BNPH301DCT

علم المناظر

(Optics)

بی۔ایس سی۔(آنرس)

چار سالہ پروگرام

تیسرا سمسٹر (طبیعیات)

مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

حیدرآباد۔32، تلنگانہ، بھارت

Copyright © 2026, Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad
All right reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronically or mechanically, including photocopying, recording or any information storage or retrieval system, without prior permission in writing form the publisher (registrar@manuu.edu.in)

ISBN : 978-81-68324-04-6
Course : Optics
First Edition : August 2026
Copies : 600
Price : 285/- (The price of the book is included in admission fee of distance mode students)

Course Coordinator

Dr. Priya Hasan, Asst. Prof. (Physics), School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Editorial Board/Editors

Prof. H. Aleem Basha,
Prof. (Physics),
School of Sciences, MANUU

Dr. Priya Hasan,
Asst. Prof. (Physics),
School of Sciences, MANUU

Dr. Rizwanul Haq Ansari,
Asst. Prof. (Physics),
School of Sciences, MANUU

Dr. Zia Ur Rahman,
Asst. Prof. (C) / Guest Faculty (Physics),
CDOE, MANUU

Dr. Mohd Akmal Khan,(Language Editor)
Asst. Prof. (C) / Guest Faculty(Urdu),
CDOE, MANUU

Production

Prof. Nikhath Jahan,
Professor (Urdu),
CDOE ,MANUU

Mr. P Habibulla,
Assistant Registrar, Purchase & Stores Section, MANUU

Dr. Mohd Akmal Khan,
Assistant Professor (C)/Guest Faculty,
CDOE, MANUU

Mohd Abdul Naseer,
Section Officer, CDOE, MANUU

Shaik Ismail,
UDC, CDOE, MANUU

Syed Faheemuddin, LDC
Purchase & Stores Section, MANUU

On behalf of the Registrar, Published by:
Centre for Distance and Online Education
Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad-500032 (TG), India
*Director:*dir.dde@manuu.edu.in*Publication:*ddepublication@manuu.edu.in
Phone number: 040-23008314 Website: manuu.edu.in

CRC Prepared by the Dr. Zia Ur Rahman, Faculty of Physics, CDOE, MANUU

Printed at: Print Time & Business Enterprises, Hyderabad

فہرست

پیغام	وائس چانسلر، مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی	5
پیغام	ڈائرکٹر، مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم	6
کورس کا تعارف	کورس کوآرڈی نیٹر (طبیعیات)	7

اکائی نمبر	اکائی کا نام	مصنف	صفحہ نمبر
بلاک I			
اکائی 1	تداخل	ڈاکٹر پریا حسن	9
اکائی 2	ربط	ڈاکٹر پریا حسن	29
اکائی 3	تداخل بسبب انقسام حیطہ	ڈاکٹر پریا حسن	45
اکائی 4	انٹرفیرومیٹر	ڈاکٹر پریا حسن	60
بلاک II			
اکائی 5	انصراف	ڈاکٹر پریا حسن	74
اکائی 6	ڈبل جھری انصراف	ڈاکٹر پریا حسن	90
اکائی 7	فریسنل انصراف	ڈاکٹر پریا حسن	106
اکائی 8	تقطیب	ڈاکٹر پریا حسن	121
بلاک III			
اکائی 9	لیزر کے تصورات	ڈاکٹر ضیاء الرحمن	137
اکائی 10	لیزر کی اقسام	ڈاکٹر ضیاء الرحمن	153
اکائی 11	فائبر آپٹکس	ڈاکٹر ضیاء الرحمن	165
اکائی 12	فائبر آپٹکس کی اقسام	ڈاکٹر ضیاء الرحمن	177
	مزید مطالعے کے لیے تجویز کردہ کتابیں		193
	نمونہ امتحانی پرچہ		**194**

لیب مینول(Lab Manual)			**196**
اکائی 1	نیوٹن کے حلقے	ڈاکٹر پریا حسن	197
اکائی 2	لیزر	ڈاکٹر پریا حسن	206
اکائی 3A	منشور کا زاویہ اقل انحراف	ڈاکٹر زینت فاطمہ	218
اکائی 3B	منشور کے مادے کا انتشاری پاور	ڈاکٹر پریا حسن	235
اکائی 4A	منشور کے مادے کا کاچی مستقل	ڈاکٹر پریا حسن	244
اکائی 4B	منشور کے مادے کا تحلیل پاور	ڈاکٹر ضیاء الرحمن	252
نمونہ امتحانی پرچہ			**261**

مصنفین کی تفصیلات

(Writer's Details)

Dr. Priya Hasan,Asst. Prof., (Physics), School of Sciences, MANUU, Hyderabad	ڈاکٹر پریا حسن، اسسٹنٹ پروفیسر (طبیعیات)، اسکول برائے سائنسی علوم، مانو، حیدرآباد
Dr. Zeenat Fatima, Asst. Prof.(Contractual) /Guest Faculty(Physics),School of Sciences, MANUU, Hyderabad	ڈاکٹر زینت فاطمہ، اسسٹنٹ پروفیسر (کانٹریکچول)/گیسٹ فیکلٹی (طبیعیات)، اسکول برائے سائنسی علوم، مانو، حیدرآباد
Dr. Zia Ur Rahman, Asst. Prof.(Contractual) /Guest Faculty(Physics),CDOE,MANUU, Hyderabad	ڈاکٹر ضیاء الرحمن، اسسٹنٹ پروفیسر (کانٹریکچول)/گیسٹ فیکلٹی (طبیعیات)، مرکز برائے فاصلاتی اور آن لائن تعلیم، مانو، حیدرآباد

- **مترجمین** (Translator's)**:**

ڈاکٹر ضیاء الرحمن : اکائی 3A لیب

محمد عبد المعیز : اکائی 1

مدثر راجا : اکائی 2 تا 8، اور (1,2,3B,4A) لیب

- **پروف ریڈرس** (Proofreaders)**:**

اول : ڈاکٹر ضیاء الرحمن

دوم : محمد عبد المعیز / ڈاکٹر رضوان الحق انصاری

فائنل : ڈاکٹر ایچ۔ علیم باشا

- **ٹائٹل پیج**(Title Page) : ابرہیم اکرم صدیقی

پیغام

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی (MANUU) 1998 میں پارلیمنٹ کے ایک ایکٹ کے ذریعے قائم کی گئی۔ یہ ایک مرکزی جامعہ ہے جس نے این اے اے سی کی جانب سے گریڈ +A حاصل کیا ہے۔ اس جامعہ کے قیام کے مقاصد ہیں: (1) اردو زبان کا فروغ، (2) پیشہ ورانہ اور تکنیکی تعلیم کو اردو میڈیم میں قابل رسائی اور دستیاب بنانا، (3) روایتی اور فاصلاتی طریقۂ تعلیم کے ذریعے تعلیم فراہم کرنا، اور (4) خواتین کی تعلیم پر خصوصی توجہ دینا۔ یہ وہ نکات ہیں جو اس مرکزی جامعہ کو دیگر تمام مرکزی جامعات سے ممتاز کرتے ہیں اور اسے ایک انفرادیت بخشتے ہیں۔ قومی تعلیمی پالیسی 2020 میں بھی مادری زبانوں اور علاقائی زبانوں میں تعلیم حاصل کرنے پر زور دیا گیا ہے۔

اردو کے ذریعے علم کے فروغ کا مقصد یہی ہے کہ اردو جاننے والے طبقے کے لیے عصری علوم اور مضامین تک رسائی آسان بنائی جائے۔ ایک طویل عرصے تک اردو میں درسی مواد کی کمی رہی ہے۔ اردو یونیورسٹی کے پاس اب اردو میں 350 سے زیادہ کتابوں کا ذخیرہ موجود ہے اور ہر سمسٹر کے ساتھ اس تعداد میں اضافہ ہو رہا ہے۔

اردو یونیورسٹی این ای پی 2020 کے وژن کے مطابق مادری / گھریلو زبان میں تعلیمی مواد فراہم کرنے کے قومی مشن کا حصہ بننے کو اپنے لیے ایک اعزاز سمجھتی ہے۔ مزید یہ کہ اردو بولنے والا طبقہ اردو میں مطالعہ کے مواد کی عدم دستیابی کے سبب نئے اُبھرتے شعبوں اور جدید تر معلومات کے موجودہ میدانوں میں تازہ ترین معلومات و اطلاعات کے حصول سے محروم نہیں رہے گا۔ مذکورہ بالا میدانوں میں مواد کی دستیابی کی بدولت حصولِ معلومات کا نیا شعور بیدار ہوا ہے جو یقیناً اردو داں طبقے کی دانشورانہ ترقی پر اثر انداز ہو گا۔

فاصلاتی اور آن لائن طلبہ کے لیے تعلیم و تدریس کے عمل کو سہل بنانے کے لیے یونیورسٹی کا سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) اردو اور متعلقہ مضامین میں خود اکتسابی مواد (SLM) کی تیاری کو یقینی بناتا ہے۔

MANUU فاصلاتی اور آن لائن لرننگ کے طلبہ کے لیے SLM بلا معاوضہ فراہم کرتا ہے۔ یہ مواد اُردو کے ذریعے علم حاصل کرنے میں دلچسپی رکھنے والے ہر شخص کے لیے برائے نام قیمت پر دستیاب ہے۔ تعلیم تک رسائی کے دائرے کو مزید پھیلانے کے مقصد سے، اردو / ہندی / انگریزی / عربی میں eSLM یونیورسٹی کی ویب سائٹ پر مفت ڈاؤن لوڈ کے لیے دستیاب رکھا گیا ہے۔

مجھے بے حد خوشی ہے کہ متعلقہ فیکلٹی کی محنت اور مصنفین کے مکمل تعاون کی بدولت FYUG بی۔اے، بی۔ایس سی اور بی۔کام کی کتابوں کی اشاعت کا عمل بڑے پیمانے پر شروع ہو گیا ہے۔ فاصلاتی اور آن لائن لرننگ کے طلبہ کی سہولت کے لیے خود اکتسابی مواد (SLM) کی تیاری اور اشاعت کا عمل یونیورسٹی کے لیے اہمیت رکھتا ہے۔ مجھے یقین ہے کہ ہم اپنے خود تعلیمی مواد کے ذریعے اردو جاننے والے ایک بڑے طبقے کی ضروریات کو پورا کرنے کے قابل ہوں گے اور اس یونیورسٹی کے مقصدِ قیام کو پورا کریں گے اور اپنے ملک میں اپنی موجودگی کو جائز ٹھہرا سکیں گے۔

نیک تمناؤں کے ساتھ!

پروفیسر سید عین الحسن
شیخ الجامعہ، مانو

پیغام

موجودہ دور میں فاصلاتی تعلیم کو دنیا بھر میں ایک نہایت مؤثر اور مفید طریقۂ تعلیم کے طور پر تسلیم کیا جاتا ہے اور بڑی تعداد میں لوگ اس طریقۂ تعلیم سے فائدہ اٹھارہے ہیں۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے بھی اردو زبان بولنے والے عوام کی تعلیمی ضروریات کو مد نظر رکھتے ہوئے اپنے قیام کے وقت سے ہی فاصلاتی تعلیم کا طریقہ متعارف کرایا۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے 1998 میں ڈائریکٹوریٹ آف ڈسٹنس ایجوکیشن (نظامتِ فاصلاتی تعلیم) کے ساتھ کام کا آغاز کیا اور 2004 سے باقاعدہ پروگرام شروع ہوئے، اس کے بعد مختلف شعبہ جات قائم کیے گئے۔

یو جی سی نے ملک میں نظام تعلیم کو مؤثر طور پر منظم کرنے میں ایک اہم کردار ادا کیا ہے۔ اوپن اینڈ ڈسٹنس لرننگ (ODL) موڈ کے تحت چلنے والے مختلف پروگرام، جو سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) میں چل رہے ہیں، یو جی سی-ڈی ای بی کے منظور شدہ ہیں۔ یو جی سی-ڈی ای بی نے فاصلاتی اور باقاعدہ تعلیم کے نصاب کو ہم آہنگ کرنے پر زور دیا ہے تاکہ فاصلاتی تعلیم حاصل کرنے والے طلبہ کے معیار کو بہتر بنایا جاسکے۔ چونکہ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی ایک دُہرے طرز (ڈوئل موڈ) کی یونیورسٹی ہے جو فاصلاتی اور روایتی دونوں طریقۂ تعلیم کی خدمات فراہم کرتی ہے، اس لیے اپنے مقاصد کو یو جی سی-ڈی ای بی کے رہنما خطوط کے مطابق حاصل کرنے کے لیے اس نے چوائس بیسڈ کریڈٹ سسٹم (CBCS) متعارف کرایا گیا جس کا خود اکتسابی مواد (Self Learning Materials) یو جی سی کے قوانین اور کریڈٹ فریم کے مطابق نئے سرے سے تیار کیے جاچکا ہے۔

سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) کل انیس (19) پروگرام پیش کرتا ہے جن میں یو جی، پی جی، بی ایڈ، ڈپلومہ اور سرٹیفکیٹ پروگرام شامل ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ تکنیکی مہارتوں پر مبنی پروگرام بھی شروع کیے جارہے ہیں۔ سی ڈی او ای نے جولائی 2025 سے این ای پی-2020 کے مطابق چار سالہ یو جی پروگرام کا آغاز کیا ہے۔ بی اے، بی ایس سی اور بی کام کے آنرز پروگراموں کو این سی ایف کے مطابق ڈیزائن کیا گیا ہے جس سے طلبہ کو آنرز ڈگری حاصل کرنے میں مدد ملے گی۔ سال 2025-2026 سے ایم بی اے پروگرام او ڈی ایل موڈ میں متعارف کرایا گیا ہے۔

مانو نے طلبہ کی سہولت کے لیے نو ریجنل سنٹرز (بنگلورو، بھوپال، دربھنگہ، دہلی، کولکاتا، ممبئی، پٹنہ، رانچی اور سری نگر) اور چھ سب ریجنل سنٹرز (حیدرآباد، لکھنؤ، جموں، نوح، وارانسی اور امراوتی) کا ایک وسیع نیٹ ورک قائم کیا ہے۔ اس کے علاوہ وجے واڑا میں ایک ایکسٹینشن سنٹر بھی قائم کیا گیا ہے۔ ان ریجنل اور سب ریجنل سنٹروں کے تحت ایک سو پچاس سے زیادہ لرنر سپورٹ سنٹر (LSCs) اور بیس پروگرام سنٹر بیک وقت چلائے جارہے ہیں تاکہ طلبہ کو تعلیمی اور انتظامی سہولیات فراہم کی جاسکیں۔ سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن اپنی تعلیمی اور انتظامی سرگرمیوں میں آئی سی ٹی کا بھرپور استعمال کرتا ہے اور اپنے تمام پروگراموں میں صرف آن لائن موڈ کے ذریعے ہی داخلے فراہم کرتا ہے۔

طلبہ کے لیے سیلف لرننگ میٹیریل (SLM) کی سوفٹ کاپی سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن کی ویب سائٹ پر دستیاب کرائی جاتی ہیں اور آڈیو و ویڈیو ریکارڈنگ کے لنک بھی ویب سائٹ پر فراہم کیے جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ طلبہ کو ای۔ میل اور واٹس ایپ گروپ کی سہولت بھی فراہم کی جارہی ہے جن کے ذریعے انہیں پروگرام کے مختلف پہلوؤں جیسے کورس رجسٹریشن، اسائنمنٹ، کاؤنسلنگ، امتحانات وغیرہ کے بارے میں مطلع کیا جاتا ہے۔ باقاعدہ کاؤنسلنگ کے علاوہ گزشتہ دو برسوں سے طلبہ کے تعلیمی معیار کو بہتر بنانے کے لیے زائد تدارکی (Remedial) آن لائن کاؤنسلنگ بھی فراہم کی جارہی ہے۔

امید کی جاتی ہے کہ سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن تعلیمی اور معاشی طور پر پسماندہ آبادی کو عصری تعلیم کے دھارے میں شامل کرنے میں ایک اہم کردار ادا کرے گا۔ تعلیمی ضروریات کو مد نظر رکھتے ہوئے نئی تعلیمی پالیسی (NEP-2020) کے مطابق مختلف پروگرامز میں تبدیلیاں کی گئی ہیں اور توقع ہے کہ اس سے اوپن اینڈ ڈسٹنس لرننگ کے نظام کو مزید مؤثر اور کارآمد بنانے میں مدد ملے گی۔

پروفیسر محمد رضا اللہ خان

ڈائرکٹر، سی ڈی او ای، مانو

کورس کا تعارف

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی (MANUU) ایک قومی سطح کا ادارہ ہے جو اردو زبان میں اعلیٰ تعلیم فراہم کرنے کے لیے وقف ہے۔ اس یونیورسٹی کا بنیادی مقصد اردو بولنے والے طلبہ کو معیاری تعلیم دینا اور انہیں جدید علمی و تحقیقی شعبوں میں کامیابی کے لیے تیار کروانا ہے۔ MANUU اپنے تعلیمی نظام میں Center for Distance and Online Education (CDOE) کے ذریعے فاصلاتی اور آن لائن تعلیم کو موثر اور مربوط انداز میں منظم کرتا ہے۔ CDOE کا کردار نصاب کی تیاری، تدریس، اور تعلیمی مواد کی فراہمی کو آسان بنانا ہے تاکہ ہر طالب علم، چاہے وہ روایتی یا فاصلاتی نظام سے تعلیم حاصل کر رہا ہو، معیاری تعلیم حاصل کر سکے۔

نئی قومی تعلیمی پالیسی ۲۰۲۰ (NEP 2020) کے تحت فزکس کے نصاب کو اس طرح ترتیب دیا گیا ہے کہ یہ طلبہ کے لیے بہت ہی آسان، بین المضامین (Interdisciplinary)، اور مہارات کی بنیاد پر (Skill-oriented) تعلیمی ماحول فراہم کرے۔ اس کا مقصد نہ صرف بنیادی طبیعیات میں مضبوط بنیاد فراہم کرنا ہے بلکہ طلبہ کو ابھرتے ہوئے سائنسی شعبوں میں مہارت حاصل کرنے کی ترغیب بھی دینا ہے۔ نصاب میں ڈی ایس سی (DSC)، ڈی ایس ای (DSE)، اور ایس ای سی (SEC) کورسز کو مربوط کیا گیا ہے تاکہ طلبہ کو نظریاتی معلومات کے ساتھ ساتھ عملی مہارتیں بھی دی جا سکیں جو آج کے سائنسی اور صنعتی میدان میں بے حد ضروری ہیں۔

یہ کتاب مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کے بی ایس سی (فزیکل سائنس) پروگرام کے سال دوم (سمسٹر 3) کے فزکس کورس میں شامل **"علمُ المناظر (Optics)"** کے موضوعات پر مشتمل ہے، جس میں روشنی کی ماہیت، اس کے بنیادی اصولوں اور عملی اطلاقات کو جامع انداز میں پیش کیا گیا ہے۔ علمُ المناظر طبیعیات کی ایک اہم شاخ ہے جس میں روشنی کے پھیلاؤ (Propagation)، انعکاس (Reflection)، انعطاف (Refraction)، تداخل (Interference)، انعراج (Diffraction)، قطبیت (Polarization)، آپٹیکل آلات (Optical Instruments)، لیزر (Laser) اور فائبر آپٹکس (Fiber Optics) جیسے موضوعات کا تفصیلی مطالعہ شامل ہے۔ یہ موضوعات نہ صرف فزکس کی بنیادی تعلیم کا حصہ ہیں بلکہ جدید سائنسی تحقیق اور ٹیکنالوجی کی بنیاد بھی فراہم کرتے ہیں، تاکہ طلبہ نظریاتی علم کے ساتھ ساتھ اس کے عملی استعمال سے بھی واقف ہو سکیں۔ نصاب کو بلاکس (Blocks) اور اکائیوں (Units) میں منظم کیا گیا ہے، اور ہر اکائی میں مطالعے کے مقاصد (Objectives)، حاصل کردہ نتائج (Learning Outcomes)، جامع خلاصہ (Summary)، معروضی سوالات (MCQs)، نمونہ امتحانی سوالات اور مشقیں شامل کی گئی ہیں تاکہ طلبہ موضوع کو بہتر طور پر سمجھ سکیں اور امتحانات کے لیے مؤثر تیاری کر سکیں۔

یہ کتاب سادہ اور رواں اردو زبان میں تحریر کی گئی ہے تاکہ ہر سطح کے طلبہ کے لیے قابلِ فہم ہو، تاہم اہم تکنیکی اصطلاحات انگریزی میں برقرار رکھی گئی ہیں تاکہ طلبہ عالمی سائنسی اصطلاحات سے مانوس رہیں اور اعلیٰ تعلیم و تحقیق کے میدان میں انہیں سمجھنے میں آسانی ہو۔ یہ کتاب نہ صرف فاصلاتی (Distance Mode) اور روایتی (Regular Mode) طلبہ کے لیے یکساں طور پر مفید ہے بلکہ سائنسی مضامین میں دلچسپی رکھنے والے اردو قارئین اور مدارس کے طلبہ کے لیے بھی رہنمائی فراہم کرتی ہے۔ مصنفین کو امید ہے کہ یہ تصنیف طلبہ کو علمُ المناظر کے بنیادی تصورات، اصولوں اور جدید اطلاقات سے گہری آگاہی فراہم کرے گی اور انہیں عملی زندگی میں اس علم کو بروئے کار لانے کے قابل بنائے گی، جبکہ اہلِ علم اور قارئین کی قیمتی آراء اس کتاب کو مزید بہتر بنانے میں معاون ثابت ہوں گی۔

پروفیسر۔ ایچ علیم باشاہ

پروگرام کوآرڈی نیٹر

علم المناظر

(Optics)

اکائی 1۔ تداخل

(Interference)

اکائی کے اجزا

1.0	تمہید
1.1	مقاصد
1.2	روشنی کی نوعیت
1.3	روشنی کی برقی مقناطیسی فطرت
1.4	موجی بصریات
1.5	ہائی جینس کا اصول
1.6	تداخل
1.7	ینگ کا دوہرے شگاف کا تجربہ
1.8	حل شدہ مثالیں
1.9	اکتسابی نتائج
1.10	کلیدی الفاظ
1.11	نمونہ امتحانی سوالات
1.11.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
1.11.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
1.11.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
1.11.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

1.0 تمہید (Introduction)

روشنی کے رویے کا سائینسی مطالعہ بصریات (Optics) کہلاتا ہے۔ اس میں مظاہر کا مشاہدہ اور اسکا فہم شامل ہے جیسے آئینہ، پانی یا منعکس کرنے والی اشیاء سے روشنی کا انعکاس اور روشنی کا انعطاف جب کہ روشنی ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ تک جاتی ہے۔ بعد میں، یہ بھی دیکھا گیا کہ روشنی میں انکسار امواج، تداخل ، اور روشنی کی تقطیب کا بھی مشاہدہ کیا گیا اور اس لیے روشنی کی نوعیت کا کوئی بھی کامیاب نظریہ ان اور دیگر روشنی کے مظاہر کی وضاحت کرنے کے قابل ہونا چاہیے۔

1.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں ہم۔

- روشنی کی موجی فطرت کو معلوم کریں گے۔
- انطباق (سپر پوزیشن) Superposition کا اصول سیکھیں گے۔
- ینگ کا دوہرے شگاف (ڈبل سلٹ Double Slit) تجربہ کو وضاحت کریگیں اُ

1.2 روشنی کی نوعیت (Nature of Light)

1637 میں ڈیکارٹس (Descartes) کی طرف سے تجویز کردہ روشنی کا نظریہ، یہ کہتا ہے کہ روشنی چھوٹے مجرد ذریچوں سے بنی ہے جسے "کارپسکلز" (چھوٹے نور کے ذرات یا نور کے ذریچہ) کہتے ہیں جو ایک محدود رفتار کے ساتھ خط مستقیم میں سفر کرتے ہیں اور ان کا ایک خاص تسلسل یا رفتار ہوتی ہے۔

اسحاق نیوٹن (Sir Isaac Newton) اس نظریہ کے علمبردار تھے اور انہوں نے اسے 1672 میں مزید ترقی دی۔ اس کو رپسکولر تھیوری Corpuscular theory کو میکانکس کے قوانین کے ساتھ جوڑا تب، وہ بہت سے مظاہر کی وضاحت کرنے کے قابل بنایا۔

روشنی کے ذریچوں کہ نظریہ کا یہ ابتدائی تصور فوٹون ((Photon) کی جدید تفہیم کا پیش خیمہ تھا اور اس لیے یہ اب بھی بہت درست ہے۔ تاہم، یہ نظریہ تداخل، انکسار وغیرہ کی وضاحت کرنے سے خاسر ہے، جس وجہ سے کرسٹان ہائی جینس کے روشنی کے موجی نظریہ کو سمجھنے کی ضرورت ہے۔

1690 میں، کرسٹان ہائی جینس (Christian Huygen) نے ایک نظریہ پیش کیا جس نے روشنی کو موج کے طور پر بیان کیا۔ تاہم، 100 سال سے زیادہ عرصے تک، نیوٹن (Newton) کے نظریہ کو موجی نظریہ پر ترجیح دی گئی، اس کا سبب ہو سکتا ہے کہ نیوٹن کے عظیم وقار کی وجہ سے اور دونوں نظریات کے درمیان موازنہ کی مناسب بنیاد فراہم کرنے کے لیے کافی تجرباتی ثبوت موجود نہیں تھے۔

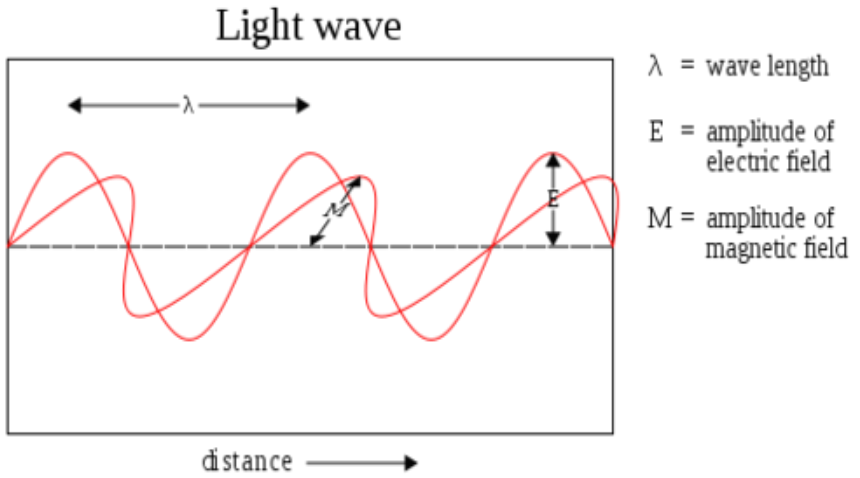
اس نے استدلال کیا کہ روشنی کے انعکاس اور انعکاس کی ہندسی نوعیت کی وضاحت صرف اسی صورت میں کی جاسکتی ہے جب روشنی ذرات سے بنی ہو، جسے corpuscles کہا جاتا ہے کیونکہ موجیں یا موجیں سیدھی لکیروں میں سفر نہیں کرتی۔

آخر میں، Thomas Young (1801) اور A. J. Fresnel (1814-15) نے روشنی کے پھیلاؤ اور تداخل پر اہم تجربات کیئے جن کی تشریح صرف موجی نظریہ کے لحاظ سے کی جاسکتی تھی۔ مزید یہ کہ، روشنی کی تقطیب (Polarization) اب بھی ایک اور مظہر تھا جس کی وضاحت صرف موجی نظریہ سے کی جاسکتی ہے۔ اس طرح، 19 ویں صدی میں، موجی نظریہ روشنی کی نوعیت کو سمجھانے والا اہم و غالب نظریہ بن گیا۔

موجی نظریہ کو جیمز کلرک میکس ویل (James Clarke Maxwell) (1864) کے برقی مقناطیسی نظریہ سے مزید حمایت حاصل ہوئی، جس نے یہ ظاہر کیا کہ برقی اور مقناطیسی میدان ایک ساتھ پھیلے ہوئے تھے اور ان کی رفتار روشنی کی رفتار کے مساوی ہوتی ہے۔ اس طرح یہ واضح ہو گیا کہ نظر آنے والی روشنی برقی مقناطیسی تابکاری کی ایک شکل ہے، جو برقی مقناطیسی طیف کا صرف ایک چھوٹا سا حصہ بناتی ہے۔ میکس ویل (Maxwell) کے نظریہ کی تصدیق تجرباتی طور پر 1886 میں ہینرک ہرٹز (Heinrich Hertz) کے ذریعہ ریڈیو موجوں کی دریافت سے ہوئی۔

1.3 روشنی کی برقی مقناطیسی فطرت (Electromagnetic Nature of Light)

برقی مقناطیسی تابکاری میں ایسی توانائی ہوتی ہے جو خلا میں سفر کر سکتی ہے۔ جیسے کہ جلتی ہوئی آگ سے نکلنے والی روشنی، سورج کی روشنی، آپ کے ڈاکٹر کے ذریعہ استعمال ہونے والے لاشعاعیں (X-Ray)، اور ساتھ ہی مائکروویو (Microwave) میں کھانا پکانے کے لیے استعمال ہونے والی توانائی یہ سب برقی مقناطیسی تابکاری کی شکلیں ہیں۔ اگرچہ توانائی کی یہ شکلیں ایک دوسرے سے بالکل مختلف معلوم ہوتی ہیں، لیکن ان کا تعلق اس لحاظ سے ہے کہ وہ تمام تر موجی خصوصیات کو رکھتی ہیں۔



شکل(1.1)

روشنی کو برقی مقناطیسی موج کے طور پر بیان کیا جاسکتا ہے

اس ماڈل میں، ایک بدلتا ہوا برقی میدان تبدیل ہوتا ہوا مقناطیسی میدان بناتا ہے۔ یہ تبدیل ہوتا ہوا مقناطیسی میدان پھر بدلتا ہوا برقی میدان بناتا ہے اور یہی ایک برقی مقناطیسی موج بناتا ہے۔ روشنی ایک ٹرانسورس، برقی مقناطیسی موج ہے جسے عام انسان دیکھ سکتا ہے۔ روشنی کی موج کی نوعیت کو سب سے پہلے تداخل و انکسار کے تجربات کے ذریعے واضح کیا گیا اور میکس ویل نے مزید بیان کیا کہ تمام برقی مقناطیسی موجوں کی طرح، روشنی بھی خلا کے ذریعہ سفر کر سکتی ہے۔

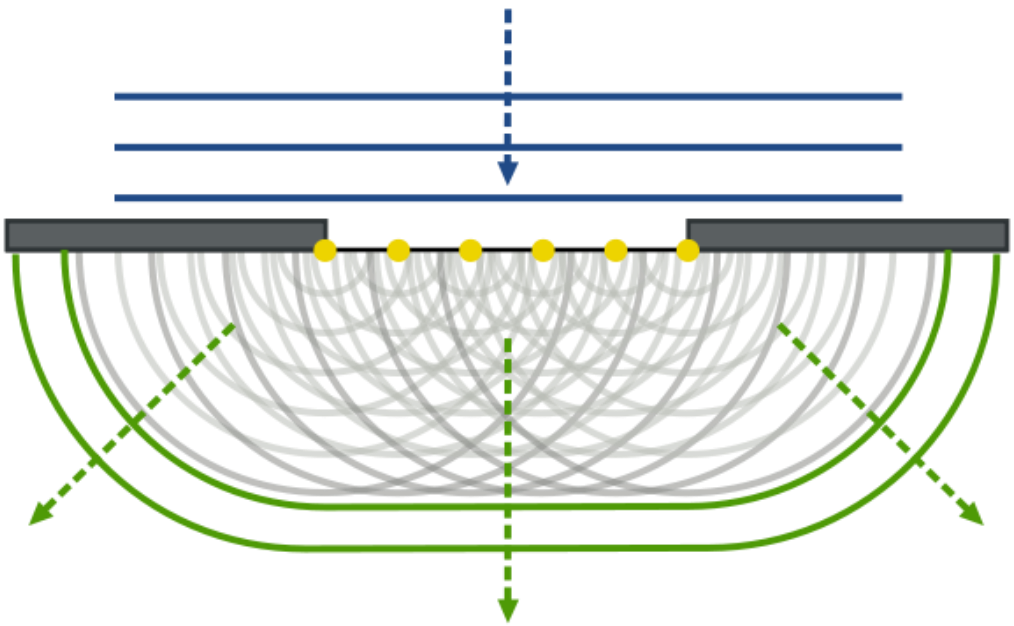
1.4 موجی بصریات (Wave Optics)

طبیعیات میں، طبعی بصریات (فزیکل آپٹکس)، یا موجی بصریات (ویو آپٹکس)، بصریات کی وہ شاخ ہے جو تداخل (Interference)، انکسار(Diffraction)، تقطیب(Polarization)، اور دیگر مظاہر کا مطالعہ کرتی ہے جس کے لیے جیومیٹرک بصریات کی شعاعوں کا تخمینہ درست نہیں ہے۔

موجی اگلا رخ یا محاذ موج(Wavefront) کی تعریف اور خصوصیات:-

ہائی جینس(Huygens) نے کہا کہ روشنی ایک موج ہے جو خلا میں سفر کرتی ہے جیسے پانی میں موجیں یا ہوا میں آواز۔ لہٰذا، روشنی ایک موج کی طرح ایک مبدا سے تمام سمتوں میں سفر کرتی ہے۔ نقطوں کا وہ مقام جو ایک مقررہ وقت کے وقفے کے دوران کچھ فاصلہ طے کرتا ہے اسے ویو

فرنٹ(Wavefront)یاموجی اگلارخ کہاجاتاہے۔اس طرح،روشنی کے ایک نقطہ کے مبداسے،ایک مقررہ مدت کے دوران روشنی کے مبدا سے سفر کرنے والے نقطوں کامقام ایک کرہ(Sphere)ہے(اگر آپ2Dذریعہ پر غور کریں توایک دائرہ)۔



شکل(1.2)

وہ(Huygens)لکیری اور کروی موجوں کے پھیلاؤ کی عمدگیسے (Qualitative)وضاحت فراہم کرنے کے قابل تھا، اور اس اصول کو استعمال کرتے ہوئے انعکاس(Reflection)اور اضطراب(Refraction)کے قوانین اخذ کرنے کے قابلیت بھی رکھتا تھا۔

1.5 ہائی جینس کااصول (Huygens Principle)

"موجی اگلارخ یا محاذ موج (Wavefront)پر ہر نقطہ اپنے آپ میں کروی موجوں کا ذریعہ ہے جو روشنی کی رفتار سے آگے کی سمت میں پھیلتے ہیں۔ان کروی موجوں کا مجموعہ موجی اگلارخ یا محاذ موج(Wavefront)بناتاہے"۔

Huygensہائی جینس کے اصول کے خوبیاں اور خامیاں:

خوبیاں:

- ہائی جینسHuygensکے تصورنے روشنی کے انعکاس اورانکسار کو ثابت کیا۔

•روشنی کے پھیلاؤ اور روشنی کے تداخل جیسے تصورات کو ہائی جینس (Huygens) نے ثابت کیا۔

خامیاں:

- روشنی کے اخراج، روشنی کو جذب کرنے اور روشنی کی تقطیب جیسے تصورات کی وضاحت کو ہائی جینس کے اصول سے نہیں کی گئی۔
- کو ہائی جینس کا اصول ضیا برقی اثر (Photoelectric Effect) کی وضاحت کرنے میں ناکام رہا۔
- ایک بڑی خامی یہ ہے کہ یہ نظریہ روشنی کو پھیلانے کے لیے درکار ایک ہمہ گیر واسطہ تجویز کرتا ہے جسے لیومینیفرس ایتھر (Luminiferous Ether) کہتے ہیں۔ یہ 20ویں صدی میں غلط ثابت ہوا۔

ہائی جینس Huygens کا اصول روشنی کی موج کے پھیلاؤ اور اسکو سمجھنے میں ہماری مدد کرتا ہے۔ 1818 میں، فریسنل (Fresnel) نے دکھایا کہ ہوا جینس کا اصول، ان کے تداخل کے اپنے اصول کے ساتھ مل کر روشنی کے درست خطی پھیلاؤ اور پھیلاؤ کے اثرات دونوں کی وضاحت کر سکتا ہے۔

1.6 تداخل (Interference)

تداخل اگر ایک ہی تعدد (Frequency) کی دو یا دو سے زیادہ روشنی کی موجیں ایک نقطہ پر سے گزرتی ہیں یا انطباق (overlap) ہوتی ہیں، تو نتیجہ خیز اثر موجوں کے مرحلے کے ساتھ ساتھ ان کے طول و عرض پر منحصر ہوتا ہے۔ کسی بھی موقع پر کسی بھی لمحہ کے نتیجے میں آنے والی موج انطباق (سپر پوزیشن) (Superposition) کے اصول سے سفر کرتی ہے۔ انطباق (سپر پوزیشن) کے علاقے کے ہر نقطہ پر مشترکہ اثر الجبری طور پر انفرادی موجوں کے طول و عرض کو شامل کر کے حاصل کیا جاتا ہے۔

آیئے ہم یہاں فرض کرتے ہیں کہ دو موجیں ایک ہی حیطہ کی ہیں اور ایک ہی نقطہ سے گزرتے ایک ہی وقت میں گزرتے ہیں۔ نتیجے میں حاصل ہونے والی موج کا حیطہ دونوں موجوں کے حیطہ کے مجموعے کے برابر ہو گا، جیسا کہ شکل 1 میں دکھایا گیا ہے۔

لہذا، ان نقطوں (Points) پر پیدا ہونے والی تداخل تعمیری تداخل (Constructive Interference) کے طور پر جانا جاتا ہے۔

بعض دوسرے مقامات پر، دونوں موجیں مخالف مرحلے میں ہو سکتی ہیں یعنی ایک فراز اور ایک نشیب والی حالت میں ایک دوسرے سے انطباق کرتی ہوں تب نتیجے میں آنے والی موج کا حیطہ دو موجوں کے حیطہ کے منفی کے برابر ہو گا، جیسا کہ شکل (8.3) میں دکھایا گیا ہے۔

لہذا، ان مقامات پر پیدا ہونے والی تداخل کو تخریبی تداخل (Destructive Interference) کے طور پر جانا جاتا ہے.

دو یا زیادہ مبدا وں سے روشنی کی موجوں کے انطباق (سپر پوزیشن) کی وجہ سے روشنی کی توانائی کی دوبارہ تقسیم ہونے کے مظہر کو تداخل (Interference) کہا جاتا ہے۔

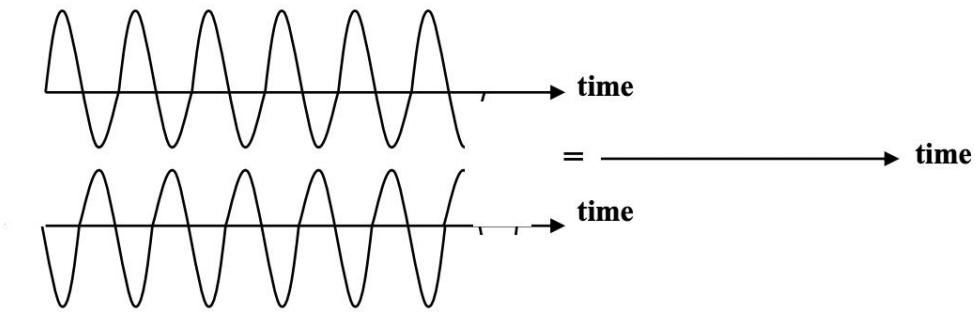


Figure 2

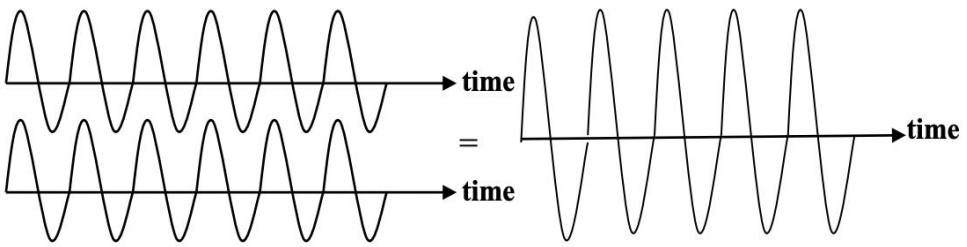


Figure 1

شکل (1.3)

جب موجیں اکٹھی ہوتی ہیں تو وہ تعمیری یا تخریبی تداخل کر سکتی ہیں۔

ایک مستحکم اور واضح تداخل کا نمونہ قائم کرنے کے لیے، دو شرائط کو پورا کرنا ضروری ہے:

1. موجوں کے ذرائع ہم آہنگ (Coherent) ہونے چاہئیں، جس کا مطلب ہے کہ وہ ایک جیسی موجوں کو ایک مستقل فرق کے ساتھ پیدا کرتے ہیں۔

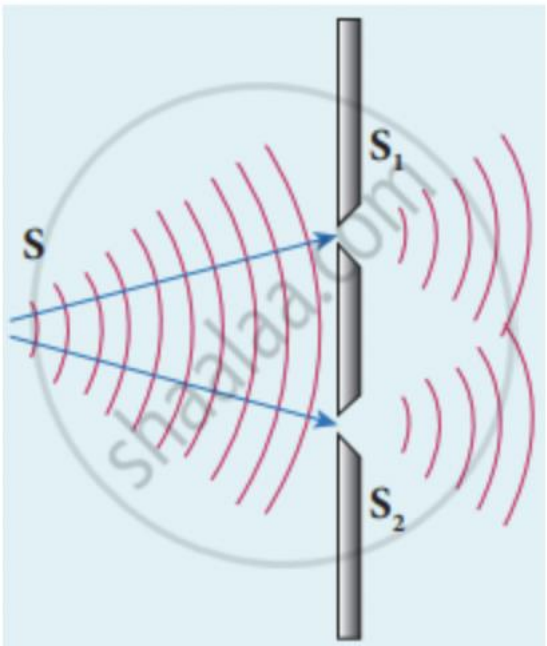
2. موجیں یک رنگی (Monochromatic) ہونی چاہئیں یعنی وہ ایک ہی طول موج کی ہونی چاہئیں۔

تداخل کو دو زمروں میں اقسام میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:

حیطہ کی تقسیم اور ویو فرنٹ کی تقسیم۔

1. موجی اگلے رخ کی تقسیم (Division of Wavefront):

اس زمرے کے تحت، موجی اگلا رخ (ویو فرنٹ) کو تقسیم کرکے، ایک مشترکہ مبدا سے نکلتے ہوئے، آئینے، بائپریزم یا عینک کو استعمال کرکے حاصل کیے جاتے ہیں۔ تداخل کے اس طبقے کے لیے بنیادی طور پر ایک پوائنٹ سورس یا تنگ سلٹ سورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ ویو فرنٹ کی تقسیم کے ذریعہ تداخل حاصل کرنے کے لیے استعمال ہونے والے آلات فریسنل دوہرا منشور (Fresnel Biprism)، فریسنل آئینہ (Fresnel Mirror)، لائیڈز آئینہ (Llyod's Mirror)، لیزر (Laser) وغیرہ ہیں۔

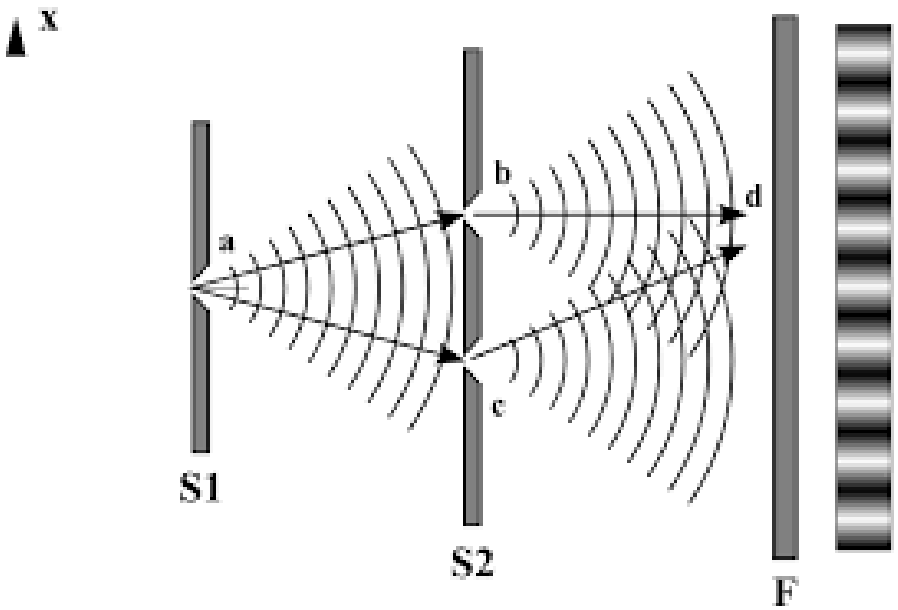


شکل (1.4)

2. حیطہ کی تقسیم (Division of Amplitude):

اس طریقہ میں نور کی شعاع کے حیطہ کو جزوی انعکاس کے ذریعہ دو یا زیادہ حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ اس طرح ہمارے پاس نور کی شعاع جو حیطہ کی تقسیم سے تیار ہوتے ہیں۔ یہ نور کی شعاع مختلف راستوں پر سفر کرتے ہیں اور آخر کار تداخل کے مظہر کو ظاہر کرنے کے لیے اکٹھے ہوتے ہیں۔ دو نور کی شعاعوں کے انطباق (سپر پوزیشن) کے نتیجے میں ہونے والے اثرات کو دو نور کی شعاعوں کا تداخل (Two beam interference) کہا جاتا ہے اور دو سے زیادہ نور کی شعاعوں کے انطباق (سپر پوزیشن) کے نتیجے میں ہونے والے تداخل کو متعدد نور کی شعاعوں کا تداخل (Multiple beam interference) کہا جاتا ہے۔ پتلی فلموں میں تداخل (Thin Film interference)، نیوٹن کے حلقے (Newton's Rings)، اور مائیکلسن کا تداخل پیما (Michelson's interferometer) دو نور کی شعاع کی تداخل کی مثالیں ہیں اور فیبری-پیروٹ کا تداخل پیما (Fabry Perot's Interferometer) متعدد نور کی شعاع کے تداخل کی ایک مثال ہے۔

1.7 ینگ کا دوہرے شگاف کا تجربہ (Young's Double Slit Experiment)



شکل (1.5)

دو مربوط روشنی کے مبدا کو پیدا کرنے کا ایک عام طریقہ یہ ہے کہ دو چھوٹے سوراخوں (holes) (عام طور پر سلٹ کی شکل میں) پر مشتمل رکاوٹ کو روشن کرنے کے لیے یک رنگی ماخذ کا استعمال کیا جائے۔ دو سلٹوں سے نکلنے والی روشنی مربوط ہے کیونکہ ایک ہی سے پیدا ہوتے ہیں اور دو سلٹ صرف اصل نور کی شعاع کو دو حصوں میں تقسیم کرنے کے لیے کام کرتے ہیں۔ مبدا سے خارج ہونے والی روشنی میں کوئی بھی

تبدیلی ایک ہی وقت میں دونوں نور کی شعاعوں میں ہوتی ہے، اور اس کے نتیجے میں تداخل کے اثرات اس وقت دیکھے جاسکتے ہیں جب دو سلٹوں سے روشنی دیکھنے والی سکرین پر پہنچتی ہے۔ اگر روشنی صرف شگاف سے گزرنے کے بعد اپنی اصل سمت میں سفر کرتی ہے، جیسا کہ شکل (1.4) میں دکھایا گیا ہے، (ڈویژن ویو فرنٹ انٹرفیس پیٹرن) موجی اگلا رخ میں تقسیم کے ذریعے تداخل نظر آئے گی۔ موجیں سلٹ یا شگاف سے پھیلتی ہیں جیسا کہ شکل (1.5) میں دکھایا گیا ہے۔ دوسرے لفظوں میں، روشنی سیدھی لکیر والے راستے سے ہٹتی ہے اور اس خطے میں داخل ہوتا ہے جو دوسری صورت میں سایہ دار ہوتا ہے۔

دو ذرائع سے روشنی کی موجوں میں تداخل کو پہلی بار 1801 میں تھامس ینگ (Thomas Young) نے ظاہر کیا تھا۔ ینگ نے جو آلات استعمال کیے تھے ان کا اسکیمیٹک شکل (1.6) میں دکھایا گیا ہے۔ روشنی کی موجیں ایک رکاوٹ پر پہنچتی ہیں جس میں دو متوازی شگاف یا سلٹ S_1 اور S_2 ہوتے ہیں۔ یہ دو سلٹ یا شگاف روشنی کے مربوط ذرائع کے ایک جوڑے کے طور پر کام کرتے ہیں کیونکہ ان سے ظاہر ہونے والی موجیں ایک ہی موج کے محاذ یا موجی اگلے رخ سے نکلتی ہیں اور اس وجہ سے ان میں ایک مستقل رشتہ برقرار رہتا ہے۔ S_1 اور S_2 کی روشنی دیکھنے والے پردہ پر روشن اور گہرے متوازی بینڈوں کا ایک مرئی نمونہ یا پٹیاں پیدا کرتی ہے جسے فرنجیں Fringes کہتے ہیں۔ جب S_1 سے روشنی اور S_2 سے روشنی دونوں اسکرین پر کسی ایسے مقام پر پہنچتی ہیں کہ اس مقام پر تعمیری تداخل ہوتا ہے، تو ایک روشن فرنجیں Fringes ظاہر ہوتا ہے۔ جب اسکرین پر کسی بھی جگہ پر دو سلٹوں سے روشنی تخریبی طور پر یکجا ہو جاتی ہے یا تداخل ہوتا ہے تب سیاہ پٹیاں یا فرنجیں Fringes بنتی ہے.

اگر روشنی کے ذرات کو ایک سلٹ یا شگاف کے ذریعے خط مستقیم سے گزرتی ہوئی دوسری طرف پردہ سے ٹکراتی ہے، تو شگاف کے سائز اور شکل کے مطابق ایک نمونہ دیکھائی دیتا ہے۔ تاہم، جب یہ "اکہرے شگاف کا تجربہ" (Single Slit Experiment) انجام دیا جاتا ہے، تو پردہ پر نمونہ پھیلا ہوا نمونہ ہوتا ہے جس میں روشنی پھیل جاتی ہے۔ سلٹ یا شگاف جتنا جتنا چھوٹا ہوگا، پھیلنے کا زاویہ اتنا ہی زیادہ ہوگا۔

مندرجہ بالا تصویر میں، سلٹ یا شگاف کا فرق (slit separation) کو d اور پردہ تک کا فاصلہ D ہے۔ روشنی کا طول موج λ (wavelength) ہے۔ پوائنٹ P تک پہنچنے کے لیے، s_1 اور s_2 سے روشنی کی موجوں کو مختلف فاصلے طے کرنا ہوں گے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ینگ کے ڈبل سلٹ یعنی دہرے شگافی تجربہ میں s_1 اور s_2 دو روشنی کی موجوں کے درمیانی راستہ کا فرق ہے۔

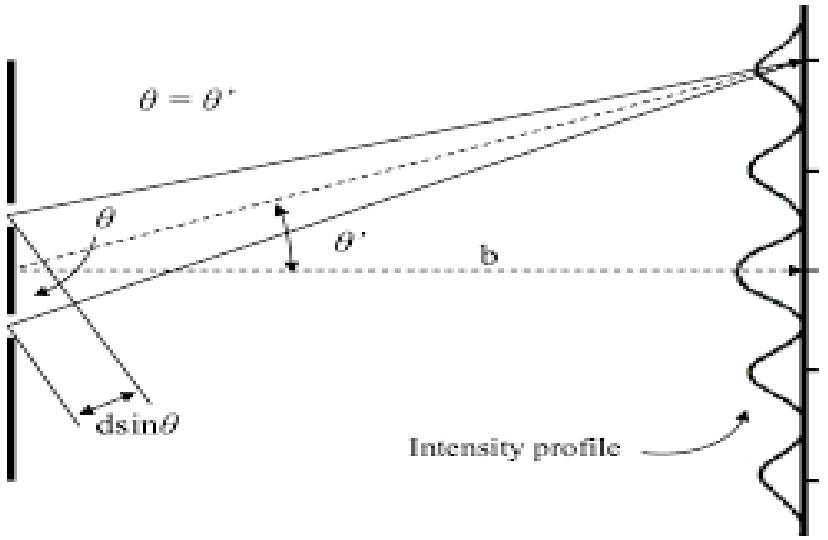
ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں مشابہت (Approximations in young's Double Experiment)

تخمینہ 1: $D >> d$ چونکہ $D >> d$، دو روشنی کی شعاعیں متوازی سمجھی جاتی ہیں۔

تخمینہ 2: $\lambda/d << 1$ اکثر، d ایک ملی میٹر کا ایک حصہ ہوتا ہے اور λ مرئی روشنی کے لیے مائکرو میٹر کا ایک حصہ ہوتا ہے۔

ان شرائط کے تحت θ چھوٹا ہے، اس طرح ہم $\sin\theta = \tan\theta \approx \theta = \lambda/d$ استعمال کر سکتے ہیں۔

پس راستے کا فرق، $\Delta z = \lambda/d$۔



شکل(1.6)

اسکرین پر ایک نقطہ پر دو موجوں کے انطباق ہونے کے درمیان راستہ کا فرق(Path difference)ہے۔ ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں اس راستے کے فرق کی وجہ سے، اسکرین پر کچھ پوائنٹس روشن(bright)ہیں اور کچھ پوائنٹس تاریک(dark)ہیں۔

اب ہم ان روشن اور تاریک پٹیوں(فرنجیں) کی جگہ اور انکی چوڑائی پر بات کرینگے۔

ینگز ڈبل سلٹ کے تجربے میں فرنجیں کا مقام(Position of Fringes in Young's Double Slit Experiment)

روشن فرنجیں کا مقام(Position of Bright Fringes)

(P) پر زیادہ سے زیادہ حدت یا روشن کنارے کے لیے

راستے کا فرق $\Delta z = n\lambda$ $(n=0,\pm1,\pm2\ldots.)$

یعنی $\frac{xd}{D} = n\lambda$

یا

$$x = \frac{\lambda n D}{d}$$

مرکز سے nویں روشن کنارے کا فاصلہ ہے۔

$$x_n = \frac{n\lambda D}{d}$$

اسی طرح، مرکز سے (n-1)ویں روشن کنارے کا فاصلہ ہے۔

$$x_{n-1} = \frac{(n-1)\lambda D}{d}$$

کنارے کی چوڑائی،

$$\beta = x_n - x_{n-1} = \frac{n\lambda D}{d} - \frac{(n-1)\lambda D}{d} = \frac{\lambda D}{d}$$

$(n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots.)$

تاریک کنارے کی پوزیشن

Pپر کم از کم شدت یا تاریک کنارہ بننے کے لیے،

راستے کا فرق

$$\Delta z = \frac{(2n+1)\lambda}{2}$$

$(n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots.)$،

یعنی

$$x = \frac{(2n+1)\lambda D}{2d}$$

مرکز سے (n)ویں تاریک کنارے کا فاصلہ ہے۔

$$x_n = \frac{(2n+1)\lambda D}{2d}$$

اسی طرح، مرکز سے (n-1) ویں روشن کنارے کا فاصلہ ہے۔

$$x_{n-1} = \frac{(2(n-1)+1)\lambda D}{2d}$$

کنارے کی چوڑائی،

$$\beta = x_n - x_{n-1} = \frac{n\lambda D}{2d} - \frac{(n-1)\lambda D}{2d} = \frac{\lambda D}{d}$$

(n = 0, ±1, ±2, ...)

فرنجوں کی چوڑائی

متصلہ (adjacent) روشن (یا سیاہ) کنارے کے درمیان فاصلے کو کنارے کی چوڑائی کہا جاتا ہے۔

اگر ینگ کے دہرے شگاف والے تجربے کے آلات کو انعطاف نما (μ) والے مائع میں ڈبو دیا جاتا ہے، تو روشنی کی طول موج اور کنارے کی چوڑائی 'μ' گنا کم ہو جاتی ہے۔

$$\beta_1 = \beta\mu$$

اگر یک رنگی روشنی کی جگہ سفید روشنی کا استعمال کیا جائے تو اسکرین پر رنگین کنارے حاصل کیے جاتے ہیں جن کی جسامت (size) بنفشی (violet) سے بڑی ہوتی ہے۔

فرنجیں کی زاویائی چوڑائی (Angular Width of Fringes)

مان لیجیے کہ (nth) روشن کنارے کا زاوائی مقام θ_n ہے اور اس کی اقل ترین قدر کی وجہ سے $\tan\theta_n \approx \theta_n$ ہے

$$tan\theta_n = \lambda nd$$

$$\theta_n = \lambda nd$$

اسی طرح، (n+1) ویں روشن کنارے کا زاویائی مقام $\theta_n + 1$ ہے، پھر

$$\theta_n + 1 = (n+1)\lambda d$$

∴ ینگز ڈبل سلٹ کے تجربے میں فرنجیں کو زاوائی چوڑائی اس کے ذریعہ دی گئی ہے،

$$\theta = \theta_{n+1} - \theta_n = (n+1)\lambda d - n\lambda d = \lambda d$$

$\theta = \lambda d$

ہم جانتے ہیں کہ $\beta = \lambda d / D$

$\theta = \lambda d = \beta D$

زاوائی چوڑائی 'n' سے آزاد ہے یعنی تمام کناروں کی زاوائی چوڑائی ایک جیسی ہے۔

تداخل کی حد کا زیادہ سے زیادہ درجہ

اسکرین پر nth آرڈر آعظم ترین مقام ہے

$\gamma = n\lambda d / D;\ n = 0, \pm 1, \pm 2, ..$

لیکن 'n' قدریں لامحدود () آعظم ترین قدریں نہیں لے سکتیں کیونکہ یہ دوسرے تخمینہ کی خلاف ورزی کرے گی۔

یعنی θ چھوٹا ہے (یا) $(y << D)$

$\gamma D = n\lambda d << 1$

لہذا، تداخل آعظم ترین کے لیے مندرجہ بالا ظابطہ قابل عمل ہوتا ہے جب $n << d\lambda$

جب 'n' قدر $d\lambda$ سے موازنہ ہو جاتی ہے، تو راستے کا فرق $d\gamma D$ کے ذریعے مزید نہیں دیا جا سکتا،

اس لیے maxima کے لیے، راستے کا فرق $= n\lambda$

$d\sin\theta = n\lambda$

$$n = d\frac{sin\theta}{\lambda}$$

$$n_{max} = \frac{d}{\lambda}$$

مندرجہ بالا باکستفاعل یا عظیم ترین انٹیجر فنکشن کی نمائندگی کرتا ہے۔

اسی طرح، تداخلminimaکی اعلیٰ ترین ترتیب

$$n_{min} = \frac{d}{\lambda}$$

1.8 حل شدہ مثالیں(Solved Examples)

حل شدہ مثال1

ینگ کے دوہرے شگافی تجربہ میں تداخل کے پٹیوں(فرنجیں) کی چوڑائی پر درج ذیل میں سے ہر ایک کی وجہ سے کیا اثر پڑتا ہے۔

ا)پردہ شگاف کی سطح(Plane)سے دور ہو جاتا ہے۔

(ب)ایک رنگی مبدا کو کم طول موج کے دوسرے(ایک رنگی)ذریعہ سے بدل دیا جاتا ہے۔

(ج)دو سلٹوں کے درمیان علیحدگی بڑھ گئی ہے۔

(د)دو سلٹوں کی چوڑائی میں قدرے اضافہ کیا گیا ہے۔

(ہر آپریشن میں، تمام پیرامیٹرز کو لے لیں، سوایے اس کے جو تبدیل نہیں کیے گیے)

حل:

بینڈ کی چوڑائی

$$\beta = \frac{d}{D}\lambda$$

جہاں

D اسکرین سے سلٹ کے درمیان کا فاصلہ ہے۔

d شگافوں کا درمیان کا فاصلہ ہے۔

λ طول موج ہے۔

(ا)اسکرین کو ہٹا دیا گیا ہے-- یہاں، D بڑھتا ہے۔

لہذا، بینڈ کی چوڑائی میں اضافہ ہوتا ہے

(ب)طول موج کم ہوتی ہے- یہاں، λ کم ہو جاتا ہے۔

لہذا، بینڈ کی چوڑائی کم ہوتی ہے

طول موج میں اضافہ ہوتا ہے-- یہاں، λ بڑھتا ہے۔

لہذا، بینڈ کی چوڑائی میں اضافہ ہوتا ہے۔

(ج)شگاف کی چوڑائی میں اضافہ ہوتا ہے-- یہاں، d بڑھتا ہے۔

لہذا، بینڈ کی چوڑائی کم ہوتی ہے

(د)جیسے جیسے سورس شگاف کی چوڑائی بڑھتی جاتی ہے، کنارے کا پیٹرن کم سے کم تیز ہوتا جاتا ہے۔ جب سورس سلٹ اتنا چوڑا ہوتا ہے تو تداخل کا نمونہ غائب ہو جاتا ہے۔

حل شدہ مثال 2

ینگ کے ڈبل سلٹ تجربہ میں، دو شگاف کے درمیان فاصلہ 0.9 ملی میٹر ہے اور کنارے ایک میٹر کے فاصلے پر دیکھے جاتے ہیں۔ اگر یہ مرکزی کنارے سے 1 ملی میٹر کے فاصلے پر دوسرا تاریک کنارے پیدا کرتا ہے تو استعمال شدہ روشنی کے یک رنگی ذریعہ کی طول موج کیا ہو گا؟

حل:

دو متواتر سیاہ یا روشن پٹیایوں کے درمیان فاصلہ β (فرینج کی چوڑائی) کے طور پر پہچانا جاتا ہے اور یہ کہ دونوں طرف کے مرکزی کنارے اور پہلے سیاہ کنارے کے درمیان فاصلہ 2β ہے۔

دیکھتے ہوئے، دوسرے تاریک کنارے اور مرکزی کنارے کے درمیان وقفہ $= \beta + 2\beta$

$$l = \frac{2}{3}\beta \text{ ملی میٹر یا}$$

$$\beta = \frac{3}{2} mm$$

یا

$$\frac{d\lambda}{D} = 32mm$$

$$\lambda = 32 \times 10^{-3} \times 10.9 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \lambda = 0.6 \times 10^{-6} m$$

$\therefore$ روشنی کے یک رنگی ذریعہ کی طول موج $\lambda = 600 \times 10^{-9}$nm

1.9 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- جب ایک ہی فریکوئنسی اور تقریباً کچھ طول و عرض کی دو روشنی کی لہریں ایک میڈیم میں مسلسل مرحلے کے فرق سے گزرتی ہیں اور ایک دوسرے کو عبور کرتی ہیں، تو روشنی کی شدت میں دوبارہ تقسیم ہوتی ہے جسے روشنی کی مداخلت کہتے ہیں۔
- تعمیری مداخلت یا روشن کنارے کے لیے، راستے کا فرق $\Delta = n\lambda$ جہاں $n = 1، 2، 3$
- تباہ کن مداخلت یا تاریک کنارے کے لیے، راستے کا فرق $\Delta = (2n - 1)/2) x n\lambda$
- پائیدار مداخلت کے لیے دونوں لہروں کو ہم آہنگ ہونا چاہیے۔ اگر ایک ہی فریکوئنسی کی دو یا زیادہ لہریں ایک ہی فیز میں ہوں یا فیز میں مستقل فرق ہو تو ان لہروں کو ہم آہنگ کہا جاتا ہے۔
- مداخلت کے پیٹرن میں، توانائی (شدت) $2a1a2$ کا جزو صرف منیما سے میکسیما پوائنٹ میں منتقل ہوتا ہے۔ خالص شدت یا اوسط شدت مستقل یا محفوظ رہتی ہے۔
- مداخلت دو قسم کی ہوتی ہے، جسے ویو فرنٹ کی تقسیم اور طول و عرض کی تقسیم کہا جاتا ہے۔
- ویو فرنٹ کی تقسیم مداخلت کی ایک کلاس ہے جس میں آئینے، پرزم، لینس، بائپریزم وغیرہ کو استعمال کر کے اصل عام ماخذ سے روشنی کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔
- طول و عرض کی تقسیم کی صورت میں، آنے والی شہتیر کو جزوی انعکاس یا اضطراب کے ذریعے دو یا زیادہ حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ پتلی فلم کی وجہ سے مداخلت، نیوٹن کے حلقے، مائیکلسن انٹرفیرومیٹر طول و عرض کی تقسیم کی مثالیں ہیں۔

1.10 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **مداخلت:** لہروں کی سپر پوزیشن کی وجہ سے توانائی کی دوبارہ تقسیم۔
- **مداخلت کے کنارے:** مداخلت کی وجہ سے سیاہ اور روشن بینڈوں کا نمونہ۔

- **مربوط روشنی:** روشنی جس میں تمام لہروں والی ٹرینوں کی فریکوئنسی ایک جیسی ہوتی ہے اور اس کے کرسٹ اور گرتیں ایک ہی سمت میں سیدھ میں ہوتی ہیں جن میں مرحلے کا مستقل فرق ہوتا ہے۔
- **سلٹ:** روشنی کے لیے ایک تنگ دروازہ۔
- **سپر پوزیشن:** دو یا دو سے زیادہ لہروں کی نقل مکانی کو ملا کر نتیجے میں نقل مکانی پیدا کرنا۔

1.11 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

1.11.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. مندرجہ ذیل میں سے کون سا تداخل کا نمونہ نہیں دکھاتا؟

(ا) صابن کا بلبلہ (ب) ضرورت سے زیادہ پتلی فلم

(ج) ایک موٹی فلم (د) پیچر کی شکل والی فلم

2. تداخل میں استعمال ہونے والا بنیادی اصول _____ ہے

3. جب ایک ہی حیطہ کی دو موجیں تعمیری طور پر شامل ہوتی ہیں، توحدت _____ ہو جاتی ہے

4. تداخل میں مشاہدہ شدہ کنارے کی شکل _____ ہے

5. اگر روشنی کی تداخل کے لیے یک رنگی روشنی کی بجائے سفید روشنی کو استعمال کیا جائے تو مشاہدے میں کیا تبدیلی آئے گی؟

(ا) پیٹرن نظر نہیں آئے گا۔

(ب) پیٹرن کی شکل ہائپر بولک سے دائروی میں بدل جائے گی۔

(ج) درمیان میں سفید چمکدار کنارے کے ساتھ رنگین جھالر دیکھے جائیں گے۔

(د) روشن اور سیاہ پٹیاں پوزیشن تبدیل کر دیں گے

6. زیرو آرڈر فرینج کی شناخت _____ کا استعمال کرتے ہوئے کی جاسکتی ہے

(ا) سفید روشنی (ب) پیلی روشنی

(ج) رنگین روشنی (د) یک رنگی روشنی

7. تداخل صرف اس وقت نظر آتی ہے جب دو موجوں کے درمیان کا فرق صفر ہو۔

(ا) صحیح

(ب)غلط

8. پیٹرن کی شکل _____ پر منحصر ہے

(ا)سلٹ کے درمیان فاصلہ (ب)سلٹ اور سکرین کے درمیان فاصلہ

(ج)روشنی کی طول موج (د)شگاف کی شکل

9. مندرجہ ذیل میں سے کون سے مربوط ذرائع () کی مثال ہے؟

(ا)فلوروسینٹ ٹیوب (ب)ایل ای ڈی لائٹ

(ج)لیزر (د)ٹنگسٹن فلیمینٹ بلب

10. شناخت کریں کہ کون سا عنصر متصلہ موجوں کے لیے یکساں نہیں ہے۔

(ا)تعدد (ب)ہیت کا فرق مستقل

(ج)حیطہ (د)ایک دوسرے کے ساتھ متصلہ طول موج

1.11.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. روشنی کا تداخل (Interference) کیا ہے؟ اس کی کچھ مثالیں دیں؟
2. تداخل میں انطباق (سپر پوزیشن) (Superposition) کا اصول بیان کریں؟
3. روشنی کے تداخل کی شرائط (Condition) کیا ہیں؟

1.11.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ینگ کا دوہرے شگاف کا تجربہ کیا ہے؟ روشن پٹیاں (فرنجیں) (bright fringes)، سیاہ پٹیاں (فرنجیں) (dark fringes) اور پٹیایوں (فرنجیں) کی چوڑائی (fringe width) کو معلوم کریں؟
2. روشنی کا تداخل کیا ہے؟ تعمیری (constructive) اور تخریبی (destructive) تداخل کی شرط حاصل کریں؟

1.11.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں۔ جب طول موج 600nm کی روشنی استعمال کی جاتی ہے تو اسکرین کے ایک مخصوص حصے میں 12 کنارے بنتے دیکھے جاتے ہیں۔ اگر روشنی کی طول موج کو 400nm میں تبدیل کر دیا جائے تو اسکرین کے اسی حصے میں مشاہدہ کیے جانے والے کناروں کی تعداد؟

2. ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں دونوں سلٹ 0.05 ملی میٹر کے فاصلے پر ہیں اور اسکرین سلٹ سے 2 میٹر دور واقع ہے۔ سلٹ سے تیسرا روشن کنارے مرکزی کنارے سے 8.3 سینٹی میٹر کے فاصلے پر ہٹا دیا گیا ہے۔ واقعہ کی روشنی کی طول موج کا تعین کریں۔

اکائی2۔ ربط

(Coherence)

اکائی کے اجزا

2.0	تمہید
2.1	مقاصد
2.2	ربط
2.3	لائیڈ کا آئینہ
2.4	فریسنیل کا بائپزم
2.5	حل شدہ مثالیں
2.6	اکتسابی نتائج
2.7	کلیدی الفاظ
2.8	نمونہ امتحانی سوالات
2.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
2.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
2.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
2.8.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

2.0 تمہید (Introduction)

پہلے یونٹ میں، ہم نے ایک مستحکم مداخلت پیٹرن حاصل کرنے کے لئے. دو اہم شرائط پر تبادلہ خیال کیا تھا۔

- آیئے یک رنگی ماخذ(Monochromatic Source) ربط اور مربوط ذرائع حاصل کرنے کے لیے اپنائے گئے طریقوں پر غور کریں۔
- اس یونٹ میں، ہم مداخلت کے مظاہر پر مزید تفصیل سے بحث کریں گے، دو نکاتی ذرائع سے پیدا ہونے والی لہروں سے پیدا ہونے والے مداخلت کے انداز پر غور کریں۔ ہم ربط اور بائپرزم(Bi-Prism)اور لائیڈ کے آئینہ(Lyod's Mirror) کے کنارے پر بات کریں گے۔

2.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں ہم:

- روشنی کے مربوط(coherent)اور غیر مربوط(incoherent)ذرائع کے درمیان فرق کریں۔
- ڈبل سلٹ کے ذریعہ تیار کردہ مداخلت کے پیٹرن کی اصلیت کی وضاحت کریں۔
- مداخلت پیٹرن میں شدت کی تقسیم کی وضاحت کریں،
- روشنی کی طول موج کے لحاظ سے کنارے کی چوڑائی کا اظہار کریں۔
- بائپرزم اور لائیڈ کے آئینے کے کنارے کے درمیان فرق کی تعریف کریں۔

2.2 ربط(Coherence)

طبیعیات میں، دو لہروں کے ذرائع کو مربوط کہا جاتا ہے اگر ان کی فریکوئنسی(frequency) اور لہر کی شکل ایک جیسی ہو۔ ربط لہروں کی ایک مثالی خاصیت ہے جو اسٹیشنری(یعنی عارضی اور مقامی طور پر مستقل) مداخلت کو قابل مجاز(enables)بناتی ہے۔ ربط کسی ایک لہر کی جسمانی مقدار کے درمیان، یا کئی لہروں یا لہروں کے پیکٹوں کے درمیان رتباط کی تمام خصوصیات کو بیان کرتی ہے۔

ربط کا مطلب ایک واحد فریکوئنسی کی تابکاری کی شہتیر میں لہروں کے مرحلے کے درمیان ایک مقررہ تعلق ہے۔ روشنی کی دو شعاعیں اس وقت مربوط ہوتی ہیں جب ان کی لہروں کے درمیان مرحلے کا فرق مستقل ہوتا ہے۔ اگر بے ترتیب یا بدلتے ہوئے مرحلے کا تعلق ہے تو وہ غیر مربوط ہیں۔

مثال کے طور پر، جب فوجی مارچ کرتے ہیں، تو یہ مربوط ہوتا ہے۔ سورج کی روشنی جو ایک قدرتی ذریعہ (Natural Source) متضاد (Incoherent) ہے۔ ایک لیزر، تاپدیپت ماخذ (Incandescent Source) کے برعکس، ایک شہتیر پیدا کرتا ہے جس میں تمام اجزاء ایک دوسرے کے ساتھ ایک مستحکم رشتہ رکھتے ہیں اور اس لیے یہ مربوط ہے۔

ربط کی اقسام:

ربط کی دو قسمیں ہیں، یعنی وقتی ربط (Temporal Coherence) اور مقامی ربط (Spatial Coherence)۔ یہ دونوں اقسام ذیل میں بیان کیے گئے ہیں۔

وقتی ربط:

وقتی ربط ایک لہر کی قدر کے درمیان اوسط تعلق کا ایک پیمانہ ہے اور خود ہی τ کی تاخیر کرتا ہے، کسی بھی قابل غور جوڑ میں۔ وقتی ربط اس بات کی پیمائش فراہم کرتی ہے کہ ایک ذریعہ کتنا یک رنگی ہے۔ یہ اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ ایک مختلف وقت میں ایک لہر اپنے ساتھ کتنی اچھی مداخلت کر سکتی ہے۔

تاخیر جس سے اوپر کا مرحلہ یا طول و عرض ایک اہم مقدار میں ہونا چاہئے (اور اس وجہ سے ارتباط ایک اہم مقدار سے کم ہوتا ہے) کو ربط کے وقت کے طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

مقامی ربط:

اگر آپ آپٹکس یا پانی کی لہروں جیسے نظام کو لیتے ہیں، تو آپ کو لہر کا طول و عرض ایک یا دو جگہوں سے پھیلا ہوا ملے گا۔

اس لیے مقامی ربط کو ایک لہر (x_1 اور x_2) کے خلا میں دو پوائنٹس کی صلاحیت کے طور پر بیان کیا جا سکتا ہے جو مداخلت کرے گی۔

سادہ الفاظ میں مقامی ربط کو ہر وقت لہر میں دو نقطوں کے درمیان باہمی ربط کہا جا سکتا ہے۔

جب کسی لہر کی لامحدود لمبائی پر ایک ہی طول و عرض کی قدر ہوتی ہے، تو اسے کامل مقامی ربط (Perfect Spatial Coherence) کہا جاتا ہے۔ بامعنی مداخلت جو علیحدگی کی حد اور دو پوائنٹس کے درمیان موجود ہے ربط کے علاقے کے قطر (Diameter) کی وضاحت کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

مثالیں:

مربوط ذرائع کی کچھ عام مثالیں یہ ہیں؛

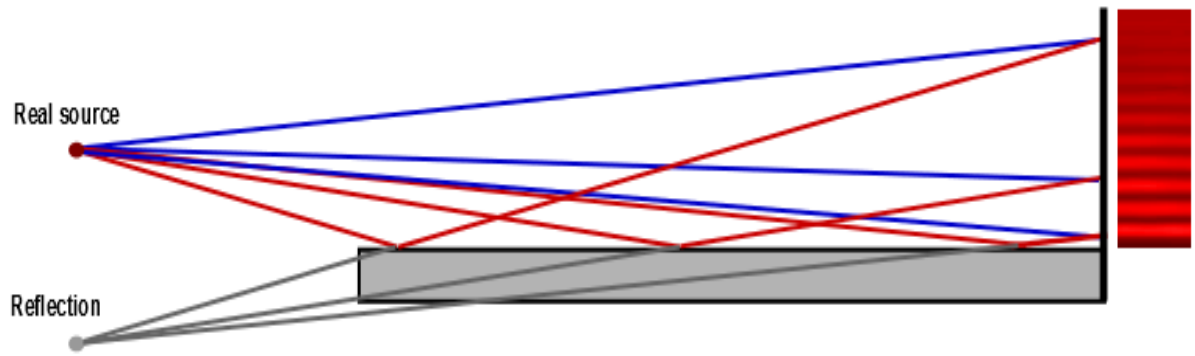
- اسپیکر سے پیدا ہونے والی آواز کی لہریں جو برقی سگنلز سے چلتی ہیں جن کی فریکوئنسی ایک ہی ہوتی ہے اور ایک مخصوص مرحلہ ہوتا ہے۔

- لیزر بھی مربوط ذریعہ کی ایک قسم ہے۔ وہ انتہائی مربوط روشنی پیدا کرنے کے لیے ایک رجحان کا استعمال کرتے ہیں جسے محرک اخراج(Stimulated Emission) کہتے ہیں۔
- روشنی کے چھوٹے ذرائع کم از کم جزوی طور پر مربوط ہوتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ہم صابن کے بلبلوں پر مداخلت کے نمونوں کا مشاہدہ کر سکتے ہیں اور تتلی کے پروں کی بے چینی کی تعریف کر سکتے ہیں۔
- جبکہ سورج کی روشنی متضاد ہے جبکہ چھوٹے علاقوں پر چھوٹے حصے عام طور پر جزوی طور پر مربوط ہوتے ہیں۔

اب ہم مربوط ذرائع پیدا کرنے کے دو مختلف سیٹ اپ پر بات کریں گے Lloyd's Mirror اور Fresnel's Biprism۔

2.3 لائیڈ کا آئینہ (Llyod's Mirror)

لائیڈ کا آئینہ ایک ایسا تجربہ ہے جسے ہمفری لائیڈ(Humphry Lloyd) نے پہلی بار 1834 میں رائل آئرش اکیڈمی کے ٹرانزیکشنز(Transections of the Royal Irish Academy) میں بیان کیا تھا۔ یہ اصل میں روشنی کی لہر کی نوعیت کے مزید ثبوت کے طور پر منصوبہ بندی کی گئی تھی، جو کہ تھامس ینگ(Thomas Young) اور آگسٹن-جین فریسنل(Augustin -Jean Fresnel) کے ذریعہ فراہم کیے گئے تھے۔ تجربے میں، یک رنگی سلٹ ماخذ سے روشنی شیشے کی سطح سے چھوٹے زاویہ پر منعکس ہوتی ہے اور اس کے نتیجے میں مجازی ذریعہ سے آتی دکھائی دیتی ہے۔ منعکس روشنی منبع سے براہ راست روشنی میں مداخلت کرتی ہے، مداخلت کے کنارے بناتی ہے۔ یہ سمندری انٹرفیرومیٹر کا آپٹیکل لہری تمثیل(Optical Wave Analogue) ہے۔



لائیڈ کا آئینہ

شکل(2.1)

Lloyd's Mirror کا استعمال دو منبع مداخلت (Two source interference) کا نمونہ تیار کرنے کے لیے کیا جاتا ہے جو ینگ کے تجربے میں نظر آنے والے مداخلت کے نمونوں سے مختلف ہے۔

لائیڈز آئینے کے جدید نفاذ میں، ایک منفرج لیزر بیم (Diverging Laser Beam) سامنے کی سطح کے آئینے کو گریزنگ کے زاویہ (Grazing angle) سے ٹکراتی ہے، جس سے کچھ روشنی براہ راست اسکرین تک جاتی ہے (شکل (2.1) میں نیلی لکیریں)، اور کچھ روشنی منعکس ہو جاتی ہے۔ اسکرین کا آئینہ (سرخ لکیریں)۔ منعکس شدہ روشنی ایک مجازی دوسرا ذریعہ بناتی ہے جو براہ راست روشنی میں مداخلت کرتی ہے۔ سامنے کی سطح پر ایک (Plane) کا آئینہ MN پالش کیا گیا ہے اور پیچھے کالا کیا گیا ہے (متعدد عکاسی سے بچنے کے لیے)۔ ایک تنگ سلٹ سے روشنی، یک رنگی روشنی سے روشن ہوتی ہے، اس کی لمبائی آئینے کی سطح کے متوازی ہوتی ہے۔ روشنی تقریباً گریزنگ کے واقعات (Grazing incidence) پر آئینے پر پڑتی ہے، اور منعکس شدہ شہتیر سلٹ کی مجازی تصویر بنانے سے ہٹتی دکھائی دیتی ہے۔ اس طرح ہم دو مربوط ذرائع پیدا کرتے ہیں۔ چونکہ براہ راست اور منعکس بیم میں تقریباً مساوی طول و عرض ہوتے ہیں، اس لیے کنارے میں اچھا تضاد ہوتا ہے۔

ینگ کے تجربے میں، انفرادی سلِٹس ایک انصراف کا نمونہ بناتے ہیں جس پر دو سلِٹس سے مداخلت کا نمونہ شامل ہو جاتا ہے (شکل (2.1)۔ اس کے برعکس، لائیڈ کا آئینے کا تجربہ سلٹس کا استعمال نہیں کرتا ہے اور ایک اوورلیڈ سنگل سلٹ ڈفریکشن پیٹرن کی پیچیدگیوں کے بغیر دو منبع مداخلت (Two Source Interference) کو ظاہر کرتا ہے۔

ینگ کے تجربے میں، تعمیری مداخلت کی وجہ سے مساوی راستے کی لمبائی کی نمائندگی کرنے والا مرکزی کنارے روشن ہے۔ اس کے برعکس، لائیڈ کے آئینے میں، مساوی راستے کی لمبائی کی نمائندگی کرنے والے آئینے کے قریب کا کنارے روشن ہونے کی بجائے سیاہ ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ آئینے سے منعکس ہونے والی روشنی $180°$ فیز شفٹ (Phase Shift) سے گزرتی ہے، اور اس طرح تباہ کن مداخلت کا سبب بنتی ہے جب راستے کی لمبائی برابر ہوتی ہے یا جب وہ طول موج کی عددی تعداد سے مختلف ہوتی ہے۔

زیرو آرڈر فرینج (Zero Order Fringe):

مرکزی زیرو آرڈر فرینج (Central Zero-order Fringe)، جس کے 0 پر پڑنے کی توقع کی جاتی ہے (سلٹ کا کھڑا دو سیکٹر perpendicular bisector of slits) عام طور پر نہیں دیکھا جاتا ہے کیونکہ صرف براہ راست روشنی، 0 تک پہنچتی ہے اور منعکس روشنی نہیں۔ اسے ایک پتلی شیٹ متعارف کر کے دیکھا جا سکتا ہے۔ S سے روشنی کے راستے میں ابرک، جب پورے کنارے کا نظام اوپر کی سمت میں بے دخل ہو جاتا ہے۔

سفید روشنی کے ساتھ مرکزی کنارے کے سفید ہونے کی توقع کی جاتی ہے، لیکن اصل میں یہ 'اندھیرا' پایا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب آئینے سے منعکس ہوتا ہے تو روشنی π کی فیز تبدیلی یا $\lambda/2$ A کے راستے کے فرق کا شکار ہوتی ہے۔ لہذا، زیرو آرڈر فرینج کی پوزیشن پر مداخلت کرنے والی شعاعوں کے درمیان راستے کا فرق صفر کی بجائے $\lambda/2$ ہو جاتا ہے، جو کہ کم از کم شرط ہے۔ اس لیے کنارے سیاہ ہے۔

طول موج کا تعین (Determination of Wavelength):

آیئےd مربوط ذرائع کے درمیان فاصلہ، اورD ذرائع سے اسکرین کا فاصلہ۔ کنارے کی چوڑائی اس کے بعد دی جاتی ہے۔

$$\beta = \frac{D\lambda}{d}$$

اس طرح طول موج کا تعین کیا جاسکتا ہے۔

Achromatic Fringes اور Lloyd's Mirror کے ذریعے ان کی پیداوار

سفید اور گہرے کنارے کا ایک نظام، بغیر کسی رنگ کے، سفید روشنی سے حاصل کیا جاتا ہے، 'اکرومیٹک کنارے' کے نام سے جانا جاتا ہے۔ عام طور پر، سفید روشنی کے ساتھ، ہم ایک مرکزی سفید کنارے حاصل کرتے ہیں، جس کے دونوں طرف چند رنگین کنارے ہوتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ کنارے کی چوڑائی

$$\beta = \frac{D\lambda}{d}$$

مختلف طول موج (رنگ) کے لیے مختلف ہے۔ اگر تاہم، کنارے کی چوڑائی تمام طول موجوں کے لیے یکساں بنائی جاتی ہے، تو تمام طول موجوں کے لیے ہر ترتیب کا بیش ترین (Maxima) ایک ساتھ ہو گا، جس کے نتیجے میں رنگین کنارے بنیں گے۔

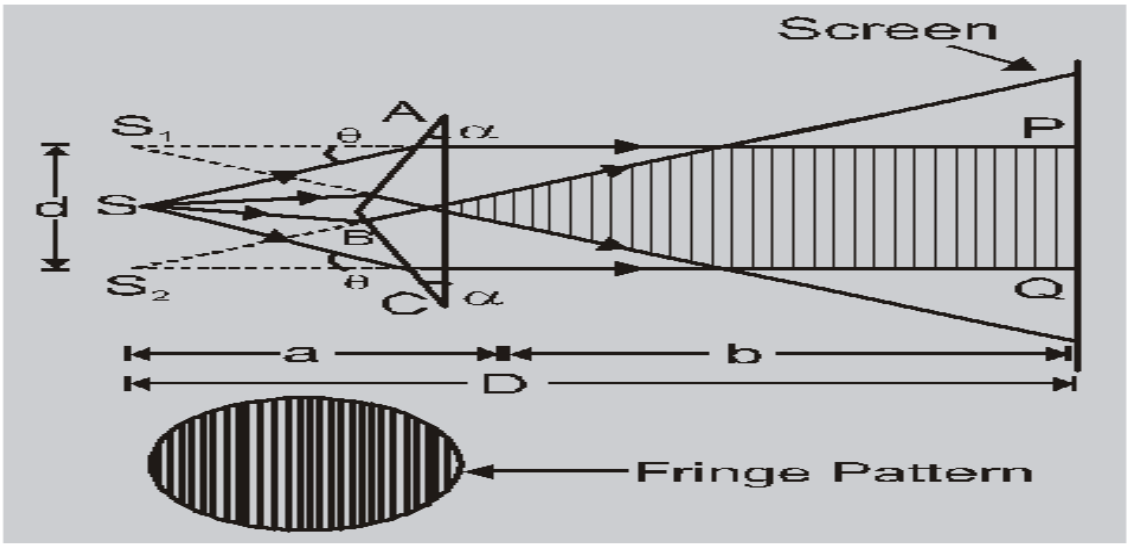
ہم سفید روشنی کے ایک تنگ طیف سے روشن ہونے والے سلٹ کا استعمال کرتے ہوئے لائیڈز آئینے سے اس حالت کو آسانی سے محسوس کر سکتے ہیں۔ تنگ طیف کو پرزم کے ذریعے، یا ترجیحی طور پر، ہوائی جہاز کے انصراف کے ذریعے تیار کیا جاسکتا ہے۔

2.4 فریسنیل کا بائپرزم (Fresnel's Bi-Prism)

فریسنل بائپرزم ایک پتلا ڈبل پرزم ہے جسے بیس سے بیس رکھا جاتا ہے اور اس میں بہت چھوٹا ریفریکٹنگ اینگل (0.5^0) ہوتا ہے۔ یہ ایک واحد پرزم کے مساوی ہے جس کا ایک زاویہ تقریباً 179^0 اور دوسرے دو زاویہ 0.5^0 ہر ایک ہے۔ مداخلت کا مشاہدہ لہر فرنٹ کی تقسیم سے کیا جاتا ہے۔

ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں، یہ اعتراض اٹھایا گیا تھا کہ ینگ کے ذریعے مشاہدہ کیے گئے روشن کنارے شاید سلٹ کے کناروں سے روشنی کی کچھ پیچیدہ ترمیم کی وجہ سے تھے نہ کہ مداخلت کی وجہ سے۔ اس کے فوراً بعد، فریسنل نے روشنی کے دو شعاعوں کی مداخلت پیدا کرنے کے لیے انتظامات کا ایک سلسلہ وضع کیا جو اس تنقید کا نشانہ نہیں تھا۔ تجرباتی انتظامات میں سے ایک، جسے Fresnel's Biprism بندوبست کہا جاتا ہے، شکل (2.2) میں دکھایا گیا ہے۔

S ایک تنگ عمودی سلٹ ہے جو یک رنگی روشنی سے روشن ہوتی ہے۔ S سے روشنی کو بائپزم پر متوازی طور پر گرنے کی اجازت ہے، S سے ایک چھوٹے سے فاصلے پر رکھی گئی ہے اور اس کے ریفریکٹنگ کناروں کو سلٹ کے متوازی رکھا گیا ہے۔ پرزم کے اوپری اور نچلے حصوں سے نکلنے والی روشنی دو ورچوئل امیجز، S_1 اور S_2 سے شروع ہوتی دکھائی دیتی ہے، دونوں ہی مربوط ذرائع کے طور پر کام کرتے ہیں۔



فریسنل کے بائپزم تجربے کا خاکہ

شکل(2.2)

اگر اسکرینیں رکھی گئی ہیں، جیسا کہ تصویر میں دکھایا گیا ہے، مداخلت کے کنارے صرف PQ کے علاقے میں دیکھے جاتے ہیں۔ اس تجربے کے ساتھ، فریسنل دو سلٹوں کے ذریعے مختلف بیموں کے بغیر مداخلت کا اثر دکھانے کے قابل تھا۔ بالکل اسی طرح جیسے ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں، اس ترتیب کو یک رنگی روشنی کی طول موج کا تعین کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ روشنی سلٹ S کو روشن کرتی ہے اور مداخلت کے کنارے آسانی سے آنکھ کے ٹکڑے کے ذریعے دیکھے جا سکتے ہیں۔ کنارے کی چوڑائی P کا تعین آنکھ کے ٹکڑے سے منسلک مائکرو میٹر کے ذریعے کیا جا سکتا ہے۔ اگر D ماخذ اور اسکرین کے درمیان فاصلہ ہے، اور d ورچوئل امیجز S_1 اور S_2 کے درمیان فاصلہ ہے۔ لہر کی لمبائی کی طرف سے دیا جاتا ہے

$$\beta = \frac{D\lambda}{d}$$

بائپریزم اور آئی پیس کے درمیان محدب لینس رکھ کر d اور D کے فاصلے کا آسانی سے تعین کیا جاسکتا ہے۔

Biprism اور Lloyd's Mirror Fringes کے درمیان فرق

بائپریزم اور لائیڈز مرر کے درمیان فرق کے اہم نکات درج ذیل ہیں۔

کنارے

1) بائپزم میں، کنارے کا مکمل نمونہ حاصل کیا جاتا ہے۔ لائیڈ کے آئینے میں، عام طور پر، مرکزی کنارے کے ایک طرف صرف چند کنارے ہی نظر آتے ہیں، مرکزی کنارے خود پوشیدہ ہے۔

2) biprisrm میں مرکزی کنارے روشن ہے، جبکہ Lloyd کے آئینے میں یہ اندھیرا ہے۔

3) بائپرزم میں مرکزی کنارے لائیڈ کے آئینے سے کم تیز ہوتا ہے۔

آیئے اب غور کریں،

عکاسی کے مرحلے میں تبدیلی:

ایک مرحلے میں تبدیلی بعض اوقات اس وقت ہوتی ہے جب لہر منعکس ہوتی ہے، خاص طور پر تیز لہر کی رفتار والے میڈیم سے سست لہر کی رفتار والے میڈیم کی حد تک۔ اس طرح کے انعکاس کئی قسم کی لہروں کے لیے ہوتے ہیں، بشمول روشنی کی لہریں، آواز کی لہریں، اور تاروں پر لہریں۔ ایک واقعہ کی لہر ایک میڈیم (جہاں لہر کی رفتار c_1 ہے) سے دوسرے میڈیم (جہاں لہر کی رفتار c_2 ہے) میں سفر کرنے کے لیے، لہر کا ایک حصہ دوسرے میڈیم میں منتقل ہو جائے گا، جبکہ دوسرا حصہ دوسری سمت میں واپس جھلکتا ہے اور پہلے میڈیم میں رہتا ہے۔ منتقلی لہر کے طول و عرض اور منعکس لہر کو باؤنڈری پر تسلسل کی حالت کا استعمال کر کے شمار کیا جاسکتا ہے۔ ہلکی لہریں اس وقت 180° سے مرحلے کو تبدیل کرتی ہیں جب وہ کسی میڈیم کی سطح سے اس میڈیم کی نسبت زیادہ ریفریکٹیو انڈیکس کے ساتھ جھلکتی ہیں جس میں وہ سفر کر رہے ہوتے ہیں۔ ہوا میں سفر کرنے والی روشنی کی لہر جو شیشے کی رکاوٹ سے منعکس ہوتی ہے اس میں 180^0 فیز تبدیلی ہوگی، جب کہ شیشے میں سفر کرنے والی روشنی اگر ہوا کے ساتھ کسی حد سے منعکس ہوتی ہے تو وہ فیز تبدیلی سے نہیں گزرے گی۔ اس وجہ سے، آپٹیکل حدود کو عام طور پر ایک ترتیب شدہ جوڑے کے طور پر بیان کیا جاتا ہے (ایئر گلاس، گلاس ایئر)؛ یہ بتاتا ہے کہ روشنی بالترتیب کس مواد سے نکل رہی ہے، اور اس کی طرف

اسٹوکس کا علاج:

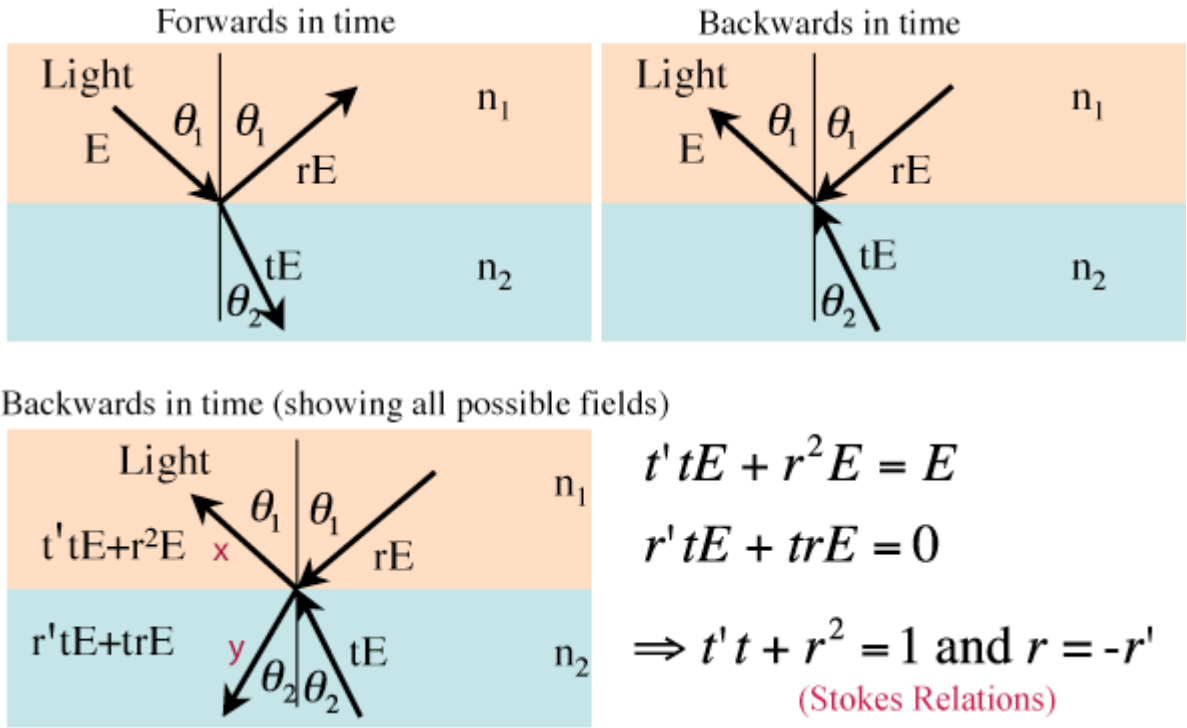
آپٹکس میں، سٹوکس کے تعلقات، جن کا نام سر جارج گیبریل سٹوکس کے نام پر رکھا گیا ہے، روشنی کے متعلقہ مرحلے کو بیان کرتے ہیں جو مختلف اضطراری اشاریوں کے مواد کے درمیان ایک حد سے منعکس ہوتے ہیں۔ وہ تعامل کے لیے ٹرانسمیشن اور ریفلیکشن عددی سر کو بھی

جوڑتے ہیں۔ ان کا اخذ وقت کے الٹ جانے والی دلیل پر انحصار کرتا ہے، اس لیے وہ صرف اس وقت کام کرتے ہیں جب نظام میں کوئی جذب نہ ہو۔

آنے والی فیلڈ E کا عکس rE اور tE دینے کے لیے ڈائی الیکٹرک باؤنڈری پر منتقل کیا جاتا ہے (جہاں r اور t بالترتیب طول و عرض کی عکاسی اور ٹرانسمیشن عددی سر ہیں)۔ چونکہ کوئی جذب نہیں ہے، یہ نظام الٹنے والا ہے، جیسا کہ دوسری تصویر میں دکھایا گیا ہے (جہاں شہتیروں کی سمت کو الٹ دیا گیا ہے)۔ اگر یہ معکوس عمل درحقیقت ہو رہا تھا، تو آنے والے فیلڈز (rE اور tE) کے کچھ حصے ہوں گے جو خود باؤنڈری پر منتقل اور منعکس ہوتے ہیں۔ تیسری تصویر میں، یہ عددی r اور t (الٹ فیلڈز کی عکاسی اور ٹرانسمیشن کے لیے) کے ذریعے دکھایا گیا ہے۔ یہ تمام لہریں مداخلت کرتی ہیں تاکہ دوسری اور تیسری تصویریں متفق ہوں؛ بیم ایکس میں طول و عرض E ہے اور بیم y میں طول و عرض 0 ہے، جو اسٹوکس کے تعلقات فراہم کرتا ہے۔

یہاں سب سے دلچسپ نتیجہ یہ ہے کہ r=-r'۔ اس طرح، انٹرفیس کے ایک طرف کی عکاسی کے ساتھ جو بھی مرحلہ منسلک ہے، وہ انٹرفیس کے دوسری طرف 180 ڈگری مختلف ہے۔ مثال کے طور پر، اگر r کا مرحلہ 0 ہے، تو r کا ایک مرحلہ 180 ڈگری ہے۔

ٹرانسمیشن اور ریفلیکشن عددی سر کے لیے واضح قدریں Fresnel مساوات کے ذریعے فراہم کی جاتی ہیں۔



شکل (2.3)

2.5 حل شدہ مثالیں(Solved Examples)

حل شدہ مثال1

ایک بائی پرزم کے تجربے میں، جب آنکھ کا ٹکڑا سلٹ سے ایک میٹر کے فاصلے پر ہوتا ہے تو کنارے کی چوڑائی 0.4 ملی میٹر ہوتی ہے۔ اگر اب صرف آنکھ کے ٹکڑے کو بائی پرزم کی طرف 25 سینٹی میٹر منتقل کیا جائے تو کنارے کی چوڑائی میں کیا تبدیلی آئے گی؟

حل:

دیا گیا: پہلی صورت کے لیے: کنارے کی چوڑائی $X_1=0.4$ ملی میٹر،

سلٹ سے آنکھ کے ٹکڑے کا فاصلہ $D_1=1m$

دوسری صورت کے لیے: سلِٹس سے آنکھ کے ٹکڑے کا فاصلہ $D_2=1m-25m=0.75m$

تلاش کرنے کے لیے: کنارے کی چوڑائی میں تبدیلی $\Delta X=?$

کنارے کی چوڑائی $X=\frac{\lambda D}{d}$ سے دی گئی ہے۔

پہلی صورت کے لیے $X_1=\frac{\lambda D_1}{d}$----------(1)

دوسرے کیس کے لیے $X_2=\frac{\lambda D_2}{d}$---------(2)

مساوات 2 کو مساوات 1 سے تقسیم کرنے سے ہمیں ملتا ہے:

$$\frac{X_2}{X_1}=\frac{D_2}{D_1}$$

$$X_2=\frac{D_2}{D_1}\times X_1$$

$X_2=0.4\times(0.75/1)=0.3$ ملی میٹر

کنارے کی چوڑائی میں تبدیلی $\Delta X=X_2-X_1=$ ملی میٹر

$\Leftarrow 0.4-0.3=0.1$ ملی میٹر

حل شدہ مثال2

بائپرزم کے تجربے میں، سلٹ کی علیحدگی آدھی رہ جاتی ہے اور سلٹ اور سکرین کے درمیان فاصلہ دوگنا کر دیا جاتا ہے۔ کنارے کی چوڑائی کیسے متاثر ہوتی ہے؟

حل:

سلٹس کے درمیان دیا ہوا فاصلہ $d_2 = ½\ d_1$

اسکرین اور سلٹ کے درمیان فاصلہ $D_2 = 2\ D_1$

تلاش کرنے کے لیے:

کنارے کی چوڑائی میں تبدیلی ΔX=؟

کنارے کی چوڑائی $X = \lambda D / d$ سے دی گئی ہے۔

پہلی صورت کے لیے

$$X_1 = \frac{\lambda D_1}{d} \text{----------(1)}$$

دوسرے کیس کے لیے

$$X_2 = \frac{\lambda D_2}{d} \text{--------(2)}$$

تقسیم مساوات (2) کو (1) سے

$$\frac{X_2}{X_1} = \frac{D_2 d_1}{D_1 d_2}$$

$$\frac{X_2}{X_1} = 2\left(\frac{D_2}{D_1}\right)\ 2\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$$

$$\frac{X_2}{X_1} = 2 \times 2 = 4$$

$$X_2 = 2X_1$$

حل شدہ مثال 3

لائیڈ کے آئینے کے تجربے میں، ماخذ S سے براہ راست خارج ہونے والی روشنی کی لہر آئینے سے منعکس ہونے والی روشنی میں مداخلت کرتی ہے۔ اسکرین سورس S سے m_1 دور ہے۔ کنارے کی چوڑائی کا سائز 0.25mm ہے۔ ماخذ کو ابتدائی پوزیشن سے 0.6mm اوپر منتقل کیا جاتا ہے، کنارے کی چوڑائی 1.5 گنا کم ہوتی ہے۔ اگر استعمال ہونے والی روشنی کی لہر طول موج و $2x10^{-x}$ میں ہے تو x کی قدر معلوم کریں۔

حل: اوپر کے سوال سے ہمارے پاس درج ذیل پیرامیٹرز ہیں

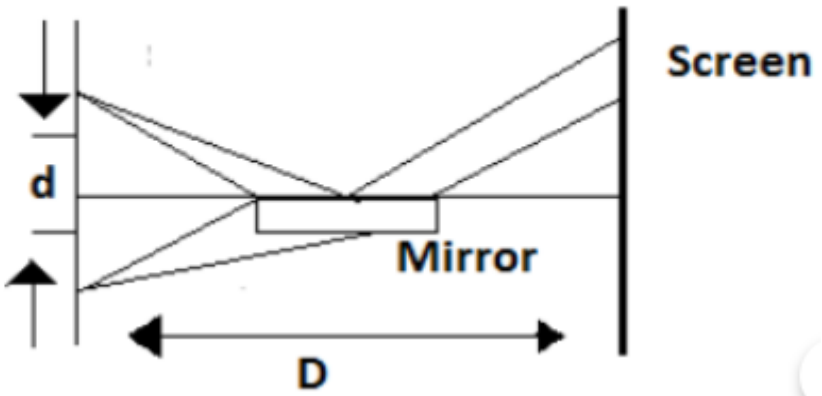
اسکرین اور ماخذ کے درمیان فاصلہ، $D=1m$

کنارے کی چوڑائی کا سائز، $\beta=0.25mm=0.25\times10^{-3}m$

سلٹ کے درمیان فاصلہ d ہے۔

طول موج، $\lambda=2.4\times10^{-x}$، ہمیں x کی قدر تلاش کرنی ہو گی۔

Lloyd تجربے میں ہمارے پاس ہے۔



شکل(2.4)

$\beta=D\lambda/d$.....1

دی گئی اقدار کو (i) میں ڈالنے سے ہمیں ملتا ہے۔

$D\lambda/d = 0.25 \text{ x } 10^{-3}$

$d=D\lambda\times10^{-3}\times0.25$

$\lambda=d\times10^{-3}/4$.....2

اب ماخذ 0.6mm منتقل کر دیا گیا ہے. نیٹ موومنٹ 1.2 ملی میٹر ہو گی کیونکہ امیج بھی اتنے مارجن سے حرکت کرے گی۔

چنانچہ دوسری صورت یہ ہے۔

کل شفٹ $d+1.2\times10^{-3}$ ہو گی۔

لہذا، β کے لیے مساوات مندرجہ ذیل ہو گی۔

$$\beta = \frac{D\lambda}{d + 1.2 \times 10^{-3}}$$

$$\lambda = 0.25 \times \frac{10^{-3}d}{1.5} = \frac{10^{-3}d}{6} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

یہ بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$\lambda D = \frac{10^{-3}d}{6} + 1.2 \times 10^{-3} \times \frac{10^{-3}}{6}$$

(i) کا استعمال کرتے ہوئے ہم حاصل کرتے ہیں۔

$$\lambda = \frac{10^{-3}d}{4D}$$

(جب، D=1m)

$$\lambda D = \frac{0.6 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{1}$$

$$\lambda = 0.6 \times 10^{-6}m$$

$$\lambda = 0.6\mu m \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

مسئلہ میں دی گئی مندرجہ بالا مساوات اور شرائط سے ہمیں ملتا ہے۔

$$\frac{d}{4} = \frac{d}{6} + \frac{1.2 \times 10^{-3}}{6}$$

$$d = 2.4 \times 10^{-3}m$$

مسئلہ میں دی گئی شرط کے مطابق ہم نے $\lambda =$

مسئلہ میں دی گئی $\lambda = 2.4 \times 10^{-3}$ کی قدر سے اس کا موازنہ کرنے سے ہمیں x=3 ملتا ہے۔

2.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- پائیدار مداخلت کے لیے دونوں لہروں کو ہم آہنگ ہونا چاہیے۔ اگر ایک ہی فریکوئنسی کی دو یا زیادہ لہریں ایک ہی فیز میں ہوں یا فیز میں مستقل فرق ہو تو ان لہروں کو ہم آہنگ کہا جاتا ہے۔

- طول و عرض کی تقسیم کی صورت میں، آنے والی شہتیر کو جزوی انعکاس یا اضطراب کے ذریعے دو یا زیادہ حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ پتلی فلم کی وجہ سے مداخلت، نیوٹن کے حلقے، مائیکلسن انٹرفیرومیٹر طول و عرض کی تقسیم کی مثالیں ہیں،
- ویو فرنٹ کی تقسیم مداخلت کی ایک کلاس ہے جس میں اصل عام ماخذ سے حاصل ہونے والی روشنی کو آئینہ، پرزم، لینس، بائپریزم وغیرہ استعمال کر کے دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔
- مداخلت دو قسم کی ہوتی ہے، جسے ویو فرنٹ کی تقسیم اور طول و عرض کی تقسیم کہا جاتا ہے۔

2.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **سپرپوزیشن:** دو یا دو سے زیادہ لہروں کی نقل مکانی کو ملا کر نتیجے میں نقل مکانی پیدا کرنا۔
- **ربط:** مساوی فریکوئنسی اور مستقل مرحلے کے فرق کے ساتھ دو یا زیادہ لہروں کی خاصیت۔
- **مربوط روشنی:** روشنی جس میں تمام لہروں والی ٹرینوں کی فریکوئنسی ایک جیسی ہوتی ہے اور اس کے کرسٹ اور گرتیں ایک ہی سمت میں سیدھ میں ہوتی ہیں جن میں مرحلے کا مستقل فرق ہوتا ہے۔
- **بائپزم:** دو پرزموں کا ان کے رابطے میں اڈوں کے ساتھ مجموعہ۔

2.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

2.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. فریسنل کے بائپزم تجربے میں، دو مربوط ذرائع حاصل کیے جاتے ہیں۔

   (ا) اپورتن (refraction)

   (ب) عکاسی۔ (reflection)

   (ج) اندرونی عکاسی۔ (internal reflection)

   (د) ریفلیکشن اور ریفریکشن دونوں (reflection and refraction both)۔

2. بائپزم مداخلت کے تجربے میں روشنی کے منبع کی نوعیت کیا ہے؟

   (ا) نقطہ ماخذ (Point Source)　　(ب) توسیعی ذریعہ (Extended Source)

   (ج) تنگ درار (Narrow Slit)　　(د) ایک سے زیادہ ماخذ (Multiple source)

3. روشنی کے دو منبع کو مربوط کہا جاتا ہے جب دونوں ایک جیسی روشنی کی لہریں نکالتے ہیں۔

   (ا) رفتار اور مرحلہ (Speed and Phase)

(ب)طول و عرض اور مرحلہ (Amplitude and phase)

(ج)طول موج اور مسلسل مرحلے کا فرق (Wavelength and constant phase difference)

(د)طول موج اور شدت (Wavelength and intensity)

4. میدان میں ایک نقطہ اور بعد کے وقت میں میدان میں ایک ہی نقطہ کے درمیان ارتباط کس نام سے جانا جاتا ہے۔

(ا)ربط (Coherence) (ب)وقتی ربط (Temporal Coherence)

(ج)مقامی ربط (Spatial Coherence) (د)ان میں سے کوئی نہیں (None of these)

5. فریسنل کا بائپرزم _____ کے تقسیم پر مبنی ہے

(ا)طول و عرض (Amplitude) (ب)ویو فرنٹ (Wavefront)

(ج)جھکاؤ (Inclination) (د)موٹائی (Thickness)

6. بائپرزم میں جب سفید روشنی کا استعمال کرتے ہوئے کنارے حاصل کیے جاتے ہیں، تو مرکزی سفید کنارے کو _____ کے نام سے جانا جاتا ہے۔

(ا)پہلا آرڈر (First order) (ب)قریب ترین آرڈر (Nearest order)

(ج)صفر آرڈر (Zero order) (د)دوسرا آرڈر (Second order)

2.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. روشنی کے دو مربوط شہتیر کی نتیجے میں شدت کے لیے ایک اظہار اخذ کریں جو سپر امپوزڈ ہیں؟
2. بائپرزم کی تعمیر اور کام کی وضاحت کریں؟
3. فریسنل کے بائپرزم اور لائیڈ کے آئینے کے ذریعہ تیار کردہ مداخلت کے کنارے کے درمیان کیا فرق ہے؟

2.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. بائپرزم کی تعمیر اور کام کی وضاحت کریں؟ بائپرزم کے تجربے میں آپ صفر آرڈر کے (مرکزی) کنارے کو کیسے تلاش کریں گے؟
2. فریسنل کے بائپرزم اور لائیڈ کے آئینے کے ذریعہ تیار کردہ مداخلت کے کنارے کے درمیان کیا فرق ہے؟
3. آپ سفید روشنی کے منبع کا استعمال کرتے ہوئے رنگین کنارے حاصل کرنے کے لیے Lloyd کے آئینے کے انتظام کو کیسے تبدیل کریں گے؟

2.8.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. ایک بائپرزم سلٹ سے 5 سینٹی میٹر اور سکرین سے 75 سینٹی میٹر کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ بائپرزم طول موج $5890A^0$ کی سوڈیم روشنی سے روشن ہوتا ہے۔ کنارے کی چوڑائی 424×10^{-2} سینٹی میٹر دیکھی جاتی ہے۔ دو مربوط ذرائع کے درمیان فاصلے کا حساب لگائیں؟
2. لہر کی لمبائی $5450A^0$ کی یک رنگی روشنی کے ساتھ ایک بائپریزم فارم مداخلت کے کنارے۔ مداخلت کرنے والے بیم میں سے ایک کے راستے میں اضطراری انڈیکس 1.5 کی پتلی شیشے کی پلیٹ متعارف کرانے پر، مرکزی کنارے اس پوزیشن پر منتقل ہو جاتا ہے جس پر پہلے 6 روشن کنارے کا قبضہ تھا۔ پلیٹ کی موٹائی معلوم کریں؟

اکائی 3۔ تداخل بسبب انقسام حیطہ

(Interference Due to Difference Amplitude)

اکائی کے اجزا

3.0	تمہید
3.1	مقاصد
3.2	اسٹوکس کا عکاسی پر فیز چینج کا تجزیہ
3.3	پتلی فلموں میں مداخلت
3.4	نیوٹن کے حلقے
3.5	حل شدہ مثالیں
3.6	اکتسابی نتائج
3.7	کلیدی الفاظ
3.8	نمونہ امتحانی سوالات
3.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
3.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
3.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
3.8.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

3.0 تمہید (Introduction)

ہمیں معلوم ہے کہ یک لونی نور اور ہم تال وہ دو اہم شرائط ہیں جو مستقل تداخل کے نمونے کے لیے درکار ہوتے ہیں۔ اس اکائی میں ہم مہین جھلیوں میں استعمال ہونے والے حیطہ کی تقسیم کے ذریعہ تداخل کے طریقہ کار پر تبادلہ خیال کریں گے۔

آپ نے قوس قزح (Rainbow) کے خوبصورت رنگ دیکھے ہوں گے یہ رنگ صابن کے بلبلوں اور تیل کی پتلی جھلیوں میں بھی نظر آتے ہیں۔ بارش کے بعد، آپ نے رنگین عکس دیکھے ہوں گے جو اکثر ٹھرے پانی میں نظر آتے ہیں۔ کیا آپ نے کبھی سوچا ہے کہ یہ رنگ نظر آنے کا کیا سبب ہوتا ہے؟ جب روشنی کی موج مہین جھلی پر پڑتی ہے تب اوپری سطح سے منعکس ہونے والی موج اور نچلی سطح سے منعکس ہونے والی موج کے درمیان تداخل ہوتا ہے جس سبب سے خوبصورت رنگ نظر آتے ہیں۔ آیئے اس عمل کو اس اکائی میں مزید تفصیل سے سمجھتے ہیں۔



مہین جھلیوں پر نظر آنے والے مختلف رنگ
شکل (3.1)

3.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد، آپ کو اس قابل ہونا چاہیے۔

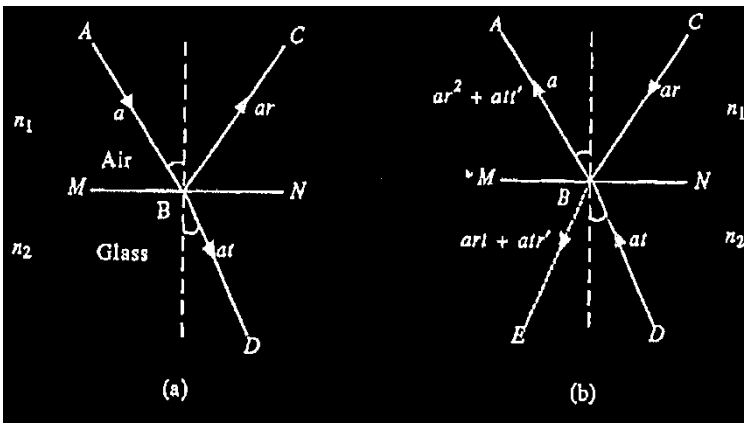
- آپ ثابت کر سکیں گے کہ جب روشنی کی موج کسی کثیف واسطے کی سطح پر منعکس ہوتی ہے تب r کی ہیت میں تبدیلی ہوتی ہے۔
- ایک مہین جھلی (Thin Film) کے ذریعہ تیار کردہ تداخل کے نمونہ کہ منبع کی وضاحت کر سکیں گے۔
- مہین فانہ نما (Wedge-Shaped) جھلی سے حاصل کردہ تداخل کی تشکیل، بناوٹ اور مقام کی وضاحت کر سکیں گے۔

- آپ وضاحت کر سکیں گے کہ کس طرح نیوٹن کے حلقے استعمال کرتے ہوئے روشنی کے طول موج کا تعین کر سکتے ہیں۔
- وضاحت کر سکیں گے کہ ایک مناسب مادہ کی باریک ملمع کاری (کوٹنگ) شیشے کی سطح سے روشنی کے انعکاس کو کیوں کم کرتی ہے۔
- مساوی میلان رکھنے والے پٹیاں (فرِنج) اور مساوی موٹائی رکھنے والے پٹیاں (فرِنج) کے درمیان فرق کر سکیں گے۔

3.2 اسٹوکس کا عکاسی پر فیز چینج کا تجزیہ (Stoke's Analysis of the Phase Change due to Reflection)

دواسطوں کے درمیان سطح اتصال پر روشنی کے انعکاس کے سبب ہیت کی تبدیلی کا جائزہ لینے کے لیے، اسٹوکس نے آپٹیکل ریورسیبلٹی (Reversibility) کا اصول استعمال کیا۔ یہ اصول بتاتا ہے کہ روشنی کی شعاع، جو منعکس یا منعطف ہوتی ہے، اپنے اصل راستے کو جس راہ سے وہ آئی اُسی راہ سے وہ واپس ہو سکتی ہے، اگر اس کی سمت الٹی ہو جائے، بشرطیکہ روشنی کا انجذاب نہ ہو۔

تصویر میں واسطہ 1 اور 2 کو الگ کرنے والی سطح MN کو دکھایا گیا ہے، جس کا نچلا حصہ کثیف ہے۔ فرض کرئے واسطہ 1 ہوا ہے اور دوسرا واسطہ 2 شیشہ ہے۔



شکل (3.2)

روشنی جس واسطہ میں سفر کر رہی ہے اس سے زیادہ انعطاف نما رکھنے والے مادہ سے منعکس ہوتی ہے تب ہیت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

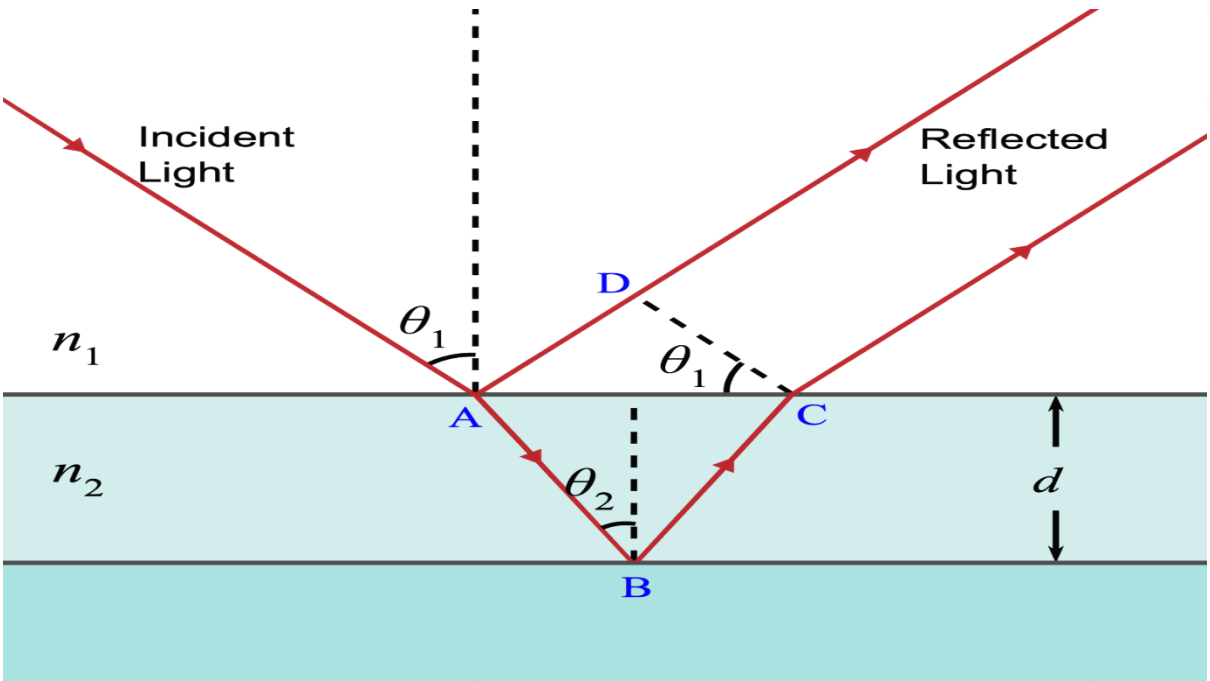
اگر انعکاس اس واسطہ سے کم انعطاف نما رکھنے والے مادہ سے ہوتا ہے جس میں شعاعیں سفر کر رہی ہوتی ہیں تو ہیت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔

3.3 پتلی فلموں میں مداخلت (Interference of Thin Films)

فرض کرتے ہیں کہ ہوا کی طرح کسی لطیف واسطہ سے روشنی کی شعاع پانی پر موجود تیل کی ایک مہین جھلی تک آتی ہے تب جس طرح ہمیں شکل میں نظر آرہا ہے شعاع کا کچھ حصہ مقام A پر منعکس ہوتا ہے اور کچھ حصہ B پر منعکس ہوتا ہے اور پھر C کے مقام سے واپس باہر آتا ہے۔ دو باہر جانے والے روشنی کے beam بیموں میں تداخل ہوتا ہے اور تداخل کا نمونہ تیار ہوتا ہے۔ اس طرح مہین جھلیوں میں حیطہ کہ تقسیم کا سبب بنتا ہے جس سے دو ہم تال تداخل کرنے والے بیم پیدا ہوتے ہیں۔

دریں اثنا، جس قسم کا تداخل ہوتا ہے وہ ان عوامل پر منحصر ہوتا ہے۔

- شعاع وقوع کے طول موج اور زاویہ
- جھلی کی موٹائی
- جھلی کے دونوں طرف موجود مادہ کے انعطاف نما (ریفریکٹیو انڈیکس)
- جھلی کے مادہ کا اشاریہ



شکل (3.3)

منعکس شدہ شعاعوں (1) اور (2) کے درمیان راستے کا جو فرق ہے وہ تداخل کے نمونہ کا تعین کرتا ہے۔

منعکس شدہ روشنی کی شعاعوں میں راستے کا فرق :

شعاع z کے مقام پر ٹکراتی ہے جہاں زاویہ وقوع θ_1 ہوتا ہے اور پھر آگے B کے مقام پر زاویہ θ_2 ہوتا ہے شعاع θ_2 پر منعکس ہوتی ہے۔

AB- AB^n کی نوری راستے کی لمبائی ہے۔

منعکس شدہ شعاعوں (1) اور (2) کے درمیان نوری راستے کا فرق (OPD) ہے۔

OPD= n(AB+BC)−AD

فرض کرتے ہیں کہ جھلی کی موٹائی کو t اور انعطاف نما (ریفریکٹیو انڈیکس) n ہے۔

CD شعاع (1) کے عمود وار ہے۔ اسطرح شعاعوں کا راستہ AB اور BC برابر ہیں۔

$$A\,B = B\,C$$

$$cos\theta_2 = \frac{t}{AB} \quad , AB = \frac{t}{cos\theta_2}$$

$$\theta_1 = \frac{AD}{AC} \quad , AD = AC \times \theta_1$$

$$tan\theta_2 = \frac{AC}{2t} \quad , AC = 2t\ tan\theta_2$$

snell کے قانون سے بھی:

$$\frac{sin\theta_i}{sin\theta_r} = n$$

جہاں (n) ریفریکٹیو انڈیکس ہے۔

لہذا

$$OPD = \frac{2nt}{cos\theta_2} - AC\ sin\theta_1$$

$$OPD = \frac{2nt}{cos\theta_2} - 2nt\ tan\theta_2\ sin\theta_1$$

$$OPD = \frac{2nt(1 - sin^2\theta_2)}{cos\theta_2}$$

$$OPD = \frac{2nt(cos^2\theta_2)}{cos\theta_2}$$

$$OPD = 2nt\ cos\theta_2$$

اس کے علاوہ، ہمیں اس حقیقت کا بھی خیال رکھنا چاہیے کہ شعاع(2)π کے مرحلے میں تبدیلی یا انعکاس کی وجہ سے $\lambda/2$ کے راستے کے فرق سے گزرتی ہے۔

اس لیے کل

$$OPD = 2nt\ cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2}$$

لہذا، تباہ کن مداخلت کے لئے شرط ہے

$$OPD = 2nt\ cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2} = n\lambda$$

جبکہ، تعمیری مداخلت کے لیے

$$OPD = 2nt\ cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2} = (n + \frac{1}{2})\lambda$$

جہاں n = 0, 1, 2, 3

یہاں θ_2 اپورتن(refraction) کا زاویہ ہے۔

اس صورت حال میں پٹیاں (فرنج) لامتناہی مقام پر بنتے ہیں کیونکہ شعاعیں کبھی آپس میں نہیں ملتی ہیں۔

نوٹ، مندرجہ بالا مساوات سے:

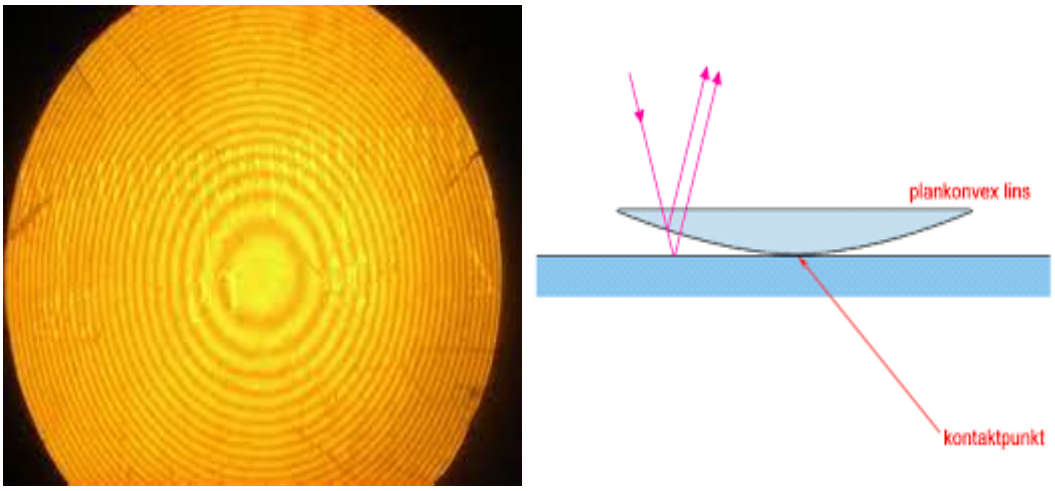
1. اگر جھلی بہت پتلی ہے یعنی t<<λ تو پہلی شرط $\mu t/cosr_2$ قابل نظر انداز ہوتی ہے اور OPD ہمیشہ $\lambda/2$ ہوتا ہے اور تمام نقاط تاریک ہوں گے۔ لہذا، منعکس روشنی میں نظر آنے والی بہت زیادہ پتلی جھلی مکمل تاریک دکھائی دیتی ہے۔ یہ اصول چشموں، کمپیوٹرز کی سکرین، کاروں وغیرہ میں استعمال ہوتا ہے۔

2. اگر جھلی پر سفید روشنی ٹکراتی ہے تب الگ الگ λ کے لیے الگ الگ OPD ہو گی اور r کی مختلف قدروں کے ساتھ جھلی کا رنگ بھی بدل جائے گا۔ اس سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ہم پانی پر اگر تیل کی جھلی ہے یا صابن کے بلبلوں پر ہمیں کثیر رنگ کیوں دیکھتے ہیں جیسا کہ اس باب کے آغاز میں موجود شکل میں دکھایا گیا ہے۔ صابن کے بلبلہ میں روشنی کی موجیں ہوا میں سفر کرتے ہوئے صابن کی جھلی سے ٹکراتی ہیں۔ جھلی میں ہوا کے مقابلے میں بڑا انعطاف نما (یفریکٹیو انڈیکس) ہوتا ہے۔

3. عام واقعات کی صورت میں, r = 90o, cos r = 0 ہو گا اور جھلی ہمیشہ تاریک رہے گی۔
ان خصوصیات کی وجہ سے پتلی جھلیاں بہت سارے آلات میں استعمال ہوتی ہیں۔

3.4 نیوٹن کے حلقے (Newton's Ring)

اب ہم تداخل کی ایک خاص صورت پر غور کریں گے جہاں پر مہین جھلی کی موٹائی میں تبدیلی کرتے ہوئے تداخل کیا جاتا ہے۔ جب مستوی شیشے کی پلیٹ پر ایک plano-convex مستوی محدب عدسہ کو رکھا جاتا ہے جس کی محدب سطح نیچے کی طرف ہوتی ہے اسطرح شیشے کی پلیٹ اور عدسہ کی درمیان ہوا کی جھلی بنتی جسکی موٹائی بڑھتی ہوئی ہوتی ہے۔ اور عدسہ اور پلیٹ کے مس کرنے کہ مقام پر جھلی کی موٹائی صفر ہوتی ہے۔ اس حالت میں اگر یک لونی روشنی کو اس پر دالا جائے اور پھر منعکس ہونے والی روشنی کو دیکھا جائے تو عدسہ اور پلیٹ کے مس کرنے کہ مقام کے گرد ہمیں مرکزی روشن اور تاریک حلقے نظر آتے ہیں اسے نیوٹن کے حلقے کہتے ہیں۔ عدسہ اور پلیٹ کے درمیاں ہوا کی جھلی کے اوپر اور نیچے کی سطحوں سے منعکس ہونے والی موجوں کے درمیان تداخل کی وجہ سے نیوٹن کے حلقے بنتے ہیں۔ چونکہ ہوا کی مساوی موٹائی والے مقامات عدسہ پر ایک دائرہ دار خطہ بناتے ہیں، اس وجہ سے تداخل کا نمونہ pattern حلقوں سے بنا ہوتا ہے جسے نیوٹن کے حلقے کہتے ہیں۔ شیشے کی پلیٹ کے ساتھ عدسہ کے مس کرنے کے مقام پر، ہوا کی جھلی کی موٹائی روشنی کی طول موج کے مقابلے میں کم سے کم ہوتی ہے۔ لہذا، تداخل کرنے والی موجوں کے درمیان والے راستے کا فرق صفر ہوتا ہے،۔ نتیجتاً، مرکزی حصہ میں تداخل کرنے والی موجوں میں مخالفت ہوتی ہیں اور تخریبی تداخل تیار ہوتا ہے۔



نیوٹن کے حلقے (بائیں)، سوڈیم کی روشنی میں نیوٹن کے حلقے کی تشکیل

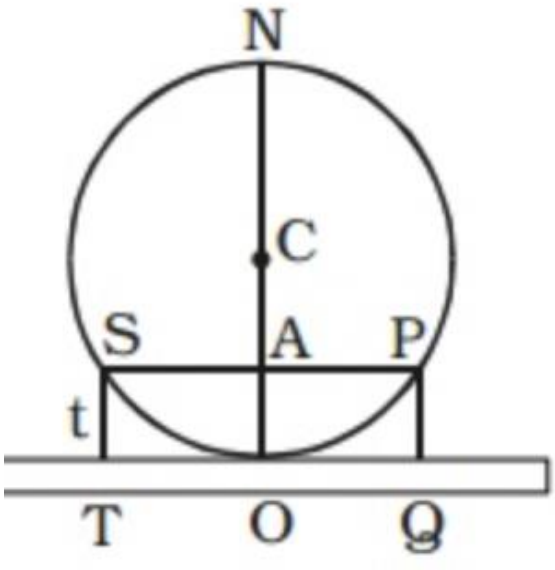
شکل (3.4)

آیئے اب تعمیری اور تخریبی تداخل کے اظہار کے لیے مساوات اخذ کرتے ہیں۔

شکل میں نظر آنے والی یک لونی شعاع وقوع، جس کا کچھ حصہ شیشے اور ہوا کی سطح پر منعکس ہوتا ہے، جسے R_1 کے طور پر ظاہر کیا جارہا ہے جہاں ہیت میں تبدیلی نہیں ہوتی ہے۔ اور دوسرا حصہ عدسہ میں داخل ہوتا ہے، پھر اس سے باہر نکلتا ہے اور پھر منعکس ہوتا ہے جسے R_2 کے طور پر ظاہر کیا جارہا ہے جہاں ہیت میں تبدیلی π ہورہی ہے۔ R_1 اور R_2 شعاعوں میں تداخل ہوتا ہے۔ تخریبی تداخل کے بارے میں ہم OPD اسطرح ظاہر کرتے ہیں

$$OPD = 2nt\ cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2} = n\lambda$$

جبکہ، تعمیری مداخلت کے لیے $OPD = 2nt\ cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2} = (n + \frac{1}{2})\lambda$



نیوٹن کے حلقے

شکل(3.5)

مندرجہ بالا اعداد و شمار میں، ہم ایک دوسرے کو ملانے والے chords (NA اور SP) کے تھیورم کا اطلاق کریں گے۔ وہ نقطہ A پر ایک دوسرے کو کاٹتے ہیں۔

$$NA \times AO = SA \times AP$$

لینس کو گھماؤ R کا رداس ہونے دیں اور ایئر فلم کی موٹائی t ہونے دیں۔

لہذا $SA = AP = r_n$ اور $AO = t$، $NA = 2R - t$

جہاں $n^{th} r_n$ رنگ کا نصف قطر radius ہے۔

$(2R-t)t = 2Rt-t^2 = r_n^2$

چونکہ t^2 بہت چھوٹا ہے، ہم اسے نظر انداز کرتے ہیں۔

$2Rt = r_n^2$

جیسا کہ ہماری سابقہ مساوات میں،

$$2t = \frac{r_n^2}{R}$$

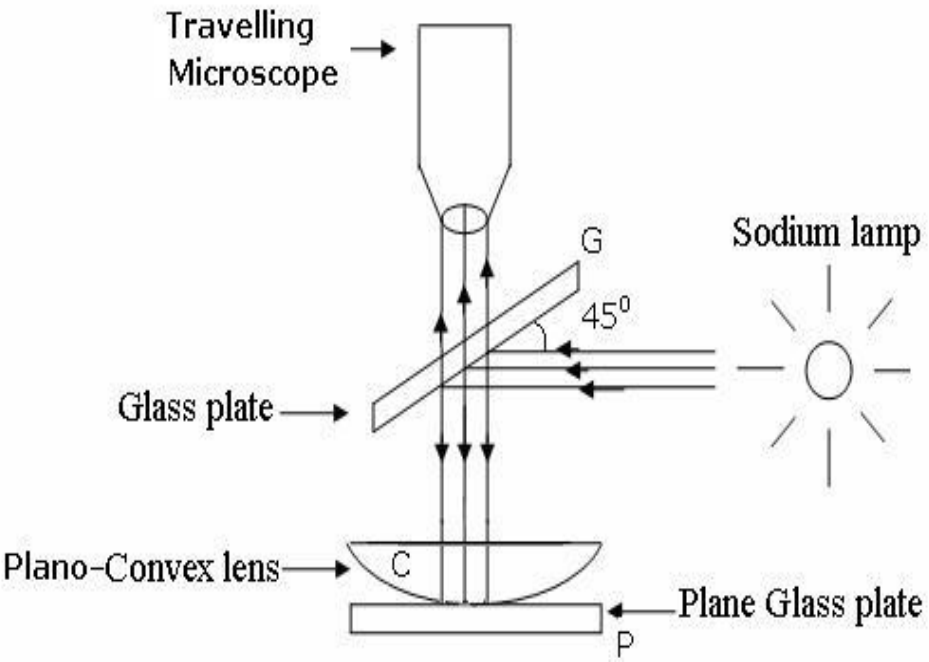
اندھیرے کی شرط کے مطابق

$2t = n\lambda$

$r_n^2 / R = n\lambda$

$r_n^2 = n\lambda R$

$$r_n = \sqrt{n\lambda R}$$



تجربہ گاہ میں نیوٹن کے حلقوں کہ حصول کے لیے آلات کی ترتیب

شکل(3.6)

ہم دیکھتے ہیں کہ حلقوں کا radius نصف قطر n کی جذر کی قدر کے ساتھ کم ہوتا ہے، جبکہ R اور λ مستقل ہیں۔

تجربہ گاہ میں نیوٹن کے حلقوں کو روشنی کی طول موج کی پیائش کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ جس کے لئے یک لونی منبع نور (جیسے سوڈیم) اور سیار خرد بین (Travelling Microscope) کو استعمال کرتے ہیں۔

اس کا ایک استعمال عدسہ اور شیشے کی پلیٹ کے درمیان فانہ نما (Wedge-Shaped) کی شکل والی جھلی میں موجود کسی شفاف حالت مائع میں موجود واسطہ کے انعطاف نما (ریفریکٹیو انڈیکس) کو معلوم کرنے کے لیے بھی کیا جاسکتا ہے۔ اگر ایک رنگ کے بجائے سفید روشنی کو استعمال کیا جائے تو، عدسے رنگین تداخل پیدا کرتا ہے، کیونکہ تداخل طول موج پر منحصر ہوتی ہے۔

3.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

4×10^{-5} سینٹی میٹر موٹائی کی ایک پتلی فلم اس کی سطح پر عام سفید روشنی سے روشن ہوتی ہے (r = 0) اس کا ریفریکٹیو انڈیکس 1.5 ہے۔ منعکس روشنی میں پتلی فلم کس رنگ کی نظر آئے گی؟

حل:

فلم سے منعکس ہونے والی روشنی کی تعمیری مداخلت کی شرط ہے۔

$2nt \cos \theta_1 + \lambda/2 = (n + ½) \lambda$ جہاں n = 0,1,2۔

یہاں $t = 4 \times 10^{-5}$ سینٹی میٹر اور n = 1.5; r = 0، (چونکہ روشنی عام طور پر گرتی ہے) تاکہ $\cos\theta_2 = 1$

n = 0, 1, 2, 3 لینے سے ہمیں ملتا ہے۔

$\lambda = 4800A^0$ (نیلا)

حل شدہ مثال 2

چھٹے تاریک اور چھٹے روشن کا نصف قطر (radius) تلاش کریں۔

جب $\Delta = \pi$، مرکزی کنارے سیاہ ہوتا ہے؟

حل:

m = 0 کے لیے؛ مرکزی اندھیرا

m = 1 کے لیے؛اندھیرا ہے۔

m = 0 کے لیے;روشن ہے۔

m = 1 کے لیے;دوسرا روشن۔

6^{th} سیاہ کنارے کے لئے

$2nt = 6\lambda$ -------1

$2t = r_m^{\,2} / R = 6\lambda$---------2

$n \times r_m^{\,2} / R = 6\lambda$,

n = 1،

$$r_m = \sqrt{6\lambda R}$$

$$r_6 = \sqrt{6 \times 500 \times 10^{-9} \times 1}$$

$$r_6 = \sqrt{3000 \times 10^{-9} \times 1}$$

R_m =1.73 ملی میٹر

چھٹے روشن کے لیے:

m = 5،

$2nt = (m + ½)\lambda$

$2t = (5 + ½)\lambda$

$$r_m^{\,2} = \sqrt{\frac{11}{2} \times 500 \times 10^{-9} \times R\frac{1}{m}}$$

$r_{m^2} = \pi \times 250 \times 10^{-9}$

$= 275 \times 10^{-8}$

$r_m = 16.2 \times 10^{-4}$,

r_m =1.62 ملی میٹر

حل شدہ مثال 3

نیوٹن کے حلقے میں 10ویں روشن حلقے کا قطر 1.4 سے 1.27 سینٹی میٹر تک بدل جاتا ہے کیونکہ عینک اور شیشے کی پلیٹ کے درمیان سیال(liquid) متعارف کرایا جاتا ہے۔ سیال کا اضطراری انڈیکس(refractive index) تلاش کریں؟

حل:

nthروشن حلقے کا قطر اس مساوات سے پتہ چلتا ہے۔

$$\frac{\mu {D_n}^2}{4R} = \frac{(2n-1)\lambda}{2}$$

ایئر فلم کے لیے:

$$4R = \frac{\frac{(2n-1)\lambda}{2}}{2^{1.4} \times 1}$$

سیالfiImکے لیے:

$$\mu \times \frac{1.27^2}{4R} = \frac{(2n-1)\lambda}{2}$$

$$1 \times \frac{1.4^2}{4R} = \mu \times \frac{\frac{1.27^2}{2}}{R}$$

$$\mu = \frac{1.4^2}{1.27^2} = 1.215$$

$$\mu = 1.215$$

حل شدہ مثال4

ہموار شیشے کی پلیٹ اور محدب لینس کے درمیان سوڈیم کی روشنی سے بننے والے نیوٹن کے حلقے عام طور پر دیکھے جاتے ہیں۔ سیاہ رنگ کی حلقے کی ترتیب کیا ہو گی جس کا قطر20ویں سیاہ رنگ سے دوگنا ہو گا۔

حل:

ہم جانتے ہیں کہ $D_n^{\ 2} = 4n \lambda R$

$$D_n^{\ 2} = 4n\lambda R$$

دیئے گئے مسئلے کے مطابق،

$D_{20}^{\ 2} = 4 \times 20 \times \lambda R$

$$D_{20}^{\ 2} = 4 \times 20 \times \lambda R$$

آیئےnگہرے رنگ کے حلقے کی ترتیب ہے جس کا قطر20ویں سیاہ رنگ کے قطر سے دوگنا ہے، یعنی اس سیاہ رنگ کے لیے قط2 $D_{20}^{\ 2} - 20$ ہے۔ اس لیے

$$2D_{20}{}^2 = 4n\lambda R$$

$2D_{20}{}^2 = 4n\,\lambda\,R$

مساوات(1)اور(2)سے

$$\frac{2D_{20}{}^2}{D_{20}{}^2} = \frac{n}{20}$$

$$\frac{80}{20} = 4 = n$$

$$n = 4$$

حل شدہ مثال5

سفید روشنی عام طور پر0.40μm موٹائی اور اضطراری انڈیکس1.4 کی صابن کی بلبلے والی(Soap Bubble)فلم پر واقع ہوتی ہے۔کون سی طول موج روشن کنارے کا سبب بن سکتی ہے۔

حل:

روشن کنارے کے لئے،پتلی فلموں کی وجہ سے،شرط ہے

$$\mu t \cos r = \frac{(2n+1)\lambda}{2 \times 2}$$

جہاں n=0,1,2,3

یا

$$\mu t \frac{4\cos r}{2n+1} = \lambda$$

یہاں$\mu = 1.4$ اور$r = 0$ اور$t = 0.40\mu m$

$$\lambda = 4 \times 1.4 \times 0.40 \times \frac{10^{-6}}{2n+1} = \frac{2.24 \times 10^{-6}}{2n+1} m$$

$n = 0$کے لیے;$\lambda = 2.24 \times 10^{-6}$ میٹر

$n = 1 \;:\; \lambda = 0.74 \times 10^{-6}$ میٹر

$n = 2 \;:\; \lambda = 0.74 \times 10^{-6}$ میٹر

3.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- دواسطوں کے درمیان سطح اتصال پر روشنی کے انعکاس کے سبب ہیت کی تبدیلی کا جائزہ لینے کے لیے، اسٹوکس نے آپٹیکل ریورسیبلٹی (Reversibility) کا اصول استعمال کیا۔ یہ اصول بتاتا ہے کہ روشنی کی شعاع، جو منعکس یا منعطف ہوتی ہے، اپنے اصل راستے کو جس راہ سے وہ آئی اُسی راہ سے وہ واپس ہو سکتی ہے، اگر اس کی سمت الٹی ہو جائے، بشرطیکہ روشنی کا انجذاب نہ ہو۔
- چونکہ ہوا کی مساوی موٹائی والے پوائنٹس لینس پر ایک دائرہ دار خطہ بناتے ہیں، مداخلت کا نمونہ حلقوں سے بنا ہوتا ہے اور اسے نیوٹن کے حلقے کہتے ہیں۔

3.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

- نیوٹن کے حلقے: چونکہ ہوا کی مساوی موٹائی والے پوائنٹس لینس پر ایک دائرہ دار خطہ بناتے ہیں، مداخلت کا نمونہ حلقوں سے بنا ہوتا ہے اور اسے نیوٹن کے حلقے کہتے ہیں۔
- تداخل، Interference
- مہین جھلی، Thin Film
- مرکزی تاریک Central Dark
- مرکزی روشن، central Bright

3.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

3.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. نیوٹن کے حلقے کیا ہیں؟
2. تجرباتی ترتیب میں 45 درجہ رکھنے والے مائل مستوی شیشے کا کیا کام ہے؟
3. اگر ہم چھوٹے نصف قطر کے منحنی عدسہ کا استعمال کریں تو حلقوں کی جسامت پر کیا اثر ہوتا ہے؟
4. اگر ہم سوڈیم لائٹ کے بجائے سفید روشنی استعمال کریں تو کیا ہوگا؟
5. اگر ہم عدسہ اور شیشے کے درمیان پانی داخل کریں تو کیا ہوگا؟
6. نیوٹن کے حلقوں کی تشکیل کا طریقہ عمل کیا ہے؟
7. نیوٹن کے حلقے دائروی شکل کے کیوں ہوتے ہیں؟
8. حلقوں کا مرکزی حصہ تاریک کیوں ہوتا ہے؟
9. تداخل سے کیا مراد ہے؟

3.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. وضاحت کرئے کہ ایک مہین جھلی سے سفید روشنی میں مختلف رنگ کیوں نظر آتے ہیں؟
2. نیوٹن کے حلقے کے تجربے میں منعکس شدہ شعاعوں کے درمیان راستے کا فرق حاصل کرئے؟
3. منعکس اور منعطف روشنی کی صورت میں بننے والے نیوٹن کے حلقوں میں فرق کی وضاحت کرئے؟
4. نیوٹن کے حلقے کیا ہیں؟
5. نیوٹن کے حلقے کے تجربے میں تاریک اور روشن حلقوں کے شرائط معلوم کرئے؟

3.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ایک مہین جھلی سے بننے والے روشن اور تاریک پٹیوں کی تشکیل پر بحث کرئے۔ وضاحت کرئے کہ سفید روشنی میں مہین جھلی کے ذریعے مختلف رنگوں کیوں ظاہر ہوتے ہیں؟
2. فانہ نماwedge-shaped جھلی میں تداخل کی پٹیوں کی تشکیل کی وضاحت کرئے۔ روشن اور تاریک پٹیوں، اور پٹیوں کی چوڑائی کے لیے شرط حاصل کرئے؟
3. نیوٹن کے حلقے کیا ہیں؟ نیوٹن کے حلقوں کے تجربے کے لیے شعاعی خاکہ بنائیے۔ روشن اور تاریک حلقوں کا قطر معلوم کریئے؟

3.8.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. ایک یک رنگی روشنی کی شعاع جس کا طول موج $5890A^0$ اور جسکا انعطاف نما 1.50 ہے ایک پتلی شیشے کی پلیٹ پر ٹکراتا ہے جس میں شیشے کی پلیٹ پر زاویہ انعطاف 60 ہے۔ پلیٹ کی اقل ترین موٹائی معلوم کرئے جس سے انعکاس کے بعد تاریکی نظر آئے؟
2. روشنی جسکا طول موج $(\lambda)5000$ ہے۔ صابن کی جھلی پر جس کا انعطاف نما 1.33 ہے 60^0 ڈگری کہ زاویہ سے ٹکراتی ہے جب منعکس روشنی کا مشاہدہ کیا جاتا ہے تب ایک تاریک بینڈ نظر آتا ہے۔ اگر جھلی کی موٹائی $1\mu m$ ہے، تو فرینج ڈارک بینڈ کا درجہ معلوم کرئے؟
3. نیوٹن کے حلقے کے تجربے میں 5ویں اور 12ویں تاریک حلقوں کا قطر 0.42 سینٹی میٹر اور 0.726 سینٹی میٹر ہے۔ منحنی مستوی محدب عدسہ کا نصف قطر 2.00m ہے۔ روشنی کے منبع کی طول موج کو معلوم کرئے؟
4. نیوٹن کے حلقے کے تجربے میں منبع نور جسکا طول موج $5890A^0$ ہے استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر مستوی محدب عدسہ جس کا قطر 2 میٹر ہے اور شیشے کی پلیٹ اور مستوی محدب عدسہ کے درمیان پانی بھرا ہوا ہے۔ 5ویں تاریک حلقہ کے قطر کو معلوم کرئے؟

اکائی 4۔ انٹرفیرومیٹر

(Interferometer)

اکائی کے اجزا

4.0	تمہید
4.1	مقاصد
4.2	مائیکلسن انٹرفیرومیٹر
4.3	یک رنگی روشنی کی طول موج کا تعین
4.4	حل شدہ مثالیں
4.5	اکتسابی نتائج
4.6	کلیدی الفاظ
4.7	نمونہ امتحانی سوالات
4.7.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
4.7.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
4.7.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
4.7.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

4.0 تمہید (Introduction)

روشنی کی مداخلت اور کنارے کے نمونوں کا فائدہ اٹھانے کے لیے ڈیزائن کیا گیا ایک آلہ جو آپٹیکل راستے کے فرق کے نتیجے میں، مختلف طریقوں میں سے کسی ایک میں سے استعمال کیا جاتا ہے، آپٹیکل انٹرفیرومیٹر کہلاتا ہے۔ اس یونٹ میں، ہم مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کے کام کی وضاحت کرینگے۔

روشنی کے دو مربوط شہتیروں کے درمیان مداخلت حاصل کرنے کے لیے، ایک انٹرفیرومیٹر ایک ابتدائی بیم کو دو یا زیادہ حصوں میں تقسیم کرتا ہے جو متنوع نظری راستوں پر سفر کرتا ہے اور پھر مداخلت کا نمونہ تیار کرنے کے لیے ایک دوسرے سے ملتے ہے (سپر پوز کرتے ہے)۔ انٹرفیرومیٹرز کو وسیع پیمانے پر درجہ بندی کرنے کا ایک معیار اس طریقے کو الگ کرتا ہے جس میں ابتدائی بیم کو الگ کیا جاتا ہے۔ ویو فرنٹ ڈویژن انٹرفیرومیٹر روشنی کے مربوط شہتیر کے ایک ہی ویو فرنٹ کے نمونے کے حصے بناتا ہے، جیسا کہ ینگ کے ڈبل سلٹ، لائیڈز مرر یا فریسنل کے بائپریزم ترتیب کے معاملے میں

Amplitude-division interferometers، اس کے بجائے، کچھ قسم کے beam-splitter کا استعمال کرتے ہیں جو ابتدائی بیم کو دو حصوں میں تقسیم کرتا ہے۔ مائیکلسن انٹرفیرومیٹر اس قسم کا ہے۔ عام طور پر، بیم کی تقسیم کا انتظام نیم عکاسی کرنے والی دھاتی فلم کے ذریعے کیا جاتا ہے۔ اس انٹرفیرومیٹر میں، دو مداخلت کرنے والے شہتیروں کو بڑے پیمانے پر الگ کیا جاتا ہے، اور ان کے درمیان راستے کا فرق اپنی مرضی سے آئینے کو حرکت دے کر یا کسی ایک شہتیر میں ریفریکٹنگ میٹریل متعارف کروا کر مختلف ہو سکتا ہے۔ نظری راستے کو تبدیل کرنے کے ان دو طریقوں سے مطابقت رکھتے ہوئے، اس انٹرفیرومیٹر کے اہم اطلاقات ہیں، جن کا ہم اس یونٹ میں مطالعہ کریں گے۔

درجہ بندی کا ایک اور ذریعہ ہے جو ان انٹرفیرومیٹرز کو ممتاز کرتا ہے جو دو شہتیروں کی مداخلت سے کام کرتے ہیں، جیسا کہ مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کے معاملے میں، اور وہ جو ایک سے زیادہ شعاعوں کے ساتھ کام کرتے ہیں، جیسا کہ فیبری-پیروٹ انٹرفیرومیٹر میں۔ انٹرفیرومیٹر۔ ایک سے زیادہ بیم کی مداخلت میں بہت زیادہ حل کرنے کی طاقت ہوتی ہے، اور، اس لیے، بہترین ریزولوشن سپیکٹروسکوپی میں استعمالات تلاش کریں۔

4.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی کے مطالعہ میں ہم مندرجہ ذیل چیزوں پر تعبر کریں گے۔

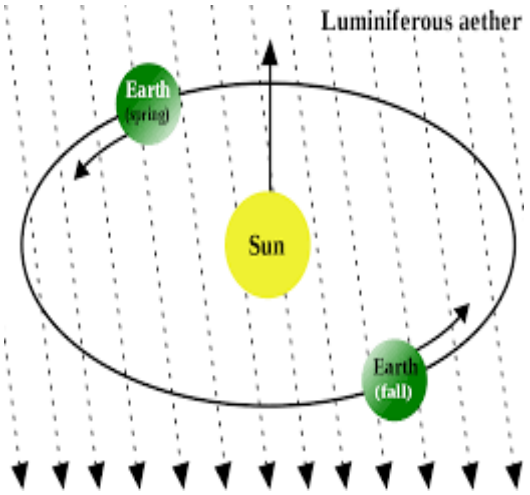
- مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کو وضاحت کریگیں۔
- کنارے کی شکل کا خیال، گول کنارے، سیدھے کنارے کیا ہے۔
- طول موج کا تعین، طول موج کا فرق معلوم کر سکیں گے۔
- ریفریکٹیو انڈیکس اور کناروں کی مرئیت کو وضاحت کریگیں۔

- خلاصہ
- اختتامی سوالات
- جوابات اور حل

4.2 مائیکلسن انٹرفیرومیٹر (Michelson Interferometer)

یہ مختلف شکلوں کے مداخلت کے کنارے حاصل کرنے کے لیے ایک بہترین آلہ ہے جس میں آپٹکس میں متعدد ایپلی کیشنز ہیں۔ یہ آئینے اور بیم سپلٹر کے انتظامات کو استعمال کرتا ہے۔

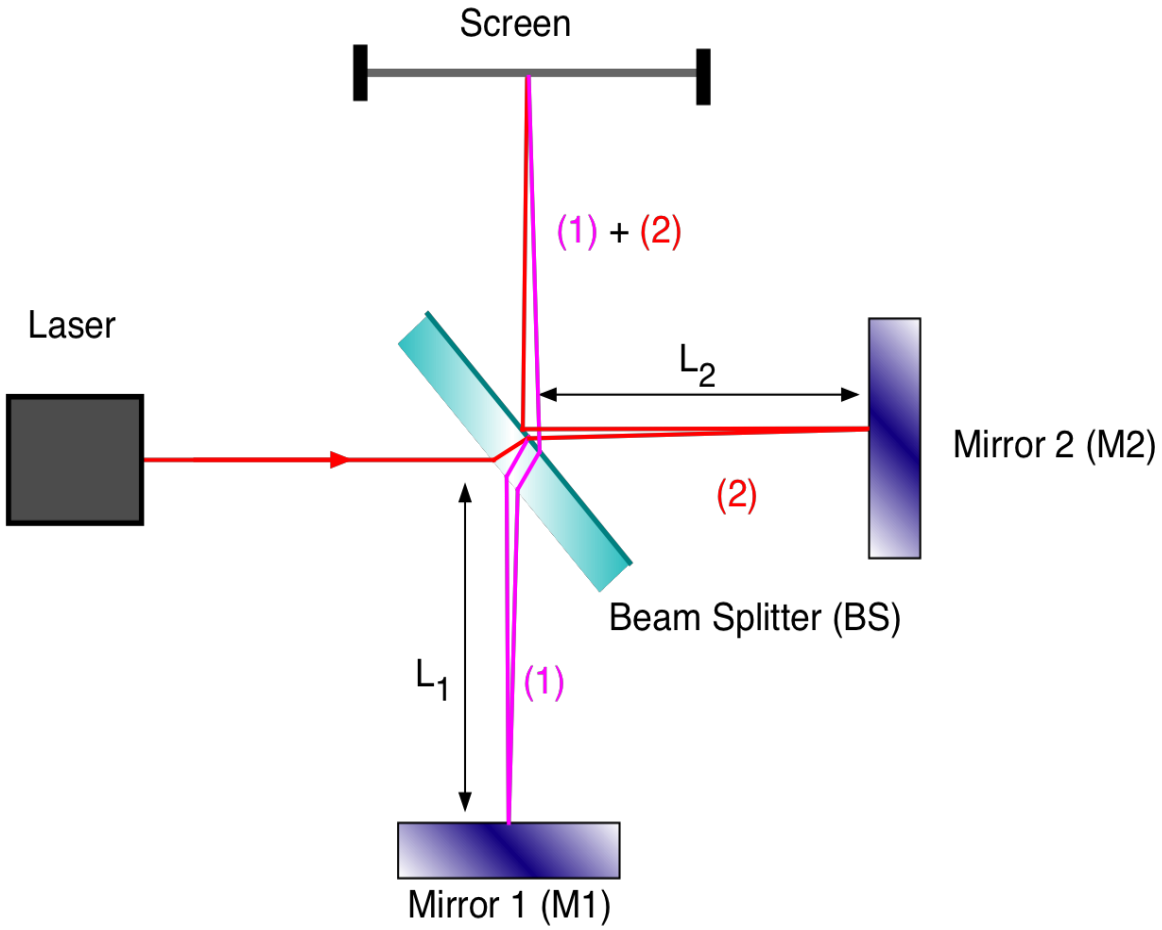
مائیکلسن انٹرفیرومیٹر تاریخی طور پر ایتھر کا مطالعہ کرنے کے لیے ڈیزائن کیا گیا تھا جو وہ فرضی ذریعہ تھا جس میں زمین سورج کے گرد گھومتی تھی۔



خلا میں ایتھر

شکل (4.1)

یہ ایک حساس بصری (آپٹیکل) آلہ تھا جو روشنی کے دو باہمی کھڑے سمتیوں میں حرکت کرنے کے لیے نظری راستے کی لمبائی کا موازنہ کرتا ہے۔ مائیکلسن نے استدلال کیا کہ، اگر روشنی کی رفتار مجوزہ ایتھر کے حوالے سے مستقل ہے، جس کے ذریعے زمین حرکت کر رہی ہے، تو اس حرکت کا پتہ زمین کی حرکت کی سمت میں روشنی کی رفتار اور قائمہ زاویوں پر روشنی کی رفتار کا موازنہ زمین کی حرکت کر کے لگایا جا سکتا ہے۔ کوئی فرق نہیں ملا۔ اس کالعدم نتیجہ نے ایتھر تھیوریوں کو سنجیدگی سے بدنام کیا اور بالآخر 1905 میں البرٹ آئن سٹائن کی اس تجویز پر منتج ہوا کہ روشنی کی رفتار ایک عالمگیر مستقل ہے۔



مائیکلسن انٹرفیرومیٹر

شکل(4.2)

انٹرفیرومیٹر دو مستوی آئینوں M_1 اور M_2 اور ایک بیم سپلٹر سے بنا ہے جو آنے والی بیم کو دو کھڑے بیموں میں تقسیم کرتا ہے جو M_1 اور M_2 کے ساتھ عکاسی کے بعد مداخلت کرتے ہیں۔ کنارے حاصل کرنے کے لئے؛ آئینے M_1 اور M_2 ایک دوسرے کے بالکل عمودی بنائے گئے ہیں۔ چونکہ دوربین میں داخل ہونے والی لہریں ایک ہی واقعے کی لہر سے اخذ ہوتی ہیں، اس لیے وہ مربوط ہوتی ہیں، اور اس لیے مداخلت کا نمونہ پیدا کرتی ہیں۔ مداخلت کے کنارے اسکرین پر دیکھے جاسکتے ہیں۔

جب دو بیم دوبارہ جڑتے ہیں تو راستے کا فرق $2d_1-2d_2$ ہے، جہاں $d1(\mathrm{M})$ اور M_1 کے درمیان کا فاصلہ ہے، اور $d_2(\mathrm{M})$ اور M_2 کے درمیان کا فاصلہ ہے۔ فرض کریں کہ یہ راستے کا فرق طول موج کا ایک عددی عدد ہے $m\lambda_0$۔ پھر، تعمیری مداخلت ہوتی ہے اور ماخذ پر نقطہ کی ایک روشن تصویر مبصر پر نظر آتی ہے۔ اب منبع پر کسی دوسرے نقطے سے آنے والی روشنی جس کے دونوں شہتیروں میں راستہ کا یہی فرق ہے وہ بھی تعمیری مداخلت سے گزرتی ہے اور ایک روشن شبیہ پیدا کرتی ہے۔ ان پوائنٹ امیجز کا مجموعہ $m\lambda_0$ کے راستے کے فرق کے مساوی

ایک روشن کنارے ہے۔ جب M_1 کو $\Delta d=\lambda_0/2$ کے فاصلے پر منتقل کیا جاتا ہے، تو یہ راستہ فرق λ_0 سے بدل جاتا ہے اور ہر کنارہ o اس پوزیشن پر چلا جاتا ہے جو پہلے ملحقہ کنارے کے زیر قبضہ تھا۔ نتیجتاً، M_1 کو منتقل کرنے پر ایک مقررہ نقطے سے گزرنے والے m کناروں کی تعداد کو گن کر، ایک مبصر چھوٹے کی نقل مکانی کی پیائش کر سکتا ہے جو طول موج کے ایک حصے تک درست ہیں، جیسا کہ تعلق $D=m\ \lambda_0/2$ سے دکھایا گیا ہے۔

اب، ہم مختلف قسم کے جھالر، جیسے، گول کنارے، مقامی کنارے اور سفید روشنی والے کنارے پر بات کرتے ہیں۔

گول کنارے:

یہ کنارے اس وقت دیکھے جاتے ہیں جب M_1 بالکل M_2 پر کھڑا ہوتا ہے۔ اس صورت حال میں، پلیٹ P_1 سے آئینے M_1 اور M_2 کا فاصلہ مختلف ہو سکتا ہے۔

آیئے آئینے M_1 اور M_2 کی مختلف ممکنہ پوزیشنوں پر غور کریں، اور سمجھتے ہیں کہ گول کنارے کیسے بنتے ہیں۔ اگر دونوں آئینے P_1 کے عقبی چہرے سے یکساں محوری فاصلہ رکھتے ہیں اور اگر وہ ایک دوسرے پر کھڑے ہیں تو تصویر M_1، M_2 کے ساتھ موافق ہے۔ اتفاقی مقام پر، دونوں راستے برابر لمبائی کے ہوتے ہیں۔ اس طرح، ہم توقع کرتے ہیں کہ لہریں ایک دوسرے کو تقویت دیں گی اور زیادہ سے زیادہ تشکیل دیں گی، لیکن ایسا نہیں ہے، مرحلے کی تبدیلی کی وجہ سے، جو صرف بیرونی (ہوا سے شیشے) کی عکاسی پر ہوتی ہے۔ اندرونی (شیشے سے ہوا) کے انعکاس پر کوئی مرحلے میں تبدیلی نہیں ہوتی ہے، اور کوئی بھی ٹرانسمیشن یا ریفریکشن پر نہیں ہوتا ہے۔

(i) روشنی جو M_1 سے آتی ہے اور مبصر کے پاس جاتی ہے جو منعکس ہوتا ہے، ہوا سے شیشے تک، 0 پر، اور تبدیلی سے گزرتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اتفاقی مقام پر کم از کم ہوگا: میدان کا مرکز اندھیرا ہوگا۔

(ii) اب، ہم آئینے میں سے ایک کو حرکت دیتے ہیں۔ اگر آئینہ کو طول موج کے ایک چوتھائی حصے میں منتقل کیا جاتا ہے، $d = \lambda/4$، راستے کی لمبائی (کیونکہ اگر $M_1(d)$ اور M_2 کے درمیان علیحدگی ہے تو $S_1(2d)$ اور S_2 کے درمیان علیحدگی ہے $\lambda/2$، دونوں لہریں مرحلے سے باہر ہو رہی ہیں 180^0 تک، مرحلے کی تبدیلی کی تلافی ہوتی ہے، اور ہمارے پاس زیادہ سے زیادہ ہے۔ آئینہ کو دوسرے سے منتقل کرنے سے؛ $\lambda/4$، کم سے کم، دوسرا $\lambda/4$ اور زیادہ سے زیادہ دیتا ہے۔ اس طرح،

$2d=m\ \lambda$، جہاں $m=0,1,2$، مائیکلسن کی انٹرفیرومیٹر مساوات ہے۔

(iii) اگلا، فرض کریں کہ ہم انٹرفیرومیٹر میں ترچھا نظر آتے ہیں اور ہماری نظر کی لکیر محور کے ساتھ ایک زاویہ a بناتی ہے۔ عام طور پر، دو مستوی M_1 اور M_2 ایک دوسرے کے فاصلے پر ہیں، اور دو ورچوئل امیجز؛ I اور I' میں d_2 سے الگ ہو گئے۔ لیکن ترچھا واقعات کے لیے، نظر کی دو لکیروں کے درمیان راستے کا فرق کم ہو جاتا ہے اور ہمیں ملتا ہے۔

$2d\cos a= m\ \lambda$، جہاں $(m)= 0,1$

دیے گئے آئینے کی علیحدگی d کے لیے، اور ایک دی گئی ترتیب m، طول موج λ اور زاویہ a مستقل ہے۔ بیش ترین (Maxima) دائروں کی شکل میں آنکھ سے آئینے تک کھڑے پاؤں کے گرد پڑے گا۔ اس قسم کے کنارے، جہاں متوازی شہتیر کو جھکاؤ 0 کے زاویہ سے طے شدہ مرحلے کے فرق میں مداخلت کے لیے لایا جاتا ہے، کو مساوی جھکاؤ کے کنارے کہا جاتا ہے۔ ان جھالروں کو ہائیڈ نگر کنارے کے نام سے بھی جانا جاتا ہے۔

مقامی کنارے (سیدھے کنارے):

اگر آئینہ M_1 اور M_2 بالکل متوازی نہیں ہیں، تو آئینے کے درمیان ہوا کی فلم پچر کی شکل کی ہوتی ہے اور ہم سیدھے کنارے حاصل کرتے ہیں۔

سفید روشنی کے کنارے:

اگر سفید روشنی کا ایک ذریعہ استعمال کیا جائے تو، راستے کے فرق کے علاوہ کوئی بھی کنارے نظر نہیں آئے گا کہ یہ کچھ طول موج سے زیادہ نہ ہو۔ ان کناروں کا مشاہدہ کرتے ہوئے، آئینے کو تھوڑا سا جھکا دیا جاتا ہے جیسا کہ مقامی کنارے کے لیے، اور M_2 کی پوزیشن وہاں پائی جاتی ہے جہاں یہ $M_1.W$ کو آپس میں جوڑتا ہے۔

استعمالات:

پیمائش کی تین بنیادی اقسام ہیں جو مائیکلسن انٹرفیرومیٹر سے کی جاسکتی ہیں:

(i) روشنی کی طول موج

(ii) سپیکٹرم لکیروں کی چوڑائی اور عمدہ ساخت

(iii) اضطراری اشاریے۔

جیسا کہ پہلے بیان کیا گیا ہے، جب روشنی کے منبع میں طول موج کا ایک خاص پھیلاؤ موجود ہوتا ہے، تو کنارے غیر واضح ہو جاتے ہیں اور بالآخر راستے کے فرق میں اضافے کے ساتھ غائب ہو جاتے ہیں۔ سفید روشنی کے ساتھ وہ غیر مرئی ہو جاتے ہیں جب d صرف چند طول موج کا ہو، جبکہ سنگل سپیکٹرم لائن کی روشنی کے ساتھ حاصل کردہ دائرہ دار کنارے آئینے کے کئی سینٹی میٹر منتقل ہونے کے بعد بھی دیکھے جاسکتے ہیں۔ لہذا، اس انٹرفیرومیٹر کے ساتھ یہ پیمائش کرنے کے لیے، اسے گول کنارے کے لیے ربط میں لایا جاتا ہے۔

4.3 یک رنگی روشنی کی طول موج کا تعین (Determination of wavelength of monochromatic light)

گول کناروں کے لیے انٹرفیرومیٹر کو ربط میں لانے کے بعد، منظر کے میدان کے مرکز میں روشن جگہ حاصل کرنے کے لیے M_2 کی پوزیشن کو ایڈجسٹ کریں۔ اگر d فلم کی موٹائی اور حاصل شدہ جگہ کی ترتیب ہو، تو ہمارے پاس ہے۔

$2d \cos a = m \lambda$، جہاں $m = 0, 1, \ldots$

لیکن مرکز میں $a = 0$; تاکہ $\cos a = 1$۔ لہذا

$$2d = m \lambda$$

طول موج میں فرق کا تعین:

جب روشنی کے منبع میں دو طول موجیں A ہوتی ہیں، اور ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتی ہیں (جیسے سوڈیم کی D_1 اور D 2 لائنیں)، ہر طول موج اپنے حلقوں کا اپنا نظام بناتی ہے۔ اگر $\lambda_1 > \lambda_2$، فلم کی موٹائی چھوٹی ہے، λ_1 اور λ_2 کی وجہ سے حلقے تقریباً ایک ہی ہیں، کیونکہ 1λ اور 2λ تقریباً برابر ہیں۔ آئینہ M2 دور ہو گیا۔ پھر، λ_1 اور λ_2 کے حلقوں کے درمیان مختلف فاصلہ کی وجہ سے، A_1 کے حلقے بتدریج & سے الگ ہو جاتے ہیں۔

جب ایئر فلم کی موٹائی اس طرح بن جاتی ہے کہ A کے سیاہ حلقے λ_2 کے روشن حلقوں کے ساتھ ملتے ہیں (λ_1 اور λ_2 کی قربت کی وجہ سے، λ_1 کے سیاہ حلقے عملی طور پر λ_2 کی وجہ سے پورے منظر میں روشن حلقوں کے ساتھ ملتے ہیں۔)، حلقوں میں زیادہ سے زیادہ غیر واضح پن ہوتا ہے۔

آئینہ M2 ایک فاصلے سے مزید دور چلا جاتا ہے، کہتے ہیں، x جب تک حلقے نہیں بنتے، سب سے الگ ہونے کے بعد، ایک بار پھر سب سے زیادہ غیر واضح ہو جاتے ہیں۔ واضح طور پر، اس تحریک کے دوران، A کے n کنارے، اور (n + 1) A_2 کے کنارے مرکز میں نمودار ہوئے ہیں (کیونکہ اس کے بعد AI کے سیاہ حلقے دوبارہ A_2 کے روشن حلقوں کے ساتھ ملیں گے)۔ اب، چونکہ آئینہ M_2 کی حرکت اور اس کے نتیجے میں مرکز میں ایک نیا کنارا ظاہر ہوتا ہے، ہمارے پاس

$$x = \frac{n\lambda}{2} = (n+1)\frac{\lambda_2}{2}$$

x= n λ_1/2=(n+1) λ_2/2

$$x = \frac{n\lambda_1}{2} = (n+1)\frac{\lambda_2}{2}$$

$$x = \frac{n\lambda_1}{2} \; and \; (n+1) = \frac{2x}{\lambda_2}$$

$$\frac{2x}{\lambda_2} - \frac{2x}{\lambda_2} = 1$$

$$\frac{2x(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_1\lambda_2} = 1$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2x} = 1$$

چونکہ $\lambda 1 \sim \lambda 2$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda^2}{2x}$$

پتلی پلیٹ کے ریفریکٹیو انڈیکس کا تعین:

اگر کسی مادے کی موٹائی t جس میں انڈیکس آف ریفریکشن p ہوتا ہے انٹرفیرومیٹر میں مداخلت کرنے والے بیموں میں سے کسی ایک کے راستے میں داخل کیا جاتا ہے، تو اس شہتیر میں نظری راستہ اس حقیقت کی وجہ سے بڑھ جاتا ہے کہ روشنی مادے میں زیادہ آہستہ سے سفر کرتی ہے، اور اس کے نتیجے میں، ایک چھوٹا طول موج ہے. آپٹیکل پاتھ اب میڈیم کے ذریعے p ہے، جبکہ یہ عملی طور پر ہوا کی اسی موٹائی کے ذریعے t تھا (μ =1)۔ اس طرح، مادہ کے اندر کی وجہ سے نظری راستے میں اضافہ t (μ - 1) ہے۔

عملی طور پر، شہتیروں میں سے کسی ایک میں شیشے کی پلیٹ ڈالنے سے کنارے کی ایک متواتر تبدیلی پیدا ہوتی ہے تاکہ کنارے کی تعداد کو شمار نہ کیا جا سکے۔ ایک رنگی کناروں کے ساتھ، یہ بتانا ناممکن ہے کہ بے گھر سیٹ میں کون سے کنارے اصل سیٹ میں سے ایک سے مطابقت رکھتا ہے۔ سفید روشنی کے ساتھ، مختلف رنگوں کے کنارے میں نقل مکانی بہت مختلف ہے۔ یہ سیدھے سفید روشنی کے کنارے پیدا کرنے کے لیے انٹرفیرومیٹر کو ایڈجسٹ کرنے کی ضرورت کو واضح کرتا ہے۔ اس طرح ایڈجسٹ کرنے کے بعد، کراس وائر کو رنگین کنارے پر سیٹ کیا جاتا ہے، جو بالکل سیدھا ہوتا ہے۔ دی گئی پلیٹ اب مداخلت کرنے والی لہروں میں سے ایک کے راستے میں ڈالی گئی ہے۔ یہ بیم کے نظری راستے کو t (μ - 1) سے بڑھاتا ہے۔ چونکہ شہتیر پلیٹ کو دوبار عبور کرتا ہے، اس لیے دو مداخلت کرنے والی شہتیروں کے درمیان t(μ - 1)2 کا اضافی راستہ فرق متعارف کرایا جاتا ہے۔ کنارے بدل جاتے ہیں۔ حرکت پذیر آئینہ M_2 کو اس وقت تک منتقل کیا جاتا ہے جب تک کہ کناروں کو ان کی ابتدائی پوزیشنوں پر واپس نہیں لایا جاتا ہے۔ تاکہ رنگین فرینج دوبارہ کراس تار کے ساتھ ہم آہنگ ہو۔ اگر M_2 کی نقل مکانی x ہے۔

$$2x = 2(\mu - 1)t$$

or

$$x = (\mu - 1)t$$

If N be the number of fringes shifted then

$$2(\mu - 1)t = N\lambda$$

اس طرح، t،x کی پیمائش کی جا سکتی ہے اگر μ معلوم ہو، یا اگر t معلوم ہو تو μ کا حساب لگایا جا سکتا ہے۔

یہ طریقہ گیس کے ریفریکٹیو انڈیکس کو تلاش کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ گیس کو مداخلت کرنے والے بیموں میں سے ایک کے محور کے ساتھ ایک خالی ٹیوب میں متعارف کرایا جاتا ہے، اور تجربہ کیا جاتا ہے جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے ۔

4.4 حل شدہ مثالیں(Solved Examples)

حل شدہ مثال1

مائیکلسن انٹرفیرومیٹر میں، جب حرکت پذیر آئینے M_1 کو 0.030 ملی میٹر کے فاصلے سے منتقل کیا جاتا ہے، تو 150 کناروں کی ایک کنارے کی تبدیلی دیکھی جاتی ہے۔ استعمال شدہ روشنی کی طول موج کا حساب لگائیں۔

حل: مائیکلسن انٹرفیرومیٹر میں اگر آئینہ فاصلہ x سے منقطع ہو تو متعلقہ فرینج شفٹ N ہے۔

$$2x = N\lambda$$

یا

$$\lambda = 2x / N$$

$$= 2(0.030) / 150 = 4000A^{o}$$

حل شدہ مثال2

مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر کے متحرک آئینے کی دو لگاتار پوزیشنوں کے درمیان فاصلے کا حساب لگائیں جو سوڈیم کی صورت میں بہترین کنارے دیتا ہے جس میں طول موج کی لکیریں A^0 5890 اور A^0 5896Å ہیں۔

حل: یہاں

$$\lambda_1 = 5896A^0 = 5896 \times 10^{-8}cm$$
$$\lambda_2 = 5890A^0 = 5890 \times 10^{-8}cm$$

پس

$$\lambda_1 - \lambda_2 = (5896 - 5890) \times 10^{-8}cm$$
$$\lambda_1 - \lambda_2 = 6 \times 10^{-8}cm$$

اب

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2x}$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{5896 \times 10^{-8} \times 5890 \times 10^{-8}}{2 \times 6 \times 10^{-8}}$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = 0.02894cm$$

حل شدہ مثال 3

طول موج $5896\ A^0$ کی روشنی سے روشن مائیکلسن انٹر فیرومیٹر میں گول کنارے کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ جب آئینے M_1 اور M_2 کے درمیان راستے کا فرق 0.3 سینٹی میٹر ہوتا ہے تو مرکزی کنارے روشن ہوتا ہے۔ 7 ویں کنارے کے کونیی نصف قطر کا حساب لگائیں؟۔

حل: گول روشن کناروں کے لیے۔

$2d\cos(r) = n\lambda$

مرکز پر $r=0$، پس $2d = n\lambda$ ----------1

یہاں n مرکزی برائٹ فرنج کے آرڈر کے لئے کھڑا ہے۔ جب ہم مرکز سے باہر کی طرف بڑھتے ہیں تو کناروں کی ترتیب کم ہوتی جاتی ہے۔ دوسرا روشن کنارے $(n-1)\wedge(th)$ آرڈر کا ہے۔ تو ساتواں روشن کنارے $(n-6)\wedge(th)$ ترتیب کا ہے۔ مان لیجیے Θ روشن کنارے کا کونیی نصف قطر ہے۔ اس لیے

$2d\cos(\Theta) = (n-6)\lambda$

$2d\cos(\Theta) = 2d - 6\lambda$

$2d(1 - \cos(\Theta)) = 6\lambda$

$\cos(\Theta) = 1 - 6\lambda/2d$

$= 1 - 6 \times 5896 \times 10^{-8} / 2 \times 0.3 = 0.9994$

$\Theta = \cos^{-1}(0.9994) = 2^0$

4.5 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- انٹر فیرومیٹر ایک ایسا آلہ ہے جو مداخلت کے رجحان کی مدد سے راستے کے فرق، کنارے کی چوڑائی، ریفریکٹیو انڈیکس، ایک رنگی روشنی کے منبع کی طول موج اور بہت سے دوسرے پیرامیٹرز کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

- مائیکلسن کے انٹر فیرومیٹر میں، دو کھڑے آئینے کی مدد سے ایک ہوائی فلم بنتی ہے۔ دو آئینے M_1 اور M_2 سے منعکس ہونے والی روشنی آئینے M_1 اور M_2 کے درمیان بننے والی ہوا کی فلم کی اوپری اور نچلی سطح سے منعکس ہونے والی روشنی کے برابر ہے۔
- روشن کناروں کی شرط $2x = n\lambda$ کے طور پر دی گئی ہے۔

جہاں، x= آئینے M_1 کی نقل مکانی، $N = x$ کی نقل مکانی پر کنارے کی شفٹوں کی تعداد، λ= روشنی کی طول موج استعمال کی جاتی ہے۔

- مائیکلسن انٹر فیرومیٹر میں اگر M_1 اور M_2 آئینہ ایک دوسرے کے بالکل کھڑے ہیں، تو کنارے کی شکل گول ہوتی ہے جسے برابر جھکاؤ کے کنارے یا ہائیڈنگر کنارے کہتے ہیں۔ اگر تاہم، دو آئینے ایک دوسرے پر کھڑے نہیں ہیں، تو M_1 اور M_2 کے درمیان بننے والی فلم کی شکل پچر کی شکل کی ہوتی ہے اور کنارے سیدھی لکیر یا مقامی ہوتے ہیں۔
- ایک ماخذ کی دو ہمسایہ طول موج کے درمیان فرق اس طرح دیا گیا ہے۔

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda^2}{2x}$$

- کسی میڈیم کا ریفریکٹیو انڈیکس μ اس سے طے کیا جا سکتا ہے۔

$$2(\mu - 1)t = n\lambda$$

- موٹائی t کا تعین اس سے کیا جا سکتا ہے، $t = \frac{n\lambda}{2(\mu-1)}$

4.6 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **انٹر فیرومیٹر:** مداخلت کے رجحان کی مدد سے راستے کے فرق، کنارے کی چوڑائی، روشنی کی طول موج، ریفریکٹیو انڈیکس وغیرہ کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والا آلہ۔
- **جھکاؤ:** ڈھلوان کی ڈگری، ڈھلوان۔
- **Haidinger fringes:** جھکاؤ کے برابر کے کنارے۔
- **کمپنسیٹنگ پلیٹ:** شیشے کی پلیٹ کی وجہ سے پھیلی ہوئی روشنی میں راستے کے فرق کو پورا کرنے کے لیے مشیلسن انٹر فیرومیٹر میں استعمال ہونے والی پلیٹ۔

4.7 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

4.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. مندرجہ ذیل میں سے کون سے مائیکلسن مورلے کے تجربے کے نتائج میں سے ایک تھے؟

(ا)طبیعات کے تمام قوانین تمام جڑی فریموں میں متغیر رہتے ہیں۔

(ب)روشنی مختلف سمتوں میں مختلف رفتار کے ساتھ پھیلتی ہے۔

(ج)ایتھر کی کوئی قابل مشاہدہ خصوصیات نہیں ہیں۔

(د)خالی جگہ میں روشنی کی رفتار مستقل رہتی ہے۔

2. مائیکلسن مورلے کے تجربے میں استعمال ہونے والا آلہ_____ تھا

(ا)دوربین (ب)سادہ گریٹنگ

(ج)انٹرفیرومیٹر (د)پرزم

3. مائیکلسن مورلے کے تجربے کا نتیجہ توقع کے مطابق تھا۔

(ا) صحیح

(ب)غلط

4. مائیکلسن-مورلے کے تجربے میں کتنی تبدیلی کی توقع تھی؟

(ا)0.01 (ب)0.02

(ج) 0.03 (د)0.04

5. مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کے استعمال سے پیدا ہونے والے مساوی جھکاؤ کے کنارے کو____ کہا جاتا ہے

(ا)مساوی جھکاؤ والے کنارے (ب)مائیکلسن کے کنارے

(ج)ہائیڈ نگر کے کنارے (د)مورلی کے کنارے

6. مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کے تجربے میں کون سا آئینہ M_1 یا M_2 جڑا ہوا ہے؟

(ا)M_1 (ب)M_2

(ج)دونوں جڑے ہیں (د)دونوں حرکت پذیر ہیں

7. پتلی ہوا کی فلم کی موٹائی کو کیسے تبدیل کیا جاسکتا ہے؟

(ا)M_1 آئینے کو حرکت دے کر (ب)M_2 آئینے کو حرکت دے کر

(ج) نیم چاندی والی شیشے کی پلیٹ کو حرکت دے کر (د)شفاف پلیٹ کو حرکت دے کر

8. کس زاویہ پر M_1 اور M_2 آئینہ طے شدہ ہوتا ہے؟

(ا)90ڈگری پر (ب)60ڈگری پر

(ج) لیب کے مطابق پوزیشن تبدیل کریں

(د) اسے عام طور پر 60 ڈگری پر رکھیں لیکن یہ لیب کی صورتحال کے مطابق مختلف ہو سکتا ہے

9. ہوا کی پتلی فلم کہاں بنتی ہے؟

(ا) M_1 اور M_2 کے درمیان (تصویر)

(ب) M_2 اور M_1 کے درمیان (تصویر)

(ج) M_2 پر

(د) دوربین کا آنکھ کے قریب والے سوراخ کا شیشہ جس میں سے دیکھتے ہیں

10. روشنی کی شعاعوں کے درمیان راستے کا فرق معلوم کرنے کے لیے کیا ہم استعمال کرتے ہیں؟

(ا) ایک آئینے سے منعکس ہونے والی روشنی

(ب) دو آئینے سے منعکس روشنی

(ج) دو کرنوں کے درمیان مداخلت

(د) آئینے کے درمیان شیشے کی سلیب بنائیں

4.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کی تعمیر کی وضاحت کریں؟
2. مائیکلسن انٹرفیرومیٹر کے کام کی وضاحت کریں؟
3. کس طرح کا مائیکلسن انٹرفیرومیٹر گول اور سیدھی لائن والے کنارے حاصل کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے؟
4. وضاحت کریں کہ جب ہم آئینہ M_1 کو حرکت دیتے ہیں تو منظر کے میدان میں گول کنارے کیوں بدل جاتے ہیں؟
5. مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر کے نظریہ کی وضاحت کریں؟

4.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. صاف خاکوں کی مدد سے مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر کی تعمیر اور کام کی وضاحت کریں۔
2. وضاحت کریں کہ مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر میں گول کنارے کیسے بنتے ہیں۔ دکھائیں کہ مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر کے ذریعہ حاصل کردہ دائرہ دار کنارے کا نصف قطر قدرتی نمبر کے مربع جڑ کے متناسب ہے۔

4.7.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر میں جب حرکت پذیر آئینے کو0.589mm کے فاصلے سے ہٹایا جاتا ہے، تو منظر کے میدان میں کراس تار کے پار200 کی فرینج شفٹ دیکھی جاتی ہے۔ استعمال شدہ روشنی کی طول موج کا حساب لگائیں؟۔
2. مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر کے ساتھ ہوا کے اضطراری انڈیکس کا تعین کرنے کے ایک تجربے میں، جب ٹیوب سے تمام ہوا ہٹادی گئی تو 150 کنارے کی تبدیلی دیکھی گئی۔ کنارے کو طول موج $4000\ A^0$ کی روشنی سے حاصل کیا گیا تھا۔ اگر ٹیوب کی لمبائی20 سینٹی میٹر ہے تو ہوا کا اضطراری انڈیکس تلاش کریں؟
3. اضطراری انڈیکس1.50 کے شیشے کی ایک شفاف فلم عام طور پر مائیکلسن کے انٹرفیرومیٹر کے مداخلت کرنے والے بیم میں سے ایک کے راستے میں متعارف کرائی جاتی ہے، جو طول موج $4800A^0$ کی روشنی سے روشن ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے اس میدان میں 500 تاریک کنارے جھاڑو دیتے ہیں، فلم کی موٹائی کا تعین کریں؟

اکائی 5۔ انصراف

(Diffraction)

اکائی کے اجزا

5.0 تمہید

5.1 مقاصد

5.2 انصراف

5.3 انصراف کی اقسام

5.4 سنگل سلٹ ڈفریکشن

5.5 ایک سلٹ کی وجہ سے شدت کی تقسیم

5.6 حل شدہ مثالیں

5.7 اکتسابی نتائج

5.8 کلیدی الفاظ

5.9 نمونہ امتحانی سوالات

5.9.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

5.9.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

5.9.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

5.9.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

5.0 تمہید (Introduction)

جب روشنی ان رکاوٹوں یا چھوٹے مہین فلمز پ(Thin Film)ر گرتی ہے جن کا سائز روشنی کی طول موج کے ساتھ موازنہ کیا جاتا ہے، تو سیدھی لکیروں کے پھیلاؤ سے نکل جاتا ہے، روشنی رکاوٹوں یا اپرچرز کے کونوں کے گرد گھومتی ہے اور ہندسی سائے میں داخل ہوتی ہے۔ روشنی کے اس موڑنے کو Diffraction کہتے ہیں۔

5.1 مقاصد (Objectives)

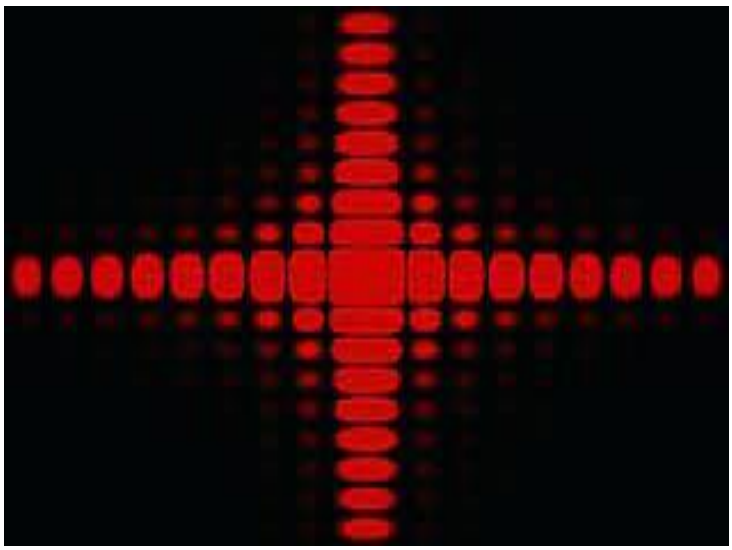
اس اکائی میں ہم مندرجہ ذیل کے بھارے میں سیکھے گے۔

- انکسار کا مشاہدہ: کچھ آسان تجربات کر سکیں۔
- ایک انصراف پیٹرن کی قیمت معلوم کر سکیں گے۔
- فریسنل اور فراون ہوفرڈ فریکشن کے درمیان فرق سیکھیں گے۔
- سنگل سلٹ سے انکسار: پوائنٹ سورس مشاہدہ شدہ پیٹرن معلوم کر سکیں گے۔
- شدت کی تقسیم کا حساب کر سکیں گے۔

5.2 انصراف(Diffraction)

جب روشنی ان رکاوٹوں یا چھوٹے مہین فلمز پر گرتی ہے جن کا سائز روشنی کی طول موج کے ساتھ موازنہ کیا جاتا ہے، تو سیدھی لکیروں کے پھیلاؤ سے نکل جاتا ہے، روشنی رکاوٹوں یا اپرچرز کے کونوں کے گرد گھومتی ہے اور ہندسی سائے میں داخل ہوتی ہے۔ روشنی کے اس موڑنے کو Diffraction کہتے ہیں۔ روشنی کا انصراف ایک ہی ویو فرنٹ پر مربوط ذرائع سے لہروں کے سپر پوزیشن کا نتیجہ ہے جب ویو فرنٹ کسی رکاوٹ یا مہین فلم کے ذریعہ مسخ یا ٹوٹ جاتا ہے۔ فریسنل کے مطابق، انصراف کا رجحان ویو فرنٹ میں مختلف پوائنٹس سے پیدا ہونے والے ثانوی ذرائع کی باہمی مداخلت کی وجہ سے ہے جو کسی رکاوٹ یا اپرچر کی وجہ سے مسخ ہو گیا ہے۔

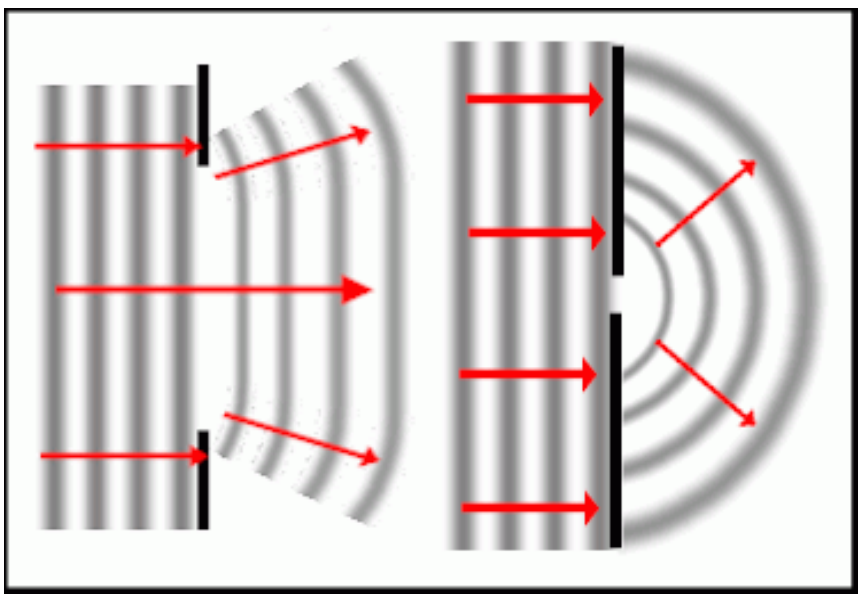
انکسار تمام لہروں کے ساتھ ہوتا ہے جیسے آواز کی لہریں؛ برقی مقناطیسی تابکاری کے ساتھ، جیسے روشنی، ایکس رے، اور گاما شعاعیں؛ اور بہت چھوٹے حرکت پذیر ذرات جیسے ایٹم، نیوٹران، اور الیکٹران کے ساتھ، جو لہراتی خصوصیات دکھاتے ہیں۔
ایک مستطیل مہین فلم سے ایک عام انصراف کا نمونہ تصویر 5.1 میں دکھایا گیا ہے۔



مستطیل مہین فلم سے انصراف کا نمونہ

شکل(5.1)

اصولی طور پر، مداخلت اور انصراف دونوں لہروں کے سپر پوزیشن کا نتیجہ ہیں۔ انصراف ایک ہی ویو فرنٹ کے مختلف خطوں سے خارج ہونے والی لہروں کی سپر پوزیشن کی وجہ سے ہوتا ہے، جبکہ مداخلت مختلف ویو فرنٹ سے ہو سکتی ہے۔ شکل 5.2 پانی کی لہروں کو متغیر سلٹ سے گزرتی دکھاتی ہے۔



پانی کی لہریں متغیر سلٹ سے گزر رہی ہیں۔

شکل(5.2)

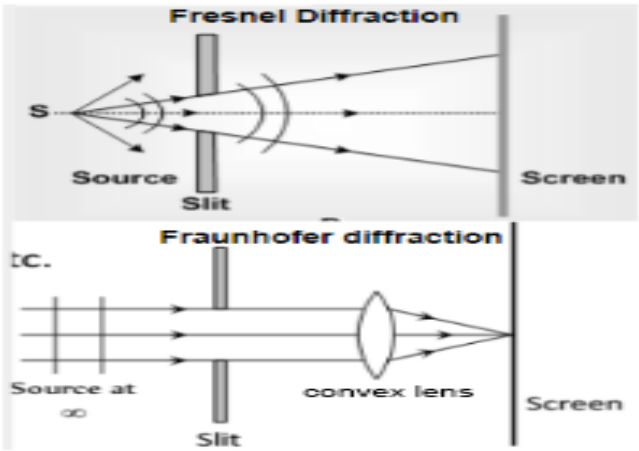
جدول 5.1 مداخلت اور انصراف کے درمیان فرق کو بیان کرتا ہے۔ عام طور پر، حقیقت یہ ہے کہ Maxima متغیر شدت کے ہوتے ہیں اور کنارے کی چوڑائی مختلف ہوتی ہے، اس لیے ان کو انصراف کے دستخط کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

جدول 5.1: مداخلت اور انصراف کے درمیان فرق:

مداخلت	انصراف
دو مختلف ذرائع کے درمیان سپر پوزیشن کے طور پر ہوتا ہے۔	ایک ہی ویو فرنٹ کے بے نقاب حصوں کے مختلف پوائنٹس سے مربوط ماخذ سے ویو فرنٹ پیدا کرنے والے ثانوی ذرائع کے درمیان سپر پوزیشن
تاریک پوائنٹس بالکل سیاہ ہوتے ہیں یعنی کم از کم شدت =0	تاریک پوائنٹس بالکل سیاہ نہیں ہیں۔
تمام بیش ترین (Maxima) ایک ہی شدت کے ہیں۔	Maxima مختلف شدت کے ہیں۔
کناروں کی چوڑائی برابر ہو سکتی ہے اور نہیں بھی۔	کناروں کی چوڑائی کبھی برابر نہیں ہوتی

5.3 انصراف کی اقسام (Types of Diffraction)

دو طریقے ہیں جن میں انصراف کے نمونے حاصل کیے جاتے ہیں۔ Fraunhofer طریقہ میں، ماخذ اور سکرین دونوں ایک لامحدود فاصلے پر ہیں۔ پھیلاؤ پیٹرن کا مشاہدہ کرنے کے لیے، پیٹرن کا مشاہدہ کرنے کے لیے ایک محدب لینس استعمال کیا جاتا ہے۔ فریسنل طریقہ میں، ماخذ اور اسکرین دونوں ایک محدود فاصلے پر ہیں۔ واقعہ ویو فرنٹ اس معاملے میں متوازی نہیں ہے اور انصراف کے پیٹرن کو دیکھنے کے لیے ہمیں محدب لینس کی ضرورت نہیں ہے۔ یہاں بیان کردہ مشتقات میں، ہم Fraunhofer کیس پر غور کریں گے جسے ریاضیاتی طور پر بیان کرنا آسان ہے، حالانکہ Fresnel طریقہ تجرباتی طور پر ترتیب دینا آسان ہے۔



شکل(5.3)

جدول5.2:انصراف کے اقسام

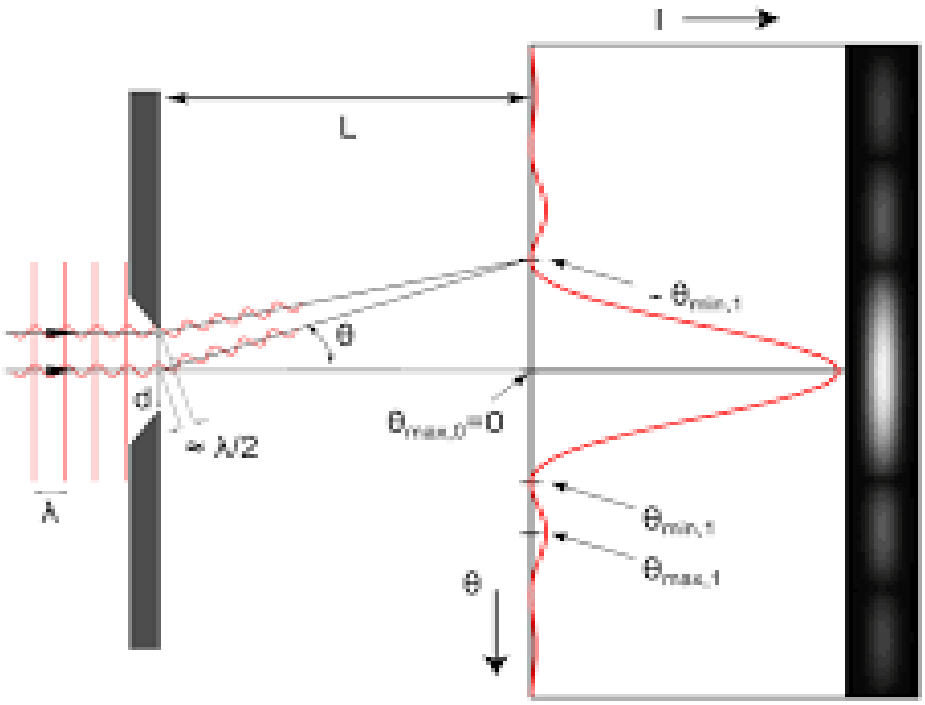
فراون ہوفر کا انصراف	فرینسل کا انصراف
ماخذ اور سکرین لامحدود فاصلے پر ہیں۔	ماخذ اور اسکرین ایک دوسرے سے محدود فاصلے پر ہیں(متوازی ویو فرنٹ)
مختلف رکاوٹوں پر واقع ویو فرنٹ ہموار ہیں۔	آنے والی لہریں یا تو کروی یا بیلناکار ہوتی ہیں۔
اختلافی لہروں کو محدب لینس کے ذریعے ملایا جاتا ہے تاکہ انصراف کا نمونہ تیار کیا جاسکے۔	کروی لہروں کو اکٹھا کرنے کے لیے محدب لینس کی ضرورت نہیں ہے۔
ریاضی سے حل کرنے میں آسان	تجرباتی طور پر ترتیب دینا آسان

5.4 سنگل سلٹ ڈفریکشن (Single Slit Diffraction)

چوڑائی a کے ایک سلٹ پر غور کریں جیسا کہ شکل (5.4) میں دکھایا گیا ہے۔ جب طول موج λ کی یک رنگی روشنی واقع ہوتی ہے، تو سکرین پر ایک نقطہ P پر آنے والی روشنی موج کے محاذ پر ثانوی ذرائع سے پیدا ہونے والی روشنی کی لہروں کے سپر پوزیشن سے بنتی ہے۔

تعمیری مداخلت کی شرط OPD=nλ کے ذریعے دی گئی ہے۔

اسی طرح ایک تاریک نقطہ کے لیے، OPD=(n+1/2)λ



سنگل سلٹ انصراف

شکل (5.4)

اگر ہم ویو فرنٹ کو 2 حصوں میں تقسیم کرتے ہیں، تو 2 حصوں کے درمیان OPD اس کے ذریعے دی جاتی ہے،

روشن نقطہ کے لیے $(a\sin\theta)/2 = n\lambda$

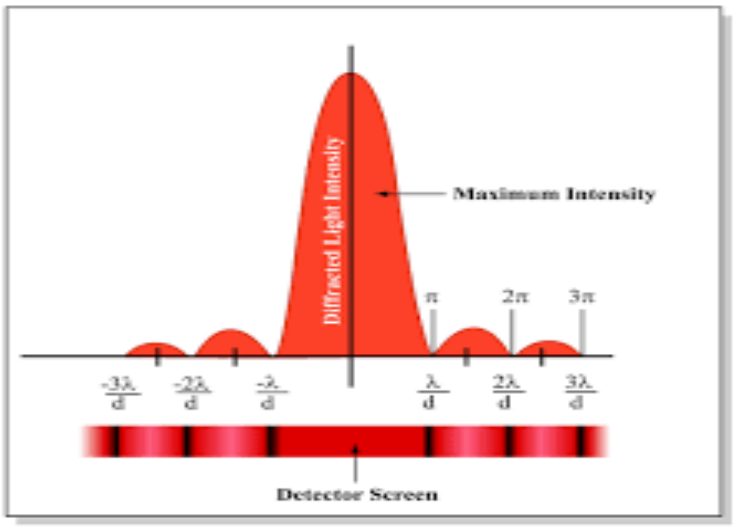
اسی طرح، اگر سلٹ کو m حصوں میں تقسیم کیا جائے،

$$(a\sin\theta)/m = n\lambda$$

$$\sin\theta = nm\lambda/a = n'\lambda/a$$

$$\theta = \sin^{-1}(n'\lambda/a)$$

زیادہ سے زیادہ کے لیے، ہمارے پاس ہے n =1,2,3اور کم از کم کے لیے n = 3,5,7 ،



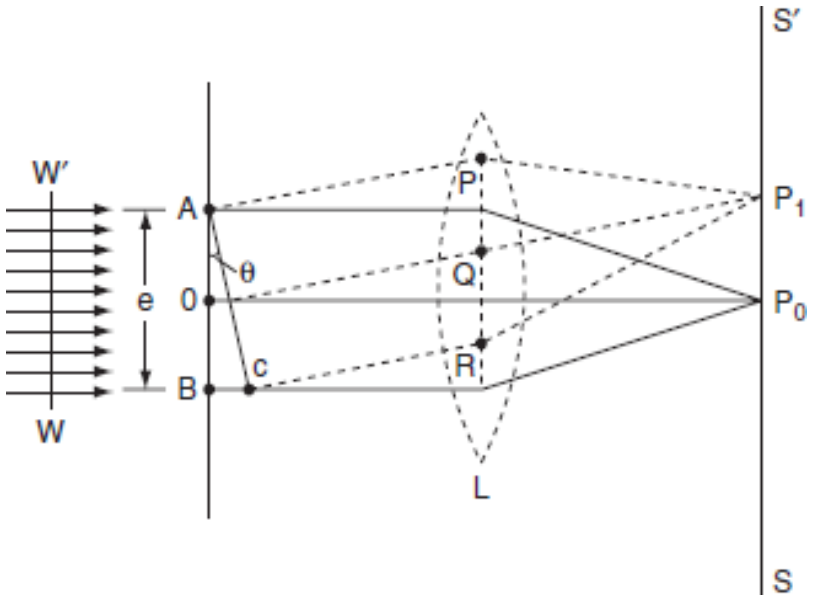
شکل(5.5)

نمونہ اوپر کی طرح نظر آئے گا۔

5.5 ایک سلٹ کی وجہ سے شدت کی تقسیم(Intensity of Single Slit)

تصویر اعداد و شمار چوڑائی 'e' کا ایک تنگ کٹا ہوا سلٹ AB دکھاتا ہے۔ سلٹ پر طول موج کے واقعے کی یک رنگی روشنی کے سطحی لہر کے سامنے آنے دیں۔ ایک اسکرین پر محدب لینس کے ذریعے منتشر روشنی کو فوکس کرنے دیں۔ Huygen Fresnel کے مطابق، سلٹ کے سطح میں ویو فرنٹ کا ہر نقطہ ثانوی لہروں کا ذریعہ ہے۔ ثانوی لہریں جو عام طور پر سلٹ کی طرف سفر کرتی ہیں یعنی OPO کے ساتھ لینز کے ذریعے Po پر فوکس کرتی ہیں۔ اس طرح، P_o ایک روشن مرکزی تصویر ہے۔ ایک زاویہ پر سفر کرنے والے ثانوی لہریں اسکرین پر ایک نقطہ P_1 پر مرکوز ہیں۔

پوائنٹ P_1 پر شدت یا تو کم سے کم یا زیادہ سے زیادہ ہے اور یہ ویو فرنٹ کے متعلقہ پوائنٹس سے نکلنے والی ثانوی لہروں کے درمیان راستے کے فرق پر منحصر ہے۔



شکل(5.6)

P_1 پر شدت معلوم کرنے کے لیے، BR پر ایک کھڑا AC کھینچیں۔

سمت q میں A اور B سے ثانوی لہروں کے درمیان راستے کا فرق BC ہے یعنی

$$\Delta = BC = AB sin\theta = esin\theta$$

لہذا، مرحلے کا فرق،

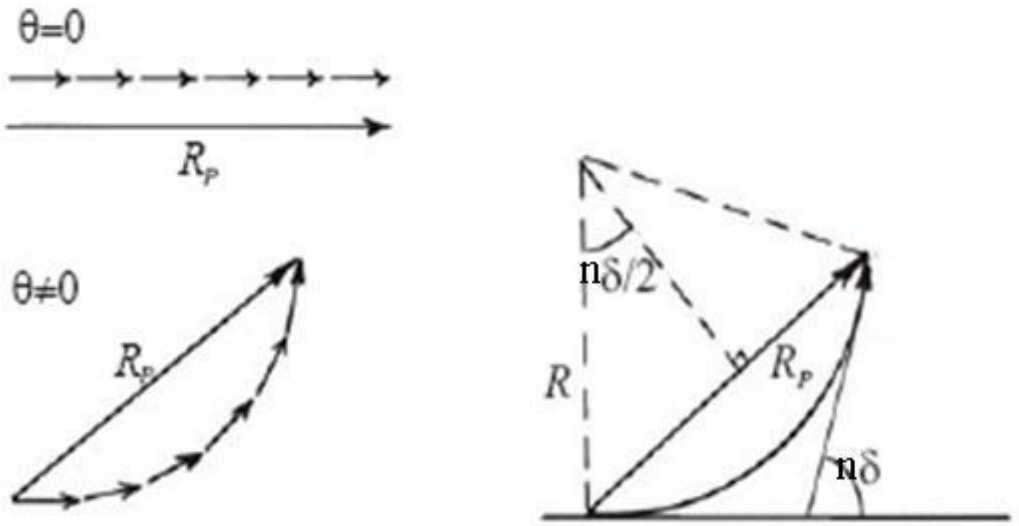
$$= \frac{2\pi}{\lambda}(esin\theta) = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta$$

آیئے غور کریں کہ سلٹ کی چوڑائی کو 'n' برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے اور ہر حصے سے لہر کا طول و عرض 'a' ہے۔

تو، دو لگاتار پوائنٹس کے درمیان مرحلے کا فرق

$$\delta = \frac{1}{n}.\left\{\frac{2\pi}{\lambda}(esin\theta)\right\}$$

پھر نتیجہ خیز طول و عرض R کو طول و عرض کے ویکٹر کے اضافے کا طریقہ استعمال کر کے شمار کیا جاتا ہے۔ P_1



ایک ہی طول و عرض 'a' والی لہروں کی n تعداد کے نتیجے میں طول و عرض اور 'δ' کا مشترکہ فیز فرق ہے۔

شکل (5.7)

$$R = a\frac{sin(n\delta/2)}{sin(\delta/2)}$$

δ کی قدر کو اوپر بدلنا

$$R = a\frac{sin\left(\frac{\pi}{\lambda}.esin\boldsymbol{\theta}\right)}{sin\left\{n\left(\frac{\pi}{\lambda}.esin\boldsymbol{\theta}\right)\right\}}$$

تبادلہ کرے:

$$\alpha = \frac{\pi}{\lambda}.esin\boldsymbol{\theta}$$

$$R = a\frac{sin\alpha}{sin(\alpha/n)}$$

جیسا کہ α/n ایک چھوٹی قیمت ہے؛

$$sin\alpha/n \rightarrow \alpha/n$$

$$R = na\frac{sin\alpha}{\alpha}$$

اور na = A

پس

$$\boldsymbol{R = A\frac{sin\alpha}{\alpha}}$$

لہذا، شدت اس طرح سے دیا جاتا ہے

$$I^2 = R^2 = \boldsymbol{A^2 \frac{sin^2 \alpha}{\alpha^2}}$$

معاملہ(i): پرنسپل اعظم:

مندرجہ بالا مساوات کی زیادہ سے زیادہ قدر ہے۔

$0 = \alpha$

$$\alpha = \frac{\pi}{\lambda} esin\theta = 0$$

$$\Rightarrow sin\theta = 0 یا \theta = 0$$

$\theta = 0$ شرط کا مطلب یہ ہے کہ یہ زیادہ سے زیادہ ثانوی لہروں سے بنتا ہے جو عام طور پر OPO کے ساتھ سلٹ تک سفر کرتے ہیں اور Po پر فوکس کرتے ہیں۔

اس زیادہ سے زیادہ کو "پرنسپل زیادہ سے زیادہ (Maxima)" کہا جاتا ہے۔

پرنسپلبیش ترین (Maxima) کی شدت

$$R_{max} = Lim_{\alpha \to 0} \frac{Asin\alpha}{\alpha} = ALim_{\alpha \to 0} \frac{sin\alpha}{\alpha}$$

$$R_{max} = A.1 = A$$

پس

$$I^2_{max} = R^2_{max} = A^2$$

معاملہ(ii): کم از کم شدت کی پوزیشنیں:

مساوات $\sin\alpha = 0$ کے لیے کم از کم اقدار لیتی ہے۔ 'α' کی قدریں جہاں $sin\alpha = 0$ مطمئن ہوتی ہیں

$$\alpha = \pm\pi, \pm 2\pi, \pm 3\pi ..... \pm n\pi$$

$$\frac{\pi}{\lambda} . esin\theta = \pm n\pi$$

جہاں $n = 1, 2, 3, ...$ $\boldsymbol{esin\theta = \pm n\lambda}$

$n = 0$ لاگو نہیں ہے کیونکہ یہ زیادہ سے زیادہ پرنسپل سے مساوی ہے۔ لہذا، پوزیشنیں زیادہ سے زیادہ پرنسپل کے دونوں طرف ہیں۔

معاملہ(iii):ثانو بیش ترین(Maxima):

پرنسپل زیادہ سے زیادہ $\alpha = 0$ کے علاوہ، کم از کم پوزیشنوں کے درمیان کمزور ثانوی بیش ترین(Maxima)ہیں۔ان کمزور ثانو یبیش ترین(Maxima)کی پوزیشنیں کیلکولس میں دیئے گئے فنکشن کے بیش ترین(Maxima)اور منیما کو تلاش کرنے کے اصول کے ساتھ حاصل کی جاسکتی ہیں۔تو، فرق کرنا اور صفر کو مساوی کرنا، ہمارے پاس ہے۔

$$\frac{dI}{d\alpha} = \frac{d}{d\alpha}\left(A^2\frac{sin^2\alpha}{\alpha^2}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{d\alpha} = 2A^2\left(\frac{sin\alpha}{\alpha}\right)\left(\frac{\alpha cos\alpha - sin\alpha}{\alpha^2}\right) = 0$$

$$\because A^2 \neq 0; sin\alpha \neq 0$$

کیونکہ $sin\alpha = 0$ کم سے کم عہدوں سے مطابقت رکھتا ہے

$$\therefore \alpha coc\alpha - sin\alpha = 0$$

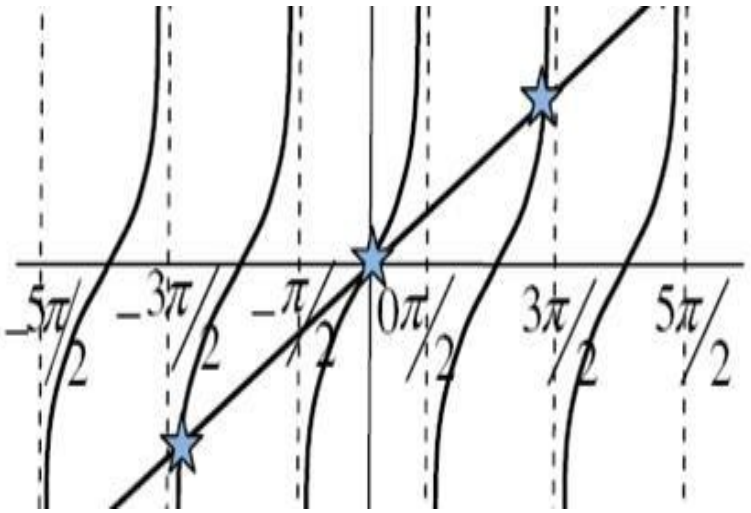
$$\Rightarrow \alpha = tan\alpha$$

مندرجہ بالا مساوات کو مطمئن کرنے والی 'α' کی قدریں منحنی خطوط پر نقشہ بنا کر حاصل کی جاتی ہیں $y = \alpha$ اور $y = tan\alpha$

اسی گراف پر. دو منحنی خطوط کے تقاطع کے پوائنٹس 'α' کی قدریں دیتے ہیں جو مساوات کو پورا کرتے ہیں

کاٹنے کے نقطے ہیں۔

$$\alpha = 0, \pm\frac{3\pi}{2}, \pm\frac{5\pi}{2}, \pm\frac{7\pi}{2} ..... \pm\frac{(2n+1)\pi}{2}$$



شکل(5.8)

لیکن، 'α' کی قدروں کو بدلتے ہوئے، $\alpha = 0$

بنیادی زیادہ سے زیادہ دیتا ہے۔ ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$I_1 = A^2 \left[\frac{sin3\pi/2}{3\pi/2}\right]^2 = \frac{A^2}{22}$$

$$I_2 = A^2 \left[\frac{sin5\pi/2}{5\pi/2}\right]^2 = \frac{A^2}{62}$$

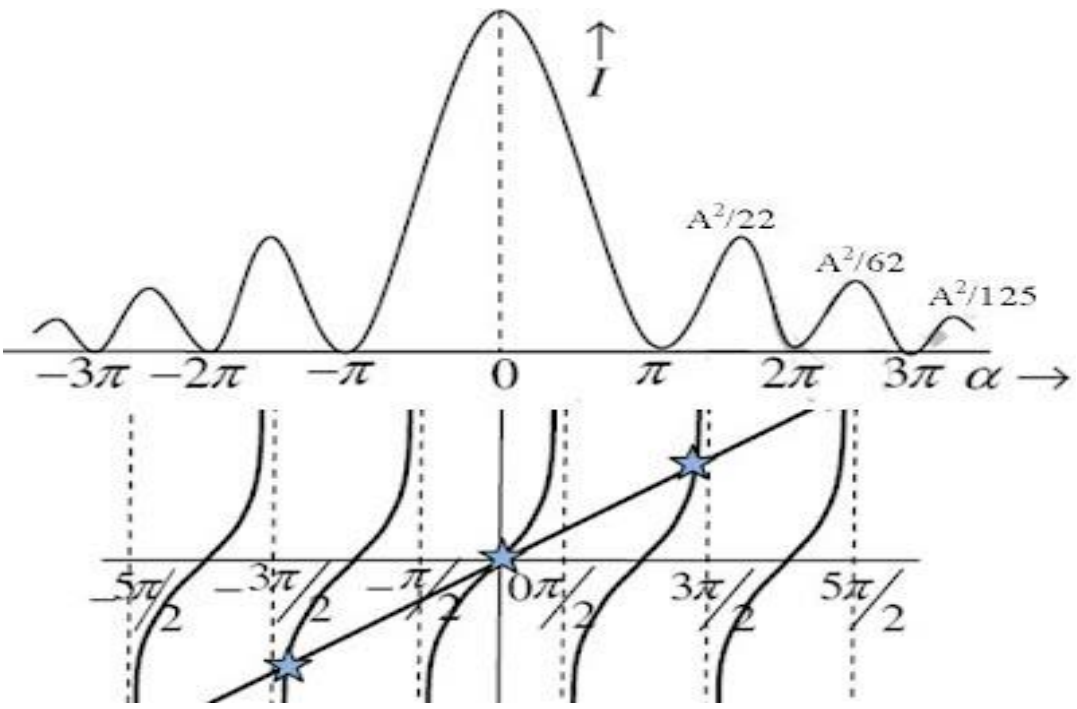
$$I_3 = A^2 \left[\frac{sin7\pi/2}{7\pi/2}\right]^2 = \frac{A^2}{125}$$

اور اسی طرح.

مندرجہ بالا تاثرات سے، I_{max}, I_1, I_2, I_3... یہ واضح ہے کہ زیادہ تر واقعہ روشنی بنیادی میکسیما پر مرکوز ہے۔

شدت کی تقسیم کا گراف:

'α' کے ساتھ شدت کے تغیر کو ظاہر کرنے والا ایک گراف جیسا کہ ملحقہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔



شکل(5.9)

5.6 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

مرکزی میکسیما کے دونوں طرف پہلے آرڈر منیما کے درمیان کونی علیحدگی کا حساب لگائیں جب سلٹ $6x10^{-4}$ سینٹی میٹر چوڑائی ہے اور اس کی طول موج $6000A^0$ ہے۔

حل: ہم جانتے ہیں کہ

$$e \sin(\Theta) = n\lambda$$

جہاں $n\Theta$ آرڈر کی کونی علیحدگی ہے، e=سلٹ کی چوڑائی اور λ=روشنی کی طول موج۔ جب $n = 1$

$$, e \sin(\Theta) = \lambda$$

$$\text{Sin}(\Theta) = \lambda / e = 6000 \text{ X } 10^{-6} / 6 \text{ X } 10^{-4} = 0.6$$

$$\Theta = 36^0\ 52'$$

مرکزی میکسیما کے دونوں طرف پہلے آرڈر کے مینیما کی کونی علیحدگی ہے۔

$$2\Theta = 73^0\ 4'$$

حل شدہ مثال 2

Fraunhofer ڈبل سلٹ ڈفریکشن پیٹرن فوکل لینتھ 0.5 میٹر کے فوکل مستوی میں دیکھا جاتا ہے۔ واقعہ روشنی کی طول موج 500nm ہے۔ زیادہ سے زیادہ صفر آرڈر سے ملحق دو بیش ترین (Maxima) کے درمیان فاصلہ 5 ملی میٹر ہے اور چوتھے آرڈر زیادہ سے زیادہ (Maxima) غائب ہے۔ ہر سلٹ کی چوڑائی اور ان کے مرکز کے درمیان فاصلہ معلوم کریں؟۔

حل: چوتھے آرڈر میکسیما کی کمی کے لیے ہمارے پاس

$(a + b)/a = 4$ یا $b = 3a$ ہے۔

اب پہلے آرڈر میکسیما کے لیے

$$(a + b) \sin \Theta = \lambda$$

یا

$$\Theta_1 = \lambda/(a+b) = \lambda/4a$$

لہذا، صفر کی میکسیما ترتیب سے ملحق دو بیش ترین (Maxima) کے درمیان فاصلہ ہے۔

$$X = f \times 2\Theta_1 = 2f\lambda / 4a$$

$$a = f\lambda/2x = 0.5x500x10^{-9} / 2x5x10^{-3}\ m = 0.025mm$$

$$b = 3a = 0.075mm$$

5.7 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- انصراف کے مظاہر کی بنیادی باتوں کے ساتھ ساتھ انصراف کے مختلف طبقات پر تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ سنگل سلٹ، ڈبل سلٹ، سرکلر مہین فلم اور این سلِٹس (گریٹنگ) کے لیے فرون ہوفر ڈفریکشن پر تفصیلات میں تبادلہ خیال کیا گیا ہے۔ پرنسپل میکسما، سیکنڈر یسیش ترین (Maxima) اور منیما کی شدت کا حساب اخذ کیا گیا ہے۔ ان کی شدت کے لحاظ سے ان کا نسبتاً موازنہ بھی کیا گیا ہے۔ ڈبل سلٹ اور این سلٹ (گریٹنگ) ڈفریکشن پیٹرن کی صورت میں گمشدہ آرڈرز کا تعین بھی کیا گیا ہے۔

5.8 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **کنڈلی**- انگوٹھی کی شکل کا، ایک انگوٹھی بناتا ہے۔
- **مہین فلم**- ایک کھلنا، ایک خلا یا ایک جگہ جس سے روشنی کسی نظری یا فوٹوگرافی کے آلے میں گزرتی ہے۔
- **Fraunhofer Diffraction** دور فیلڈ ڈفریکشن۔
- **گریٹنگ**- بڑی تعداد میں باریک اور مساوی سلٹ۔
- **لاپتہ آرڈر**- غیر حاضر میکسما۔

5.9 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

5.9.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. کسی رکاوٹ کے کونوں کے گرد روشنی کی شعاعوں کے موڑنے کو کہا جاتا ہے۔

(ا) مداخلت (ب) پولرائزیشن

(ج) بازی (د) انصراف

2. انصراف کے پیٹرن کو حاصل کرنے کے لیے رکاوٹ کا سائز کیا ہونا چاہیے۔

(ا) 10 ملی میٹر (ب) 10^{-1} ملی میٹر

(ج) 10^{-4} ملی میٹر (د) 0.1 سینٹی میٹر

3۔ انصراف کے رجحان کو کس نے دریافت کیا تھا

(ا) فرانسسکو ماریا گریمالڈی (ب) آئزک نیوٹن

(ج) فرون ہوفر (د) ہیگن.

4. درج ذیل کی وجہ سے سوئی کی نوک اسکرین پر تیز تصویر نہیں دیتی

(ا) عکاسی (ب) انصراف

(ج) پولرائزیشن (د) اپورتن

5. فریسنل ہاف پیریڈ زونز ایک دوسرے سے فیز فرق سے مختلف ہوتے ہیں۔

(ا) 2π (ب) π

(ج) $\pi/4$ (د) $\pi/4$

6۔ مندرجہ ذیل میں سے کس میں انصراف ہو گا؟

(ا) ریڈیو کی لہریں (ب) صوتی لہریں

(ج) مائیکرو ویوز (د) ایکسرے

7. ہاف پیریڈ زون کا مستقل رقبہ بذریعہ دیا جاتا ہے۔

(ا) $\pi b\lambda$ (ب) $\pi b/\lambda$

(ج) $\lambda/\pi b$ (د) $2\lambda/\pi b$

8. زون پلیٹ کی پہلی (پرنسپل) فوکل لمبائی درج ذیل رنگ کے لیے کم سے کم قیمت رکھتی ہے۔

(ا) سرخ رنگ (ب) سبز رنگ

(ج) بنفشی رنگ (د) پیلا رنگ

9. زون پلیٹ کی فوکل لمبائی کیسے اظہار کر دی جاتی ہے۔

(ا) $r_n/n\lambda$ (ب) $r_n^2\lambda/n$

(ج) $r_n^2/n\lambda$ (د) $r_n^2 n/\lambda$

10. ایک زون پلیٹ کس طرح برتاؤ کرتا ہے؟

(ا) مقعر لینس (ب) محدب لینس

(ج) مستوی آئینہ (د) شیشے کی پلیٹ

5.9.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1۔ انصراف کے رجحان کی وضاحت کریں؟

2۔ فریسنل کلاس اور فراون ہوفر کلاس آف ڈفریکشن سے آپ کا کیا مطلب ہے؟

3۔ سادہ ٹرانسمیشن گریٹنگ کا کوئی نظریہ بتائیں؟

4۔ ایک سرکلر سلٹ پر فراون ہوفرڈفریکشن پر بحث کریں؟

5۔ ایری ڈسک کی تشکیل کی وضاحت کریں؟

5.9.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1۔ ڈبل سلٹ فاون ہوفرڈفریکشن میں کون سے آرڈرز غائب ہیں؟ مزید ایک گریٹنگ میں، اگر شفافیت اور دھندلاپن کی چوڑائی برابر ہو۔

2۔ سلٹ سے پیدا ہونے والے انصراف کے اثرات کا حساب دیں۔ وضاحت کریں کہ کیا ہوتا ہے جب سلٹ کی چوڑائی بتدریج بڑھائی جاتی ہے اور یہ بھی کہ جب اسکرین کو آہستہ آہستہ سلٹ سے دور کیا جاتا ہے۔

5.9.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. 1.2 ملی میٹر قطر کا ایک سرکلر مہین فلم یک رنگی روشنی کی ہوائی لہر سے روشن ہوتا ہے۔ منتشر روشنی ایک دور اسکرین پر موصول ہوتی ہے جو آہستہ آہستہ مہین فلم کی طرف منتقل ہوتی ہے۔ روشنی کے سرکلر راستے کا مرکز سب سے پہلے تاریک ہو جاتا ہے جب سکرین مہین فلم سے 30 سینٹی میٹر کے فاصلے پر ہوتی ہے۔ روشنی کی طول موج کا حساب لگائیں۔

2. دو طول موج $5500\ A^0$ کی روشنی عام طور پر 22*10.5 سینٹی میٹر چوڑائی کے ٹکڑے پر گرتی ہے۔ مرکزی زیادہ (Maxima) سے زیادہ کے دونوں طرف پہلے دو منیما کی کونیی پوزیشن کا حساب لگائیں۔

3. اس زاویے کا حساب لگائیں جس پر پہلا ڈارک بینڈ اور اگلا روشن بینڈ 0.3 ملی میٹر چوڑے سلٹ کے فراون ہوفرڈفریکشن پیٹرن میں بنتا ہے $(\lambda = 5890\ overline\ A)$

4. طول موج کی طول موج 5×10^{-6} سینٹی میٹر عام طور پر چوڑائی 0.2 ملی میٹر کے سلٹ پر گرتی ہے۔ حساب لگائیں (i) مرکزی زیادہ سے زیادہ کی کل کونیی چوڑائی 2 (ii) میٹر دور رکھی اسکرین پر مرکزی زیادہ سے زیادہ کی لکیری چوڑائی۔

اکائی6۔ڈبل جھری انصراف

(Double Slit Diffraction)

اکائی کے اجزا

6.0	تمہید
6.1	مقاصد
6.2	مستطیل مہین فلم
6.3	سرکلر (گول) مہین فلم
6.4	ڈبل سلٹ کے ساتھ انصراف
6.5	ایک سے زیادہ سلِٹس: ڈِفریکشن گریٹنگ
6.6	لیزر ڈفریکشن تجربہ
6.7	سپیکٹروسکوپی انصراف
6.8	حل شدہ مثالیں
6.9	اکتسابی نتائج
6.10	کلیدی الفاظ
6.11	نمونہ امتحانی سوالات
6.11.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
6.11.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
6.11.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
6.11.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

6.0 تمہید (Introduction)

پچھلی اکائی میں، ہم نے مطالعہ کیا ہے کہ انصراف کیا ہے اور ایک سلٹ کے ذریعے روشنی کی شدت کی تقسیم کو کیسے تلاش کیا جائے۔ اس یونٹ میں ہم مستطیل اور سرکلر اپرچرز سے انصراف کے پیٹرن کا مطالعہ کریں گے۔ اب ہم ڈبل سلٹ اور ڈفریکشن گریٹنگز کے ذریعے انصراف کا مطالعہ کرنے جارہے ہیں ۔

6.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں ہم مندرجہ چیزوں کو سیکھے گے۔

- ڈبل سلٹ، ایک سے زیادہ سلٹ کے بھارے میں سیکھیں گے۔
- ڈفریکشن گریٹنگ کیا ہے معلوم کریں گے۔

6.2 مستطیل مہین فلم (Plane Thin Film)

جب چوڑائی W اور اونچائی H کی ایک مستطیل سلٹ کو عام طور پر (عام زاویہ پر روشن سلٹ) طول موج λ کی یک رنگی سطحی لہر کے ذریعے روشن کیا جاتا ہے، حاصل کردہ انصراف کا نمونہ نیچے دی گئی تصویر میں دکھایا گیا ہے۔



مہین فلم سے انصراف کا نمونہ

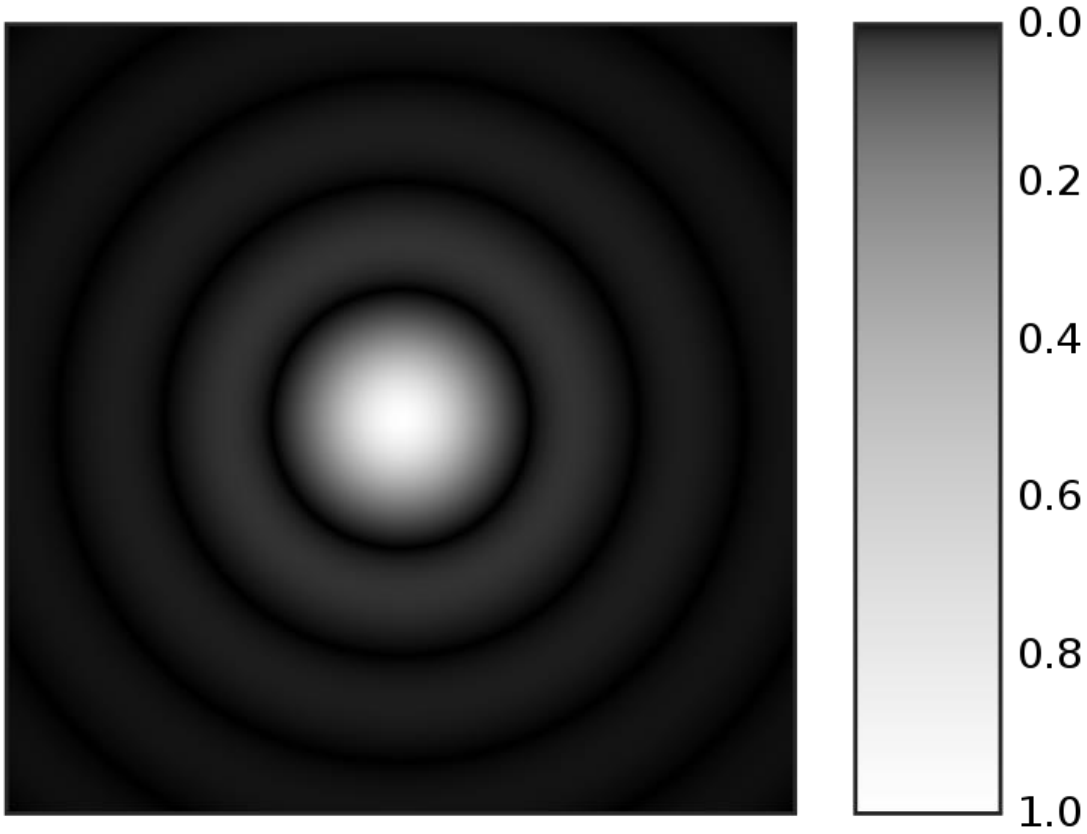
شکل (6.1)

عملی طور پر، تمام سلٹ محدود سائز کے ہوتے ہیں اس لیے x (چوڑائی W کی وضاحت شدہ) اور y (اونچائی H کی وضاحت کردہ) محوروں کے ساتھ دونوں قاطع سمتیوں پر انصراف پیدا کرتے ہیں۔ اگر سلٹ کی اونچائی H اس کی چوڑائی W سے بہت زیادہ ہے، تو عمودی

(اونچائی یاy محور کے ساتھ) انصراف والے کنارے کا فاصلہ افقی (چوڑائی یاx محور کے ساتھ) کنارے کے فاصلے سے بہت کم ہے۔ اگر عمودی کنارے کا فاصلہ نسبتاً اتنے بڑےH سے اتنا کم ہے، تو عمودی کنارے کا مشاہدہ اتنا مشکل ہے کہ مشاہدے کے پیلن یا خیالی مستوی پر پھیلی لہر کی شدت کے پیٹرن کا مشاہدہ کرنے والا شخص صرف افقی کنارے کو پہچانتا ہے۔ تنگ اونچائی. یہی وجہ ہے کہ اونچائی سے لمبے سلٹ یا سلٹ سرنی جیسے ڈفریکشن گریٹنگ کا عام طور پر صرف چوڑائی کے ساتھ طول و عرض میں تجزیہ کیا جاتا ہے۔

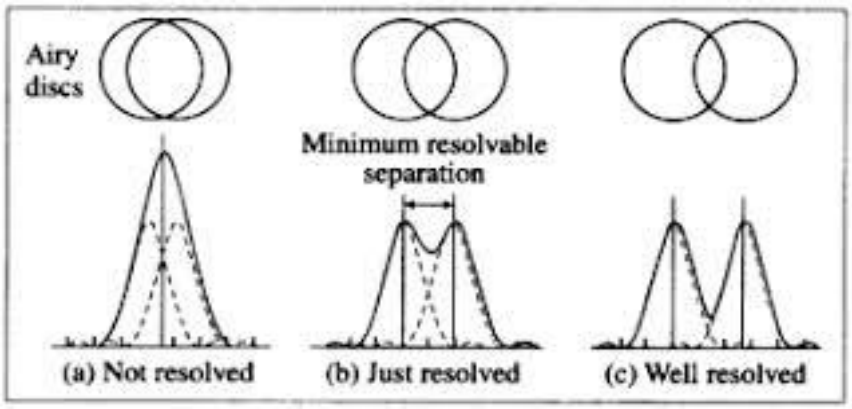
6.3 سرکلر (گول) مہین فلم (Circular Thin Film)

قطرD کے ایک سرکلر مہین فلم کے لیے، انصراف پیٹرن میں پہلا مینیماD/λ1.22=θ پر ہوتا ہے (بشرطیکہ مہین فلم روشنی کی طول موج کے مقابلے میں بڑا ہوتا ہے، جو زیادہ تر نظری آلات کے لیے ہوتا ہے)۔ یہ ہوادار ایری پیٹرن کے طور پر جانا جاتا ہے.



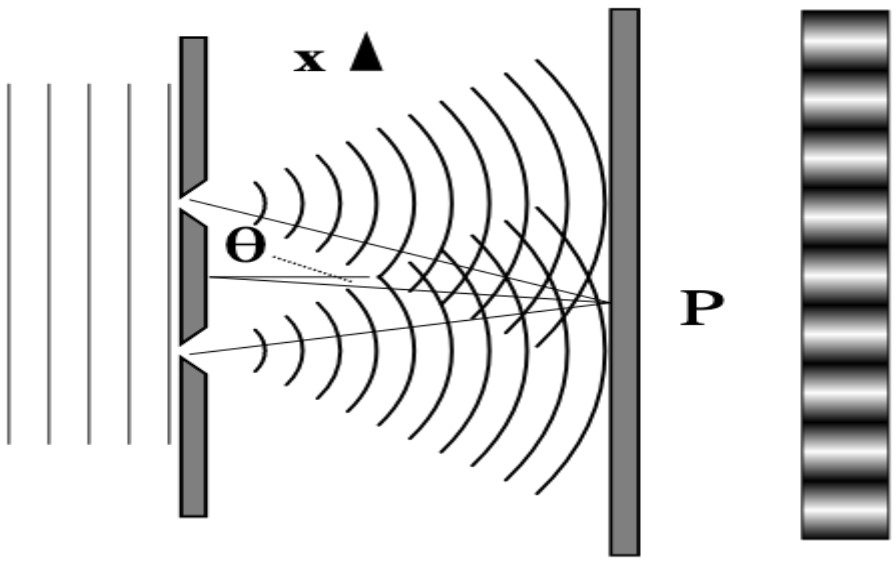
شکل (6.2)

انصراف روشنی کے ان پوائنٹس کا سبب بنتا ہے جو ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور ایک ہی جگہ کو دھندلا دیتے ہیں: یہ اس ریزولوشن پر ایک حد مقرر کرتا ہے جس کے ساتھ کوئی دیکھ سکتا ہے۔ سب سے چھوٹا زاویہ جس پر روشنی کے دو پوائنٹس میں فرق کیا جا سکتا ہے λ/D ہے۔ ذرائع کو حل کرنے کی شرائط دو ماخذوں کی کونی علیحدگی اور قدر λ/D کا موازنہ ہیں۔



شکل(6.3)

6.4 ڈبل سلٹ کے ساتھ انصراف (Diffraction of Double Slit)



شکل(6.4)

آیئے ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے کو یاد کرتے ہیں۔

دو سلٹوں پر پڑنے والی یک رنگی روشنی پر غور کریں جو دور اسکرین پر مداخلت کا نمونہ پیدا کرتی ہے۔ اس پیٹرن نے ظاہر کیا کہ روشنی کو ایک لہر کے طور پر دیکھا جا سکتا ہے، کیونکہ مداخلت کے لیے آپ کو چوٹیوں اور گرتوں کی ضرورت ہے۔ جب اسکرین پر دو گرتیں یا دو چوٹیاں آپس میں ملتی ہیں، تو آپ کو ایک روشن علاقہ ملتا ہے، جسے تعمیری مداخلت کہتے ہیں۔ جب ایک سلٹ سے چوٹی اور دوسرے سے گرت اسکرین پر ملتے ہیں، تو وہ ایک تاریک علاقہ پیدا کرنے کے لیے منسوخ ہو جاتے ہیں، جسے تباہ کن مداخلت کہتے ہیں۔

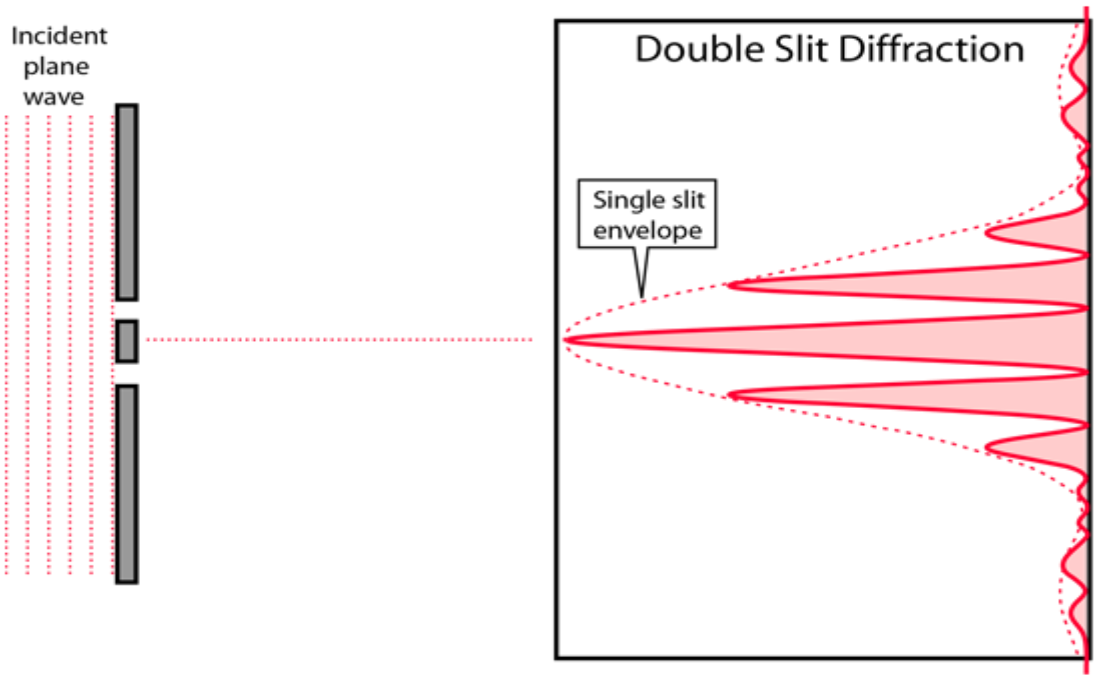
جب ہم نے ینگ کے ڈبل سلٹ تجربے میں مداخلت کا مطالعہ کیا تو ہم نے ہر سلٹ میں انصراف کے اثر کو نظر انداز کیا۔ ہم نے فرض کیا کہ سلٹ اتنے تنگ تھے کہ اسکرین پر آپ نے صرف دو نکاتی ذرائع سے روشنی کی مداخلت دیکھی۔ اب فرض کریں کہ سلٹ اتنے تنگ نہیں ہیں۔ پھر ہم اس میں انصراف کا اثر شامل کرتے ہیں۔ ہر سلٹ کی چوڑائی a ہوتی ہے اور اسے فاصلے d سے الگ کیا جاتا ہے۔ اس صورت میں، ہر سلٹ پر انصراف ہوتا ہے اور مداخلت کا ایک اضافی اثر ہوتا ہے۔

نتیجے کی شدت دونوں اثرات کی پیداوار ہے۔

$$I = I_{\text{interference}} \times I_{\text{diffraction}} = I_m \cos^2\beta \, (\sin\alpha/\alpha)^2$$

جہاں

$$\alpha = (\pi \times a \sin\theta)/\lambda; \text{ اور } \beta = (\pi \times d \sin\theta)/\lambda$$



دو سلٹوں پر مداخلت اور تفریق کا اثر

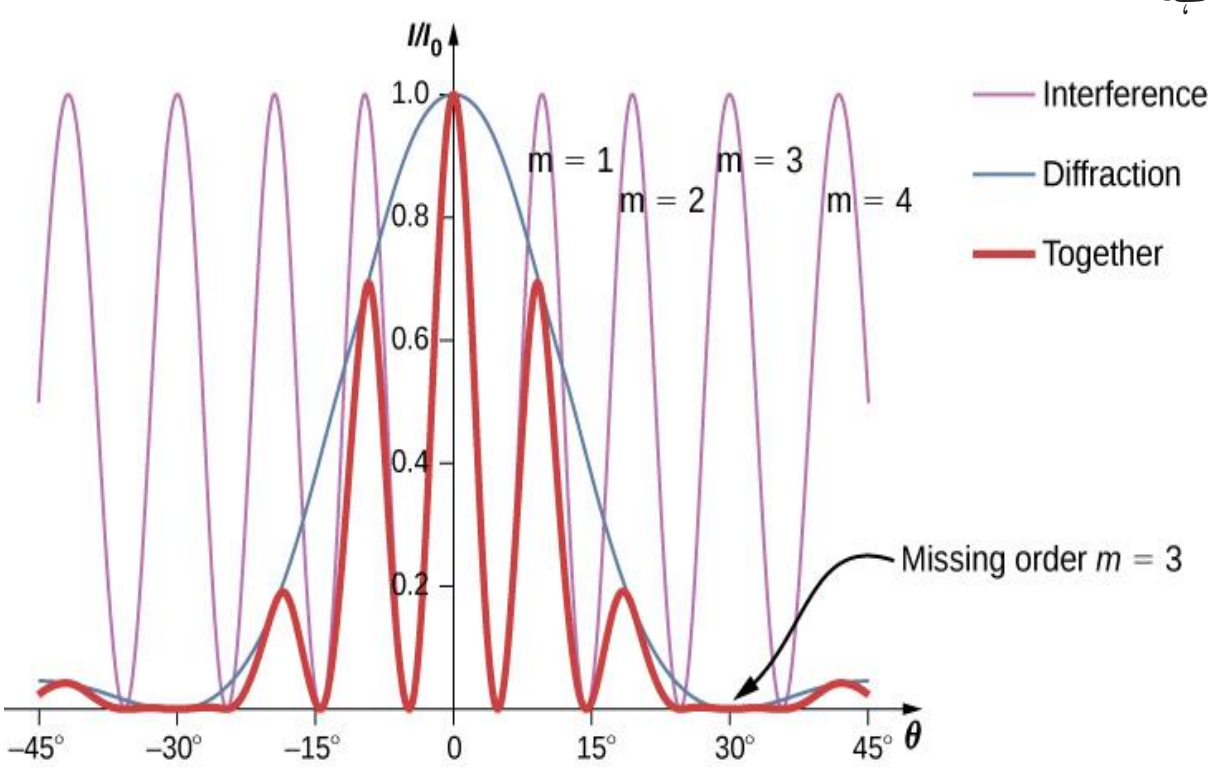
شکل (6.5)

یہاں $\alpha = (\pi x a \sin\theta)/\lambda$؛ اور $\beta = (\pi x d \sin\theta)/\lambda$ جو مداخلت اور انصراف کے لیے اہم پیرامیٹرز کے اشارے ہیں۔

جب α بہت چھوٹا ہوتا ہے تو $\sin \alpha/\alpha$ کا رجحان 1 ہوتا ہے اور جب β بہت چھوٹا ہوتا ہے، $\cos \beta$ کا رجحان 1 ہوتا ہے۔ لہٰذا، مداخلت اور انصراف کا اثر تب ہی نظر آتا ہے جب a,b کا موازنہ λ سے ہو۔ اس صورت میں جب وہ بہت بڑے ہوتے ہیں، مداخلت اور انصراف میں روشنی کی لہر کی نوعیت نظر نہیں آتی۔

مداخلت اور انصراف کے اثرات بیک وقت کام کرتے ہیں اور عام طور پر مختلف زاویوں پر منیما پیدا کرتے ہیں۔ یہ اسکرین پر ایک پیچیدہ پیٹرن کو بناتا ہے، جس میں اگر زیادہ سے زیادہ مداخلت اسی سمت میں ہے جس میں کم از کم انصراف ہے تو دو سلٹ سے مداخلت کا کچھ حصہ غائب ہے۔ ہم ایسی گمشدہ چوٹی کو مسنگ آرڈر کے طور پر کہتے ہیں۔

اسکرین پر انصراف کے پیٹرن کی ایک مثال تصویر میں دکھائی گئی ہے۔ پلاٹ ایک سلٹ چوڑائی D=2 اور سلٹ علیحدگی d=6 کا متوقع نتیجہ دکھاتا ہے۔



شکل (6.6)

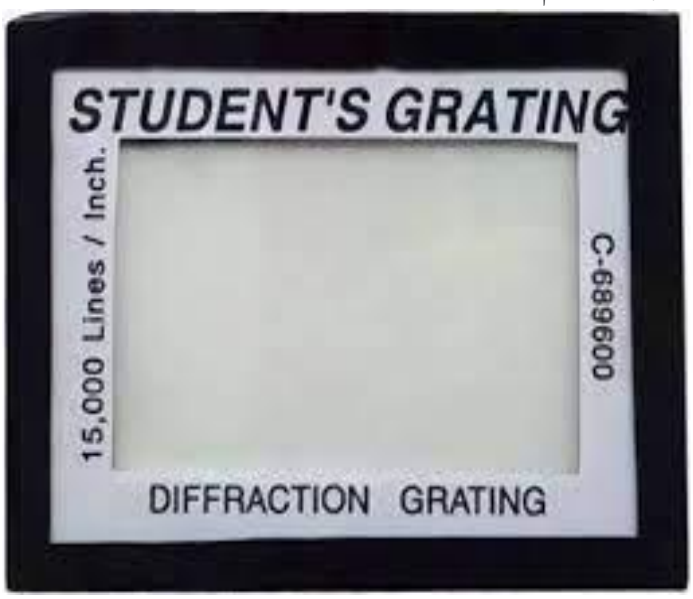
مختلف اونچائیوں کی متعدد چوٹیوں کے ساتھ ٹھوس لکیر اسکرین پر مشاہدہ کی گئی شدت ہے۔ یہ الگ الگ سلٹ سے لہروں کے مداخلت کے نمونے اور ایک سلٹ کے اندر سے لہروں کے انصراف کی پیداوار ہے، دونوں کو پلاٹ میں دکھایا گیا ہے۔

ایک ہی اونچائی کی چوٹیوں کے ساتھ جامنی رنگ کی لکیر دو سلٹوں سے لہروں کی مداخلت سے ہے۔ درمیان میں ایک بڑی کوبڑ والی نیلی لکیر ایک سلٹ کے اندر سے لہروں کا انصراف ہے۔ اور موٹی سرخ لکیر ان دونوں کی پیداوار ہے، جو سکرین پر دیکھا جانے والا پیٹرن ہے۔ مداخلت کے لیے زیادہ سے زیادہ آرڈر غائب ہے کیونکہ کم از کم انصراف ایک ہی سمت میں ہوتا ہے۔

6.5 ایک سے زیادہ سلِٹس ڈِفریکشن گریٹنگ (Diffraction Grating)

ایک دلچسپ چیز ہوتی ہے اگر آپ روشنی کو یکساں فاصلہ والے متوازی سلٹوں کی ایک بڑی تعداد سے گزرتے ہیں، جسے ڈِفریکشن گریٹنگ کہتے ہیں۔ ایک مداخلت کا نمونہ بنایا گیا ہے جو ڈبل سلٹ کے ذریعہ بننے والے سے بہت ملتا جلتا ہے۔

ایک ڈفریکشن گریٹنگ شیشے کو ایک تیز ٹول سے کئی عین مطابق متوازی لائنوں میں کھرچ کر تیار کی جاتی ہے، جس میں اچھوتے علاقے سلٹ کی طرح کام کرتے ہیں۔ یہ فوٹو گرافی کے لحاظ سے بڑے پیمانے پر سستے میں تیار کیے جاسکتے ہیں۔Diffraction gratings روشنی کی ترسیل اور روشنی کے انعکاس کے لیے دونوں کام کرتے ہیں۔



ایک انصراف گریٹنگ

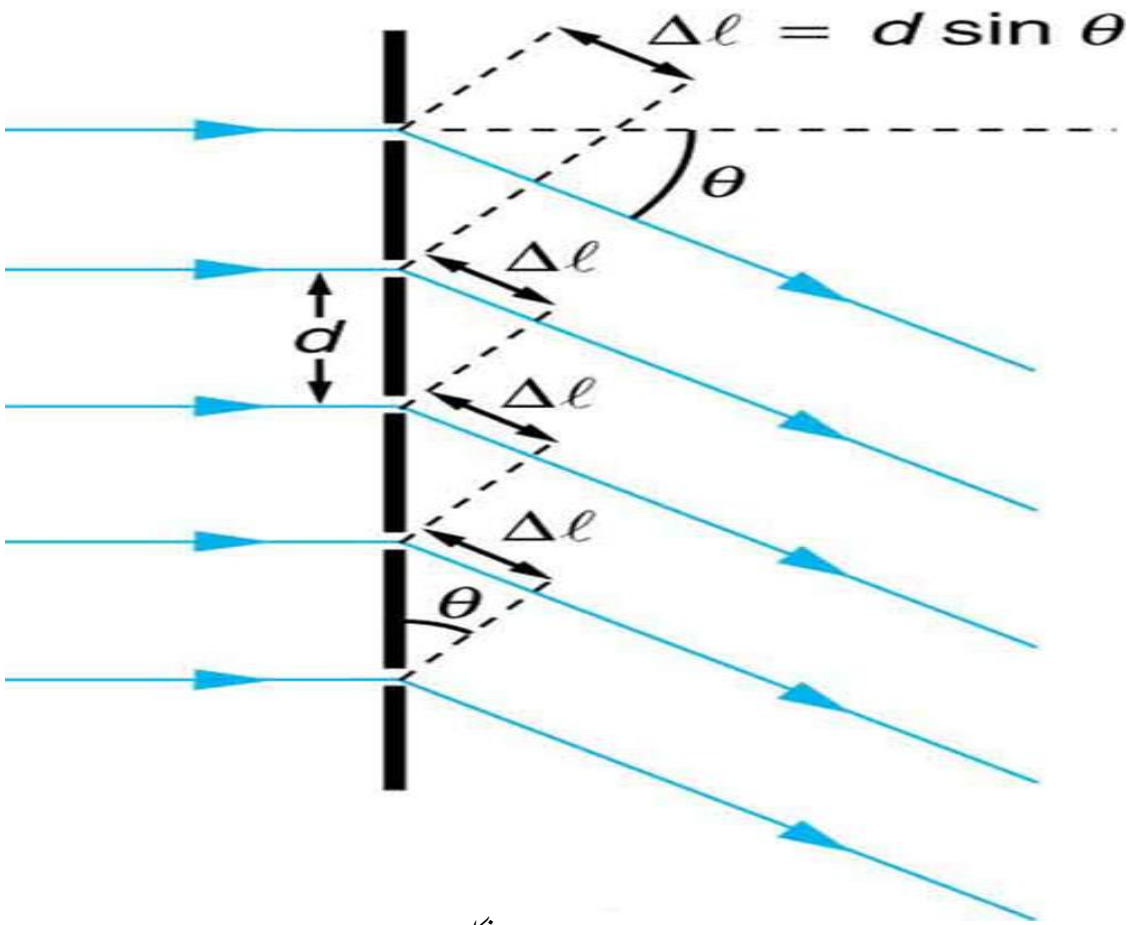
شکل(6.7)

جب روشنی کا ایک متوازی شہتیر پھیلنے والی جھنڈی سے گزرتا ہے تو، روشنی ہر ایک سلٹ سے الگ ہوتی ہے اور گزرنے کے بعد پھیل جاتی ہے۔ ایک ہی سمت میں سفر کرنے والی شعاعیں (واقعہ کی سمت کے نسبت ایک زاویہ θ پر) کو شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ان شعاعوں میں سے ہر ایک اسکرین پر ایک مشترکہ نقطہ تک مختلف فاصلہ طے کرتی ہے۔ شعاعیں مرحلے میں شروع ہوتی ہیں، اور جب وہ کسی اسکرین پر پہنچتی ہیں تو وہ مرحلے میں یا اس سے باہر ہو سکتی ہیں، اس کا انحصار راستے کی لمبائی کے فرق پر ہوتا ہے۔ جیسا کہ تصویر میں دیکھا گیا ہے، ہر شعاع اپنے کھربی

سے مختلف dsin θ فاصلہ طے کرتی ہے، جہاں d سلٹ کے درمیان فاصلہ ہے۔ اگر یہ فاصلہ طول موج کی ایک لازمی تعداد کے برابر ہے، تو تمام شعاعیں مرحلے میں پہنچتی ہیں، اور تعمیری مداخلت (اعظم) حاصل کی جاتی ہے۔ اس طرح، ایک diffraction grating کے لیے تعمیری مداخلت حاصل کرنے کے لیے ضروری شرط ہے۔

$$d \sin \theta = n\lambda$$

جہاں d گریٹنگ میں سلٹ کے درمیان فاصلہ ہے، λ روشنی کی طول موج ہے، اور n اعظم ترتیب ہے۔ نوٹ کریں کہ یہ بالکل وہی مساوات ہے جو d سے الگ کردہ ڈبل سِلِٹس کے لیے ہے ہم، سِلِٹس عام طور پر ڈبل سِلِٹس کی نسبت ڈِفریکشن گریٹنگز میں زیادہ قریب ہوتے ہیں، جو بڑے زاویوں پر کم میکسیما پیدا کرتے ہیں۔



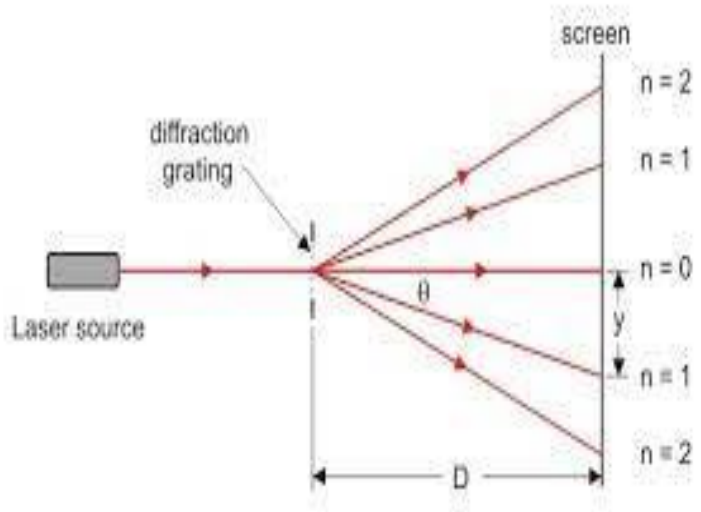
شکل (6.8)

ایک ہی سمت میں سفر کرنے والے ہر سلٹ سے روشنی کی شعاعوں کو ظاہر کرنے والی ڈِفریکشن گریٹنگ۔ ہر شعاع اپنے پڑوسی سے مختلف d sin θ فاصلہ طے کرتی ہے۔

ڈفریکشن گریٹنگز کو N کے ساتھ نشان زد کیا گیا ہے جو فی یونٹ لمبائی میں لائنوں کی تعداد ہے۔ گریٹنگ عنصر $d = 1/N$ لگاتار سلٹس کے درمیان فاصلہ ہے۔

6.6 لیزر ڈفریکشن تجربہ (Experment of Laser Diffraction)

لیزر کی طول موج کو تلاش کرنے کے لئے ایک ڈفریکشن گریٹنگ کا استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اس تجربے میں، ہم ایک لیزر کا ربتع استعمال کرتے ہیں جس کے لیے ہم طول موج تلاش کرنا چاہتے ہیں۔



شکل (6.9)

لیزر لائٹ ایک ڈفریکشن گریٹنگ سے گزرتی ہے جس میں N سلٹ فی یونٹ لمبائی ہوتی ہے اور جس میں گریٹنگ عنصر $d=1/N$ ہوتا ہے۔ اس کے راستے میں اسکرین سے D کے فاصلے پر ایک ڈفریکشن گریٹنگ رکھی گئی ہے۔

آرڈر کے ساتھ پیٹرن $n=1, 2, 3$ دیکھا گیا ہے۔

ہم نیچے دی گئی مساوات استعمال کر رہے ہیں:

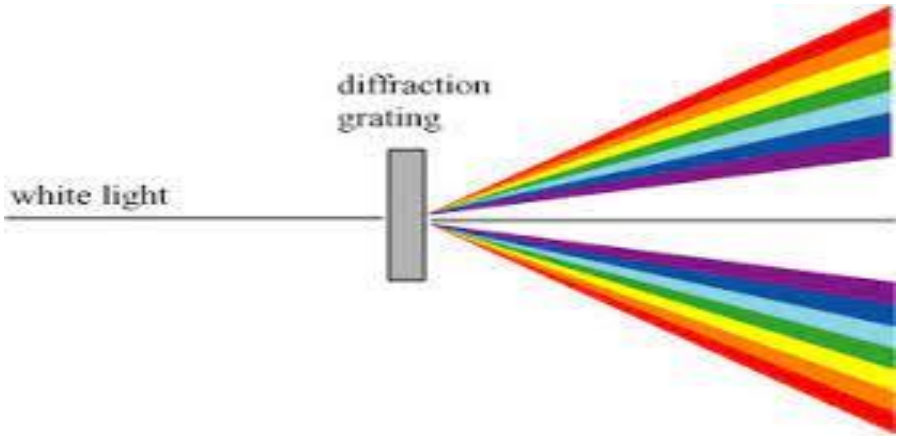
$$d \sin \theta = n\lambda$$

شکل میں، $\tan \theta = y/D$

ہم مختلف آرڈرز کے لیے y کی قدر کی پیائش کرتے ہیں اور اسے اوپر والے فارمولے میں بدل دیتے ہیں۔ تقریباً $\tan \theta \sim \theta \sim y/D$، ہم λ کی قدر تلاش کر سکتے ہیں۔

6.7 سپیکٹروسکوپی انصراف (Diffraction of Spectroscopy)

اسی فارمولے $d \sin \theta = n\lambda$ کا استعمال کرتے ہوئے، ہم دیکھ سکتے ہیں کہ سفید روشنی کے راستے میں پھیلنے والی گریٹنگ اس کے اجزاء کے رنگوں میں تقسیم ہو سکتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ، θ کی مختلف قدریں ہوں گی جن کے لیے مختلف طول موج کے لیے بیش ترین (Maxima) حاصل کیا جائے گا۔ اس طرح، سپیکٹرا حاصل کرنے کے لئے ایک بازی گرٹنگ کو منتشر کے طور پر استعمال کیا جا سکتا ہے۔



منتشر کے طور پر ایک انصراف جھاڑی

شکل (6.10)

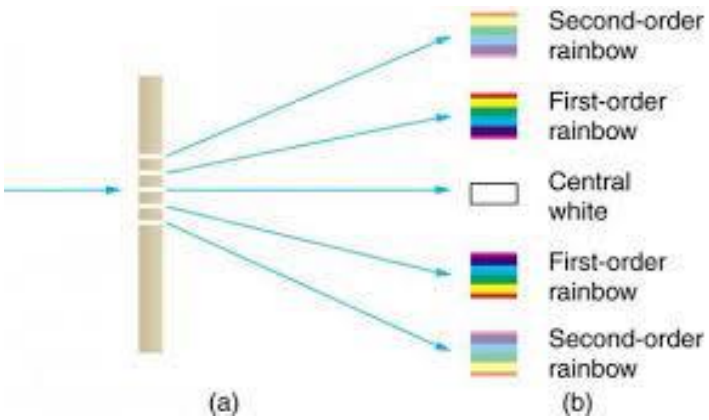
اصولی طور پر، پرزم بھی یہی کرتا ہے جب وہ سفید روشنی کو اپنے اجزاء کے رنگوں میں تقسیم کرتا ہے۔ gratings کے ساتھ دلچسپ بات یہ ہے کہ $d \sin \theta = n\lambda$ کا اطلاق $n=1,2,3$ پر ہوتا ہے.... اور اس وجہ سے، اسپیکٹرا کے بہت سے آرڈرز نظر آتے ہیں۔

مندرجہ بالا اعداد و شمار ایک انصراف گریٹنگ کے ساتھ حاصل کردہ سپیکٹرا کے مختلف آرڈرز کو ظاہر کرتا ہے۔ مرکزی سفید $n=0$ کے لیے حاصل کیا جاتا ہے، جہاں تمام طول موج کے لیے بیش ترین (Maxima) حاصل کیا جاتا ہے۔

آپٹیکل سپیکٹروسکوپی کے لیے Diffraction gratings کی یہ استعمالات بہت زیادہ ہے۔

اسے روشنی کے منبع کی طول موج معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

سپیکٹرومیٹر وہ آلہ ہے جو زاویہ θ کو 1 آرک منٹ کی درستگی کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔



ایک انصراف کی جھنڈی سے نظر آنے والے سپیکٹرا کے آرڈرز

شکل(6.11)

6.8 حل شدہ مثالیں(Solved Examples)

حل شدہ مثال1

عام واقعات میں استعمال ہونے والا ایک انصراف گریٹنگ ایک خاص ترتیب میں ایک لائن(5400 Å)دیتا ہے جو اگلے اعلی ترتیب کی بنفشی لائن(4050 Å)پر سپر پوز کیا جاتا ہے۔اگر انصراف کا زاویہ 30^0 ہے،تو گریٹنگ میں کتنی لائنیں فی سینٹی میٹر ہیں۔

حل:

ہم جانتے ہیں کہ $(e + d) \sin \Theta = n\lambda$

اگر λ_1 کے nth آرڈر میکسیما کو λ_2 کے $(n + 1)$th آرڈر میکسیما کے ساتھ موافق بنائیں پھر

$$(e +d)\sin \Theta = n\lambda_1 \text{ and } (e +d)\sin \Theta = (n+1)\lambda_2$$

$$N\lambda_1 = (n+1)\lambda_2$$

$$n= \lambda_2 / \lambda_1 - \lambda_2$$

اب:

$$(e + d)sin\Theta = n\lambda_1 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

لائنیں فی سینٹی میٹر

$$\frac{1}{e+d} = \frac{sin\Theta(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_1\lambda_2}$$

یہاں

$$\lambda_1 = 5400 \times 10^{-8} cm$$
$$\lambda_2 = 5050 \times 10^{-8} cm$$

$\Theta = 30^0$

لائنیں فی سینٹی میٹر

$$\frac{sin30^0 \times (5400 - 4050) \times 10^{-8}}{5400 \times 10^{-8} \times 4050 \times 10^{-8}} = 3086 cm^{-1}$$

حل شدہ مثال2

چوڑائی"2 کی جھنڈی15000 لائنوں فی انچ کے ساتھ ہے۔ طول موج کی سب سے چھوٹی علیحدگی تلاش کریں جسے $5000\ A^0$ کی اوسط طول موج پر دوسری ترتیب میں حل کیا جاسکتا ہے۔

حل: گریٹنگ $\lambda/d\lambda$ کی حل کرنے کی طاقت کے ذریعہ دی گئی ہے۔

$\lambda/d\lambda = Nn$

دیئے گئے مسئلے کے مطابق

$\lambda = 5000A^0$

گریٹنگ میں فی انچ لائنوں کی تعداد=15000

گریٹنگ کی چوڑائی="2

گریٹنگ پر لائنوں کی کل تعداد $N = 2 \text{ X } 15000 - 30,000$

n=2

ابھی

$d\lambda = \lambda/nN$

$= 5000/(2 \text{ X } 30,000)$

$= 0.082\ A^0$

6.9 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- اس یونٹ میں ہم نے نہ صرف ڈبل سلٹ ڈفریکشن کا تفصیل سے مطالعہ کیا بلکہ ایک سے زیادہ سلٹ ڈفریکشن کا بھی مطالعہ کیا۔ ہم نے گریٹنگ کے بارے میں بھی بات کی اور لیزر گریٹنگ پر تفصیل سے بات کی۔ ہم نے یہ بھی سیکھا کہ کس طرح گریٹنگ کو اسپیکٹروسکوپی کے لیے Diffraction Grating میں ڈسپرسر کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔

6.10 کلیدی الفاظ (Keywords)

- الیومینیشن: روشن کرنا یا روشن کرنے کا عمل۔
- یک رنگی: روشنی یا واحد طول موج کی دوسری تابکاری، جس میں صرف ایک رنگ ہوتا ہے۔
- رکاوٹ: روکنا، مشکل یا ناممکن بنانا
- مبہم: روشنی کی ترسیل نہیں، روشنی کے لیے ناقابل تسخیر۔
- Rectilinear: جکڑی ہوئی یا سیدھی لکیروں کی خصوصیت، ایک سیدھی لکیر میں یا بناتی ہے۔

6.11 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

6.11.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. Fraunhofer Diffraction. میں روشنی کے منبع اور سکرین کے درمیان مؤثر فاصلہ کیا ہے؟

(ا) محدب لینس کی فوکل لمبائی

(ب) محدب لینس کی فوکل لینتھ سے کم

(ج) محدب لینس کی فوکل لمبائی سے زیادہ اور لامحدود سے کم

(د) لامحدود۔

2. اگر پورا اپریٹس پانی میں ڈوب جائے تو فراون ہوفر سنگل سلٹ ڈفریکشن پیٹرن کے ساتھ کیا ہوتا ہے؟

(ا) روشنی کی طول موج بڑھ جاتی ہے (ب) مرکزی میکسیما اضافہ کی چوڑائی

(ج) مرکزی میکسیما کی چوڑائی گھٹ جاتی ہے (د) روشنی کی تعدد کم ہو جاتی ہے۔

3. جب ایک رنگی روشنی کی بجائے Fraunhofer Diffraction میں سفید روشنی کا استعمال کیا جائے تو پیٹرن کیسے بدلے گا؟

(ا) پیٹرن اب نظر نہیں آئے گا

(ب) پیٹرن کی شکل ہائپربولک سے سرکلر میں بدل جائے گی

(ج)رنگین پیٹرن کو مرکز میں ایک سفید چمکدار کنارے کے ساتھ دیکھا جائے گا

(د)روشن اور سیاہ کنارے کی پوزیشن بدل جائے گی

4. اگر ڈبل سلٹ فرون ہوفرڈ فریکشن میں دو سلٹ کے درمیان علیحدگی کو تبدیل کیا جاتا ہے، تو ڈفریکشن پیٹرن میں کیا تبدیلی دیکھی جائے گی؟

(ا)کنارے کی لمبائی بڑھ جائے گی (ب)کنارے کی لمبائی کم ہو جائے گی۔

(ج)جھالر رنگین ہوں گے (د)کوئی تبدیلی نہیں۔

5. ڈبل سلٹ فرون ہوفرڈ فریکشن میں، مداخلت کے پیٹرن کے کچھ آرڈرز غائب ہیں۔ یہ کہا جاتا ہے _____

(ا)سپیکٹرا غائب ہے (ب)غیر حاضر سپیکٹرا

(ج)اختتامی سپیکٹرا (د)اخراج سپیکٹرا

6. ایک اسکرین کو لینس سے 2 میٹر دور رکھا جاتا ہے تاکہ ایک سلٹ ڈفریکشن تجربے میں لینس کے فوکل مستوی میں ڈِفریکشن پیٹرن حاصل کیا جاسکے۔ سلٹ کی چوڑائی کیا ہوگی اگر پہلا مینیما مرکزی میکسیما کے دونوں طرف 5 ملی میٹر ہو جب طول موج 4000Å کی طول موج کی روشنی کی لہریں سلٹ پر واقع ہوں؟

(ا)0.16 ملی میٹر (ب)0.26 ملی میٹر

(ج)0.36 ملی میٹر (د)0.46 ملی میٹر

7. اگر سلٹ کی چوڑائی 0.2 ملی میٹر ہے تو ڈبل سلٹ فرون ہوفرڈ فریکشن پیٹرن کے لیے گم شدہ آرڈر کو تلاش کریں جو 0.6 ملی میٹر سے الگ کریں

(ا)پہلا، پانچواں، نواں (ب)دوسرا، چھٹا، دسواں

(ج)تیسرا، ساتواں، گیارہواں، (د)چوتھا، آٹھواں، بارواں

8. $12x\ 10^{-7}m$. چوڑائی کے سلٹ کے فراون ہوفرڈ فریکشن پیٹرن میں مرکزی روشن میکسیما کی نصف کونی چوڑائی کتنی ہے جب سلٹ طول موج 6000Å کی یک رنگی روشنی سے روشن ہوتا ہے۔

(ا)$20°$ (ب)$30°$

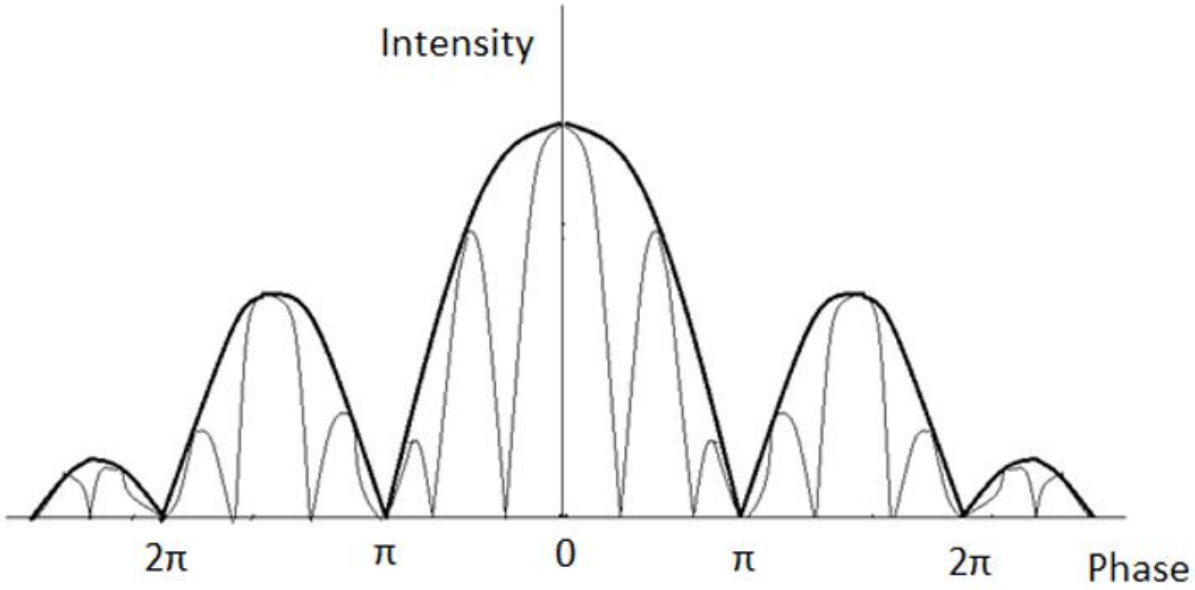
(ج)$40°$ (د)$50°$

9. 0.25 ملی میٹر چوڑائی کے ایک سلٹ کی وجہ سے مرکزی میکسیما اور مینیما پہلا آرڈر کے درمیان کونی علیحدگی، جب طول موج $5890\ A^0$ کی روشنی عام طور پر سلٹ پر واقع ہوتی ہے، _____ ہے۔

(ا)7.1 منٹ (ب)8.1 منٹ

(ج)9.1منٹ (د)10.1منٹ

10. مندرجہ ذیل پیٹرن کو کس تجربے کے لیے دیکھا جاتا ہے؟



شکل(6.12)

(ا)فیبری پیروٹ انٹرفیرومیٹر (ب)ڈبل سلٹ فراون ہوفرڈ فریکشن

(ج)سنگل سلٹ فراون ہوفرڈ فریکشن (د)فریسنل ڈفریکشن

6.11.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. Fraunhofer Diffraction کی تعریف کریں؟
2. Fraunhofer diffraction میں گم شدہ آرڈرز سے آپ کا کیا مطلب ہے؟
3. ایک سرکلر سلٹ میں فراون ہوفر کے پھیلاؤ پر بحث کریں؟
4. سپیکٹروسکوپی کے لیے ڈفریکشن گریٹنگ کی وضاحت کریں؟
5. لیزر ڈفریکشن کے تجربے پر بحث کریں؟

6.11.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. سلٹ سے پیدا ہونے والے انصراف کے اثرات کا حساب دیں۔ وضاحت کریں کہ کیا ہوتا ہے جب سلٹ کی چوڑائی بتدریج بڑھائی جاتی ہے اور یہ بھی کہ جب اسکرین کو آہستہ آہستہ سلٹ سے دور کیا جاتا ہے۔
2. سادہ ٹرانسمیشن گریٹنگ کا نظریہ دیں۔ اگر گریٹنگ کی شفافیت اور دھندلاپن کی چوڑائی برابر ہو تو کون سا خاص سپیکٹر اغائب ہو گا۔

6.11.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. طول موج کی روشنی 600nm عام طور پر ایک انصراف گریٹنگ پر واقع ہوتی ہے۔ دو ملحقہ بیش ترین (Maxima) $\sin\theta = 0.2$ اور $\sin\theta = 0.3$ کے ذریعہ دیئے گئے زاویوں پر واقع ہوتے ہیں چوتھے آرڈر کیمیش ترین (Maxima) غائب ہیں۔

(ا) ملحقہ سلٹ کے درمیان علیحدگی کیا ہے؟ (ب) اس گریٹنگ کی سب سے چھوٹی سلٹ چوڑائی کیا ہو سکتی ہے؟

اس سلٹ کی چوڑائی کے لیے،

(ج) سب سے بڑی،

(د) دوسری بڑی،

(ذ) اور grating کے ذریعہ تیار کردہ میکسیما کے آرڈر نمبر m کی تیسری بڑی قدریں کیا ہیں؟

2. ایک انصراف گریٹنگ 300nm چوڑائی کے سلٹوں سے بنا ہے جس میں علیحدگی 900nm ہے۔ گریٹنگ عام واقعات پر طول موج $\lambda = 600\ nm$ کی یک رنگی مستوی لہروں سے روشن ہوتی ہے۔ پورے پھیلاؤ کے پیٹرن میں کتنے بیش ترین (Maxima) ہیں؟

اکائی 7۔ فریسنل انصراف

(Fresnal Diffraction)

اکائی کے اجزا

7.0	تمہید
7.1	مقاصد
7.2	فریسنل کے مفروضے
7.3	فریسنل کے ہاف پیریڈ زونز میں موجیں
7.4	زون پلیٹ
7.5	ہندسی سائے کے اندر شدت
7.6	حل شدہ مثالیں
7.7	اکتسابی نتائج
7.8	کلیدی الفاظ
7.9	نمونہ امتحانی سوالات
7.9.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
7.9.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
7.9.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
7.9.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

7.0 تمہید (Introduction)

فریسنل کا انصراف اس وقت ہوتا ہے جب یا تو مبدع سے رکاوٹ تک کا فاصلہ یا رکاوٹ سے اسکرین کا فاصلہ رکاوٹ کے سائز سے موازنہ ہو۔ یہ تقابلی فاصلے اور سائز منفرد اختلافی رویے کا باعث بنتے ہیں۔Fraunhofer Diffraction کے لیے بنائے گئے تخمینے اب درست نہیں ہیں۔ روشنی کے منبع کو اب مہین فلم پر پلانر ویو فرنٹ نہیں سمجھا جاسکتا ہے کیونکہ اس کی ابتدا لامحدودیت پر ہونے کے لیے زیادہ وقت تک کی جاسکتی ہے۔ اسے ایک کروی ویو فرنٹ سمجھا جانا چاہیے۔

نیز، ایک خمیدہ ویو فرنٹ کے لیے متعلقہ مرحلے کا فرق مستقل نہیں ہے۔

مشاہدے کے مقام پر انفرادی روشنی کی لہروں (ثانوی لہروں) کے طول و عرض برابر نہیں ہیں کیونکہ ہر عنصر، یا ویو فرنٹ کے ذریعے طے کیے گئے فاصلے کو اب تقریباً برابر نہیں سمجھا جاسکتا ہے۔ لہذا، اسکرین پر روشنی کی شدت ایک نقطہ سے مختلف ہوتی ہے۔

تمام پیرامیٹرز (لمبائی، فاصلے، چوڑائی، وغیرہ) کو فریسنل ڈفریکشن کی ریاضیاتی تشریح میں ان کے تقابلی سائز کی وجہ سے غور کرنا چاہیے۔

کوئی بھی دیکھنے والی اسکرین پر ہر ایک نقطہ پر روشنی کی شدت کا تعین کرکے فریسنل کے انصراف کی وجہ سے انصراف کے پیٹرن کا تعین کر سکتا ہے۔

7.1 مقاصد (Objectives)

یہ اکائی میں اس بات کی وضاحت کی گئی ہے کہ:

- فریسنل ڈفریکشن: ہاف پیریڈ زونز کیسے کہتے ہے۔
- زون پلیٹ وضاحت کریں گے۔
- آدھے مدت کے زون کے تجزیہ کا استعمال کرتے ہوئے سیدھے کنارے، ایک سلٹ اور ایک تار کا فریسنل ڈفریکشن پیٹرن کو معلوم کریں گے۔

7.2 فریسنل کے مفروضے (Assumption of Fresnal)

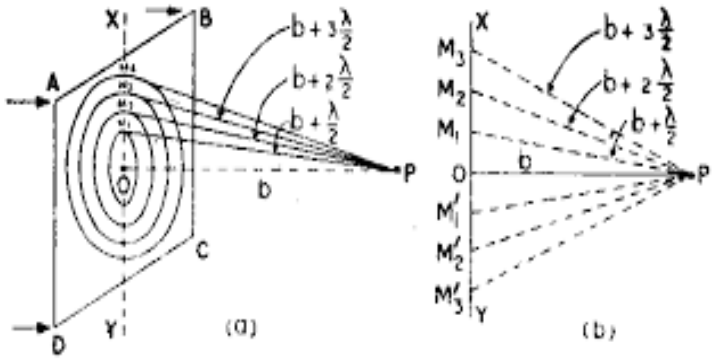
فریسنل نے 1815 میں، ویولیٹ کے Huygens کے اصول اور مداخلت کے اصول کو ملا کر رکاوٹوں کے گرد روشنی کے موڑنے اور روشنی کے rectilinear انصراف کی وضاحت کی۔

1. ہیوجینس کے اصول کے مطابق، ویو فرنٹ کا ہر ایک نقطہ (ویو فرنٹ ایک میڈیم میں پوائنٹس کا ایک لوکس ہے جو ایک ہی مرحلے میں ہل رہا ہے) ثانوی خلل کا ایک ذریعہ ہے اور ان پوائنٹس سے آنے والی لہریں رفتار کے ساتھ تمام سمتوں میں پھیل جاتی ہیں۔ روشنی کی ان لہروں کا لفافہ اگلی ویولیٹ تشکیل دیتا ہے۔

2. فریسنیل کے مطابق، ایک ویو فرنٹ کو بڑی تعداد میں سٹرپس یا زونز میں تقسیم کیا جا سکتا ہے جسے چھوٹے علاقے کے فریسنل زون کہتے ہیں۔ کسی بھی نقطہ پر نتیجہ خیز اثر مختلف زونوں سے آنے والی تمام ثانوی لہروں کے مشترکہ اثر پر منحصر ہو گا۔
3. کسی خاص زون کی وجہ سے کسی نقطہ پر اثر زون سے نقطہ کے فاصلے پر منحصر ہے۔
4. اثر زیر غور زون کے حوالے سے نقطہ کی ترچھی پن (جھکاؤ) پر بھی منحصر ہو گا۔

7.3 فریسنل کے ہاف پیریڈ زونز میں موجیں (Fresnal Half Plate Zone Waves)

خاکہ مستوی کے ویو فرنٹ کو کاغذ کے ہوائی مستوی پر کھڑا ظاہر کرتا ہے۔ لہر کے سامنے سے ایک فاصلے پر ایک نقطہ P پر غور کریں جس پر لہر کی وجہ سے طول و عرض پایا جاتا ہے۔ پورے ویو فرنٹ کی وجہ سے P پر نتیجہ خیز طول و عرض کو تلاش کرنے کے لیے، فریسنل نے فرض کیا کہ ویو فرنٹ کو متعدد متمرکز نصف مدت کے زونز میں تقسیم کیا جائے جسے فریسنل کے ہاف پیریڈ زونز کہتے ہیں۔



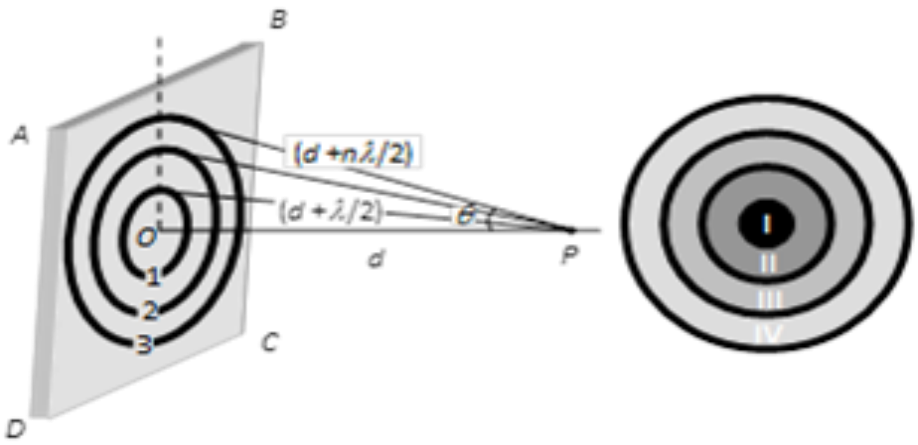
شکل (7.1)

ہاف پیریڈ زونز (Half Period Zone(HPZ))

فریسنیل کے مطابق پورے ویو فرنٹ کو زونز کے حصوں کی ایک بڑی تعداد میں تقسیم کیا جا سکتا ہے جو فریسنل کے ہاف پیریڈ زونز (HPZ) کے نام سے جانے جاتے ہیں۔ اسکرین پر کسی بھی نقطہ پر نتیجہ خیز اثر مختلف زونوں سے تمام ثانوی لہروں کے مشترکہ اثر کی وجہ سے ہوتا ہے۔

فرض کریں کہ ABCD ایک مستوی لہر کا محاذ ہے۔ ہم نقطہ P پر اس کا اثر تلاش کرنا چاہتے ہیں جس کے مرکز میں P کے ساتھ نصف قطر کے دائرے $(d+\lambda/2)$ پر غور کریں، پھر یہ کرہ لہر کے سامنے کو دائرے میں کاٹ دے گا۔

اس سرکلر زون کو فریسنیل کا پہلا HPZ (I) کہا جاتا ہے۔



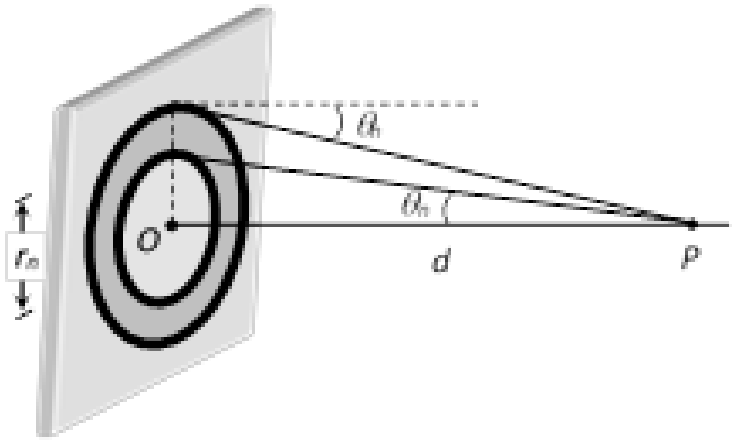
شکل(7.2)

نصف قطر$2(\lambda/2)+b$کا ایک دائرہPپر مرکز کے ساتھ لہر کے محاذ کو دائرہ دو میں کاٹ دے گا، دائرہ2اور دائرہ 1 کے درمیان کنڈلی خطہ سیکنڈ HPZ (II) کہلاتا ہے۔

nthدائرہ اور$^{th}(n-1)$دائرے کے درمیان منسلک پر دیئے علاقہ کوn^{th} HPZ کے طور پر بیان کیا گیا ہے

(1).HPZکا نصف قطر:

nویںHPZ کے لیے، یہ بذریعہ دیا جاتا ہے۔



شکل(7.3)

$r_n \propto \lambda^{0.5}$، $r_n=(nd\lambda)^{0.5}$

(2)HPZکا رقبہ:nویںHPZکا رقبہ بذریعہ دیا گیا ہے۔

$=A_n$

nویں دائرے کا رقبہ-(n−1)ویں دائرے کا رقبہ

$=\pi(r^2_n-r^2_{n-1}) =\pi d\lambda$

(3)مشاہداتی پوائنٹس Pکا nth HPZ سے اوسط فاصلہ:

$d_n=(r_n+r_{n-1})/2=b+(2n-1)\,\lambda/4$

(4)HPZ کے درمیان مرحلے کا فرق:

دولگاتار HPZ سے شروع ہونے والی لہروں اور نقطہ P تک پہنچنے کے درمیان مرحلے کا فرق π ہے (یا راستے کا فرق $\lambda/2$ ہے، وقت کا فرق T_2 ہے)۔

کسی بھی دوبرابر یا پرانے نمبر HPZ کے درمیان مرحلے کا فرق 2π ہے۔

(5)HPZ کا طول و عرض:

nویں HPZ کی وجہ سے پوائنٹ P پر روشنی کا طول و عرض ہے

$R_n \propto A_n/dn\,(1+\cos\theta n)$

جہاں

$(1+\cos\theta n)$ = obliquity factor، A_n= nth HPZ کا رقبہ، dn= nth HPZ کا اوسط فاصلہ،

n کی قدر بڑھنے پر، R_n کی قدر آہستہ آہستہ کم ہوتی چلی جاتی ہے یعنی

$R_n<R_{n-1}<----<R_4<R_3<R_2<R_1$

(6)نتیجہ خیز طول و عرض:

دو مسلسل HPZ کے طول و عرض P پر مخالف مرحلے میں ملتے ہیں۔

لہذا P پر نتیجہ خیز طول و عرض

$R=R_1-R_2+R_3-R_4+.....(-1)n-1R_n$

جب $n=\infty$، پھر $R_{n-1}=R_n=0$، اس لیے

$R=R_1/2$

یعنی، HPZ کی بڑی تعداد کے لیے، پوری لہر کے سامنے کی وجہ سے پوائنٹ P پر روشنی کا طول و عرض پہلے HPZ کی وجہ سے نصف طول و عرض ہے۔

لگاتار HPZ کی وجہ سے طول و عرض کا تناسب مستقل ہے اور 1 سے کم ہے

$$\frac{Rn}{Rn-1}\cdots\cdots\cdots\frac{R5}{R4}=\frac{R4}{R3}=\frac{R3}{R2}=\frac{R2}{R1}=k$$

(جہاں1>k)

(7)نتیجے کی شدت:

شدت$\propto^2$(طول وعرض)

کے لیے

$I\propto R^2_1/4\propto I^1/4$،n=∞

یعنی پوری لہر کے سامنے کی وجہ سے نتیجے کی شدت پہلے HPZ کی وجہ سے 1/4 ہے۔

7.4 زون پلیٹ(Zone Plate)

یہ ایک الگ الگ آلہ ہے جو تجرباتی طور پر انصراف کے اثر کو ظاہر کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

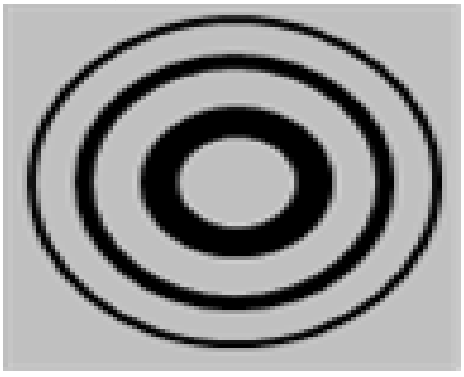
(1) یہ شیشے کی پلیٹ پر اس پر متعدد مرتکز دائرے بنا کر بنتا ہے جن کا نصف قطر اس کے تناسب میں ہوتا ہے۔

$$\sqrt{1}:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ie\ r\propto\sqrt{n}$$

اس پلیٹ سے کچھ مخصوص فاصلے کے لیے دائرے HPZ's of the Fresnel's theory کے ساتھ ملتے ہیں۔(متبادل زون کو مبہم بنا دیا گیا ہے)۔

(2)مثبت زون پلیٹ:

جب طاق زون کو روشنی کے لیے شفاف رکھا جاتا ہے اور یہاں تک کہ زون کو بھی مبہم بنا دیا جاتا ہے، تو اسے مثبت زون پلیٹ کہا جاتا ہے۔



شکل(7.4)

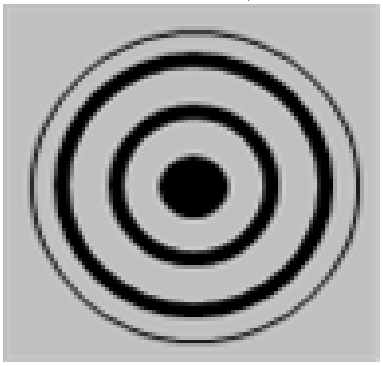
اس زون پلیٹ کی وجہ سے نتیجہ خیز طول وعرض ہے۔

$R=R_1+R_3+R_5$

اس طرح روشنی کی شدت میں بے پناہ اضافہ ہوتا ہے۔

(3) منفی زون پلیٹ:

جب بھی زون کو ہلکے سے شفاف رکھا جاتا ہے اور طاق زون کو مبہم بنادیا جاتا ہے تو اسے منفی زون پلیٹ کہا جاتا ہے۔



شکل(7.5)

اس زون پلیٹ کی وجہ سے نتیجہ خیز طول و عرض ہے۔

$R=R_2+R_4+R_6$

(4)زون پلیٹ محدب لینس کی طرح برتاؤ کرتی ہے۔ ہوائی لہر کے سامنے کے لیے ماخذ کی تصویر d فاصلے پر بنتی ہے یعنی d اصولی فوکل لینتھ یا پہلی فوکل لینتھ کے برابر ہے۔

$f_1=d=r^2/\lambda$

(5)زون پلیٹ کے ایک سے زیادہ foci ii کی طرف سے دیئے گئے ہیں

$fp=r^2/(2p-1)\lambda$

جہاں foci ..... $p = 1, 2, 3,$ کی ترتیب کو ظاہر کرتا ہے۔

(6)اگر زون پلیٹ پر n ویں دائرے کا نصف قطر r_n ہے، تو r_n کے لحاظ سے پرنسپل فوکل لمبائی

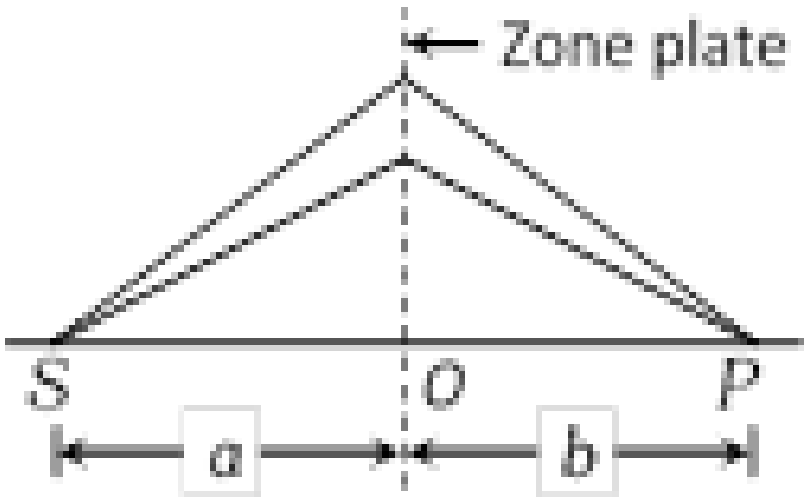
$f_1=r_n^2/n\lambda$

دیگر فوکل لمبائی

$f_p= r_n^2/(2p-1)n\lambda$

(7)اگر a زون پلیٹ سے ماخذ کا فاصلہ ہے، تو نقطہ کا فاصلہ b جہاں میکسیما شدت کا مشاہدہ کیا جاتا ہے

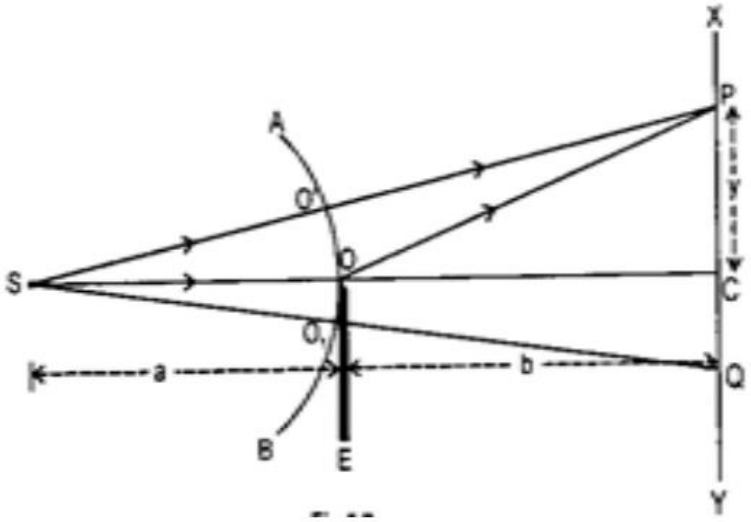
$a+1/b=n\lambda/ r_n^2/1$



ایک سیدھے کنارے پر انصراف

شکل(7.6)

شکل میں، S طول موج λ کی ایک تنگ مستطیل سلٹ روشن روشنی ہے۔ OE سیدھا کنارہ ہے (مبہم چیز جو عمودی مستوی میں آدھے سلٹ کو ڈھانپتی ہے)، AB بیلناکار ویو فرنٹ ہے، XY اسکرین ہے۔ CX انصراف کے کنارے کا خطہ ہے اور CY میں کم ہوتی ہوئی شدت کی روشنی ہے۔



شکل(7.7)

اسکرین پر C سے y کے فاصلے پر P کی شدت O' کے اوپر ویو فرنٹ AB کے اوپری حصے کی وجہ سے ہے اور یہ ویو فرنٹ کے کھلے ہوئے حصے OO کی وجہ سے ہے۔ O' کے اوپری نصف کی وجہ سے P پر طول و عرض $= m_1 / 2$ ہے۔ اگر حصہ OO میں ایک آدھے دورانیے کی پٹی ہے، تو P پر کل طول و عرض

$= m_1 / 2 + m_1 = 3m_1 / 2$ (میکسیما طول و عرض)

اگر OO' میں دو نصف مدت کی پٹیاں ہوں، تو P پر کل طول و عرض

$= m_1 / 2 + m_1 - m_2 = 3m_1 / 2 - m_2$ (مینیما طول و عرض)

جب خطے OO' میں طاق نصف مدت کی پٹیاں ہوتی ہیں تو طول و عرض میکسیما ہوتا ہے اور نصف مدت کے لیے بھی یہ کم سے کم ہوتا ہے۔

C کے اوپر، اسکرین پر متبادل بیش ترین (Maxima) اور منیما کا ایک انصراف پیٹرن دیکھا گیا ہے۔ جیسے جیسے اسکرین پر فاصلہ بڑھتا ہے، شدت یکساں ہو جاتی ہے۔

میکسما اور منیما کے انصراف پیٹرن کی شرائط:

O اور O' سے P تک پہنچنے والی لہروں کے درمیان راستے کا فرق ہے۔

$$\delta = PO - PO'$$

اگر δ $\lambda / 2$ کا طاق ضرب ہے تو P پر طول و عرض میکسیما ہے۔ یعنی،

$$\delta = PO - PO' = \frac{(2n+1)\lambda}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اگر δ $\lambda / 2$ کا بھی ضرب ہے تو P پر طول و عرض کم سے کم ہے۔ یعنی،

$$\delta = PO - PO' = \frac{(2n)\lambda}{2} = n\lambda \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

جہاں $n = 0، 1، 2، 3$

خاکہ سے،

$$PO = \sqrt{OC^2 + CP^2}$$

$$= \sqrt{b^2 + y^2} = b\left[1 + \frac{y^2}{b^2}\right]^{\frac{1}{2}} = b\left[1 + \frac{y^2}{2b^2}\right]$$

$$PO = b + \frac{y^2}{2b}$$

$$PO' = SP - SO' = \sqrt{SC^2 + CP^2} - SO'$$
$$= \sqrt{(a+b)^2 + y^2} - a$$
$$= (a+b)\left[1 + \frac{y^2}{(a+b)^2}\right]^{\frac{1}{2}} - a$$
$$PO' = (a+b)\left[1 + \frac{y^2}{2(a+b)^2}\right] - a = b + \frac{y^2}{2(a+b)}$$
$$PO - PO' = (b)\left[1 + \frac{y^2}{2(b)}\right] - b + \frac{y^2}{2(a+b)}$$
$$PO - PO' = \frac{ay^2 + by^2 - by^2}{2b(a+b)} = \frac{ay^2}{2b(a+b)} \ldots\ldots\ldots (3)$$

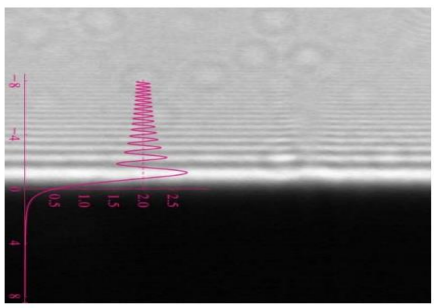
مساوات(3)کا(1)سے موازنہ کرتے ہوئے، میکسیما کی شرط ہے۔

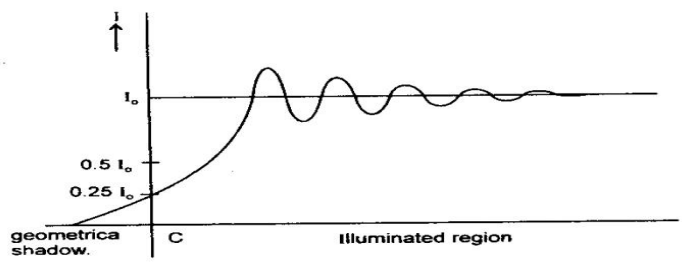
$$\frac{ay^2}{2b(a+b)} = \frac{(2n+1)\lambda}{2} \quad 0r \quad y^2 = \frac{2b(a+b)(2n+1)\lambda}{2a}$$

یہ مرکزCسے میکسیماnویں کا فاصلہ ہے۔مساوات(3)کا(2)سے موازنہ کرتے ہوئے، مینیما شرط ہے$ay\,2/2b(a+b) = n\lambda$یا

$$y_n = \sqrt{\frac{2b(a+b)n\lambda}{a}}$$

یہ مرکزCسےnthمینیما فاصلہ ہے۔خاکہ سیدھے کنارے کی وجہ سے انصراف کا نمونہ دکھاتا ہے۔





شکل(7.8)

گراف سیدھے کنارے پر انصراف کی وجہ سے شدت کی تقسیم کو ظاہر کرتا ہے۔ اسکرین XY پر شدت صرف ویو فرنٹ AB کے اوپری حصے کی وجہ سے ہے کیونکہ نچلا نصف بلاک ہے۔ C پر نتیجہ خیز طول و عرض $m_1/2$ ہے اور C پر شدت $m_2/4$ ہے۔ یہ شدت کے مقابلے میں شدت کا ایک چوتھائی ہے جب پورا ویو فرنٹ سامنے آتا ہے۔

7.5 ہندسی سائے کے اندر شدت (Intensity within the Geometric shade)

سائے کے علاقے میں اسکرین پر ایک پوائنٹ Q کے لیے، O^1 ویو فرنٹ AB کا قطب ہے۔ O^1 کے نیچے کے علاقے سے روشنی منقطع ہے۔ اس کے علاوہ، بالائی علاقے OO^1 کا کچھ حصہ منقطع ہے۔ اگر O^1 سے اوپر کا خطہ O تک صرف پہلے نصف پیریڈ زون کو کاٹتا ہے، تو Q پر طول و عرض دیگر زونز کی وجہ سے ہے

$$m_2 - m_3 + m_4 - m_5 \ldots . = m_2/2$$

اگر یہ دو زونوں کو کاٹتا ہے، تو طول و عرض $= m_3/2$ وغیرہ۔ اس طرح، شدت ابتدائی طور پر تیزی سے کم ہوتی ہے اور پھر آہستہ آہستہ جب ہم ہندسی سائے میں آگے بڑھتے ہیں۔

بابینٹ کا اصول یہ بتاتا ہے کہ ایک مبہم جسم سے انصراف کا نمونہ ایک ہی سائز اور شکل کے سوراخ سے یکساں ہوتا ہے سوائے مجموعی طور پر فارورڈ بیم کی شدت کے۔ ایک ہی تار کی وجہ سے انصراف کا پیٹرن ایک ہی سائز کے ایک سلٹ کی وجہ سے ایک جیسا ہے۔ چونکہ تار کی موٹائی بہت چھوٹی ہے، مساوی سلٹ کی چوڑائی بھی چھوٹی ہے اور اس وجہ سے انصراف کے کنارے چوڑے ہیں۔

فرض کریں کہ B اصل اختلافی جسم ہے، اور B' اس کا تکمیلی ہے، یعنی ایسا جسم جو شفاف ہے۔ B اور B^1 کی وجہ سے تابکاری کے نمونوں کا مجموعہ بلا روک ٹوک بیم کے تابکاری پیٹرن کے برابر ہونا چاہیے۔ ان جگہوں پر جہاں غیر منقطع بیم نہیں پہنچی ہو گی، اس کا مطلب ہے کہ B اور B^1 کی وجہ سے ہونے والے تابکاری کے نمونے فیز میں مخالف ہونے چاہئیں، لیکن طول و عرض میں برابر ہوں۔

مہین فلمز یا معلوم سائز اور شکل کے جسموں سے انصراف کے پیٹرن کا موازنہ اس چیز کے پیٹرن سے کیا جاتا ہے جس کی پیائش کی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر، خون کے سرخ خلیات کے سائز کو ان کے انصراف کے پیٹرن کو چھوٹے سوراخوں کی ایک صف سے موازنہ کر کے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ بابینٹ کے اصول کا ایک نتیجہ معدومیت کا تضاد ہے، جس میں کہا گیا ہے کہ انصراف کی حد میں، کسی ذرے کی وجہ سے بیم سے خارج ہونے والی تابکاری ذرہ کے کراس سیکشن کے بہاؤ کے دوگنا کے برابر ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جذب ہونے یا منعکس ہونے والی تابکاری کی مقدار ذرہ کے کراس سیکشن کے ذریعے بہاؤ کے برابر ہے، لیکن بابینٹ کے اصول کے مطابق آگے کی طرف منتشر ہونے والی روشنی وہی ہے جو ایک ذرے کی شکل کے سوراخ سے گزرتی ہے۔ اس طرح آگے کی روشنی کی مقدار بھی ذرہ کے کراس سیکشن کے ذریعے بہاؤ کے برابر ہوتی ہے۔

یہ اصول اکثر آپٹکس میں استعمال ہوتا ہے لیکن یہ برقی مقناطیسی تابکاری کی دوسری شکلوں کے لیے بھی درست ہے اور در حقیقت یہ انصراف کا ایک عمومی نظریہ ہے۔ بابینٹ کا اصول سائز اور شکل میں مساوات کا پتہ لگانے کی صلاحیت میں سب سے زیادہ استعمال کرتا ہے۔

7.6 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

طول موج $1000\ A^{\circ}$ کی روشنی کے ایک مستوی ویو فرنٹ کو مہین فلم سے گزرنے کی اجازت دی جاتی ہے اور اپرچر سے m_1 کے فاصلے پر رکھی گئی سکرین پر ایک ڈفریکشن پیٹرن حاصل کیا جاتا ہے۔ 1000 ویں نصف پیریڈ زون کا رداس اور رقبہ تلاش کریں۔

حل:

$$\lambda = 1000 \text{ x } 10^{-2} \text{ m} = 10^{-7}, \text{b} = 1\text{m}, \text{n} = 1000$$

ہم جانتے ہیں کہ nth زون کا رداس r_n

$$R_n = (nb\lambda)^{0.5}$$

$$, r_{1000} = (1000 \text{ x } 1 \text{ x } 10^{-7})0.5 = 10^{-2}\, m = 1\, cm$$

زون کا رقبہ $=(nb\lambda)$

$$3.14 \text{ x1x} 10^{-7} = 3.14\text{x} 10^{-7} m^2$$

حل شدہ مثال 2

طول موج کی روشنی $5\text{x}10^{-7}$ میٹر کسی سوراخ پر واقع ہونے کے لیے بنائی گئی ہے، سوراخ سے 1.0 میٹر کے فاصلے پر ایک نقطہ کے حوالے سے سوراخ کے اندر پڑے ہوئے نصف پیریڈ زونز کی تعداد کا حساب لگائیں اگر رداس سوراخ کا ہے $(1)10^{-3}$ میٹر اور 10^{-2} میٹر

حل: یہ دیا گیا ہے کہ

$$,\lambda = 5\text{x}10^{-7} m$$

$b = 1\text{m}$ اگر A_n رداس r_n کے سوراخ کا رقبہ ہے جس میں ہر ایک رقبہ rb^2 کے n-ہف پیریڈ زونز پر مشتمل ہے۔ پھر، ہمارے پاس ہے،

$$A_n = \pi r_n^{\,2} = n\, \pi b\lambda$$

$$R_n = 10^{-3}$$

اوپر دی گئی مساوات کا استعمال کر کے

$$\pi\text{x}(10^{-3})^2 = \text{n x}\pi \text{ x } 1 \text{ x } 5\text{x } 10^{-7}$$

$$\text{n} = 10^{-6}/5 \text{ x}10^{-7} = 2$$

$$r_n = 10^{-2}$$

$$x\,(10^{-2})^2 = n \times \pi \times 1 \times 5 \times 10^{-7}\pi$$

$$n = 10^{-4}/\,5 \times 10^{-7} = 200$$

7.7 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- اس اکائی میں آپ نے مطالعہ کیا ہے کہ ہیوگینس کا اصول انصراف کے رجحان کی وضاحت کے لیے بنیادی اصول ہے۔ انصراف بنیادی طور پر ثانوی طول موجوں کی مداخلت کی وجہ سے ہوتا ہے، جب بھی کوئی لہر کسی چیز یا مہین فلم کا سامنا کرتی ہے، جس کا سائز روشنی کی طول موج کے مقابلے ہوتا ہے۔ تصور کو مزید واضح کرنے کے لیے مداخلت اور انصراف کے درمیان فرق کو واضح کرنے کے لیے نصف مدت کے زونز اور زون پلیٹ کی تعمیر اور تھیوری کی وضاحت کی گئی ہے۔ یہ کہا جاتا ہے کہ $1 \ll b$ کے لیے نصف مدت والے زون کا ریڈیائی قدرتی اعداد کے مربع جڑ کے متناسب ہے اور زون کے علاقے ایک جیسے ہیں۔ رداس اور رقبہ کے اظہار $\sqrt{(n\lambda b)}$ اور $n\lambda b$ کے ذریعہ دیئے گئے ہیں۔ اگر واقعہ ویو فرنٹ میں ہاف پیریڈ زونز کی ایک بڑی تعداد شامل ہے اور تمام زونز ایکسپوز ہیں تو اسکرین پر کسی نقطہ پر نتیجہ کا طول و عرض پہلے زون کی وجہ سے نصف کے برابر ہوگا، یعنی $u_1/2$۔ زون تھیوری کی مدد سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ روشنی ایک ریکٹلینر راستے پر پھیلتی ہے۔

7.8 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **زون پلیٹ:** زون پلیٹ ایک ایسا آلہ ہے جو روشنی یا دیگر چیزوں کو فوکس کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے جو لہر کے کردار کو ظاہر کرتا ہے۔
- **نصف مدت زون:** پہلے دائرے کا رقبہ (نصف قطر $= r_1$) 'پہلے ہاف پیریڈ زون' کہلاتا ہے۔
- **فریسنل کا انصراف:** "Fresnel diffraction" کا مطلب ہے ایک ایسا انصراف رجحان جہاں الیکٹران کا منبع اور مشاہداتی نقطہ یا دونوں کسی چیز سے ایک محدود فاصلے پر واقع ہوں، اس طرح واقعہ کی لہر یا خارجی لہر کو طیارہ کی لہر کے طور پر شمار نہیں کیا جاسکتا۔
- **الٹا-** مخالف، برعکس، الٹ۔
- **تصویر کشی:** بیان کرنے کے لیے
- **الگ-** ایک جیسی نہیں، الگ، انفرادی، قسم یا معیار میں مختلف، برعکس۔

7.9 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

7.9.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. فریسنل ڈفریکشن میں کتنے لینس استعمال ہوتے ہیں؟

(ا)دو محدب لینس (ب)دو مقعر لینز

(ج)ایک محدب لینس (د)کوئی لینس استعمال نہیں کیا گیا

2. مندرجہ ذیل میں سے کس کو obliquity factor کہا جاتا ہے؟

(ا) $\text{Cos}\theta$ (ب) $\sin\Theta$

(ج) $1 + \cos\theta$ (د) $1 + \sin\theta$

3. فریسنل کے پھیلاؤ میں، خمیدہ ویو فرنٹ کے درمیان رشتہ دار مرحلے کا فرق _____ ہے

(ا)مستقل (ب)صفر

(ج)لکیری طور پر بڑھ رہا ہے (د)غیر مستقل

4. سنگل سلٹ فریسنل ڈفریکشن کے مقابلے میں سنگل سلٹ فرون ہوفر ڈفریکشن کے لیے دیکھے گئے پیٹرن میں کیا فرق ہے؟

(ا)پیٹرن ہائپر بولک نہیں ہے (ب)کنارے بہت پتلے ہیں۔

(ج)کم از کم شدت کا علاقہ مکمل طور پر اندھیرا نہیں ہے (د)کنارے رنگین ہیں۔

5. نصف مدت زون کا رداس _____ کے متناسب ہے

(ا)روشنی کی طول موج (ب)روشنی کی فریکوئنسی کا مربع جڑ

(ج)طول موج کی روشنی کا مربع جڑ (د)روشنی کی تعدد

6. پورے ویو فرنٹ کی وجہ سے O پر شدت پہلے ہاف پیریڈ زون کی وجہ سے x گنا ہے۔ x کیا ہے؟

(ا)4 (ب)2

(ج)½ (د)1/4

7. $5000\ A^0$ کی روشنی رداس 1 سینٹی میٹر کے ایک گول سوراخ پر واقع ہے۔ اگر اسکرین کو 1 میٹر کے فاصلے پر رکھا جائے تو دائرے میں کتنے ہاف پیریڈ زونز ہوتے ہیں؟

(ا) 20 (ب) 200

(ج) 2000 (د) 20000

8. $6000A^0$ کی روشنی ایک گول سوراخ پر واقع ہوتی ہے اور 50 سینٹی میٹر دور اسکرین پر موصول ہوتی ہے۔ سوراخ کا رداس کیا ہے، اگر اسکرین پر روشنی کی شدت سوراخ کے بغیر شدت سے 4 گنا ہے؟

(ا)40.025 سینٹی میٹر (ب)20.047 سینٹی میٹر

(ج) $1/20.054$ سینٹی میٹر (د) $1/40.089$ سینٹی میٹر

9. زون پلیٹ _____ کی طرح برتاؤ کرتی ہے

(ا) متعدد فوکی کے ساتھ مقعر لینس (ب) ایک سے زیادہ فوکی کے ساتھ محدب لینس

(ج) واحد فوکی کے ساتھ محدب لینس (د) سنگل فوکی کے ساتھ مقعر لینس۔

10. طول موج $5000A^0$ کی روشنی کے لیے فوکل لینتھ 25 سینٹی میٹر کی زون پلیٹ میں پہلے زون کا رداس ____ ہے

(ا) 0.01 سینٹی میٹر (ب) 0.02 سینٹی میٹر

(ج) 0.03 سینٹی میٹر (د) 0.04 سینٹی میٹر

7.9.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. زون پلیٹ میں ایک سے زیادہ فوکی کیوں ہے؟
2. پھیلاؤ میں زون پلیٹ کیا ہے؟
3. ہاف پیریڈ زون پلیٹ کیا ہے؟
4. Obliquity عامل کیا ہے؟
5. Fresnel مفروضے کیا ہیں؟

7.9.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. ایک زون پلیٹ کے لیے محوری نقطہ ماخذ کے لیے، تصاویر کی ایک سیریز حاصل کی جاتی ہے۔ اگر تیز ترین تصویر 30 سینٹی میٹر پر حاصل کی گئی ہے اور ماخذ کے دوسری طرف 6 سینٹی میٹر پر اگلی تیز ترین تصویر حاصل کی گئی ہے، تو زون پلیٹ سے ماخذ کی دوری کا حساب لگائیں۔
2. طول موج $4000A^0$ کی روشنی کے لیے، اس سے 20 سینٹی میٹر کے فاصلے پر رکھی کسی چیز کے لیے 20 سینٹی میٹر کے فاصلے پر ایک زون پلیٹ کے ذریعے روشن ترین تصویر بنتی ہے۔ اس پلیٹ کے 1 سینٹی میٹر کے رداس میں فریسنل کے زون کی تعداد کا حساب لگائیں۔

7.9.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. مستوی کے ویو فرنٹ کے لیے پہلے دو ہاف پیریڈ زونز کے ریڈیائی اور علاقوں کا حساب لگائیں۔ مشاہدے کا نقطہ ویو فرنٹ سے 1.0 میٹر کے فاصلے پر ہے اور روشنی کی طول موج $4900A^0$ ہے۔
2. طول موج $5000A^0$ کی روشنی کو زون پلیٹ پر گرنے کی اجازت ہے جس کے لیے پہلے زون کا رداس سینٹی $3x10^{-2}$ میٹر ہے۔ اس زون پلیٹ کے لیے پہلی تین فوکل لمبائی تلاش کریں۔

اکائی 8۔ تقطیب

(Polarozation)

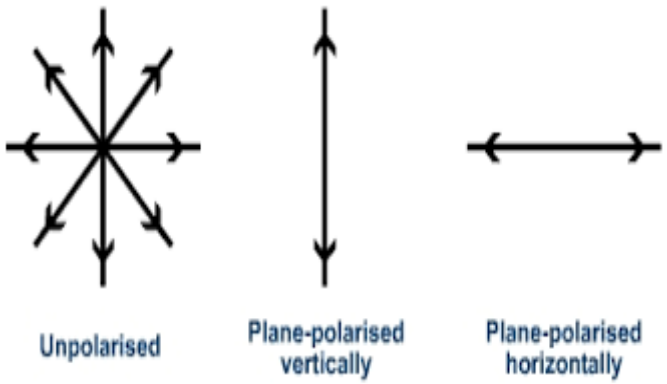
اکائی کے اجزا

8.0		تمہید
8.1		مقاصد
8.2		پولرائزڈ نور
	8.2.1	عکس
	8.2.2	منتخب جذب / ٹرانسمیشن
	8.2.3	ڈبل ریفریکشن
8.3		کیلسائٹ کرسٹل
8.4		نکول پرزم
8.5		ویوپلیٹ
8.6		آپٹیکل پولرائزیشن
8.7		حل شدہ مثالیں
8.8		اکتسابی نتائج
8.9		کلیدی الفاظ
8.10		نمونہ امتحانی سوالات
	8.10.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
	8.10.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
	8.10.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
	8.10.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

8.0 تمہید (Introduction)

مداخلت اور انصراف نے ثابت کیا کہ روشنی ایک لہر ہے اور ہم نے اس کی طول موج معلوم کرنے کے طریقوں پر تبادلہ خیال کیا۔ پولرائزیشن نے ظاہر کیا کہ روشنی ایک ٹرانسورس لہر ہے کیونکہ یہ صرف ٹرانسورس لہروں کے ذریعہ ظاہر ہوتی ہے۔ پولرائزیشن کو غیر امدادی انسانی آنکھ سے نہیں دیکھا جاسکتا۔ ٹرانسورس لہریں وہ لہریں ہیں جن میں ذرات پھیلاؤ کی سمت کے لئے کھڑے ہو جاتے ہیں۔ طول البلد لہریں وہ لہریں ہیں جن میں ذرات پھیلاؤ کی سمت کے متوازی گھومتے ہیں۔

پولرائزیشن ایک ٹرانسورس لہر کے لئے کمپن کی ترجیحی سمتوں کا وجود ہے۔ غیر قطبی روشنی میں، Eیا B کی کمپن بے ترتیب سمتیوں میں ہوتی ہے۔ اگر دولن کی سمت سختی سے مستوی تک محدود ہو تو لہر کو مستوی پولرائزڈ یا قطبی پولرائز کہا جاتا ہے۔ Eاور k پر مشتمل مستوی کمپن کا مستوی کہلاتا ہے اور Hاور k پر مشتمل پلین پولرائزیشن کا مستوی کہلاتا ہے۔ اگر E ویکٹر کی نوک سیدھی لکیر کا پتہ دیتی ہے تو اسے لکیری پولرائز کہا جاتا ہے۔ اگر E ویکٹر کی نوک ایک دائرے کا پتہ لگاتی ہے، تو اسے دائرہ دار قطبی روشنی کہا جاتا ہے، یا تو دائیں ہاتھ یا بائیں ہاتھ۔



تصویر: پولرائزڈ نور

شکل (8.1)

عام روشنی جسے غیر قطبی روشنی بھی کہا جاتا ہے، تمام مستویوں میں کمپن کی ایک بہت بڑی تعداد پر مشتمل ہوتی ہے جس کے پھیلاؤ کی سمت تک صحیح زاویوں پر مساوی امکانات ہوتے ہیں۔ لہذا، غیر قطبی روشنی کو ستارے یا تیر اور نقطوں سے ظاہر کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ مستوی پولرائزڈ نور میں سیدھی لکیر کے ساتھ کمپن ہوتی ہے۔ اگر کمپن کی سمت کاغذ کے مستوی کے متوازی ہے، تو اس کی نمائندگی سیدھی لکیر والے تیر سے ہوتی ہے۔ اگر کمپن کی سمت کاغذ کے مستوی پر کھڑا ہے، تو اسے ایک نقطے سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

8.1 مقاصد (Objectives)

آپ کو اس مظہر کو سمجھنے میں مدد دینے کے لیے یہ اکائی میں ہم ذیل اجزا پر غور کریں گے۔

- روشنی کی لہروں کی ٹرانسورس فطرت کو وضاحت کریں گے۔
- مستوی پولرائزڈ نور–پیداوار اور تجزیہ معلوم کر سکھیں گے۔
- سرکلر اور بیضوی پولرائزیشن میں فراق کی وضاحت کریں گے۔
- نکول کا پرزمکع طرح بناتے ہے معلوم کریں گے۔

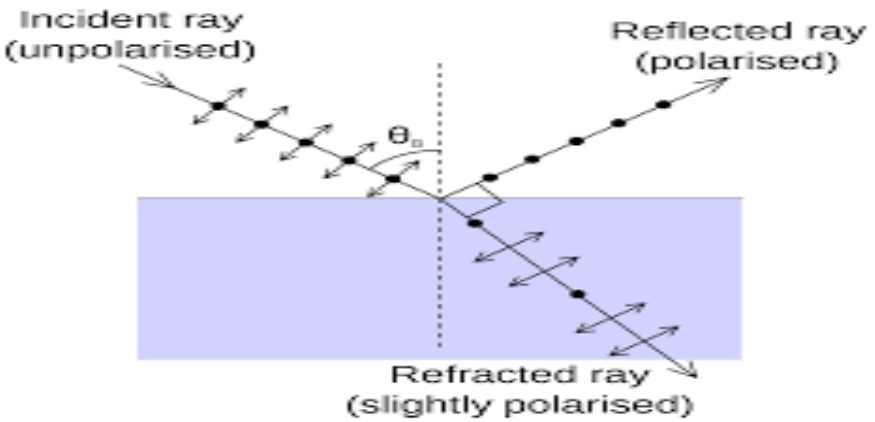
8.2 پولرائزڈ نور (Polarised Light)

پولرائزڈ روشنی غیر قطبی روشنی سے چار مظاہر کے ذریعے پیدا کی جاسکتی ہے۔

1. عکاسی
2. منتخب جذب یا ٹرانسمیشن
3. ڈبل ریفریکشن
4. بکھرنا

8.2.1 عکس (Reflection)

جب غیر قطبی روشنی منعکس کرنے والی سطح پر واقع ہوتی ہے، تو منعکس شدہ روشنی کو دو اجزاء میں حل کیا جاسکتا ہے۔ اس مستوی کے متوازی برقی میدان کے جزو کو p-like (متوازی) کہا جاتا ہے اور اس مستوی پر کھڑے جزو کو s-like (لمبائی) کہا جاتا ہے۔



بریوسٹر کا قانون

شکل (8.2)

پولرائزڈ روشنی اس کے برقی میدان کے ساتھ واقعات کے مستوی کے ساتھ اس طرح p-polarized سے تعبیر کیا جاتا ہے، جب کہ روشنی جس کا برقی فیلڈ حادثوں کے مستوی کے لیے نارمل ہو اسے s-پولرائز کہا جاتا ہے۔ ان اجزاء میں سے ہر ایک انفرادی طور پر پولرائزڈ ہیں۔ بریوسٹر کے زاویہ پر، منعکس شدہ شعاع میں صرف s-جزو ہوتا ہے جو 15٪ ہے، اور ریفریکٹڈ شعاع p&s دونوں اجزاء کا مرکب ہے۔

سنیل کے قانون سے

$$Sin(i) / Sin(r) = n_2 / n_1 = \sin \Theta_p / \sin(r)$$

ہم جانتے ہے:

$$\Theta_p + 90 + r = 180^o$$

$$r = 90 - \Theta_p$$

$$Sin\ \Theta_p / \sin(\Theta_p - 90) = Sin\ \Theta_p / Cos\Theta_p = \tan\Theta_p = n_2 / n_1$$

جہاں θp کو Brewster's angle کہا جاتا ہے۔

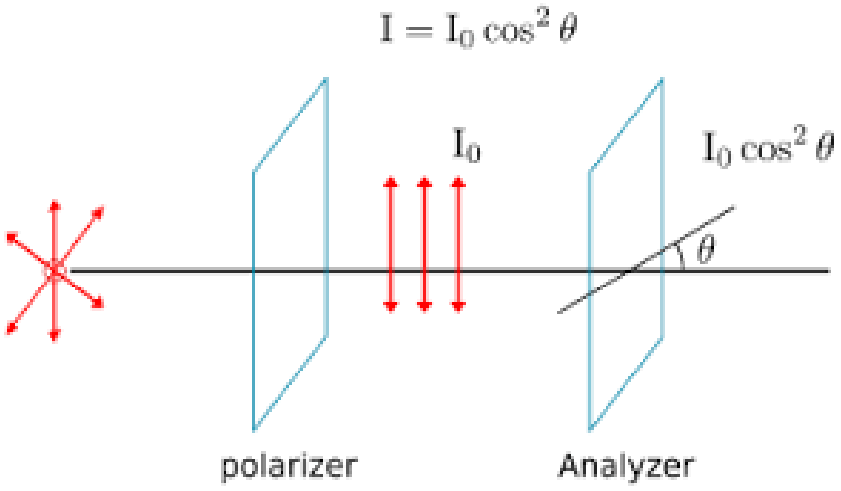
اور

$$\Theta_p = \sin^{-1}(n_2/n_1)$$

8.2.2 منتخب جذب یا ٹرانسمیشن (Transmission)

پلیٹ P ایک پولرائزر ہے جو ان پر بے ترتیب کمپن کے واقعے سے صرف ایک سمت کی کمپن کی اجازت دیتا ہے۔ پلیٹ A ایک تجزیہ کار ہے جو صرف اس جزو کی لہر کی اجازت دیتا ہے، جو کسی خاص مستوی میں پولرائز ہوتا ہے اور اس طرح اس کے پولرائزیشن کے مستوی کی شناخت کرتا ہے۔ ایک پولرائزر اور ایک تجزیہ کار روشنی پر ایک ہی اثر رکھتے ہیں اور اسی طرح سے بنائے جاتے ہیں۔ لہذا، ایک ہی ڈیوائس کو پولرائزر یا تجزیہ کار کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔

1809 میں، مالس نے تجزیہ کار کے ذریعے منتقل ہونے والی روشنی کی شدت سے متعلق ایک قانون دریافت کیا۔ مالس کے مطابق، جب ایک مکمل مستوی پولرائزڈ روشنی تجزیہ کار پر واقع ہوتی ہے، تو تجزیہ کار کے ذریعے منتقل ہونے والی پولرائزڈ روشنی کی شدت مختلف ہوتی ہے کیونکہ تجزیہ کار کے ٹرانسمیشن کے مستوی اور پولرائزر کے مستوی کے درمیان زاویہ کے کوسائن کا مربع ہوتا ہے۔. غیر پولرائزڈ روشنی کی ایک شہتیر جس کی شدت I0 ہے پولرائزر سے گزریں۔ ابھرتی ہوئی شہتیر پولرائزر کے ٹرانسمیشن محور کی سمت میں شدت I اور طول و عرض A کے ساتھ لکیری طور پر پولرائزڈ ہے۔ اسے اگلا تجزیہ کار سے گزرنے دیں جس کا ٹرانسمیشن محور واقعہ بیم کی کمپن کی سمت کے حوالے سے ایک زاویہ θ بناتا ہے جیسا کہ تصویر میں دکھایا گیا ہے۔



مالس قانون

شکل(8.3)

پولرائزڈلائٹ A کے طول و عرض کو دو اجزاء میں حل کیا جاسکتا ہے ایک تجزیہ کار (Acosθ) کی ترسیل کے مستوی کے متوازی اور دوسرا اس کے کھڑے (Asinθ) جزو Asinθ تجزیہ کار کے ذریعہ بجھا جاتا ہے، جبکہ جزو Acosθ منتقل ہوتا ہے۔ نتیجتاً، تجزیہ کار کے ذریعے منتقل ہونے والی روشنی کی شدت $(Acos\theta)^2$ کے متناسب ہے۔

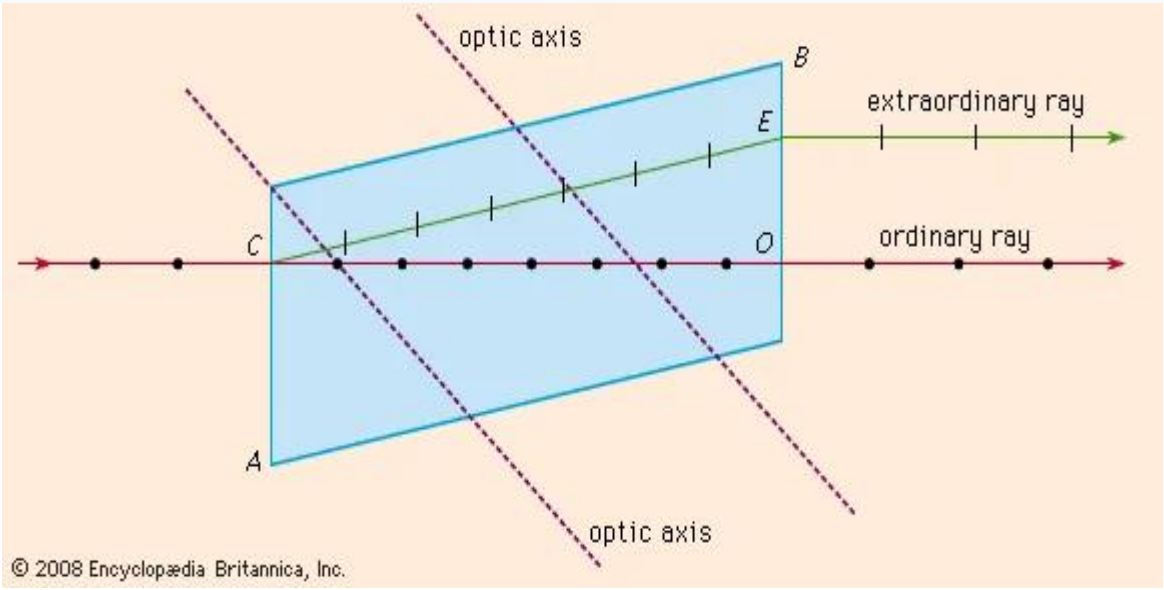
اس طرح $I_\theta \propto (Acos\theta)^2 = Iocos^2\theta$

تجزیہ کار کے ذریعے منتقل ہونے والی روشنی کی شدت زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے جب $\theta = 0^o$ یا 180^o یعنی جب پولرائزر اور تجزیہ کار کا ٹرانسمیشن محور متوازی ہو۔ تجزیہ کار کے ذریعے منتقل ہونے والی روشنی کی شدت صفر ہوتی ہے جب $\theta = 90^o$ یا 270^o یعنی جب پولرائزر اور تجزیہ کار کا ٹرانسمیشن محور ایک دوسرے کے ساتھ زاویہ واتمہ پر ہو۔

8.2.3 ڈبل ریفریکشن (Double Refraction)

ڈبل ریفریکشن رجحان کو 1669 میں Erasmus Bartholinus نے $(CaCO_3)$ Calcite کرسٹل پر اپنے مطالعے کے دوران دریافت کیا تھا جسے آئس لینڈ اسپار کے نام سے جانا جاتا ہے۔ جب روشنی ایک کیلسائٹ کرسٹل پر واقع ہوتی ہے، تو یہ خصوصیات میں مختلف دو اضطراری شعاعیں پیدا کرتی ہے۔ ایک کرسٹل کے ذریعہ دو اپورتی شعاعوں کا سبب بننے کے رجحان کو بائر فرنجنس یا ڈبل ریفریکشن کہا جاتا ہے۔ دوہرے اضطراب میں بننے والی دو شعاعیں لکیری طور پر باہمی طور پر کھڑی سمتیوں میں پولرائزڈ ہوتی ہیں۔ شعاعوں میں سے ایک Snell کے اضطراب کے قانون کی تعمیل کرتی ہے اور اس لیے اسے عام شعاع یا O-ray کہا جاتا ہے اور اس کا انڈیکس μ_o ہوتا ہے۔ دوسری شعاع Snell

کے قانون کی پابندی نہیں کرتی ہے اور اسے غیر معمولی شعاع یا ای رے کہا جاتا ہے اور اس کا انڈیکس μe ہوتا ہے۔ وہ کرسٹل سے ایک ساتھ ابھرتے ہیں اور اس لیے روشنی غیر قطبی ہے۔ لیکن، اگر شعاعوں میں سے کسی ایک کو ختم کر دیا جائے تو، کرسٹل کے ذریعے منتقل ہونے والی روشنی ایک لکیری پولرائزڈ لائٹ ہو گی۔



ڈبل ریفریکشن

شکل(8.4)

ڈبل ریفریکشن تمام شفاف انیسوٹروپک مواد کے ذریعہ ظاہر ہوتا ہے۔ اس رجحان کو ظاہر کرنے والے کرسٹل کو بائر فرینجنٹ یا دوگنا ریفریکٹنگ کرسٹل کہا جاتا ہے۔

کرسٹل کی بفرنگنس کی تعریف

$\Delta\mu = \mu_e - \mu_o$ کے طور پر کی گئی ہے۔ مثبت کرسٹل میں، $\mu o < \mu e$، اور منفی کرسٹل کے لیے الٹا ہے۔

8.3 کیلسائٹ کرسٹل (Calcite Crystel)

کیلسائٹ کرسٹل ہیکساگونل سسٹم کے رومبوہڈرل کلاس سے تعلق رکھتا ہے۔ rhombohedron کے چھ چہرے متوازی علامت ہیں جن میں سے ہر ایک کے زاویے 102^o اور 78^o ہیں۔ دو مخالف کونے A اور B ہیں جہاں تین موٹے زاویے (102^o) ملتے ہیں۔ ان کونوں کو بلنٹ کونوں کے نام سے جانا جاتا ہے۔ باقی چھے کونوں پر ایک اوبدہ زاویہ اور دو شدید زاویہ ہیں۔ ایک لکیر کسی بھی کند کونے (A یا B) سے گزرتی ہے اور تینوں چہروں کے ساتھ مساوی زاویہ بناتی ہے جو اس کونے پر ملتے ہیں، کرسٹل کا آپٹک محور ہے۔ ایک آپٹک محور کرسٹل میں ایک سمت

ہے نہ کہ کرسٹل میں مخصوص پوائنٹس کے سیٹ سے گزرنے والی انوکھی سیدھی لکیر۔ اس طرح اس سمت کے متوازی کوئی بھی لکیر آپٹک محور ہے۔ آپٹک محور دراصل کرسٹل کی ربط کا محور ہے۔ آپٹک محور کے ساتھ پھیلنے والی روشنی کی کرن ڈبل ریفریکشن کا شکار نہیں ہوتی ہے۔ اگر روشنی کا ایک شعاع ایک ڈبل ریفریکٹنگ کرسٹل کی سطح پر کھڑا ہوتا ہے، تو O-ray بغیر انحراف کے کرسٹل سے گزر جاتا ہے۔ کھڑے واقعات کے باوجود e-ray انحراف کرتا ہے۔

O-ray اور e-ray اپنی خصوصیات میں درج ذیل طریقے سے مختلف ہیں:

1. عام شعاع ریفریکشن کے روایتی قوانین کی پابندی کرتی ہے، جبکہ e-ray ان کے مطابق نہیں ہے۔

2. O-ray کرسٹل میں تمام سمتوں میں ایک ہی رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہے۔

e-ray کی رفتار مختلف سمتوں میں مختلف ہوتی ہے۔ اگر یہ آپٹک محور کے ساتھ سفر کرتا ہے، تو اس کی رفتار o-ray کی رفتار کے برابر ہے۔ دوسری سمتوں میں، اس کی رفتار o-ray سے مختلف ہوگی۔

3. چونکہ o-ray کی تمام سمتوں میں ایک ہی رفتار ہوتی ہے، اس لیے اس کا ریفریکٹیو انڈیکس ایک مستقل قدر رکھتا ہے۔ e-ray کی صورت میں ریفریکٹیو انڈیکس مختلف ہوتا ہے۔

4. O-ray اور e-ray دونوں لکیری طور پر پولرائزڈ ہیں۔ جیسا کہ شکل (8.3) میں دکھایا گیا ہے وہ باہمی طور پر کھڑے سمتوں میں پولرائزڈ ہیں۔ o-ray کی کمپن آپٹک محور پر کھڑے ہیں اور اس وجہ سے پرنسپل مستوی پر۔ e-ray کی کمپن پرنسپل پلین میں ہوتی ہے۔

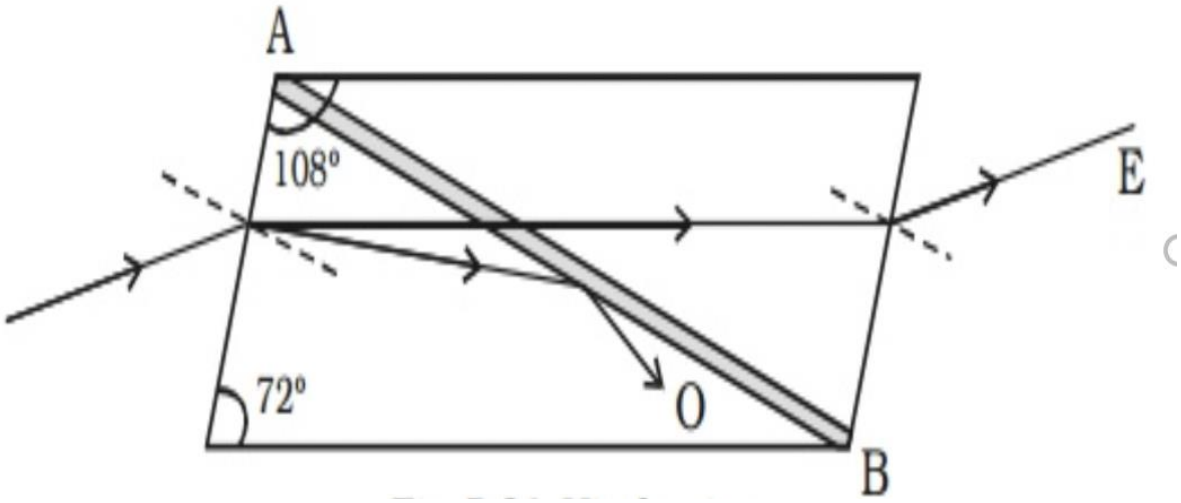
5. دو شعاعیں ایک کرسٹل میں الگ ہوتی ہیں، جب روشنی آپٹک محور کے زاویہ پر واقع ہوتی ہے۔ وہ مختلف سمتوں میں مختلف رفتار کے ساتھ سفر کرتے ہیں۔ جب روشنی آپٹک محور سے معمول کی سمت میں واقع ہوتی ہے تو o-ray اور e-ray ایک ہی سمت لیکن مختلف رفتار کے ساتھ پھیلتے ہیں، جیسا کہ تصویر میں دکھایا گیا ہے۔ جب روشنی آپٹک محور کے متوازی واقع ہوتی ہے، تو دونوں شعاعیں ایک ہی سمت میں ایک ہی رفتار کے ساتھ سفر کرتی ہیں۔

8.4 نکول پرزم (Nicole Prism)

اصول: ہم جانتے ہیں کہ جب ایک عام روشنی ایک کیلسائٹ کرسٹل کے ذریعے منتقل ہوتی ہے، تو یہ عام اور غیر معمولی شہتیروں میں تقسیم ہو جاتی ہے جو کہ مکمل طور پر پلین پولرائزڈ ہوتے ہیں اور دو باہمی طور پر زاویہ قائمہ مستویوں میں کمپن کے ساتھ پولرائز ہوتے ہیں۔ اگر کسی طریقے سے ایک شہتیر کو ختم کر دیا جاتا ہے تو کیلسائٹ کرسٹل سے ابھرنے والی شہتیر مستوی پولرائزڈ لائٹ ہوگی۔

1828 میں، نکول نے کیلسائٹ کے دو ٹکڑوں کو الگ کرنے والی کینیڈا بلسم کی پتلی فلم میں کل اندرونی عکاسی کے رجحان کو استعمال کر کے عام بیم کو ختم کر دیا۔ یہ آلہ نکول پرزم کے نام سے جانا جاتا ہے۔

تعمیر: ایک کیلسائٹ کرسٹل جس کی لمبائی اس کی چوڑائی سے تین گنا زیادہ ہے۔ اس کرسٹل کے آخری چہرے اس طرح گراؤنڈ کیے گئے ہیں کہ پرنسپل سیکشن میں زاویہ 71^0 اور 109^0 کی بجائے 68^o اور 112^o ہو جاتے ہیں۔ یہ دیکھنے کے میدان کو بڑھانے کے لیے کیا جاتا ہے۔ کرسٹل کو لائن PR کے ساتھ دو ٹکڑوں میں کاٹا جاتا ہے اور پھر کینیڈا بلسم کا استعمال کرتے ہوئے ایک ہی لائن کے ساتھ دو ٹکڑوں کو سیمنٹ کیا جاتا ہے۔ کینیڈا بلسم (μ=1.55) کا اضطراری اشاریہ جو عام (μ_o = 1.65) اور غیر معمولی (μ_e = 1.45) شعاعوں کے کیلسائٹ کے لیے اضطراری اشاریوں کے درمیان ہوتا ہے۔



نکول پرزم

شکل(8.5)

کام: جب روشنی کا ایک شہتیر AB چہرے کے PS میں لمبی طرف کے متوازی سمت میں داخل ہوتا ہے، تو یہ عام مستوی پولرائزڈ بیم BO اور غیر معمولی مستوی پولرائزڈ بیم BE میں دو گنا ریفریکٹ ہوتا ہے۔ اوپر دیے گئے اضطراری اشاریوں کی قدروں سے، یہ واضح ہے کہ کینیڈا بلسم ایک عام شعاع کے لیے ایک نایاب میڈیم اور غیر معمولی شعاعوں کے لیے denser میڈیم کے طور پر کام کرتا ہے۔ مزید برآں، کرسٹل کے طول و عرض کو اس طرح منتخب کیا گیا ہے کہ کیلسائٹ- کینیڈا بالسم کی سطح پر عام شعاع کے واقعات کا زاویہ متعلقہ اہم زاویہ 69^0 سے بڑا ہو جاتا ہے۔ ان حالات میں عام کرن کیلسائٹ- کینیڈا بالسم کی سطح پر مکمل طور پر منعکس ہوتی ہے اور نکول پرزم پر مشتمل ٹیوب کے ذریعے جذب ہوتی ہے۔ غیر معمولی شعاع مکمل طور پر منعکس نہیں ہوتی کیونکہ یہ ایک نایاب سے گھنے درمیانے کی طرف سفر کر رہی ہے اور اس طرح شدت میں کسی قابل تعریف نقصان کے بغیر منتقل ہوتی ہے۔ یہ پیچھے سے تھوڑا سا بے گھر ہوتا ہے لیکن اپنی اصل سمت کے متوازی پرزم سے نکلتا ہے۔ اس طرح، صرف غیر معمولی مستوی پولرائزڈ شعاعیں منتقل ہوتی ہیں۔

حدود: نکول پرزم مؤثر طریقے سے پولرائزنگ ڈیوائس کے طور پر کام کرتا ہے جب واقعہ شہتیر AB کے دونوں طرف 14^0 کے زاویہ میں محدود ہوتا ہے۔

استعمال: نکول پرزم کو پولرائزر اور تجزیہ کار دونوں کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ جب دو نکول کو ایک ساتھ ترتیب دیا جاتا ہے تو پہلا نکول جو مستوی پولرائزڈ لائٹ پیدا کرتا ہے اسے پولرائزر کہا جاتا ہے جبکہ دوسرا جو پولرائزڈ لائٹ کا تجزیہ کرتا ہے اسے اینالائزر کہا جاتا ہے۔

8.5 ویو پلیٹ (Wave Plate)

کوارٹز ویو پلیٹ (Quartz Wave Plate):

ایک کوارٹز ویو پلیٹ بائرفرینجنٹ کرسٹل کی ایک پتلی پلیٹ ہوتی ہے جس کے ریفریکٹنگ چہرے آپٹک ایکس کی سمت کے متوازی ہوتے ہیں اور اس کی موٹائی کو اس طرح ایڈجسٹ کیا جاتا ہے کہ یہ e-ray اور o-ray کے درمیان ایک چوتھائی لہر $(\lambda/4)$ راستے کا فرق متعارف کراتی ہے۔ اس کے ذریعے تبلیغ. e-ray اور o-ray کے درمیان نظری راستے کا فرق $\lambda/4 = (\mu_e - \mu_o)\, t$ کے ذریعے دیا گیا ہے۔ اس سے پلیٹ کی موٹائی $t = \lambda/4(\mu_e - \mu_o)$ ملتی ہے۔ $\lambda/4$ کا راستہ فرق $\pi/2$ یا 90^0 کے مرحلے کے فرق کے برابر ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ ایک چوتھائی لہر پلیٹ e-ray اور o-ray کے درمیان 90^0 کا فیز کا فرق متعارف کراتی ہے۔ ایک چوتھائی لہر پلیٹ، لہذا، بیضوی یا سرکلر پولرائزڈ روشنی پیدا کرنے میں استعمال ہوتی ہے ۔

ہاف ویو پلیٹ (Half Wave Plate):

ہاف ویو پلیٹ بائرفرینجنٹ کرسٹل کی ایک پتلی پلیٹ ہوتی ہے جس کے ریفریکٹنگ چہرے آپٹک ایکس کی سمت کے متوازی ہوتے ہیں اور اس کی موٹائی کو اس طرح ایڈجسٹ کیا جاتا ہے کہ یہ ای رے اور اورے کے درمیان آدھی لہر $(\lambda/2)$ راستے کا فرق متعارف کراتی ہے۔ اس کے ذریعے تبلیغ. ای رے اور اورے کے درمیان نظری راستے کا فرق $\lambda/2 = (\mu_e - \mu_o)t$ کے ذریعہ دیا گیا ہے اس سے پلیٹ کی موٹائی $t = \lambda/2(\mu_e - \mu_o)$ ملتی ہے۔ $\lambda/2$ کا راستہ فرق π یا 180^0 کے مرحلے کے فرق کے برابر ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ نصف لہر پلیٹ ای رے اور او رے کے درمیان 180^0 کا فیز فرق متعارف کراتی ہے۔ اس کے نتیجے میں، ایک نصف لہر پلیٹ واقعہ پولرائزڈ روشنی کے پولرائزیشن کے مستوی کو گھومتا ہے۔

8.6 آپٹیکل پولرائزیشن (Optical Polarization)

جب مستوی پولرائزڈ روشنی کی ایک شہتیر کوارٹج، شوگر کرسٹل (یا شوگر سلوشن) جیسے کچھ مادوں کے ذریعے پھیلتی ہے، تو پولرائزیشن کا مستوی مسلسل شہتیر کی سمت کا رخ کرتا ہے۔ ایسے مادے جو ان میں سے گزرنے والے مستوی پولرائزڈ روشنی کے پولرائزیشن کے مستوی کو گھومنے کی صلاحیت رکھتے ہیں انہیں نظری طور پر فعال مادہ کہتے ہیں۔ کوارٹز اور سنبار آپٹیکلی طور پر فعال کرسٹل کی مثالیں ہیں جبکہ

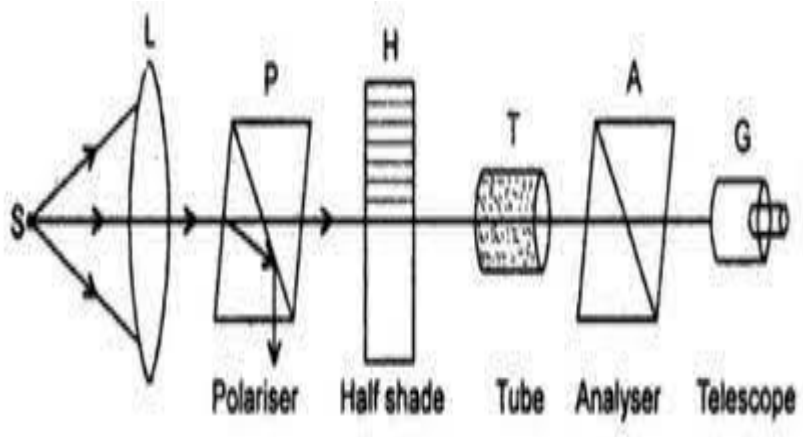
تارپین، ٹارٹارک ایسڈ، نیکوٹین اور چینی کے پانی کے محلول وغیرہ آپٹیکلی طور پر فعال مائعات اور محلول ہیں۔ کچھ مادے پولرائزیشن کے مستویکو دائیں طرف گھماتے ہیں (گھڑی کے حساب سے) دائیں ہاتھ یا ڈیکسٹر وٹوریٹری کہلاتے ہیں۔ وہ مادے جو پولرائزیشن کے مستوی کو بائیں طرف گھماتے ہیں (گھڑی کی مخالف سمت میں) بائیں ہاتھ یا لیوورِیٹری کہلاتے ہیں۔

جب روشنی کرسٹل کے آپٹک محور کے ساتھ پھیلتی ہے تو کرسٹل لائن مادے پولرائزیشن کے مستویکو سب سے بڑی حد تک گھماتے ہیں۔ گردش θ کی مقدار روشنی کی طول موج پر منحصر ہے اور درمیانی درجے میں روشنی کے راستے کی لمبائی کے متناسب ہے۔ حلوں میں، گردش θ کی مقدار محلول میں روشنی کے راستے اور نظری طور پر فعال مواد کے ارتکاز کے متناسب ہے۔

کسی خاص درجہ حرارت پر کسی مادے کی مخصوص گردش اور روشنی کی دی گئی طول موج کے لیے استعمال ہونے والی پولرائزڈ روشنی کے کمپن کے مستوی کی گردش کے طور پر اس کے محلول کی ایک DC میٹر لمبائی سے پیدا ہوتی ہے جب ارتکاز 1 cc/g ہوتا ہے۔ اس طرح، مخصوص گردش $S = 10\theta\ lc$ اگر ہم دو کراسڈ پولرائزرز کے درمیان آپٹیکلی طور پر ایکٹو مواد رکھتے ہیں تو منظر کا میدان روشن ہو جاتا ہے۔ ایک بار پھر اندھیرا حاصل کرنے کے لیے، پولرائزر میں سے کسی ایک کو اوپر کی مساواتوں کے ذریعے متعین ایک زاویہ سے گھمانا ہوگا۔ جب حل استعمال کیا جاتا ہے، تو ہم l اور گردش کے زاویہ کی پیمائش کر کے c کا تعین کر سکتے ہیں۔

لارینٹ کا ہاف شیڈ پولاریمیٹر:

پولاریمیٹر ایک ایسا آلہ ہے جو آپٹیکل فعال مادہ کے ذریعہ تیار کردہ آپٹیکل گردش کی پیمائش کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔



لارینٹ کا ہاف شیڈ پولاریمیٹر

شکل (8.6)

تعمیر: لارینٹ ہاف شیڈ پولاریمیٹر دو نکول پرزم N_1 اور N_2 پر مشتمل ہے جو بالترتیب پولرائزر اور تجزیہ کار کا کام کرتے ہیں۔ پولرائزر سے آگے آدھے شیڈ پلیٹ کا استعمال کراسڈ پوزیشن میں دو نکولس کو درست طریقے سے ایڈجسٹ کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ہاف شیڈ پلیٹ کوارٹز کی

آدھی لہر والی پلیٹ پر مشتمل ہوتی ہے جو منظر کے میدان کے ایک آدھے حصے پر محیط ہوتی ہے جبکہ باقی آدھی شیشے کی پلیٹ ہوتی ہے۔G ایک کھوکھلی شیشے کی ٹیوب ہے جس میں محلول کو جانچ کے تحت رکھا جاتا ہے۔ تجزیہ کار سے نکلنے والی روشنی کو دوربین T کی مدد سے دیکھا جاتا ہے۔ گردش کے زاویہ کو سرکلر اسکیل S کی مدد سے پڑھا جاتا ہے۔

کام:

ایک رنگی ماخذ سے روشنی کو لینس L سے متوازی طور پر پیش کیا جاتا ہے اور یہ پولرائزر N_1 پر واقع ہوتا ہے۔ ابھرتا ہوا مستوی پولرائزڈ بیم نصف شیڈ پلیٹ سے گزرتا ہے جیسا کہ شکل (8.6) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دو نیم سرکلر پلیٹوں ACB اور ADB پر مشتمل ہے۔ ایک آدھا ACB شیشے کا ہے جبکہ دوسرا آدھا کوارٹج سے بنا ہے۔ دونوں حصوں کو ایک ساتھ جوڑا گیا ہے۔ کوارٹج آپٹک محور (AB) کے متوازی کاٹا جاتا ہے۔ کوارٹج کی موٹائی کو اس طرح سے منتخب کیا جاتا ہے کہ یہ عام اور غیر معمولی شعاعوں کے درمیان $\lambda/2$ کا راستہ فرق متعارف کراتا ہے۔ شیشے کی موٹائی کو اس طرح منتخب کیا گیا ہے کہ یہ روشنی کی اتنی ہی مقدار کو جذب کرتا ہے جتنی کوارٹج نصف کے ذریعے جذب کیا جاتا ہے۔ آیئے غور کریں کہ پولرائزیشن کی کمپن OP کے ساتھ ہے۔ شیشے سے گزرنے پر آدھی کمپن OP کے ساتھ رہتی ہے۔ لیکن آدھے کوارٹز سے گزرنے پر یہ کمپن O- اور E- اجزاء میں تقسیم ہو جائیں گی۔ ای اجزاء آپٹک محور کے متوازی ہوتے ہیں جبکہ O- اجزاء آپٹک محور پر کھڑے ہوتے ہیں۔ O جزو کوارٹج میں تیزی سے سفر کرتا ہے اور اس لیے ابھرنے والا O- جزو OC کے ساتھ ساتھ OD کے ساتھ ہو گا۔ اس طرح، اجزاء OA اور OD مل کر OQ کے ساتھ نتیجے میں ایک کمپن بنائیں گے جو آپٹک محور کے ساتھ OP جیسا زاویہ بناتا ہے۔ اب اگر تجزیہ کرنے والے نکول کا اصل مستوی OP کے متوازی ہے تو روشنی شیشے کے نصف سے بغیر کسی رکاوٹ کے گزرے گی۔ اس لیے شیشے کا نصف کوارٹج نصف سے زیادہ روشن ہو گا یا ہم کہہ سکتے ہیں کہ شیشے کا نصف روشن اور آدھا کوارٹج سیاہ ہو گا۔ اسی طرح، اگر نکول کا تجزیہ کرنے کا اصل مستوی OQ کے متوازی ہے تو آدھا کوارٹز روشن ہو گا اور شیشے کا نصف تاریک ہو گا۔ جب تجزیہ کار کا اصل مستوی AOB کے ساتھ ہو تو دونوں حصے یکساں روشن ہوں گے۔ دوسری طرف، اگر تجزیہ کار کا اصل مستوی DOC کے ساتھ ہے۔ پھر دونوں حصے برابر سیاہ ہوں گے۔ اس طرح، یہ واضح ہے کہ اگر تجزیہ کرنے والے نکول کو DOC سے تھوڑا سا ڈسٹرب کیا جائے تو ایک آدھا دوسرے سے زیادہ روشن ہو جاتا ہے۔ اس لیے آدھے شیڈ ڈیوائس کا استعمال کرتے ہوئے، کوئی گردش کے زاویے کو زیادہ درست طریقے سے ناپ سکتا ہے۔

مخصوص گردش کا تعین:

کسی محلول کی مخصوص گردش معلوم کرنے کے لیے، تجزیہ کار کو پہلے ٹیوب G میں حل کے بغیر مساوی چمک کے لیے پوزیشن میں سیٹ کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد ٹیوب معلوم ارتکاز کے نظری طور پر فعال محلول سے بھر جاتی ہے جس کی وجہ سے فیلڈ دیکھنے کے برابر روشن نہیں ہو گا. تجزیہ کار کو اس وقت تک گھمایا جاتا ہے جب تک کہ منظر کا میدان اتنا ہی روشن نہ ہو جائے۔ سرکلر پیمانے پر پڑھے جانے والے تجزیہ کار کی دو پوزیشنوں کے درمیان فرق محلول کی وجہ سے پولرائزیشن کے مستوی کی گردش کا زاویہ دیتا ہے۔ θ ، l اور c کی قدر جاننے سے، مخصوص

گردش کا تعین کیا جا سکتا ہے۔ یا دوسری صورت میں، مخصوص گردش کی قدر کو جانتے ہوئے، نظری طور پر فعال مواد کے ارتکاز کا تعین کیا جا سکتا ہے۔

8.7 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

دو پولرائزنگ شیٹس کی پولرائزنگ ڈائریکشن اس کے متوازی ہیں کہ منتقل ہونے والی روشنی کی شدت ایک میکسی مم ہے۔ چادر کو کس زاویے سے موڑنا چاہیے تاکہ شدت ابتدائی قدر کے نصف ہو جائے؟

حل: مالوس قانون سے، ہمارے پاس

$$I_0 = I\cos^2\Theta$$

یہاں

$$I_0 = I/2$$

$$Cos^2\Theta = \frac{1}{2} \; or \; Cos\Theta = \pm\left(\frac{1}{2}\right)^{0.5}$$

$$\Theta = Cos^{-1} \pm \left(\frac{1}{2}\right)^{0.5}$$

$$\Theta = \pm 45^0, 135^0$$

حل شدہ مثال 2

مستوی پولرائزڈ لائٹ محور کے متوازی کوارٹج کٹ کے ٹکڑے پر واقع ہوتا ہے۔ کم سے کم موٹائی تلاش کریں جس کے لیے عام اور غیر معمولی شعاعیں مل کر مستوی پولاری سیڈ لائٹ بنتی ہیں۔ دیا گیا $\mu_e = 1.5533$ ، $\mu_0 = 1.5442$ اور $\lambda = 5 \times 10^{-5}$ سینٹی میٹر۔

حل: ہم جانتے ہیں کہ

$$t = \frac{\lambda}{2(\mu_e - \mu_o)}$$

$$t = \frac{5 \times 10^{-5}}{2(1.5533 - 1.5442)}$$

$$t = 2.75 \times 10^{-3} cm$$

حل شدہ مثال 3

کوارٹز ویو پلیٹ λ بنانے کے لیے درکار میکا شیٹ کی موٹائی کا حساب لگائیں = $5460A^0$ ابرک میں عام اور غیر معمولی شعاعوں کے لیے ریفریکشن کے اشاریے 1.586 اور 1.592 ہیں۔

حل: ابرک کی چوتھائی لہر پلیٹ کے لئے

$$t = \frac{\lambda}{4(\mu_e - \mu_o)}$$

یہاں

$\lambda = 5460 \times 10^{-8}$, $\mu_0 = 1.586$, $\mu_e = 1.592$

$t = 5460 \times 10^{-8} / 4(1.592 - 1.586)$,

2.75×10^{-3} cm.

8.8 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- اس یونٹ میں، آپ نے ان مادوں کے بارے میں مطالعہ کیا ہے جو روشنی کے پولرائزیشن کے مستوی کو گھومتے ہیں جو ان میں سے گزرتا ہے۔ ان مادوں کو آپٹیکل ایکٹو مادہ کہا جاتا ہے اور اس خصوصیات کو آپٹیکل ایکٹیویٹی کہا جاتا ہے۔ لہذا، اس پر مخصوص گردش کے تصور کے ساتھ بات چیت کی گئی۔ آپٹیکل سرگرمی اور مخصوص گردش کی واضح تفہیم پیش کرنے کے لیے، فریسنل کے نظریہ پر تبادلہ خیال کیا گیا جو گردشی پولرائزیشن کی وجہ اور ہوائی پولرائزڈ روشنی کے بائیں ہاتھ اور دائیں ہاتھ والے اجزاء کی رفتار پر انحصار کی وضاحت کرتا ہے۔ پولی میٹرز کا استعمال پولرائزڈ روشنی پیدا کرنے کے لیے کیا جاتا ہے اور اس کے پولرائزیشن کے مستوی کی گردش کا تعین کرنے کے لیے بھی کیا جاتا ہے جب کسی نظری طور پر فعال مادہ e سے گزرتا ہے۔ جی چینی کا حل. خاص طور پر لارنٹ ہاف شیڈ پولاریمیٹر اور بائیکوارٹز پولاریمیٹر ان کے کام کرنے اور اصول کے ساتھ زیر بحث آئے۔ پولاریمیٹر کے تصور کو Saccharimeter تک بڑھایا جا سکتا ہے، جو روشنی کے پولرائزیشن کے مستوی کے گردش کے زاویہ کی پیمائش کی بنیاد پر شوگر کے محلول کے ارتکاز کا تعین کرنے کا ایک آلہ ہے۔

8.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **عام روشنی کی کرن:** ایک روشنی کی کرن اضطراب کے عام قوانین کی پابندی کرتی ہے (Snell' Law)
- **غیر معمولی روشنی کی کرن:** روشنی کی کرن اپورتن کے عام قوانین کی پابندی نہیں کرتی ہے (سنیل کا قانون)

- **محدود**
- **گزرنا:** سہنا
- **پولاریمیٹر:** آپٹیکل گردش کی پیائش کرنے والا آلہ

8.10 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

8.10.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. ایک لکیری پولرائزڈ لہر ہمیشہ _____ ہوتی ہے

(ا) x-y مستوی میں (ب) ایک ٹرانسورس لہر

(ج) ایک طولانی لہر (د) y-z مستوی میں

2. وہ سمت جس میں برقی ویکٹر پولرائزڈ لہر میں گھومتے ہیں اسے _____ کہا جاتا ہے

(ا) پولرائزنگ محور (ب) پولرائزیشن کا طیارہ

(ج) محور پاس کریں (د) تبلیغی محور

3. آواز کی لہروں کو پولرائز کیا جاسکتا ہے۔

(ا) صحیح

(ب) غلط

4. ایک کھڑکی جو تمام واقعاتی روشنی کو بغیر کسی انعکاس کے منتقل کر سکتی ہے اسے _____ کہا جاتا ہے۔

(ا) پولرائزڈ ونڈو (ب) مالس ونڈو

(ج) بریوسٹر ونڈو (د) غیر عکاس ونڈو

5. اگر دو شعاعوں کے درمیان مرحلے کا فرق $2/\pi$ ہے اور وقوع کا زاویہ $4/\pi$ کے برابر ہے تو ابھرتی ہوئی روشنی.....ہے۔

(ا) لکیری پولرائزڈ (ب) بیضوی طور پر پولرائزڈ

(ج) سرکلر پولرائزڈ (د) غیر پولرائزڈ۔

6. پانی میں روشنی کی رفتار 1.5×10^8 m/s ہے۔ واقعات کا پولرائزنگ زاویہ کیا ہے؟

(ا) $47.23°$ (ب) $51.02°$

(ج) $53.74°$ (د) $63.43°$

7. ایک پلیٹ جو دو شعاعوں کے درمیان فیز فرق کی مطلوبہ مقدار پیدا کرتی ہے اسے _____ کہا جاتا ہے۔

(ا)پولرائڈ (ب)فاسور پلیٹس

(ج)ریٹارڈیشن پلیٹس (د)کوارٹج پلیٹیں

8. طول موج 5000Å کی روشنی کے لیے کوارٹز ویو پلیٹ کی موٹائی کیا ہونی چاہیے اگر $\mu_e = 1.553$ اور $\mu_o = 1.544$؟

(ا) 1.38×10^{-3} سینٹی میٹر (ب) 1.43×10^{-3} سینٹی میٹر

(ج) 1.53×10^{-3} سینٹی میٹر (د) 1.63×10^{-3} سینٹی میٹر

9. 20. سینٹی میٹر لمبائی کی ایک ٹیوب جس میں 10٪ شوگر کا محلول ہوتا ہے پولرائزیشن کے مستوی کو 13.2^0 گھماتا ہے۔ چینی محلول کی مخصوص گردش کیا ہے؟

(ا) $66°$ (ب) $55°$

(ج) $44°$ (د) $33°$

10. غیر قطبی روشنی ہوائی مستوی کے شیشے کی سطح پر واقع ہوتی ہے۔ وقوع کا زاویہ ایسا کیا ہونا چاہیے کہ منعکس اور ریفریکٹڈ شعاعیں ایک دوسرے پر کھڑی ہوں؟

(ا) $90°$ (ب) $45°$

(ج) $44°$ (د) 60^0

8.10.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. کمپن کے طیارہ اور پولرائزیشن کے طیارے کی وضاحت کریں۔
2. آپٹیکل گردش کی پیمائش کے لیے کون سا آلہ استعمال ہوتا ہے؟
3. آپٹیکل گردشوں سے کیا مراد ہے؟
4. آپ کس قسم کے مالیکیولز کے لیے مخصوص گردش کی پیمائش کر سکتے ہیں؟
5. چینی کے محلول کی حراستی کی پیمائش کے لیے کون سا آلہ استعمال کیا جاتا ہے؟

8.10.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. لارینٹ کے ہاف شیڈ پولاریمیٹر اور بائیکوارٹز پولاریمیٹر کے درمیان دو فرق بتائیں۔
2. مخصوص گردش کی وضاحت کریں۔ لارینٹ کے ہاف شیڈ پولاریمیٹر کی تعمیر اور کام کی وضاحت کریں۔ بائیکوارٹز پولاریمیٹر اور ہاف شیڈ پولاریمیٹر کے رشتہ دار میرٹ پر بحث کریں۔

3. آپٹیکل ایکٹیویٹی کیا ہے؟ حل کی نظری گردش کو تلاش کرنے کے لیے بائیکوارٹز پولاریمیٹر کی تعمیر، نظریہ اور کام کی وضاحت کریں اور اس میں بائیکوارٹز پلیٹ کے عمل پر بھی بحث کریں۔

8.10.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. طیارہ پولرائزڈ لائٹ کے پولرائزیشن کا طیارہ 5% ارتکاز کے چینی محلول کی 2.0decimeter کی لمبائی سے گزرتے ہوئے 6.5 ڈگری کے ذریعے گھمایا جاتا ہے۔ چینی کے محلول کی مخصوص گردش کا حساب لگائیں۔ ایک چوتھائی لہر پلیٹ طول موج $5893A^0$ کے لیے ہے۔ یہ طول موج $4300A^0$ کے لیے کتنی فیز ریٹارڈیشن دکھائے گی؟

2. چینی محلول کی 20 سینٹی میٹر لمبی ایک ٹیوب کو کراسڈ نکولس کے درمیان رکھا جاتا ہے اور طول موج 6×10^{-5} سینٹی میٹر کی روشنی سے روشن کیا جاتا ہے اگر پیدا ہونے والی نظری گردش 13 ڈگری ہے اور مخصوص گردش $65^o/dm/gm/cm^3$ محلول کی طاقت کا تعین کریں۔

اکائی 9۔ لیزر کے تصورات

(Laser Concept)

اکائی کے اجزا

9.0	تمہید
9.1	مقاصد
9.2	اشعاع کا اخراج و انجذاب
9.3	اشعاع کا از خود اور مہیج اخراج
9.4	لیزنگ عمل کے بنیادی تقاضے اور آئنسٹائن کی قدریں
9.5	حل شدہ مثالیں
9.6	اکتسابی نتائج
9.7	کلیدی الفاظ
9.8	نمونہ امتحانی سوالات
9.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
9.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
9.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
9.8.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

9.0 تمہید (Intoduction)

انیسویں صدی کے آخری حصہ میں انسان نے نور کی نوعیت کو سمجھنے کے بارے میں اپنی جہد مسلسل کے بعد یہ معلوم کیا کہ نور ایک برقی مقناطیسی موج ہے اور یہ کہ اس میں دوئیلیت (ذراتی نوعیت اور موجی نوعیت) پائی جاتی ہے۔ ان ایجادوں کے اشعاع کے مختلف قسم کے مبداء کی صعنت میں ایک نئے دور کا آغاز کیا۔ یہ مبداء نہ صرف مرنی حصہ تک محدود ہیں بلکہ ان کی حدیں برقی مقناطیسی طیف کے مرئی حصہ کے نیچے اور اوپر ہر دو جان پھیلی ہوئی ہیں۔ 1960ء میں مائی مان (Maiman) ایک ایسی خالص سرخ نور کی ایک بیم کو پیدا کرنے میں کامیابی حاصل کی جو کوہرنٹ (Coherent) اور ایک لونی تھی۔ یہ ایجاد لیزر (Laser) کہلاتی ہے۔ اس وقت تک کے مستعملہ نور کے مولدوں (Generation) سے بہت زیادہ مختلف تھی۔ لیزر (Laser) نہیج اشعاع کے اخراج سے نور کی کلم (Light Amplification by Stimulated Emission and Radiation) کا مخصف ہے۔ نور کے مبداء جیسے شکسٹن ببیں فلوریسنٹ لیمپس، حتی کہ نام نہاد ایک لونی مبداء مثلاً سوڈیم لیمپس تعدد کی ایک بغیر کوہرنس (Coherence) والی چوڑی پٹی پیدا کرتے ہیں جب کہ لیزر بیم بے انتہا ایک لونی کو پیوستہ (Coherent) اور شدید حدت والی ہوتی ہے۔ آج کل طبیعات، حیاتیات، طب، کیمیاء اور صنعت کے میدانوں میں لیزر ایک بہت ہی کارآمد آلہ بن گیا ہے۔

9.1 مقاصد (Objectives)

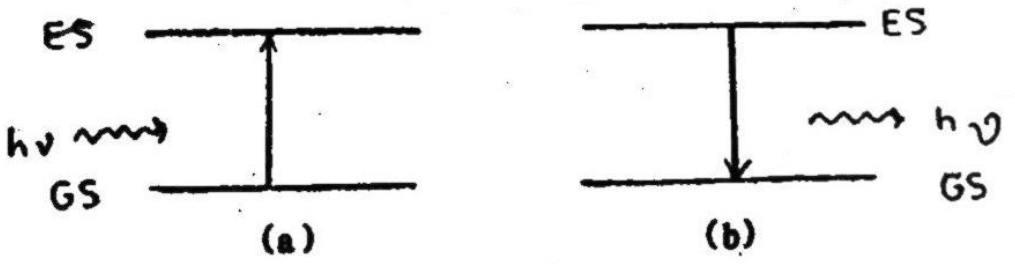
- اس اکائی میں لیزر کے اصول اور کارکردگی پر بحث کی گئی ہے اس کے اصول اور مفہوم کو آپ کی فہم کے قابل بنانے کے لئے اور مہیج اخراج کو سمجھایا گیا ہے۔
- اس اکائی کے مطالعہ کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ حیاتیات، اسلحہ سازی، کیمیا اور الکٹرانک صنعت میں لیزرس کے مختلف اطلاقات کو سمجھا سکیں۔

9.2 شعاع کا اخراج و انجذاب (Emission and Absorption of Radiation)

ایک جوہر میں منفی برق کے حامل الکٹران مثبت برق کے حامل مرکزے کے گرد چند خصوصی مداروں میں حرکت کرتے رہتے ہیں۔ ایک جوہر کے مرکزے کے گرد گھومنے والے مختلف الکٹران کی تعبیر، توانائی کی سطح کے خاکہ میں کی جاتی ہے۔ جیسا کہ گزشتہ اسباق میں بیان کیا گیا ہے کہ ہر ایک الکٹران، توانائی کی سطح کے خاکہ کی اسکیم کی سراحت کے مطابق کسی ایک توانائی کی سطح پر قبضہ کے ہوئے رہتا ہے۔ بور کے نظریہ کے مطابق، الکٹران توانائی کو علیحدہ علیحدہ قدریوں کی شکل میں حاصل کر سکتا ہے۔ توانائی کے حصوں کے نتیجہ کے طور پر الکٹران کی ایک سطح سے دوسری سطح پر ترسیل عمل میں آتی ہے اور جوہر غیر متوازن حالت میں آجاتا ہے۔ الکٹران جب اس کی اپنی اصلی سطح پر کمتر توانائی کی حالت کے ساتھ رہتا ہے یوں کہا جاتا ہے کہ الکٹران بنیادی (گراؤنڈ اسٹیٹ) میں ہے۔ جوہر کو جب ایک مرتبہ اکسایا جاتا ہے تو الکٹران گراؤنڈ

لیول سے اونچی توانائی کی سطح پر جاسکتا ہے۔ اونچی توانائی کی سطح پر الکٹران کے قبضے کی بناء ان سطحوں کو پہلی اکسائی سطح (First Excited Level) دوسری اکسائی سطح اور تیسری اکسائی سطح وغیرہ کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔

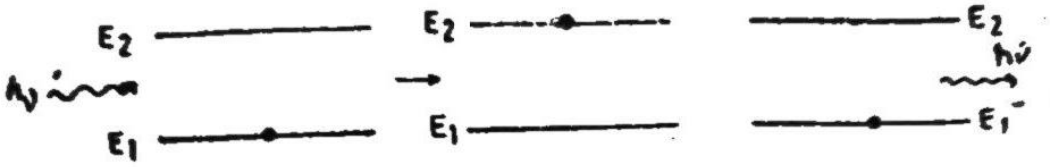
جوہر کے سب سے باہر کا الکٹران جب اپنی کمتر توانائی کی حالت میں ہوتا ہے تو جیسا کہ اس سے قبل بیان کیا جاچکا ہے کہا جاتا ہے کہ جوہر اپنی راؤنڈ اسٹیٹ میں ہے۔ اس کی بر خلاف الکٹران جب اکسائی حالت میں ہوتے ہیں تو یہ تصور کیا جاتا ہے کہ جوہر بھی اکسائی حالت ہی میں ہے۔ جوہر کے باہر کے الکٹران کو جب کافی توانائی مہیا کی جاتی ہے تو وہ اپنے آبائی جوہر سے علاحدہ ہوتا ہے اور جوہر کے متعلق یہ کہا جاتا ہے کہ وہ روانی ہو گیا۔ الکٹران اکسائی حالت سے لاتعدد والے اشعاع کی مقناطیسی شکل کی توانائی $E = h\nu$ کو خارج کر کے اپنی اصلی حالت پر واپس جاگرتا ہے جہاں E توانائی کو اور h پلانک کے مستقل کو ظاہر کرتے ہیں۔ اس مظہر کو اشعاع کا اخراج کہتے ہیں۔ بیرونی مبداء سے توانائی کو جذب کر کے ایک جوہر اپنی (گراؤنڈ اسٹیٹ) سے کسی اکسائی حالت کو پہنچ جاتا ہے۔ اس طریقہ عمل کو اشعاع کا انجذاب کہا جاتا ہے۔ اس کو شکل 9.1 (a,b) میں خاکے کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔



شکل (9.1)۔(a) انجذاب سے اکسائیت (b)۔ اخراج سے عدم اکسائیت

9.3 اشعاع کا ازخود اور مہیج اخراج (Spontaneous and Stimulated Emission of Radiation)

اگر ایک جوہر اکسائی حالت سے گراؤنڈ حالت میں جاگرنے کے دوران اپنے آپ سے خود بخود اشعاع کو خارج کرتا ہے تو اس مظہر کو اشعاع کا خود بخود اخراج کہتے ہیں۔ شکل (9.2)



شکل (9.2): فوٹان کے انجذاب کی وجہ فوٹان کا خود بخود اخراج

اکسائے ہوئے جوہر کو از خود اشعاع خارج کر کے گراؤنڈ حالت میں واپس آنے کے لیے درکار وقت کو اکسائے ہوئے جوہر کی عمرِ اوسط یا اوسط عمر (Mean Life Time) کہا جاتا ہے، جس کی مقدار عموماً تقریباً 10^{-8} تا 10^{-9} سیکنڈ کے درجے کی ہوتی ہے) کتابوں میں بعض

اوقات 10^{-8}s لیا جاتا ہے۔ اگر کسی لمحے اکسائے ہوئے جواہر کی تعداد N2N_2N2 ہو تو وہ شرح جس سے یہ جواہر از خود خارج ہو کر گراؤنڈ اسٹیٹ میں آتے ہیں، اکسائے ہوئے جواہر کی تعداد کے متناسب ہوتی ہے۔ یعنی:

$$\frac{dN_2}{dt} \propto N_2 \qquad \text{--------(9.1)}$$

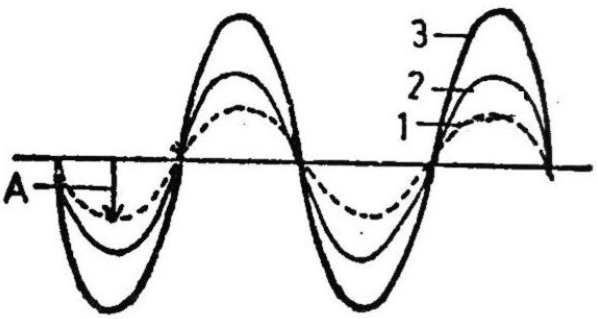
$$\frac{dN_2}{dt} = -A_{21}N_2$$

فی اکائی وقت کا تبدلی احتمال (Transition Probability per unit time) کہلاتا ہے۔ اسے آئن سٹائن کا عدد (Einstein Coefficient) برائے خود کار اخراج بھی کہا جاتا ہے۔

مساوات (9.1) کو تکمل کرنے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$N_2 = N_0 exp(-t/A_{21}) \qquad \text{------(9.2)}$$

جہاں N_0 کو $t = 0$ پر اکسائے ہوئے جواہر کی تعداد ہے۔ چونکہ بہت سارے جواہر اشعاع کو از خود خارج کرتے ہیں۔ حاصل نور کی موجیں ایک دوسرے کے ساتھ ہم ہئیت نہیں ہوں گی۔ حاصل فوٹان بغیر کوہرنس (Coherence) کے بر آمد ہوں گے۔ از خود اخراج میں خارج ہونے والی موجوں کے حیطے اور ہئیتیں ایک نہیں ہوں گے۔ ان خارج شدہ موجوں کے ارتعاشوں کا حاصل حیطہ ان موجوں کے مابین واقع ہونے والے انطباق کی نوعیت پر منحصر ہے۔ اگر دو موجوں کے درمیان تعمیری تداخل واقع ہو رہا ہے۔ تو حاصل موج کا حیطہ جیسا کہ شکل (9.3) میں بتایا گیا ہے۔ اعظم ترین ہو گا۔



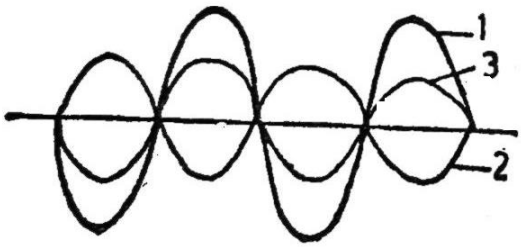
1۔ موج کا حیطہ A

2۔ موج کا حیطہ B

3۔ حاصل موج کا حیطہ (A+B)

شکل (9.3): ہم ہئیت موجوں کا انطباق

تب کہا جاتا ہے کہ یہ دو موجیں ہم ہئیت ہیں۔ اگر چہ کہ فوٹان کے ططول موج ایک ہی ہیں لیکن تخریبی تداخل کی وجہ سے موج کے حیطہ میں کمی واقع ہو گی جیسا کہ شکل (9.4) میں دکھایا گیا ہے۔

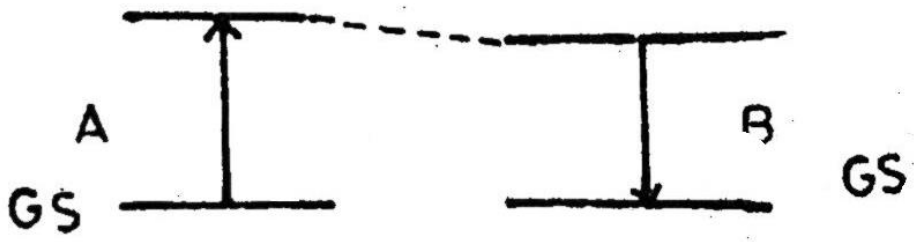


1. پہلی موج
2. دوسری موج
3. حاصل موج

شکل(9.4): اختلاف ہیئت والی موجوں کا انطباق

ہماری روز مرہ زندگی میں استعمال ہونے والے تایاں بلبس سے سفید نور کا اخراج ہوتا ہے ان لیمیوں میں ٹنگسٹن کے ریشے سے گزرنے والی رو ریشے کو گرم کر دیتی ہے جس کی وجہ سے ریشے کے الکران اکسا جاتے ہیں۔ از خود اخراج کے ذریعہ وہ اشعاع کو خارج کرتے ہیں اور گراؤنڈ اسٹیٹ پر پہونچ جاتے ہیں جس کے نتیجہ کے طور پر ایک incoherent (غیر کوہرنٹ) سفید اشعاع کا اخراج عمل میں آتا ہے۔

فلوریسنس (تزہر) اور فاسفورینس (Fluorescence and Phosphorescence) لیزر کے طریق عمل کو بیان کرنے سے پہلے ہمیں فلوریسنس (تزہر) کے مظہر کو سمجھنا چاہیئے۔ ایک فلورسینٹ (تزہری) شئے ایسا مادہ ہوتا ہے جس پر اشعاع کے واقع ہونے پر وہ نور کو خارج کرتا ہے۔ خارج شدہ اشعاع کا تعدد عموماً واقع ہونے والے اشعاع کے تعدد سے کم ہوتا ہے۔ جب مادے پر بالائی بنفشی، شعاعوں کو ڈالا جاتا ہے تو فلورسینٹ لیمپ سے مرئی نور خارج ہوتا ہے۔ فلورسینٹ ٹیوب کی اندرونی سطح پر کی تہہ بالائے بنفشی شعاعوں کے لئے بہت حساس ہوتی ہے اور یہ شعاعیں ٹیوب کے اندر کی گیس سے برقی ڈسچارج کے گزرنے کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ ٹیوب کی اندرونی سطح پر چڑھائے ہوئے فلورسینٹ مادے کی تہہ بالائے بنفشی شعاعوں کو جذب کرتی ہے اور جس سے مرئی نور کا اشعاع عمل میں آتا ہے۔ اس مظہر کو فلورسینس کہتے ہیں اس مظہر میں جونہی واقع اشعاع کو ہٹالیا جاتا ہے اخراج کا عمل فوری رک جاتا ہے۔ اگر واقع ہونے والے اشعاع کو ہٹالینے کے بعد بھی خارج ہونے والے اشعاع کی تابانی کچھ وقت تک جاری رہے تو ایسے مظہر کو فاسفورینس (Phosphorescence) کہا جاتا ہے۔ یہ بھی ممکن ہے کہ کوئی دو جوہروں A اور B کے آمیزے کو کسی مناسب و موزوں تعدد والے اشعاع سے اُکسایا جائے۔ واقع ہونے والا اشعاع A قسم کے جواہر کو ان کے گراؤنڈ اسٹیٹ سے تبادلہ کرنے کے متناظر ہونا چاہئے تاکہ واقع ہونے والا فوٹان ان جواہر کو اکسانے کے لیے جذب ہو سکے اور ان الکٹران کا تبادلہ ان کے اپنے گراؤنڈ اسٹیٹ سے کسی دوسرے اُکسائی حالت پر کر سکے۔ یہ اکسائے ہوئے جواہر قسم B کے جواہر سے ٹکراتے ہیں اور اپنی توانائی مؤخر الذکر کو منتقل کرتے ہیں جس کی وجہ سے یہ (B قسم کے جواہر) اکسا کر موزوں اکسائی حالت میں بموجب شکل (9.5) پہنچ جاتے ہیں۔



شکل(9.5):زود اثر فلورینس

اخراج کی وجہ سے B غیر اکسائیت　　انجذاب کی وجہ A کی اکسائیت

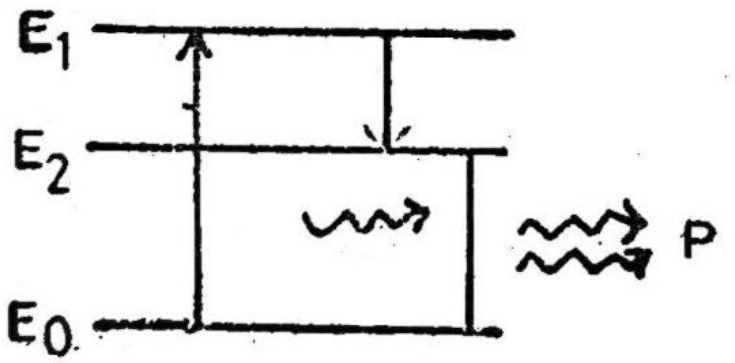
قسم A کے جواہر گراؤنڈ اسٹیٹ میں رہ جاتے ہیں جب کہ B قسم کے جواہر اشعاع کے اخراج میں غیر اکسائی حالت میں آجاتے ہیں۔ اس طریقہ عمل کو زود اثر فلوریسنس (Sensitized fluorescence) کہا جاتا ہے۔

مہیج اخراج (Stimulated Emission):

نور کے مروجہ مبدوں میں تمام جواہر ہے، جیسا کہ اس سے قبل بیان کیا جاچکا ہے۔ اشعاع کا اخراج بہ یک وقت عمل میں نہیں آتا اور مختلف انفرادی جواہر سے خارج ہونے والے اشعاع کے مابین کسی قسم کا کوئی کوہرنس (Coherence) نہیں ہوتا۔ ہر جوہر آزاد سے اشعاع کو خارج کرتا ہے اور ان کی ہئیتیں بھی مختلف ہوسکتی ہیں۔ ان تمام موجوں کے انطباق سے پیدا ہونے والی حاصل موج کا حیطہ آنی طور پر بدلتے رہتا ہے۔ یہ مظہر بالکل ایسا ہی ہے جیسے کہ مٹھی بھر کنکروں کو ایک کنویں میں پھینکا گیا ہو جس کے پانی کی سطح بالکل ساکن و جامد ہو۔ اس کی وجہ سے پانی کی سطح پر ایک بے جوڑ قسم کے خللوں کا سلسلہ پیدا ہو جاتا ہے۔ ایسی صورت میں آبی امواج کے حیطے اور ہئیتیں مختلف ہوں گے اور ان ہئیتوں میں کوئی ربط بھی نہیں رہتا اور حاصل موجی حرکت بالکیہ غیر کوہرنٹ (Incoherent) بن جاتی ہے۔ روایاتی مبداہائے نور سے پیدا ہونے والا نور مذکورہ الصدر آبی موجوں کے مشابہ ہوگا۔ اس قسم کے مبدأ ہائے نور غیر کوہرنٹ مبداہائے نور کہلاتے ہیں۔ اس کے بجائے اگر ہر ایک پتھر کو باقاعدگی کے ساتھ یکے بعد دیگرے بالکل ایک ہی مقام پر اور ایک ہی وقفے کے ساتھ کنویں کے پانی میں پھینکیں تو مساوی حیطہ ارعاش کے موجوں کا ایک سلسلہ شروع ہو جاتا ہے۔ اس قسم اور اس خصوصیت کے حامل مبداء ہائے نور کو ہرنٹ مبداہائے نور کہتے ہیں۔ مروجہ اور روایاتی نور کے مبداؤں میں ایک اور خامی ان کی حدت کی کمی کی ہے اس کی وجہ مختلف جواہر سے تولد ہونے والے نور کی مختلف موجوں کے انطباق سے پیدا ہونے والا غیر مساوی اثر ہے۔

نور کے مبدوں کی استعداد کو بڑھایا جاسکتا ہے مگر ہم یہ دیکھیں گے تمام جواہر بہ یک وقت ایک ہی تعدد کے اشعاع کو خارج کریں گے۔ یعنی ایک مبداء نور کے جواہر کو کسی اکسائی سطح تک اکسایا جائے پھر ایک ہی ہئیت کے اشعاع کو ان سے خارج کروایا جائے۔ آئنسٹائن نے یہ تجویز پیش کی کہ کسی مناسب تعدد والے اشعاع کو استعمال کرتے ہوئے یہ ممکن ہے کہ اکسائے ہوئے جواہر کو ان کے گراؤنڈ اسٹیٹ پر واپس لایا جائے۔ فرض کرو کہ ایک جوہر کو اس کے گراؤنڈ اسٹیٹ E_0 سے ایک اکسائی حالت E_1 تک اکسایا گیا تب یہ اکسایا تب یہ اکسایا ہوا جوہر از خود اشعاع کو خارج کر کے کسی کمز اکسائی حالت E_2 پر پہونچ جاتا ہے۔ اگر توانائی کے فرق $E_2 - E_0$ کا حامل ایک فوٹان، اکسائی حالت E_2 کے

کسی ایک جوہر سے ٹکراتا ہے تو مہیج اخراج کا عمل وقوع میں آتا ہے اور ایک دوسرے کے ہم ہئیت دو فوٹان پیدا ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (9.6) میں بتایا گیا ہے۔



شکل (9.6): مہیج اخراج

اس طرح سے ولد ہوئے دو فوٹان یکے بعد دیگرے، اکسائی حالت E_2 کے دو اور جواہر سے ٹکرائیں تو ایک دوسرے کے ہم ہئیت مزید چار فوٹان ہو جاتے ہیں۔ اس طریق عمل میں فوٹانس کی ایک نسل کی افزائش ہوتی ہے اور نور کی ایک متوازی بیم مبداء سے بر آمد ہوتی ہے۔ اس طرح یہ عمل لیزر میں مہیج اخراج کے ذریعہ شدید حدت والی متوازی کوہرنٹ، نور کی بیم کی پیدائش کا مکلف ہو جاتا ہے۔

9.4 لیزنگ عمل کے بنیادی تقاضے اور آئنسٹائن کی قدریں

(Basic Requirement of Lasing Action and Einstein Coefficients)

جب ایک جسم اس پر واقع برقی مقناطیسی اشعاع کے بعد ان کے ساتھ حالت توزن میں ہو تو اس کے جواہر کا ایک حصہ ہمیشہ اکسائی حالت میں رہے گا۔ اکسائی اسٹیٹ کے جواہر سے توانائی کے اخراج کی شرح اور اشعاع کے بعد ان سے گراؤنڈ اسٹیٹ کے جواہر کی توانائی کے انجذاب کی شرح ایک ہی ہو گی۔ 1917ء میں آئنسٹائن نے یہ تجویز پیش کی کہ اکسائے جواہر سے ہ صرف از خود اشعاع کا اخراج ہوتا ہے بلکہ یہ مہیج اشعاع کو بھی خارج کرتے ہیں۔

$$B_{12}\rho(v)N_1dv = A_{21}N_2dv + B_{21}\rho(v)N_2dv \quad \text{-------9.3}$$

ہاں

B_{12} = اشعاع کے انجذاب کی وجہ سے ایک جوہر کے گراؤنڈ اسٹیٹ سے اکسائی اسٹیٹ پر پہنچنے کے تبدلی احتمال Transition Probability کو ظاہر کرتا ہے۔

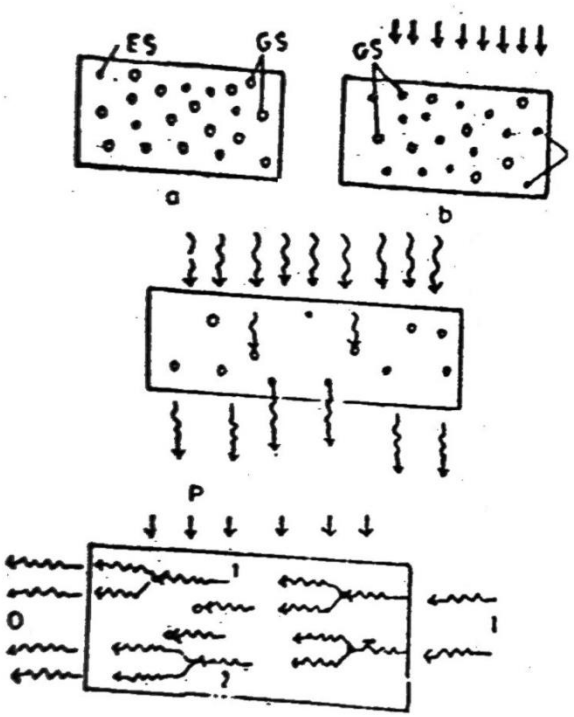
A_{12} = اکسائے جوہر سے اشعاع کے از خود اخراج کے بعد اس کے گراؤنڈ حالت پر پہنچنے کا تبدلی احتمال ظاہر کرتا ہے۔

B_{12} = مہیج اخراج کے ذریعہ ایک جوہر سے اشعاع کے اخراج کے بعد گراؤنڈ اسٹیٹ پر واپس پہنچنے کا تبدیلی احتمال ظاہر کرتا ہے۔

N_2, N_1 گراؤنڈ حالت اور اکسائی حالت میں علی الترتیب جواہر کی تعداد A_{21}, B_{12} اور B_{21} کو آئنسٹائن کی قدروں کے طور پر بھی جانا جاتا ہے۔ یہ معلوم کیا گیا ہے کہ طیف کے مرئی حصے میں ایک دیئے ہوئے وقت کے اندر مہیج کے ذریعہ گراؤنڈ اسٹیٹ پر واپس ہونے والے جواہر کی تعداد، خود بخود اخراج کے ذریعہ گراؤنڈ اسٹیٹ پر واپس ہونے والے جواہر کی مجموعی تعداد کے مقابلے میں بہت کم ہوتی ہے۔ لمبے طول موج پر مہیج اخراج کا تناسب بڑھ جاتا ہے۔ 60μ کے ایک طول موج کے لئے از خود اور مہیج اخراج کی شرحیں ایک ہی ہوتی ہیں۔

توانائی کے انجذاب کی شرح کا انحصار گراؤنڈ اسٹیٹ میں موجود جواہر کی تعداد پر ہوتا ہے اور توانائی کے اخراج کی شرح کا انحصار، اکسائی حالت میں موجود جواہر کی تعداد پر ہوتا ہے۔ اگر گراؤنڈ اسٹیٹ میں موجود جواہر کی تعداد، اکسائی اسٹیٹ میں موجود جواہر کی تعداد کے مقابلے میں کم ہے تو انجذاب کی شرح اخراج سے کم ہوگی۔

مہیج اخراج کے وقوع کے لیے اکسائی اسٹیٹ میں موجود جواہر کی Population آبادی کو گراؤنڈ اسٹیٹ کے مقابلے میں زیادہ ہونا چاہیے مزید بر آں انہیں اکسائی اسٹیٹ میں ایک کافی طویل وقفے کے لیے ٹھہرنا بھی چاہئے۔ تقلیب آبادی (Population Inversion) اس شرط کا نام ہے جس میں اکسائی اسٹیٹ میں بہ نسبت گراؤنڈ اسٹیٹ کے جواہر کی تعداد زیادہ ہو جیسا کہ شکل (9.7) میں بتایا گیا ہے۔



شکل (9.7)

a) متوازن نمونہ (ملاحظہ فرمایئے جہاں ES کے مقابلے میں GS جواہر زیادہ موجود ہیں)

b) تقلیب آبادی مادہ کے جواہر Pumping fields پمپنگ میدان کو جب کر لیتے ہیں۔

اس لیے یہاں پر G.S کے مقابلے میں ES جواہر بہت زیادہ ہیں۔

c) اطراف واکناف کے اشاعی میدان کے ساتھ نمونے متوازن ہے۔ چند فوٹان کو گراؤنڈ اسٹیٹ کے جواہر جذب کر لیتے ہیں۔ لیکن ES کے جوہر کی ایک مساوی تعداد از خود اشعاع کو خارج کرتی ہے۔ اس طرح جتنا اشعاع نمونہ میں داخل ہو رہا ہے تقریباً اتنا ہی خارج بھی ہو رہا ہے ایک مخالفت برقی۔

d) ایک مخالف برقی مقناطیسی موج کی ایک ایسے نمونے سے گزرتے ہوئے کہ جس کا آبادی کی تقلیب ہو تکبیر ہو جاتی ہے۔

وہ عمل جس سے تقلیب آبادی حاصل ہوتی ہے Pumping کہلاتا ہے۔ لیزر کے عامل واسطے کی نوعیت (روبی۔ ٹیم موصل مادے۔ گیسیں اور کیمیائی اشیاء وغیرہ) کے لحاظ سے پمپنگ کے مختلف طریقے ہوتے ہیں جیسے (a)۔ مناظری پمپنگ، (b)۔ برقی پمپنگ، (c)۔ کیمیائی پمپنگ وغیرہ۔ ایک لیزر میں نور کی تکبیر کے وقوع کے لئے درکار تقاضے حسب ذیل ہیں۔

1. تقلیب آبدی
2. لیزر بیم کی سمت کے ساتھ مہیج اخراج
3. تکبیر

اب ہم ہیلیم نیان (helium – neon) لیزر کے طریقہ کار کردگی پر غور کریں گے اور یہ بھی مطالعہ کریں گے کہ لیزر کا عمل اس لیزر بھی کس طرح کا ہوتا ہے۔

9.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

اگر لیزر روشنی کی فریکوئنسی $f=6\times10^{14}$ Hz ہو تو فوٹون کی توانائی معلوم کریں۔ دیا گیا $h=6.63\times10^{-34}$ Js

حل:

فارمولا:

$$E=hf=(6.63\times10^{-34})(6\times10^{14})$$

$$E=(6.63\times10^{-34})(6\times10^{14})$$

$$E=3.98\times10^{-19}\ J$$

فوٹون کی توانائی $=3.98\times10^{-19}$ J

حل شدہ مثال2

لیزر کی فریکوئنسی $f=5\times10^{14}$ Hz طولِ موج معلوم کریں۔ رفتارِ روشنی $c=3\times10^{8}$ m/s

حل:

فارمولا : $\lambda=fc$

$\lambda=(3\times10^{8})\ (5\times10^{14})$

$\lambda=6\times10^{-7}$m

طولِ موج $=6\times10^{-7}$ m

حل شدہ مثال 3

اگر فوٹون کی توانائی $E=4\times10^{-19}$ J ہو تو توانائی سطحوں کا فرق معلوم کریں۔

حل:

فوٹون کی توانائی ہی توانائی سطحوں کا فرق ہوتا ہے۔

توانائی سطحوں کا فرق $=4\times10^{-19}$ J

حل شدہ مثال4

اگر لیزر روشنی کی طولِ موج $\lambda=500$ nm ہو تو فریکوئنسی معلوم کریں۔

حل:

$500\ nm=500\times10^{-9}$m

فارمولا: $f=\lambda c$

$f=3\times10^{8}\ x500\times10^{-9}$

$f=500\times10^{-9}\ x3\times10^{8}$

$f=6\times10^{14}$ Hz

فریکوئنسی=6×10^{14} Hz

حل شدہ مثال 5

اگر فوٹون کی توانائی J $E=3.2\times10^{-19}$ ہو تو اسے الیکٹران وولٹ میں تبدیل کریں۔($1eV=1.6\times10^{-19}J$)

حل:

$$E=3.2\times10^{-19}\ x1.6\times10^{-19}$$

توانائی=2 eV

حل شدہ مثال 6

اگر لیزر بیم کی کل توانائی J 2×10^{-6} اور ایک فوٹون کی توانائی J 4×10^{-19} ہو تو فوٹونز کی تعداد معلوم کریں۔

حل:

فارمولا:

N=کل توانائی ایک فوٹون کی توانائی

{ایک فوٹون کی توانائی}=N{ایک فوٹون کی توانائیکل توانائی N $N=2\times10^{-6}x4\times10^{-19}$

$$N=4\times10^{-19}\ x2\times10^{-6}$$

$$N=5\times10^{12}$$

فوٹونز کی تعداد=5×10^{12}

9.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طالب علم اس قابل ہو جائے گا کہ:

- نور کی دوئیلیت (موجی اور ذراتی نوعیت) کی وضاحت کر سکے۔
- لیزر کی تعریف بیان کر سکے اور LASER کے پورے نام کی تشریح کر سکے۔
- اشعاع کے انجذاب (Absorption) اور اخراج (Emission) کے عمل کو توانائی کی سطحی خاکے کی مدد سے سمجھا سکے۔
- گراؤنڈ اسٹیٹ اور اکسائی اسٹیٹ میں فرق بیان کر سکے۔

- ازخود اخراج (Spontaneous Emission) اور مہیج اخراج (Stimulated Emission) میں فرق کر سکے۔
- یہ وضاحت کر سکے کہ ازخود اخراج سے غیر کوہرنٹ اور مہیج اخراج سے کوہرنٹ روشنی کیوں پیدا ہوتی ہے۔
- فلوریسنس اور فاسفورینس کے مظاہر کو مثالوں کے ساتھ بیان کر سکے۔
- زود اثر فلوریسنس (Sensitized Fluorescence) کے عمل کو سمجھا سکے۔
- آئنسٹائن کی قدروں A21,B12,B21 کی تشریح اور ان کی جسمانی اہمیت بیان کر سکے۔
- یہ وضاحت کر سکے کہ مہیج اخراج کی شرح کن عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔
- تقلیبِ آبادی (Population Inversion) کی تعریف کر سکے اور بتا سکے کہ یہ لیزر کے لیے کیوں ضروری ہے۔
- پمپنگ (Pumping) کے تصور کو بیان کر سکے اور اس کے مختلف طریقے (نوری، برقی، کیمیائی) گنوا سکے۔
- یہ بیان کر سکے کہ لیزر عمل (Lasing Action) کے بنیادی تقاضے کیا ہیں۔
- لیزر روشنی کی خصوصیات (یک رنگی، کوہرنٹ، شدید حدت، متوازی بیم) بیان کر سکے۔
- مختلف شعبوں جیسے طب، صنعت، حیاتیات، کیمیا اور الیکٹرانکس میں لیزر کے استعمالات کی وضاحت کر سکے۔

خلاصہ (Summary)

- اس اکائی میں لیزر کی ایجاد، اصولِ کار اور بنیادی تصورات کا مطالعہ کیا گیا ہے۔ انیسویں صدی میں نور کی دوئیلیت (موجی اور ذراتی نوعیت) دریافت ہوئی جس سے یہ معلوم ہوا کہ نور برقی مقناطیسی موج ہونے کے ساتھ ساتھ فوٹانوں پر مشتمل بھی ہے۔ 1960ء میں مائی مین (Maiman) نے پہلی مرتبہ لیزر تیار کیا جو شدید حدت، یک رنگی اور کوہرنٹ روشنی پیدا کرتا ہے۔
- اکائی میں اشعاع کے **انجذاب** اور **اخراج** کے عمل کو توانائی کی سطحی خاکوں کی مدد سے واضح کیا گیا ہے۔ ازخود اخراج میں جوہر بغیر کسی بیرونی اثر کے فوٹان خارج کرتا ہے جس سے غیر کوہرنٹ روشنی پیدا ہوتی ہے، جبکہ **مہیج اخراج** میں واقع ہونے والا فوٹان اکسائی جوہر سے ہم فریکوئنسی، ہم فیز اور ہم سمت دوسرا فوٹان خارج کرواتا ہے، جو لیزر عمل کی بنیاد ہے۔
- فلوریسنس، فاسفورینس اور زود اثر فلوریسنس کے مظاہر کی وضاحت کی گئی ہے اور بتایا گیا ہے کہ ان میں اخراج کا وقت اور نوعیت مختلف ہوتی ہے۔ آئنسٹائن کی قدریں A21,B12,B21 اشعاع کے انجذاب اور اخراج کے احتمالات کو ظاہر کرتی ہیں۔
- باب کا سب سے اہم تصور تقلیبِ آبادی (Population Inversion) ہے جس میں اکسائی حالت میں موجود جوہروں کی تعداد گراؤنڈ اسٹیٹ سے زیادہ ہو جاتی ہے۔ یہ حالت مختلف پمپنگ طریقوں کے ذریعے حاصل کی جاتی ہے۔ تقلیبِ آبادی اور مہیج اخراج کی موجودگی میں روشنی کی تکبیر ممکن ہوتی ہے اور یوں لیزر بیم پیدا ہوتی ہے۔

- آخر میں لیزر روشنی کی خصوصیات اور مختلف شعبوں جیسے طب، صنعت، کیمیا، حیاتیات اور الیکٹرانکس میں اس کے وسیع استعمالات کا ذکر کیا گیا ہے۔

9.7 کلیدی الفاظ (Key Words)

- **لیزر (Laser):** ایسا آلہ جو مہیج اخراج کے ذریعے کوہرنٹ، یک رنگی اور شدید حدت والی روشنی پیدا کرتا ہے۔
- **مہیج اخراج (Stimulated Emission):** وہ عمل جس میں ایک اکسائی جوہر پر پڑنے والا فوٹان اسی توانائی، فریکوئنسی، فیز اور سمت کا دوسرا فوٹان پیدا کرواتا ہے۔
- **ازخود اخراج (Spontaneous Emission):** وہ عمل جس میں اکسائی جوہر بغیر کسی بیرونی اثر کے خود بخود فوٹان خارج کر کے گراؤنڈ اسٹیٹ میں آجاتا ہے۔
- **اشعاع کا انجذاب (Absorption of Radiation):** وہ عمل جس میں جوہر بیرونی اشعاع کو جذب کر کے گراؤنڈ اسٹیٹ سے اکسائی حالت میں چلا جاتا ہے۔
- **کوہرنس (Coherence):** روشنی کی وہ خاصیت جس میں تمام موجیں ایک ہی فیز اور ہم آہنگی کے ساتھ سفر کرتی ہیں۔
- **غیر کوہرنٹ روشنی (Incoherent Light):** ایسی روشنی جس کی موجوں کے درمیان فیز کا کوئی مستقل تعلق نہ ہو۔
- **تقلیبِ آبادی (Population Inversion):** وہ حالت جس میں اکسائی حالت میں موجود جوہروں کی تعداد گراؤنڈ اسٹیٹ سے زیادہ ہو جائے۔
- **پمپنگ (Pumping):** وہ عمل جس کے ذریعے جوہروں کو توانائی فراہم کر کے تقلیبِ آبادی حاصل کی جاتی ہے۔
- **گراؤنڈ اسٹیٹ (Ground State):** جوہر کی وہ کم ترین توانائی کی حالت جس میں الیکٹران عام طور پر موجود ہوتا ہے۔
- **اکسائی اسٹیٹ (Excited State):** جوہر کی وہ حالت جس میں الیکٹران زیادہ توانائی حاصل کر کے اوپر کی سطح پر چلا جائے۔
- **آئنسٹائن کی قدریں (Einstein Coefficients):** وہ مستقل عدد A21,B12,B21 جو اشعاع کے انجذاب اور اخراج کے احتمالات کو ظاہر کرتے ہیں۔
- **یک رنگی روشنی (Monochromatic Light):** ایسی روشنی جس کی صرف ایک ہی فریکوئنسی یا طول موج ہو۔
- **شدید حدت (High Intensity):** روشنی کی وہ خاصیت جس میں بہت زیادہ توانائی ایک چھوٹے سے رقبے میں مرکوز ہو۔
- **متوازی بیم (Parallel Beam):** ایسی روشنی کی بیم جس کی شعاعیں تقریباً ایک دوسرے کے متوازی چلتی ہوں۔
- **فلوریسنس (Fluorescence):** وہ مظہر جس میں مادہ واقع اشعاع کو جذب کر کے فوراً کم تعدد کی روشنی خارج کرتا ہے۔
- **فاسفورینس (Phosphorescence):** وہ مظہر جس میں اشعاع ہٹانے کے بعد بھی روشنی کچھ وقت تک خارج ہوتی رہتی ہے۔

- **زوداثر فلوریسنس(Sensitized Fluorescence):** وہ عمل جس میں ایک مادہ توانائی جذب کر کے دوسرے مادے کو منتقل کرتا ہے جس سے وہ روشنی خارج کرتا ہے۔
- **توانائی کی سطحیں(Energy Levels):** جوہر میں وہ مخصوص حالتیں جن میں الیکٹران مخصوص توانائی رکھتا ہے۔
- **فوٹان(Photon):** برقی مقناطیسی اشعاع کا ایک کوانٹم جس کی توانائی $E=h\nu$ ہوتی ہے۔
- **لیزر عمل(Lasing Action):** وہ مکمل عمل جس میں تقلیبِ آبادی، مہیج اخراج اور روشنی کی تکبیر کے ذریعے لیزر بیم پیدا ہوتی ہے۔

9.8 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

9.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات(Objective Answer Type Questions)

1. LASERکا پورا نام کیا ہے؟
2. لیزر روشنی کی بنیادی خاصیت کون سی ہے؟

a)غیر کوہرنٹ b)کثیر رنگی

c)کوہرنٹ d)کم شدت

3. مہیج اخراج میں پیدا ہونے والے فوٹان.....ہوتے ہیں۔

a)مختلف فریکوئنسی کے b) مختلف فیز کے

c)ہم فیز اور ہم فریکوئنسی d)بے ترتیب سمت کے

4. تقلیبِ آبادی میں کون سی شرط درست ہے؟
5. آئنسٹائن عدد A21 , A12 کس عمل کی نمائندگی کرتا ہے؟
6. لیزر روشنی.....ہوتی ہے۔

a)پھیلی ہوئی b)متوازی

c)کمزور d)غیر مستحکم

7. فلوریسنس میں اخراج کب رک جاتا ہے؟
8. فوٹان کی توانائی کا فارمولا.....ہے؟
9. لیزر میں پمپنگ کا مقصد کیا ہے؟

10. He–Neلیزر.....قسم کالیزر ہے؟

a) ٹھوس　　b) مائع

c) گیس　　d) کیمیائی

11. لیزر کی تعریف کریں۔

12. مہیج اخراج کی تعریف کریں۔

13. تقلیبِ آبادی کی تعریف کریں۔

14. لیزر کے دو استعمال لکھیں۔

15. فلوریسنس اور فاسفورینس میں فرق لکھیں۔

9.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. کوہرنس سے کیا مراد ہے۔ وضاحت کریں۔
2. گراؤنڈ اسٹیٹ کیا ہے؟ بیان کریں۔
3. اکسائی اسٹیٹ کو بیان کریں؟
4. فوٹان کیا ہے؟ بیان کریں۔
5. پمپنگ کیا ہے؟ وضاحت کریں۔

9.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. از خود اخراج اور مہیج اخراج میں تفصیلی فرق بیان کریں۔
2. تقلیبِ آبادی کیا ہے؟ لیزر کے لیے اس کی ضرورت واضح کریں۔
3. آئنسٹائن کی قدروں کی مدد سے لیزر عمل کی وضاحت کریں۔
4. فلوریسنس اور فاسفورینس کی مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں۔
5. لیزر روشنی کی خصوصیات اور استعمالات تفصیل سے بیان کریں۔

9.8.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. اگر لیزر روشنی کی فریکوئنسی 6×10^{14} Hz ہو تو فوٹان کی توانائی معلوم کریں۔
2. اگر لیزر کی طولِ موج 500 nm ہو تو اس کی فریکوئنسی معلوم کریں۔

3. اگر ایک فوٹان کی توانائی 4×10^{-19} J ہو تو توانائی سطحوں کا فرق معلوم کریں۔
4. اگر لیزر بیم کی کل توانائی 2×10^{-6} J ہو تو فوٹانوں کی تعداد معلوم کریں۔
5. اگر اکسائی حالت میں جوہروں کی ابتدائی تعداد $N_0=106$ ہو تو آئنسٹائن عدد کی مدد سے وقت کے بعد باقی جوہروں کی تعداد معلوم کریں۔

اکائی 10۔ لیزر کی اقسام

(Types of Laser)

اکائی کے اجزا

10.0 تمہید

10.1 مقاصد

10.2 ھیلیم۔ نیان لیزر

10.3 لیزرس کے اطلاقات

10.4 حل شدہ مثالیں

10.5 اکتسابی نتائج

10.6 کلیدی الفاظ

10.7 نمونہ امتحانی سوالات

10.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات

10.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات

10.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات

10.7.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

10.0 تمہید (Intoduction)

لیزر ایک ایسی جدید ٹیکنالوجی ہے جس کے ذریعے نہایت باریک، طاقتور اور یک رنگی روشنی پیدا کی جاتی ہے۔ لفظ لیزر دراصل Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation کا مخفف ہے۔ عام روشنی کے برعکس لیزر کی روشنی ہم سمت (Coherent)، یک رنگی (Monochromatic) اور زیادہ شدت والی ہوتی ہے، اسی وجہ سے یہ طب، صنعت اور سائنسی تحقیق میں نہایت اہم کردار ادا کرتی ہے۔

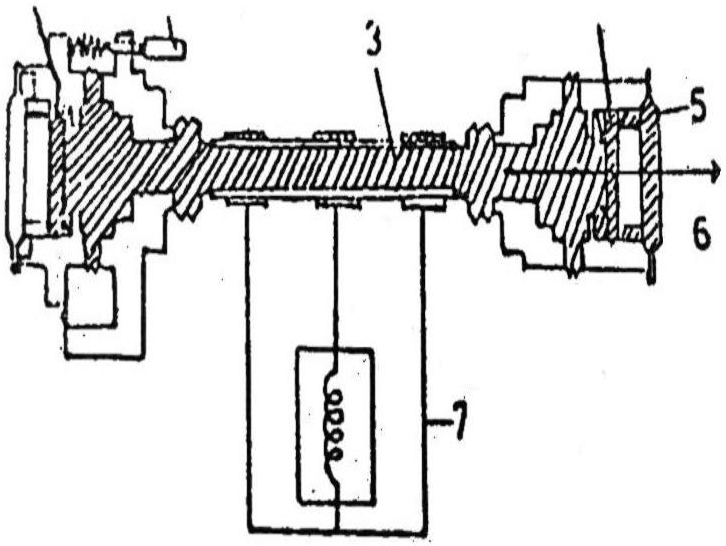
10.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طلبہ قابل ہوں گے کہ:

- لیزر کی تعریف بیان کر سکیں۔
- لیزر کے بنیادی اصول کو سمجھ سکیں۔
- لیزر کی اقسام بیان کر سکیں۔
- ہیلیم۔ نیان لیزر کی ساخت اور کام کرنے کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- لیزر کے مختلف اطلاقات (Applications) بیان کر سکیں۔

10.2 ھیلیم۔ نیان لیزر (He-NE-Laser)

علی جوان (Alijavan) اور اس کے ساتھیوں کا ڈیزائین کردہ He-Ne لیزر ایک کواٹز ٹیوب پر مشتمل ہے جس میں 0.1 ملی لیٹر مرکیوری کے دباؤ کے تحت نیان گیس اور ایک سمر مرکیوری کے دباؤ پر ہیلیم گیس کو 1:5 کو نسبت بھی بھرا جاتا ہے۔ گواٹز ٹیوب نلی کا طول 80 سمر اور اس کا قطر 1.5 سر ہوتا ہے۔ انہوں نے ریڈیو تعدد والے میدان کو استعمال کر کے اس نظام کو نز قائم Metastable حالت تک پمپ کرایا اور تقلیب آبادی کو حاصل کیا۔ کواٹز ٹیوب کے سروں سے زبردست انعکاسی صلاحیت والے دو آئینوں کو ایک دوسرے کے متوازی جوڑ دیا گیا۔ شکل (10.1) میں ایک قیاسی خاکے کو پیش کیا گیا ہے جو ہیلیم۔ نیان لیزر کے مختلف حصوں کو ظاہر کرتا ہے۔



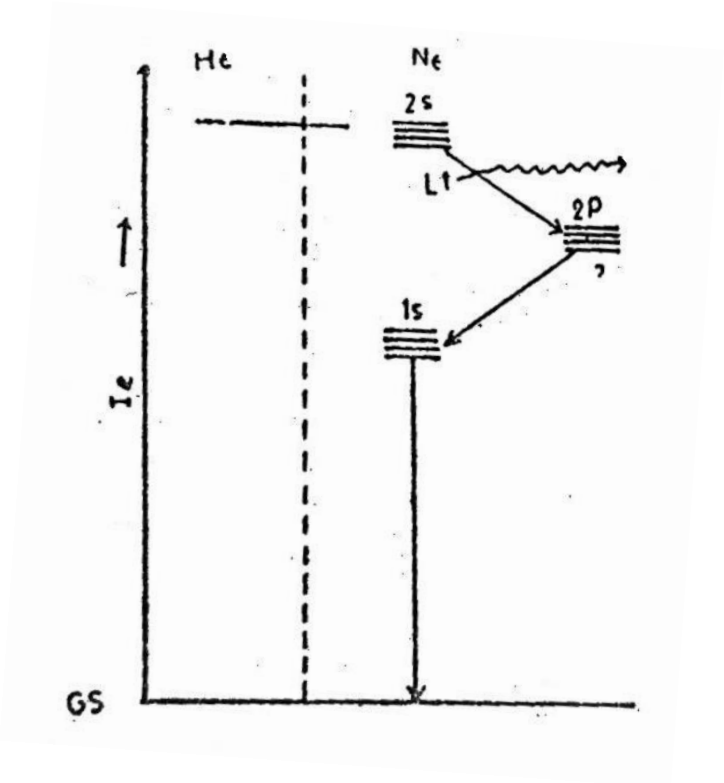
شکل(10.1): ہیلیم۔ نیان گیس لیزر

متوازی آئینوں کی مناظری مستوی ٹیوبوں کا رقبہ $\frac{\lambda}{100}$ ہونا چاہئے جو کہ لیزر کی بیم کا طول موج ہے ان آئینوں کو اونچی عکاسیت والے 15 تا 17 پرتوں پر مشتمل برق گزار جھلیوں سے بنایا جاتا ہے۔ عکاسیت کا رقبہ 99.998٪ ہونا چاہئے۔ یہ دو انعکاسی آئینے Fabry Perrot Cavity (فیبری پیروٹ خول) کا کام کرتے ہیں۔ (Lasing action) لیزنگ کا عمل اور تکبیری عمل ان انعکاسی آئینوں کے ذریعہ تکمیل پاتا ہے۔ کوارٹز ٹیوب کے سروں پر مناظری مستوی کھڑکیاں ترتیب دی جاتی ہیں جو خول کے محور سے روسٹر کے زاویہ (Brewster's angle) پر مائل ہوتے ہیں۔

ہیلیم۔ نیان لیزر میں عامل جواہر نیان کے جواہر ہوتے ہیں۔ جب ہیلیم۔ نیان آمیزے کو آر۔ ایف میدان سے اُکسایا جاتا ہے تو ہیلیم کے جواہر جن کی رواں توانائی 19.8 الکٹران وولٹ ہوتی ہے۔ گراؤنڈ اسٹیٹ سے اکسائے اسٹیٹ میں چلے جاتے ہیں۔ یہ حالت چوں کہ ایک پس قیام میں ہے اس لیے ہیلیم جواہر کی ایک کثیر تعداد اس حالت تک اکسا جاتی ہے۔ اس اکسائی اسٹیٹ میں ہیلیم جواہر توانائی کا اشعاع نہیں کریں گے۔ ہر جواہر توانائی کو اسی ہی وقت کھو سکیں گے جب کے ان کا تصادم ہو (جیسا کہ سکشن 10.2 میں بیان کیا جاچکا) جب اکسایا ہوا ہیلیم جوہر گراؤنڈ اسٹیٹ کے نیان جوہر سے متصادم ہوتا ہے تو اس کے نتیجہ میں پر نیان کے جوہر کو توانائی منتقل ہو جاتی ہے اور وہ اکسا جاتا ہے۔ ہیلیم، نیان لیزر میں زیرین سرخ (Infrared) اشعاع کے اخراج کے لیے درکار تبادلوں کے ذمہ دار کو شکل (10.2) میں بتلایا گیا ہے۔

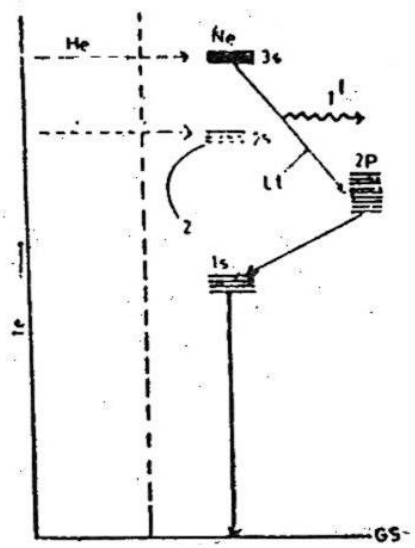
جب اکسائے ہوئے ہیلیم جواہر نیان کے جواہر سے تصادم میں آتے ہیں تو نیان کے جواہر 2s اسٹیٹ تک اکسا جاتے ہیں جب نیان کے جواہر 2s اسٹیٹ سے 2p اسٹیٹ میں گرتے تو زیریں سرخ اشعاع کا اخراج عمل میں آتا ہے۔ جواہر 2p اسٹیٹ سے 1s اسٹیٹ تک تیزی کے ساتھ پہنچیں گے جس کے نتیجہ میں 2p اور 2s اسٹیٹس کے مابین تقلیب آبادی کی شرط پوری ہو جاتی ہے۔ نیان جواہر میں سے بہت زیادہ جواہر

قلیل الفصل توانائی کی دس ممکنہ سطحوں میں سے ایک پر منتقل ہوتے ہیں جسے 2p سطح کہا جاتا ہے۔ اس انتقال کے نتیجے میں برقی مقناطیسی طیف کے زیرِ سرخ (Infrared) حصے میں اشعاع کا اخراج ہوتا ہے۔ آئینوں کے درمیانی فاصلے، یعنی کیویٹی (Cavity) کی لمبائی کو تبدیل کرنے سے 10,600 Å تا 15,000 Å کے درمیان مختلف طولِ موج حاصل کیے جاسکتے ہیں۔ ان میں 11,532Å طولِ موج کی اشعاع نسبتاً زیادہ شدت رکھتی ہے۔ نیون کے جواہر 2p حالت سے 2s حالت میں منتقل ہوتے ہیں، جیسا کہ پہلے بیان کیا جاچکا ہے۔ اس منتقلی کے دوران از خود اشعاع (Spontaneous Emission) کا اخراج ہوتا ہے۔ یہی اشعاع لیزر ٹیوب میں گلابی رنگ کی نمایاں چمک کا سبب بنتی ہے۔



شکل (10.2): ہیلیم، نیان لیزر کی توانائی کے سطحیں جو طیف کے سرخ حصہ میں سرگرم عمل ہیں

یہ بھی ممکن ہے کہ ہیلیم جواہر کو 20.700 کی توانائی تک اکسایا جائے۔ یہ حالت بھی ایک نز، قیام کی قریبی حالت ہے۔ اس حالت میں موجود ہیلیم جواہر، گراؤنڈ اسٹیٹ کے نیان جواہر سے ٹکرائیں گے اور اپنی توانائی نیان جواہر کو منتقل کریں گے اس کی وجہ سے نیان جواہر اکسائی اسٹیٹ 3s تک پہونچ جائیں گے جیسا کہ شکل (10.3) میں دکھایا گیا ہے جب یہ جواہر 2p اسٹیٹ تک آتے ہیں تو



شکل(10.3): ہیلیم، نیان لیزر کی توانائی کی سطحیں، طیف کے مرئی نقطہ پر سرگرم عمل

ہیلیم نیان لیزر کی توانائی کی سطحیں طیف کے مرئی نقطہ پر سرگرم عمل لیزر بیم کے لئے مطلوب اشعاع نتیجتاً خارج ہو گا جس کا طول موج مرئی حصہ میں واقع ہوتا ہے اور جو طول موج $6328A^0$ کے برابر ہے۔100mw پاور آؤٹ پٹPower out put(پیداوار پاور) کے ہیلیم، لیزرس بنائے جاچکے ہیں۔ اس لیزر میں کوارٹز ٹیوب کی لمبائی 2 میٹر ہے اور اس کا قطر 0.7 تا 1.0 سمر کے وقفہ میں رکھا جاتا ہے۔ ذیل کے جدول میں He-Ne لیزر کے لئے طول موج کے ساتھ حاصل کردہ پاور کو بتلایا گیا ہے۔

جدول(10.1) ہیلیم، نیا زلیزر سے حاصل کردہ پاور(Power Out Put)

(Out-Put Power)	پیدا کردہ پاور(mW)	طول موج A^0 اکائیوں میں
	2	6118
	25	6328
	10	10.840
	12	11.520
	2	33.810

10.3 لیزرس کے اطلاقات (Application of Lasers)

لیزرس ایسے حیرت انگیز خواص کے حامل ہوتے ہیں کہ ان کے اطلاقات متعدد مختلف میدانوں جیسے خالص سائنس (pure science)، طب، حیاتیات، فاصلوں کی پیمائش اور سراغ رسائی، رسل ورسائل، اسلحہ سازی اور مائیکرو بلڈنگ وغیرہ میں پائے جاتے ہیں۔

1. طبی اطلاقات (Medical Applications)

آن کے علاحدہ شدہ پردے (detached retine) کے علاج کے لئے لیزرس کو بہت کامیابی کے ساتھ استعمال کیا جارہا ہے اور کینسر (سرطان) کے علاج کے لئے بہت موزوں ثابت ہورہا ہے۔ مائیکرو سرجری کے لئے سرجن لیزرس کے استعمال کو ممکن تصور کر رہے ہیں۔ جنین کی تبدیلیوں (chromosomal changes) پر لیزرس کے اثرات کو معلوم کرنے کے لئے آج کل تجربات کئے جارہے ہیں۔

2. فوجی اطلاقات (Military Applications)

لیزر کو اس کی بے پناہ توانائی کی مقدار جس کو مرکوز بھی کیا جاسکتا ہے کی وجہ سے فوج میں استعمال کیا جاتا ہے۔ لیزر کے بارے میں ڈھرلے کے ساتھ یہ کہا جاتا ہے کہ لیزر ٹیوب انتہائی مؤثر موت سے ہمکنار والا آتش افروز ہتھیار ہے۔ جس کو دشمن کے مزائلز کے خلاف استعمال کیا جاسکتا ہے۔ لیکن ابھی تک ایسے نظام کو تکمیل پہنچانے والی ٹیکنالوجی کا واضح علم نہیں ہوسکا۔ مثال کے طور پر زمین سے کسی مزائل کو تباہ کرنے کے لئے درکار توانائی کا تخمینہ تقریباً 10 بلین جولس کیا گیا ہے۔ ایسے نظام کے لیے مکشفوں کے بڑے بڑے بینکس (Banks) کی ضرورت ہوگی تاکہ ان میں توانائی کو ذخیرہ کیا جاسکے اور اس کے ساتھ ہی ساتھ حسب ضرورت توانائی کو فراہم بھی کیا جاسکے۔ موجودہ لیزر کے نظام سے 1500 جولس کی توانائی حاصل ہوسکتی ہے۔ اگر عدسوں کے مناسب نظام کے ذریعہ اس توانائی کو مرکوز کیا جائے تو جلنے والی اشیاء 4 کلو میٹر کے فاصلے سے ہی آسانی کے ساتھ جلنے لگیں گی۔ لیزر کے اسلحہ جات اور دوسرے ایسے ہی میدانوں میں مزید تحقیق کی ضرورت ہے۔ اس کو مواصلاتی اغراض کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

3. سائنسی اطلاقات (Scientific Applications)

سائنسی تجربات میں سے ایک مائیکلسن مورلے کے تجربہ کو لیزر کی بیم استعمال کر کے دہرایا گیا جس سے یہ ثابت ہوا کہ نور کی رفتار مستقل ہے۔ اس طرح آئنسٹائن کے نظریہ اضافیت کے لیے راہ ہموار کر دی گئی۔ سہ ابعادی فوٹو گرافی میں جس کو ہولوگرافی (Holography) کہا جاتا ہے لیزر کی بیم کو استعمال کیا گیا۔ لیزر رامن طیف پیمائی (Laser Raman Spectrocopy) مادے کی ساخت کی نقشہ کشی کے لئے ایک مؤثر میدان ہے۔

کمپیوٹر میں لیزر کے استعمال پر تحقیقات جاری ہیں اور اس کے بہت سے مؤثر اطلاقات معلوم کئے گئے ہیں۔ ان میں سے ایک یادداشت بینک (Memory bank) کی ایک کمپیوٹر دوسرے کو منتقلی ہے۔ یہ ایک ایسے نظام کی طرح مستعمل ہو گا جس میں روشنی کی ایک بیم کے ذریعہ بہت زیادہ اطلاقات کی ترسیل کی صلاحیت پائی جاتی ہو۔

10.4 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

He–Ne لیزر کی طولِ موج $\lambda=632.8nm$ ہے۔ ایک فوٹون کی توانائی معلوم کریں۔ $h=6.63\times10^{-34}Js$,

$c=3\times10^{8}m/s$

حل:

فارمولا: $E=hc\lambda$

$\lambda=632.8\times10^{-9}\ m$

$E=(6.63\times10^{-34})(3\times10^{8})632.8\times10^{-9}$

$E=3.14\times10^{-19}J$

جواب: ایک فوٹون کی توانائی $3.14\times10^{-19}J$

حل شدہ مثال 2

روبی لیزر کی طولِ موج 694.3 nm ہے۔ اس کی فریکوئنسی معلوم کریں۔

حل:

فارمولا: $\nu=c\lambda$

$\lambda=694.3\times10^{-9}m$

$\nu=3\times10^{8}X694.3\times10^{-9}$

$\nu=694.3\times10^{-9}\ X3\times10^{8}$

$\nu=4.32\times10^{14}\ Hz$

$\nu=4.32\times10^{14}Hz$

جواب: 4.32×10^{14} Hz

حل شدہ مثال3

اگر لیزر بیم کی توانائی 1J ہو اور ہر فوٹون کی توانائی 3.14×10^{-19} J ہو تو فوٹونوں کی تعداد معلوم کریں۔

حل:

فارمولا:N=کل توانائیایک فوٹون کی توانائی

$N=13.14\times10^{-19}N$

$N=3.18\times10^{18}$

$N=3.18\times10^{18}$

جواب 3.18×10^{18}= فوٹون

حل شدہ مثال4

اگر فوٹون کی توانائی 3.14×10^{-19}J ہو تو اسے eV میں تبدیل کریں۔($1eV=1.6\times10^{-19}$J)

حل:

$E=3.14\times10^{-19}x1.6\times10^{-19}$

E=1.96 eV

جواب : 1.96eV

حل شدہ مثال5

اگر لیزر 2 سیکنڈ میں 10 جول توانائی خارج کرے تو اس کی پاور معلوم کریں۔

حل:

فارمولا :$P=E/t$

$P=10/2$

P=5W

جواب:5W

10.5 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طالب علم:

- لیزر کی تعریف بیان کر سکے گا۔
- LASER کی مکمل شکل لکھ سکے گا۔
- لیزر اور عام روشنی میں فرق کر سکے گا۔
- ازخود اور مہیج اخراج کی وضاحت کر سکے گا۔
- He–Ne لیزر کی بناوٹ اور اصولِ کار سمجھا سکے گا۔
- Fabry–Perot cavity کا کردار بیان کر سکے گا۔
- He–Ne لیزر کی طول موج 6328 Å بتا سکے گا۔
- لیزر کے طبی، فوجی اور سائنسی اطلاقات بیان کر سکے گا۔
- لیزر سے متعلق سادہ عددی مسائل حل کر سکے گا۔

خلاصہ (Summary)

- لیزر کی تعریف یہ ہے کہ یہ ایک ایسا آلہ ہے جو محدود طول موج، یک رنگ (monochromatic) ، ہم فیز (coherent) اور ہدایت شدہ روشنی پیدا کرتا ہے۔ LASER کا مکمل مطلب ہے Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation یعنی "مہیج اخراج کے ذریعے روشنی کی تقویت"۔ لیزر اور عام روشنی میں فرق یہ ہے کہ عام روشنی بے ترتیب (incoherent) اور مختلف رنگوں پر مشتمل ہوتی ہے، جبکہ لیزر روشنی ہم فیز، یک رنگ اور سیدھی شعاع کے طور پر نکلتی ہے۔ لیزر کے اصولِ کار میں ازخود اخراج (spontaneous emission) اور مہیج اخراج (stimulated emission) کا کردار اہم ہے؛ ازخود اخراج سے ابتدائی روشنی پیدا ہوتی ہے اور مہیج اخراج اس روشنی کو بڑھا کر مضبوط شعاع میں بدل دیتا ہے۔ اس کے بعد تقلیبِ آبادی (population inversion) پیدا کرنا ضروری ہے، یعنی اعلیٰ توانائی کی حالت میں موجود ایٹموں کی تعداد نچلی توانائی کی حالت میں موجود ایٹموں سے زیادہ ہو تاکہ موثر لیزر پیدا ہو سکے۔ مثال کے طور پر He–Ne لیزر میں ہیلیم اور نون گیسیں استعمال ہوتی ہیں، اور یہ 6328 Å کی طول موج پر روشنی خارج کرتا ہے۔ He–Ne لیزر میں Fabry–Perot cavity دو آئینوں کے ذریعے روشنی کو اندر اندر منعکس کرتا ہے، جس سے روشنی کی شدت بڑھتی ہے اور خروج شدہ شعاع یک فام اور ہم فیز ہوتی ہے۔ لیزر کے اطلاقات وسیع ہیں : طبی شعبے میں سرجری اور علاج، فوجی شعبے میں نشانہ گیری اور دفاع، اور سائنسی تحقیق میں پیمائش،

spectroscopy اور مائیکرو الیکٹرانکس میں استعمال ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ، لیزر سے متعلق سادہ عددی مسائل بھی حل کیے جاسکتے ہیں جیسے شعاع کی توانائی، طول موج اور فریکوئنسی کے حسابات۔

10.6 کلیدی الفاظ (Key Words)

- **لیزر** (Laser): ایسا آلہ جو مہیج اخراج کے ذریعے یک رنگی، مربوط اور شدید نور پیدا کرتا ہے۔
- **ازخود اخراج** (Spontaneous Emission): وہ عمل جس میں اکسایا ہوا ایٹم بغیر کسی بیرونی اثر کے خود بخود فوٹون خارج کر کے کم توانائی والی حالت میں آجاتا ہے۔
- **مہیج اخراج** (Stimulated Emission): وہ عمل جس میں ایک آنے والا فوٹون اکسائے ہوئے ایٹم کو ہم فیز اور ہم توانائی والا دوسرا فوٹون خارج کرنے پر مجبور کرتا ہے۔
- **تقلیبِ آبادی** (Population Inversion): وہ حالت جس میں زیادہ ایٹم اعلیٰ توانائی کی حالت میں ہوں بہ نسبت کم توانائی کی حالت کے۔
- **پمپنگ** (Pumping): وہ عمل جس کے ذریعے ایٹمز کو توانائی دے کر اکسایا جاتا ہے تاکہ تقلیبِ آبادی پیدا ہو۔
- **یک رنگی** (Monochromatic): وہ روشنی جس کی صرف ایک ہی طول موج ہو۔
- **ایکٹو میڈیم** (Active Medium): لیزر کا وہ مادہ جس کے ایٹمز فوٹون خارج کر کے لیزر روشنی پیدا کرتے ہیں۔
- **ہیلیم–نیان لیزر** (He–Ne Laser): ایک گیس لیزر جس میں ہیلیم اور نیان گیس کا آمیزہ استعمال ہوتا ہے اور جو 6328 Å سرخ روشنی خارج کرتا ہے۔
- **میٹاسٹیبل حالت** (Metastable State): ایٹم کی وہ اکسائی ہوئی حالت جس میں ایٹم نسبتاً زیادہ دیر تک رہ سکتا ہے۔
- **توانائی کی سطحیں** (Energy Levels): ایٹم میں الیکٹران کی وہ مخصوص توانائیاں جن پر وہ موجود رہ سکتا ہے۔
- **لیزنگ ایکشن** (Lasing Action): وہ عمل جس میں مہیج اخراج کے ذریعے مسلسل لیزر شعاع پیدا ہوتی ہے۔
- **طول موج** (Wavelength): دو متواتر موجی چوٹیوں یا گھاٹیوں کے درمیان فاصلہ، جسے λ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- **فریکوئنسی** (Frequency): ایک سیکنڈ میں موج کے مکمل چکروں کی تعداد، جسے ν سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- **آؤٹ پٹ پاور** (Output Power): لیزر سے خارج ہونے والی توانائی کی فی سیکنڈ مقدار۔
- **زیرِ سرخ شعاعیں** (Infrared Radiation): برقی مقناطیسی طیف کا وہ حصہ جو مرئی سرخ روشنی سے آگے واقع ہوتا ہے۔

10.7 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

10.7.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. لیزر سے کیا مراد ہے؟
2. LASER کی مکمل شکل کیا ہے؟
3. مہیج اخراج (Stimulated Emission) کی تعریف کریں۔
4. از خود اخراج کی تعریف کریں؟
5. تقلیبِ آبادی کو بیان کریں؟
6. He–Ne لیزر کس قسم کی لیزر ہے؟
7. He–Ne لیزر کی مشہور طول موج کیا ہے؟
8. Fabry–Perot Cavity کو بیان کریں؟
9. میٹاسٹیبل حالت کیا ہے؟
10. لیزر روشنی کی ایک خاصیت لکھیں۔
11. He–Ne لیزر میں فعال (Active) ایٹم کون سا ہوتا ہے؟

a) ہیلیم b) مرکری c) نیان d) آرگون

12. He–Ne لیزر سے خارج ہونے والی مرئی روشنی کی طول موج کیا ہے؟

a) 7000 Å b) 6328 Å c) 4861 Å d) 5890 Å

13. لیزر میں تقلیبِ آبادی (Population Inversion) سے کیا مراد ہے؟

a) زیادہ ایٹم نچلی توانائی کی حالت میں ہوں b) ایٹم بے ترتیب حالت میں ہوں

d) زیادہ ایٹم اعلیٰ توانائی کی حالت میں ہوں d) تمام ایٹم گراؤنڈ اسٹیٹ میں ہوں

14. Fabry–Perot Cavity کس پر مشتمل ہوتی ہے؟

a) عدسوں کے جوڑے پر b) منشور پر

c) دو متوازی عکاس آئینوں پر d) گیس ٹیوب پر

10.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. لیزر اور عام روشنی میں فرق بیان کریں۔
2. مہیج اخراج لیزر کے لیے کیوں ضروری ہے؟

3. تقلیبِ آبادی حاصل کرنے کا طریقہ بیان کریں۔
4. He–Neلیزر میں ہیلیم گیس کا کردار کیا ہے؟
5. Fabry–Perot Cavityکا کردار بیان کریں۔
6. لیزر روشنی کی چار خصوصیات لکھیں۔

10.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1. He–Neلیزر کی بناوٹ، اصولِ کار اور توانائی کی سطحوں کو خاکے کی مدد سے بیان کریں۔
2. لیزر کے اصولSpontaneous Emission ، Stimulated Emissionاور Population Inversion تفصیل سے بیان کریں۔
3. لیزر کی خصوصیات بیان کریں اور اس کے اطلاقات پر تفصیلی نوٹ لکھیں۔
4. Fabry–Perot Cavity کی بناوٹ اور کردار کو تفصیل سے بیان کریں۔
5. لیزر کے طبی، فوجی اور سائنسی اطلاقات تفصیل سے بیان کریں۔

10.7.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات(Solved Answer Type Questions)

1. He–Neلیزر کی طول موج6328 Å ہے, فریکوئنسی معلوم کریں۔
2. 6328 Å فوٹون کی توانائی معلوم کریں۔
3. اگر لیزر2 سیکنڈ میں0.2j توانائی دے تو پاور کیا ہو گی؟
4. اگر کل توانائی 1 J ہو اور ہر فوٹون کی توانائی3.14×10^{-19}J ہو تو فوٹونوں کی تعداد معلوم کریں۔

اکائی 11۔ فائبر آپٹکس

(Fiber Optics)

اکائی کے اجزا

11.0	تمہید
11.1	مقاصد
11.2	فائبر آپٹک
11.3	عام فائبر آپٹک کیبل کی اقسام
11.4	آپٹیکل فائبر کے فائدے اور نقصانات
11.5	حل شدہ مثالیں
11.6	اکتسابی نتائج
11.7	کلیدی الفاظ
11.8	نمونہ امتحانی سوالات
11.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
11.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
11.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
11.8.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

11.0 تمہید (Intoduction)

آپٹیکل فائبر اپنے بے مثال فوائد کی وجہ سے ٹیلی کمیونیکیشن اور ڈیٹا کمیونیکیشن دونوں میں بڑھ رہا ہے: کم توجہ کے ساتھ تیز رفتار، برقی مقناطیسی مداخلت (EMI) سے کم، چھوٹا سائز اور زیادہ معلومات لے جانے کی صلاحیت۔ دوسری طرف، مسلسل بینڈوتھ کی ضروریات آپٹیکل فائبر کی طلب میں بھی نمایاں اضافہ کر رہی ہیں۔ آیئے عام فائبر آپٹک کیبل کی اقسام کا جائزہ لیتے ہیں، آپٹیکل فائبر کے فوائد اور نقصانات کو دریافت کرتے ہیں، اور فائبر آپٹک کیبل کو منتخب کرنے کے بارے میں تجاویز سیکھتے ہیں۔

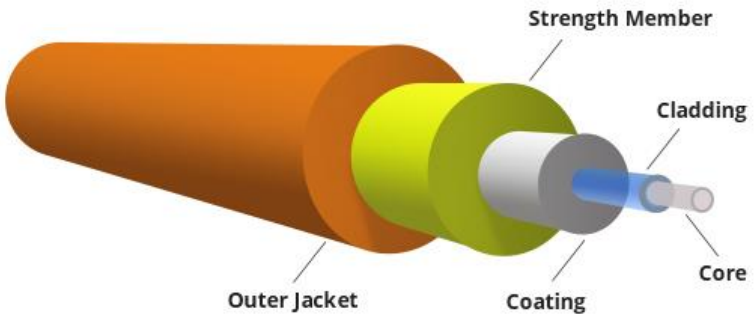
11.1 مقاصد (Objectives)

فائبر آپٹکس سے متعلق کچھ اہم مقاصد یہ ہیں:

- بنیادی اصول کو سمجھیں: فائبر آپٹکس کے کام کرنے کے بنیادی اصولوں کو جانیں، بشمول مکمل اندرونی عکاسی اور روشنی کی ترسیل۔
- اجزاء کی شناخت کریں: فائبر آپٹک سسٹم کے اجزاء کو پہچانیں، بشمول کور، کلیڈنگ، اور حفاظتی کوٹنگ۔
- فائبر کی اقسام میں فرق کریں: سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبر کے درمیان فرق اور ٹیلی کمیونیکیشن اور نیٹ ورکنگ میں ان کے مخصوص استعمال کو سمجھیں۔
- ایپلی کیشنز کو دریافت کریں: فائبر آپٹکس کے لیے ایپلی کیشنز کی وسیع رینج کی چھان بین کریں، جیسے ٹیلی کمیونیکیشن، انٹرنیٹ سروسز، میڈیکل امیجنگ، اور صنعتی استعمال۔
- دیگر ٹیکنالوجیز کے مقابلے میں فوائد: روایتی تانبے کی کیبلز پر فائبر آپٹکس کے فوائد کو سمجھیں، بشمول اعلیٰ بینڈوتھ، تیز ڈیٹا ٹرانسمیشن، اور برقی مقناطیسی مداخلت کے خلاف مزاحمت۔

11.2 فائبر آپٹک (Fiber Optics)

آپٹیکل فائبر معلومات بھیجنے کے لیے برقی سگنل کی جگہ روشنی کے سگنل استعمال کرتا ہے۔ اسی وجہ سے یہ عام برقی نظاموں کے مقابلے میں بہت زیادہ رفتار اور زیادہ بینڈوتھ فراہم کرتا ہے۔ فائبر آپٹک کیبل کو خراب موسم اور مشکل حالات سے بچانے کے لیے اس کے اوپر حفاظتی تہہ (شیتھنگ) اور مضبوط کور (آرمر) لگایا جاتا ہے۔ اسی لیے اسے کاروبار، حکومت، فوج اور دیگر اداروں میں آواز، ویڈیو اور ڈیٹا کی ترسیل کے لیے بڑے پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔



آپٹیکل فائبر کی ساخت

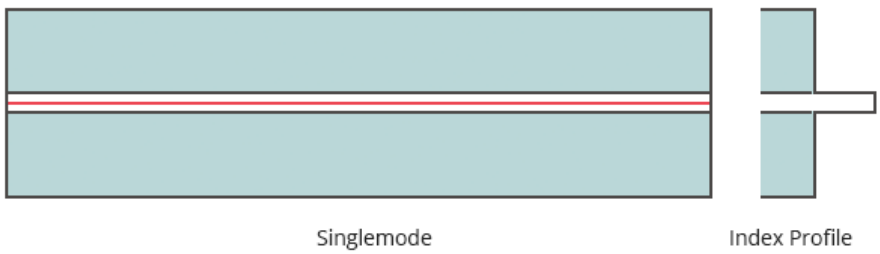
شکل(11.1)

11.3 عام فائبر آپٹک کیبل کی اقسام (Types of Optical Fibers)

عام طور پر فائبر آپٹک کیبلز کی تین بنیادی اقسام ہوتی ہیں۔ پہلی دو اقسام شیشے (Glass) سے بنی ہوتی ہیں، جن میں سنگل موڈ فائبر آپٹک کیبل اور ملٹی موڈ فائبر آپٹک کیبل شامل ہیں۔ تیسری قسم پلاسٹک آپٹیکل فائبر (POF) کہلاتی ہے، جو پلاسٹک سے تیار کی جاتی ہے۔

سنگل موڈ فائبر لمبے فاصلے تک تیز رفتار اور کم نقصان کے ساتھ ڈیٹا منتقل کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے، جبکہ ملٹی موڈ فائبر نسبتاً کم فاصلے کے لیے موزوں ہوتی ہے۔ پلاسٹک آپٹیکل فائبر عام طور پر کم فاصلے اور کم لاگت والے استعمالات میں کام آتی ہے۔

1. **سنگل موڈ فائبر آپٹک کیبل:** فائبر آپٹک کیبل میں "موڈ" سے مراد وہ راستہ ہے جس میں روشنی سفر کرتی ہے۔ سنگل موڈ فائبر کا بنیادی قطر 9 مائیکرون (8.3 مائیکرون عین مطابق ہونا) کا ہوتا ہے اور یہ صرف ایک طول موج اور روشنی کو سفر کرنے کے راستے کی اجازت دیتا ہے، جس سے روشنی کی عکاسی بہت کم ہوتی ہے اور کشندگی کم ہوتی ہے۔ اس کے ملٹی موڈ ہم منصبوں سے قدرے زیادہ مہنگی، سنگل موڈ فائبر آپٹک کیبل اکثر طویل طوالت کے نیٹ ورک کنکشن میں استعمال ہوتی ہے۔

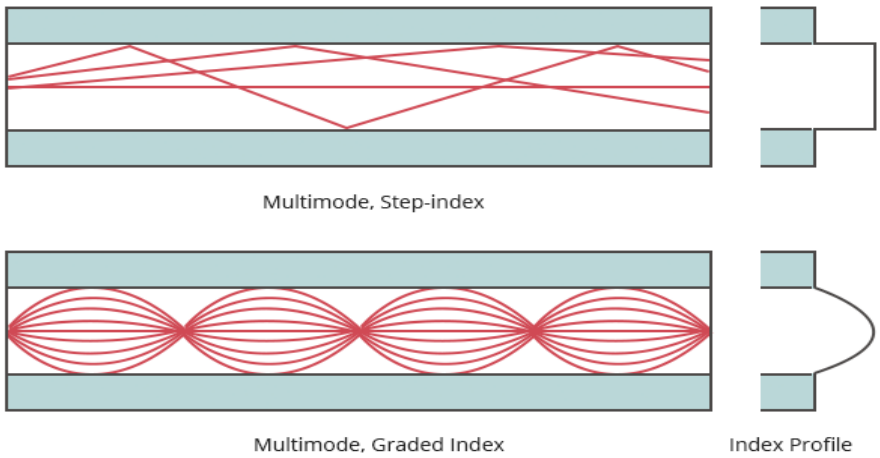


سنگل موڈ فائبر

شکل(11.2)

2. **ملٹی موڈ فائبر آپٹک کیبل:** ملٹی موڈ آپٹیکل فائبر کا بنیادی قطر سنگل موڈ فائبر آپٹک کیبل کے مقابلے میں بڑا ہوتا ہے، جو متعدد راستوں اور روشنی کی کئی طول موجوں کو منتقل کرنے کی اجازت دیتا ہے۔ ملٹی موڈ آپٹیکل فائبر دو سائز، 50 مائکرون اور 62.5 مائکرون میں دستیاب ہے۔ یہ عام طور پر مختصر فاصلے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے، بشمول پیچ کیبل اپلی کیشنز جیسے کہ ڈیسک ٹاپ سے فائبر پیچ پینل ٹو آلات، ڈیٹا اور LAN میں آڈیو / ویڈیو اپلی کیشنز۔ فائبر ریفریکٹیو انڈیکس ڈسٹری بیوشن کے مطابق ملٹی موڈ فائبر کو دو اقسام میں تقسیم کیا جا سکتا ہے: سٹیپ انڈیکس ملٹی موڈ فائبر بمقابلہ گریڈڈ انڈیکس ملٹی موڈ فائبر۔

3.



ملٹی موڈ فائبر

شکل (11.3)

4. **پلاسٹک آپٹیکل فائبر (POF):** POF ایک بڑا کور سٹیپ-انڈیکس آپٹیکل فائبر ہے جس کا عام قطر 1 ملی میٹر ہے۔ بڑا سائز اسے ذرائع اور کنیکٹرز سے ڈھیر ساری روشنی آسانی سے جوڑنے کے قابل بناتا ہے جن کو زیادہ درستگی کی ضرورت نہیں ہوتی ہے۔ لہذا عام کنیکٹر کی لاگت 10-20٪ ہے جتنی کہ شیشے کے ریشوں کے لیے اور ختم کرنا آسان ہے۔ پلاسٹک ہونے کی وجہ سے یہ زیادہ پائیدار ہے اور اسے کم سے کم ٹولز اور ٹریننگ کے ساتھ منٹوں میں انسٹال کیا جا سکتا ہے۔ اپلی کیشنز کے لیے بہت زیادہ فاصلوں پر زیادہ بینڈوتھ کی ضرورت نہیں ہوتی ہے، POF زیادہ مسابقتی ہے، جو اسے ڈیسک ٹاپ LAN کنکشنز اور کم رفتار مختصر لنکس کے لیے ایک قابل عمل آپشن بناتا ہے۔

11.4 آپٹیکل فائبر کے فائدے اور نقصانات (Advantages and Disadvantages Of Optical Fibers)

اگرچہ آپٹیکل فائبر کا پر کیبل پر رفتار اور بینڈوتھ کے فوائد رکھتا ہے، لیکن اس میں کچھ خرابیاں بھی ہیں۔ آپٹیکل فائبر کیبل کے فوائد اور نقصانات یہ ہیں۔

1. **آپٹیکل فائبر کے فوائد:**

i. زیادہ بینڈوتھ اور تیز رفتار - آپٹیکل فائبر کیبل انتہائی اعلی بینڈوتھ اور رفتار کو سپورٹ کرتی ہے۔ آپٹیکل فائبر کیبل کی فی یونٹ معلومات کی بڑی مقدار اس کا سب سے اہم فائدہ ہے۔

ii. سستی - طویل، مسلسل میل آپٹیکل فائبر کیبل کو تانبے کے تار کی مساوی لمبائی سے سستا بنایا جا سکتا ہے۔ مارکیٹ میں حصہ لینے کے لیے متعدد دکانداروں کے بھیڑ کے ساتھ، آپٹیکل کیبل کی قیمت میں کمی یقینی ہو گی۔

iii. پتلا اور ہلکا پھلکا - آپٹیکل فائبر پتلا ہے، اور تانبے کے تار سے چھوٹے قطر کی طرف کھینچا جا سکتا ہے۔ وہ نسبتاً تانبے کے تار کیبل کے مقابلے میں چھوٹے سائز اور ہلکے وزن کے ہوتے ہیں، جو ان جگہوں کے لیے بہتر فٹ پیش کرتے ہیں جہاں جگہ کا مسئلہ ہوتا ہے۔

iv. زیادہ لے جانے کی صلاحیت - چونکہ آپٹیکل فائبر تانبے کے تاروں سے زیادہ پتلے ہوتے ہیں، اس لیے زیادہ ریشوں کو دیے گئے قطر کی کیبل میں باندھا جا سکتا ہے۔ یہ مزید فون لائنوں کو ایک ہی کیبل پر جانے کی اجازت دیتا ہے یا زیادہ چینلز کیبل کے ذریعے آپ کے کیبل ٹی وی باکس میں آنے دیتا ہے۔

v. کم سگنل کا انحطاط - آپٹیکل فائبر میں سگنل کا نقصان تانبے کے تار سے کم ہے۔

vi. روشنی کے اشارے - تانبے کے تاروں میں منتقل ہونے والے برقی سگنلز کے برعکس، ایک فائبر سے روشنی کے سگنل اسی فائبر کیبل میں موجود دوسرے ریشوں کے ساتھ مداخلت نہیں کرتے۔ اس کا مطلب ہے واضح فون پر گفتگو یا ٹی وی کا استقبال۔

vii. لمبی عمر - آپٹیکل ریشوں کی عام طور پر 100 سال سے زیادہ طویل زندگی ہوتی ہے۔

2. **آپٹیکل فائبر کے نقصانات:**

i. کم طاقت - روشنی خارج کرنے والے ذرائع کم طاقت تک محدود ہیں۔ اگرچہ بجلی کی فراہمی کو بہتر بنانے کے لیے ہائی پاور ایمیٹرز دستیاب ہیں، لیکن اس سے اضافی لاگت آئے گی۔

ii. نزاکت - آپٹیکل فائبر تانبے کی تاروں کے مقابلے میں بہت نازک اور نقصان کے لیے زیادہ خطرناک ہے۔ بہتر ہے کہ آپ فائبر آپٹک کیبلز کو زیادہ مضبوطی سے نہ موڑیں اور نہ موڑیں۔

iii. فاصلہ - ٹرانسمیٹر اور ریسیور کے درمیان فاصلہ کم رہنا چاہیے یا سگنل کو بڑھانے کے لیے ریپیٹر کی ضرورت ہے۔

3. **آپٹیکل فائبر کیبل کا انتخاب:**

i. آپٹیکل فائبر کیبلز نے کمیونیکیشن نیٹ ورکس میں بہت تیز رفتار فراہم کی ہے۔ آج کل فائبر آپٹک کیبل بنانے اور بیچنے والے کئی وینڈرز مارکیٹ میں موجود ہیں۔ آپٹیکل فائبر کا انتخاب کرتے وقت سب سے پہلے ایک قابل اعتماد وینڈر چنیں اور پھر اپنی ضروریات کے مطابق معیار دیکھیں۔ فائبر آپٹک کیبل کے انتخاب میں ہونے والی کچھ الجھنوں کو کم کرنے کے لیے یہ ایک آسان گائیڈ پیش کی جا رہی ہے۔

a. مینوفیکچرر کی اہلیت چیک کریں:

بڑے آپٹیکل کیبل مینوفیکچررز کو ISO9001 کوالٹی سسٹم سرٹیفکیشن، ISO4001 بین الاقوامی ماحولیاتی نظام کا سرٹیفکیشن، ROHS، متعلقہ قومی اور بین الاقوامی اداروں کی سرٹیفکیشن جیسے وزارت انفارمیشن انڈسٹری، UL سرٹیفکیشن اور وغیرہ۔

b. فائبر موڈ (سنگل موڈ یا ملٹی موڈ):

جیسا کہ اوپر واضح کیا گیا ہے، سنگل موڈ فائبر اکثر لمبی دوری کے لیے استعمال ہوتا ہے جبکہ ملٹی موڈ آپٹیکل فائبر عام طور پر مختصر رینج کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ مزید یہ کہ مختلف فائبر موڈز کے ساتھ سسٹم کی لاگت اور انسٹالیشن لاگت میں تبدیلی آتی ہے۔ آپ سنگل موڈ بمقابلہ ملٹی موڈ فائبر کا حوالہ دے سکتے ہیں: کیا فرق ہے؟ اور پھر فیصلہ کریں کہ آپ کو کون سا فائبر موڈ درکار ہے۔

c. آپٹیکل کیبل جیکٹس OFNR، OFNP، یا LSZH:

آپٹیکل کیبل کی معیاری جیکٹ قسم OFNR ہے، جس کا مطلب ہے "آپٹیکل فائبر نان کنڈکٹیو رائزر"۔ اس کے علاوہ، آپٹیکل فائبرز OFNP، یا پلینم جیکٹس کے ساتھ بھی دستیاب ہیں، جو پلینم ماحول جیسے ڈراپ سیلنگ یا اونچے فرش میں استعمال کے لیے موزوں ہیں۔ ایک اور جیکٹ کا آپشن LSZH ہے۔ "کم دھواں زیرو ہالوجن" کے لیے مختصر، یہ خاص مرکبات سے بنایا گیا ہے جو بہت کم دھواں چھوڑتے ہیں اور آگ لگانے پر کوئی زہریلا نہیں ہوتا۔ لہذا جیکٹ کی قسم کا انتخاب کرنے سے پہلے انسٹالیشن کی ضرورت کو واضح کرنے کے لیے ہمیشہ مقامی فائر کوڈ اتھارٹی سے رجوع کریں۔

d. آپٹیکل فائبر اندرونی تعمیر (ٹائٹ پیک یا بریک آؤٹ یا اسمبلی یا لوز ٹیوب):

ٹائٹ پیک کیبلز کو ڈسٹری بیوشن سٹائل کیبلز کے نام سے بھی جانا جاتا ہے، یہ خصوصیات جو تمام ریشوں کو ایک ہی جیکٹ کے نیچے بفر کرتی ہیں جس میں انکلوژر ٹو انکلوژر اور گریڈ انسٹالیشن کے تحت کنڈیوٹ کے لیے مضبوط ممبر ہوتے ہیں۔ بریک آؤٹ فائبر کیبل یا فین آؤٹ کیبل سخت اور پائیدار فوائد کے ساتھ ڈیوائس ٹو ڈیوائس ایپلی کیشنز کے لیے قابل اطلاق ہے۔ اسمبلی یا زپ کی ہڈی کی تعمیر اکثر آپٹک پیچ کیبلز اور مختصر بریک آؤٹ رنز بنانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ جبکہ ڈھیلی ٹیوب کی تعمیر ٹیلی کمیونیکیشن انڈسٹری میں استعمال ہونے والا ٹیلکو معیار ہے۔

e. انڈور بمقابلہ آؤٹ ڈور:

انتخاب آپ کی درخواست پر بہت زیادہ منحصر ہے۔ انڈور اور آؤٹ ڈور فائبر کیبل کے درمیان بڑا فرق واٹر بلاکنگ فیچر ہے۔ آؤٹ ڈور کیبلز ریشوں کو نمی کی نمائش کے سالوں سے بچانے کے لیے بنائی گئی ہیں۔ تاہم، آج کل خشک پانی سے بلاک شدہ آؤٹ ڈور فیچر اور انڈور ڈیزائن دونوں کے ساتھ کیبلز موجود ہیں۔ مثال کے طور پر، کیمپس کے ماحول میں، آپ دو جیکٹس کے ساتھ کیبلز حاصل کر سکتے ہیں: ایک بیرونی PE جیکٹ جو نمی کو برداشت کرتی ہے اور ایک اندرونی PVC جیکٹ جو کہ آگ کی روک تھام کے لیے UL کی درجہ بندی کی گئی ہے۔

f. فائبر کا شمار:

انڈور اور آؤٹ ڈور فائبر کیبل میں 4-144 ریشوں تک فائبر کی گنتی کا ایک وسیع آپشن ہوتا ہے۔ اگر آپ کی فائبر کی طلب اس حد سے زیادہ ہے، تو آپ انڈور یا آؤٹ ڈور آپٹیکل کیبل کے لیے فائبر کی گنتی کو اپنی مرضی کے مطابق کر سکتے ہیں۔ جب تک کہ آپ فائبر پیچ کی ڈوری نہیں بنا رہے ہیں یا دو ریشوں کے ساتھ ایک سادہ لنک کو جوڑ رہے ہیں، کچھ اضافی ریشوں کو حاصل کرنے کی انتہائی سفارش کی جاتی ہے۔

11.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ایک فائبر میں سگنل کی کمی 2 dB/km ہے۔ اگر فائبر کی لمبائی 5 km ہو تو کل نقصان معلوم کریں۔

حل:

فارمولا: کل نقصان = کمی × لمبائی

$5 \times 2 = \{\text{کل نقصان}\}$

کل نقصان 10dB

جواب : 10 dB

حل شدہ مثال 2

اگر فائبر کا عددی اپرچر NA=0.5 ہے تو زاویہ قبولیت معلوم کریں۔

حل:

فارمولا: $NA=\sin\theta$

$\theta=\sin^{-1}(0.5)$

$\theta=30^\circ$

جواب: 30°

حل شدہ مثال 3

اگر فائبر میں سگنل کا نقصان 3 dB ہے اور لمبائی 2 km ہے تو کل نقصان معلوم کریں۔

حل:

کل نقصان $=2\times3=$ 6dB

جواب: 6 dB

حل شدہ مثال4

اگر عددی اپرچر NA=0.5 ہو تو زاویہ قبولیت کیا ہو گا؟

حل:

$$\theta=\sin^{-1}(0.5)$$

جواب: 30°

حل شدہ مثال5

اگر $n1=1.5$ اور $n2=1.0$ ہوں تو زاویہ تنقیدی کیا ہو گا؟

حل:

$$\sin\theta c=1.5/1.0=0.67$$

جواب: 42°

11.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طالب علم اس قابل ہو جائے گا کہ:

- آپٹیکل فائبر کی بنیادی تعریف اور اہمیت کو واضح انداز میں بیان کر سکے۔
- فائبر آپٹکس کے کام کرنے کے بنیادی اصول کو سمجھے، خصوصاً مکمل اندرونی انعکاس کے عمل کو۔
- آپٹیکل فائبر کے بنیادی اجزاء جیسے کور، کلیڈنگ اور حفاظتی کوٹنگ کی شناخت اور وضاحت کر سکے۔
- سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبر کے درمیان فرق کو مثالوں کے ساتھ بیان کر سکے۔
- پلاسٹک آپٹیکل فائبر (POF) کی ساخت، خصوصیات اور استعمال کو سمجھ سکے۔
- آپٹیکل فائبر کے مختلف عملی استعمالات کی نشاندہی کر سکے، جیسے ٹیلی کمیونیکیشن، انٹرنیٹ سروسز، میڈیکل امیجنگ اور صنعتی شعبے۔
- روایتی تانبے کی کیبلز کے مقابلے میں آپٹیکل فائبر کے نمایاں فوائد کو بیان کر سکے۔
- آپٹیکل فائبر سے وابستہ اہم نقصانات اور حدود کو سمجھ سکے۔
- مختلف حالات اور ضروریات کے مطابق مناسب فائبر آپٹک کیبل کے انتخاب کی بنیادی سمجھ حاصل کر سکے۔
- جدید کمیونیکیشن سسٹمز میں فائبر آپٹکس کے کردار اور اہمیت کو اجاگر کر سکے۔

خلاصہ (Summary)

- آپٹیکل فائبر جدید کمیونیکیشن ٹیکنالوجی کا ایک اہم ذریعہ ہے جو معلومات کی ترسیل کے لیے برقی اشاروں کے بجائے روشنی کے اشاروں کا استعمال کرتا ہے۔ اس ٹیکنالوجی کی بنیاد مکمل اندرونی انعکاس کے اصول پر ہے، جس کی بدولت روشنی فائبر کے اندر طویل فاصلے تک کم نقصان کے ساتھ سفر کرتی ہے۔
- آپٹیکل فائبر بنیادی طور پر تین حصوں پر مشتمل ہوتا ہے : **کور** جس میں روشنی سفر کرتی ہے، **کلیڈنگ** جو روشنی کو کور کے اندر واپس منعکس رکھتی ہے، اور **حفاظتی کوٹنگ** جو فائبر کو جسمانی نقصان سے بچاتی ہے۔ ساخت کے لحاظ سے فائبر آپٹک کیبل کی تین اہم اقسام ہیں : سنگل موڈ فائبر جو لمبے فاصلے کے لیے استعمال ہوتی ہے، ملٹی موڈ فائبر جو کم فاصلے اور مقامی نیٹ ورکس کے لیے موزوں ہے، اور پلاسٹک آپٹیکل فائبر (POF) جو کم رفتار اور مختصر فاصلے کی ایپلی کیشنز میں استعمال ہوتی ہے۔
- آپٹیکل فائبر کے کئی نمایاں فوائد ہیں، جن میں زیادہ بینڈ وتھ، تیز ڈیٹا ٹرانسمیشن، کم سگنل نقصان، ہلکا وزن، کم سائز اور برقی مقناطیسی مداخلت سے حفاظت شامل ہیں۔ تاہم، اس کے کچھ نقصانات بھی ہیں جیسے نازک ہونا، ابتدائی تنصیب کی لاگت اور سگنل کو بڑھانے کے لیے ریپیٹرز کی ضرورت۔
- آخر میں، صحیح فائبر آپٹک کیبل کا انتخاب استعمال کی نوعیت، فاصلے، ماحول اور حفاظتی ضروریات کو مد نظر رکھ کر کیا جاتا ہے۔ بڑھتی ہوئی ڈیٹا ضروریات کے پیشِ نظر، آپٹیکل فائبر مستقبل کی تیز رفتار اور مستحکم کمیونیکیشن کے لیے ایک مؤثر اور قابلِ اعتماد حل ہے۔

11.7 کلیدی الفاظ (Key Words)

- **آپٹیکل فائبر (Optical Fiber):** ایک باریک شیشے یا پلاسٹک کا تار جو روشنی کے ذریعے ڈیٹا، آواز اور ویڈیو منتقل کرتا ہے۔
- **ٹیلی کمیونیکیشن (Telecommunication):** فاصلے پر معلومات (آواز، ڈیٹا، ویڈیو) کی ترسیل کا نظام۔
- **بینڈ وتھ:** کسی نیٹ ورک کی ڈیٹا منتقل کرنے کی صلاحیت، یعنی ایک وقت میں کتنا ڈیٹا منتقل ہو سکتا ہے۔
- **برقی مقناطیسی مداخلت (EMI – Electromagnetic Interference):** برقی لہروں کی وجہ سے سگنل میں پیدا ہونے والا شور یا خلل۔
- **مکمل اندرونی انعکاس (Total Internal Reflection):** وہ اصول جس کے تحت روشنی فائبر کے اندر بار بار منعکس ہو کر آگے بڑھتی ہے۔
- **کور:** فائبر کا مرکزی حصہ جس کے اندر سے روشنی گزرتی ہے۔
- **کلیڈنگ :** کور کے گرد موجود تہہ جو روشنی کو کور کے اندر واپس منعکس کرتی ہے۔
- **حفاظتی کوٹنگ (Protective Coating):** فائبر کو نقصان سے بچانے کے لیے بیرونی حفاظتی تہہ۔

- **سنگل موڈ فائبر (Single Mode Fiber):** ایسا فائبر جس میں روشنی صرف ایک راستے سے گزرتی ہے، لمبے فاصلے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
- **ملٹی موڈ فائبر (Multimode Fiber):** ایسا فائبر جس میں روشنی کئی راستوں سے گزرتی ہے، کم فاصلے کے لیے موزوں ہوتا ہے۔
- **طولِ موج (Wavelength):** روشنی کی لہر کی لمبائی، جو سگنل کی خصوصیات کو متاثر کرتی ہے۔
- **سٹیپ انڈیکس فائبر (Step Index Fiber):** ایسا فائبر جس میں کور اور کلیڈنگ کے ریفریکٹو انڈیکس میں اچانک فرق ہوتا ہے۔
- **گریڈڈ انڈیکس فائبر (Graded Index Fiber):** ایسا فائبر جس میں ریفریکٹو انڈیکس بتدریج تبدیل ہوتا ہے تاکہ سگنل بہتر رہے۔
- **فائبر کی تعداد:** ایک کیبل میں موجود فائبرز کی کل تعداد۔
- **ڈیٹا کی ترسیل (Data Transmission):** معلومات کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرنے کا عمل۔

11.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

11.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. فائبر آپٹکس سے کیا مراد ہے؟
2. فائبر آپٹکس میں کون سے مواد استعمال ہوتے ہیں؟
3. آپٹیکل فائبر کی دو قسمیں کیا ہیں؟
4. فائبر آپٹکس میں روشنی کیسے سفر کرتی ہے؟
5. تانبے کی تاروں پر فائبر آپٹکس کا بنیادی فائدہ کیا ہے؟
6. فائبر آپٹکس میں مکمل اندرونی عکاسی کیا ہے؟
7. سنگل موڈ فائبر کس کے لیے استعمال ہوتا ہے؟
8. ملٹی موڈ فائبر کس لیے استعمال ہوتا ہے؟
9. فائبر آپٹکس انٹرنیٹ کی رفتار کو کیسے بہتر بناتا ہے؟
10. فائبر آپٹکس میں کلیڈنگ کا کیا کردار ہے؟
11. Optical fiber میں ڈیٹا کس کے ذریعے منتقل ہوتا ہے؟

(a Radio waves (b Electrical current

(c Sound waves (d Light pulses

12. Optical fiber کا بنیادی اصول کیا ہے؟

a) Diffraction b) Refraction

c) Interference d) Total Internal Reflection

13. Single mode fiber کا core diameter تقریباً..... تا ہے۔

a) 62.5 μm b) 1 mm

c) 9 μm d) 50 μm

14. EMI کا Optical fiber پر کیا اثر ہوتا ہے؟

a) بہت زیادہ b) کم

c) نہ ہونے کے برابر d) مکمل طور پر ختم

15. Optical fiber میں سب سے اندرونی حصہ کیا کہلاتا ہے؟

a) Cladding b) Jacket

c) Coating d) Core

16. Optical fiber copper سے بہتر ہے کیونکہ.....

a) Heavy b) Cheap

c) Magnetic d) High bandwidth

11.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. Optical fiber کیسے کام کرتا ہے؟ مکمل طریقہ بیان کریں۔
2. Single mode fiber کے فوائد بیان کریں۔
3. Multimode fiber کہاں استعمال ہوتا ہے؟
4. Optical fiber EMI سے محفوظ کیوں ہے؟
5. POF کے فوائد اور حدود بیان کریں۔
6. Fiber optic cable selection کے اہم نکات لکھیں۔

11.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. Optical fiber کی ساخت (Core, Cladding, Coating) تفصیل سے بیان کریں۔

2. Optical fiber کی اقسام کی وضاحت کریں۔
3. Optical fiber کے فوائد اور نقصانات تفصیل سے لکھیں۔
4. Optical fiber کے مختلف applications بیان کریں۔
5. Optical fiber cable کے انتخاب کا مکمل طریقہ بیان کریں۔

11.8.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. ایک optical fiber کی attenuation 0.25 dB/km ہے۔اگر fiber کی کل لمبائی 40 km ہو تو
   (a) کل signal loss معلوم کریں
   (b) بتائیں کہ طویل فاصلے پر یہ fiber کیوں موزوں ہے یا نہیں۔
2. ایک single mode fiber 1550 nm wavelength پر کام کر رہا ہے جہاں attenuation 0.2 dB/km ہے۔ اگر transmission distance 60 km ہو تو
   (a) کل attenuation معلوم کریں
   (b) اس wavelength کے استعمال کی وجہ بیان کریں۔
3. ایک multimode fiber کی maximum range 2 km ہے۔اگر نیٹ ورک کو 18 km تک data منتقل کرنا ہو تو
   (a) درکار repeaters کی تعداد معلوم کریں
   (b) بتائیں کہ single mode fiber اس صورت میں کیوں بہتر ہے۔
4. ایک optical cable میں 48 fibers موجود ہیں اور ہر fiber 10 Gbps کی رفتار سے ڈیٹا منتقل کر سکتا ہے۔
   (a) کیبل کی کل data carrying capacity معلوم کریں
   (b) high bandwidth applications کے لیے اس کی اہمیت بیان کریں۔
5. ایک copper cable کا وزن 55 kg/km ہے جبکہ optical fiber کا وزن 18 kg/km ہے۔اگر 12 km کیبل بچھانی ہو تو (a) دونوں cables کا کل وزن معلوم کریں (b) وزن کے فرق کی بنیاد پر optical fiber کے فائدے بیان کریں۔

اکائی 12۔ فائبر آپٹکس کی اقسام

(Types of Fiber Optics)

اکائی کے اجزا

12.0	تمہید
12.1	مقاصد
12 .2	آپٹیکل فائبر
12 .3	آپٹیکل فائبر کی مختلف اقسام
12.4	آپٹیکل فائبر کی ایپلی کیشنز
12.5	حل شدہ مثالیں
12.6	اکتسابی نتائج
12.7	کلیدی الفاظ
12.8	نمونہ امتحانی سوالات
12.8.1	معروضی جوابات کے حامل سوالات
12.8.2	مختصر جوابات کے حامل سوالات
12.8.3	طویل جوابات کے حامل سوالات
12.8.4	حل شدہ جوابات کے حامل سوالات

12.0 تمہید (Intoduction)

ہم جانتے ہیں کہ آپٹیکل فائبر نے مواصلاتی صنعت میں مکمل انقلاب برپا کر دیا ہے۔ ایک کور، کلیڈنگ اور کوٹنگ اپنی آسان ترین شکل میں آپٹیکل فائبر بناتے ہیں، اور یہ غیر آتش گیر ہے اور کم طاقت استعمال کرتا ہے۔ آیئے اس مضمون میں آپٹیکل فائبرز، ان کی مختلف اقسام، وہ کیسے کام کرتے ہیں، اور ان کی ایپلی کیشنز پر گہری نظر ڈالتے ہیں۔

فائبر آپٹکس ایک ایسی ٹیکنالوجی ہے جو روشنی کی شکل میں ڈیٹا منتقل کرنے کے لیے شیشے یا پلاسٹک کے ریشوں کے پتلے کناروں کا استعمال کرتی ہے۔ یہ ٹیکنالوجی کم سگنل کے نقصان اور برقی مقناطیسی مداخلت سے استثنیٰ کے ساتھ تیز رفتار ڈیٹا کی منتقلی کو قابل بناتی ہے۔ فائبر آپٹک کیبلز کی دو سب سے عام قسمیں سنگل موڈ فائبر (SMF) اور ملٹی موڈ فائبر (MMF) ہیں۔ مخصوص ایپلی کیشنز کے لیے مناسب قسم کی فائبر آپٹک کیبل کے انتخاب کے لیے ان کے درمیان فرق کو سمجھنا بہت ضروری ہے۔

سنگل موڈ فائبر (SMF): سنگل موڈ ریشوں کا بنیادی قطر (تقریباً 8 سے 10 مائکرون) ہوتا ہے اور روشنی کو ایک ہی راستے یا موڈ میں سفر کرنے کی اجازت دیتا ہے۔ اس کے نتیجے میں کم سے کم سگنل کی بازی ہوتی ہے اور سگنلز کو کم سے کم نقصان کے ساتھ طویل فاصلے تک سفر کرنے کی اجازت دیتا ہے۔

ملٹی موڈ فائبر (MMF): ملٹی موڈ ریشوں کا بنیادی قطر (تقریباً 50 سے 100 مائکرون) ہوتا ہے اور روشنی کے متعدد طریقوں کو ایک ساتھ سفر کرنے کی اجازت دیتا ہے۔ یہ طویل فاصلے پر زیادہ سگنل کی بازی کا باعث بنتا ہے، جو انہیں مختصر فاصلے کے ایپلی کیشنز کے لیے زیادہ موزوں بناتا ہے۔ فاصلہ، بینڈوتھ کی ضروریات، اور ماحول جس میں وہ استعمال ہوتے ہیں، دونوں فائبر اقسام کے اپنے اپنے فوائد ہیں۔

12.1 مقاصد (Objectives)

فائبر کی اقسام کی شناخت اور وضاحت کریں:

سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبر آپٹکس کے درمیان بنیادی خصوصیات اور فرق کو سمجھیں۔

- ایپلی کیشنز کے حالات کو سمجھیں: جانیں کہ حقیقی دنیا کی ایپلی کیشنز میں ہر قسم کا فائبر آپٹک کہاں اور کیوں استعمال ہوتا ہے۔
- فائبر کی کارکردگی کا تجزیہ کریں: کارکردگی کے پہلوؤں کا اندازہ لگائیں جیسے کہ بینڈوتھ، فاصلہ، اور ہر قسم کے فائبر آپٹک کے لیے سگنل کا نقصان۔
- مخصوص ضروریات کے لیے مناسب فائبر کا انتخاب کریں: فاصلہ، ڈیٹا کی رفتار، اور بجٹ جیسی مخصوص ضروریات کی بنیاد پر SMF اور MMF کے درمیان انتخاب کرنے کا طریقہ سمجھیں۔
- آپٹیکل فائبر کی ساخت کا مطالعہ کریں: سنگل موڈ اور ملٹی موڈ ریشوں کی اندرونی ساخت اور مادی فرق کا جائزہ لیں۔
- سیکھنے کے نتائج: اس موضوع کے اختتام تک، سیکھنے والے قابل ہو جائیں گے:

- فائبر کی اقسام کے درمیان فرق کریں: سنگل موڈ اور ملٹی موڈ ریشوں کے درمیان بنیادی فرق کو تعمیر، ہلکے پھیلاؤ اور استعمال کے معاملات کے لحاظ سے شناخت کریں۔
- مخصوص ایپلی کیشنز کے لیے فائبر آپٹکس کو منتخب کریں: باخبر فیصلے کریں کہ کس قسم کی فائبر آپٹک مخصوص ایپلی کیشنز جیسے کہ لمبی دوری کی کمیونیکیشن یا شارٹ رینج نیٹ ورکنگ کے لیے موزوں ہے۔
- کارکردگی کے عوامل کا اندازہ کریں: کارکردگی کے عوامل کا جائزہ لیں اور موازنہ کریں جیسے سگنل کا نقصان، بینڈوتھ، اور فاصلہ جو استعمال شدہ فائبر آپٹک کی قسم سے متاثر ہوتے ہیں۔
- فائبر آپٹک اجزاء کو سمجھیں: فائبر آپٹک کیبلز کے اجزاء کو سمجھیں اور یہ کہ وہ کس طرح SMF اور MMF کی کارکردگی اور خصوصیات میں حصہ ڈالتے ہیں۔
- حقیقی دنیا کے منظرناموں پر علم کا اطلاق کریں: مختلف صنعتوں جیسے ٹیلی کمیونیکیشن، نیٹ ورکنگ، اور صحت کی دیکھ بھال میں فائبر آپٹک سسٹم کو ڈیزائن، لاگو کرنے، یا خرابیوں کا ازالہ کرنے کے لیے فائبر آپٹکس کے علم کا استعمال کریں۔

12.2 آپٹیکل فائبر (Optical Fibers)

آپٹیکل فائبر: آپٹیکل فائبر ڈیٹا ٹرانسمیشن کا ایک طریقہ ہے جو ایک لمبے ریشے کے نیچے سفر کرنے والی ہلکی دالوں کا استعمال کرتا ہے، جو اکثر پلاسٹک یا شیشے سے بنا ہوتا ہے۔ دھاتی تاروں سے سگنل کو جتنا کم نقصان پہنچ سکتا ہے، آپٹیکل فائبر کنکشن کے لیے اتنا ہی بہتر ہے۔ مزید برآں، برقی مقناطیسی مداخلت آپٹیکل ریشوں کو متاثر نہیں کرتی ہے۔ فائبر آپٹک کیبل میں روشنی کی کل اندرونی عکاسی کا استعمال کیا جاتا ہے۔

آپٹیکل فائبر کی ساخت: کور، کلیڈنگ اور بیرونی کوٹنگ آپٹیکل فائبر کے تمام اجزاء ہیں۔ جبکہ شیشے اور پلاسٹک کو عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے، مطلوبہ ٹرانسمیشن سپیکٹرم کی بنیاد پر مختلف مواد استعمال کیے جاسکتے ہیں۔ فائبر کا وہ حصہ جو روشنی کو منتقل کرتا ہے اسے کور کہا جاتا ہے۔ کلیڈنگ کے لیے استعمال ہونے والے مواد میں اکثر کور سے کم ریفریکٹیو انڈیکس ہوتا ہے (عام طور پر تقریباً 1 فیصد کم)۔ اشاریہ کے فرق کی وجہ سے، مکمل اندرونی عکاسی انڈیکس بارڈر پر فائبر کی لمبائی کے ساتھ ہوتی ہے، جو روشنی کو سائیڈ والز سے باہر نکلنے سے روکتی ہے۔

آپٹیکل فائبر کی مختلف اقسام:

آپٹیکل فائبر کی مختلف قسمیں ہیں جو درج ذیل پیرامیٹرز کی بنیاد پر مختلف ہیں:

1. مواد
2. طریقوں کی تعداد
3. ریفریکٹیو انڈیکس پروفائل

1. مواد: استعمال شدہ مواد کے لحاظ سے، آپٹیکل ریشوں کو دو قسموں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

i. گلاس فائبر

مثال:

a) کور SiO_2 :کلیڈنگ SiO_2

b) کور SiO_2 - GeO_2 :کلیڈنگ SiO_2

ii. پلاسٹک فائبر

مثال:

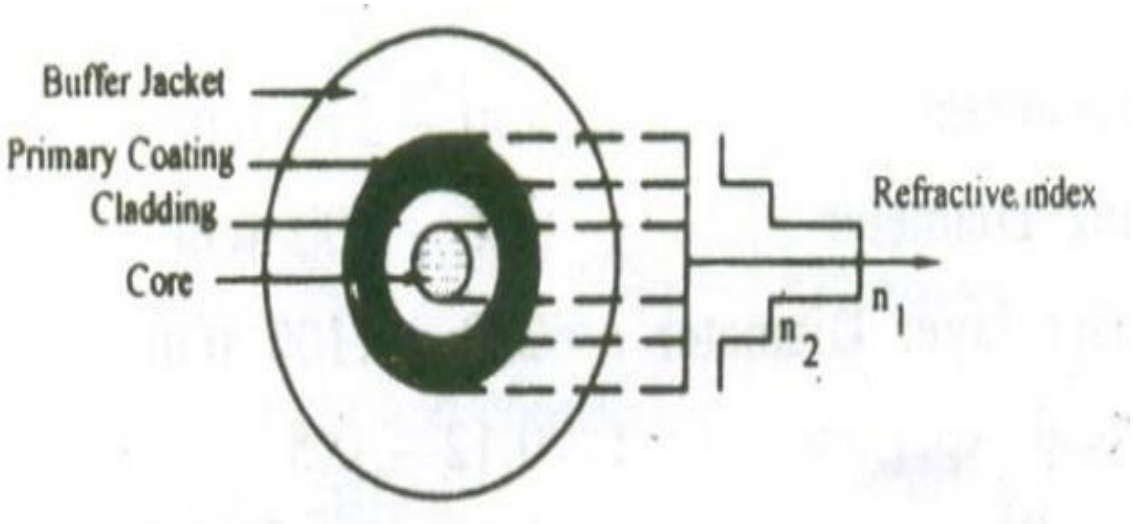
a) کور: پولیسٹیرین سے بنا، کلیڈنگ: میتھائل میتھکریلیٹ کے ساتھ کیا گیا۔

b) کور: پولی میتھائل میتھ کریلیٹ سے بنا، کلیڈنگ: کوپولیمر کے ساتھ کیا گیا۔

2. طریقوں کی کل تعداد:

طریقوں کی کل تعداد کے لحاظ سے، آپٹیکل ریشوں کو ان میں تقسیم کیا گیا ہے:

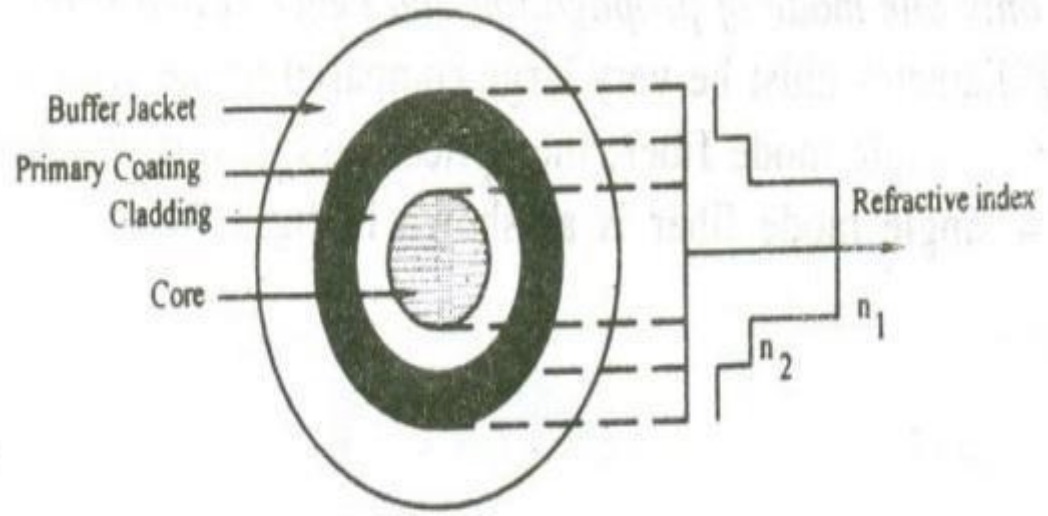
1. **سنگل موڈ فائبر**



شکل (12.1)

سنگل موڈ فائبرز عام طور پر سٹیپ انڈیکس فائبر ہوتے ہیں۔ ڈوپڈ سلکا خام مال ہے جو ان ریشوں کو تیار کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ ٹرانسمیشن کے صرف ایک راستے کی اجازت دینے کے لیے، اس کا بنیادی قطر انتہائی چھوٹا ہے۔

2. ملٹی موڈ فائبر



شکل(12.2)

سٹیپ انڈیکس اور گریڈڈ انڈیکس دونوں فائبر ملٹی موڈ فائبر کے استعمال سے فائدہ اٹھاتے ہیں۔ کثیر اجزاء والے شیشے کے مرکبات جیسے سلیکا -کلاڈ-سلیکا، گلاس-کلاڈ گلاس، ڈوپڈ سلیکا، وغیرہ، ملٹی موڈ فائبر بنانے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔

3. ریفریکٹیو انڈیکس پروفائل

آپٹیکل ریشوں کو ان کے ریفریکٹیو انڈیکس پروفائل کی بنیاد پر مزید دو گروپوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

1. سٹیپ انڈیکس فائبر:

a. سنگل موڈ سٹیپ انڈیکس فائبر: سنگل موڈ سٹیپ انڈیکس فائبر میں، کور خود کور کے مقابلے میں کم ریفریکٹیو انڈیکس کلیڈنگ سے گھرا ہوتا ہے۔

b. ملٹی موڈ سٹیپ انڈیکس فائبر: ملٹی موڈ سٹیپ انڈیکس فائبر کا کور کور سے کم ریفریکٹیو انڈیکس کے ساتھ کلیڈنگ سے گھرا ہوا ہے۔

2. درجہ بند انڈیکس فائبر:

a. درجہ بندی والے انڈیکس ریشوں میں ریشے کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک مختلف ہوتے ہیں، جس کی وجہ سے روشنی کی شعاعیں مختلف شرحوں پر حرکت کرتی ہیں۔ آبجیکٹ کی بیرونی سرحد پر آپٹیکل فائبر کا کم اضطراری انڈیکس ہے۔ اسے دوسرے طریقے سے دیکھیں تو بیرونی کنارے پر موجود شعاعیں مرکز میں موجود شعاعوں سے زیادہ تیزی سے سفر کرتی ہیں۔ نتیجتاً، شعاعیں تقریباً ایک ہی وقت میں نکلتی ہیں اور فائبر کے سرے پر پہنچ جاتی ہیں۔

12.3 آپٹیکل فائبر کی مختلف اقسام(Types of Optical Fibers)

آپٹیکل فائبر ایک جدید ٹیکنالوجی ہے جو روشنی کے ذریعے ڈیٹا کو منتقل کرتی ہے۔ یہ شیشے یا پلاسٹک کے پتلے ریشوں سے بنی ہوتی ہے اور روایتی تانبی کیبل کی نسبت کئی فوائد فراہم کرتی ہے، جیسے کہ زیادہ بینڈوتھ، کم سگنل نقصان، اور برقی مقناطیسی مداخلت سے آزادی۔

آپٹیکل فائبر کے بنیادی اجزاء میں کور(Core) ، کلیڈنگ(Cladding) ، اور بیرونی حفاظتی کوٹنگ (Protective Coating) شامل ہیں۔ کور وہ حصہ ہے جہاں روشنی منتقل ہوتی ہے، کلیڈنگ روشنی کو واپس کور میں منعکس کرنے کا کام کرتی ہے، اور حفاظتی کوٹنگ فائبر کو نقصان سے بچاتی ہے۔

آپٹیکل فائبر کی مختلف اقسام کو سمجھنا اور صحیح فائبر کا انتخاب کرنا بہت ضروری ہے، کیونکہ ہر قسم کے مختلف فوائد اور ایپلی کیشنز ہوتے ہیں۔

اقسام کی بنیادیں(Classification Criteria) :

آپٹیکل فائبر کی اقسام درج ذیل بنیادوں پر تقسیم کی جاتی ہیں۔

1. **روشنی کے منتقل ہونے کے طریقے(Mode of Light Transmission)**
   - سنگل موڈ(Single Mode)
   - ملٹی موڈ(Multi Mode)
2. **مواد(Material)**
   - گلاس فائبر(Glass Fiber)
   - پلاسٹک فائبر(Plastic Fiber)
3. **ریفریکٹیو انڈیکس پروفائل(Refractive Index Profile)**
   - سٹیپ انڈیکس(Step Index)
   - گریڈڈ انڈیکس(Graded Index)

1) سنگل موڈ فائبر(Single Mode Fiber – SMF) :

سنگل موڈ فائبر میں روشنی صرف ایک راستے (موڈ) میں سفر کرتی ہے۔ اس کا کور تقریباً 8–10 مائکرون ہوتا ہے، جو روشنی کی عکاسی اور سگنل کے نقصان کو کم کرتا ہے۔

خصوصیات:

- سگنل نقصان کم ہوتا ہے۔
- بینڈوتھ زیادہ اور ڈیٹا کی ترسیل تیز ہوتی ہے۔

- طویل فاصلے تک مواصلات کے لیے موزوں۔

ایپلی کیشنز:

- لمبی دوری کی ٹیلی کمیونیکیشن
- انٹرنیٹ بیک بون
- ڈیٹا سینٹر لنکس

2) ملٹی موڈ فائبر (Multi Mode Fiber – MMF):

ملٹی موڈ فائبر میں روشنی متعدد راستوں میں سفر کرتی ہے۔ اس کا کور تقریباً 50–100 مائکرون ہوتا ہے۔

خصوصیات:

- سگنل کی بازی زیادہ ہوتی ہے۔
- بینڈوتھ سنگل موڈ کے مقابلے میں کم ہوتی ہے۔
- مختصر فاصلے کے لیے زیادہ موزوں۔

ایپلی کیشنز:

- لوکل ایریا نیٹ ورک (LAN)
- ہسپتال اور صنعتی آلات
- مختصر فاصلے کی ڈیٹا ٹرانسمیشن

MMF کی دو اقسام:

1. **سٹیپ انڈیکس (Step Index MMF)**

a) کور اور کلیڈنگ کے درمیان اچانک فرق

b) سگنل کی بازی زیادہ

2. **گریڈڈ انڈیکس (Graded Index MMF)**

a) کور کے اندر ریفریکٹیو انڈیکس دھیرے دھیرے بدلتا ہے۔

b) سگنل کی بازی کم، بینڈوتھ بہتر

3) پلاسٹک آپٹیکل فائبر (Plastic Optical Fiber – POF):

پلاسٹک فائبر کا کور تقریباً **1 ملی میٹر** ہوتا ہے۔ یہ آسان، سستا، اور مختصر فاصلے کے لیے موزوں ہے۔

خصوصیات:

- آسان اور سستا انسٹالیشن
- کم بینڈوتھ
- زیادہ پائیدار

اپیلی کیشنز:

- ڈیسک ٹاپ LAN
- کم رفتار ڈیٹا لنکس
- تعلیمی اور سجاوٹی مقاصد

مواد کی بنیاد پر اقسام:

گلاس فائبر (Glass Fiber)

- طویل فاصلے اور اعلیٰ بینڈوتھ کے لیے موزوں
- ٹیلی کمیونیکیشن اور صنعتی اپیلی کیشنز

پلاسٹک فائبر (Plastic Fiber)

- کم فاصلے اور آسان انسٹالیشن
- چھوٹے نیٹ ورک یا سجاوٹی مقاصد

ریفریکٹیو انڈیکس پروفائل کے لحاظ سے۔

1. **سٹیپ انڈیکس (Step Index)**

- کور اور کلیڈنگ میں اچانک فرق
- زیادہ سگنل کی بازی

2. **گریڈڈ انڈیکس (Graded Index)**

- کور کے اندر ریفریکٹیو انڈیکس دھیرے دھیرے بدلتا ہے۔
- سگنل کی بازی کم، بینڈوتھ بہتر

آپٹیکل فائبر تین اہم اقسام میں آتا ہے: سنگل موڈ، ملٹی موڈ، اور پلاسٹک فائبر۔ ہر قسم کی اپنی خصوصیات، فوائد، اور اپیلی کیشنز ہیں۔

- **SMF:** لمبی دوری، اعلیٰ بینڈوتھ
- **MMF:** مختصر فاصلے، LAN نیٹ ورک
- **POF:** آسان انسٹالیشن، چھوٹے فاصلے

یہ ٹیکنالوجی مواصلاتی نظام میں تیز رفتار، کم نقصان، اور برقی مداخلت سے آزاد ڈیٹا ٹرانسمیشن کے لیے بہترین ہے۔

جدول (Comparison)

Fiber Type	Core Size	Mode	Distance	Bandwidth	Common Use
SMF	8–10 µm	Single	Long	High	Telecom, Internet backbone
MMF Step	50–62.5 µm	Multiple	Short	Medium	LAN, data centers
MMF Graded	50–62.5 µm	Multiple	Short-Medium	Medium-High	LAN, campus networks

12.4 آپٹیکل فائبر کی مختلف اقسام کی ایپلی کیشنز (Applications of Different Types of Optical Fiber)

آپٹیکل فائبر کمیونیکیشن کی ایپلی کیشنز:

i. **طبی صنعت:** کئی آلات میں، اس کا استعمال جسم کے اندرونی اجزاء کو اس کی پتلی اور لچکدار نوعیت کی وجہ سے جسم میں کھوکھلی جگہوں میں داخل کر کے مشاہدہ کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ سرجیکل لیزرز، اینڈوسکوپ لیزرز، مائکروسکوپ لیزرز، اور بائیو میڈیکل لیزرز سبھی فائبر لیزرز کا استعمال کرتے ہیں۔

ii. **مواصلات:** آپٹیکل فائبر کیبلز آپٹیکل فائبر کمیونیکیشن سسٹم کے اصول میں ایک اہم کردار ادا کرتی ہیں کیونکہ وہ ٹرانسمیشن اور استقبال دونوں کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ بہت سے نیٹ ورکنگ ایپلی کیشنز میں اس کا استعمال کر کے رفتار اور درستگی کو بہتر بنایا جا سکتا ہے۔

iii. **دفاع:** ملٹری اور ایروا سپیس ایپلی کیشنز کے اعلیٰ سطحی ڈیٹا سیکیورٹی سیکٹر ڈیٹا کی منتقلی کے لیے فائبر آپٹکس کا استعمال کرتے ہیں۔ سونار اور سی سمک ایپلی کیشنز کے لیے ہائیڈروفونز، نیز ہوابازی کی وائرنگ، اس مواد کا استعمال کرتے ہیں۔

iv. **براڈکاسٹنگ:** ایسی کیبلز تیز رفتار، ہائی بینڈوتھ HDTV سگنل فراہم کرتی ہیں۔ جب تانبے کی کیبلز کی اسی مقدار کے مقابلے میں، فائبر آپٹک کیبل کم مہنگی ہوتی ہے۔ براڈکاسٹر HDTV، CATV، VOD، اور دیگر خدمات کو مربوط کرنے کے لیے آپٹیکل فائبر کا استعمال کرتے ہیں۔

v. **سجاوٹ اور روشنی:** اب جب کہ ہم جانتے ہیں کہ آپٹیکل فائبر کیا ہے، ہم دیکھ سکتے ہیں کہ یہ کرسمس کی سجاوٹ۔

12.5 حل شدہ مثالیں (Solved Examples)

حل شدہ مثال 1

ایک سنگل موڈ آپٹیکل فائبر کی اٹینیوایشن 0.2dB فی کلومیٹر ہے۔ اگر فائبر کی لمبائی 30 کلومیٹر ہو تو کل سگنل لاس معلوم کریں۔

حل:

کل لاس = فی کلومیٹر اٹینیوایشن × فاصلہ

$$0.2\ dB/km \times 30\ km =$$

$$6\ Db =$$

جواب : 6 dB

حل شدہ مثال 2

کاپر کیبل کی بینڈ وڈتھ 100MHz ہے جبکہ آپٹیکل فائبر کی بینڈ وڈتھ 20GHz ہے۔ فائبر، کاپر کیبل سے کتنی گنا زیادہ بینڈ وڈتھ رکھتا ہے؟

حل:

بینڈ وڈتھ کا تناسب = فائبر کی بینڈ وڈتھ / کاپر کی بینڈ وڈتھ

چونکہ

$$1\ GHz = 1000\ MHz$$

لہٰذا

$$20\ GHz = 20000\ MHz$$

اب،

$$20000\ MHz \ / \ 100\ MHz =$$

$$200 =$$

جواب : آپٹیکل فائبر، کاپر کیبل سے 200 گنا زیادہ بینڈ وڈتھ رکھتا ہے۔

حل شدہ مثال 3

ملٹی موڈ فائبر کی زیادہ سے زیادہ حد 2 کلومیٹر ہے۔ اگر نیٹ ورک کو 10 کلومیٹر تک ڈیٹا منتقل کرنا ہو تو کتنے ریپیٹر درکار ہوں گے؟

حل:

ریپیٹرز کی تعداد = (کل فاصلہ ÷ فی فائبر زیادہ سے زیادہ فاصلہ) − 1

$(10 \div 2) - 1 =$

$5 - 1 =$

$4 =$

جواب : 4 ریپیٹرز درکار ہوں گے۔

حل شدہ مثال 4

ایک آپٹیکل کیبل میں 24 فائبرز ہیں اور ہر فائبر 10Gbps ڈیٹا منتقل کر سکتا ہے۔ کل ڈیٹا کی صلاحیت معلوم کریں۔

حل:

کل صلاحیت = فائبرز کی تعداد × فی فائبر ڈیٹا

$24 \times 10\ \text{Gbps} =$

$240\ \text{Gbps} =$

جواب: 240 Gbps

حل شدہ مثال 5

اگر آپٹیکل فائبر کی اٹینیوایشن 0.3dB فی کلومیٹر ہو اور فاصلہ 50 کلومیٹر ہو تو سگنل لاس معلوم کریں۔

حل:

کل لاس $= 0.3\ \text{dB/km} \times 50\ \text{km}$

$15\ \text{dB} =$

جواب: 15 dB

12.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

- آپٹیکل فائبر کی اقسام کی شناخت: طلباء اپنی ساخت، خصوصیات اور ایپلی کیشنز کی بنیاد پر سنگل موڈ فائبر (SMF) اور ملٹی موڈ فائبر (MMF) کے درمیان فرق سمجھنے کے قابل ہوں گے۔
- آپٹیکل فائبر کی ساخت اور کام کی وضاحت: طلباء کور، کلیڈنگ، اور حفاظتی کوٹنگ سمیت فائبر کے اجزاء کو سمجھیں گے اور جانیں گے کہ یہ کس طرح فائبر کی کارکردگی میں حصہ ڈالتے ہیں۔
- روشنی کے پھیلاؤ کو سمجھنا: سیکھنے والے یہ سمجھ سکیں گے کہ روشنی سنگل موڈ اور ملٹی موڈ ریشوں میں کس طرح پھیلتی ہے اور بنیادی قطر میں فرق روشنی کے راستوں پر کیسے اثر انداز ہوتا ہے۔

- سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبرز کی کارکردگی کا موازنہ: طلباء بینڈوتھ، سگنل کی کمی اور فاصلے کی صلاحیت کے اعتبار سے سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبرز کا موازنہ کرنے کے قابل ہوں گے اور یہ سمجھیں گے کہ ہر حالت میں کون سا فائبر زیادہ مناسب ہے۔
- ایپلی کیشنز کی شناخت: سیکھنے والے ٹیلی کمیونیکیشن، نیٹ ورکنگ، اور ڈیٹا سینٹرز جیسے شعبوں میں سنگل موڈ فائبر لمبی دوری کے لیے اور ملٹی موڈ فائبر مختصر فاصلے کے لیے عام استعمال کی وضاحت کرنے کے قابل ہوں گے۔
- سگنل کے معیار پر اثرات کا تجزیہ: طلباء یہ بتانے کے قابل ہوں گے کہ کس طرح سگنل کی بازیابی، توجہ، اور بینڈوتھ فائبر کی قسم کے انتخاب سے متاثر ہوتے ہیں۔
- مخصوص ایپلی کیشنز کے لیے صحیح فائبر کا انتخاب: طلباء مخصوص مواصلاتی ضروریات جیسے فاصلہ، ڈیٹا کی شرح، اور ماحول کی بنیاد پر بہترین فائبر کا انتخاب کرنے کے قابل ہوں گے۔
- آپٹیکل فائبر کی تیاری کے عمل کو سمجھنا: سیکھنے والے فائبر کیبلز بنانے کے عمل کو سمجھیں گے، بشمول کور اور کلیڈنگ کے لیے مواد کے انتخاب کے اصول تاکہ ریشوں کی کارکردگی کو بہتر بنایا جا سکے۔

خلاصہ (Summary)

آپٹیکل فائبر ایک جدید مواصلاتی ٹیکنالوجی ہے جو روشنی کے ذریعے ڈیٹا منتقل کرتی ہے۔ یہ شیشے یا پلاسٹک کے پتلے ریشوں پر مشتمل ہوتا ہے، جس میں تین بنیادی اجزاء ہوتے ہیں : کور (Core) ، کلیڈنگ (Cladding) ، اور کوٹنگ (Coating) ۔ کور میں روشنی منتقل ہوتی ہے، کلیڈنگ روشنی کو کور میں محدود رکھتی ہے، اور کوٹنگ فائبر کو نقصان سے بچاتی ہے۔

آپٹیکل فائبر کی اقسام:

1. سنگل موڈ فائبر (Single Mode Fiber -SMF)
   - کور چھوٹا (8–10 مائکرون)
   - روشنی ایک ہی راستے میں جاتی ہے۔
   - لمبی دوری کے نیٹ ورک اور اعلیٰ بینڈوتھ کے لیے موزوں
2. ملٹی موڈ فائبر (Multi Mode Fiber -MMF)
   - کور بڑا (50–100 مائکرون)
   - روشنی کئی راستوں میں سفر کرتی ہے۔
   - مختصر فاصلے اور LAN ایپلی کیشنز کے لیے موزوں
3. پلاسٹک آپٹیکل فائبر (POF)
   - کم فاصلے اور کم بینڈوتھ کے لیے

- آسان اور سستا انسٹالیشن

مکمل اندرونی عکاسی (Total Internal Reflection): روشنی کو کور میں محدود رکھتا ہے تاکہ سگنل نقصان کم ہو۔

فوائد:

- زیادہ بینڈوتھ اور تیز رفتار
- برقی مداخلت سے محفوظ
- ہلکا اور پتلا، آسان انسٹالیشن
- لمبی عمر اور زیادہ سگنل کی صلاحیت

نقصانات:

- نازک اور آسانی سے ٹوٹ سکتا ہے۔
- ہائی پاور ذرائع کی ضرورت
- طویل فاصلے پر ریپیٹر درکار

ایپلی کیشنز:

- ٹیلی کمیونیکیشن : تیز رفتار ڈیٹا اور انٹرنیٹ
- طبی آلات : اینڈوسکوپ اور سرجیکل لیزرز
- دفاعی شعبہ : ملٹری اور ایرواسپیس
- براڈکاسٹنگ VOD،CATV، HDTV

12.7 کلیدی الفاظ (Key Words)

- **آپٹیکل فائبر (Optical Fiber):** پتلے شیشے یا پلاسٹک کے ریشے جو روشنی کے ذریعے ڈیٹا منتقل کرتے ہیں۔
- **کور (Core):** فائبر کا وہ حصہ جہاں روشنی کا سگنل سفر کرتا ہے۔
- **کلیڈنگ (Cladding):** کور کے ارد گرد موجود مواد، جس کا ریفریکٹیو انڈیکس کور سے کم ہوتا ہے اور روشنی کو کور میں محدود رکھتا ہے۔
- **کوٹنگ (Coating):** فائبر کی بیرونی حفاظتی تہہ جو اسے نقصان اور ماحول کے اثرات سے بچاتی ہے۔
- **سنگل موڈ فائبر (Single Mode Fiber – SMF):** فائبر جس کا کور چھوٹا ہوتا ہے اور روشنی ایک ہی راستے میں سفر کرتی ہے، لمبی دوری کے لیے استعمال ہوتا ہے۔

- **ملٹی موڈ فائبر (Multi Mode Fiber – MMF):** فائبر جس کا کور بڑا ہوتا ہے اور روشنی کئی راستوں میں سفر کرتی ہے، مختصر فاصلے کے لیے مناسب۔
- **مکمل اندرونی عکاسی (Total Internal Reflection):** وہ اصول جس کے تحت روشنی کور میں رہتی ہے اور کلیڈنگ کی طرف نہیں نکلتی۔
- **بینڈوتھ (Bandwidth):** ایک وقت میں ڈیٹا منتقل کرنے کی صلاحیت، جتنا زیادہ بینڈوتھ، اتنی زیادہ ڈیٹا کی رفتار۔
- **سگنل کی کمی (Signal Loss / Attenuation):** فاصلہ بڑھنے کے ساتھ سگنل کی طاقت کم ہونا۔
- **ریفریکٹیو انڈیکس (Refractive Index):** روشنی کی رفتار کو ماپنے کا پیمانہ، کور اور کلیڈنگ کے فرق سے روشنی کور میں رہتی ہے۔
- **پلاسٹک آپٹیکل فائبر (Plastic Optical Fiber –POF):** پلاسٹک سے بنا فائبر، کم فاصلے اور کم بینڈوتھ کے لیے استعمال ہوتا ہے، سستا اور آسان انسٹال ہوتا ہے۔

12.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

12.8.1 معروضی جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

1. سنگل موڈ فائبر سے کیا مراد ہے؟
2. ملٹی موڈ فائبر کو بیان کرو؟
3. سنگل موڈ فائبر کا بنیادی قطر کیا ہے؟
4. سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبر کے درمیان بنیادی فرق کیا ہے؟
5. لمبی دوری کے مواصلات کے لیے کس قسم کا فائبر استعمال کیا جاتا ہے؟
6. آپٹیکل فائبر کس چیز کے ذریعے ڈیٹا منتقل کرتا ہے؟

a) برقی سگنل　　b) روشنی

c) مقناطیسی موجیں　　d) حرارت

7. فائبر کا کور کس چیز کے لیے استعمال ہوتا ہے؟

a) سگنل کو محفوظ رکھنے کے لیے　　b) روشنی کو منتقل کرنے کے لیے

c) فائبر کو مضبوط کرنے کے لیے　　d) بینڈوتھ بڑھانے کے لیے

8. سنگل موڈ فائبر کا بنیادی قطر تقریباً کتنا ہوتا ہے؟

a) 1 ملی میٹر　　b) 50–100 مائکرون

c) 8–10 مائکرون　　d) 500 مائکرون

9. ملٹی موڈ فائبر زیادہ تر کس کے لیے استعمال ہوتا ہے؟

a) لمبی دوری　　c) مختصر فاصلے

c) طبی آلات　　d) دفاع

10. فائبر میں روشنی کو کور میں رہنے کے لیے کیا اصول استعمال ہوتا ہے؟

a) مکمل اندرونی عکاسی　　b) انعکاس

c) انتشار　　d) عبور

11. آپٹیکل فائبر کا بنیادی فائدہ کیا ہے؟

a) کم قیمت　　b) زیادہ بینڈ وتھ

c) زیادہ وزن　　d) برقی مداخلت

12. کلیڈنگ کا کام.....ہے؟

a) روشنی کو منعکس کرنا　　c) کور کی حفاظت

d) سگنل کو تیز کرنا　　d) روشنی خارج کرنا

13. پلاسٹک آپٹیکل فائبر کہاں استعمال ہوتا ہے؟

a) طویل فاصلے　　b) مختصر فاصلے

c) انڈسٹریل اتصالات　　d) براڈکاسٹنگ

14. کون سا فائبر لمبی دوری کے نیٹ ورک کے لیے زیادہ موزوں ہے؟

a) سنگل موڈ　　b) ملٹی موڈ

c) پلاسٹک فائبر　　d) سٹیپ انڈیکس

15. سگنل کی کمی کو کیا کہتے ہیں؟

a) Reflection　　b) Attenuation

c) Diffusion　　d) Refraction

12.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. آپٹیکل فائبر کیا ہے اور یہ کس طرح ڈیٹا منتقل کرتا ہے؟
2. سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبر میں بنیادی فرق کیا ہے؟
3. کور، کلیڈنگ اور کوٹنگ کے کردار کو وضاحت کریں۔
4. مکمل اندرونی عکاسی کیا ہے اور یہ فائبر میں کیسے کام کرتی ہے؟
5. پلاسٹک آپٹیکل فائبر کے فوائد کیا ہیں؟
6. فائبر آپٹکس کی ایپلی کیشنز میں ٹیلی کمیونیکیشن کی اہمیت بیان کریں۔

12.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. سنگل موڈ اور ملٹی موڈ فائبر کی ساخت، کارکردگی اور استعمالات کا موازنہ کریں۔
2. آپٹیکل فائبر کے اجزاء (کور، کلیڈنگ، کوٹنگ) اور ان کے کام کی وضاحت کریں۔
3. فائبر آپٹکس میں سگنل کی کمی، بینڈوتھ، اور روشنی کے پھیلاؤ کے عوامل پر تفصیل سے بات کریں۔
4. مختلف مواد (شیشہ اور پلاسٹک) کی بنیاد پر فائبر کی اقسام اور ان کی خصوصیات بیان کریں۔
5. آپٹیکل فائبر کی مختلف ایپلی کیشنز، جیسے طبی، دفاعی اور براڈکاسٹنگ میں استعمال پر تفصیل سے لکھیں۔

12.8.4 حل شدہ جوابات کے حامل سوالات (Solved Answer Type Questions)

1. اگر ایک سنگل موڈ فائبر میں سگنل کی کمی 0.2 dB/km ہے، تو 50 km کے فاصلے پر کل سگنل کی کمی کتنی ہو گی؟
2. ایک فائبر کیبل کی بینڈوتھ 1Gbps ہے، اگر اسے دو برابر حصوں میں تقسیم کیا جائے تو ہر حصے کی بینڈوتھ کیا ہو گی؟
3. اگر کور کا ریفریکٹو انڈیکس 1.48 اور کلیڈنگ کا 1.46 ہے، تو آپٹیکل فائبر میں روشنی کی مکمل اندرونی عکاسی کب ہو گی؟
4. ایک ملٹی موڈ فائبر 2 km کے فاصلے پر سگنل منتقل کر رہا ہے، اگر سگنل کی کمی 0.5 dB/km ہے، تو کل کمی کتنی ہو گی؟
5. اگر ایک نیٹ ورک میں 100 میٹر پلاسٹک فائبر استعمال ہو اور اس میں سگنل کی کمی 0.15dB/m ہے، تو کل سگنل نقصان کیا ہو گا؟

مزید مطالعے کے لیے تجویز کردہ کتابیں (Suggested Books for Further Readings)

1. Resnic.R&Halliday.D.Physics Part-I&Part-II.Wiley Eastern Pvt.Ltd.New Delhi.
2. Ajay Ghatak, Optics, McGraw Hill Company, New Delhi
3. Frank S.J. Pedrotti, Introduction to Optics Prentice Hall of India N Subramanyam and Brij Lal, Optics (S. Chand and Company, Delhi)
4. Resnick, Robert, David Halliday, and Kenneth S. Krane. Physics. New York: Wiley, 2002.
5. Max Born and Emil Wolf, Principles of Optics Pergamon Press, Oxford ,U.K
6. Fundamentals of Optics, Francis A. Jenkines and Harvey E. White. Tata McGraw Hill Publisher Limited New Delhi, India
7. Prank S.J. Pedrotte, Introduction to Optics, Pentice Hall India limited
8. Ajay Ghtak, Optics, McGraw Hill Company, NEW Delhi.
9. Gaur, R.K. &Gupta, S.L.Engineering Physics.Dhanpat Rai Publication.
10. OPTICS-Principles and Applications- K.K. Sharma Academic Press, Burlington, MA,USA,2006
11. Introduction to Optics. Frank S J Pedrotti, Princeton Hall, 1993
12. Gaur, R.K. &Gupta, S.L.Engineering Physics.Dhanpat Rai Publication.
13. Introduction to Laser Technology — C. Breck Hitz, James J. Ewing & Jeff Hecht

Maulana Azad National Urdu University

B.Sc. (MPC/MPCs) III Semester Examination

BNPH301DCT:طبیعیات(Optics)

Time: 3 hrs **Marks: 50**

ہدایات:

یہ پرچہ سوالات تین حصوں پر مشتمل ہے: حصہ اول، حصہ دوم، حصہ سوم۔ ہر جواب کے لیے لفظوں کی تعداد اشارۃ ہے۔ تمام حصوں سے سوالوں کا جواب دینالازمی ہے۔

1۔ حصہ اول میں 10 لازمی سوالات ہیں جو کہ معروضی سوالات / خالی جگہوں پُر کرنا/ مختصر جواب والے سوالات ہیں۔ ہر سوال کا جواب لازمی ہے۔ ہر سوال کے لیے 1 نمبر مختص ہے۔ (10x1=10 Marks)

2۔ حصہ دوم میں 6 سوالات ہیں، اس میں سے طالب علم کو کوئی 4 سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً دو سو(200) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 5 نمبر مختص ہیں۔ (4x5=20 Marks)

3۔ حصہ سوم میں 3 سوالات ہیں۔ ان میں سے طالب علم کو کوئی دو سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریبا پانچ سو(500) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 10 نمبرات مختص ہیں۔ (2x10=20 Marks)

حصہ اول

سوال(1)

i. اصول انطباق(Superposition principle) کو بیان کیجئے۔

ii. فوریئر سیریز(Fourier Series) سے کیا مراد ہے؟

iii. ریوربریشن ٹائم(Reverberation Time) کی تعریف کیجئے۔

iv. میوزیکل اسکیل میں سا،رے، گا،ما کی تعداد(Frequency)----------ہیں۔

v. o.w.u سے کیا مراد ہے؟

vi. بریوسٹرس(Brewster's) کے کلیہ کو بیان کیجئے۔

vii. کنسٹرکٹیو(Constructive) اور ڈسٹرکٹیو تداخل(Destructive interference) کے پاتھ ڈیفرنس کے ضابطے----------اور--------ہیں۔

viii. کسی بھی نور(light) کی طول موج(wave length) کے لیے نیوٹنس رنگ(Newton's ring) کا ضابطہ۔۔۔۔۔۔۔۔۔= λ ہے۔

ix. iInterference fringes کی تعریف کیجئے۔

x. انپولیرائزڈ(Unpolarised)اور پولیرائزڈ(Polarised)لائٹ کا خاکہ اتاریں

حصہ دوم

2. آواز کی انٹنسٹی(Intensity)اور لائوڈنس(Loudness)پر بحث کیجئے۔
3. سبینس(Sabine's)فارمولا کو اخذ کیجئے۔
4. نیوٹنس رنگس(Newton Rings) کس طرح بنتے ہیں خاکہ کے ذریعے سمجھایئے۔
5. زون پلیٹس(Zone plates)پر ایک نوٹ لکھیئے۔
6. پولیرائزیشن(Polarisation)سے کیا مراد ہے اور اس پر بحث کیجئے۔
7. ڈیویژن آف ویؤفرنٹ(Wave front)سے کیا مراد ہے اور ینگس ڈبل سلٹ(Young's double slit)ایکسپریمنٹ پر بحث کیجئے۔

حصہ سوم

8. ایک پتلی جھلی(Parallel thin film)میں تداخل(Interference)پر بحث کیجئے اور پاتھ ڈیفرنس کے ضابطہ کو اخذ کیجئے۔
9. سنگل سلٹ ڈیفریکشن(Single slit diffraction) میں Intensity کے ضابطہ کو اخذ کیجئے اور Intensity کے گراف کو بنایئے۔
10. مائیکل سن انٹرفرومیٹر(Michelson Interferometer) کی کارکردگی پر بحث کیجئے۔

☆☆☆☆

BNPH301DCP

لَیب مینول

(Lab Manual)

اکائی 1۔ نیوٹن کے حلقے

(Newton's Ring)

اکائی کے اجزا

1.0		تمہید
1.1		مقاصد
1.2		آلات
	1.2.1	تشریح آلات
1.3		نظریہ
1.4		طریقہ عمل
1.5		مشاہدہ اور تحسیب
1.6		احتیاطی تدابیر
1.7		روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت
1.8		تجربی نتائج
1.9		کلیدی الفاظ

1.0 تمہید(Introduction)

یہاں جو بنیادی اصول ہے، وہ ہے باریک جھلیوں میں تداخل نور۔ تداخل نور کیا ہے؟
تداخل ایک طبعی عمل ہے جو ہر جگہ اور ہر لمحہ ہوتا ہے۔ پھر بھی ہم ہر جگہ تداخل کے نمونے نہیں دیکھ پاتے ہیں۔ تداخل ایک ایسا مظہر ہے جس میں دو موجیں جو کم، یا زیادہ حیطہ رکھتی ہوں یا ایک ہی جیسا حیطہ رکھتی ہوں ایک دوسرے سے انطباق کرتی ہیں۔ سب سے زیادہ عام طور پر نظر آنے والا تداخل روشنی میں ہوتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ روشنی کی موجیں تصادم کے نتیجہ میں ہر طرف سے لوٹ کر آتی ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ کسی منبع سے نکلنے والی روشنی کی موجوں میں مستقل حیطہ، تعدد نہیں ہوتا ہے۔

1.1 مقاصد(Objectives)

اس تجربے میں ہم

- نیوٹن کے حلقوں کی تشکیل کریں گے۔
- نیوٹن کے حلقوں کا استعمال سے ایک لونی نور کے طول موج کی دریافت کریں گے۔

1.2 آلات(Apparatus)

ایک Low Power متحرک خردبین
چھوٹے طول ماسکہ کا ایک محدب عدسہ
ایک مسنوئی محدب عدسہ (Plan convex lens) جس کا ماسکی طول بڑا ہو
شیشے کے دور مستوئی پلیٹ
ایک ایک لونی مبدائے نور

1.2.1 تشریح آلات(Apparatus Explanation)

نیوٹن کے حلقوں کی پیدائش کے لیے مناظری آلات کی ترتیب شکل (1.1) میں دکھائی گئی ہے۔ شیشے کی ایک تختی، 'P' پر ایک مستوئی محدب عدسے کو رکھ کر دونوں کو ایک فولادی فریم میں نصف کر دیا گیا ہے جس میں ہموار کرنے والے بیچ لگے ہوئے ہیں۔ عدسے اور شیشے کی سطح کے درمیان ہوا کی ایک جھلی قائم ہو جاتی ہے۔ فولادی فریم کے عین اوپر افق سے 45 کا زاویہ بناتے ہوئے ایک اور شیشے کی تختی G ترتیب دیجاتی ہے۔ فولادی فریم کو ایک متحرک خردبین کے قاعدے پر ایک ایسی سطح پر رکھا جاتا ہے جسے سیاہ کر دیا گیا ہے۔ سوڈیم کی لیمپ کی طرح کے ایک ایک لونی مبداء سے نور کی شعاعوں کو شیشے کے پلیٹ G پر اس طرح ڈالا جاتا ہے کہ شعاعیں ایک چھوٹے ماسکی طول واٹ عدسے میں سے ہو کر آتی ہیں جب کہ مبداء عدسے کے ماسکے پر ہے۔ شیشے کے پلیٹ سے منعکس ہونے والا نور مستوی محدب عدسہ اور شیشے کے پلیٹ والے

مجموعے پر گرتا ہے۔ سیاہ کروں سطح نور کو اسی پر واپس بھیج دینے میں مدد کرتی ہے۔ ہوا کی جھلی زیریں سطح سے منعکس ہونے والے نور کی شعاعوں میں اور ہوا کی جھلی کی بالائی سطح سے منعکس ہونے والی شعاعوں میں راستے کا فرق ہوتا ہے۔ نور کی ان شعاعوں کو خرد بین(m) کے دہانے میں وصول کیا جاتا ہے، جو انتصاباً اوپر رکھا ہوا ہے۔ میدان ایک روشن اور تاریک حلقوں پر مشتمل ہوتا ہے جس کا مرکزی حلقہ تاریک ہوتا ہے۔ اگر تاریک نہ ہو تو ہموار کرنے والے پیچوں سے مرتب کر لیجئے۔

اگر تاریک حلقہ کا قطر D_m ہے m^{th} تاریک حلقے کا قطر D_m ہے اور R مستوئی محدب عدسہ کا نصف قطر ہے، تب واقع نور کی شعاعوں کا طول موج ہوتا ہے۔

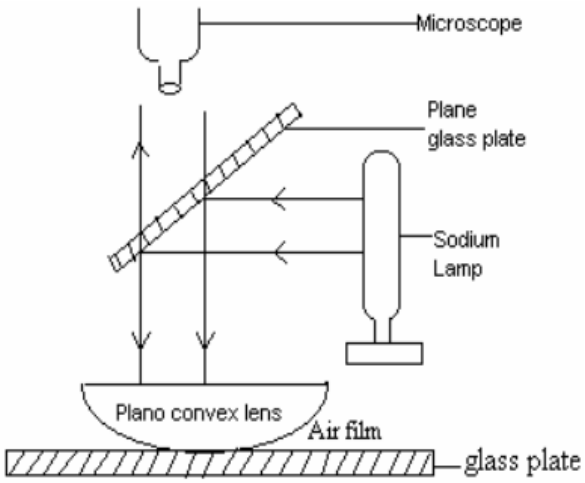
$$\lambda = \frac{{D_m}^2 - {D_n}^2}{4R(m-n)}$$

1.3 نظریہ (Theory)

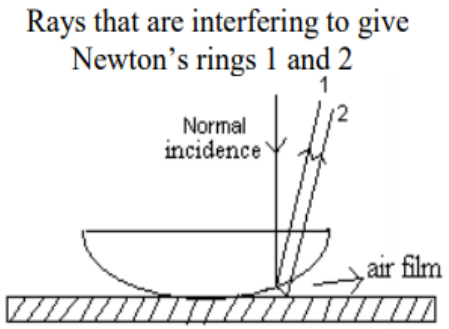
یہاں جو بنیادی اصول ہے، وہ ہے باریک جھلیوں میں تداخل نور۔ تداخل نور کیا ہے؟

تداخل ایک طبعی عمل ہے جو ہر جگہ اور ہر لمحہ ہوتا ہے۔ پھر بھی ہم ہر جگہ تداخل کے نمونے نہیں دیکھ پاتے ہیں۔ تداخل ایک ایسا مظہر ہے جس میں دو موجیں جو کم، یا زیادہ حیطہ رکھتی ہوں یا ایک ہی جیسا حیطہ رکھتی ہوں ایک دوسرے سے انطباق کرتی ہیں۔ سب سے زیادہ عام طور پر نظر آنے والا تداخل روشنی میں ہوتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ روشنی کی موجیں تصادم کے نتیجہ میں ہر طرف سے لوٹ کر آتی ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ کسی منبع سے نکلنے والی روشنی کی موجوں میں مستقل حیطہ، تعدد نہیں ہوتا ہے۔

نیوٹن کے حلقہ کو پیدا کرنے کے لیے مناظری آلات کی ترتیب کچھ اس طرح ہوگی شیشے کی ایک تختی پر ایک مستوئی محدب عدسے کو رکھ کر دونوں کو ایک فولادی فریم میں نصب کیجیے جس میں ہموار کرنے والے پیچ لگے ہوئے ہوں۔ عدسے اور شیشے کے درمیان ہوا کی ایک جھلی قائم ہو جاتی ہے فولادی فریم کے عین اوپر افق سے 45 درجے کا زاویہ بناتے ہوئے ایک اور شیشے کی تختی ترتیب دیجیے فریم کو ایک متحرک خرد بین کے قاعدے پر ایک ایسی سطح پر رکھا جاتا ہے جسے سیاہ کر دیا گیا ہوں سوڈیم لیمپ کی طرح ایک یک لونی مبدا سے نور کی شعاعوں کو شیشے کی پلیٹ پر اس طرح ڈالا جاتا ہے کہ شعاعیں چھوٹے ماسکی طول والے عدسے میں سے ہو کر آتی ہیں جبکہ مبدا عدسہ کے ماسکے پر ہوں شیشے کی پلیٹ سے منعکس ہونے والا نور مستوی محدب عدسہ اور شیشے کی پلیٹ والے حصے پر گرتا ہے سیاہ کردہ سطح نور کو اسی راستے پر واپس بھیج دینے میں مدد کرتی ہے۔ ہوا کی جھلی سے زیریں سطح پر منعکس ہونے والے نور کی شعاعوں میں اور ہوا کی جھلی کے بالائی سطح سے منعکس ہونے والی شعاعوں میں راستے کا فرق ہوتا ہے نور کی ان شعاعوں کو خرد بین کے دہانے میں اصول کیا جاتا ہے جو انتصابا اوپر رکھا ہوا ہے میدان ایک کے بعد دیگر روشن اور تاریک حلقوں پر مشتمل ہوتا ہے جس کا مرکزی حلقہ تاریک ہوتا ہے اگر نہ ہو تو ہموار کرنے والی پیچوں سے ترتیب دیجیے۔



Fig(1).



Fig(2).

شکل(1.1)

1.4 طریقہ عمل(Procedure)

1۔ متحرک خردبین کے افقی پیمانے کا شمار اقل(L.C.)معلوم کیجیے۔

2۔ مستوی محدب عدسہ L اور شیشے کے پلیٹ P اور G کو شکل(1.1) کی طرف متحرک خردبین(Travelling Microscope) کے قاعدے پر ترتیب دیجیے۔

3۔ سوڈیم لیمپ کو منور کیجیے اور محدب عدسے میں متوازی شعاعوں کو پلیٹ G پر گرنے دیجیے۔

4۔ مستوی محدب عدسے میں بننے والے نیوٹن کے حلقوں کو سادہ آنکھ سے دیکھیے اور خردبین کے دہانے پر ان کو مرکوز کیجیے۔

5۔ دیکھیے کہ کیا مرکزی حلقہ تاریک ہے اگر نہ ہو تو فولادی فریم کو پیچوں کی مدد سے مسطح کیجیے۔

6۔ خردبین کو افقی سطح میں(16)ویں تاریک حلقے تک حرکت دیجیے اور افقی پیمانے کے اصل اور ورنیر پیمانے(Vernier Scale) کی ریڈنگس نوٹ کیجیے۔ ریڈنگس کو صحیح پڑھنے کے لیے تکبیری شیشہ(Magnifying Glass) کا استعمال کیجیے۔

7۔ اب خردبین کو(12)ویں تاریک حلقے تک حرکت دیجیے اور اسکیل پر اس کا مقام نوٹ کیجیے۔ اسی طرح(8)ویں اور چوتھے حلقے پر ریڈنگ نوٹ کیجیے۔

8۔ اب خردبین کو اسی سمت میں مرکزی تاریک حلقے کے مخالف جانب چوتھے تاریک حلقے تک حرکت دیجیے اور ریڈنگ نوٹ کیجیے۔ اسی طرح(8)ویں،(12)ویں اور(16)ویں تاریک حلقے پر ریڈنگ نوٹ کیجیے۔

9۔ ایک کرویت پیما کی مدد سے مستوی محدب عدسے کے محدب رخ کا نصف قطر معلوم کیجیے۔

10۔ ریڈنگ جدول میں درج کیجیے اور ضیاء سوڈیم کا طول موج محسوب کیجیے۔

1.5 مشاہدہ اور تحسیب (Observations and Analysis)

ورنیر اسکیل کا شمار اقل (L.C):

اصل پیمانے کے ایک درجے کی قیمت (M.S.D)=(S)۔۔۔۔۔۔۔ سم

جملہ ورنیر درجے =(n)=۔۔۔۔۔۔۔۔

شمار اقل (L.C)=s/n=۔۔۔۔۔۔۔۔۔ سم

2۔ کرویت پیما سے عدسے کا نصف قطر انخنا

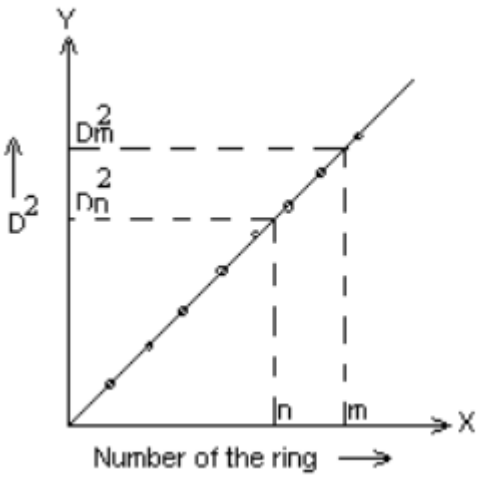
شیشے کی پلیٹ سے عدسے کی بلندی = (h)۔۔۔۔۔۔۔ سم

کرویت پیما کے پایوں کے درمیان اوسط فاصلہ =(l)۔۔۔۔۔ سم

نصف قطر انخنا=(R)=($l^2/6h+h/2$)۔۔۔۔۔۔۔ سم

حلقوں کی تعداد کو x محور پر اور قطر D^2 کو y محور پر لے کر ایک گراف بنایئے۔ گراں ایک خط مستقیم ہو گی۔ گراف کی مدد سے دو تناظر حلقوں m^{th} اور n^{th} کے قطروں کے مربعوں کی قیمتوں $D_m{}^2$ اور $D_n{}^2$ حاصل کر کے ضابطے میں متدرج کیجیے۔

$$\lambda = \frac{D_{dm}{}^2 - D_{dn}{}^2}{4(m-n)R}$$



شکل (1.2)

جدول نمبر(1.1)

سلسلہ نشان	حلقوں کے نمبر	خرد بین کے پیمانے کے مشاہدات	
		دائیں جانب	بائیں جانب

1.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- تجربہ شروع کرنے سے پہلے عدسے اور شیشے کی پلیٹ کو اچھی طرح صاف کر لینا چاہیے۔
- تداخلی پیٹرن کا مرکز تاریک ہونا چاہیے۔نہ ہو تو فولادی فریم کو پیچوں کی مدد سے مسطح کیجیے۔
- خیال رکھیے کہ دوران تجربہ ترتیب شدہ آلات میں کوئی خلل واقع نہ ہو۔
- مشاہدات نوٹ کرتے وقت شروع کے کچھ حلقوں کو چھوڑ دیجیے کیونکہ وہ غیر ہموار ہوتے ہیں۔
- مشاہدات نوٹ کرتے وقت متحرک خردبین کو صرف ایک ہی سمت میں حرکت دیجیے۔
- آگے پیچھے حرکت دینے کے نتیجے میں (Back lash) ہوتی ہے۔

1.7 روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت (Significance of Experiment in Daily Life)

❖ نیوٹن کے حلقوں کا تجربہ کسی یک لونی نور کے طول موج کی دریافت کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

❖ ایک معلومہ طول موج کا نور استعمال کر کے کسی عدسے کا نصف قطر انخنا دریافت کیا جاسکتا ہے، جب کہ کرویت پیمائے سے بہت صحیح نتیجہ حاصل نہیں ہو سکتا۔

❖ اس تجربے سے مہین جھلیوں (Thin Films) سے تداخل کی تجربی تصدیق حاصل ہو سکتی ہے۔

❖ کسی عدسے کی سطح کی درست سان کاری گرانڈنگ (Grinding) کی جانچ کے لیے نیوٹن کے حلقوں والا تجربہ استعمال میں لایا جاسکتا ہے۔اگر حلقے مکمل دائروی ہیں تو سان کاری مکمل طور پر صحیح ہے۔اگر یہ حلقہ دائروی نہیں ہیں تو سان کاری ناقص ہے۔

1.8 تجربی نتائج (Experimental Results)

نتائج:

مشاہدات اور تحسیب

1۔ ورنیر اسکیل کا شمار اقل $(LC) =$

2۔ اصل پیمانے کے ایک ورجے کی قیمت $(M.S.I) = ?$ =۔۔۔۔۔سمر

3۔ جملہ ورنیر درجے $n =$ =۔۔۔۔۔۔۔۔

4۔ شمار اقل $(L.C) = {}^{S}/_{N}$ ۔۔۔۔۔۔۔سمر

(ب) کرویت پیمائے عدسے کا نصف قط انخنانہ

شیشے کے پلیٹ سے عدسے کی بلند $n = 1$ =۔۔۔۔۔۔سمر

کرویت پیما کے پایوں کے درمیان اوسط فاصلہ = 1 ـــــــــــ سمر

نصف قطر انحنا $R = \frac{l^2}{6h} + \frac{h}{2}$ =ـــــــــــ سمر

حلقوں کی تعداد کو x محور پر اور قطر D^2 کو y محور پر لے کر ایک گراف بنایئے۔ گراں ایک خط مستقیم ہو گی۔ گراف کی مدد سے دو تناظر حلقوں m^{th} اور n^{th} کے قطروں کے مربعوں کی قیمتوں ${D_m}^2$ اور ${D_n}^2$ حاصل کر کے ضابطے میں متدرج کیجیے۔

$$\lambda = \frac{{D_dm}^2 - {D_dn}^2}{4(m-n)R}$$

1.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

- نیوٹن کے حلقے: چونکہ ہوا کی مساوی موٹائی والے پوائنٹس لینس پر ایک دائرہ دار خطہ بناتے ہیں، مداخلت کا نمونہ حلقوں سے بنا ہوتا ہے اور اسے نیوٹن کے حلقے کہتے ہیں۔
- تداخل: دو یا زیادہ مبداوں سے روشنی کی موجوں کے انطباق (سپر پوزیشن) کی وجہ سے روشنی کی توانائی کی دوبارہ تقسیم ہونی کہ مظہر کو تداخل (Interference) کہا جاتا ہے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجیے (Check your Information)

1۔ تداخل کیا ہوتا ہے؟

2۔ تداخل کے لیے کیا شرائط ہیں؟

3۔ پتلی جھلی سے تداخل کا آپ کیا مطلب لیتے ہیں؟

4۔ پانی پر پٹرول کی پرت پر دکھائی دینے والے رنگوں کے ساتھ کون سا مظہر مربوط ہے؟

5۔ نیوٹن کے حلقے کس جگہ بنتے ہیں؟

6۔ یہ حلقے دائروی کیوں ہیں؟

7۔ اگر عدسے اور شیشے کی پلیٹ کے درمیان انعطاف نما والا ایک مائع داخل کر دیا جائے تو حلقوں پر کیا اثر پڑے گا؟

8۔ اگر ان ترتیب شدہ آلات پر پڑنے والی روشنی ایک بڑے مبدائے نور کی بجائے کسی تنگ جھری سے نقطوی مبدا نور کی شکل میں آرہی ہو تو کیا ہو گا؟

9۔ حلقوں کے قطر میں اضافے سے ان کے درمیانی فاصلوں پر کیا اثر پڑے گا؟

10۔ درمیانی دھبہ تاریک کیوں ہوتا ہے؟ یہ روشن کب ہو گا؟

11۔ دوئیلے منشور سے تداخل اور نیوٹن کے حلقوں والے تداخل میں کیا فرق ہوتا ہے؟

Calculations

اکائی 2۔ لیزر

(Laser)

اکائی کے اجزا

2.0		تمہید
2.1		مقاصد
2.2		آلات
	2.2.1	تشریح آلات
2.3		نظریہ
2.4		طریقہ عمل
2.5		مشاہدہ اور تحسیب
2.6		احتیاطی تدابیر
2.7		روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت
2.8		تجربی نتائج
2.9		کلیدی الفاظ

2.0 تمہید(Introduction)

روشنی کا بیم کا کسی رکاوٹ سے ٹکرا کر اس کے گرد مڑ جاتا ہے یا کسی شگاف سے گذر کر پھیل جاتا ہے اور اس کے نتیجے میں پیدا ہونے والے پیٹرن میں روشن اور تاریک پٹیاں نظر آتی ہیں۔ اس مظہر کو انکسار کہا جاتا ہے۔

2.1 مقاصد(Objectives)

- ایک مستوئی انتقالی جالی کی مدد سے دیئے ہوئے لیزر نور کے طیفی خطوط کے طول موج کی تخمین کرنا۔

2.2 آلات(Apparatus)

طیف پیما، انتقالی جالی، لیزر مبدا
لیزر ڈائیوڈ ماڈیول، گریٹنگ، اسکیل اور اسکرین

2.2.1 تشریح آلات(Apparatus Explanation)

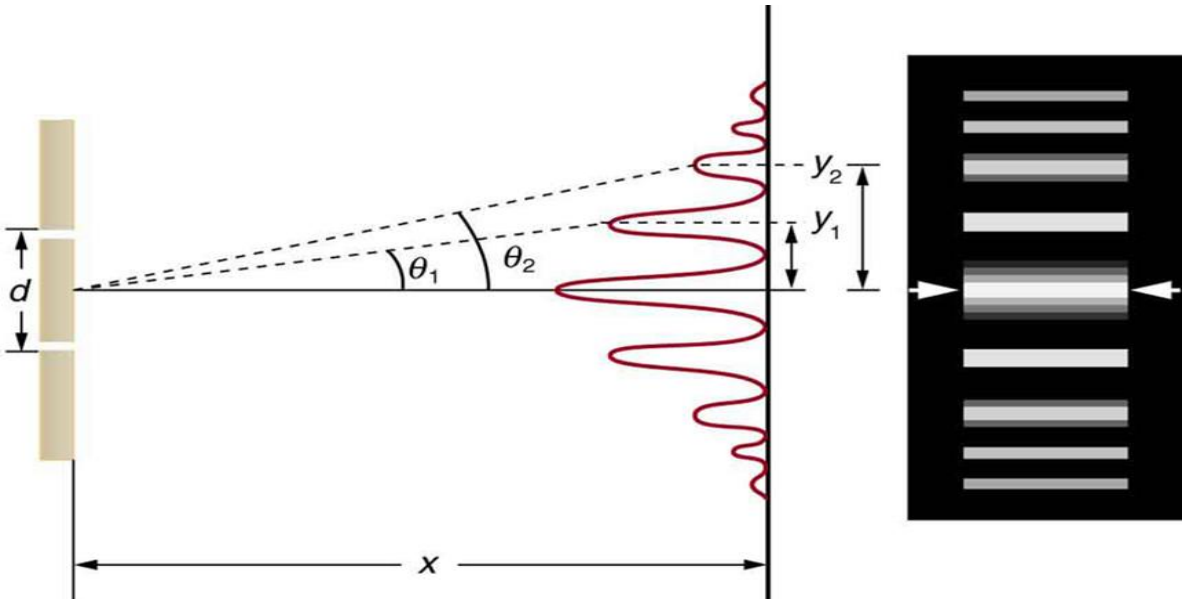
ایک مستوئی انتقالی جالی پر عموماً ایک انچ میں(15,000) ایسے خطوط ہوتے ہیں۔ تجربہ خانہ میں مستعملہ جالی اصل کی ہو بہو نقل(Replica)ہوتی ہے۔ جس کو سونتی محلول سے تیار کیا جاتا ہے۔

روشنی کا بیم کا کسی رکاوٹ سے ٹکرا کر اس کے گرد مڑ جاتا ہے یا کسی شگاف سے گذر کر پھیل جاتا ہے اور اس کے نتیجے میں پیدا ہونے والے پیٹرن میں روشن اور تاریک پٹیاں نظر آتی ہیں۔ اس مظہر کو انکسار کہا جاتا ہے، اور یہ خصوصیت تمام موجوں میں پائی جاتی ہے۔ اسے ویو فرنٹ(موجی اگلے رخ یا محاذ موج) کے مختلف حصوں کے درمیان تداخل پر غور کر کے سمجھا جاسکتا ہے، انکسار کا زاویہ ترتیب λ / d ہے λ طول موج اور d شگاف۔ اس طرح، نظر آنے والی روشنی کے لیے، 10-100 μm کی حدود میں موجود شگاف سے آسانی سے انکسار کے نمونے تیار ہوتے ہیں۔ اگر ایک شگاف کے بجائے، دو شگاف سے ویو فرنٹ سے آرہے ہوں، تب شگاف کے متوازی تداخل کا ایک سلسلہ اسکرین پر ظاہر ہوگا، جیسا کہ ذیل کی تصویر میں دکھایا گیا ہے۔

یہ تھامس ینگ(1800) کا کلاسیکی تجربہ ہے۔ اگر دو شگافوں Slit کے درمیان فاصلہ d ہے اور شگاف Slit ، B کی چوڑائی طول موج سے زیادہ ہے، تو فرون ہوفر ڈفریکشن مساوات اس طرح پھیلی ہوئی روشنی کی حدت بتاتی ہے۔

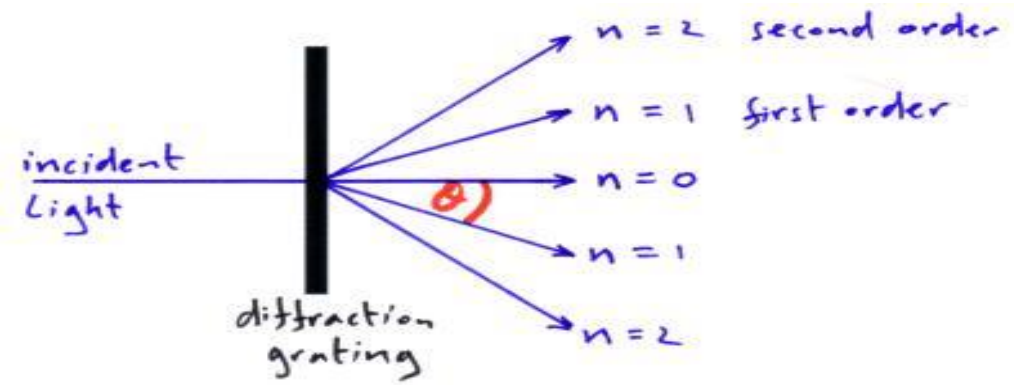
$$I(\theta) \propto \cos^2\left[\frac{\pi d \sin\theta}{\lambda}\right] \operatorname{sinc}^2\left[\frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}\right]$$

جہاں sinc فنکشن کو $x \neq 0$ کے لیے $\text{sinc}(x) = \sin(x)/(x)$ کے طور پر بیان کیا گیا ہے، اور $\text{sinc}(0) = 1$ sinc۔ فنکشن میں شگاف کی چوڑائی کی وجہ سے پھیلاؤ کے اثرات شامل ہیں۔



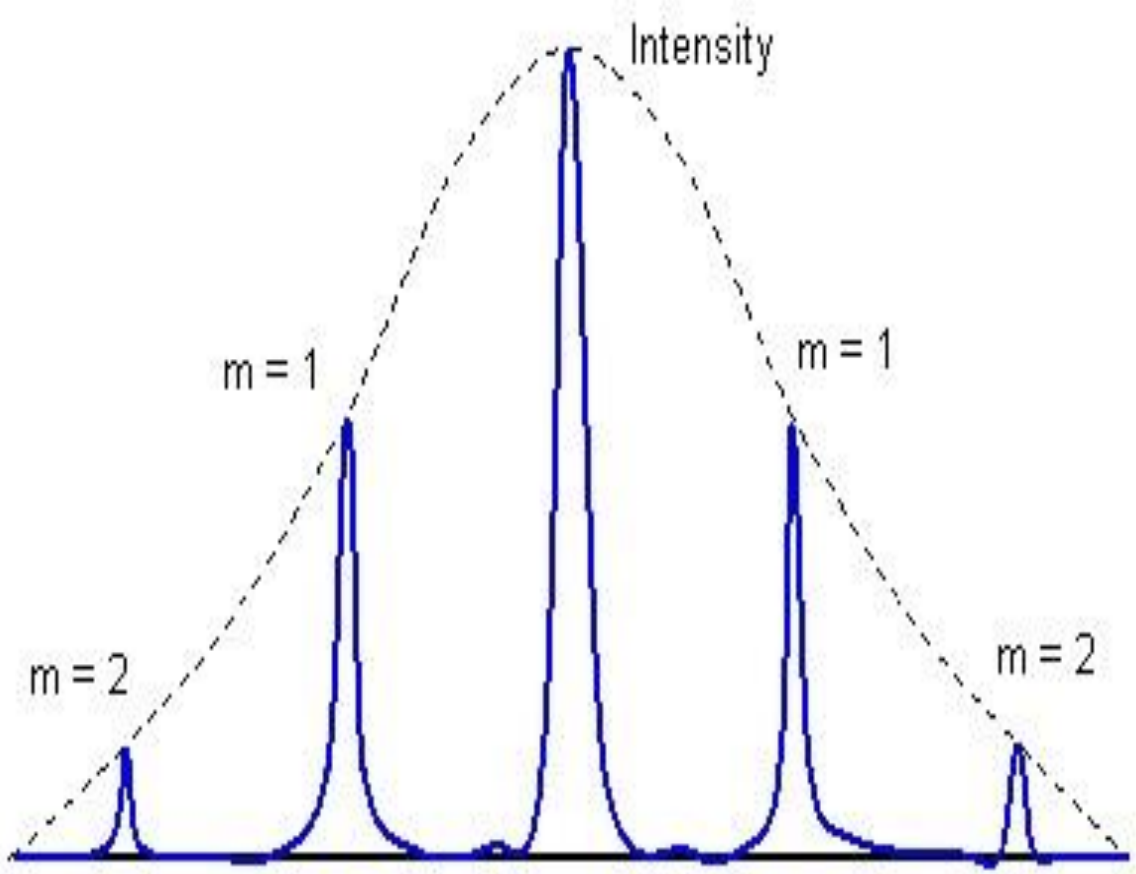
شکل(2.1)

اگر دو (سلٹوں) شگافوں کے بجائے، متعدد مساوی فاصلے والی (سلٹیں) شگافوں سے ویو فرنٹ آتے ہیں، تو تداخل زیادہ ہو جاتا ہے اور، تب روشنی عام طور پر گریٹنگ (آڑھی ترچھی لائینوں والی جال کی طرح) Grating پر واقع ہوتی ہے، تو زاویہ θm بڑی سے بڑی قدر (m $\pm 1, \pm 0, =$,) کے لئے لیا جاتا ہے۔



شکل(2.2)

تاکہ اصول میکسما(maxima) کی حدت کا حساب لگایا جاسکے اور یہ گھٹتی جاتی ہے جیسے جیسے انکسار کی ترتیب میں اضافہ ہوتا ہے، جیسا کہ ذیل کی تصویر میں دیکھا جاسکتا ہے۔



شکل(2.3)

ایک ڈفریکشن گریٹنگ بہت سی (سلٹس) شگاف کے اس طرح کے نظام کے مساوی ہے تو اسے ٹرانسمیشن یا عکاسی میں استعمال کیا جاسکتا ہے۔



شکل(2.4)

2.3 نظریہ(Theory)

ایک انکساری جالی کو اقل انحرافی کی پوزیشن میں بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ فرض کرو کہ زاویہ قوں اور (θ) زاویہ انحراف کو تعبیر کرتے ہیں۔

ہم لکھ سکتے ہیں کہ $$d(\sin i + \sin \theta) = m\lambda$$

جہاں d دو متصلہ جھریوں کا درمیانی فاصلہ ہے، m رتبے کو بتانے والا عدد ہے اور $\lambda Laser$ نور طیفی خط کا طول موج ہے۔
جالی کے اقل انحراف پوزیشن میں سے جب نور کی شعاع گزرتی ہے تو (جالی پر اس کی عمودی سمت میں واقع ہونے والی نور کے لیے) $i = 0$ ہوتا ہے۔

$$d(\sin i + \sin \theta) = m\lambda$$

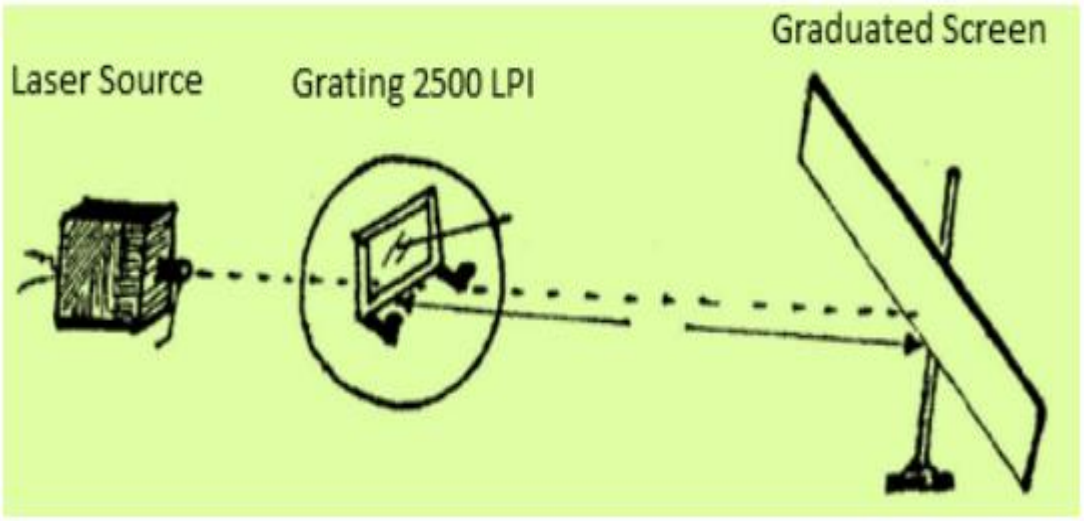
$$d \sin \theta = m\lambda$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{m}$$

عمودی وقوع کے لیے تجربہ سے θ کو معلوم کرکے اور m کی قیمتوں کو نوٹ کرکے لیزر نور کے طول موج کی تخمین کرسکتے ہیں۔

2.4 طریقہ عمل (Procedure)

لیزر ڈائیڈ ڈماڈیول افقی طور پر نصب کیا جاتا ہے۔ پھر ایک انکساری جالی (ڈفریکشن گریٹنگ) (LPI2500) رکھی جاتی ہے۔ انکو اسطرح ترتیب دیں کہ خط مستقیم میں ہو۔ جب لیزر کو آن کیا جاتا ہے۔ تب ہمیں گریٹنگ سے تقریباً 0.5 میٹر فاصلہ D پر آعظم ترین پھیلاو حاصل ہوتا ہے۔ اسی طرح D کی مختلف قدروں کے لئے اس طریقہ کار مختلف فاصلہ 2x کے ساتھ دہرایا جاتا ہے اور نتائج کو مندرجہ ٹیبل میں نوٹ کرتے ہیں۔



شکل (2.5)

1۔ پہلی جالی کی مستوئی کو انتصابی سمت میں ترتیب دینا چاہئے۔ اس ترتیب کو حاصل کرنے کے لیے ذیل کا طریقہ اختیار کیجیے۔ چالی کو میز پر اسٹانڈ میں جکڑ دیجیے۔

2۔ سکرن بورڈ کو شیشے کی تختی سے لیزر نور کی سیدھ میں لیے آیئے اس طرح کہ تختی کی مستوئی نور کی بیم علی القوائم رہے۔

3۔ شیشے کی پلیٹ سے دیکھئے اور اس کو اس طرح حرکت دیجیے کہ پلیٹ پر کسی مناسب و موزوں ذرے کی وجہ سے مرکزی سوراخ کے اطراف ایک انکسایر پیٹرن بن جائے یہ پٹیرن مرکزی منور دھبہ (Spot) کو گھیرے ہوئے متبادل منور اور تاریک حلقوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ شیشے کی پلیٹ کو یہاں تک ترتیب دیجیے کہ آپ کم از کم منور دھبہ کے اطراف کے پہلے باریک حلقے اور اس کے بعد کے دوسرے منور حلقے کو دیکھ سکیں (اگر آپ زیادہ تاریک و منور حلقے دیکھ سکیں تو بہت بہتر ہے)۔

4۔ شیشے کی پلیٹ (Slit) کے فاصلے کو انکساری پیٹرن کا حلقہ Screen بورڈ کے درمیان کے فاصلے 'D' کو نوٹ کیجیے۔

5۔ لیزر مبداء کے بائیں جانب شیشے کی پلیٹ کے فاصلے کو انکساری پیٹرن کا پہلا تاریک حلقہ Screen بورڈ پر کے پہلے سوراخ کے درمیان کے اس فاصلے کو (L_1) نوٹ کیجیے اور اس کو جدول میں درج کیجیے۔

6۔ دوسرے منور حلقے کے ساتھ بھی یہی طریقہ عمل دہرائے۔ اس صورت میں بھی Screen بورڈ اور سلیٹ کے پلیٹ کے درمیانی فاصلوں کی پیائش کر کے ان قیمتوں کو جدول میں ان کے متعلقہ مقام پر درج کیجیے۔

7۔ لیزر مبداء کے دوسرے جانب اگر آپ انکساری نقشہ کے حلقے کو دیکھ سکیں تو اس کے ساتھ بھی اس عمل کو دہرایئے اور Screen بورڈ اور شیشے کی پلیٹ کے درمیان کے ان فاصلوں کی پیائش کیجیے۔ جس میں یہ حلقہ علی الترتیب پہلے اور دوسرے سوراخوں پر منطبق ہو۔ ان فاصلوں کو جدول میں درج کیجیے۔

8۔ سلیٹ کو علاحدہ کر لیجئے اور ایک اسٹانڈ میں جکڑ دیجیے۔ اس طرح کے سلیٹ کی سوراخ انتصابا ایک دوسرے کے اوپر رہیں۔ متحرک خرد بین کو مرکز سلیٹ سوراخ پر فوکس کیجیے۔ افقی صلیب تار کو سلیٹ کے سوراخ کے مرکز پر منطبق رکھیے۔ خرد بین کی انتصابی پیمانے پر مشاہدہ (R) نوٹ کیجیے۔ خرد بین کے افقی صلیبی تار کو پہلے سوراخ کے مرکز پر منطبق کیجیے اور مشاہدہ کو نوٹ کیجیے۔

9۔ خرد بین کے افقی صلیبی تار کو پہلے سوراق کے مرکز پر منطبق کیجیے اور مشاہدہ R_1 کو نوٹ کیجیے۔ خرد بین کو اس طرح دوسرے سوراخ تک مزید حرکت دے کر انتصابی پیمانے کا مشاہدہ R_2 نوٹ کیجیے۔

10۔ مرکزی اور پہلے سوراخ کے درمیان فاصلے $(R - R_1 = r_1)$ کو معلوم کیجیے۔ اس طرح مرکزی اور دوسرے سوراخ کا درمیانی فاصلہ $(R - R_2 = r_2)$ معلوم کیجیے۔

11۔ مساوات میں 'r' اور D کی قیمتوں کو درج کر کے دی گئی ہو λ کی قیمت جدول سے حاصل کیجیے۔

2.5 مشاہدہ اور تحسیب (Observations and Analysis)

اصلی پیمانے کے ہر حصہ کی قیمت $S = - - - - - - \deg$

ورنیر پیمانے کے جملہ حصول کی تعداد $N = - - - - - -$

طیف پیما کا شمار اقل $L.C = - - - - - - \deg$

جالی ہر انچ خطوط کی تعداد $N_0 = - - - -$

جالی پر فی میٹر خطوط کی تعداد $N = \left(\frac{No}{2.54\times10^{-2}}\right) = - - - - - - -$

لیزر (لیزر) نور کی طیفی خطوط کی طول موج کے اوسط مثبت $\lambda = - - - - m$

جدول(2.1)

مشاہدات کا جدول:

نمبر شمار	گریٹنگ اور اسکرین کے درمیان کی۔ فاصلہ(Dcm)	فرق کی ترتیب (order) (n)	متعلقہ ترتیب کے درمیان کا فاصلہ (2x) سینٹی میٹر	مرکز اور maximum کے درمیان کا فیصلہ cm(x)	$\tan\Theta = X/D$ $\Theta = \tan^{-1}(X/D)$	$\sin\Theta$	$\lambda = \sin\Theta / n.N$
1	50 cm	1 2 3 4					
2	60 cm	1 2 3 4					
3	70 cm	1 2 3 4					
4	80 cm	1 2					

					3 4		

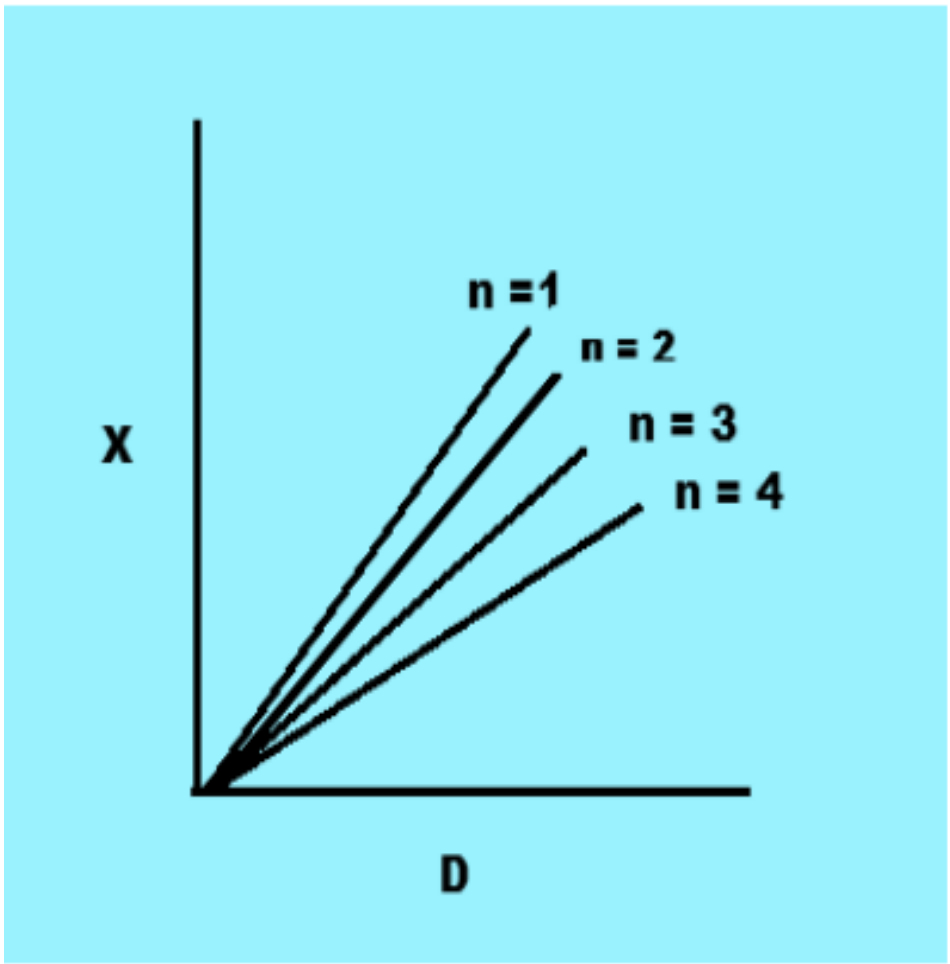
اب دی گئی ترتیب کے لیے x اور D کے درمیان ترسیم کھینچئے۔ ایک خط مستقیم حاصل ہوتی ہے۔

گراف کی ڈھلوان tanθ سے معلوم ہوتی ہے۔ یعنی، ڈھلوان = tan θ یا

θ = tan−1(ڈھلوان)

طول موج λ کو λ=(sin θ/n.N) کے طور پر شمار کیا جاسکتا ہے۔

دوسرے آرڈر میکسما کے لیے بھی گراف کھینچیں۔



شکل(2.6)

2.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

1۔ طیف پیما کے استعمال کرنے اور اس کے مشاہدات لینے کے دوران ان تمام احتیاطوں کو ملحوظ رکھیئے۔

2۔ جالی کی سطحوں کو چھونے یا صاف کرنے کی کوشش نہ کیجیے۔

3۔ عمودی وقوع میں جالی کا ایک قلیل فرق، زاویہ انکسار میں ایک بہت بڑی غلطی کا باعث بن جاتا ہے۔

2.7 روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت (Significance of Experiment in Daily Life)

تجربہ کی تکمیل کے بعد آپ کو یہ معلوم ہو گا کہ مختلف قسم کے مبداء نور کا طیف کو پیدا کرنے کے لیے ایکے مستوئی انتقالی جالی کو کس طرح استعمال کیا جاتا ہے۔

- انکسار نور سے متعلق معلومات حاصل ہوں گی اور یہ بھی معلوم ہو گا کہ جالی سے نور کے گزرنے کے بعد انکسارے مختلف رتبوں کے خیال مختلف زاویوں پر کس طرح بنتے ہیں۔
- ایک لیزر نور کا طیف حاصل کرنا اور لیزر کی قیمتوں کو معلوم کرنا بھی آپ کے علم میں آجائے گا۔

2.8 تجربی نتائج (Experimental Results)

نتائج:

دی گئی لیزر بیم کا طول موج ہے Å ..... $= \lambda$

2.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

➢ **مخفف لیزر کی شکل:** اشعاع کے مہیج شدہ اخراج کے ذریعے روشنی کی افزائش (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

اپنی معلومات کی جانچ کیجیے (Check your information)

1۔ فرق n کیا ہے؟

2۔ ایک diffraction grating کیا ہے؟

3۔ گریٹنگ کے ذریعے انکسار کیوں ہوتا ہے؟ یا اس کی کیا اہمیت ہے؟

4۔ لیزر روشنی زیادہ یک رنگی کیوں ہوتی ہے؟

5۔ فرق کی ترتیب Order کیا ہے؟

6۔ لیزر کا اصول کیا ہے؟

7۔ انکساری جالی کیا ہوتی ہے۔

8۔ جالی کو کس طرح تیار کیا جاتا ہے۔

9۔ جالی سے گزرنے والے مختلف رنگ کیوں ایک دوسرے سے علاحدہ ہوتے ہیں۔

10۔ لیزر (Laser) کا مخصف کیا ہے۔

11۔ لیزر (Laser) کے سائنسی اطلاقات کیا ہے۔

12۔ کیا آپ اصلی جالی کو استعمال کر سکتے ہیں؟ اور کیوں؟

Calculations

اکائی 3A۔ منشور کا زاویہ اقل انحراف

(Refractive Index of a Prism)

اکائی کے اجزا

3.0		تمہید
3.1		مقاصد
3.2		آلات
	3.2.1	تشریح آلات
3.3		نظریہ
3.4		طریقہ عمل
3.5		مشاہدہ اور تحسیب
3.6		احتیاطی تدابیر
3.7		روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت
3.8		تجربی نتائج
3.9		کلیدی الفاظ

3.0 تمہید(Introduction)

منشور شیشہ کا بناہوا ہوتا ہے۔ تین مستوی سطح پر مشتمل ہوتا ہے۔ سفید نور کا جب منشور سے گزارتے ہیں تو آپ جانتے ہیں کہ یہ اپنے اجزاء ترکیبی یعنی رنگوں میں بٹ جاتا ہے اور اس مظہر کو انتشار کہا جاتا ہے۔ بغیر کسی موزوں آلے کی مدد کے پردے پر یہ رنگ ایک دوسرے سے متراکب(Overlap) ہو جاتے یہں جس کی وجہ سے پیدا ہونے والا طیف غیر خالص ہو جاتا ہے۔ خالص طیف میں مختلف رنگوں کو بغیر کسی تراکب(Overlapping) کے مختلف مقامات پر جمع کر دیا جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے آپ کو پیمائش میں سہولت ہو جاتی ہے۔

شعاع وقوع اگلی جانب اور شعاعیں خارج پچھلی جانب حرکت کرنے کے درمیان بننے والا زاویہ زاویہ انحراف کہلاتا ہے۔

اس تجربہ میں یک لونی نور کے منشور سے گ زرنے کی صورت میں زاویہ اقل انحراف اور ایک خاص طول موج کے لیے منشور کے مادے کا انعطاف نما کو سوڈیم نور کے استعمال سے معلوم کریں گے۔

3.1 مقاصد(Objectives)

اس تجربہ میں طیف پیما اور سوڈیم نور کی مدد سے

- طیف پیما کے ذریعہ شفا منشور کے انعطافی زاویہ کی تخمین کرنا۔
- یک لونی نور کے منشور سے گزرنے کی صورت میں زاویہ اقل انحراف کی تخمین اور ایک خاص موج کے لیے منشور کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرنا۔

3.2 آلات(Apparatus)

طیف پیما، سوڈیم ویپر لیمپ، اسپرٹ لیول، گلاس کا منشور، تکبیری شیشہ اور دستی لیمپ

3.2.1 تشریح آلات(Apparatus Explanation)

وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے۔ طیف پیما کہلاتا ہے۔ طیف پیما کی مدد سے آپ زاویوں کی صحت کے ساتھ پیمائش کر سکتے ہیں۔ طیف پیما کے مختلف حصے ان کی کارکردگی اور ان کے طریقہ استعمال سے آپ کو واقفیت حاصل کرنا پڑے گی۔ اس مقاصد کے لئے ذیل میں دی ہوئی تشریح کو ملاحظہ کیجیے۔ ایک طیف پیما چار اصل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جو دوربین، توازن گر، ورنیر کی میز اور منشور کی میز ہیں ملاحظہ ہو شکل(3.1)



شکل(3.1)

:Collimator

☆ توزی گر(C)ایک ایسا آلہ ہے جو مبداء سے آنے والی شعاعوں کو متوازی بناتا ہے۔(1) یہ آلہ دو ہم مرکز دھاتی نلیوں پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک دوسرے کے اندر حرکت پذیر رہ سکتی ہیں۔

☆ اس نظام کے بیرونی سرے پر ایک جھری کو مربوط کیا جاتا ہے جس کی چوڑائی کو ترتیب دیا جاسکا ہے اور اندرونی سرہ پر ایک محدب عدسہ(2)ہوتا ہے۔

☆ توازی گر سے ملحق دت پھر کی اسکرو(3)کی مدد سے ان دونوں کے درمیان کے فاصلہ کو بڑھایا یا گھٹایا جاسکتا ہے۔

☆ توازی گر طیف پیما سے جڑا ہوتا ہے۔

دوربین:

☆ دوربین ایک غیر لونی محدب عدسے بطور دھانے(Objective)(جو شخص کی جانب ہوتا ہے)اور ریمسڈن (Ramsdon)کے چشمہ(جو آنکے کے قریب ہوتا ہے)پر مشتمل ہوتی ہے۔

☆ دو دھاتی نلیوں کے بیرونی سروں پر دھانے اور چشمہ کو مربوط کر دیا جاتا ہے جب کہ نلیوں کے دوسرے اندرونی سرے ایک دوسرے کے اندر حرکت پذیر رہ سکتے ہیں۔

☆ دوربین پر نصب شدہ دت پھر کی اسکرو(Rack and Pinion)کی مدد سے دھانے اور چشمہ کے درمیانی فاصلہ کو حسب مرضی ترتیب دیا جاسکتا ہے۔اسکرو کو استعمال کر کے شخص کو فوکس کیا جاتا ہے۔اس طرح کہ وہ دوربین کے مناظر میدان میں نظر آئے۔

☆ ایک مدور قرص کے ساتھ مضبوطی سے دوربین کو جوڑ دیا جاتا ہے۔ قرص کے بیرونی کنارے رپ ایک پیمانہ ہوت اہے جس کی پیمانہ بندی درجوں میں کی جاتی ہے اس پیمانے کو اصلی پیمانہ کہا جاتا ہے۔

☆ دوربین اور قرص ایک ایسے انتصابی محور کے گرد گھوم سکتے ہیں جو قرص کے مرکز سے گزرتا ہے۔

☆ دوربین کو کسی مقام پر بھی ایک اسکرو کی مدد سے جکڑ دیا جا سکتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک اور اسکرو ہوتا ہے جس کو مماسی اسکرو (Fine Adjusted Screw) کہتے ہیں۔ اس کے ذریعہ دوربین کو چھوٹے چھوٹے زاویوں میں حرکت دی جا سکتی ہے۔

منشور کی میز:

☆ یہ میز دو دائرہ نما قرصوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ جو ایک دوسرے کے اوپر تین لیونگ اسکوز کے ذریعہ ملے ہوئے ہوتے ہیں۔

☆ اوپر کی قرص پر مدور اور سیدھی لکیریں بنی ہوئی ہوتی ہیں۔ منشور کی میز کی نچلی سطح سے ایک انتصابی سلاخ کو ٹانکے کے ذریعہ جوڑ دیا جاتا ہے۔

☆ طیف پیما کے مرکز پر ایک سوراخ ہوتا ہے جس میں اس سلاخ کو بٹھا دیا جاتا ہے۔ یہ سلاخ اور اسکے ساتھ منشور کی میز دونوں ایک انتصابی محور کے گرد گھومتے ہیں جو منشور کی میز کے مرکز سے گزرتا ہے اور اس پر علی القوائم بھی رہتا ہے۔ انہیں حسب ضرورت جس مقام پر بھی آپ چاہیں اس اسکرو کی مدد سے جکڑا جا سکتا ہے۔

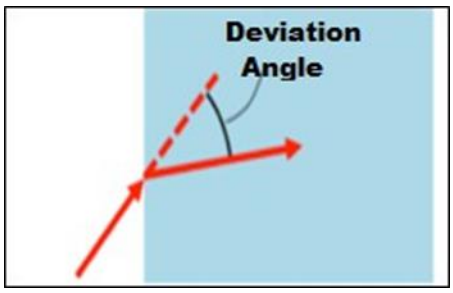
ورنیر کی میز:

☆ یہ ایک اور مدد دینے والی قرص ہے جو اصلی پیمانے کو ڈھانکتی ہے اور اس پر حرکت پذیر بھی ہوتی ہے۔ اس قرص کے ساتھ دو ورنیر اسکیل جڑے ہوئے ہوتے ہیں جن کے درمیان کا زاویہ 180° ہوتا ہے۔

☆ ورنیر کی میز بھی ایک ایسے محور کے گرد گھوم سکتی ہے جو منشور کی میز کے مرکز سے گزرتا ہے اور اس پر علی القوائم بھی ہوتا ہے۔

☆ اس میز سے بھی ایک اسکرو ملحق ہوتی ہے جس کی مدد سے توازی گر کو کسی مقام پر جکڑ دیا جاتا ہے اور اس کے ساتھ بھی ایک مماسی اسکرو ہوتا ہے جس کی مدد سے باریک کار ترتیب انجام دی جا سکتی ہے۔

3.3 نظریہ (Theory)



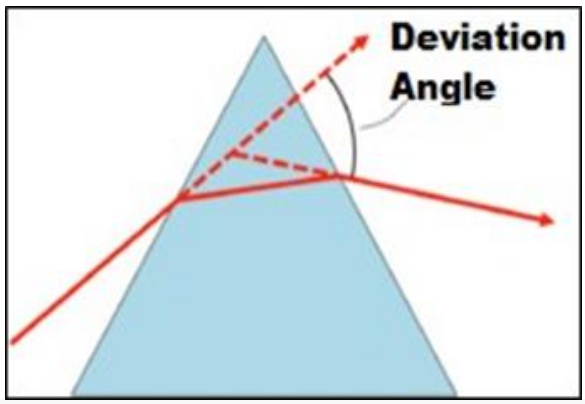
Light is deflected as it enters a material with refractive index > 1

شکل (3.2)

ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ میں داخلے پر نور کے مڑنے کے عمل کو انعطاف نور (Refraction of Liquid) کہتے ہیں۔ شعاع وقوع اگلی جانب اور شعاعیں خارج پچھلی جانب حرکت کرنے درمیان بننے والا زاویہ منشور زاویہ (زاویہ انحراف) کہلاتا ہے جیسے شکل (3.2) میں دکھایا گیا ہیں۔

ایک منشور تین مستوی سطح پر مشتمل ہوتا ہے جو تین متوازی خطوط ہوتے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھلایا گیا ہے۔ عام طور رپ منشور کا ایک حصہ جو سطح زمین پر ہوتا ہے کھردار اور باقی دو بہت زیادہ چکنے ہوتے ہیں۔ نور کی شعاع ان چمکدار سطحوں سے ٹکرا کر منعطف ہوتی ہے۔ منشور کے انتصابی خط جو دو چکنے سطحوں کو ملاتا ہے۔ منعطف کنارے کہلاتا ہے۔ چکنے سطحوں کے درمیان فی زاویہ، زاویہ انعطاف کہلاتا ہے۔ یا منشور کا انعطافی زاویہ 'A' سطح کنارے سے ایک حصہ جو مستوی کے عمودوار ہوتا ہے محوری حصہ (Principle Section) کہلاتا ہے۔ عام طور پر منشور کا محوری حصہ مساوی الاضلاع ہوتا ہے۔ بعض خاص صورتوں میں یہ قائم الزاویہ یا مساوی الساقین بھی ہو سکتا ہے۔

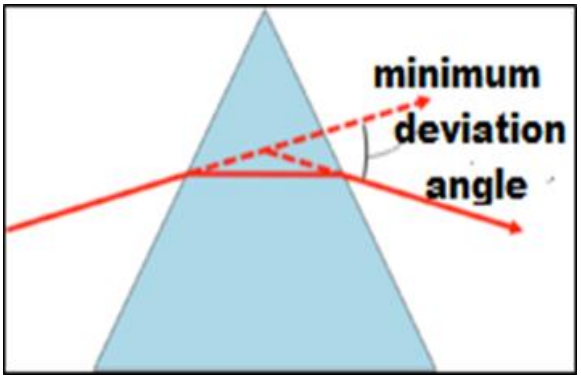
جب نور منشور سے گزرتی ہے اس سمت میں بڑھ جاتی ہے۔ i_1 زاویہ وقوع اور r_1 زاویہ انعطاف ہے۔ سفر کے بعد یہ شعاع دوسرے واسطے میں منتقل ہوتی ہے جیسا شعاع خارج کہلاتی ہے۔ زاویہ خارج i_2 اور منعطف شعاع میں زاویہ r_2 ہے۔ شعاع وقوع منشور کے ایک سطح رپ پڑتی ہے تو سیدھے ایک ہی خط مستقیم میں سفر نہیں کرتی بلکہ منعطف ہو جاتی ہے۔ اس کے درمیان زاویہ کو شعاع کا زاویائی انحراف (δ) کہلاتا ہے۔



A ray of light is deflected twice in a prism. The sum of these deflections is the deviation angle

شکل (3.3)

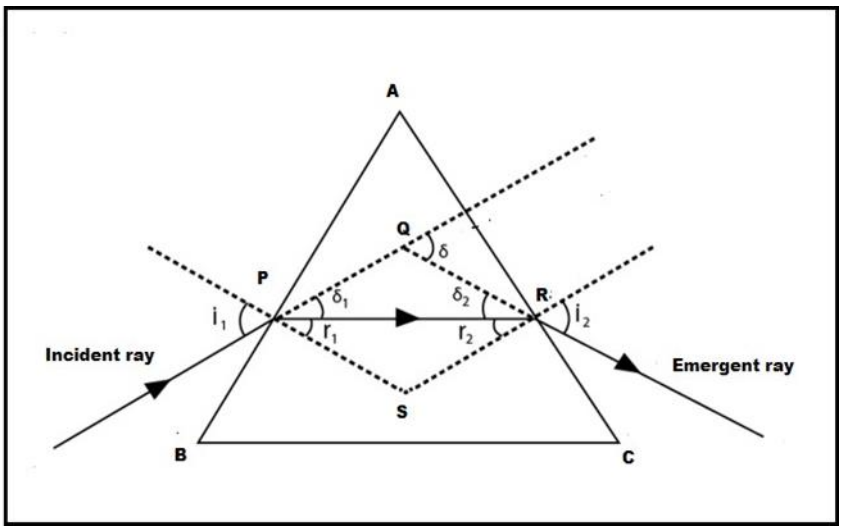
جیسے جیسے زاویہ وقوع (i) بڑھتا ہے۔ زاویہ انحراف (δ) کم ہوتے ہوئے اقل ترین قیمت تک پہنچ جاتا ہے اور پھر بڑھنا شروع ہوتا ہے۔ یہ اقل ترین انحراف کی قیمت اقل ترین انحراف کہلاتی ہے۔ جس کو (δ_m) سے ظاہر کرتے ہیں



When the entrance and exit angles are equal, the deviation angle of a ray passing througha prism will be minimal.

شکل(3.4)

فرض کرو کہ ABC منشور کا محور حصہ ہے۔اس کا انعطافی زاویہ 'A' ہے۔فرض کرو کہ منشور کا انعطاف نما μ ہے۔منشور کو ہوا میں رکھنے جو کہ لطیف واسطہ ہے بہ نسبت منشور کے مادہ کے فرض کرو کہ PQ سطح AB پر شعاع وقوع پر ہے۔جب یہ منشور میں سے گزرتی ہے جیسا کے شکل(19.4) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل(3.5)

جب زاویہ انحراف کم ہوتا ہے تب دو زاویہ وقوع (i_1, i_2) برابر ہوتے ہیں۔

$i_i = i_2$ اور $r_1 = r_2$

مثلث ∇PAR میں

$$\angle PAR + \angle ARP + \angle RPA = 180^0$$
$$\angle PAR + (90^0 - r_2) + (90^0 - r_2) = 180^0$$

مگر $r_1 = r_2 = r$

$$\angle PAR = 2r$$

تب منشور کا انعطافی زاویہ A کو اس طرح لکھا جاتا ہے۔

$$r = {}^{A}/_{2}$$

کل انحراف δ دونوں رخوں پر پیدا ہوئے انحراف کا حاصل جمع ہے۔

یعنی کہ $\delta_m = \delta_1 + \delta_2$ ---------(2)

مگر $i = r + \delta_1 \Rightarrow \delta_1 = i - r$

اسی طرح $\delta_2 = i - r$

مساوات (2) میں درج کرنے پر

$$\delta_m = i - r + i - r$$
$$\delta_m + 2r = 2i$$

مساوات (1) کو استعمال کرنے پر

$$\delta_m + A = 2i$$
$$i = \frac{\delta_m + A}{2} \quad \text{----------(3)}$$

زاویہ وقوع کے Sin اور زاویہ انعطاف کے Sin کے زاویوں کی نسبت کو اسنیل کا کلیہ کہتے ہیں۔ یہ مستقل انعطاف نما کہلاتا ہے۔ ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ میں منتقلی μ_{21}

$$\mu_{21} = \frac{Sini}{Sinr} \quad \text{-------(4)}$$

اسنیل کے کلیہ انعطاف کی رو سے

$$\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{\sin \hat{\imath}}{\sin \hat{r}}$$

$$\left(\because \widehat{i_1} = \widehat{i_1} = \hat{\imath} \text{ اور } \widehat{r_1} = \widehat{r_2} = \hat{r}\right)$$

$$\mu = \frac{\sin\left(\frac{\delta_m + A}{2}\right)}{\sin {}^{A}/_{2}} \quad \text{--------(5)}$$

مندرجہ بالا ضابطہ منشور کے انعطاف نما کا ضابطہ کہلاتا ہے۔

اگر منشور باریک ہو تب منشور کا زاویہ کم ہوتا ہے۔ تب منشور کا اقل ترین انحراف بھی کم ہو گا۔

$\frac{A+\delta}{2}$ اور $A/2$ صفر ہو گا۔

$\sin\frac{A+\delta}{2} \approx \frac{A+\delta}{2}$ اور $\sin A/2 \approx A/2$

درج کرنے پر

$$\mu = \frac{\sin\left(\frac{\delta m+A}{2}\right)}{\sin A/2} = \frac{\frac{A+\delta}{2}}{A/2} = \frac{A+\delta}{2}$$

$$\mu A = A + \delta$$

کم زاویہ والے منشور کے لئے

$$\delta = A(\mu - 1)$$

3.4 طریقہ عمل (Procedure)

دوربین کی ترتیبیں (Telescope adjustment):

☆ دوربین کو اس سے بہت دور واقع ایک شخص کی طرف گھمائے۔ اب دوربین پر کے دف پھر کی اسکرو کو یہاں تک گھمایئے کہ بہت دور واقع شخص کا خیال صلیبی تاروں پر بغیر کسی اختلاف نظر کے واضح طور پر نظر آجائے۔

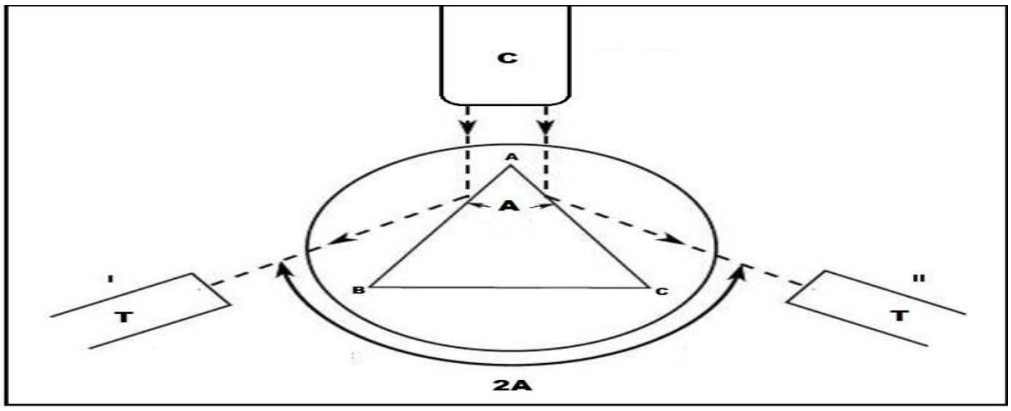
☆ اب یہ تصور کیا جائے گا کہ دوربین متوازی شعاعوں کے لیے ترتیب دی جاچکی ہے۔ کیوں کہ بہت دور واقع شخص سے آنے والی شعاعیں باہم ایک دوسرے کے متوازی ہی ہوتی ہیں دوربین کی اس ترتیب میں تجربہ کے اختتام تک کوئی خلل نہیں ڈالنا چاہئے۔

☆ دوربین کو ایک سفید دیوار کی جانب گھمادو۔ چشمہ کو آگے یا پیچھے یہاں تک حرکت دیجیے کہ اس میں واقع صلیبی تار ایک سفید پس منظر میں باریک اور واضح طور پر نظر آجائیں چشمہ کو اتنا گھمایئے کہ صلیبی تاروں کو ایک تار انتصابی ہو جائے تو دوسرا افقی سمت میں آجائے گا۔

☆ توازی گر کی جھری کو خفیف سے جوڑی کیجیے اور اس کو ایک مبداء، نور کے مقابل رکھ دیجیے۔ توازی گر کے عدسے کو صرف اپنی آنکھو (eye) سے دیکھئے اور طیف پیما کو اس طرح حرکت دیجیئے کہ عدسہ کامل طور پر یکساں مستور نظر آئے اس عمل سے توازی گر کا محور اور نور کا مبداء ایک ہی خط میں ہو جاتے ہیں۔

☆ اب دوربین کو گھمایئے یہاں تک کہ یہ توازی گر کے محور کی سیدھ میں آجائے اور جھری کا خیال دوربین میں نظر آجائے اب توازی گر کے دت پھر کی اسکرو کو یہاں تک گھمایئے کہ دوربین سے دیکھنے پر جھری کے کنارے باریک اور واضح طور پر نظر آجائیں۔

☆ ایک اسپرٹ لیول کے استعمال سے اس کا یقین کر لینا چاہئے کہ منشور کی میز بالکل افقی وضع میں ہے۔ اس کے لیے اسپرٹ لیول کسی دو اسکروں کے ملانے والے خط مستقیم پر رکھ کر کسی ایک اسکرو کو اتنا گھمایئے کہ اسپرٹ لیول کا بلبلہ اس کے وسط میں آجائے۔ اب اسپرٹ لیول اس خط کے عمود وار رکھ کر تیسرے اسکرو کو یہاں تک گھمایئے کہ بلبلہ پھر درمیان میں آجائے۔



Experimental arrangement for the measurement of angle of prism

شکل(3.6)

منشور کے زاویہ کی تخمین:

جب منشور کی دونوں سطحوں پر منتوازی شعاعیں واقع ہوتی ہیں تو وہ سطحوں AB اور AC سے بموجب شکل(3.6) منسلک ہو جاتی ہیں۔ اس صورت میں منعکس شعاعوں کے درمیان کا زاویہ منشور کے زاویہ A کا دگنا ہوتا ہے۔ لہٰذا A کی تخمین کی جائے۔

☆ دائروی اصلی پیمانہ کا غور سے مشاہدہ فرمایئے اس پر پیمانے بندی درجوں میں کی جاتی ہے۔ پیمانے کے 10^{o} درجوں میں حصوں کی تعداد معلوم کریں۔ اصل پیمانے کے ہر حصہ کی قیمت 3 تخمین کریں (مثلاً 10^{o} کو 50 حصوں میں تقسیم کیا گیا ہو تب اصلی پیمانے کا ایک حصہ $5/1$ درجہ کے برابر ہو گا۔ ورنیر پیمانے پر جملہ حصوں کی تعداد N معلوم کیجیے اور طیف پیما کے شمار اقل کا حساب کریں $\left(1e = \frac{S}{N}\right)$

☆ منشور کو منشور میز پر اس طرح رکھیے کہ اس کا انعطافی کنارا میز کے وسط میں رہے۔ منشور کے میز کو گھمایئے تاکہ منشور کا انعطافی کنارہ توازی گر کے عین مقابل آجائے۔ اس عمل سے توازی گر سے آنے والا نور منشور کی دونوں انعطافی سطحوں پر مساوی طور پر واقع ہو گا اور منشور کی میز کو اس پوزیشن میں جکڑ دیجیے۔

☆ اس کا یقین کر لیجئے کہ ورنیر کی میز جکڑی ہوئی ہے۔ دوربین سے دیکھتے ہوئے اس کو گھڑی کی مخالف سمت میں (اس کے دائیں جانب) یہاں تک گھمایئے کہ جھری کا انعکاس سے بننے والا خیال دوربین کے میدان میں انتصابی صلیبی تار کے قریب دکھائی دے۔

☆ شکل دوربین کو اسکرو کے ذریعہ جکڑ کر دوربین کے محاسی اسکرو کو اتنا گھمایئے کہ خیال صلیبی تاروں کے انتصابی تار سے منطبق ہو جائے ورنیر I کے اصلی پیمانہ اور ورنیر کے نشان منطبق نوٹ کریں۔ اس طرح ورنیر II کے مشاہدات بھی نوٹ کیجیے۔ ان مشاہدات کو جدول میں R_1 کے تحت درج کیجیے۔

☆ دوربین کو آزاد کر دیجیے اور پوزیشن T-II تک گھمایئے یہاں تک کہ رخ AB انعکاس کے بعد بننے والا جھری کا خیال دوربین کے مناظری میدان میں آجائے جیسے اپر میں بتلائے گئے عمل کو دہرا کر اصلی پیمانے اور دو ورنیروں کے منطبقہ کو نوٹ کریں اور Iاور II کے مشاہدات کو جدول میں R_2 کے تحت درج کیجیے۔

☆ دوربین کے مقامات T1 اور T2 کے لیے پیمائش کردہ قیمتوں کا فرق ہر ورنیر کے لیے علیحدہ علیحدہ طور پر معلوم کیجیے اور جدول میں اس کو درج کیجیے اس فرق سے ہمیں 2A کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔2A کی اوسط قیمت معلوم کر کے A کو محسوب کیجیے۔

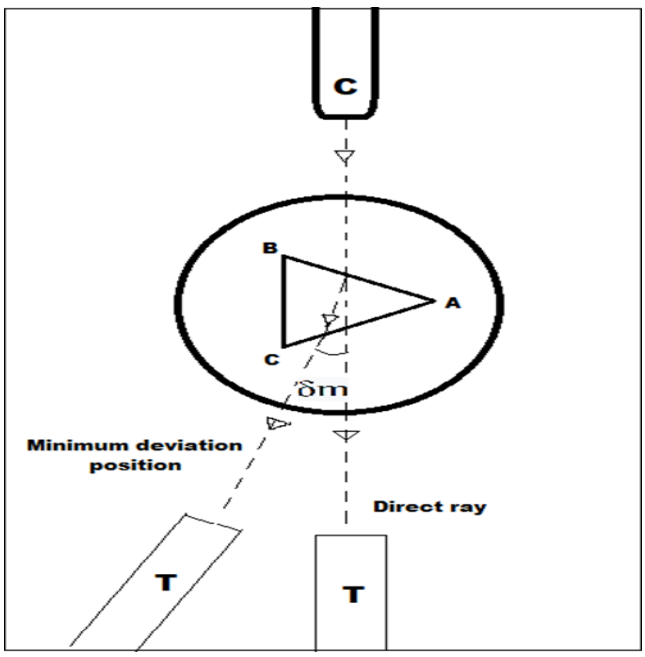
☆ نوٹ: آپ پیمانوں کی مناسب تنویر کے لیے ایک دستی لیمپ کی مدد لے سکتے ہیں اور ان کی تکبیر کے لیے ایک تکبیری شیشہ بھی کام میں لایا جاسکتا ہے۔ان کے مدد سے آپ آسانی اور صحت کے ساتھ مشاہدہ لے سکتے ہیں۔

منشور کے مادے کا انعطاف نما:

1۔ تجربہ میں بتائے گئے طریقہ عمل کو اختیار کرتے ہوئے ظیف پیمائی ترتیب کو مکمل کیجیے۔طیف پیما کے پیمانے کا شمار اقل محسوب کیجیے اور منشور کے زاویہ A کو معلوم کیجیے۔

2۔ منشور کو اس کی میز پر رکھ کر اس طرح جکڑ دیجیے کہ منشور کا مرکز ہندسی centroid اور میز کا مرکز ایک دوسرے پر منطبق ہو جائیں۔منشور کی میز کو گھمایئے تاکہ توازی گر سے آنے والے شعاعیں رخ AC پر واقع ہوں اور انعطاف کے بعد رخ AB سے برآمد ہوں۔

توازی گر کے لحاظ سے منشور کی ترتیب کے لیے ملاحظہ ہو شکل(3.7)



شکل(3.7)

3۔ دور بین کو گھڑی کی مخالف سمت ساعت میں گھمایئے (راست مشاہدہ کی دائیں جانب) یہاں تک کہ انعطاف کی وجہ سے جھری کا نپنے والا خیال دور بین کے مناظری میدان میں آجائے۔ انعطافی خیال کو دور بین سے دیکھتے ہوئے منشور کی میز کو آپ کے دائیں ہاتھ سے آہستہ آہستہ گھمایئے تاکہ جھری کا خیال راست مشاہدہ کی سمت میں (بائیں جانب) حرکت پذیر ہو جائے۔ اپنے بائیں ہاتھ سے دور بین کو رست مشاہدہ کی سمت میں گھمائے اس طرح کے خیال دور بین کے مناظری میدان سے اوجھل نہ ہونے پائے دور بین کو خیال کے ساتھ ساتھ لے کر جانا چاہیئے۔

4۔ اس عمل کو اس وقت تک جاری رکھیے جب تک کہ منشور کی میز کو وہ مقام حاصل نہ ہو جائے جس پر خیال راست مشاہدہ کی سمت میں (بائیں) جاتے ہوئے ایک لخت رک نہ جائے۔ اب اگر منشور کی میز کو مزید بائیں جانب گھمائیں تو خیال اب بائیں جانب حرکت نہیں کرے گا بلکہ اپنے راستے پر واپس لوٹے گا اور دائیں جانب (راست مشاہدہ کی سمت سے پرے) بڑھتا جائے گا۔ اس مرحلے پر منشور کی میز کو دو باتیں مرتبہ ہر دو سمتوں میں گھماتے ہوئے اس خاص مقام پر متعین کر دیجیے جس پر کہ خیال ہمیشہ اس ہی راستے سے واپس ہونا شروع کرے جس سے کہ وہ آیا تھا (پائین دائیں جانب پلیٹ جائے)۔ اب اگر منشور کی میز کو اپنی اس خاص پوزیشن کے دائیں یا بائیں جانب خفیف سی گردش دینے پر ہر صورت میں جھری کا خیال صرف اور صرف دائیں جانب میں حرکت کرتا ہے۔ یہی زاویہ انحراف ہے جو منشور کی میز کی اس پوزیشن پر اقل ترین قیمت رکھتا ہے۔

5۔ منشور کو اس کی میز پر علاحدہ کر دیجیے اور دور بین کو توازی گر کے محور کے ساتھ ایک سیدھے میں لانے کے لیے اس کو گردش دیجیے تاکہ توازی گر سے آنے والے جھری کا خیال راست طور پر دیکھا جاسکے۔ دور بین کے صلیبی انتصابی تار کو جھری کے خیال سے منطبق کروایئے اور اس کے بعد دونوں ورنیروں سے اس راست مشاہدہ D کو نوٹ کر لیجئے اور انہیں جدول میں درج کیجیے۔

6۔ منشور کی میز کو اس پوزیشن پر جکڑ دیجیے۔ دور بین کے صلیبی تارو کے انتصابی تار کو جھری کے اس خیال پر منطبق کرا دیجیے۔ اس مقصد کو حاصل کرنے کے لیے اگر ضرورت ہو تو دور بین کے مماس اسکرو کی مدد بھی لی جاسکتی ہے۔

دور بین کے اس خاص مقام کے لیے دونوں ورنیروں کو نوٹ کیجیے اور ان کو جدول میں درج کیجیے۔

7۔ دور بین کو گھڑی کی موافق سمت ساعت میں گردش دیجیے اور راست مشاہدہ کے بائیں جانب مذکورہ الصدر فقرہ جات 3 تا 6 کو دہرایئے۔ اس مقصد کے لیے منشور کو اس کی میز پر بموجب شکل (3.7) رکھے تاکہ اس صورت میں آپ کو خیال راست مشاہدہ کے بائیں جانب حاصل ہو۔ اس مرتبہ آپ کو چاہیئے کہ آپ کا بایاں ہاتھ منشور کی میز پر اور داہنا ہاتھ دور بین پر رہے۔ بالآخر منشور کو ہٹا دیجیے اور پھر دوبارہ راست مشاہدہ کو نوٹ کیجیے اور انہیں جدول میں درج کیجیے۔

D_m کی چار قیمتوں کے اوسط کو محسوب کیجیے۔ A اور D_m کی قیمتوں کو مساوات (5) میں درج کر کے مبداء سے خارج ہونے والی نور کی شعاع کے طول موج کے لیے n کی قیمت کو محسوب کیجیے۔

3.5 مشاہدہ اور تحسیب (Observations and Analysis)

طیف پیما کا شمار اقل:

ورنیر پیمانے پر 30 حصوں کا تعداد = اصلی پیمانے کی 29 حصوں کی قیمت

دائروی اصلی پیمانے کی ایک حصہ کی قیمت = $30' = 0.5^0$ (یعنی $1^0 = 60'$)

ورنیر پیمانے کی ایک حصہ کی تعداد $\frac{29}{30} \times 0.5^0$

طیف پیما کا شمار اقل = اصلی پیمانے کی ایک حصہ کی قیمت – ورنیر پیمانے کی ایک حصہ کی قیمت

$$0.5^0 - [{}^{29}/_{30} \times 0.5^0]$$

طیف پیما کا شمار اقل $= 1'$

نور کی طول موج کی قیمت = – – – – – – – –

جدول (3.1)

Table for the angle of the prism (A)

S.No	vernier	Telescope reading						Φ = a-b	A= Φ/2
		Left side (Face AB)			Right side (Face AC)				
		MSR	VSD	TR (a)	MSR	VSD	TR (b)		
1	V1								
	V2								
2	V1								
	V2								
3	V1								
	V2								

Where, MSR = Main Scale Reading, VSD = Vernier Scale division, TR = MSR+VSR×LC = Total Reading

جدول(3.2)

Table for the angle of minimum deviation

S.No	Vernier V1			Vernier V2		
	Telescope reading		Difference δm **a-b**	Telescope reading		Difference δm **a-b**
	Minimum Deviation position **a**	Direct reading **b**		Minimum Deviation position **a**	Direct reading **b**	

3.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- توازی گر اور دور بین کو علاحدہ علاحدہ پر متوازی شعاعوں کے لیے ترتیب دیجیے۔
- حرکت پذیر حصوں (منشور، ورنیر کا میز اور دور بین) میں سے وقت واحد میں کسی ایک کو حرکت دینا چاہئے اور بقیہ دو مکڑی ہوئی حالت میں رہنے چاہئیں۔
- طیف پیما کو مکمل طور پر ترتیب دینے کے بعد ہی تجربہ کا آغاز کرنا چاہئے۔
- صلیبی تاروں کے انتصابی تار کو جھری کے صرف دائیں یا بائیں کنارے سے منطبق کرنا چاہئے۔
- مماسی اسکروں کا استعمال صرف آخری ترتیبوں کے وقت ہی کیا جائے جب کہ حصوں کو چھوٹے چھوٹے زاویوں میں گھمانا پڑتا ہے۔
- اصلی پیمانے کا مشاہدہ اور ورنیر کے نشانات منطبقہ کو علاحدہ علاحدہ دیکھ کر انہیں جدول میں درج کرنا چاہئے۔
- منشور کو اس کی میز پر رکھ کر اس طرح جکڑ دیجیے کہ منشور کا مرکز بندسی (Centroid) اور میز کا مرکز ایک دوسرے پر منطبق ہو جائیں۔

3.7 روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت (Significance of Experiment in Daily Life)

❖ منشور کے انعطاف نما مختلف مواد میں نور کی تبدیلی کو بتاتا ہے۔ بہت سی انڈسٹری میں مادے کے نمونے کی جانچنے کے لیے انعطاف نما کو استعمال کیا جاتا ہے۔ مثلاً پیکیجنگ (Packaging material) جیسے شیشے، پلاسٹک

❖ یہ ایک محلول میں تحلیل ہونے والے ذرات کی تعداد اور پانی میں چینی کے مواد کی پیمائش کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

❖ نور کی خصوصیات کی پیمائش کے لیے استعمال کرنے والے دیگر نوریات کے آلات جیسے لنیز، دوربین، خوردبین میں انعطاف نما کا استعمال کیا جاتا ہیں۔

❖ قوس قزح کا تشکیل پانا اور شراب وغیرہ کو سمجھنے کے لیے شفاف واسطوں سے نور کے انعطاف کا مطالعہ کرنا چاہئے۔

❖ مناظری آلات جیسے دوربین، خردبین، دوچشمہ، عینکیں اور کیمرے وغیرہ کی بناوٹ میں یہی وصول کار فرما رہتا ہے۔

3.8 تجربی نتائج (Experimental Results)

نتائج:

(1)۔ منشور کا زاویہ $A = \left(\frac{2A}{A}\right) = = = = = = \deg main$

(2)۔ زاویہ اقل انحراف کی اوسط قیمت $D_m = = = = = = \deg$

(3)۔ دیئے ہوئے مبداء نور کے لیے منشور کے مادہ کا انعطاف نما $\mu = = = = =$

3.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

- مطلق انعطاف نما (μ): نور کی رفتار خلاء میں نور کی رفتار واسطہ میں ان دونوں کی نسبت کو مطلق انعطاف نما کہتے ہیں۔ $\mu = \frac{C}{V}$
- زاویہ انحراف: شعاع وقوع اگلی جانب اور شعاعیں خارج پچھلی جانب حرکت کرنے کے درمیان بننے والا زاویہ، زاویہ انحراف کہلاتا ہے۔
- چکنے سطحوں کے درمیانی زاویہ، زاویہ انعطاف (Refraction angle) کہلاتا ہے۔
- انعطاف نور: ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ میں داخلے پر نور کے مرنے کے عمل۔
- توازی گر: توازی گر ایک ایسا آلہ ہے جو مبداء سے آنے والی شعاعوں کو متوازی بناتا ہے۔
- طیف پیما: وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص طیف پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے۔ طیف پیما کہلاتا ہے۔
- دور بین: بہت دور واقع شخص سے آنے والی متوازی شعاعوں کو قبول کرنے میں دور بین مدد کرتا ہے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجیے (Check your Information)

1. منشور سے کیا مراد ہے؟
2. منشور کا زاویہ کو بیان کرو۔
3. اس تجربہ میں منشور کا زاویہ کی قدر کیا ہے؟
4. نور کی انعطاف سے کیا مراد ہے؟
5. اقل ترین زاویہ انحراف کو بیان کرو۔
6. اقل ترین زاویہ انحراف نور کے رنگوں کے ساتھ مختلف ہوتا ہے؟
7. انعطاف نما سے کیا مراد ہے؟ اس کے اکائیاں کیا ہیں؟
8. انعطاف نما کے دو اطلاقات کیا ہیں؟
9. طیف پیما کے مختلف حصے کیا ہیں؟ ان کے کام کی وضاحت کریں؟
10. آپ نور کی کونسی مبداء کو استعمال کر رہے ہیں؟ یہ لونی نور ہیں کیا؟
11. زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف میں کیا تعلق ہے؟
12. انعطاف کا زاویہ طول موج کے ساتھ کیسے مختلف ہوتا ہے؟
13. انعطاف کا زاویہ کن فیاکٹر (Factors) پر منحصر ہے؟
14. دور بین کے طیف پیما میں کونسی چشمہ آنکھ کے قریب ہوتا ہے؟

15. اقل ترین زاویہ انحراف کا زاویہ بدل جائے گا اگر منشور کو پانی میں ڈبو دیا جائے؟

16. خالص اور غیر خالص طیف میں کیا فرق ہے۔

17. غیر لونی عدسے کیا ہوتے ہیں؟

18. چشمہ سے کیا مراد ہے؟

Calculations

اکائی3B۔ منشور کے مادے کا انتشاری پاور

(Dispersive Power of the Material of a Prism)

اکائی کے اجزا

3.0		تمہید
3.1		مقاصد
3.2		آلات
	3.2.1	تشریح آلات
3.3		نظریہ
3.4		طریقہ عمل
3.5		مشاہدہ اور تحسیب
3.6		احتیاطی تدابیر
3.7		روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت
3.8		تجربی نتائج
3.9		کلیدی الفاظ

3.0 تمہید(Introduction)

وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص طیف پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے۔طیف پیما کہلاتا ہے۔

3.1 مقاصد(Objectives)

- ❖ پاراواپر لیمپ(Mercury Vapour Lamp)مرکیوری کے بخار کے لیمپ نور کے مدد سے شفاف منشور کے مادے کا انتشاری پاور(Dispersive Power)کو تخمین کرنا۔

3.2 آلات(Apparatus)

طیف پیما، پاراواپ لیمپ، اسپرٹ لیول، گلاس کا منشور۔

3.2.1 تشریح آلات(Apparatus Explanation)

وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص طیف پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے۔طیف پیما کہلاتا ہے۔طیف پیما کی مدد سے آپ زاویوں کی صحت کے ساتھ پیمائش کر سکتے ہیں چند مناظری مستقلوں کی تخمین کر سکتے ہیں اور مختلف مبدائے نور کے طیف کا خاکہ اتار سکتے ہیں

۔



شکل(3.1)

قبل اس سے آپ تجربہ شروع کریں طیف پیما کے مختلف حصے ان کی کارکردگی اور طریقہ استعمال سے آپ کو واقفیت حاصل کرنا پڑے گی۔ اس مقصد کے لیے ذیل میں دی ہوئی تشریح کو ملاحظہ کیجیے۔

ایک طیف پیما چار اصل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جو دوربین، توزن گر، ورنیئر کی میز اور منشور کی میز ہے۔ جیسا کہ شکل (3.1) میں دکھایا گیا ہے۔

3.3 نظریہ (Theory)

منشور کے مادے کے انتشاری پاور ω کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے کہ:

$$\omega = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu - 1}$$

جہاں μ_1 اور μ_2 منشور کے مادے کا دو رنگین انعطاف نما ہے۔

انعطاف نما کا اوسط $\frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$

نیلے (Blue) اور سرخ (red) رنگوں کے انعطاف نما μ_b اور μ_r ان دو رنگوں پر منشور کے مادے انتشاری پاور $\omega = \frac{(\mu_b - \mu_r)}{\mu - 1}$

جہاں $\mu = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$

3.4 طریقہ عمل (Procedure)

1۔ جیسا کہ اکائی (2) میں بتایا جا چکا ہے، طیف پیما کو حسب معمول مرتب کر لیا جاتا ہے۔

2۔ منشور کو منشور کی میز پر اس طرح رکھیئے کہ توازی گر سے آنے والی نور کی شعاعیں۔ اس کے پالش زدہ رخوں میں سے کسی ایک پر پڑیں، جیسا کہ شکل (3.1) میں دکھایا گیا ہے۔

3۔ دوربین کو توازی گر کے محور کی سیدھ میں لے آیئے اور جب جھری کا خیال راست طور پر دکھائی دے، دوربین کی راست ریڈنگ کو نوٹ کیجیے۔

4۔ دوربین کو گھڑی کی مخالف سمت ساعت میں (راست مشاہدے کے دائیں جانب) یہاں تک گھمایئے کہ جھری کا پہلے رتبے کا منکسر خیال دوربین کے میدان نظر میں آجائے۔

5۔ پارے کے بخارے کا لیمپ (Mercury Vapour Lamp) بطور مبداء کے استعمال سے طیف کے پہلے رتبے کے اعظم ترین زاویہ انکسار والے جھری کے خیال (سرخ خط) کے لیے مذکور الصدر طریق عمل کو پورا کیجیے۔ اس کے بعد دوربین کو بتدریج راست مشاہدے کی جانب گردش دیتے جائیں اور اس دوران پارے کے طیف میں دکھائی دینے والے ہر نمایاں رنگین خیال پر انتصابی تار کو منطبق کرتے ہوئے ان کے تناظر وریزوں کے مشاہدوں کو نوٹ کیجیے۔

6۔ دوربین کو بتدریج راست مشاہدے کی جانب گردش دیتے جائیں اور اس دوران پارے کے طیف میں دکھائی دینے والے (red) رنگ پر انتصابی تار کو منطبق کرتے ہوئے ان کے تناظر وریزوں کے مشاہدوں کو نوٹ کیجیے۔ اپنے مشاہدوں کو جدول میں درج کیجیے۔

7۔ اسی طرح دوربین کو پارے کے طیف میں دکھائی دینے والے نیلے خط میں (Blue Line) رنگ پر انتصابی تار کو منطبق کرتے ہوئے ان کے تناظر وریزوں کے مشاہدوں کو نوٹ کیجیے اور جدول میں درج کیجیے۔

8۔ آخر میں منشور کی راست خواندگی (reading) D_b اور D_r کی تصدیق کیجیے۔

9۔ A، D_r اور D_b کی قیمتوں کو مساوات میں درج کرکے μ_r اور r کی قیمتوں کو محسوب کیجیے۔

سرخ (red) رنگ کی انعطاف نما μ_r

$$\mu_r = \frac{\sin\left(\frac{A+D_r}{2}\right)}{\sin A/2}$$

نیلے (Blue) رنگ کی انعطاف نما μ_b

$$\mu_b = \frac{\sin\left(\frac{A+D_b}{2}\right)}{\sin A/2}$$

10۔ μ_r اور μ_b کی تجزبی تخمین کے بعد منشور کے مادے کی انتشاری پاور ω کی قیمت کو محسوب کیجیے۔

$$\omega = \frac{\mu_b - \mu_r}{\mu - 1}$$

جہاں $\omega = \frac{\mu_r + \mu_b}{2}$

3.5 مشاہدہ اور تحسیب (Observations and Analysis)

1۔ اصلی پیمانے کے ایک حصہ کی قیمت $S = - - - - - deg$

2۔ ورنر پیمانہ پر جملے حصو کی تعداد $N = - - - - -$

3۔ طیف پیما کا شمار اقل $L.C = - - - - - - - deg$

$- - - - - - - min$

$- - - - - - - - deg$

4۔ زاویہ اقل انحراف کی قیمت $D_r = - - - - - - - deg$

$D_b = - - - - - -$

5۔ 2A کی اوسط قیمت $- - - - - - - Deg min$

6۔ منشور کا زاویہ $A = - - - - - - - Deg\ min$

جدول(3.1)

Table for the angle of the prism (A)

S.No	vernier	Telescope reading						Φ = a-b	A= Φ/2
		Left side (Face AB)			Right side (Face AC)				
		MSR	VSD	TR (a)	MSR	VSD	TR (b)		
1	V1								
	V2								
2	V1								
	V2								
3	V1								
	V2								

Where, MSR = Main Scale Reading, VSD = Vernier Scale division, TR = MSR+VSR×LC = Total Reading

جدول(3.2)

Table for the angle of minimum deviation

Colouur of the spectrum	Vernier V1			Vernier V2			Avg Dm
	Telescope reading		Difference Dm= **a-b**	Telescope reading		Differen ceDm= **a-b**	
	Minimum Deviation position **a**	Direct reading **b**		Minimum Deviation position **a**	Direct reading **b**		

3.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- طیف پیما کو مکمل طور پر ترتیب دینے کے بعد ہی تجربہ کار آغاز کرنا چاہئے۔
- منشور کی انعطافی سطحوں کو انگلیوں سے نہ چھوئیے۔
- منشور کو اس کے استعمال سے پہلے ایک کپڑے کے ذریعے صاف کر لیجئے۔
- مماسی اسکروں کا استعمال صرف آخری ترتیبوں کے وقت ہی کیا جائے جب کہ حصوں کو چھوٹے چھوٹے زاویوں میں گھمانا پڑتا ہے۔

3.7 روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت (Significance of Experiment in Daily Life)

تجربہ کی تکمیل کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- ❖ طیف پیما کے ذریعہ آپ زاویوں کی صحیح پیمائش کر سکیں گے اور دیئے ہوئے منشور کے انعطافی زاویہ کی تخمین کریں گے۔
- ❖ دیئے ہوئے منشور کے انتشاری پاور کی تخمین بھی کریں گے۔

3.8 تجربی نتائج (Experimental Results)

نتائج:

دیئے ہوئے مبداء نور کے رنگ منشور کے مادہ کا انعطاف نما $\mu_r = \text{------}$

$\mu_b = \text{------}$

منشور مادہ کا انتشاری پاور $\omega = \text{-----}$

3.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

- **طیف پیما:** وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص طیف پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے۔
- **منشور زاویہ:** شعاع وقوع اگلی جانب اور شعاعیں خارج پچھلی جانب حرکت کرنے درمیان بننے والا زاویہ منشور زاویہ
- **زاویہ انحراف:** شعاع وقوع منشور کے ایک سطح رپ پڑتی ہے تو سیدھے ایک ہی خط مستقیم میں سفر نہیں کرتی بلکہ منعطف ہو جاتی ہے۔ اس کے درمیان زاویہ کو شعاع کا زاویہ انحراف (δ)
- **محوری حصہ:** منشور کا انعطافی زاویہ 'A' سطح کنارے سے ایک حصہ جو مستوی کے عمودوار ہوتا ہے محوری حصہ (Principle Section)

اپنی معلومات کی جانچ کیجیے (Check your Information)

1۔ انتشاری پاور سے کیا مراد ہے۔

2۔ طیف پیما میں توازی گر کس مقصد کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

3۔ منشور کے زاویہ کے لحاظ سے زاویہ انحراف کس طرح بدلتا ہے۔

4۔ اگر بجائے پیلی روشنی (سوڈیم نور) کے سرخ نور کو استعمال کریں تو کیا کس منشور کے مادے کا انعطاف نما بدل جاتا ہے۔

5۔ مختلف شعاع کو منشور کے قاعدے کے متوازی ہونے کی شرط کونسی ہے۔

Calculations

اکائی 4A۔ منشور کے مادے کا کاچی مستقل

(Cauchy Constant of Material of a Prism)

اکائی کے اجزا

4.0		تمہید
4.1		مقاصد
4.2		آلات
	4.2.1	تشریح آلات
4.3		نظریہ
4.4		طریقہ عمل
4.5		مشاہدہ اور تحسیب
4.6		احتیاطی تدابیر
4.7		روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت
4.8		تجربی نتائج
4.9		کلیدی الفاظ

4.0 تمہید(Introduction)

ایک منشور تین مستوی سطح پر مشتمل ہوتا ہے جو تین متوازی خطوط ہوتے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھلایا گیا ہے۔ عام طور رپ منشور کا ایک حصہ جو سطح زمین پر ہوتا ہے کھردار اور باقی دو بہت زیادہ چکنے ہوتے ہیں۔ نور کی شعاع ان چمکدار سطحوں سے ٹکرار کر منعطف ہوتی ہے۔ منشور کے انتصابی خط جو دو چکنے سطحوں کو ملاتا ہے۔ منعطف کنارے کہلاتا ہے۔ چکنے سطحوں کے درمیان فی زاویہ، زاویہ انعطاف کہلاتا ہے

4.1 مقاصد(Objectives)

- طیف پیما کے ذریعہ شفاف منشور کے مادے کا کاچی مستقل کی تخمین کرنا۔

4.2 آلات(Apparatus)

طیف پیما، سوڈیم و پیپر لیمپ، اسپرٹ لیول، گالاس کا منشور، تکبیر شیشہ۔

4.2.1 تشریح آلات(Apparatus Explanation)

وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص طیف پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے۔ طیف پیما کہلاتا ہے۔ طیف پیما کی مدد سے آپ زاویوں کی صحت کے ساتھ پیائش کر سکتے ہیں چند مناظری مستقلوں کی تخمین کر سکتے ہیں اور مختلف مبدائے نور کے طیف کا خاکہ اتار سکتے ہیں۔



شکل(4.1)

قبل اس سے آپ تجربہ شروع کریں طیف پیما کے مختلف حصے ان کی کارکردگی اور طریقہ استعمال سے آپ کو واقفیت حاصل کرنا پڑے گی۔

ایک طیف پیما چار اصل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جو دوربین، توزن گر، ورنیئر کی میز اور منشور کی میز ہے۔ جیسا کہ شکل (4.1) میں دکھایا گیا ہے۔

4.3 نظریہ (Theory)

اُصول: آپ ملاحظہ کیجیے شکل (4.1) جس میں ایک منشور کو اس کے رخ AB پر واقع ہونے والی شعاع PQ کے لیے اقل انحرافی پوزیشن میں ترتیب دیا گیا ہے۔ یہ شعاع منشور کے نقاط Q اور R پر منعطف ہو کر رخ AC سے براہ RS خارج ہوتی ہے۔ شعاع واقع اور شعاع خروج کے درمیان زاویہ MNR کو زاویہ اقل انحراف کہتے ہیں اور اس کی تعبیر D_m سے کی جاتی ہے۔ اس پوزیشن میں $i_1 = i_2$ اور ہوتے ہیں $r_1 = r_2$

اگر منشور مساوی الاضلاع یا مساوی الساقین ہو تو QR منشور کے قاعدہ BC کے متوازی ہو گا۔ طیف پیما کے ذریعہ زاویہ اقل انحراف کی پیمائش کے حسب ذیل فوائد ہوتے ہیں۔

(a)۔ خیال انتہائی تابان ہوتا ہے۔

(b)۔ شخص اور اس کا خیال منشور سے مساوی فاصلوں پر واقع ہوتے ہیں۔ C زاویہ کی پیمائش میں غلطی کا امکان نہایت ہی کم ہوتا ہے۔ ذیل کی مساوات منشور کے مادے کے انعطاف نما 'n' زاویہ اقل انحراف D اور زاویہ منشور A کے مابین رشتے کو ظاہر کرتی ہے یعنی۔

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D_b}{2}\right)}{\sin A/_2}$$

اس طرح دیئے ہوئے مبدانور کے طول موج کے لیے آپ A اور D_m کی تجربی تخمین کے بعد n کی قیمت کو محسوب کر سکتے ہیں۔

4.4 طریقہ عمل (Procedure)

1۔ اکائی (3) کے تجربہ میں بتایئے گئے طریق عمل کو اختیار کرتے ہوئے، طیف پیما کی ترتیبوں کو مکمل کیجیے۔ طیف پیما کے پیمانے کا شمار اقل محسوب کیجیے اور منشور کے زاویہ A کو معلوم کیجیے۔

2۔ منشور کو اس کی میز پر رکھ کر اس طرح جکڑ دیجیے کہ منشور کا مرکز ہندسی (Centroid) اور میز کا مرکز ایک دوسرے پر منطق ہو جائیں۔ منشور کی میز کو گھمایئے تاکہ توازی گر سے آنے والی شعاعیں رخ AC پر واقع ہوں اور انعطاف کے بعد رخ AB سے برآمد ہوں۔ توازی گر کے لحاظ سے منشور کی ترتیب کے لیے ملاحظہ ہو شکل (4.1)۔

3۔ منشور کی میز کو اس پوزیشن پر جکڑ دیجیے۔ دوربین کے صلیبی تاروں کے انتصابی تار کو جھری کے اس خیال پر منطبق کرا دیجیے۔ اس مقصد کو حاصل کرنے کے لیے اگر ضرورت ہو تو دوربین کے مماسی اسکرو کی مدد بھی لے جاسکتی ہے۔

4۔ منشور کو اس کی میز پر علاحدہ کر دیجیے اور دوربین کو توازی گر کے محور کے ساتھ سیدھے میں لانے کے لیے اس کو گردش دیجیے تاکہ توازی گر سے آنے والا جھری کا خیال راستہ طور پر دیکھا جاسکے۔

دوربین کو توازی گر کے محور کی سیدھ میں لے آیئے اور جب جھری کا خیال راست طور پر دکھ دے، دوربین کی راست ریڈنگ کو نوٹ کیجیے۔ مشاہدہ کو نوٹ کرنے سے قبل جھری کے خیال کو دوربین کے صلیبی تاروں کے انتصابی تار پر منطبق کروایئے۔

5۔ دوربین کو گھڑی کی مخالف سمت ساعت میں (راست مشاہدے کے دائیں جانب) یہاں تک گھمایئے کہ جھری کا پہلے رتبے کا منکر خیال دوربین کے میدان نظر میں آجائے۔

6۔ دوربین سے دیکھتے ہوئے، منشور کی میز کو گھماتے جایئے اس طرح کہ خیال راست شعاع کی جانب بڑھتا رہے اس کے ساتھ ساتھ دوربین کو بھی حرکت دیتے رہیے تاکہ خیال ہمیشہ اس کے میدان نظر میں رہے۔ منشور کی میز کے ایک خاص پوزیشن پر خیال رکھے اب راست شعاع کی جانب حرکت نہیں کرتا بلکہ اس ہی راستے سے واپس ہونا شروع کرتا ہے (دائیں جانب گھوم جاتا ہے) منشور کی میز کو اس مقام پر جما دیجیے جہاں سے خیال اس ہی راستے سے عین واپس ہونا شروع کرتا ہے۔ کسی خاص خط (رنگ) کے لیے یہ طیف کے پہلے رتبے کا مقام اقل انحراف ہے۔ یہ خیال اب بلالحاظ منشور کی میز کی سمت حرکت (خواں حرکت گھڑی کی موافق سمت ساعت یا مخالف سمت ساعت میں ہو) کے، بڑھتے ہوئے زاویہ انحراف کی سمت میں حرکت کرے گا دوربین کو، خیال کے اس خاص مقام تک گردش دیجیے تاکہ خیال دوربین کے صلیبی تاروں کے انتصابی تار پر منطبق ہو جائے دونوں وریزوں میں دوربین کے اس مقام کو نوٹ کیجیے۔

7۔ اگر پارے کے بخارے کا لیمپ (Mercury Vapour Lamp) بطور مبداء کے استعمال کیا گیا ہے تو اس کے طیف کے پہلے رتبے کے اعظم ترین زاویہ انکسار والے جھری کے خیال (سرخ خط) کے لیے مذکور الصدر طریقہ عمل کو پورا کیجیے۔ اس کے بعد دوربین کو بتدریج راست مشاہدے کی جانب گردش دیتے جائیں اور اس دوران پارے کے طیف میں دکھائی دینے والے ہر نمایاں رنگین خیال پر انتصابی تار کو منطبق کرتے ہوئے ان کے تناظر وریزوں کے مشاہدوں کو نوٹ کیجیے ہر وقت اس امر کی تصدیق کر لینا چاہئے کہ آیا زیر مشاہدہ خط اپنے اقل انحراف کی پوزیشن میں ہے یا نہیں۔ اس طرح کے عمل کو پورے نمایاں خطوط کے ختم ہونے تک جاری رکھئے۔ $(R_1 R_2 R_3 -)$۔ اپنے مشاہدوں کو جدول میں بتایئے گئے طریقہ پر درج کیجیے۔

8۔ بالآخر منشور کو ہلا دیجیے اور پھر دوبارہ راست مشاہدہ کو نوٹ کیجیے اور انہیں جدول میں درج کیجیے۔

9۔ ہر ایک خط کے لیے اس کے اقل انحراف کی پوزیشن اور راست مشاہدے کی پوزیشن سے متعلق مشاہدات کے فرق کو معلوم کر کے ہر رنگ کے لیے زاویہ اقل انحراف (یعنی $(R_1 \sim D, R_2 \sim D)$ وغیرہ) کی تخمین کرنے پر طیفی خط کے لیے دو وریزوں کے پیمانوں کی وجہ سے آپ کو دو زاویہ یا اقل انحراف حاصل ہوں گے۔

گراف: آپ گلاس کے منشور کو استعمال کرتے ہوئے مرکیوری کے بخار کے لیمپ کے طیف کو معلوم کر سکتے ہیں اس کے لیے منشور کو اقل انحراف کی پوزشین میں ترتیب دینا چاہئے اس صورت میں آپ کو مختلف رنگوں کے لیے منشور کے مادے کے انعطاف نما معلوم ہونگے۔
ان کے طول موج جدول سے ان کے طول موج کو حاصل کر کے آپ حسب ذیل ترسیمیں کھینچ سکتے ہیں۔

(i)۔ λ کے مابین ترسیم (ii)۔ μ اور $\frac{1}{\lambda^2}$ کے مابین اسم بنایئے۔ گراف ایک خط مستقیم ہو گی

گراف کی مدد سے A اور B قیمتیں حاصل کر کے ضابطے میں مندرج کیجیے $\mu = A + B/\lambda^2$

4.5 مشاہدہ اور تحسیب (Observations and Analysis)

مشاہدات:

☆ اصلی پیمانے کے ایک حصہ کی قیمت $S = \ - - - - - deg$

☆ وریزر پیمانے پر جملہ حصوں کی تعداد $N = \ - - - - - -$

☆ طیف پیما کا شمار اقل $L.C = \frac{S}{N} = \ - - - - deg$
$= \ - - - - - min$
$= \ - - - - - deg$

☆ زاویہ اقل انحراف کی اوسط قیمت $D_m = \ - - - - - deg$

☆ 2A کی اوسط قیمت $2A = \ - - - - - deg.min$

☆ منشور کا زاویہ $\frac{2A}{2} = A = \ - - - - deg.min$

جدول (4.1)

سلسلہ نشان	خط کی تشریح	مشاہدات		δ		اوسط δ	λ
		ورنیر I	ورنیر II	ورنیر I	ورنیر II		
1	راست مشاہدہ D						
2	سرخ R_1			$D \sim R_1$			
3	زرد R_2			$D \sim R_2$			
4	ہرا R_3			$D \sim R_3$			
5	نیلا R_4			$D \sim R_4$			
6	بنفش R_5			$D \sim R_5$			

7	راست مشاہدہ جانچ D						

4.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- طیف پیما کے استعمال کرنے اور اس کے مشاہدات لینے کے دوران ان تمام احتیاطوں کو ملحوظ رکھئے۔
- اصلی پیمانے کا مشاہدہ اور وزیر کے نشانات منطبقہ کو علاحدہ علاحدہ دیکھ کر انہیں جدول میں درج کرنا چاہئے۔
- حرکت پذیر حصوں (منشور ورنیر کا میز اور دوربین) میں سے وقت واحد میں کسی ایک کو حرکت دینا چاہئے اور بقیہ دو جکڑی ہوئی حالت میں رہنے چاہئیں۔
- منشور کی انعطافی سطحوں کو انگلیوں سے نہ چھوئیے۔ منشور کو اس کے استعمال سے پہلے ایک کپڑے کے ذریعے صاف کر لیجئے۔

4.7 روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت (Significance of Experiment in Daily Life)

تجربہ کی تکمیل کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

❖ طیف پیما کے ذریعہ آپ زاویوں کی صحیح پیمائش کر سکیں گے اور دیئے ہو منشور کے انعطافی زاویہ کی ذریعہ کاچی مستقل (Couchy Constant) کی تخمین کریں گے۔

4.8 تجربی نتائج (Experimental Results)

نتائج:

☆ مبداء نور کے طول موج کے اوسط مثبت m $\lambda = \ - - - - - -$

کاچی مستقل کی قیمتیں $A = - - - -$

$B = - - - - -$

4.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

➢ زاویہ انعطاف: شعاع وقوع اگلی جانب اور شعاعیں خارج پچھلی جانب حرکت کرنے درمیان بننے والا زاویہ

➢ زاویہ انحراف (δ) : عاع وقوع منشور کے ایک سطح رپ پڑتی ہے تو سیدھے ایک ہی خط مستقیم میں سفر نہیں کرتی بلکہ منعطف ہو جاتی ہے۔ اس کے درمیان زاویہ کو شعاع کا زاویہ انحراف (δ) کہلاتا ہے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجیے (Check your Information)

1. طیف سے کیا مراد ہے۔
2. طیف پیما میں توازی گر کس مقصد کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔
3. دونوں ورنیروں کا مشاہدہ کرنا کیوں ضروری ہے۔
4. زاویہ انحراف اور زاویہ اقل انحراف سے کیا مراد ہے۔
5. منشور کے زاویہ کے لحاظ سے زاویہ انحراف کس طرح بدلتا ہے۔
6. اقل انحرافی پوزیشن میں منشور کو ترتیب دینے سے کیا فائدے ہوتے ہیں۔

Calculations

اکائی4B۔ منشور کے مادے کا تحلیل پاور

(Resolving Power of the Material of a Prism)

اکائی کے اجزا

4.0		تمہید
4.1		مقاصد
4.2		آلات
	4.2.1	تشریح آلات
4.3		نظریہ
4.4		طریقہ عمل
4.5		مشاہدہ اور تحسیب
4.6		احتیاطی تدابیر
4.7		روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت
4.8		تجربی نتائج
4.9		کلیدی الفاظ

4.0 تمہید(Introduction)

انکسار نور کا مظہر کسی بھی مناظری آلے کی تحلیلی طاقت کو محدود کر دیتا ہے۔ کسی آلے کی یہ صلاحیت کہ وہ دو مشعل رکھے ہوئے شخصوں کے خیال الگ الگ پیدا کرے اس کی تحلیلی طاقت کہلاتی ہے۔

4.1 مقاصد(Objectives)

- منشور کے مادے کا تحلیل پاور(Resolving power) کو تخمین کرنا۔

4.2 آلات((Apparatus

طیف پیما(Mercury vapour lamp)اسپرٹ لیول، گلاس کا منشور، تکبیر شیشہ

4.2.1 تشریح آلات(Apparatus Explanation)

وہ آلہ جس کی بناوٹ اور ترتیب میں خالص طیف پیدا کرنے کی ضرورتوں کو شامل کیا گیا ہے طیف پیما کہلاتا ہے۔ طیف پیما کی مدد سے آپ زاویوں کی صحت کے ساتھ پیمائش کر سکتے ہیں چند مناظری مستقلوں کی تخمین کر سکتے ہیں اور مختلف مبدائے نور کے طیف کا خاکہ اتار سکتے ہیں۔

قبل اس سے آپ تجربہ شروع کریں طیف پیما کے مختلف حصے ان کی کار کردگی اور طریقہ استعمال سے آپ کو واقفیت حاصل کرنا پڑے گی۔ اس مقصد کے لیے اکائی(4A) میں دی ہوئی تشریح کو ملاحظہ کیجیے۔

ایک طیف پیما چار اصل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جو دوربین، توزن گر، ورنئیر کی میز اور منشور کی میز ہے۔ جیسا کہ شکل(4.1) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل(4.1)

4.3 نظریہ (Theory)

اصول:

انکسار نور کا مظہر کسی بھی مناظری آلے کی تحلیلی طاقت کو محدود کر دیتا ہے۔ کسی آلے کی یہ صلاحیت کہ وہ دو مشعل رکھے ہوئے شخصوں کے خیال الگ الگ پیدا کرے اس کی تحلیلی طاقت کہلاتی ہے۔ کسی آلے کی تحلیلی طاقت کی تعریف یوں بھی کی جاسکتی ہے کہ یہ مقلوب ہے دو نقطوی شخصوں کے درمیان اقل ترین زویائی علاحدگی کا جن کے خیالوں کو آلہ عین جدا جدا کر کے دکھاتا ہے۔ لارڈ ریلے نے نظری طور پر بتایا کہ اگر ایک کے انکسار کے اعظم وترین کا مرکز دوسرے کے انکساری پیٹرن کے پہلے اقل ترین پر ہو تو خیالوں میں عین تحلیل وقع ہوگی۔ اس کو ریلے کا معیار کہا جاتا ہے۔

$$\text{دوربین کی تحلیلی طاقت} = \frac{a}{1.22\lambda}$$

جہاں a = دوربین کے دہانے کے عدسے کے روبرو جھری کی چوڑائی ہے۔

λ = مستعملہ نور کا طول موج

دبانے پر رکھی ہوئی تاروں کی جالی میں اگر دو متعل انتصابی تاروں سے، جب کہ وہ عین تحلیل شدہ ہوں، بننے والا زاویہ تجربے کی رو سے $\frac{x}{D}$ ہو تو

$$\text{دوربین کی تحلیل طاقت} = \frac{D}{x}$$

4.4 طریقہ عمل (Procedure)

☆ تاروں کی جالی سے بنے ہوئے پردے پر ایک برش کی مدد سے گرد صاف کر دیجیے۔ تاروں کی جالی کو متحرک خردبین کے مقابلے رکھیے۔ خوردبین کو اسکے افقی پیمانے کی ابتداء کے قریب لائیے اور جالی پر فوکس کر کے اس کے بائیں سرے کے قریب کسی ایک انتصابی تار کو منتخب کر لیجئے۔ اس کا تعین کر لیجئے کہ منتخبہ انتصابی قار کے دائیں جانب مزید (25) سے زائد انتصابی تار موجود ہیں۔ خوردبین کے انتصابی صلیبی تار کو منتخبہ تار کے ساتھ منطبق کیجیے اور خردبین کے افقی پیمانے پر ریڈنگ نوٹ کیجیے۔ اس ریڈنگ کو جدول میں صفر نمبر والے تار کے تحت درج کیجیے۔ اس تار کے نمبر کو صفر مان کر خردبین کو دائیں جانب جالی کے پانچ (5) وین انتصابی تار تک حرکت دیجیے۔ اس پانچویں تار کو صلیبی تاروں کے انتصابی تار کے ساتھ منطبق کیجیے اور خوردبین پر ریڈنگ نوٹ کیجیے۔ اس عمل کو دہراتے ہوئے سلسلہ وار (10) ویں (15) ویں (20) ویں اور (25) ویں انتصابی تار کو خوردبین کے صلیبی انتصابی تار کے ساتھ منطبق کر کے مشاہدات کو جدول (4.1) میں درج کیجیے۔ ان مشاہدات R_0, R_5 کے نام دیجیے۔

☆ تاروں کی جالی کو سوڈیم نور کے مقابل رکھیے۔ دوربین کو منور جالی کے سامنے تقریباً 1.5 میٹر کے فاصلے پر رکھیے۔

☆ ترتیب پذیر مستطیلی جھریت کو (جس کی چوڑائی ایک مائیکرو میٹر پیچ سے معلوم کی جاسکتی ہے) دوربی کے دہانے عدسے کی ساتھ متصل کیجیے۔ جھری کو انتصابی بنایئے جھری کو متعدبہ حدود تک کھلا چوڑ کر دوربین کو تاروں کی منور جالی پر فوکس کیجیے۔

☆ جھری کو بتدریج باریک بنانا چاہئے یہاں تک کہ دوربین کے تناظری میدان سے جالی کے انتصابی تار غائب ہو جائیں۔ اگر اس مقام پر جھری کو ذرا سا بھی چوڑا کریں تو انتصابی تار دوبارا نظر آنے لگیں۔ اس مقام فاصل پر جھری کی چوڑائی کو ٹھیک ترتیب دیجیے۔

☆ جب جھری مقام فاصل پر مرتب ہو جائے تو مائیکرو میٹر پیچ کی مدد سے جھری کی چوڑائی کو نوٹ کیجیے۔ عمل کو دو تین بار دہرا کر اس چوڑائی کی تصدیق کر کیجیے۔ ایک پیمائش قضے کی مدد سے دوربین اور تاروں کی جالی کے مابین فاصلہ D معلوم کیجیے۔

☆ دوربین اور جالی کے درمیانی فاصلے D کو ہر بار 0.5 میٹر بڑھاتے ہوئے تجربے کو تین یا چار بار دہرایئے۔ مشاہدات کو جدول میں درج کیجیے۔

☆ جیسا کہ جدول(4.1) میں دکھایا گیا ہے ، جالی کے پانچ پانچ تاروں کے مابین فاصلوں کو نوٹ کیجیے $(R_{10} - R_5)(R_5 - R_0)$ ان کی اوسط قیمت معلوم کیجیے۔ اس سے جالی کے دو انتصابی تاروں کے مابین دوری کو محسوب کیجیے اور اس قیمت کو نوٹ کیجیے۔ دوربین کی تجربی اور نظری قیمتوں کو محسوب کیجیے۔ جیسا کہ جدول(4.2) میں دکھایا گیا ہے اور ان کا تقابل کیجیے۔

4.5 مشاہدہ اور تحسیب (Observations and Analysis)

1۔ اسلی پیمانے کے ایک حصہ کی قیمت $S = \text{-----}deg$

2۔ ورنیر پیمانے پر جملہ حصوں کی تعداد $N = \text{-----}$

3۔ طیف پیما کا شمار اقل $L.C = \text{-----}deg$

$\text{-----} = min$

$\text{-----} = deg$

4۔ زاویہ اقل انحراف کی قیمت $D_b = \text{-----}deg$

$D_y = \text{-----}deg$

5۔ 2A کی اوسط قیمت $= \text{-------} \min Deg$

منشور کا زاویہ $A = \text{-----} \deg min$

جدول(4.1)

سلسلہ نشان	تار کا نمبر	مائیکرومیٹر ریڈنگ				تاروں کے مابین فاصلہ
			MSR	VC	Total	
		R_0				$R_5 - R_0$
		R_5				$R_{10} - R_5$
		R_{10}				$R_{15} - R_{20}$
		R_{15}				$R_{25} - R_{20}$
		R_{20}				$R_{30} - R_{25}$

جدول(4.2)

سلسلہ نشان	جالی کا فاصلہ دوربین سے D میٹر	تجربی قیمت $=x/D$	مقام کامل پر جھری کی چوڑائی		فطری قیمت $\frac{a}{1.22\lambda}$
			cm میں	m میں	

4.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- طیف پیما کی مکمل طور پر ترتیب دینے کے بعد ہی تجربہ کار آغاز کرنا چاہئے۔
- اصلی پیمانے کا مشاہدہ اور ورنیر کے نشانات منطبقہ کو علاحدہ علاحدہ دیکھ کر انہیں جدول میں درج کرنا چاہئے۔
- ممکنہ خطاؤں کو دور کرنے کے لیے بہتر ہے کہ دونوں ورنیروں کا مشاہدہ کیا جائے۔
- زاویہ کی تحسیب میں کسی ایک ہی ورنیر کے مشاہدوں کا فرق لینا چاہئے۔
- ترتیب پذیر جھری کو انتصابی وضع میں رکھیے۔
- جھری کی فاصل چوڑائی مقرر کرنے سے پہلے کئی بار آزمایئے۔
- مائیکرومیٹر پیچھے سے جھری کی چوڑائی محسوب کرتے وقت Back Lash خطا گریز کیجیے۔

4.7 روزمرہ زندگی میں اس تجربے کی اہمیت (Significance of Experiment in Daily Life)

❖ آسمان کی گہرائیوں کی چھان بین کے لیے آپ کو لازماً بڑی دوربین کی ضرورت محسوس ہو سکتی ہے۔

❖ انسانی آنکھ کی تحلیل طاقت کا اندازہ آپ ذیل کے طریقے سے لگا سکتے ہیں۔

4.8 تجربی نتائج (Experimental Results)

نتائج:

دیئے ہوئے مبداء نور کے رنگ منشور کے مادہ کا انعطاف نما $\mu_b = -----$

$\mu_y = -----$

منشور مادہ کا تحلیلی پاور $\omega = -----$

4.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

➢ شعاع (ray): نور کی توانائی کے سفر کرنے کے راستے کو شعاع کہتے ہیں۔

➢ منشور (Prism): منشور شیشہ کا بنا ہوا ہوتا ہے۔

➢ دوربین (Telescope): یہ بہت دور کے ذرات کو دیکھنے کے لئے استعمال کرتے ہے۔

➢ خوردبین (Microscope): یہ چھوٹے ذرات کو دیکھنے کے لئے استعمال کرتے ہے۔

➢ انتشاری طاقت (Dispersive Power): وہ نسبت جو روانی انتشار اور اوسط انحرافی زاویہ D_y برائے زرد رنگ کی شعاع واسطہ کی انتشاری طاقت کہلاتی ہے۔

اپنی معلومات کی جانچ کیجیے (Check your Information)

1. دونوں ورنیروں کا مشاہدہ کرنا کیوں ضروری ہے۔
2. دوربین کو کیوں استعمال کیا جاتا ہے۔
3. کون سے طیفی خط کے لیے زاویہ اقل انحراف کم ہوتا ہے۔
4. مرکیوری کے طیف کے نمایاں خطوط کونسے ہیں۔
5. ایک آلے کی تحلیلی طاقت کی تعریف کیجیے۔
6. وہ کون سے عوامل ہیں جن پر ایک دوربین کی تحلیل طاقت منحصر ہوتی ہے۔
7. ایک آلے کی تحلیلی طاقت کی تعریف کیجیے۔
8. وہ کون سے عوامل ہیں جن پر ایک دوربین کی تحلیل طاقت منحصر ہوتی ہے۔
9. ریلے کا معیار کیا ہے۔

Maulana Azad National Urdu University

B.Sc. (Physics) III Semester Examination

Optics (BNPH301DCP)

Practical Model Paper

وقت:2 گھنٹے　　کل نمبرات:20

---

1. طیف پیما کے ذریعہ شفاف منشور کے انعطافی زاویہ کی تخمین کیجئے۔
2. ایک لونی نور کے منشور سے گزرنے کی صورت میں زاویہ اقل انحراف کی تخمین اور ایک خاص موج کے لیے منشور کے مادے کا انعطاف نما معلوم کیجئے۔
3. پاراواپر لیمپ نور کے مدد سے شفاف منشور کے مادے کا انتشاری پاور (Dispersive power) کو تخمین کیجئے۔
4. طیف پیما کے ذریعہ شفاف منشور کے مادے کا کاچی مستقل کی تخمین کیجئے۔
5. طیف پیما کے ذریعہ منشور کے مادے کا تحلیل پاور (Resolving power) کی تخمین کیجئے۔
6. نیوٹن کے حلقوں کو استعمال کرتے ہوئے ایک دئے ہوئے ایک لونی مبراء نور کے طول موج کی پیائش کیجئے۔
7. ایک مستوئی انتقالی جالی کی مدد سے دیئے ہوئے Laser نور کے طیفی محفوظ کے طول موج کی تخمین کیجئے۔