
- ۳-۳-۳- آزمایش پراکنده ساز چندگانه ینگ ۵۲
- ۳-۳-۴- بازتابش آینه‌وار به‌عنوان یک فرآیند پراکندگی ۵۳
- ۳-۳-۵- مسیر کلاسیکی فوتون ۵۴
- ۳-۴- پیشرفت‌های پیشرو ۵۸
- ۳-۴-۱- بازتابنده‌های خوب ۵۸
- ۳-۴-۲- اندازه‌ی آینه ۶۰
- ۳-۴-۳- فواصل میان اتمی ۶۰
- ۳-۴-۴- تعداد فوتون‌ها ۶۱
- ۳-۵- خلاصه ۶۱
- فصل چهارم: نظریه‌ی رادار کلاسیکی ۶۳**
- ۴-۱- معادله‌ی پادار ۶۳
- ۴-۲- حداکثر برد آشکارسازی ۶۵
- ۴-۳- اخلاکگر راداری ۶۶
- ۴-۴- سطح مقطع راداری ۶۷
- ۴-۵- محدوده‌ی پراکندگی ۶۹
- ۴-۶- رادار باند X ۶۹
- ۴-۷- سازوکار پراکندگی ۷۰
- ۴-۸- نواحی بازگشتی آینه‌وار و انتهای ۷۱
- ۴-۸-۱- هدف کروی ۷۳
- ۴-۸-۲- هدف مستطیل شکل ۷۴
- ۴-۸-۳- هندسه، بسامد و پرتو جانبی ۷۸
- ۴-۹- پایداری انرژی در ناحیه‌ی اپتیکی ۸۱
- ۴-۱۰- رادار به‌عنوان یک کانال اطلاعاتی ۸۵
- ۴-۱۱- خلاصه ۸۵
- فصل پنجم: نظریه‌ی رادار کوانتومی ۸۷**
- ۵-۱- حسگرهای بازدارنده‌ی کوانتومی ۸۸
- ۵-۱-۱- حدود بنیادی مقیاس کوانتومی ۸۸
- ۵-۱-۲- طبقه‌بندی حسگرهای کوانتومی بینابینی ۹۱

۹۱	۵-۱-۳- رادار کوانتومی تک فوتونی
۹۲	۵-۱-۴- رادارهای کوانتومی با فوتون‌های درهم تنیده
۹۳	۵-۱-۵- رادار لیزری کوانتومی
۹۳	۵-۲- رادار کوانتومی تداخلی
۹۴	۵-۲-۱- تداخل سنجی کوانتومی
۹۶	۵-۲-۲- تداخل سنجی کوانتومی ضعیف شده
۹۷	۵-۲-۳- حالات قابل تفکیک
۹۸	۵-۲-۴- تداخل سنجی کوانتومی جوی
۱۰۵	۵-۲-۵- تطبیق تصحیح اپتیکی
۱۰۷	۵-۳- تابش دهی کوانتومی
۱۰۸	۵-۳-۱- فوتون‌های غیر درهم تنیده
۱۱۱	۵-۳-۲- فوتون‌های درهم تنیده
۱۱۴	۵-۳-۳- مقایسه‌ی حساسیت
۱۱۶	۵-۳-۴- حالات گوسین
۱۱۷	۵-۳-۵- اندازه‌گیری‌های درهم تنیده شده
۱۱۸	۵-۴- اختلال رادار کوانتومی
۱۱۹	۵-۵- فهم فیزیکی یک رادار کوانتومی
۱۱۹	۵-۱-۵- فرستنده
۱۲۱	۵-۲-۵- گیرنده
۱۲۳	۵-۶- خلاصه
۱۲۵	فصل ششم: سطح مقطع رادار کوانتومی
۱۲۵	۶-۱- ویژگی‌های مطلوب
۱۲۶	۶-۲- برخورد و پراکندگی میدان‌های کوانتومی
۱۲۹	۶-۳- تعریف عملیاتی
۱۳۰	۶-۴- معادله‌ی رادار کوانتومی
۱۳۰	۶-۵- شبیه‌سازی Σ برای اهداف مستطیلی شکل
۱۳۲	۶-۱-۵- عبارت تحلیلی
۱۳۳	۶-۲-۵- ساختار پرتو جانبی
۱۳۳	۶-۳-۵- در برابر σ_c
۱۳۵	۶-۴-۵- هندسه‌ی هدف

۱۳۵.....	۵-۵-۶- مستقل از برد
۱۳۶.....	۶-۵-۶- اهداف با اندازهى كوچك
۱۳۶.....	۷-۵-۶- فوتون‌هاى بسامد بالا
۱۳۶.....	۸-۵-۶- ساختار اتمى
۱۳۸.....	۹-۵-۶- فوتون‌هاى چندگانه
۱۴۴.....	۶-۶- خلاصه
۱۴۵.....	فصل هفتم: نتايج
۱۴۵.....	۱-۷- سؤالات باز
۱۴۶.....	خط پايانى
۱۴۷.....	منابع و مراجع

پیشگفتار

یکی از محورهای اصلی علم در سال‌های اخیر، تلاش در جهت به کنترل درآوردن پدیده‌های کوانتومی بوده است تا عملکرد گسترده‌ی وسیعی از دستگاه‌های کلاسیک پردازنده اطلاعات را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. خصوصاً برای عموم پذیرفته شده است که رایانه‌های کوانتومی و وسایل ارتباطی، انقلابی اساسی در اطلاعات زیربنایی ما پدید آورده است.

این پیشرفت‌ها در دانش اطلاعات کوانتومی، اثری قابل ملاحظه‌ای در توسعه‌ی حسگرهای کوانتومی داشته است. به این معنی که، حسگرهایی که از پدیده‌های کوانتومی استفاده می‌کنند از حساسیت بیشتری برخوردارند. تعامل بین دانش اطلاعات کوانتومی و آشکارساز کوانتومی قابل توجه است. برای مثال حسگرهای کوانتومی را می‌توان به‌صورت ریاضی به‌عنوان کانال‌های اختلالی کوانتومی توصیف کرد. علاوه بر این، تکنیک‌های کنترل کوانتومی توسعه‌یافته در مفهوم نتایج کوانتومی برای کنترل سخت‌افزارهای آشکارسازی کوانتومی مفید هستند.

لازم به ذکر است درحالی‌که آشکارسازهای کوانتومی همچون محاسبه‌های کوانتومی تکامل یافته نیستند، چالش‌های مهندسی ساده‌ای را پیشنهاد می‌کنند. درواقع، یک رایانه کوانتومی نیازمند تعداد زیادی از کیوبیت‌ها^۱ با جهت‌گیری دلخواه و به‌کارگیری ورودی‌های گوناگونی است. از طرف دیگر، حسگرهای کوانتومی نیازمند تعداد کمی از کیوبیت‌ها با حالت‌های درهم تنیده خاص و تنها نیازمند یک سامانه عملیاتی کوانتومی کوچک هستند. به‌عنوان یک نتیجه منطقی، مشخص می‌شود که توسعه حسگرهای کوانتومی یک گزینه اغواکننده برای یک برنامه کاربردی سودمند از فناوری اطلاعات کوانتومی را ارائه می‌دهد که مستلزم ساختاری از یک رایانه کوانتومی فرضی است.

همچنین رادار کوانتومی، چشم‌اندازی از آشکارسازی، تشخیص و بستر پنهان کاری باند RF و سامانه‌های دفاعی را ارائه می‌دهد. نتایج اولیه نشان می‌دهد که رادار کوانتومی با استفاده از فوتون‌های درهم تنیده^۲ می‌تواند افزایش دقت دو برابری نسبت به فوتون‌های

1. Qubits

2. Entangled photons

غیر درهم تنیده ارائه کند. بنابراین، اگر با رادار کوانتومی به جای یک رادار کلاسیک یک هدف معین را مشاهده کنیم، میدان دید مؤثر از آن هدف افزایش می یابد. همچنین، رادار کوانتومی عکس العمل بیشتری در مقابل استفاده از فعالیت های اختلالی را دارد و شاید مهم تر از همه، آن است که ساختار پرتو جانبی رادار کوانتومی کانالی جدید برای آشکارسازی اهداف رادارگریزی فراهم می کند.

این کتاب، بررسی مختصری از تئوری رادار کوانتومی را ارائه می دهد و می تواند در قالب یک کتاب آموزشی مورد استفاده قرار گیرد. در فصل اول، اهمیت و انگیزه برای استفاده از رادار کوانتومی بیان شده است. در فصل دوم، معادلات فوتون ها و برهم کنش آن ها با مواد بحث شده است. در فصل سوم، بازتاب فوتون ها توسط یک آینه مورد توجه قرار گرفته است، که یک توصیف جدید کوانتومی از طیف بازتابی استفاده شده با الکترودینامیک کوانتومی و تداخل سنجی ارائه می دهد. در فصل چهارم، رادار کلاسیک و سطح مقطع وابسته اش بررسی شده و سپس تئوری رادار کوانتومی با جزئیات و تأکید ویژه بر رادار تداخلی کوانتومی و تابش دهی کوانتومی در فصل پنجم، شرح داده شده است. نهایتاً، در فصل ششم، بحث مختصری در مورد سطح مقطع برای اهداف کروی و مستطیلی ارائه شده است. در این کتاب نتایج جدیدی از جمله: مطالعه تحلیلی از ناحیه رادار بلند با شرایط جوی متفاوت، مشتقات معادله رادار کوانتومی و بحث و بررسی رادارگریزی آن مورد بررسی قرار می گیرد. فرض بر این است که خواننده با اصول بنیادین مکانیک کوانتوم غیرنسبیتی، نسبیت خاص و الکترودینامیک کلاسیک آشناست. مباحث مطرح شده در زمینه الکترودینامیک کوانتومی و کاربردش در رادار کوانتومی مختصر است، اما معادلات مرتبط در متن کتاب مطرح شده است. به علاوه خواننده این کتاب نیازی به دانش خاصی در زمینه تئوری رادار کلاسیک ندارد.

مارکو لانزاگورتا

جولای ۲۰۱۱