

SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC RADIATION BY DUST-STORMS PARTICLES

Abdallah Abdelrahman Mohammed

(B.Sc. Honors in Physics)

Thesis submitted to Sudan University of Science and Technology, College
of Graduate Studies, in complete fulfillment of the requirements for the
degree of

Master of Science

In

Physics

Supervision: Dr. Sami Mohammed Sharif

2004

Keywords: Scattering, Electromagnetic, Nonspherical, particles

الخلاصة

التبديد - اندثار الموجات. ظاهرة طبيعية و شائعة؛ يجب أن تأخذ بعد بين الاعتبار في كثير من مجالات العلوم التطبيقية من الهندسة إلى الاستشعار عن بعد.

تعتبر مصفوفة المتسع ، التي تحول خطياً المركبات الكهربائية المتوجه للموجة الساقطة إلى المركبات الكهربائية المتوجه للموجة المتبددة، من الكميات الأساسية التي تستعمل لتعريف قانون التبديد. في حالة تعريفها، يمكن حساب أي من خواص التبديد الأخرى للجسيمات.

في هذا العمل، تم استنتاج معادلات عامة تمثل نموذج رياضي لحساب مصفوفة المتسع لجسيم ذرة غبار ذات الشكل شبة الكرة المتراوحة، باعتبار أن معامل انكسار لهذا الجسيم $i = 1.5 + 0.002i$ ؛ لاتجاه ضوئي وتبديدي اختياري مع قبول مناطق إسناد المعملي؛ على شرط أن يمكن حل مسألة التبديد مع قبول مناطق إسناد الجسيم. هذه المعادلات تم استعمالها بواسطة تقدمة المصفوفة T -لتوفير النتائج لجسيم ذرة غبار متجانس، ذات تمايز دوراني كهروزوجي.

نقطة التركيز في تأثير شكل و مقياس جسيم ذرة الغبار على تقدير خواص التبديد ، مثل مقطع الاندثار، التبديد والامتصاص. لقد وجد أن النتائج المتوقعة لخواص التبديد تتوقف على شكل و مقياس جسيم ذرة الغبار؛ لطول موجي مقارب لمقياس الجسيم.

BSTRACT

Scattering is a common and important phenomenon and needs to be taken into account in many applied sciences fields, from engineering to remote sensing.

The amplitude matrix which linearly transforms the electric vector components of the incident wave into the electric vector components of the scattered wave is primary quantity that is used to define the scattering law, if known, it enables one to compute any other light scattering characteristics of the particles.

In this work a general equations i.e., mathematical model are derived to estimate the amplitude matrix for geometry of dust storms particle which have prolate spheroid shape, and refractive index of $1.5 + 0.002i$. This particle is assumed to have for an arbitrary illumination and scattering directions with respect to the laboratory reference frame, provide that the scattering problem may be solved with respect to the particle reference frame. These equations are used along with the T-matrix technique to provide the results for homogeneous, dielectric rotationally symmetric dust storms particle.

The main focus is on the effect of the shape and size of the dust storms particle on the determination of the scattering characteristics e.g., extinction, scattering and absorption cross section. It is found out that the expected results of the scattering characteristics depend on the shape and size of the dust storms particle in the range of wave length comparable to the size of the particle..

CONTENTS

Qur'an verse.....	i
Dedication.....	
... ii	

Acknowledgements.....	
... iii	
Chapter one	1
Introduction	1
Chapter two	
8	
Theoretical concepts and terminology	8
2.1 polarization characteristics of electromagnetic radiation.....	
..... 8	
2.2 physical background and definitions ...	
.....16	
Chapter three....	
.....21	
Computational electromagnetic modeling technique .	
.....21	
3.1 Exact theoretical technique .	
.....22	
3.1.1 Separation of variation method .	
.....23	
3.1.2 Finite element method .	
.....24	
3.1.3 Finite difference time domain method	
.....29	
3.1.4 The point matching method ...	
.....32	
3.1.5 Method of moment	
.....33	
3.1.6 T-matrix method ..	
.....37	
3.1.7 Fredholm integral equation method ..	
.....38	
3.1.8 The superposition method ...	
.....39	
3.2 Approximations ..	
.....40	
3.2.1 Discrete dipole approximation ..	
.....40	

3.2.2 Geometrical optics approximation	41
Chapter four	46
Application of t-matrix technique to electromagnetic scattering by dust-storms particle	46
4.1 Geometric and characteristics of dust-storms particle	
.....47	
4.2 Dust particle shapes and sizes in T-matrix technique..	
.....50	
4.3 Scattering, absorption, and emission by dust particle	
.....54	
4.4 Calculation of the amplitude and phase matrix	
.....65	
4.4.1 Reference frame and particle orientation	
.....65	
4.4.2 Amplitude matrix in laboratory reference frame.....	
.....68	
4.4.3 Reference frame transformation	
.....71	
4.4.4 Amplitude matrix in the particle reference frame ..	
.....74	
4.4.5 Calculations of Phase matrix	
.....76	
Chapter five	78
Computer simulation, results and discussion.....	
.....78	
5.1 Numerical scheme	
.....78	
5.2 Input code parameters....	
.....79	
5.3 Output parameters	
.....81	
5.4 Results	
.....81	
5.5 Discussion	
.....83	

Chapter six	
.....	85
Conclusion	
85	
Bibliography.....	
88	