

BSCH502DST

کیمیاء میں تجزیاتی طریقہ

(Analytical Method in Chemistry)

Part I- Theory

Part II- Practical (Separate)

پچلر آف سائنس (بی۔ ایس۔ سی۔)

(پانچواں سمسٹر)

نظامت فاصلاتی تعلیم

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

حیدرآباد-32، تلنگانہ-بھارت

© Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad

Course- Analytical Method in Chemistry

ISBN: 978-81-968803-1-6

First Edition: December, 2023

| | |
|-----------------|---|
| Publisher | : Registrar, Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad |
| Publication | : 2023 |
| Copies | : 700 |
| Price | : 260/- (The price of the book is included in admission fees of distance mode students) |
| Copy Editing | : Dr. Mohammed Arifuddin, DDE, MANUU |
| Cover Designing | : Dr. Mohd. Akmal Khan, DDE, MANUU |
| Printer | : Print Time & Business Enterprises, Hyderabad |

Analytical Method in Chemistry

For

B. Sc 5th Semester

On behalf of the Registrar, Published by:

Directorate of Distance Education

Maulana Azad National Urdu University

Gachibowli, Hyderabad-500032 (TS), India

Director: dir.dde@manuu.edu.in Publication: ddepublication@manuu.edu.in

Phone number: 040-23008314 Website: manuu.edu.in

© All rights 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 from the publisher (registrar@manuu.edu.in)



ایڈیٹرس
(Editors)

Dr. Qasim Ullah

Course Coordinator
Assistant Professor (Chemistry)
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

(Language Editors)

Dr. Md. Nehal

Guest Faculty/Assistant Professor (Contractual), Urdu
Directorate of Distance Education, MANUU

مترجم

(Translators)

Mohammed Abdul Salim,

Retd. Lecturer, Prabhani .

مجلس ادارت

(Editorial Board)

Dr. Qasim Ullah

Course Coordinator
Assistant Professor (Chemistry)
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Dr. Nuzhath Fathima

Assistant Professor of Chemistry, Al Habeeb College of
Engg. & Technology, Hyderabad.

ڈاکٹر قسیم اللہ

کورس کوآرڈینیٹر، اسٹنٹ پروفیسر (کیمیا)
اسکول برائے سائنسی علوم مانو، حیدرآباد

ڈاکٹر نزهت فاطمہ

اسٹنٹ پروفیسر (کیمیا)
الجیب کالج آف انجینئرنگ & ٹیکنالوجی، حیدرآباد

کورس کوآرڈینیٹر

ڈاکٹر قسیم اللہ، اسٹنٹ پروفیسر (کیمیا)، اسکول برائے سائنسی علوم، مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد

مصنفین

- اکائی نمبر
- پروفیسر انیس احمد' پروفیسر (کیما)، علیگڑھ مسلم یونیورسٹی' علیگڑھ
 - پروفیسر نظام الحق انصاری' سنت بابا بھاگ سنگھ یونیورسٹی۔ جالندھر۔
 - محترمہ نایلا غزل' اسسٹنٹ پروفیسر (کیما)، گلوبل کالج آف انجینئرنگ اور ٹیکنالوجی۔
 - ڈاکٹر ثمرین فاروقی' مولانا آزاد کالج' اورنگ آباد۔
 - ڈاکٹر سیدہ شمینہ عزیز، شعبہ کیما، انور العلوم کالج، ملے پٹی، حیدرآباد
 - ڈاکٹر محمد عارف الدین، شعبہ کیما' نظامت فاصلاتی تعلیم، مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی
 - اور اکائی 17 تا 20
 - ڈاکٹر نزہت فاطمہ' اسسٹنٹ پروفیسر (کیما)' الحبیب کالج آف انجینئرنگ & ٹیکنالوجی' حیدرآباد
 - جناب محمد عبدال مقتدر' کالج آف پالی ٹیکنیک' مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی
- اکائی 1 تا 4
- اکائی 5
- اکائی 6 اور 11
- اکائی 7 اور 12
- اکائی 8 تا 10
- اکائی 13 تا 16

مترجمین

- ☆ محمد عبدال سلیم' ریٹائرڈ، لیکچرار' پربھنی
- اکائی 5 - 12

پروف ریڈرس:

- اول : ڈاکٹر نزہت فاطمہ
- فائنل : ڈاکٹر قسیم اللہ

فہرست

(حصہ اول)

| | | |
|-----------------|--|---------------|
| 07 | وائس چانسلر | پیغام |
| 08 | ڈائریکٹر | پیغام |
| 09 | کورس کو آرڈی نیٹر | کورس کا تعارف |
| بلاک I | | |
| 13 | تجزیاتی کیمیا کا دائرہ کار اور اہمیت | اکائی 1 |
| 29 | نمونوں کا حصول اور ڈیٹا کی استواری (سیمپلنگ اور ڈیٹا اینڈنگ) | اکائی 2 |
| 58 | کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں | اکائی 3 |
| 67 | تجزیاتی کیمسٹری میں شماریات | اکائی 4 |
| بلاک II | | |
| 97 | UV مرئی طیف نمائی کے بنیادی اصول | اکائی 5 |
| 116 | زیریں سرخ (تحت الاحمر) طیف پیمائی | اکائی 6 |
| 130 | جوہری انجذاب طیف پیمائی | اکائی 7 |
| 144 | جوہری اخراج طیف نمائی | اکائی 8 |
| بلاک III | | |
| 158 | حراری طریقے-1 | اکائی 9 |
| 175 | حرارتی طریقے-II | اکائی 10 |
| 189 | برقی تجزیاتی ترکیبی طریقے-1 | اکائی 11 |
| 207 | برقی تجزیاتی طریقے-II | اکائی 12 |

بلاک IV

- 229 اکائی 13 - لون نگاری (کروموٹوگرافی) کے عمومی پہلو
- 241 اکائی 14 کاغذی لون نگاری
- 256 اکائی 15 پتلی پرت لون نگاری
- 272 اکائی 16 گیس کرومیٹوگرافی اور اعلیٰ کارکردگی مائع کرومیٹوگرافی
- 287 نمونہ امتحانی پرچہ

حصہ دوم (لیب مینول)

بلاک V

- 01 اکائی 17 کاغذی لون نگاری کے ذریعہ امینو ایسڈ کی علیحدگی
- اکائی 18 پتلی پرت لون نگاری کے ذریعہ (Sudan Red اور Sudan Yellow) کے
- 07 آمیزے کی علیحدگی اور R_f قدر کی بنیاد پر شناخت
- اکائی 19 پتلی پرت لون نگاری کے طریقہ کی مدد سے پودوں، پھولوں اور جوس کے
- 14 اجزاء کی کروموٹوگرافک علیحدگی
- 23 اکائی 20 کالم لون نگاری کے ذریعہ مختلف غذائی رنگوں کی علیحدگی

بلاک VI

- 28 اکائی 21 پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے لئے بیئر کے کلیہ کی تصدیق اور تخمین
- 41 اکائی 22 پوٹاشیم ڈائیکرومیٹ کے لئے بیئر کے کلیہ کی تصدیق اور تخمین
- اکائی 23 کولیری پیائی کی مدد سے پوٹاشیم تھائیوسیانیٹ کا محلول کو استعمال
- 55 کرتے ہوئے فیرک رواں کی تخمین
- اکائی 24 رنگ پیائی کے جاہ طریقہ کار سے فیرک تھائیوسیانیٹ پیچیدہ
- 66 مرکب کے ترتیب کی تخمین
- 71 نمونہ امتحانی پرچہ (لیب مینول)

پیغام

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی 1998 میں وطن عزیز کی پارلیمنٹ کے ایکٹ کے تحت قائم کی گئی۔ اس کے چار نکاتی مینڈیٹس یہ ہیں۔
(1) اردو زبان کی ترویج و ترقی (2) اردو میڈیم میں پیشہ ورانہ اور تکنیکی تعلیم کی فراہمی (3) روایتی اور فاصلاتی تدریس سے تعلیم کی فراہمی اور (4) تعلیم نسواں پر خصوصی توجہ۔ یہ وہ بنیادی نکات ہیں جو اس مرکزی یونیورسٹی کو دیگر مرکزی جامعات سے منفرد اور ممتاز بناتے ہیں۔
قومی تعلیمی پالیسی 2020 میں بھی مادری اور علاقائی زبانوں میں تعلیم کی فراہمی پر کافی زور دیا گیا ہے۔

اردو کے ذریعے علوم کو فروغ دینے کا واحد مقصد و منشا اردو داں طبقے تک عصری علوم کو پہنچانا ہے۔ ایک طویل عرصے سے اردو کا دامن علمی مواد سے لگ بھگ خالی رہا ہے۔ کسی بھی کتب خانے یا کتب فروش کی الماریوں کا سرسری جائزہ اس بات کی تصدیق کر دیتا ہے کہ اردو زبان سمٹ کر چند ”ادبی“ اصناف تک محدود رہ گئی ہے۔ یہی کیفیت اکثر رسائل و اخبارات میں دیکھنے کو ملتی ہے۔ اردو قاری اور اردو سماج دور حاضر کے اہم ترین علمی موضوعات سے نابلد ہیں۔ چاہے یہ خود ان کی صحت و بقا سے متعلق ہوں یا معاشی اور تجارتی نظام سے، یا مشینی آلات ہوں یا ان کے گرد و پیش ماحول کے مسائل ہوں، عوامی سطح پر ان شعبہ جات سے متعلق اردو میں مواد کی عدم دستیابی نے عصری علوم کے تین ایک عدم دلچسپی کی فضا پیدا کر دی ہے۔ یہی وہ چیلنجز ہیں جن سے اردو یونیورسٹی کو نبرد آزما ہونا ہے۔ نصابی مواد کی صورت حال بھی کچھ مختلف نہیں ہے۔ اسکولی سطح پر اردو کتب کی عدم دستیابی کے چرچے ہر تعلیمی سال کے شروع میں زیر بحث آتے ہیں۔ چوں کہ اردو یونیورسٹی کا ذریعہ تعلیم اردو ہے اور اس میں عصری علوم کے تقریباً سبھی اہم شعبہ جات کے کورسز موجود ہیں لہذا ان تمام علوم کے لیے نصابی کتابوں کی تیاری اس یونیورسٹی کی اہم ترین ذمہ داری ہے۔

مجھے اس بات کی بے حد خوشی ہے کہ یونیورسٹی کے ذمہ داران بشمول اساتذہ کرام کی انتھک محنت اور ماہرین علم کے بھرپور تعاون کی بنا پر کتب کی اشاعت کا سلسلہ بڑے پیمانے پر شروع ہو چکا ہے۔ ایک ایسے وقت میں جب کہ ہماری یونیورسٹی اپنی تاسیس کی 25 ویں سالگرہ منا رہی ہے، مجھے اس بات کا انکشاف کرتے ہوئے بہت خوشی محسوس ہو رہی ہے کہ یونیورسٹی کا نظامتِ فاصلاتی تعلیم از سر نو اپنی کارکردگی کے نئے سنگِ میل کی طرف رواں دواں ہے اور نظامتِ فاصلاتی تعلیم کی جانب سے کتابوں کی اشاعت اور ترویج میں بھی تیزی پیدا ہوئی ہے۔ نیز ملک کے کونے کونے میں موجود تشنگانِ علم فاصلاتی تعلیم کے مختلف پروگراموں سے فیضیاب ہو رہے ہیں۔ گرچہ گزشتہ برسوں کے دوران کووڈ کی تباہ کن صورتِ حال کے باعث انتظامی امور اور ترسیل و ابلاغ کے مراحل بھی کافی دشوار کن رہے تاہم یونیورسٹی نے اپنی حتی المقدور کوششوں کو بروئے کار لاتے ہوئے نظامتِ فاصلاتی تعلیم کے پروگراموں کو کامیابی کے ساتھ روبہ عمل کیا ہے۔ میں یونیورسٹی سے وابستہ تمام طلباء کو یونیورسٹی سے جڑنے کے لیے صمیم قلب کے ساتھ مبارکباد پیش کرتے ہوئے اس یقین کا اظہار کرتا ہوں کہ ان کی علمی تشنگی کو پورا کرنے کے لیے مولانا آزاد اردو یونیورسٹی کا تعلیمی مشن ہر لمحہ ان کے لیے راستے ہموار کرے گا۔

پروفیسر سید عین الحسن

وائس چانسلر

پیغام

فاصلاتی طریقہ تعلیم پوری دنیا میں ایک انتہائی کارگر اور مفید طریقہ تعلیم کی حیثیت سے تسلیم کیا جا چکا ہے اور اس طریقہ تعلیم سے بڑی تعداد میں لوگ مستفید ہو رہے ہیں۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے بھی اپنے قیام کے ابتدائی دنوں ہی سے اردو آبادی کی تعلیمی صورت حال کو محسوس کرتے ہوئے اس طرز تعلیم کو اختیار کیا۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کا آغاز 1998 میں نظامتِ فاصلاتی تعلیم اور ٹرانسلیشن ڈویژن سے ہوا اور اس کے بعد 2004 میں باقاعدہ روایتی طرز تعلیم کا آغاز ہوا اور بعد ازاں متعدد روایتی تدریس کے شعبہ جات قائم کیے گئے۔ نو قائم کردہ شعبہ جات اور ٹرانسلیشن ڈویژن میں تقرریاں عمل میں آئیں۔ اس وقت کے اربابِ مجاز کے بھرپور تعاون سے مناسب تعداد میں خود مطالعاتی مواد تحریر و ترجمے کے ذریعے تیار کرائے گئے۔

گزشتہ کئی برسوں سے یو جی سی۔ ڈی ای بی UGC-DEB اس بات پر زور دیتا رہا ہے کہ فاصلاتی نظام تعلیم کے نصاب اور نظامات کو روایتی نظام تعلیم کے نصاب اور نظامات سے کما حقہ ہم آہنگ کر کے نظامتِ فاصلاتی تعلیم کے طلباء کے معیار کو بلند کیا جائے۔ چوں کہ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی فاصلاتی اور روایتی طرز تعلیم کی جامعہ ہے، لہذا اس مقصد کے حصول کے لیے یو جی سی۔ ڈی ای بی کے رہنمایانہ اصولوں کے مطابق نظامتِ فاصلاتی تعلیم اور روایتی نظام تعلیم کے نصاب اور معیار بلند کر کے خود اکتسابی مواد SLM از سر نو بالترتیب یو جی اور پی جی طلباء کے لیے چھ بلاک چوبیس اکائیوں اور چار بلاک سولہ اکائیوں پر مشتمل نئے طرز کی ساخت پر تیار کرائے جا رہے ہیں۔

نظامتِ فاصلاتی تعلیم یو جی پی جی ایڈ، ڈپلوما اور سرٹیفکیٹ کورسز پر مشتمل جملہ پندرہ کورسز چلا رہا ہے۔ بہت جلد تکنیکی ہنر پر مبنی کورسز بھی شروع کیے جائیں گے۔ متعلمین کی سہولت کے لیے 9 علاقائی مراکز بنگلور، بھوپال، در بھنگہ، دہلی، کولکاتا، ممبئی، پٹنہ، رانچی اور سری نگر اور 6 ذیلی علاقائی مراکز حیدرآباد، لکھنؤ، جموں، نوح، دارانسی اور امراتلی کا ایک بہت بڑا نیٹ ورک تیار کیا ہے۔ ان مراکز کے تحت سر دست 161 متعلم امدادی مراکز (Learner Support Centres) نیز 20 پروگرام سنٹرس (Programme Centres) کام کر رہے ہیں، جو طلباء کو تعلیمی اور انتظامی مدد فراہم کرتے ہیں۔ نظامتِ فاصلاتی تعلیم نے اپنی تعلیمی اور انتظامی سرگرمیوں میں آئی سی ٹی کا استعمال شروع کر دیا ہے، نیز اپنے تمام پروگراموں میں داخلے صرف آن لائن طریقے ہی سے دے رہا ہے۔

نظامتِ فاصلاتی تعلیم کی ویب سائٹ پر متعلمین کو خود اکتسابی مواد کی سافٹ کاپیاں بھی فراہم کی جا رہی ہیں، نیز جلد ہی آڈیو۔ ویڈیو ریکارڈنگ کالنگ بھی ویب سائٹ پر فراہم کیا جائے گا۔ اس کے علاوہ متعلمین کے درمیان رابطے کے لیے ایس ایم ایس کی سہولت فراہم کی جا رہی ہے، جس کے ذریعے متعلمین کو پروگرام کے مختلف پہلوؤں جیسے کورس کے رجسٹریشن، مفوضات، کونسلنگ، امتحانات وغیرہ کے بارے میں مطلع کیا جاتا ہے۔

امید ہے کہ ملک کی تعلیمی اور معاشی حیثیت سے پچھڑی اردو آبادی کو مرکزی دھارے میں لانے میں نظامتِ فاصلاتی تعلیم کا بھی نمایاں رول

ہو گا۔

پروفیسر محمد رضاء اللہ خان

ڈائریکٹر، نظامتِ فاصلاتی تعلیم

کورس کا تعارف

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کسی تعریف کی محتاج نہیں۔ یونیورسٹی کی ہمیشہ اس بات کی کوشش رہی ہے کہ علوم سائنس کو عام فہم اردو زبان میں روشناس کروایا جائے تاکہ حصول علم کا صحیح مقصد حاصل ہو سکے۔ یہ بات صد فیصد سچ ہے کہ اگر علم مادری زبان میں دستیاب ہو تو اس کے سمجھنے میں بے حد آسانی ہوتی ہے۔ سائنسی نظریات اور اس کے تصورات کی صحیح اور مکمل حقیقت کی جانکاری مادری زبان میں ہی ممکن ہے کیونکہ علوم سائنس اور اس کے حقائق انتہائی خشک ہوتے ہیں اور ایک عام فہم شخص اسے سمجھنے سے قاصر ہوتا ہے۔ اس کورس کے لکھنے میں اعلیٰ سائنسی مواد کو انتہائی عام فہم اور سلیس انداز میں لکھا گیا ہے۔ بالخصوص سائنسی اصطلاحات کو ان کے اردو املا کی شکل میں ہی اکثر پیش کیا گیا ہے اور اس کے متبادل سے متن میں قدرے پرہیز اس لیے کیا گیا ہے کہ طلباء کو مستقبل میں ان کے انٹرویو کے وقت کسی دشواری کا سامنا نہ کرنا پڑے۔

یہ کورس کیمیا کے چھ بلاکس پر مشتمل ہے، جس میں 24 اکائیاں پر شامل ہیں، جو B.Sc. کے پانچویں سمسٹر کا حصہ ہیں۔ یہ کیمیا میں تجزیاتی طریقہ کا احاطہ کرتا ہے۔ جملہ 24 اکائیوں کو دو حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ پہلے حصے میں 16 اکائیاں شامل ہیں۔ جبکہ دوسرا حصہ میں 8 اکائیاں شامل ہیں۔

پہلا بلاک چار اکائیوں پر مشتمل ہے۔ پہلی اکائی میں تجزیاتی کیمیا کا دائرہ کار اور اہمیت کا احاطہ کیا گیا ہے۔، اکائی دوسری نمونوں کا حصول اور ڈیٹا کی استواری (سیمپلنگ اور ڈیٹا اینڈ لنگ) سے متعلق ہے، اور تیسری اکائی کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں پر مشتمل ہے۔ جبکہ چوتھی اکائی تجزیاتی کیمسٹری میں شماریات کا احاطہ کرتی ہے۔

دوسرا بلاک، جو چار اکائیوں پر مشتمل ہے۔ پانچویں اکائی میں UV مرئی طیف نمائی کے بنیادی اصول کا احاطہ کیا گیا ہے۔، چھٹی اکائی زیریں سرخ (تحت الاحمر) طیف پیمائی سے متعلق ہے، اور ساتویں اکائی جوہری انجذاب طیف پیمائی پر مشتمل ہے۔ جبکہ آٹھویں اکائی جوہری اخراج طیف نمائی کا احاطہ کرتی ہے۔

تیسرا بلاک، جو چار اکائیوں پر مشتمل ہے، نویں اکائی میں حراری طریقے-1 کا احاطہ کیا گیا ہے۔ دسویں اکائی حرارتی طریقے-II سے متعلق ہے، اور گیارہویں اکائی برقی تجزیاتی ترکیبی طریقے پر مشتمل ہے۔ جبکہ بارہویں اکائی برقی تجزیاتی طریقے-II کا احاطہ کرتی ہے۔

چوتھا بلاک، جس میں چار اکائیاں بھی شامل ہیں، تیروی اکائی لون نگاری (کروموٹوگرافی) کے عمومی پہلو کا احاطہ کرتا ہے۔ چودھوی اکائی کاغذی لون نگاری سے متعلق ہے، اور پندرہوی اکائی پتلی پرت لون نگاری پر مشتمل ہے۔ جبکہ سولہوی اکائی گیس کروموٹوگرافی اور اعلیٰ کارکردگی مائع کروموٹوگرافی کا احاطہ کرتی ہے۔

لیب مینول میں، دو بلاکس ہیں۔ پانچویں بلاک جو چار اکائیوں پر مشتمل ہے، ستروہی اکائی میں کاغذی لون نگاری کے ذریعہ امینو ایسڈ کی علیحدگی کا احاطہ کیا گیا ہے۔ اٹھروہی اکائی پتلی لون نگاری کے ذریعہ (Sudan Red اور Sudan Yellow) کے آمیزے کی علیحدگی اور اُنکی قدر کی بنیاد پر شناخت سے متعلق ہے، اور انیسویں پتلی پرت لون نگاری کے طریقہ کی مدد سے پودوں، پھولوں اور جوس کے اجزاء کی کروموٹوگرافک علیحدگی پر مشتمل ہے۔ جبکہ بیسویں اکائی کالم لون نگاری کے ذریعہ مختلف غذائی رنگوں کی علیحدگی کا احاطہ کرتی ہے۔

چھٹا بلاک میں چار یونٹس ہیں، اکیسویں اکائی میں پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے لئے بیئر کے کلیہ کی تصدیق اور تخمینہ کا احاطہ کیا گیا ہے۔ باسویں اکائی پوٹاشیم ڈائیکرومیٹ کے لئے بیئر کے کلیہ کی تصدیق اور تخمینہ سے متعلق ہے، اور تیویسویں اکائی کو لیری پیمائی کی مدد سے پوٹاشیم تھائیوسیانیٹ کا محلول کو استعمال کرتے ہوئے فیرک آرن کا تعین پر مشتمل ہے۔ جبکہ چوبیسویں اکائی رنگ پیمائی کے جاب طریقہ کار سے فیرک تھائیوسیانیٹ پیچیدہ مرکب کے ترتیب کی تخمینہ کا احاطہ کرتی ہے۔

سائنسی مضامین کی اردو میں نصابی کتابوں کی عدم موجودگی نہ صرف طلباء بلکہ اساتذہ کے لئے بھی ایک دیرینہ مسئلہ بنا ہوا تھا۔ اس دور میں جب کہ اردو میں لکھنے والے اساتذہ عنقا ہوتے چلے جا رہے ہیں۔ اس کتاب کا منظر عام پر آنا ایک سنگ میل سے کم نہیں۔

ڈاکٹر قسیم اللہ

کورس کوآرڈینیٹر، کیمیا

کیمیاء میں تجزیاتی طریقہ

(Analytical Method in Chemistry)

اکائی 1 : تجزیاتی کیمیا کا دائرہ کار اور اہمیت

(Scope and Importance of Analytical Chemistry)

| | |
|---|------|
| اکائی کے اجزا | |
| تمہید | 1.0 |
| مقاصد | 1.1 |
| تجزیاتی کیمیا کا تعریف | 1.2 |
| شناختی تجزیہ | 1.3 |
| مقداری تجزیہ | 1.4 |
| آلہ کار تجزیہ کے طریقے | 1.5 |
| تجزیاتی کیمیا کی اہمیت | 1.6 |
| تجزیاتی کیمیا میں بڑے، معمولی اور ٹریس عناصر کی تعریف | 1.7 |
| تجزیاتی کیمیادان اور تجزیاتی تکنیکی ماہر | 1.8 |
| اقتصادی نتائج | 1.9 |
| کلیدی الفاظ | 1.10 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 1.11 |
| تجویز کردہ اقتصاداتی مواد | 1.12 |

1.0 تمہید

سائنس کے مختلف شعبوں میں، مثلاً دوا سازی، زرعیت، ماحول، طبی تکنالوجی میں کیمیائی تجزیہ کا اہم حصہ ہیں۔ کیمیائی تجزیہ کے اہم جز جیسے کہ نوعیتی تجزیہ، مقداری تجزیہ، اہم چھوٹے اور تحقیقاتی عناصر ہیں۔ کیمیائی تجزیہ میں تجزیاتی تراکیب جیسے کہ مقداری تجزیہ، خواص اور پیرامیٹر کے مطابق تجزیہ کے درجے بندی، نمونے کا سائز کے ساتھ تشریح اور عمومی مقداری تجزیے میں اقدامات 'تجزیہ کی اقسام' اسکا مکمل تجزیہ، جزوی تجزیہ اور مادے کی تشکیل کی تجزیہ، تجزیہ کیمیاگر اور تجزیہ کار کی کا مطالعہ بھی تفصیل سے کیا جاتا ہے۔

1.1 مقاصد

- 1- اس اکائی کا مقصد طلباء کو تجزیاتی کیمیا اور اس کی مختلف شاخوں سے متعارف کرانا ہے تاکہ وہ ان کی اہمیت اور ان کے استعمال کے جائے وقوعہ کو سمجھ سکیں اور حسب ضرورت ان کا استعمال کر سکیں۔
- 2- مقداری اور شناختی تجزیاتی کیمیا سے بھی طلباء کو متعارف کرایا جائے گا تاکہ وہ نمونہ میں موجود تجزیہ شے کی شناخت کر سکیں اور اس کی مودار کا بھی پتہ لگا سکیں۔

1.2 تجزیاتی کیمیا کا تعارف (Introduction of Analytical Chemistry)

علم کیمیا کی ایک اہم شاخ تجزیاتی کیمیا ہے۔ یہ علم کیمیا کی سب سے دلچسپ شاخوں میں سے ایک ہے۔ اس میں ہم مادوں کی شناخت اور مقدار کا تجزیہ کرتے ہیں۔ یہ مختلف مادوں کو الگ کرنے کے لئے استعمال ہونے والے طریقوں اور آلات کو متعارف کراتی ہے۔ تجزیاتی کیمیا میں بہت سے مروجہ اور جدید طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔ کسی مخصوص حالت میں موجود مادوں کی مقدار کی نشاندہی اور پیمائش کرنے کے لئے ان تکنیکوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔

مقداری اور شناختی تجزیہ کے آلات اور مروجہ طریقوں کی درستی اور بہت سی صحت کی صنعتوں میں تجزیاتی کیمیا بہت اہم کردار ادا کرتی ہے۔ تجزیاتی کیمسٹری کے ذریعہ مختلف عناصر، فنکشنل گروپس اور کیمیائی مرکبات کی خصوصیات کے بارے میں اچھی معلومات حاصل ہو جاتی ہے جس کی مدد سے تجزیاتی کیمسٹری کے مختلف اطلاقات (Applications) پر مبنی سوالات کو حل کرنا آسان ہو جاتا ہے اس طرح بہت سے پیچیدہ مسائل کا حل بھی ممکن ہو جاتا ہے۔ تجزیاتی کیمیا کی تعریف، شاخیں، طریقے، اطلاقات اور اہمیت پر مزید بحث مندرجہ ذیل ہے۔

1.2.1 تجزیاتی کیمیا کی تعریف

اس میں گیلے کیمیائی طریقے اور جدید آلات کے طریقے تجزیہ کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں جو مختلف مروجہ اور جدید طریقوں اور سائنسی آلات کے استعمال سے مادوں کو الگ (Separation) کرنے، ان کی شناخت (Identification) کرنے اور مقدار کا تعین (Quantification) کرنے میں مدد کرتی ہے۔ اس میں کیمیائی عناصر، ریڈیکلز، یا فنکشنل گروپوں (Functional groups) کی علیحدگی کا عمل بھی شامل ہے جن کا تجزیہ کیا جاتا ہے۔ مادہ کی شناخت کے لیے معیاری شناختی تجزیہ (Standard Qualitative Analysis) کے طریقوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔ کسی خاص نمونے میں موجود مادوں کی مقدار یا ارتکاز (Concentration) کا تعین معیاری مقداری تجزیہ (Standard Quantitative Analysis) کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے۔

تجزیاتی کیمیا کا کون سا طریقہ کس طرح استعمال کرنا ہے اس کا انحصار اس پر ہوتا ہے کہ نمونے میں کیا موجود ہے اور اس کا تجزیہ کر کے ہمیں اس سے کیا حاصل کرنا مقصود ہے۔ اگر صرف Analyte کی شناخت کرنی ہے تو شناختی تجزیہ کے طریقے کو استعمال کرنا ہوگا۔

مثال کے طور پر کیمیائی رد عمل کی مصنوعات کی شناخت، کارکردگی بڑھانے والی دوا کی موجودگی کے لیے کسی کھلاڑی کے پیشاب کی اسکریننگ یا ہوا میں موجود ذرات کی سطح پر Pb کی موجودگی اور اس کا پھیلاؤ وغیرہ۔ تجزیاتی کیمسٹری کا بنیادی کام کا دائرہ زیادہ تر حصہ غیر نامیاتی آئنوں اور نامیاتی فنکشنل گروپس کی شناخت کے لیے عام کیمیائی جانچ پر منحصر ہوتا ہے۔ غیر نامیاتی اور نامیاتی معیار کے تجزیے کے کلاسیکی لیبارٹری کورسز، جو اکثر اسکولوں میں پڑھائے جاتے ہیں، اس کام پر مبنی ہیں۔ لیکن بڑے تعلیمی لیبرٹریز اور صنعتی اداروں میں اب زیادہ تر شناختی تجزیوں کے لئے انفراریڈ (IR) اسپیکٹرواسکوپ اور نیوکلیئر مقناطیسی گونج (NMR) اسپیکٹرواسکوپ جیسے طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔

نمونہ میں کسی عنصر یا مرکب کی مقدار معلوم کرنے کے لیے ہم مقداری تجزیاتی کیمیا کے طریقوں کا استعمال کرتے ہیں مثلاً ایک نئے ترکیب شدہ مرکب کا عنصری تجزیہ، خون میں گلوکوز کے ارتکاز کی پیمائش، یا سٹیل میں Cr کے بلک اور سطحی ارتکاز کے درمیان فرق کا تعین کرنا شامل ہے۔ کلینیکل، فارماسیوٹیکل، ماحولیاتی اور صنعتی لیبرز میں زیادہ تر تجزیاتی کام پیچیدہ نمونوں میں کیمیائی انواع کی مقدار کا پتہ لگانے کے لیے نئے مقداری طریقے تیار کرنا شامل ہیں۔

تجزیاتی کیمیا کا ایک اور اہم شعبہ طبعی اور کیمیائی خصوصیات معلوم کرنے کے نئے طریقوں کی ایجاد ہے۔ جیسے کیمیائی ساخت (Chemical structure) کا تعین، توازن مستقل (Equilibrium constant)، ذرہ کا سائز (Particle size) اور سطح کی ساخت (Surface Structure) وغیرہ خصوصیت کے تجزیہ (Characterization analysis) کی چند مثالیں ہیں۔ معیار، مقدار، یا خصوصیت کے تجزیے کا مقصد کسی خاص نمونے سے وابستہ مسئلے کو حل کرنا ہے۔ اس کے علاوہ ایک بنیادی تجزیہ کا مقصد ایک تجزیاتی طریقہ کے پیچھے نظریہ کے بارے میں ہماری سمجھ کو بہتر بنانا ہے۔ اس نظریہ کو بڑھانا اور بہتر بنانا جس پر ایک تجزیاتی طریقہ کار مبنی ہے، تجزیاتی طریقہ کار کی حدود کا مطالعہ اور موجودہ تجزیاتی طریقہ کو ڈیزائن اور اس میں ترمیم کرنا تجزیاتی کیمسٹری میں بنیادی مطالعات کی مثالیں ہیں۔

خلاصہ کلام یہ ہے کہ عام مسائل جن پر تجزیاتی کیمیا دان کام کرتے ہیں وہ یہ ہیں:

- 1- نمونہ میں کیا موجود ہے؟ شناختی تجزیہ
 - 2- نمونہ میں کون کتنا موجود ہے؟ مقداری تجزیہ
 - 3- نمونہ کی کیمیائی اور جسمانی خصوصیات کیا ہیں؟ خصوصیت کے تجزیے
 - 4- یہ طریقہ کیسے کام کرتا ہے اور اسے کیسے بہتر بنایا جاسکتا ہے؟ بنیادی تجزیہ
- لہذا تجزیاتی کیمیا کی کئی شاخیں ہیں جن کا تفصیلی ذکر آگے آگے کے صفحات میں کیا گیا ہے۔

1.2.2 تجزیاتی کیمیا کے استعمالات

تجزیاتی کیمیا، کیمسٹری کی ایک اہم شاخ ہے اور زندگی کے تمام شعبوں میں اس کا استعمال ہوتا ہے۔ بلکہ بہت سی جگہ تو اس کا استعمال ناگزیر ہے یعنی اس کے بغیر کام چل ہی نہیں سکتا۔ مثال کے طور پر تجزیاتی کیمیا کا طب میں ایک اہم کردار ہے، کیونکہ اس سے جسم میں کاربوہائیڈریٹ (Carbohydrate)، لیپڈ (Lipid)، پروٹین، اور شکر جیسے اجزاء کی مقدار کا تعین کیا جاسکتا ہے۔ جسم میں زہریلے فضلات کی سطح کا تعین کرنے میں بھی تجزیاتی کیمیا مددگار ثابت ہوتی ہے، جیسے یورک ایسڈ (Uric acid)، کولیسٹرول (Cholesterol)، ادویات اور کچھ نمکیات وغیرہ زہریلے فضلات کی سطح کا تعین۔

نامعلوم مادوں کی شناخت کرنا اور معلوم مادوں سے نمونوں کا مقابلہ کرنا فارنسک کیمسٹری کا ایک اہم کام ہے خصوصاً اس وقت جب وہ جرائم کے مقامات پر پائے جانے والے نمونوں کا تجزیہ کر رہا ہو۔ مزید برآں، ہم انسانوں کے اندر موجود منشیات / منظم شدہ مادوں کی شناخت اور بعض اوقات ان کی مقدار درست کرنا بھی تجزیاتی کیمیا داں کا ایک اہم فریضہ ہے۔

اس کے استعمال کے کچھ شعبے مندرجہ ذیل ہیں:

(1) - صنعتی عمل

کو الٹی کنٹرول کے لیے تجزیہ، اور "ریورس انجینئرنگ (Preserve Engineering)" یعنی یہ معلوم کرنا کہ آپ کے حریف کیا کر رہے ہیں۔ مینوفیکچرنگ صنعتیں خام مال کے معیار Quality Unite انٹر میڈیٹ اور حتمی مصنوعات کے معیار کو یقینی بنانے کے لیے کیمیائی تجزیہ پر انحصار کرتی ہیں۔ تیار شدہ حتمی مصنوعات کو کو الٹی کنٹرول کے ذریعے چیک کیا جاتا ہے تاکہ یہ یقینی بنایا جاسکے کہ اس میں ضروری اجزاء شامل ہیں اور نجاست طے شدہ مخصوص حد سے تجاوز نہیں کرتی ہے یعنی وہ EPA کے طے شدہ معیار کے مطابق ہے۔

(ب) - ماحولیاتی تجزیہ

"ماحولیاتی کیمسٹری" میں مسائل کی ایک بہت وسیع رینج اور تجزیہ شے کی اقسام ہیں۔ بہت سے صنعتی عمل آلودگیوں کو جنم دیتی ہیں جن سے صحت متاثر ہو سکتی ہے۔ آلودگی کی سطح کا تعین کرنے اور آلودگی کے لیے محفوظ حدود قائم کرنے کے لیے ہوا، پانی اور بعض صورتوں میں مٹی کے نمونے کا مقداری تجزیہ کیا جاتا ہے۔ اس طرح کے تجزیے کے لیے تجزیاتی میدان میں علم اور مناسب مہارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ جو ایک تجزیاتی کیمیا داں کا کام ہے۔

(ج) - اسپتالوں میں

کیمیائی تجزیہ وسیع پیمانے پر بیماری کی تشخیص اور پیشاب، خون کے نمونوں کی جانچ کر کے مریضوں کی حالت کی نگرانی میں مددگار ثابت ہوتی کرتا ہے۔ (Analytical Chemist) ہے۔

(د)۔ کاشتکاری میں

تجزیاتی کیمیا کا اہم رول کھاد کے استعمال کی نوعیت اور سطح زمین کے تجزیہ سے حاصل کردہ معلومات پر حاصل کرنا ہے تاکہ اس میں پودوں کا تعین کیا جاسکے جو کہ پودوں کی صحت مند Trace elements کے لیے ضروری غذائی اجزاء، نائٹروجن، فاسفورس اور ان ٹریس عناصر نشوونما کے لیے ضروری ہیں۔

(ه)۔ ارضیاتی سروے کے لیے

تجزیاتی کیمیا دانوں کی خدمات درکار ہوتی ہیں تاکہ میدانوں سے جمع کیے گئے پتھروں اور مٹی کے متعدد نمونوں کی ساخت کا تعین کیا جاسکے۔
(و)۔ تعلیمی اور صنعتی مصنوعی کیمسٹری میں

تجزیاتی کیمیا کا استعمال بہت وسیع پیمانہ پر ہوتا ہے۔ مثلاً دھاتی آئن قدرتی پانی میں کئی شکلوں میں موجود ہو سکتے ہیں۔ یہ پانی میں مختلف مادوں کی طور پر موجود ہوتا ہے جبکہ $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ میں صرف Metal Iron Copper موجود ہوتا ہے جبکہ خالص پانی میں تانبہ۔ قدرتی پانی میں یہ مختلف مرکبات اور کمپلیکس کی شکل میں موجود ہوتا ہے۔ ان میں سے ہر ایک کی خصوصیات میں فرق کی وجہ سے، ان کے ارضیاتی اور حیاتیاتی اثرات مختلف ہوتے ہیں۔

(ز)۔ ریگولیٹری ایجنسیاں

صنعتی عمل اور ماحولیاتی تجزیہ کے بہت سے مسائل سے نمٹنا ایک اہم کام ہے۔ تجزیاتی کیمیا اس سب میں بہت مددگار ثابت ہوتی ہے۔ بلکہ اس کا استعمال ناگزیر ہے۔

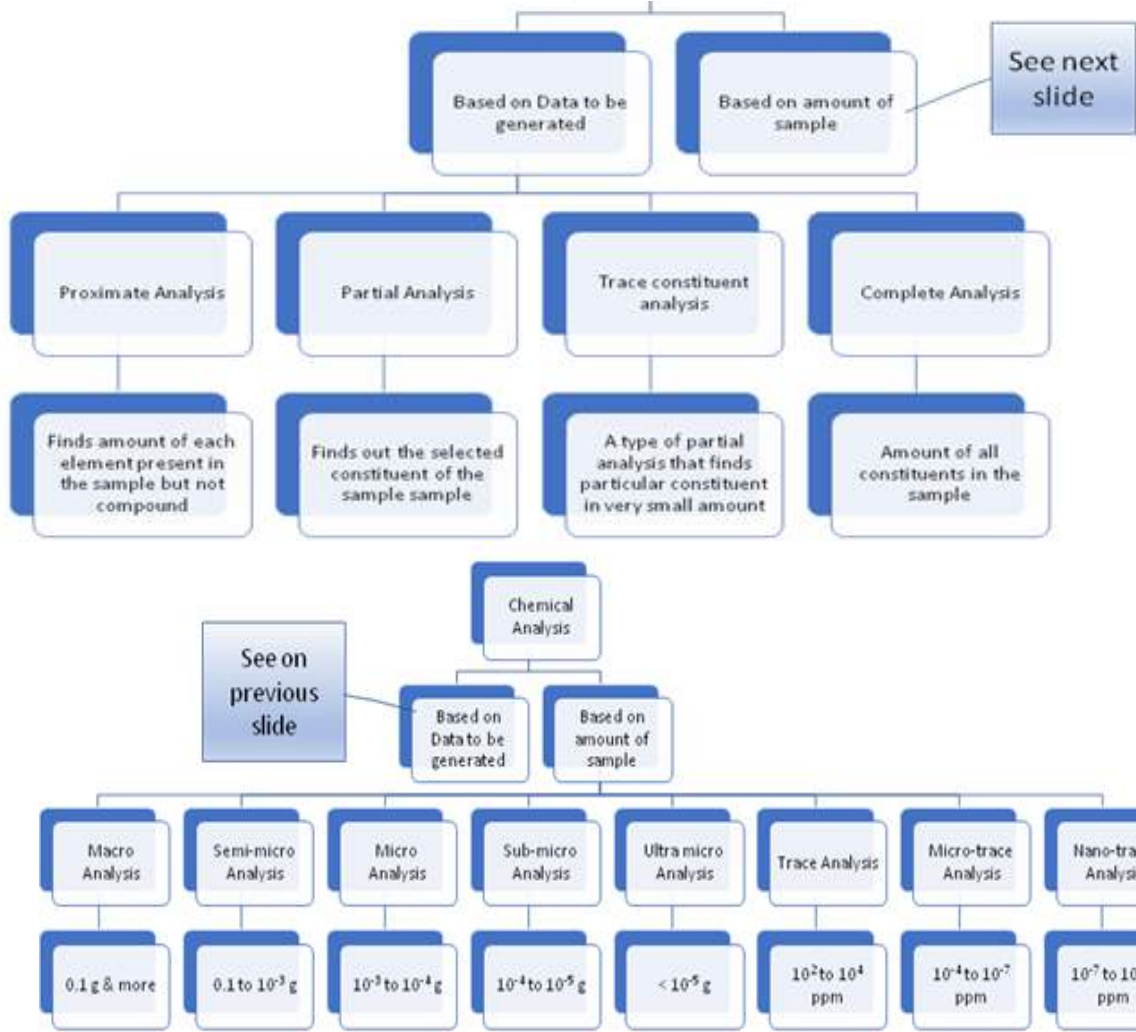
1.2.3 تجزیاتی کیمیا کی شاخیں

تجزیاتی کیمیا کی بہت سی شاخیں ہیں جن کا مختصر ذکر درج ذیل ہے:

تجزیاتی کیمیا کے معیاری مروجہ طریقے علیحدگی کا عمل جیسے رسوب (Precipitation)، استخراج (Extraction) اور کشید (Distillation) ہیں۔ رنگ، بو، نقطہ انجماد، نقطہ ابال، حل پذیری، تابکاری اور رد عمل سب کو کسی مادہ کی شناخت کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ مقدار کی تجزیہ جو مقدار کی پیمائش کے لیے بڑے پیمانے پر کمیت یا حجم کی ایڈجسٹمنٹ کا استعمال کرتا ہے روایتی مقدار کی تجزیہ کے طور پر جانا جاتا ہے۔ کرومیٹوگرافی (Chromatography)، الیکٹروفورسیس (Electrophoresis) اور فیلڈ فلورفیکشنیشن وغیرہ کچھ ایسے آلات کے طریقے ہیں جو نمونے کو الگ کرنے کے لیے استعمال کیے جاسکتے ہیں۔ تجزیہ کرنے کے لئے روایتی تجزیاتی طریقوں کا انحصار اکثریت کیمیائی رد عمل پر ہوتا ہے۔ جب کہ آلات کے طریقے، عام طور پر جز تجزیہ (analyte) کی جسمانی خصوصیات پر انحصار کرتے ہیں۔

Classification of Methods of Chemical Analysis

کیمیائی تجزیہ کے طریقوں کی درجہ بندی



1.3 شناختی تجزیہ (Qualitative Analysis)

تجزیاتی کیمیائی یہ شاخ نمونے میں کسی مادے کی شناخت کے متعلق معلومات فراہم کرتی ہے۔ یہ شاخ دیے گئے مادوں کے ارتکاز (Concentration) یا مقدار (Quantity) پر کوئی معلومات فراہم نہیں کرتی ہے۔ بلکہ یہ بتاتی ہے کہ اس میں کیا چیز موجود ہے۔ یعنی اس کی صرف شناخت کرتی ہے۔ مادوں کا شناختی تجزیہ کئی طریقوں سے کیا جاسکتا ہے، جیسے شعلے (Flame test) کے ٹیسٹ، کیمیائی ٹیسٹ (Chemical test) یا اور کوئی طبیعی ٹیسٹ (Physical test) وغیرہ۔ شناخت کے تجزیہ کی مثالوں میں کیمیائی رد عمل میں رنگ کی تبدیلی کا مشاہدہ بھی شامل ہے۔ اس علاوہ اور جن خصوصیات کا بڑے پیمانے پر تجزیہ کیا جاتا ہے وہ کمیت، کیمیائی ساخت، سالماتی ساخت،

تبارکاری، سالموں کے مابین تعاملات وغیرہ ہیں۔ شناختی تجزیاتی کیمیا کا دائرہ بہت وسیع ہے۔ اس میں نمونے میں موجود سالموں کی شناخت سے لے کر پیداواری طریقوں کی توثیق تک تجزیہ کاری ہوتی ہیں۔

یعنی جز تجزیہ (یا تجزیہ شے) کی پہچان ہو سکے۔ Analyte تجزیہ کرنے کے لئے ہم ذیل کے طرز پر عمل کرتے ہیں تاکہ مروجہ شناختی تجزیہ میں، جز تجزیہ میں ایک یا زائد کیمیائی ریجنٹس شامل کیے جاتے ہیں۔ جز تجزیہ کی شناخت کا تعین کیمیائی رد عمل اور ان کے اجزاء کا مطالعہ کر کے کیا جاتا ہے۔ شامل ری ایجنٹس کو ایک یا ایک کلاس کے کیمیائی مرکبات کے ساتھ منتخب رد عمل ظاہر کرنے کے لیے منتخب کیا جاتا ہے تاکہ ایک الگ رد عمل کی مصنوعات تیار کی جاسکے۔ بعض صورتوں میں رد عمل کی مصنوعات ایک تلچھٹ، گیس، یارنگین مادہ ہوتا ہے۔

زیادہ تر معاملات میں جز تجزیہ کی درجہ بندی نامیاتی یا غیر نامیاتی کے طور پر کی جاتی ہے اسی لئے شناختی تجزیہ کی درجہ بندی بھی اسی طرز پر کی جاتی ہے۔ نامیاتی مرکبات بنیادی طور پر کاربن مرکبات پر مشتمل ہوتے ہیں جیسے شوگر ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ایک نامیاتی مرکب ہے۔ غیر نامیاتی مرکبات بنیادی طور پر کاربن کے علاوہ دیگر عناصر پر مشتمل ہوتے ہیں جیسے کھانے کا نمک (NaCl) ایک غیر نامیاتی مرکب ہے۔

مثالیں:

مثال 1: تانبے (Cu^{2+}) کو لیس، جو امونیا کے ساتھ رد عمل ظاہر کر کے گہرے نیلے رنگ کا تانبہ امونیا Complex بناتا ہے۔ اس طرح تحلیل شدہ تانبے (Cu^{2+}) کی پہچان کی جاتی ہے۔

مثال 2: کرومیٹ (CrO_4^{2-}) پر مشتمل محلول کے ساتھ تحلیل شدہ لیڈ (Pb^{2+}) کا رد عمل کرنے پر زرد رنگ کا لیڈ کرومیٹ بنتا ہے۔ اس طرح تحلیل شدہ تانبے (Pb^{2+}) کی پہچان کی جاتی ہے۔ اسی طریقہ کو منفی آئنوں (Anions) اور مثبت آئنوں (Cations) کی جانچ کے لیے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

مثال 3: کاربونیٹ اور تیز تیزاب (Strong Acid) کے درمیان رد عمل کے نتیجے میں کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس کے بلبلے بنتے ہیں اور اس طرح ہم کاربونیٹ رواں کو پہچان لیتے ہیں۔

مثال 4: کیمیکل ری ایجنٹس اور نامیاتی سالموں کے فعلی گروپوں (functional groups) کے درمیان کیمیائی رد عمل کلاسیکی نامیاتی کوالیٹیو (Qualitative) ریسرچ میں شامل ہیں۔ نتیجے کے طور پر، پرکھ کا نتیجہ نامیاتی سالمے کے ایک حصے کے بارے میں معلومات فراہم کرتا ہے۔ لیکن اس کی مکمل درجہ بندی کرنے کے لیے عام طور پر کافی معلومات فراہم نہیں کرتا ہے۔ پورے سالمے کی درجہ بندی کرنے کے لیے، دیگر اقدامات جیسے نقطہ ابال، نقطہ انجماد اور کثافت وغیرہ کو ایک فنکشنل گروپ کے تجزیہ کی معلومات کے ساتھ ملا کر نتیجہ اخذ کیا جاتا ہے

اور (Br₂) محلول میں برومین (CCl₄) کی پہچان کے لئے ہم کاربن ٹیٹراکلورائیڈ (Double bound) مثال 4: کاربن کاربن ڈبل بانڈز کاربن کاربن ڈبل بانڈز پر مشتمل نامیاتی مرکبات کے درمیان رد عمل کراتے ہیں۔ ڈبل بانڈز ٹوٹ کر اس میں برومین کا اضافہ ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے برومین کا مخصوص سرخ بھورا رنگ ختم ہو جاتا ہے، جو کاربن کاربن ڈبل بانڈ کے وجود کی نشاندہی کرتا ہے۔ یہ کیمیائی رد عمل کی ایک ایسی مثال ہے جسے نامیاتی فنکشنل گروپس کی درجہ بندی کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

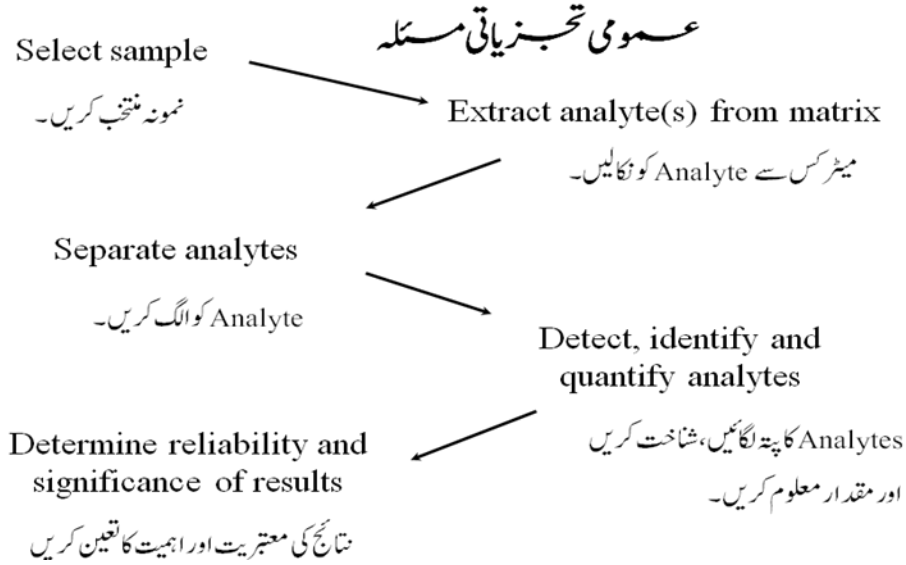
1.3.1 ایک عام شناختی تجزیہ کے مراحل

ایک عام مقداری تجزیہ میں مندرجہ ذیل مراحل ہوتے ہیں:

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1. نمونے اکٹھا کرنا | 2. جز تجزیہ کو میٹرکس سے نکالنا |
| 3. جز تجزیہ کو الگ کرنا | 4. نمونے کی تجزیہ کے لئے تیاری |
| 5. نمونے کا تجزیہ کرنا | 6. نتائج کی تشریح |

اس کو اس تصویر میں دکھایا گیا ہے:

The General Analytical Problem



1.4 مقدارى تجزيه (Quantitative Analysis)

تجزیاتی کیمیا کی یہ شاخ کسی کیمیائی مرکب یا آمیزہ کے نمونے میں موجود مادوں / اجزاء کی مطلق یا نسبتی ارتکاز کی مقدار کے بارے میں بتاتی ہے۔ اس تجزیہ سے ہم کسی دیے ہوئے نمونے میں نامعلوم مادے یا جز کی مقدار کا پتہ لگاتے ہیں۔ اس طرح ہمیں نمونے میں موجود شناخت شدہ مادوں کی صحیح مقدار کا پتہ چل جاتا ہے۔ حجمی تجزیہ (Volumetric Analysis)، گریوی میٹرک (Gravimetric Analysis) یا آلاتی تجزیہ نگاری (Instrumental Method of Analysis) وغیرہ اس کے لئے مستعمل ہیں۔

1.4.1 مقدارى تجزيه كى درجه بندى

روایتی مقدارى تجزیہ کی دو قسمیں وزنی (Gravimetric) اور حجمی (Volumetric) ہیں۔ تجزیہ کرنے کے لیے روایتی تجزیاتی طریقوں کی اکثریت کیمیائی رد عمل پر انحصار کرتی ہے۔ دوسری طرف آلات کے طریقے عام طور پر جز تجزیہ کی جسمانی خصوصیت کے حساب کتاب پر انحصار کرتے ہیں۔ ان کی کچھ تفصیلات یہ ہیں:

1.4.2 وزنى تجزيه

جب اضافی ریجنٹ اور جز تجزیہ آپس میں رد عمل ظاہر کرتے ہیں تو ایک پررسوب (precipitate) بنتا ہے جس کو دھونے، خشک کرنے اور وزن کرنے کے بعد اس کا وزن کیا جاتا ہے۔ وزن (کمیت) کی بنیاد پر جز تجزیہ کی ارتکاز یا مقدار کا حساب لگایا جاتا ہے۔

1.4.3 حجمى تجزيه

حجمی تجزیہ کا دوسرا نام ٹائٹری میٹرک تجزیہ (Titrametric Analysis) ہے۔ اس میں بیوریٹ (Burette) سے ریجنٹ (ٹائٹرنٹ، Titrant) بتدریج یا مرحلہ وار اس محلول میں ڈالا جاتا ہے جس میں جز تجزیہ موجود ہو۔ یہ عمل مساوی نقطہ (Equivalence point) حاصل ہونے تک کیا جاتا ہے جو عام طور پر رنگ کی منتقلی کے طور پر نظر آتا ہے۔ رنگ کی یہ تبدیلی کسی color indicator کی وجہ سے ہوتی ہے جو الگ-الگ حالات میں الگ-الگ رنگ ظاہر کرتا ہے۔

1.5 آلہ کار تجزیہ کے طریقے

کیمیائی تجزیہ کے آلات کے بہت سے طریقے ہیں۔ ان طریقوں کی درجہ بندی جز تجزیہ (Analyte) کی خاصیت کی بنیاد پر کی جاتی ہے۔ بہت سی تکنیکوں کا اطلاق خاصیت اور مقدار کی تحقیق دونوں بھی پر ہوتا ہے۔ ان میں سے چند تجزیہ کے آلہ کار طریقے مندرجہ ذیل ہیں:

- طیف پیمائی (Spectroscopy)
- الیکٹرو کیمیکل تجزیہ (Electrochemical Analysis)
- تھرمل تجزیہ (Thermal Analysis)

- مائکرواسکوپي (Microscopy)
- رنگین تجزیہ (Colorimetric Analysis)

1.5.1 طیف پیمائی

طیف پیمائی اس بات کا تعین کرنے کی ایک تکنیک ہے کہ برقی مقناطیسی تابکاری سے ساملے کیسے نمٹیں۔ طیف پیمائی کی بہت سی شاخیں ہیں جیسے: جوہری جذب طیف پیمائی (Atomic Absorption Optic Spectrum)، جوہری اخراج طیف پیمائی، الٹرا وائلٹ اور مرئی طیف پیمائی، ایکس رے طیف پیمائی، فلوروسینس طیف پیمائی، انفراریڈ طیف پیمائی، رامن طیف پیمائی (Raman Spectrum)، نیوکلیئر مقناطیسی ریزوننس طیف پیمائی (Magnetic Resonance Spectroscopy) وغیرہ۔ ان میں سے چند طیف پیمائیوں کی مختصر تفصیلات حسب ذیل ہے

1.5.2 الٹرا وائلٹ - مرئی طیف پیمائی (اسپیکٹروفوٹومیٹری) (UV-Visible Spectro Photometry)

اس تکنیک میں برقی مقناطیسی اسپیکٹرم کے الٹرا وائلٹ اور نظر آنے والے (مرئی) حصہ کی جذب اور عکاسی طیف پیمائی کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ اس طرح اس میں مرئی اور اس کی پڑوسی روشنی Ultra Violet کا استعمال کیا جاتا ہے۔ پانی یا کسی محلول یا کسی مائع میں موجود محلول کی پیمائش اس سے کی جاتی ہے۔ جب یہ شعاع محلول سے گزری جاتی ہیں تو محلول اس کو جذب کر لیتا ہے۔ اس طرح محلول کے جذب کرنے کی صلاحیت کی پیمائش کر کے حساب لگایا جاتا ہے کہ اس میں موجودہ جز تجزیہ کی کیا مقدار موجود ہے۔ یہ تکنیک نامیاتی اور غیر نامیاتی دونوں قسم کے مطلوبہ جز تجزیہ (Analyte) کے لئے کارآمد ہے بشرط یہ کہ کہ ان میں ان کرنوں کو جذب کرنے کی صلاحیت موجود ہو۔ شعاعوں کا یہ جذب کسی خاص طول موج (Wave Length) پر ہوتا ہے۔ اس لئے پہلے اس طول موج کا پتہ لگایا جاتا ہے جسے λ_{max} کہتے ہیں۔ اس کے بعد تمام تفشیش اسی طول موج پر کی جاتی ہے۔

1.5.3 جوہری جذب طیف پیمائی

جوہری جذب طیف پیمائی (AAS) کیمیائی عناصر کے مقداری تعین کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ اس میں گیس حالت میں آزاد جوہر کے ذریعے نظری تابکاری (روشنی) کے جذب کا استعمال کرتے ہیں۔ آزاد دھاتی آئنوں کے ذریعہ روشنی کا جذب جوہری جذب طیف پیمائی کی بنیاد ہے۔ اس تکنیک کو تجزیاتی کیمیا میں استعمال کیا جاتا ہے تاکہ تجزیہ کیسے جانے والے نمونے میں کسی خاص عنصر (جز تجزیہ) کے ارتکاز کا تعین کیا جاسکے۔ اس تکنیک میں توانائی کے ممبر کے لئے دھاتوں کے الیکٹروڈ استعمال ہوتے ہیں۔ جس دھات کا تجزیہ کرنا ہے اسی کے الیکٹروڈ سے پیدا شدہ توانائی کو گیس حالت میں آزاد جوہر سے گزارا جاتا ہے۔ جس سے اس دھات کے جوہر الیکٹروڈ کی توانائی کو جذب کر لیتے ہیں اور اشتعال پذیر ہو جاتے ہیں۔ اس جذب شدہ روشنی کی مدد سے ہم اس دھات کی مقدار کا پتہ لگا لیتے ہیں۔

1.5.4 فلوروسینس طیف پیمائی

فلوروسینس طیف پیمائی (جسے فلورومیٹری یا اسپیکٹرو فلورومیٹری بھی کہا جاتا ہے) ایک نمونے میں فلوروسینس کا تجزیہ کرنے کے لیے برقی مقناطیسی طیف پیمائی تکنیک ہے۔ اس میں روشنی کی شہتیر، عام طور پر بالائے بنفشی روشنی، کا استعمال شامل ہوتا ہے، تاکہ بعض مرکبات کے سالموں میں الیکٹرانوں کو اکسایا جاسکے اور ان سے روشنی خارج کی جاسکے جو عام طور پر نظر آنے والی روشنی ہوتی ہے۔ اس خارج شدہ روشنی کی مدد سے ہم ان سالموں کی مقدار کا پتہ لگا لیتے ہیں۔

1.5.5 انفراریڈ طیف پیمائی (Infrared Spectroscopy (IR))

جذب، اخراج، یا عکاسی کے ذریعہ انفراریڈ شعاعوں کے مادے کے ساتھ تعامل کی پیمائش کو انفراریڈ طیف پیمائی (IR) یا Vibrational Spectroscopy) کہا جاتا ہے۔ اس کا استعمال کیمیائی مرکبات یا فنکشنل گروپوں کی شناخت اور درجہ بندی کرنے کے لیے کیا جاتا ہے جو ٹھوس، مائع یا گیس شکلوں میں موجود ہیں۔ انفراریڈ طیف پیمائی ایک ایسا عمل یا تکنیک ہے جو انفراریڈ اسپیکٹرم (یا اسپیکٹرو فوٹومیٹر) کہلانے والے آلے کا استعمال کرتے ہوئے ایک انفراریڈ طیف حاصل کرتی ہے۔ عمودی محور پر انفراریڈ روشنی جذب (یا ترسیل) کا گراف بمقابلہ تعدد یا فنی محور پر طول موج کو IR اسپیکٹرم کی تصویر بنانے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

1.5.6 الیکٹروکیمیکل تجزیہ (Electrochemical Analysis)

تجزیہ پر مشتمل الیکٹروکیمیکل سیل (Cell) میں ممکنہ وولٹ (Voltage) اور/یا کرنٹ (Amp) کی پیمائش برقی تجزیاتی طریقوں سے کی جاتی ہے۔ ان تکنیکوں کی درجہ بندی اس بنیاد پر کی جاتی ہے کہ سیل کے کن پہلوؤں کو منظم کیا جاتا ہے اور کن کا حساب لگایا جاتا ہے۔ اس تکنیک کے چار بڑے گروپ یہ ہیں:

- i. پوٹینشیمیٹری (Potentiometry) (الیکٹروڈ پوٹینشل میں فرق کی پیمائش)،
- ii. کولومیٹری (Coulometry) (وقت کے ساتھ منتقل شدہ چارج کی پیمائش)،
- iii. امپیرومیٹری (Amperometry) (وقت کے ساتھ سیل کے کرنٹ کی پیمائش)،
- iv. وولٹامیٹری (Voltametry) (خلیہ کی صلاحیت کو فعلی طور پر تبدیل کرتے ہوئے سیل کے کرنٹ کی پیمائش)۔

1.5.7 علیحدگی (Separation)

مواد کے آمیزہ کو کم پیچیدہ بنانے کے لیے علیحدگی کے طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس شعبہ میں کرومیٹوگرافی Chromatography، الیکٹروفورسس Electrophoresis، اور فیلڈ فلوفریکشنیشن (Field Flow Fractionation) شامل ہیں۔

1.5.8 مائکروسکوپ

تجزیاتی سائنس میں، واحد مالیکیولز، واحد سیلز، بائیولوجیکل ٹشوز، اور نینو میٹریلز کا تصور ایک موثر اور دلکش طریقہ ہے۔ تجزیاتی سائنس اب دوسرے روایتی تجزیاتی طریقوں سے مل کر Through Hybridization کافی انقلاب برپا کر رہی ہے۔ مائکروسکوپ کی تین مختلف اقسام ہیں:

آپٹیکل مائکروسکوپ (Optical Microscopy)، الیکٹران مائکروسکوپ (Electro Microscopy) اور اسکیننگ پروب مائکروسکوپ (Scanning Probe Microscopy)۔

کمپیوٹر اور کیمرا کی صنعتوں کی تیزی سے ترقی کی وجہ سے، اس شعبے میں حال ہی میں بہت تیزی آئی ہے۔

1.5.9 تھرمل تجزیہ (Thermal Analysis)

کسی مادے اور حرارت کے تعامل کی پیمائش کیلوری میٹری، تھرموگریوی میٹریک تجزیہ (Thermogravimetric Analysis) اور تفریق تھرمل تجزیہ (Differential Thermal Analysis) کے ذریعے کی جاتی ہے۔ یعنی اس مادے کو اونچے درجہ حرارت پر گرم کرنے سے اس کے وزن میں کمی یا زیادتی ہوتی ہے جس کو تھرموگریوی میٹریک تجزیہ (TGA) کہتے ہیں۔ اس عمل میں اس مادہ میں حدت کا جزب یا اخراج ہوتا ہے جس کا تجزیہ تفریق تھرمل تجزیہ (Differential Thermal Analysis) یا تفریق اسکیننگ کیلوری میٹری (Differential Scanning Colorimetry) کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ اس تکنیک کی اور بھی کئی شاخیں ہیں۔

1.6 تجزیات کیمیا کی اہمیت

تجزیاتی کیمیا کے مروجہ طریقے جو عام تعلیمی نصاب میں داخل ہیں وہ یہ ہیں۔ جیسے ماسٹریشن، فلمیم ٹیسٹ، انڈیکسز کا استعمال۔ بڑے تعلیمی اداروں کے نصابوں میں ان بنیادی تجربات کے علاوہ تجزیاتی کیمیا کے بہت سے کیمیاوی اور آلاتی طریقے کار بھی مستعمل ہیں۔ ان سے متعلق جدید تکنیک اور تجزیہ کاری کے لئے سائنسی آلات کا استعمال مختلف صنعتوں جیسے خوراک، دواسازی، زراعت، کیمیاوی صنعتیں، ماحولیات کی تجزیہ نگاری وغیرہ جیسی صنعتوں میں بڑے پیمانے پر ہوتا ہے۔ سائنس کے مختلف شعبوں جیسے فارمیسی، زراعت، ماحولیات، طبی ٹیکنالوجی میں ان سب کی بہت اہمیت ہے۔ تاہم کیمیاوی مادوں کے تجزیہ کے لیے درکار آلات میں زیادہ لاگت اس میں مانع ہوتی ہے جس کی وجہ سے بڑی صنعتیں اور لیباریٹریاں ہی ان کا استعمال کر پاتی ہیں۔ آلات کی قیمت کے علاوہ ان کا رکھ رکھاؤ اور ان میں استعمال ہونے والے کیمیکل بھی کافی اخراجات کے حامل ہوتے ہیں۔

1.7 تجزیاتی کیمسٹری میں بڑے، معمولی اور ٹریس عناصر کی تعریف

بڑے، معمولی اور ٹریس عناصر کیا ہیں اس کی کوئی قطعی درجہ بندی نہیں ہے۔ البتہ یہ فیلڈ (جیو کیمسٹری، ٹھوس حالت طبیعیات، تجزیاتی کیمیا وغیرہ) پر منحصر ہے کہ اس میں ان کی مقدار کے اعتبار سے درجہ بندی کس طرح کی جاتی ہے۔ تجزیاتی کیمیا میں ان کا تجزیہ اکثر عناصر کو ان کی مقدار (بڑے، معمولی اور ٹریس) کے اعتبار سے الگ الگ طریقہ کار سے کیا جاتا ہے۔ درجہ بندی کے لئے کئی رہنما خطوط ہیں جن کو ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔

1.7.1 اہم عناصر

وہ عناصر ہیں جو زیر بحث مواد کی وضاحت کرتے ہیں۔ کچھ مثالیں یہ ہیں

- الیکٹرم میں سونا اور چاندی،
 - YAG میں Yttrium، المونیم اور آکسیجن،
- YAG ایک کرسٹل ہے جو سالڈ اسٹیٹ لیزرز کے لیے لیزنگ میڈیم کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

(Nd:YAG (Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet $Nd:Y_3Al_5O_{12}$)

1.7.2 ٹریس عناصر

- وہ عناصر ہیں جو اس قدر چھوٹے مقدار میں پائے جاتے ہیں کہ وہ مواد کی اصلیت کو تبدیل نہیں کرتے ہیں۔ کچھ مثالیں:
- الیکٹرم میں کاپر اور پلاٹینم۔ یہ سونے چاندی کا مرکب ہے جس میں کچھ اضافی دھاتیں موجود ہیں۔ جن سے خصوصیات (جیسے رنگ) تھوڑا سا بدل سکتا ہے البتہ یہ سونے چاندی کا مرکب اپنی تمام خصوصیات برقرار رکھتا ہے۔
 - YAG میں نیوڈیمیم، ایربیمیم وغیرہ۔ YAG کا استعمال لیزر پیدا کرنے کے لیے کیا جاتا ہے، اور اسے دیگر نایاب زمینی عناصر کی ٹریس مقدار کے ساتھ ڈوپ کرنے سے لیزر (طول موج) کی کچھ خاصیتیں بدل سکتی ہیں۔ تاہم، یہ اب بھی ایک YAG ہے۔
- ٹریس عناصر کی مقدار عام طور پر 0.1% سے کم ہوتا ہے۔ اس صورت میں ان کی کیمیت کی پیمائش ppm (پی پی ایم) اکائیوں میں کرنا آسان ہے۔ (پی پی ایم = حصے فی ملین، Parts Per Million)۔

1.7.3 بڑے اور ٹریس عناصر کے درمیان معمولی عناصر آتے ہیں

یعنی 1% اور 0.1% کے درمیان کی چیزیں۔ آپ سمندر کے پانی میں سوڈیم اور کلورین کو معمولی عناصر کی مثال کے طور پر تصور کر سکتے ہیں (حالانکہ وہ دونوں 1% سے تھوڑا زیادہ ہیں)۔ حقیقتاً، تجزیاتی کیمیا اور جیو کیمسٹری کے بارے میں یہ درجہ بندی صرف تعارفی نصابی کتب میں ذکر ہے ورنہ پیشہ ورانہ ادب میں ان اصطلاحات کا استعمال کم ہی ہوتا ہے۔

1.8 تجزیاتی کیمیادان اور تجزیاتی تکنیکی ماہر (Analytical Chemist and Analyst)

تجزیاتی تکنیکی ماہر ایک ایسا شخص ہوتا ہے جس کو تجزیاتی لیبارٹری میں کام کرنے کا تجربہ ہو۔ وہ تجربہ گاہوں میں مستعمل تکنیکوں کا تجربہ رکھنے والا شخص ہوتا ہے جو کیمیکل یا آلاتی تجزیہ کی اسکیم میں طریقہ کار کے مراحل کی سختی سے بیان کردہ سیریز کی تفصیلات پر عمل کرنے کے قابل ہو۔ وہ مقداری تجزیہ کی جدید تکنیک میں استعمال ہونے والے مختلف آلات کو چلانے کے قابل ہو اور حسب ضرورت ان آلات کی معمولی کارکردگی کو درست کر سکتا ہو۔ مختصراً یہ کہ ایسا شخص صرف اتنا ہی کر سکتا ہے جتنا اس کو بتایا گیا ہے۔

دوسری جانب تجزیاتی کیمیادان کے پاس کیمیائی اور آلہ کار تجزیہ کے طریقہ کار کے بنیادی اصولوں کا وسیع علم اور سمجھ ہوتی ہے۔ وہ ان اصولوں کو تجزیہ کے موجودہ طریقوں میں ترمیم کرنے کے لیے استعمال کر سکتا ہے۔ جہاں ضرورت ہو وہاں وہ نئے طریقے بھی استعمال کر سکتا ہے۔ اس میں یہ بھی صلاحیت ہوتی ہے کہ وہ تجزیاتی آلات کو حسب ضرورت نئے مقاصد کے استعمال کر سکے۔ علاوہ ازیں جہاں تک حالات سازگار ہوں وہاں تک نئے آلات اور طریقے وضع کر سکتا ہے اور مقداری تجزیہ کے اختتام کے لیے موزوں آلات تیار بھی کر سکتا ہے۔ چونکہ وہ تجزیاتی کیمیا اور ان سے متعلق آلات اور متعلقہ اصولوں کی طرف سے عائد کردہ حدود سے پوری طرح واقف ہوتا ہے اس لئے وہ ان کے استعمال کے طریقوں کے ذریعہ فراہم کردہ تجزیاتی ڈیٹا کی صداقت (Reliability) کا جائزہ لیتے وقت ایسی حدود کو مد نظر رکھ سکتا ہے تاکہ صحیح کیمیائی تجزیہ کیا جاسکے اور اچھے اور مناسب نتائج اخذ کیے جاسکیں۔

1.9 اکتسابی نتائج

اس اکائی کو پڑھنے اور سمجھنے کے بعد آپ تجزیاتی کیمیا اور اس کی مختلف شاخوں سے متعارف ہوئے۔

- وہ ان کی اہمیت اور ان کے استعمال کے جائے وقوہ سے بھی متعارف ہوئے۔
- وہ حسب ضرورت ان کا استعمال اپنی عملی زندگی میں کرنے کے قابل ہو جائے۔
- وہ اشیاء کی شناخت اسور انکی مقدار کا بھی پتہ تجزیاتی کیمیا کے ذریعہ سے کیا۔

1.10 کلیدی الفاظ

- تجزیاتی کیمیا: تجزیاتی کیمیا علم کیمیا کی ایک اہم شاخ ہے جس میں مادوں کی شناخت اور ان کی مقدار کا تجزیہ کرتے ہیں
- شناختی تجزیہ: تجزیاتی کیمیا کی ایسی شاخ جس میں کے نمونے میں کسی مادے کی شناخت کے متعلق معلومات فراہم کی جاتی ہے۔ یہ شناخت دیے گئے مادوں کے ارتکاز (Concentration) یا مقدار (Quantity) کی معلومات فراہم نہیں کرتی ہے۔ بلکہ یہ بتاتی ہے کہ اس میں کیا چیز موجود ہے۔

- **مقداری تجزیہ:** تجزیاتی کیمیا کی ایسی شاخ جس میں کسی کیمیائی مرکب یا آمیزہ کے نمونے میں موجود مادوں / اجزاء کی مطلق یا نسبی ارتکاز کی مقدار کے بارے میں معلومات حاصل کی جاتی ہے۔ اس تجزیہ سے ہم کسی دیے ہوئے نمونے میں نامعلوم مادے یا جز کی مقدار کا پتہ لگاتے ہیں

1.11 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا سے کیا مراد ہے؟
- 2- مقداری تجزیاتی کیمیا کی تعریف کیجیے۔
- 3- شعلہ ٹیسٹ سے کیا مراد ہے؟
- 4- فلوروسینس طیف پیمائی سے کیا مراد ہے؟
- 5- تھرمل تجزیہ سے کیا مراد ہے؟
- 6- تجزیاتی کیمیا میں استعمال ہونے والی مختلف علیحدگی (Separation) کے طریقوں کے نام بتائیے۔
- 7- انفراریڈ طیف پیمائی کیا ہے؟
- 8- حجمی تجزیہ سے کیا مراد ہے؟
- 9- تجزیاتی کیمیا کے معیاری مروجہ طریقے علیحدگی کے تین طریقوں کے نام بتائیں۔
- 10- تجزیاتی کیمیا کا طب میں ایک کردار کو لکھیے۔

مختصر جوابات کے حامل سوالات

- 1- مقداری تجزیاتی کیمیا کے ذریعہ نمونہ میں موجود مادوں کی مقدار یا ارتکاز (Concentration) کا تعین کیسے کیا جاتا ہے؟
- 2- تجزیاتی کیمیا کے استعمالات کے بارے میں اظہار خیال کیجیے۔
- 3- مادوں کا شناختی تجزیہ کے مختلف طریقوں کو بیان کیجیے۔
- 4- طیف پیمائی کس طرح تجزیاتی کیمیا میں استعمال کی جاتی ہے۔
- 5- الیکٹرو کیمیکل تجزیہ (Electrochemical Analysis) کے مختلف طریقوں کو بیان کریں۔
- 6- تجزیاتی کیمسٹری میں بڑے، معمولی اور ٹریس عناصر کی تعریف کو مع مثالوں سے بیان کیجیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا کی مختلف شاخوں کا ذکر کیجیے۔

-2 شناختی تجزیہ (Qualitative Analysis) کو مع مثال بیان کیجیے۔

-3 ایک عام شناختی تجزیہ کے مختلف مراحل کو بیان کیجیے۔

-4 مقداری تجزیہ کی درجہ بندی کو بیان کیجیے۔

1.12 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

1. Analytical Chemistry, 6th Ed. G.D. Christian, Jhon Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd., New Delhi, 2004
2. Fundamental of Analytical Chemistry, 9th Ed. D.A. Skoog, D.M. west, F.J. Holler, S.R. Crouch, Brooks Cole – Cengage Learning 2014
3. Analytical Chemistry, J.G. Dick, 1974
4. Statistics for Analytical Chemistry – J.C. Miller and J.N. Miller, Ellis Harwood, Chichester, 1984.

اکائی 2 - نمونوں کا حصول اور ڈاٹا کی استواری

(Sampling & Data Handling)

| اکائی کے اجزا | |
|---------------|---|
| 2.0 | تمہید |
| 2.1 | مقاصد |
| 2.2 | نمونوں کی اقسام اور تجزیہ کے طریقے |
| 2.3 | تعارف: عام تجرباتی طریقہ کار کے مراحل |
| 2.4 | نمونوں کے حصول میں غلطیاں |
| 2.5 | پیمائش میں غیر یقینی صورتحال |
| 2.6 | نمونے لینے کی سرگرمی کی تفصیلی وضاحت |
| 2.7 | ٹھوس، مائع اور گیسوں کا نمونہ لینا |
| 2.8 | نمی کا تجزیہ |
| 2.9 | نمونوں کی تحلیل |
| 2.10 | اعداد و شمار کا شماریاتی تجزیہ: سادہ اعداد و شمار کے ذریعے پیمائش کی حقانیت کا اندازہ لگانا |
| 2.11 | تجرباتی خرابی اور ڈیٹا کا تجزیہ |
| 2.12 | لیباریٹری کے نمونے کی تیاری |
| 2.13 | اکتسابی نتائج |
| 2.14 | کلیدی الفاظ |
| 2.15 | نمونہ امتحانی سوالات |
| 2.16 | تجویز کردہ اکتسابی مواد |

2.0 تمہید

- نمونہ کی تعریف اور نمونہ لینے کے مختلف طریقوں جو کہ تجزیاتی کیمیا میں استعمال ہوتی ہیں۔
1. تجزیاتی کیمیا میں نمونہ لینے کے طریقوں کے استعمال اور مناسب نمونہ تعیناتی کے لئے ضروری عملیات کی تشریح کی جاتی ہیں۔

2. تجزیاتی کیمیا میں منصفانہ، مستحکم اور مثل نمونے حاصل کرنے کے لئے نمونہ لینے کی تکنیکوں کے استعمال کو سکھا جاتا ہے۔
3. تجزیاتی کیمیا میں نمونے کے لئے تعیناتی عمل کے تجربات کو منظم کرنا اور نتائج کو درست اور قابل اعتماد بنایا جاتا ہے۔
4. تجزیاتی کیمیا میں اعداد و شمار کے مشاہدات سے نتیجہ اخذ کرنا اور اس کے لئے مناسب طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔
5. تجزیاتی کیمیا میں اعداد و شمار کی مشاہدات کو تجزیاتی طریقوں سے تحلیل کرنا اور نتائج کو یا جاتا ہے۔
6. تجزیاتی کیمیا میں اہم ڈیٹا کو منتخب کرنے اور انہیں منظم کرنے کے لئے موثر ترتیب دینے کے طریقوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔
7. تجزیاتی کیمیا میں اہم ڈیٹا کا تجزیہ اور تشریح کر کے ان سے قابل اعتماد نتائج حاصل کیے جاتے ہیں۔

2.1 مقاصد

1. طلباء میں نمونہ لینے کے طریقوں اور استعمال کرنے کی سمجھ کا شعور پیدا ہو گا۔
2. طلباء میں مناسب نمونوں کی تعیناتی کے لئے ضروری تکنیکوں کا استعمال کرنے کی استعداد پیدا ہو جائیگی۔
3. طلباء نمونے لینے میں توثیق کرنے والے تکنیکوں کا استعمال سیکھ جائیں گے۔
4. طلباء اعداد و شمار کی تجزیہ و تحلیل کرنے کا قابل ہو جائیں گے۔
5. ڈیٹا کو منتخب کرنے اور ترتیب دینے کے لئے مناسب ترائیڈ استعمال کرنا طلباء سیکھ جائیں گے۔
6. طلباء میں ڈیٹا کو تجزیہ اور تشریح کر کے قابل اعتماد نتائج حاصل کرنے کا سلیقہ پیدا ہو جائے گا۔

2.2 نمونوں کی اقسام اور تجزیہ کے طریقے (Types of Samples and Methods of Analysis)

تجزیاتی کیمیا میں نمونوں کے تجزیہ کے طریقے ان کے اقسام پر منحصر ہوتے ہیں۔ اس لئے ان کا سمجھنا بہت ضروری ہے۔ نمونوں کے تجزیاتی کیمیائی طریقے دو طرح کے ہوتے ہیں اولاً مقداری (Quantitative) طریقے اور دوم شناختی (Qualitative) طریقے۔

- 1- مقداری طریقوں کی روایتی طور پر درجہ بندی اس طرح ہوتی ہے:
 - کشش ثقلی طریقے۔ یہ نمونے کے وزن (کمیت) پر مبنی ہوتے ہیں۔
 - حجمی طریقے۔ یہ نمونے کے حجم پر مبنی ہوتے ہیں۔
 - آلاتی طریقے۔ ان طریقوں میں آلات کا استعمال کیا جاتا ہے۔
 - دیگر طریقے: یہ طریقے نمونے کے سائز اور ان میں موجود اجزاء کی سطح پر مبنی ہوتے ہیں۔
- نمونہ کا سائز۔ بہت چھوٹے سائز کے نمونوں کے تجزیہ کے طریقے بڑے سائز کے نمونوں کے تجزیہ سے بالکل مختلف ہوتے ہیں۔ ان کے سائز کی تقسیم ان میں موجود اجزاء کی مقدار پر منحصر ہوتی ہے۔ اسی لئے ان تجزیاتی طریقوں کو Macro, Micro, Trace and

Major, Minor, Trace and Ultratrace Constituents کو Ultratrace Analysis کہا جاتا ہے اور ان میں موجود اجزاء

کہتے ہیں۔ عام طور پر اجزاء کی مقدار کی بنیاد پر یہ تقسیم مندرجہ ذیل ہے۔ یہ مقدا ریں حتمی نہیں ہیں بلکہ اندازا ہیں:

بڑے اجزاء- ان کی مقدار 1 سے 100% کی حد میں ہوتی ہے۔

معمولی اجزاء- 0.01 سے 1% کی رینج کی حد میں ہوتی ہے۔

ٹریس اجزاء- ان کی مقدار 1-100 ppm کی حد میں ہوتی ہے۔

الٹرا ٹریس اجزاء- 1 ppm سے کم مقدار میں موجود اجزاء کو عام طور پر الٹرا ٹریس اجزاء سمجھا جاتا ہے۔

2.3 تعارف: عام تجزیاتی طریقہ کار کے مراحل

عام تجزیاتی طریقہ کار درج ذیل مراحل پر مشتمل ہوتا ہے:

- i. تجزیہ کا منصوبہ: تجزیہ کیے جانے والے نمونے کا تعین، مطلوبہ جز تجزیہ (Analyte)، درستگی کی مطلوبہ سطح (Level of Accuracy)؛
- ii. نمونے حاصل کرنا (اکٹھا کرنا)؛
- iii. نمونے لینے کی تیاری (نمونہ تحلیل، ورک اپ، رد عمل، وغیرہ)؛
- iv. مطلوبہ حاصل تجزیہ (Analyte) کو الگ کرنا (مثلاً علیحدگی، خالص کرنا وغیرہ)؛
- v. مطلوبہ حاصل تجزیہ (Analyte) کی پیمائش؛
- vi. طریقہ کار کی معیار کاری (قابل اعتماد نتائج حاصل کرنے کے لیے آلات کے طریقوں کو معیاری بنانے کی ضرورت ہے)؛
- vii. نتائج کی تشخیص (سب سے زیادہ ممکنہ ڈیٹا کے تعین کے لیے شماریاتی ٹیسٹ)

ان مراحل میں سے، نمونے لینا اکثر کسی بھی تجزیاتی کیمیادان کے لیے سب سے مشکل کام ہوتا ہے۔ لہذا، نمونے لینا کسی بھی کیمیائی تجزیہ کا ایک لازمی اور اہم حصہ ہے اور اس پر خصوصی توجہ کی ضرورت ہے کیونکہ اسی سے اُس پورے نظام کی پہچان ہوتی ہے جس کا تجزیہ کیا جانا ہے۔ مزید برآں، ہم جانتے ہیں کہ عام طور پر تجزیاتی کام کے نتیجے میں ہندسی اعداد و شمار حاصل ہوتے ہیں اور اس سے متعلق چند کام جیسا کہ وزن کرنا، اسٹاک محلول تیار کرنا، اسٹاک محلول سے معیاری محلول بنانا، اس محلول کے ارتکاز کو کم کرنے کے لئے اسے ہلکا (Dilute) کرنا وغیرہ مختلف قسم کے اعمال (Activities) تقریباً تمام تجزیاتی طریقوں میں عام ہیں۔

تجزیہ سے حاصل شدہ تمام نتائج کو آپس میں ریاضیاتی طور پر جوڑ دیتے ہیں تاکہ حتمی نتیجہ یا نتائج کی ایک سیریز حاصل ہو سکے۔ تجزیاتی نتائج کو واضح، غیر جانبدارانہ انداز میں رپورٹ کیا جاتا ہے تاکہ ان کارروائیوں کی حقیقی طور پر عکاسی ہو سکے۔ اس کے لئے ڈیٹا کو ہندسوں کی مناسب تعداد (Proper Number of Significant Figures) کے ساتھ لکھا جاتا ہے اور صحیح طریقے سے گول (Round Off) کیا جاتا ہے۔

مختصراً یہ کہ کیمیائی تجزیہ کے طریقہ کار کے اختتام پر، تجزیہ کار کو اکثر پیمائش یا حاصل کردہ ڈیٹا کے اعتبار اور درستگی (Reliability & Validity) کا پتہ لگانا ہوتا ہے۔ اسی لیے نتائج کی تشخیص کے مرحلے کی بہت اہمیت ہے۔ اس لئے حاصل کیے گئے ڈیٹا کی اعتماد کی حدوں (Confidence limits) کا تعین کیا جاتا ہے جس کے لیے اعداد و شمار کے ٹیسٹ (Statistical Tests) کیے جاتے ہیں۔ ذیل میں تجزیاتی کیمیائی سرگرمی کے طریقہ کار اور وہ مقدمات جو ڈیٹا کی تقسیم کو بیان کرتی ہیں ان کا احاطہ اور تجرباتی پیمائش میں ممکنہ غلطی کے ذرائع کو تلاش کرنے کی ترتیب کو بیان کیا گیا ہے۔

2.4 نمونوں کے حصول میں غلطیاں (Sampling Errors)

جس شے کا کیمیائی تجزیہ کرنا ہے پہلے اس کا نمونہ (یا نمونے) حاصل کیا جاتا ہے جو ایک اہم مسئلہ ہے۔ کسی شے سے اس کا نمونہ حاصل کرنا بھی ایک آرٹ ہے۔ نمونہ کس شے کا اور کس کام کے لیے اور کیسے حاصل کیا جائے اس کے لئے معیاری پروٹوکول (Standard Protocol) کو اپنانا بہت ضروری ہے۔ بصورتِ دیگر نمونہ ناقص ہو گا اور اس سے مناسب نتیجہ اخذ نہیں ہو سکے گا۔ ایک مناسب طریقہ کا انتخاب اس بات کو یقینی بنانے میں مدد کرتا ہے کہ تجزیہ درست ہے۔ تاہم یہ اس بات کی ضمانت نہیں دیتا کہ تجزیہ کا نتیجہ زیر تفتیش مسئلہ کو حل کرنے کے لیے کافی ہو گا یا مجوزہ جواب درست ہو گا۔ ان مؤخر الذکر خدشات کو احتیاط سے تجزیہ کرنے کے لیے نمونے جمع کر کے حل کیا جاتا ہے۔ لہذا "مناسب نمونے لینے کی حکمت عملی" پر عمل کرنا لازمی ہے۔ متعصب یا غیر نمائندہ نمونے لینے اور ان کے جمع کرنے کے دوران یا اس کے بعد نمونے کی آلودگی یا نمونے لینے کی غلطی کے دو ذرائع ہیں جو اہم غلطیوں کا باعث بن سکتے ہیں۔ ان کا ازالہ ضروری ہے جو معیاری پروٹوکول (Standard Protocol) کو اپنا کر کیا جاسکتا ہے۔

2.5 پیمائش میں غیر یقینی صورتحال (Uncertainty in Measurements)

تجزیہ میں ہر آپریشن یا پیمائش کے ساتھ ہمیشہ کچھ غیر یقینی صورتحال ہوتی ہے اور اس طرح حتمی نتیجہ میں ہمیشہ کچھ غیر یقینی صورت حال رہتی ہے۔ غیر یقینی صورتحال کو جاننا اتنا ہی اہم ہے جتنا کہ حتمی نتیجہ جاننا۔ ایسے ڈیٹا کا ہونا جو اس قدر غیر یقینی ہو کہ بیکار ہو جائے، کوئی ڈیٹا نہ ہونے سے بہتر نہیں۔ اس طرح اس بے یقینی کو بیان کرنے اور کم کرنے کا کوئی نہ کوئی طریقہ طے کرنے کی ضرورت ہے۔ اس لیے اس سے متعلق شماریات کے ذیلی عنوان کے مطالعہ کی بہت اہمیت ہے۔ اس کی مدد سے ہم سب سے زیادہ ممکنہ نتائج کا تعین کر سکتے ہیں۔ یہ ہمیں وہ مقدار فراہم کرتا ہے جو ڈیٹا کی تقسیم کو بہترین انداز میں بیان کرتی ہے۔ آئندہ اسباق میں شماریات (Statistic) کا یہ ذیلی عنوان ہی زیر بحث ہو گا۔

2.6 نمونے لینے کی سرگرمی کی تفصیلی وضاحت

شماریاتی ڈیٹا کے تجزیے کے استعمال کے ذریعے کسی مسئلے کا مطالعہ کرنے میں اکثر چار بنیادی مراحل شامل ہوتے ہیں:

(a) مسئلہ کی وضاحت

(b) ڈیٹا اکٹھا کرنا

(c) ڈیٹا کا تجزیہ کرنا

(d) نتائج کی اطلاع دینا

کسی مسئلے کے بارے میں درست اعداد و شمار حاصل کرنے کے لیے اس مسئلہ کی درست تعریف کرنا ضروری ہے۔ بصورت دیگر، مسئلہ کی واضح تعریف کے بغیر ڈیٹا اکٹھا کرنا انتہائی مشکل ہو گا۔ ڈیٹا اکٹھا کرنے سے قبل متعلقہ آبادی کی وضاحت بھی بہت ضروری ہے کیونکہ اس میں ہمارے مطالعہ کی دلچسپی کے وہ تمام عناصر کا مجموعہ شامل ہوتا ہے جس کے بارے میں ہم اندازہ لگانا چاہتے ہیں۔

نمونے لینا عام طور پر کیمیائی تجزیہ کے پورے تجزیاتی عمل میں سب سے مشکل مرحلہ ہوتا ہے، خاص طور پر جہاں بڑی مقدار میں نمونے (ایک نمونہ آبادی کا چھوٹا حصہ ہے) کا تجزیہ کیا جانا ہے۔ نمونہ کی اہم خصوصیت یہ ہے کہ وہ اس مواد (آبادی) کا حقیقی نمائندہ ہو یعنی اس میں اس میں متعلقہ نظام کی تمام خصوصیات موجود ہونا لازمی ہیں۔ مزید یہ کہ نمونہ یکساں (Homogenous) بھی ہو۔ علاوہ ازیں اس میں نمونے لینے کی تمام ضروریات، مناسب مقدار اور تجرباتی ڈیزائن کو پورا کرنا ضروری صلاحیت کا اس میں ہونا ضروری ہے۔ نمونے جتنے زیادہ نمائندہ اور یکساں ہوں گے تجزیہ میں غلطی کی مقدار اتنی ہی کم ہوگی جو نمونے لینے کے مرحلے کی وجہ سے ہے۔ یاد رکھیے کہ کسی تجزیہ کی درستگی اس میں موجود سب سے کم درستگی والے عمل (آپریشن) سے زیادہ نہیں ہو سکتی۔

2.7 ٹھوس، مائع اور گیسوں کا نمونہ لینا (Sampling Solids, Liquids and Gases)

تجزیاتی کیمیا میں جو نمونے لیے جاتے ہیں ان نمونوں کی جسمانی ہیئت مختلف ہو سکتی ہے۔ وہ ٹھوس، مائع یا گیس کی شکل میں ہو سکتے ہیں۔ اس لئے ہر مادی قسم کو الگ زمرہ کے طور پر سمجھا جاسکتا ہے اور ان کا تجزیہ کیا جاسکتا ہے۔ اس کے علاوہ مخلوط مراحل کو پہچاننا بھی ضروری ہے جیسے مائعات اور ٹھوس میں تحلیل ہونے والی گیسیں، مائعات میں معلق ذرات، اور ٹھوس اور مائع ایروسول وغیرہ۔ بعض اوقات مطالعہ کا مقصد ایک مرحلے کی شکل میں ہوتا ہے، لیکن نمونہ دوسرے میں لیا جاتا ہے جیسے پگھلے ہوئے اسٹیل کو تجزیہ کے لیے اسے کسی ٹھوس شکل میں ڈھال کر نمونہ بنایا جاتا ہے۔

مطالعہ کے لیے مادے کی جسمانی نوعیت کو سمجھنا بہت ضروری ہے۔ اس سے نمونے لینے کے منصوبے کو نمایاں طور پر بہتر بنا یا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر، ایک بڑا معدنی جسم (Large Ore Body) تین جہتوں میں زیر زمین بہت فاصلے تک پھیلا ہوا ہو سکتا ہے، لیکن معدنی اشارے نقشہ سازی کی کوشش کے لیے نمونے لینے میں مددگار ثابت ہو سکتے ہیں۔

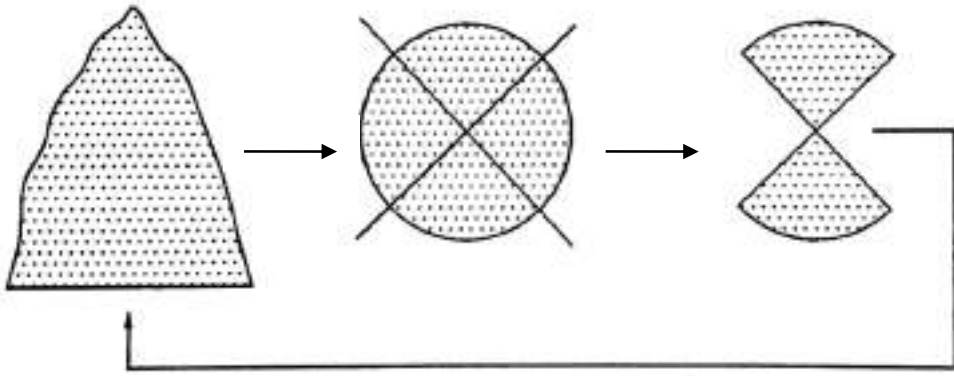
2.7.1 ٹھوس کے نمونے لینا (Sampling Solids)

کسی ٹھوس کے ذرات کے نمونے لینے کا طریقہ بھی اس کام میں کافی مددگار ثابت ہوتا ہے۔ عام طور پر ذرات کے نظام کی نسبت دوسرے مرحلے کے نظاموں کے مقابلے، متفاوت (Heterogeneity) میں بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اس طرح صرف ایک نمونہ پراکتفا کرنا

تقریباً ہمیشہ ناکافی ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے آلودہ مٹی کے نمونے لینے میں، مثال کے طور پر مقررہ اہداف کو حاصل کرنے کے لیے بے ترتیب، منظم، یا فیصلے پر مبنی نمونے لینے کے منصوبے استعمال کیے جاسکتے ہیں۔ صنعتی اکائیوں میں ذرات کی شے کا تجزیہ یا تو مسلسل یا تصادفی طور پر نمونے لے کر کیا جاتا ہے کیونکہ اسے کنویئر بیلٹ پر لے جایا جاتا ہے۔

متفاوت ٹھوس کے نمونے لینے کا طریقہ (Sampling of Heterogeneous Solids)

اگر کوئی مواد بہت ہی متفاوت ہو تو اس کے بہت سے نمونے لینے پڑتے ہیں جن کی مقدار کل مواد کا تقریباً 1 فیصد ہو سکتا ہے۔ اس کو بار بار یکساں (Homogenous) کر کے حتمی نمونہ تیار کیا جاتا ہے تاکہ نتیجے کے نمونے کا سائز کم ہو جائے اور تجزیہ آسان ہو جائے۔ حتمی نمونہ تیار کرنے کے کئی طریقے ہو سکتے ہیں۔



متفاوت ٹھوس کے نمونے لینے کا طریقہ Sampling of Heterogeneous Solids

مثلاً اس کا ایک طریقہ "کوننگ اور کوارٹرنگ" ہے جسے اس تصویر میں دکھایا گیا ہے۔ اس طریقہ میں نمونہ کا ایک شنگ (Cone) کی شکل کے ڈھیر لگاتے ہیں اور پھر ایک ڈسک میں چپٹا کرتے ہیں۔ ڈسک کو چار کوارٹریٹ میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ دو مخالف کوارٹریٹ کو دوسرے ڈھیر میں، ایک دوسرے کے ساتھ ملایا جاتا ہے جس سے اس کا سائز آدھا ہو جاتا ہے۔ اس کے بعد دوبارہ "کوننگ اور کوارٹرنگ" کے عمل کو دہرایا جاتا ہے۔ یہ سلسلہ اس وقت تک جاری رہتا ہے جب تک کہ نمونے کا سائز ضرورت کے اعتبار سے کافی چھوٹا نہ ہو جائے۔

2.7.1.1 مجموعی نمونہ (The Gross Sample)

تجزیہ کے لئے منتخب کردہ اشیاء کو اکثر نمونے لینے والی اکائیاں یا نمونے لینے والے اضافے کہا جاتا ہے۔ نمونے لینے والی اکائیوں یا اضافے کے مجموعے کو مجموعی نمونہ (Gross Sample) کہا جاتا ہے۔ یہ سائز میں لیبارٹری تجزیہ کے نمونہ سے بڑا ہوتا ہے۔ لہذا مجموعی نمونہ کے سائز کو کم کر کے لیبارٹری تجزیہ کے لئے نمونہ کو تیار کیا جاتا ہے۔ اس طرح مجموعی نمونے، لیبارٹری کے نمونے کو بنانے کے لئے ہم آہنگ ہوتا ہے۔

لہذا مجموعی نمونہ میں تجزیہ کیے جانے والے مواد کی تمام خصوصیات ہوتی ہیں۔ اس میں باعتبار اس کی کیمیائی مرکب اور ذرہ سازی کی تقسیم کے پورے مواد کی نمائندگی کرنے کی قابلیت ہونا چاہیے۔ مجموعی نمونے کا سائز کتنا ہو اس کا انحصار درج ذیل باتوں پر ہوتا ہے:

- (1) مواد کے متفاوت (Heterogeneity) کی ڈگری
 - (2) ذرات کے سائز کی سطح جس سے متفاوت (Heterogeneity) شروع ہوتی ہے۔
 - (3) وہ غیر یقینی صورتحال جو مجموعی نمونے کی تشکیل اور مجموعی مواد کے درمیان برداشت کی جاسکتی ہے۔
- ایک مجموعی نمونے میں N (ذرات کی تعداد) چند ذرات سے لے کر 10^{12} ذرات تک ہوتی ہے۔
- اس تعداد کی شدت کا انحصار اس غیر یقینی صورتحال پر ہے جسے برداشت کیا جاسکتا ہے اور مواد کتنا متفاوت ہے۔
 - یکساں گیسوں اور مائعوں کے لیے بڑی تعداد میں ذرات کو لینا ضروری نہیں ہوتا ہے۔
 - مجموعی نمونے کی تشکیل کا انحصار مواد سے تصادفی (Randomly) طور پر جمع کیے گئے نمونوں پر ہوتا ہے جو خود (Laws of Probability) امکانات کے قوانین پر منحصر ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر فرض کریں کہ:

- کسی دو سازی کے مرکب میں صرف دو قسم کے ذرات ہیں، A اور B۔ یہ تمام ذرات ایک ہی سائز کے ہیں۔
 - A قسم کے ذرات میں فعال اجزا ہیں اور B قسم کے ذرات میں صرف ایک غیر فعال اجزا ہیں۔
- ہم ایک مجموعی نمونہ جمع کرنا چاہتے ہیں تاکہ ہمیں اس مواد میں فعال اجزاء پر مشتمل ذرات کی فیصد کا تعین کرنے میں مددگار ثابت ہو سکے۔ اس کے لئے ہمیں مندرجہ ذیل بحث کو سمجھنا ہوگا:

- (1) فرض کریں کہ تصادفی طور (Probability of Randomly) پر A قسم کے ذرات کے مجموعی نمونہ میں موجودگی کے امکانات p ہے اور B قسم کے ذرات کے امکانات (p - 1) ہیں۔
- (2) اگر مرکب کے N ذرات لیے جائیں تو A قسم کے ذرات کی تعداد کے لیے سب سے زیادہ ممکنہ قدر pN ہے، جبکہ B قسم کے ذرات کی سب سے زیادہ ممکنہ تعداد p(N - 1) ہے۔

اس طرح کی تشنیہ آبادی کے لیے نمونہ میں A ذرات کی تعداد (N) کے معیاری انحراف (σ_A) کا حساب لگانے کے لیے (Bernoulli equation) برنولی مساوات کو استعمال کیا جاسکتا ہے۔ لہذا σ_A

$$\sigma_A = \sqrt{Np(1-p)}$$

A قسم کے ذرات کا تناسبی معیاری انحراف σ_r ہے:

$$\sigma_r = \frac{\sigma_A}{Np} = \frac{\sqrt{1-p}}{Np}$$

لہذا اس میں موجود ذرات کی تعداد ہے، N

$$N = \frac{1-p}{p\sigma_r^2}$$

مثال کے طور پر اگر 80% ذرات A قسم کے ہیں (p=0.8) اور مطلوبہ نسبتی معیاری انحراف 1% ($\sigma_r = 0.01$) ہے، تو مجموعی نمونہ بنانے والے ذرات کی تعداد N ہونی چاہیے۔ لہذا:

$$N = (1-0.8)/[0.8(0.01)^2] = 2500$$

یعنی 2500 ذرات لینے پر ہمیں A کے 80% ذرات مل جائیں گے۔

اسی طرح B قسم کے ذرات جو 20% ہیں تو ان کے لیے N کی قدر یہ ہوگی:

$$N = (1-0.2)/[0.2(0.01)^2] = 40,000$$

یعنی 40000 ذرات لینے پر ہمیں B کے 20% ذرات مل جائیں گے۔

اس طرح ہم حسب ضرورت ذرات حاصل کرنے کے لیے نمونے کی کمیت (مقدار) کا تعین کر سکتے ہیں۔

نمونے کی کمیت (مقدار) کا تعین (جس میں ذرات کی مناسب تعداد موجود ہو) کرنے کے لیے ہمیں اس بات کو یقینی بنانا چاہیے کہ ہمارے پاس ایک ایسا نمونہ موجود ہے جس میں مجموعی اوسط فیصد کے فعال جزو (P) ہوں۔ اور ان کا نمونے لینے کا نسبتی معیاری انحراف σ_r ہو۔ تب ہم ذرات کی مناسب تعداد (N) اس مساوات سے معلوم کر سکتے ہیں:

$$N = p(1-p) \left(\frac{d_A d_B}{d^2} \right)^2 \left(\frac{P_A - P_B}{\sigma_r P} \right)^2$$

(Where p=Probability, d= density, P= percentage and N= No. of particles)

اس مساوات کے مطابق $N \propto (P_A - P_B)^2$

لہذا $P_A - P_B$ کے ذریعہ ماپا جانے والی متفاوتی کی ڈگری (Degree of Heterogeneity) ضروری ذرات کی تعداد پر بڑا اثر کھتی ہے کیونکہ مرکب کے دو اجزاء کی ساخت میں فرق کے مربع کے ساتھ N بڑھتا ہے۔ اب اگر ہم نمونے کے متعلقہ معیاری انحراف کا حساب لگانے کے لیے مساوات کو دوبارہ ترتیب دیں تو ہمیں σ_r حاصل ہوتا ہے جو درج ذیل ہے:

$$\sigma_r = \frac{|(P_A - P_B)|}{P} \times \frac{d_A d_B}{d^2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

اگر ہم یہ قیاس کریں کہ نمونہ کی کمیت (m) اس میں موجود ذرات کی تعداد کے متناسب (Proportional) ہے اور دیگر مقداریں Constant ہیں، تو m اور σ_r کا حاصل ضرب ایک Constant ہونا چاہیے۔ اس $K_s, Constant$ کو Ingamells Sampling Constant کہا جاتا ہے۔

$$K_s = m \times (\sigma_r \times 100)^2$$

جہاں اصطلاح $\sigma_r \times 100\%$ فیصد متناسب معیاری انحراف ہے۔

2.7.1.2 یکساں ٹھوس مادوں کے نمونے لینے کا طریقہ (Sampling of Homogenous Solids)

یکساں ٹھوس مادوں میں چونکہ مواد کے ذرات عام طور پر اچھی طرح ملے جلے ہوتے ہیں اس لیے ان کے نمونے لینے میں چھوٹے نمونے کی ضرورت ہوتی ہے۔ البتہ نمونے لینے میں مناسب Protocol کا استعمال کیا جانا چاہئے جو مادہ کے اعتبار سے مختلف ہو سکتا ہے۔

2.7.1.3 دھاتیں اور ان کے مرکبات کے نمونے لینا (Sampling Metals and Alloys)

دھاتوں اور ان کے مرکبات کے نمونے آرئی، مٹنگ یا ڈرائنگ کے ذریعے حاصل کیے جاتے ہیں۔ یہ سمجھنا بہت ضروری ہے کہ سطح سے ہٹائی گئی دھات کے پرتیوں کے چپس پورے بلک کے نمائندے نہیں ہوتے ہیں۔ اندرونی حصے سے ٹھوس کا نمونہ بھی لیا جانا چاہیے۔ کچھ مواد کے ساتھ، ایک نمائندہ نمونہ بے ترتیب وقفوں پر پورے ٹکڑے کو دیکھ کر حاصل کیا جاسکتا ہے۔

2.7.1.4 ٹھوس ذرات کے نمونے لینے کا طریقہ (Sampling of Particulate Solids)

بھاری ذرات کے مواد سے بے ترتیب نمونہ حاصل کرنا اکثر مشکل ہوتا ہے۔ مواد کی منتقلی کے دوران بے ترتیب نمونے لینا اس کے لیے بہترین طریقہ ہے۔ کئی قسم کے ذرات کے نمونے کے لیے مینیکل آلات بھی تیار کیے گئے ہیں۔ اس قسم کے نمونے اول الذکر مجموعی نمونوں کے طریقہ پر، معمولی تبدیلی کے ساتھ، ٹھوس ذرات کے نمونے حاصل کیے جاسکتے ہیں۔

2.7.2 مائع اور گیسوں کے یکساں حل کے نمونے لینا

(Sampling Homogeneous Solutions of Liquids and Gases)

مائعات اور گیسوں میں چونکہ مواد کے ذرات عام طور پر اچھی طرح ملے جلے ہوتے ہیں یعنی وہ سالماتی سطح تک یکساں ہوتے ہیں۔ اسی وجہ سے ان کے نمونے لینے میں صرف ایک بہت ہی چھوٹے نمونے کی ضرورت ہوتی ہے۔ گیسوں کا نمونہ کئی طریقوں سے لیا جاسکتا ہے۔

2.7.2.1 مائع کے نمونے لینے کا طریقہ (Sampling of Liquids)

نمونے لینے والے مائع، جیسے کنوؤں سے زمینی پانی، میں خصوصی "ڈاؤن ہول" (Down-hole) نمونے لینے والے آلات کا استعمال ہوتا ہے جن میں ایسے والوز (Valves) ہوں جن کو دور سے کھولا اور بند کیا جاسکتا ہے، یا ان میں مختلف ڈیزائن کے نیویٹک یا برقی

پمپ (Pneumatic or Electrical Pumps) موجود ہوں۔ اسی طرز پر آلات کا استعمال دریا اور سمندر کے مطالعہ میں کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح ان کا بہاؤ (Current) اور گہرائی کی معلومات بیک وقت ریکارڈ کی جاسکتی ہیں۔ پائپوں میں کیمیائی دھاروں کو خاص طور پر ڈیزائن کردہ ڈائیورٹر پمپس (Diverter Probes) کے ساتھ نمونے لینے کی ضرورت پڑتی ہے تاکہ ان میں ہنگامہ خیزی (Turbulence) اور دیوار کے اثرات (Wall Effects) سے بچ سکیں۔ مائع کے نمونوں میں اکثر تجزیہ کرنے والے مخصوص پریزروٹیوٹس (Preservatives) کے فوری طور پر نمونہ میں ڈالنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ ٹریس لیول (Trace Level) کے کچھ تجزیوں کے لیے نمونہ جمع کرنے والے برتن کو اعلیٰ پاکیزگی (High-Purity Materials) والے مواد سے بنا کر استعمال کرنے سے پہلے سختی سے صاف کیا جانا بہت ضروری ہے۔

2.7.2.2 گیس کے نمونے لینے کا طریقہ (Sampling of Gas)

زمین کے کرہ فضائی کا نمونہ عظیم بلندیوں پر ہوائی جہازوں، بغیر پائلٹ کے غباروں اور صوتی راکٹوں سے لیا جاتا ہے۔ زمینی سطح پر خود کار طریقے سے نگرانی سائٹس (Automated Monitoring Sites) احتیاط سے انسانی سرگرمی سے مہم جوئی سے بچنے اور سب سے زیادہ نمائندہ نمونے حاصل کرنے کے لئے بنائی گئی ہیں۔ کرہ فضائی کے نمونے شیشے کے برتنوں کے ساتھ دستی طور پر حاصل کیے جاتے ہیں۔ جیسے کچھ نمونے نقل مکانی (Displacement) کے میڈیم کا استعمال کر کے اکٹھا کیے جاتے ہیں۔ جیسے پانی یا پارا، یا قابل مہر ایئر ٹائٹ (Sealable Airtight) نمونے لینے والی سیرنج (Syringe) کا استعمال کر کے۔ کبھی کبھی ایک سیرنج ایک فلوروپولیمر گیس (Fluoropolymer Gas-Sampling Bag) نمونے لینے والے بیگ کو بھرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اسموک اسٹیک گیسوں یا کمرے کی ہوا (Smokestack Gases or Room Air) کو مائع یا ذرات ٹھوس میڈیم کے ذریعہ ماحول کو پمپ کر کے نمونہ لیا جاتا ہے جو گیس کے تجزیہ کو جذب اور جمع کرتا ہے۔ ٹھوس اور مائع ایروسولز اکثر مائیکرو پورس فلٹرز کے ذریعہ ماحول کو ڈرائنگ کر کے جمع کیے جاتے ہیں۔ دباؤ والی گیسوں کو دھاتی گیس نمونے لینے والے سلنڈر کے ذریعہ نمونہ لیا جاسکتا ہے۔ دم گھٹنے، آتش گیر، زہریلے، اور گلانے والی (Corrosive) گیسوں کی صورت میں انتہائی نگہداشت اور خصوصی طریقہ کار کی ضرورت ہوتی ہے۔

2.8 نمی کا تجزیہ (Moisture Analysis)

بہت سی صنعتیں جیسے خوراک، کیمیکل، اور فارماسیوٹیکل، کوالٹی کنٹرول کے لیے اپنی مصنوعات میں نمی کی مقدار کی صحیح معلومات پر بہت زیادہ انحصار کرتی ہیں۔ اس کے لیے ایسے طریقوں کی ضرورت ہوتی ہے جو کم وقت میں درستگی اور باقاعدگی کے ساتھ بہتر نتائج مہیا کر سکیں۔ یعنی وہ مائٹرا اور دوبارہ صحیح نتائج پیدا کرنے کے قابل ہوں تاکہ حتمی مصنوعات میں کوئی خامی ظاہر ہونے پر ورک فلو کو فوری طور پر درست کیا جاسکے۔

اس کام کے لیے براہ راست اور بالواسطہ دونوں طریقے استعمال کیے جاتے ہیں البتہ صرف براہ راست طریقے ہی دراصل نمی کی مقدار کی پیمائش کرتے ہیں۔ بالواسطہ تکنیک صرف دوسرے بالواسطہ اشاروں سے اس کا حساب لگاتی ہے۔

2.8.1 براہ راست طریقے (Direct Methods)

2.8.1.1 تھر موگرو او میٹرک پیمائش (Thermogravimetric Measurement)

نمی کی مقدار کا حساب لگانے کے لیے تھر موگرو او میٹرک اصول کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اس طریقے میں نمونے کو گرم کر کے خشک کیا جاتا ہے اور خشک ہونے پر ہونے والے وزن کے کل نقصان سے نمی کی مقدار کا حساب لگایا جاتا ہے۔ تجزیاتی کیمیا میں اس کے لیے اچھے آلات جیسے TGA, DTA, DSC موجود ہیں جن سے یہ تجزیہ کیا جاتا ہے۔ انڈسٹریز میں عام طور پر بڑے سائز کے نمونے استعمال ہوتے ہیں جس کے لئے بڑے خشک کرنے والے اون (Oven) کا استعمال ہوتا ہے جن میں گرم ہوا گردش کر کے نمونے کو خشک کیا جاتا ہے۔ بعض اوقات خشک کرنے کے عمل کو تیز کرنے کے لیے ویکيوم بھی شامل کیا جاتا ہے۔ متعدد نمونوں پر کارروائی کرنے، اور ایک نمونے کے بڑے وزن کو سنبھالنے کے قابل ہونے کے باوجود، یہ تکنیک نتائج دینے میں کافی وقت لیتی ہے، عام طور پر کئی گھنٹے، اور ماہر آپریٹرز کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس لیے غلطی کے امکانات زیادہ ہوتے ہیں۔ البتہ یہ طریقہ اکثر نمی کے مواد کے متعدد معیارات میں حوالہ یا سرکاری طریقہ ہوتا ہے۔

2.8.1.2 انفراریڈ تابکاری سے پیمائش (IR Spectroscopic Measurement)

انفراریڈ تابکاری بہت سے نمی کے تجزیہ کاروں میں استعمال ہوتی ہے۔ گرم کرنے کے دوران نمونے کا وزن مسلسل ناپا اور ریکارڈ کیا جاتا ہے اور ایک بار جب یہ مستقل ہو جاتا ہے تو خشک ہونا بند کر دیا جاتا ہے۔ خشک ہونے کے اختتام پر نمونے کے وزن میں ہونے والے فرق سے نمی کی فیصد کا حساب لگایا جاتا ہے۔

انفراریڈ تابکاری کے لیے ہیلوجن لیمپ کو عام طور سے استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ وہ بہت ہلکے ہوتے ہیں اور کم وقت میں زیادہ سے زیادہ گرمی پیدا کرتے ہیں۔ ان میں حرارتی عمل پر بہترین کنٹرول بھی کیا جاسکتا ہے کیونکہ وہ تیزی سے گرم اور ٹھنڈے ہوتے ہیں۔

2.8.1.3 مائیکروویو تابکاری سے پیمائش (Measurement through Microwave)

مائیکروویو تابکاری نمونے کو خشک کرنے کا ایک انتہائی تیز طریقہ ہے لیکن اس سے حاصل کردہ درجہ حرارت بہت زیادہ ہوتا ہے جس کی وجہ سے یہ صرف انتہائی حرارتی مستحکم (Thermostable) مواد کے لیے ہی موزوں ہے۔ اس میں بڑے نمونے استعمال کیے جا سکتے ہیں لیکن حرارتی کنٹرول کی سطح کم ہو جاتی ہے۔ Infrared طریقہ کی طرح، نمونہ عام طور پر تجزیہ کے ذریعے تباہ ہو جاتا ہے۔ اگر نمی کا تناسب 2% سے کم ہو تو یہ بھی مفید نہیں ہے۔

2.8.2 دیگر طبعیاتی طریقے (Other Physical Methods)

2.8.2.1 فاسفورس پیٹ آکسائیڈ طریقہ

فاسفورس پیٹ آکسائیڈ (P_2O_5) ایک طاقتور خشک کرنے والا ایجنٹ ہے اگر اسے ایسے مواد کے قریب رکھا جائے جس کے ساتھ یہ کیمیائی طور پر غیر عامل ہو تو یہ نمونے سے پانی جذب کر لیتا ہے۔ اس طریقے میں، فاسفورس پیٹ آکسائیڈ کو نمونے کے ساتھ بند کنٹینر میں رکھا جاتا ہے۔ پانی جذب کر کے فاسفورس پیٹ آکسائیڈ کا وزن بڑھ جاتا ہے اور نمونہ کا گھٹ جاتا ہے۔ جس سے پانی کی مقدار کا حساب لگایا جاتا ہے۔

2.8.2.2 کشید (Distillation)

نمی کے تعین کا یہ ایک سستا طریقہ ہے لیکن اس میں صحت کے لیے مضر سالوینٹس کا استعمال ہوتا ہے جب کہ صرف نسبتاً درست نتائج دیتا ہے۔ کشید میں سالوینٹس کے ساتھ پانی بھی آجاتا ہے۔ جسے الگ کرنے کے بعد نمی کا حساب لگایا جاتا ہے۔

2.8.3 نمی کے تجزیہ کے لیے کیمیائی طریقے

2.8.3.1 کارل فشر ٹائٹریشن (Karl Fischer Titration)

کسی مادے کے پانی کی مقدار کا تعین کرنے کا سب سے درست اور مخصوص طریقہ کارل فشر (KF) ٹائٹریشن ہے۔ یہ الکحل سالوینٹس، سلفر ڈائی آکسائیڈ، اور بیس کی موجودگی میں نمونے کے پانی کے ساتھ آؤڈین کے رد عمل پر مبنی ہے۔ یہ ریڈوکس ری ایکشن میں کل نمونے کے پانی کا استعمال کرتا ہے، جس میں کر سٹلائزیشن کا پانی اور سطح پر جذب شدہ پانی شامل ہیں۔

2.8.3.2 کلسیم کاربائیڈ کا طریقہ (Calcium Carbide Method)

کلسیم کاربائیڈ کا طریقہ بہت سستہ ہے۔ یہ پانی کے ساتھ کچھ دوسرے کیمیکلس کی موجودگی میں رد عمل کرتا ہے۔ حتمی مصنوعہ ممکنہ طور پر دھماکہ خیز ہوتا ہے لہذا اس کے استعمال میں بہت احتیاط کی ضرورت ہوتی ہے۔ مزید یہ کہ نمونے میں کل پانی رد عمل میں حصہ نہیں لیتا اور اس کا مطلب ہے کہ بار بار Calibration کی ضرورت ہوتی ہے۔

2.8.3.3 اسپیکٹرو اسکوپک طریقے (Spectroscopic Method)

نمی کے تجزیے میں اسپیکٹرو اسکوپک طریقے کے استعمال میں بالترتیب سطح اور کل نمی کا تعین کرنے کے لیے انفراریڈ، مائکروویو اور نیوکلیر میگنیٹک ریزوننس (NMR) اسپیکٹرو اسکوپک شامل ہیں۔ یہ پیمائش کے بالواسطہ طریقے ہیں جن کے تعین میں کافی وقت لگ سکتا ہے کیونکہ متعدد نمونوں کا استعمال کرتے ہوئے Calibration کی ضرورت ہوتی ہے، اور اس وجہ سے صنعتی نمی کے تجزیہ میں زیادہ استعمال نہیں ہوتے ہیں۔

2.8.4 نمی کی پیمائش کے دوسرے طریقے (Other Methods of Moisture Measurement)

یہ نمونے میں نمی کو کسی سینسر کے ذریعے پیمائش کرنے پر مبنی ہیں۔ ان کا ایک فائدہ یہ ہے کہ ان سے فوری پیمائش ہو جاتی ہے اور اس طرح وقت کے ساتھ نمی کے مواد میں ہونے والی تبدیلیوں کی نگرانی کی جاسکتی ہے۔

نمی سینسنگ ٹیکنالوجی میں Capacitive, Microwave, Infrared, Neutron or Gamma Ray or Conductive طریقوں کا استعمال شامل ہو سکتا ہے۔ اگر پانی کی مقدار 0.1 فیصد سے کم ہو تو وہ موزوں نہیں ہیں۔

1. کپسی سیٹے ٹیو (Capacitive) طریقہ آسان، دوبارہ پیدا کرنے کے قابل اور درست ہے۔ یہ پانی کے ڈائی الیکٹرک کونسٹنٹ (Dielectric Constants) اور نمونہ میں تبدیلی پر منحصر ہے۔ نمونہ کو کیپے سیٹر الیکٹروڈ کے درمیان رکھ کر اس کا Dielectric Constants ناپا جاتا ہے اور اس سے نمی کی مقدار کا پتہ چل جاتا ہے۔

2. انفراریڈ سینسر جو انفراریڈ طیف پیمائی پر منحصر ہے اس کے ذریعہ مواد میں نمی کی پیمائش کرتے ہیں، جس کے لیے انفراریڈ سینسر کا استعمال کیا جاتا ہے۔

3. مائیکروویو سینسر بہت ہی باریک اور یکساں طور پر تقسیم شدہ مواد میں نمی کی پیمائش کرنے میں بہت درست ہیں۔ جب مائیکروویو کو نمونہ پر ڈالا جاتا ہے تو وہ گرم ہو جاتا ہے اور اخراج شدہ مائیکروویو کی توانائی اور رفتار میں فرق پڑ جاتا ہے۔ جن کی پیمائش سے نمی کا اندازہ لگایا جاتا ہے۔

4. ایک کنڈکٹیو سینسر (Conductive Sensor) نمی کی مقدار کا حساب کرنے کے لیے مواد میں ڈالے جاتے ہیں۔ یہ نمی کے مواد کی وجہ سے پیدا ہونے والی Specific Conductivity سے Conductivity میں فرق کا استعمال کرتا ہے۔

5. نیوٹران رے اور گاما رے بیم سے پانی کے مواد کو موٹے اور گھنے مواد میں ناپ سکتے ہیں لیکن یہ کافی مہنگے ہیں۔ اس علاوہ ان کی تابکار فطرت کی وجہ سے ان پر سخت پابندی بھی ہے۔

2.9 نمونوں کی تحلیل (Dissolution Samples)

2.9.1 غیر نامیاتی نمونوں کی تحلیل (Dissolution of Inorganic Samples)

غیر نامیاتی مادوں کو تحلیل کرنے کے لئے ہمیشہ نمونہ سے تیزابی آبی محلول کی تیاری کی جاتی ہے۔ اس کے کئی طریقے ہیں، لیکن سب سے عام طریقہ ایک یا زائد معدنی تیزاب کا براہ راست استعمال ہے۔ اس میں غیر آکسی ڈائزنگ تیزاب، جیسے ہائیڈروکلورک، ہائیڈرو فلورک اور سلفیورک ایسڈ، خاص طور پر مفید ہیں خاص طور سے اس وقت جب آکسائیڈائزنگ حالات کی وجہ سے نمونے کی سطحوں پر حفاظتی آکسائیڈ فلم بنی ہوئی ہو۔ یہ تیزاب اس فلم کو گھول کر ختم کر دیتے ہیں اور وہ نمونہ گھل جانے کے قابل ہو جاتا ہے۔

عام طور پر استعمال ہونے والے تیزاب آکسیڈائزنگ ہوتے ہیں جیسے نائٹرک ایسڈ (HNO_3) اور پر کلورک ایسڈ (HClO_4)۔ نائٹرک ایسڈ (HNO_3) بہت سی دھاتوں کو تحلیل کرتا ہے اور یہ بہت سی دوسری چیزوں پر ایک غیر فعال فلم بناتا ہے۔ پر کلورک ایسڈ (HClO_4) کمرے کے درجہ حرارت پر نان آکسائیڈائزنگ ہے لیکن بلند درجہ حرارت پر انتہائی آکسیڈائزنگ ہو جاتا ہے۔ آکسیڈائزنگ ایسڈ مرکب عام طور پر بہت سے غیر نامیاتی نمونوں کے لیے مفید محلول میڈیا ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایکواریگیا تین حصے ہائیڈروکلورک ایسڈ (HCl) اور ایک حصہ نائٹرک ایسڈ (HNO_3) ہے۔ یہ پلائٹیم، پیلیڈیم اور سونے کے ساتھ ساتھ دیگر دھاتوں اور کچھ دھاتوں کے لیے ایک موثر محلول (Solvent) ہے۔

مختلف قسم کے تیزاب اور تیزابی مرکب دستیاب ہونے کے باوجود نمونے کی بہت سی اقسام ہیں جن کے لیے متبادل اقدامات کی ضرورت ہوتی ہے۔ مواد خود تیزاب سے مزاحم ہو سکتا ہے یا تیزاب کی موجودگی خود بھی مداخلت میں اضافہ کا سبب ہو سکتی ہے یا اس کے نتیجے میں نمونہ کا کچھ حصہ ضائع ہو سکتا ہے وغیرہ۔ ان صورتوں میں اس کا متبادل پگھلا ہوا نمک ہے جس کو نمونہ کے ساتھ فیوژن کیا جاتا ہے اور اس طرح یہ ایک فلکس کا کام کرتا ہے۔ اس تکنیک میں نمونہ کو باریک پیس کر ایک کروسیبل میں پاؤڈر فلکس کے ساتھ ملایا جاتا ہے اور گرم کر کے اسے پگھلایا جاتا ہے۔ بعد ازاں اسے ٹھنڈا کر کے پھر پانی یا ایک تیزابیت والے محلول میں تحلیل کیا جاتا ہے۔ اس طرح نمونہ حل پذیر ہو جاتا ہے۔

2.9.2 نامیاتی نمونوں کی تحلیل (Dissolution of Organic Samples)

نامیاتی مواد کی تحلیل کے دو الگ الگ طریقے ہیں۔ یہ اس بات پر منحصر ہے کہ تجزیہ شے (Analyte) غیر نامیاتی ہے یا نامیاتی۔ غیر نامیاتی تجزیوں کے لیے تحلیل کے عمل کے لیے عام طور پر نامیاتی میٹرکس کی مکمل تباہی کی ضرورت ہوتی ہے اور کوئی ایک طریقہ حتمی طور پر لاگو نہیں ہوتا ہے۔ اعلیٰ درجہ حرارت والی تجربہ گاہ کی بھٹی میں اگنیشن (Ignition) سب سے آسان تکنیک ہے، لیکن اس کے نتیجے میں بہت سے عناصر ضائع ہو جاتے ہیں۔

اگر تجزیہ Volatile ہے تو نمونہ کو مہربند آکسیجن ماحول میں Ignite کرنا ایک بہتر طریقہ ہے۔ Schoniger فلاسک کے دہن میں ایک خاص Erlenmeyer Flask شامل ہوتا ہے جس میں ایک مناسب محلول (اکثر ایک پتلا سوڈیم کاربونیٹ یا سوڈیم ہائیڈرو آکسائیڈ محلول) کا ایک چھوٹا حجم شامل کیا جاتا ہے جو غیر نامیاتی تجزیہ مواد کو جذب کر لیتا ہے۔ نامیاتی نمونے کے ٹیسٹ والے حصے کو یا تو براہ راست فلٹر پیپر پر لگایا جاتا ہے یا جلیشن کیپسول میں بھرا جاتا ہے، جسے پھر فلٹر پیپر میں لپیٹ دیا جاتا ہے۔ لپیٹے ہوئے کاغذ کو فلاسک کے ڈھکن سے منسلک پلائٹیم گوز کلپ میں محفوظ کیا جاتا ہے۔ فلاسک میں خالص آکسیجن کو بہایا جاتا ہے۔ فلٹر پیپر کو جلایا جاتا ہے اور ڈھکن کو فلاسک میں دھکیل دیا جاتا ہے۔ فلاسک کو الٹا اور محفوظ طریقے سے رکھا جاتا ہے جب تک کہ دہن مکمل نہ ہو جائے۔ اس کے بعد فلاسک کو کئی منٹ تک پانی یا اضافی جذب کرنے والے محلول کے ساتھ ہلایا جاتا ہے تاکہ نمونہ گھل جائے۔ فلاسک کی گردن کو بھی اس طرح دھویا جاتا ہے کہ

تمام شے فلاسک میں موجود محل میں شامل ہو جائے۔ اس کے بعد ڈھکن کو ہٹا دیا جاتا ہے۔ بکتر بند دھاتی آکسیجن بم میں دہن کرانا اس عمل کا ایک اور متبادل ہے۔

جب نامیاتی تجزیہ اشیاء کے تعین کے لیے نامیاتی نمونے تحلیل کیے جاتے ہیں تو ہم بہت ہلکے تجرباتی حالات استعمال کرتے ہیں۔ شاید سب سے آسان تحلیل پانی میں تحلیل ہے۔ بعض اوقات یہ Short-Chain-Length Alcohols, Aldehydes, Anhydrides, Ketones, Esters, Ethers, Organic Acids, and Simple Carbohydrates کے لیے مفید ہے۔ نامیاتی مرکب محلولیت کے بارے میں ایک اہم اصول یہ ہے کہ تحلیل میں محلل غیر فعال ہونا چاہئے اور وہ مقداری طور پر محلول سے آسانی سے دور کیا جاسکتا ہو۔ باقی تمام کو رد عمل سالوینٹس (Reactive Solvent) سمجھا جاتا ہے۔ ہومولوگس سیریز (Homologous Series) میں مرکبات بڑھتے ہوئے سالماتی وزن کے ساتھ غیر فعال سالوینٹس میں گھٹی ہوئی حل پذیری کو ظاہر کرتے ہیں۔ اس طرح، میتھانول، ایتھانول، اور این-پروپینول پانی کے ساتھ مکمل طور پر مائل ہوتے ہیں۔ n-Butanol اور n-Pentanol گھٹی ہوئی حل پذیری کو ظاہر کرتے ہیں۔ اور لمبی زنجیر والے نارمل الکوہل تمام پانی کے محلول میں ناقابل حل ہوتے ہیں۔ البتہ چین براچنگ (Chain Branching) اس اثر کو معتدل کرتی ہے۔ مثال کے طور پر، Isobutanol پانی میں n-Butanol کے مقابلے میں زیادہ حل پذیر ہے۔ ایک مرکب اس سالوینٹ میں سب سے زیادہ حل پذیر ہوتا ہے جس سے یہ ساختی طور پر بہت قریب ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر n-Octane پانی میں ناقابل حل ہے لیکن اعلیٰ مالیکیولر وزن Straight-Chain Alcohols میں مکمل طور پر حل پذیر ہے۔ دو یا دو سے زیادہ ہائیڈروکسیل گروپوں کی موجودگی پانی میں حل پذیری کے حق میں ہوتی ہے۔

پولیمرک مواد کے تجزیہ میں اس وقت خاص مسائل پیش آتے ہیں جب ہم ان کی پیچیدہ خصوصیات کو تجزیہ کے لئے محفوظ رکھنا چاہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ صرف تحلیل اور اخذ کرنے کو بیک وقت کر کے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اس سے مجموعی ساختی خصوصیات کو محفوظ رکھا جاسکتا ہے۔ تاہم، کچھ پولیمر سالوینٹس سے تحلیل اور دوبارہ تشکیل پاسکتے ہیں۔ مثالیں Dimethyl acetamide سے Polyvinyl Chloride اور Methylisobutyl Ketone سے Polystyrene وغیرہ۔

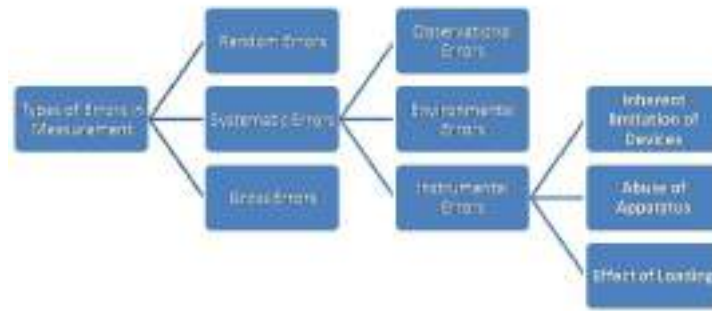
2.10 اعداد و شمار کا شمار یاتی تجزیہ: سادہ اعداد و شمار کے ذریعے پیمائش کی حقانیت کا اندازہ لگانا

سائنس میں تجزیہ کر کے ڈیٹا اکٹھا کیا جاتا ہے اور اس کی پیمائش کی جاتی ہے تاکہ اصل قدر جو "سچائی" کے قریب ہو اسے معلوم کیا جاسکے۔ اس طرح کے اعداد و شمار یا پیمائش کی حقانیت کو پیمانہ اور سمجھا جاسکے۔ کیمسٹری لیبارٹری کی عام سرگرمیوں میں مقداروں کی پیمائش شامل ہوتی ہے مثلاً کمیت، حجم اور ارتکاز وغیرہ کی پیمائش۔ یہ پیمائشیں دو حصوں پر مشتمل ہیں:

1. خود اطلاع شدہ قدر (جس کی اصل قیمت کبھی بھی معلوم نہیں ہوتی بلکہ اس کے قریب ترین معلوم ہوتی ہے)
2. پیمائش سے وابستہ غیر یقینی صورت حال (یعنی ڈیٹا کا معیار)

اس طرح کی تمام پیمائشوں میں غلطی کا ہمیشہ احتمال ہوتا ہے جو نتیجہ کی غیر یقینی صورت حال میں معاون اور اس کا ذمہ دار ہوتی ہیں۔ یہ وہ غلطیاں ہیں جو پیمائش کے کسی بھی عمل میں موروثی ہوتی ہیں۔ ان کے علاوہ اور بھی بہت سی غلطیاں ممکن ہیں جیسے:

1. نظامی خرابیاں Systematic Errors
 2. مجموعی غلطیاں Gross Errors
 3. بے ترتیب غلطیاں Random Errors
- درجہ ذیل تصویر کے ذریعہ ان کو مزید واضح کیا جاسکتا ہے:



ان غلطیوں کی مزید تفصیلات اکائی 3 میں دی ہوئی ہے۔

2.1.1 تجرباتی خرابی اور ڈیٹا کا تجزیہ (Experimental Error and Data Analysis)

2.1.1.1 نظریہ (Theory)

جسمانی مقدار کی کسی بھی پیمائش میں ہمیشہ کچھ غیر یقینی یا تجرباتی غلطیاں شامل ہوتی ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اگر ہم کچھ مقدار کی پیمائش کرتے ہیں اور پھر پیمائش کو دہراتے ہیں، تو ہم یقینی طور پر دوسری بار ایک مختلف قدر حاصل کریں گے۔ پھر سوال یہ ہے کہ: کیا کسی جسمانی مقدار کی صحیح قدر جاننا ممکن ہے؟ اس سوال کا جواب یہ ہے کہ ممکن نہیں ہے۔ تاہم، پیمائش کے دوران زیادہ احتیاط کے ساتھ اور مزید تجرباتی طریقوں کے استعمال سے، ہم غلطیوں کو کم کر سکتے ہیں اور اس طرح بہتر اعتماد حاصل کر سکتے ہیں کہ پیمائش حقیقی قدر کے قریب ہو۔ اس لئے قاعدہ یہ ہے کہ جب ہم کسی کو پیمائش کے نتیجے کی اطلاع دیں تو ساتھ میں تجرباتی اعداد و شمار کی غیر یقینی صورت حال (Uncertainty) کو بھی بتائیں۔ یعنی ڈیٹا کے ساتھ اس کا معیار بھی ساتھ میں ہونا لازمی ہے ورنہ غیر معیاری ڈیٹا بے قیمت ہوگا۔

تجرباتی غلطی (جس کو درستگی اور باقاعدگی کے ساتھ مایا گیا ہو)، پیمائش اور متوقع حقیقی قدر (Accepted True Value) کے درمیان فرق کے طور پر بیان کی جاتی ہے۔ اس کو دو ناپی گئی قدروں کے درمیان فرق بھی کہا جاسکتا ہے۔

یہ دونوں اصطلاحات (درستگی اور باقاعدگی Accuracy and Precision) اکثر مترادف استعمال ہوتی رہی ہیں، لیکن تجرباتی پیمائش میں ان کے درمیان ایک اہم فرق ہے جس کی وضاحت حسب ذیل ہے:

2.11.2 درستگی (Accuracy)

درستگی یہ بتاتی ہے کہ ناپی گئی قدر حقیقی قدر یا قبول شدہ قدر کے کتنی قریب ہے۔ دوسرے لفظوں میں، پیمائش کتنی درست ہے۔ تاہم اکثر اوقات، جسمانی مقدار کی صحیح یا قبول شدہ قدر معلوم نہیں ہو سکتی، ایسی صورت میں پیمائش کی درستگی کا تعین کرنا بعض اوقات ناممکن ہوتا ہے۔

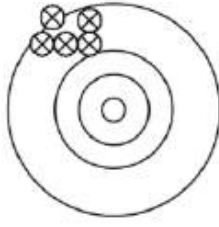
2.11.3 باقاعدگی (Precision)

باقاعدگی (Precision) سے مراد بار بار پیمائش کے درمیان معاہدے کی ڈگری ہے یا دو یا دو سے زیادہ پیمائش ایک دوسرے کے ساتھ کس طرح قریب سے متفق ہیں۔ اس اصطلاح کو بعض اوقات تکرار یا دوبارہ پیمائش کرنے کی صلاحیت کے طور پر جانا جاتا ہے۔ درحقیقت، ایک ایسی بار بار ناپی جانے والی پیمائش جس کے نتائج ایک دوسرے کے انتہائی قریب ہوں بالفاظ دیگر جو پیمائش قابل تجدید ہو باقاعد ہر بار دی جاتی ہے۔ ہم اس کو Highly Precise Value کہتے ہیں۔ ہم یہ بھی کہہ سکتے ہیں کہ اس میں High Precision ہوتا ہے۔

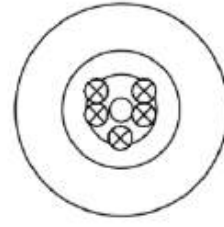
درستگی اور باقاعدگی کے تصورات کا مظاہرہ نیچے دیے گئے اعداد و شمار میں دکھائے گئے اہداف کی سیریز سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ہدف A میں حالانکہ تمام قدریں "حقیقی قدروں" سے دور ہیں لیکن ایک ہی جگہ ہیں (یعنی وہ باقاعدگی یا Precise ہیں) لیکن درست نہیں ہے۔ اس لئے ہم انھیں High Precision & Low Accuracy کے زمرہ میں رکھتے ہیں۔ ہدف B میں تمام قدروں کا مرکز "حقیقی قدریں" ہی ہے اور وہ سب تقریباً ایک جگہ ہیں۔ یعنی یہ ان باقاعدگی اور درستگی دونوں کو ظاہر کرتا ہے۔ (اور یہ ایک لیبارٹری تجزیہ میں مطلوب بھی ہے)؛

ہدف C کے اسکور کی اوسط ایک درست نتیجہ دیتی ہے لیکن باقاعدگی میں ناقص ہے۔

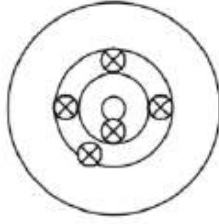
اور ہدف D نہ تو باقاعدہ ہے اور نہ ہی درست ہے۔



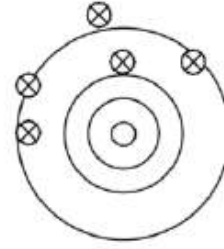
A. High Precision
Low Accuracy



B. High Precision
High Accuracy



C. Low Precision
High Accuracy



D. Low Precision
Low Accuracy

یاد رکھیے کہ چاہے کتنی ہی گہری منصوبہ بندی کی گئی ہو اور اس پر عمل کیا گیا ہو پھر بھی تمام تجربات میں کسی حد تک غلطی یا غیر یقینی صورت حال ہوتی ہے۔ اس لئے یہ جاننا بہت ضروری ہے کہ کسی تجربے میں غلطی کے ذرائع کی شناخت، درستگی یا اندازہ کیسے لگایا جائے اور ڈیٹا جمع کرتے وقت یا نتائج کی اطلاع دیتے وقت پیمائش کی درستگی اور صحت کا اظہار کیسے کیا جائے۔

2.12 لیباریٹری کے نمونے کی تیاری (Preparing a Laboratory Sample)

متضاد ٹھوس چیزوں کے لیے مجموعی نمونے کا حجم کئی سو گرام سے کلو گرام یا اس سے زیادہ تک ہو سکتا ہے۔ مجموعی نمونے کو باریک پینا چاہیے تاکہ وہ یکساں ہو جائے اور اس کو لیباریٹری میں تجزیہ کے قابل ہو جائے۔ اس پورے عمل کے ایک چکر میں نمونے کو کچلنا اور پینا، چھلنی کرنا، ملانا اور تقسیم کرنا (اکثر دو حصوں میں) شامل ہے۔

2.12.1 لیباریٹری کے نمونوں کی تعداد (Number of Laboratory Samples)

نمونوں کی تعداد مطلوبہ اعتماد کے وقفے اور طریقہ کے مطلوبہ تناسبی معیاری انحراف پر منحصر ہے۔ اگر نمونے لینے کا معیاری انحراف σ معلوم ہے تو ہم مطلوبہ اعتماد کے وقفے (CI) حاصل کرنے کے لیے جدولوں میں دی ہوئی z کی قدریں استعمال کر سکتے ہیں:

$$CI \text{ for } \mu = \bar{x} \pm z\sigma/\sqrt{N}$$

(where \bar{x} = sample mean for N measurements)

عام طور پر، σ کا تخمینہ z کے بجائے t کے ساتھ استعمال کیا جاتا ہے اور σ کی جگہ s کا استعمال کرتے ہیں۔ σ کا استعمال N کی بڑی قدروں کے لیے کیا جاتا ہے جب کہ s کا استعمال N کی چھوٹی قدروں کے لیے کیا جاتا ہے۔

$$CI \text{ for } \mu = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}$$

(where \bar{x} = sample mean for N measurements)

اگر ہم اس اصطلاح کو اوسط قدر \bar{x} سے تقسیم کریں تو ہم نسبتی غیر یقینی صورتحال σ_r کا حساب لگا سکتے ہیں جو ایک دی گئی اعتماد کی سطح پر قابل

$$\sigma_r = \frac{ts}{\bar{x}\sqrt{N}}$$

برداشت ہے:

(where \bar{x} = sample mean for N measurements)

اگر ہم نمونے N کی تعداد کے لیے اس مساوات حل کریں تو ہمیں یہ حاصل ہوگی:

$$N = \frac{t^2 s^2}{\bar{x}^2 \sigma_r^2}$$

2.12.2 ڈیٹا اکٹھا کرنے کے طریقے۔ بنیادی اور ثانوی ڈیٹا

(Data Collection Methods Primary and Secondary Data)

فزیکل سائنسز میں نمونے جسمانی طور پر اکٹھے کیے جاتے ہیں اور ڈیٹا حاصل کرنے کے لیے ان کا تجزیہ کیا جاتا ہے لیکن جسمانی نمونوں کے بجائے دیگر شعبوں میں ڈیٹا کو مختلف طریقوں اور حکمت عملیوں سے جمع کیا جاتا ہے اور پھر حتمی نتیجہ حاصل کرنے کے لیے اعداد و شمار کے لحاظ سے تجزیہ کیا جاتا ہے۔ ڈیٹا اکٹھا کرنا شماریاتی تجزیہ میں بہت اہم کردار ادا کرتا ہے۔ تحقیق میں معلومات جمع کرنے کے لیے مختلف طریقے استعمال کیے جاتے ہیں، جن میں سے سبھی دو قسموں میں آتے ہیں، یعنی بنیادی ڈیٹا اور ثانوی ڈیٹا۔

2.12.3 بنیادی ڈیٹا کی تعریف (Primary Data Definition)

بنیادی ڈیٹا وہ ڈیٹا ہوتا ہے جو خاص طور پر کسی تحقیق کے لیے پہلی بار ذاتی تجربات یا شواہد کے ذریعے جمع کیا جاتا ہے۔ اسے خام ڈیٹا یا براہ راست حاصل کی گئی معلومات کے طور پر بھی حاصل کیا جاتا ہے۔ بنیادی ڈیٹا کو جمع کرنے کا طریقہ مہنگا ہوتا ہے کیونکہ تجزیہ کسی ایجنسی یا بیرونی تنظیم کے ذریعے کیا جاتا ہے اور اس کے لیے انسانی وسائل اور سرمایہ کاری کی ضرورت ہوتی ہے۔ تفتیش کار براہ راست ڈیٹا اکٹھا کرنے کے عمل کی نگرانی اور کنٹرول کرتا ہے۔ اسی طرح فزیکل سائنسز میں جمع کیا جانے والا ڈیٹا بھی کافی مہنگا ہوتا ہے کیونکہ اس میں انسانی وسائل اور وقت کے ساتھ ساتھ مادی وسائل کا بھی خرچ ہوتا ہے۔

2.12.4 ثانوی ڈیٹا کی تعریف (Secondary Data Definition)

ثانوی ڈیٹا ایک سیکنڈ ہینڈ ڈیٹا ہے یعنی وہ پہلے سے کسی کے پاس یا کسی جگہ موجود ہے اور اس کو کچھ محققین اپنے مقصد کے لیے پہلے سے ہی جمع اور ریکارڈ کر رکھا ہے۔ یہ ڈیٹا مختلف ذرائع سے جمع کردہ ڈیٹا کی شکل میں ہوتا ہے اور اس تک رسائی بھی ممکن ہوتی ہے جیسے کہ سرکاری اشاعتیں، مردم شماری، تنظیم کے اندرونی ریکارڈ، کتابیں، جریدے کے مضامین، ویب سائٹس اور رپورٹس وغیرہ۔

ثانوی ڈیٹا کے کئی فائدے ہیں جیسے یہ آسانی سے دستیاب ہے، محقق کے وقت اور لاگت کو بچاتا ہے۔ لیکن اس کے ساتھ کچھ نقصانات بھی ہیں، چونکہ ڈیٹا کو ذہن میں رکھنے والے مسئلے کے علاوہ دیگر مقاصد کے لیے جمع کیا جاتا ہے، اس لیے ڈیٹا کی افادیت متعدد طریقوں سے محدود ہو سکتی ہے جیسا کہ مطابقت اور درستگی اور باقاعدگی وغیرہ۔

2.12.5 پرائمری اور سیکنڈری ڈیٹا کے درمیان فرق (Differences between Primary and Secondary Data)

پرائمری اور سیکنڈری ڈیٹا کے درمیان بنیادی فرق درج ذیل ہیں:

1. بنیادی اعداد و شمار کی اصطلاح سے مراد وہ ڈیٹا ہے جسے محقق نے پہلی بار بنایا ہے۔ ثانوی ڈیٹا پہلے سے موجود ڈیٹا ہے جسے تفتیشی ایجنسیوں اور تنظیموں نے پہلے سے جمع کیا تھا۔
2. ثانوی ذرائع کے مقابلے میں بنیادی ذرائع سے جمع کردہ ڈیٹا زیادہ قابل اعتماد اور درست ہوتا ہے۔
3. بنیادی ڈیٹا ایک حقیقی وقت کا ڈیٹا ہے جبکہ ثانوی ڈیٹا وہ ہے جو ماضی سے متعلق ہے اور اب پرانی رپورٹ تیار کرنے یا تجزیہ کرنے کے لئے استعمال کیا جا رہا ہے۔
4. بنیادی ڈیٹا حال میں موجود مسئلے کو حل کرنے کے لیے اکٹھا کیا جاتا ہے جب کہ ثانوی ڈیٹا حال میں موجود مسئلے کے علاوہ دیگر مقاصد کے لیے جمع کیا جاتا ہے۔
5. بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے لیے بہت زیادہ وسائل جیسے وقت، لاگت اور افرادی قوت کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کے برعکس، ثانوی ڈیٹا نسبتاً سستا اور تیزی سے دستیاب ہے۔
6. بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے ذرائع میں سروے، مشاہدات، تجربات، سولنامہ، ذاتی انٹرویو وغیرہ شامل ہیں۔ اس کے برعکس، ثانوی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے ذرائع سرکاری پبلیکیشنز، ویب سائٹس، کتابیں، جریدے کے مضامین، اندرونی ریکارڈ وغیرہ ہیں۔
7. بنیادی ڈیٹا ہمیشہ محقق کی ضروریات کے لیے مخصوص ہوتا ہے، اور وہ تحقیق کے معیار کو کنٹرول کرتا ہے۔ اس کے برعکس، ثانوی ڈیٹا نہ تو محقق کی ضرورت کے لیے مخصوص ہے، اور نہ ہی اس کا ڈیٹا کے معیار پر کنٹرول ہے۔
8. بنیادی ڈیٹا خام شکل میں دستیاب ہے جب کہ ثانوی ڈیٹا بنیادی ڈیٹا کی بہتر شکل ہے۔ یہ بھی کہا جاسکتا ہے کہ ثانوی ڈیٹا حاصل کیا جاتا ہے جب اعداد و شمار کے طریقے بنیادی ڈیٹا پر لاگو ہوتے ہیں۔

2.12.6 بنیادی ڈیٹا کی مزید تفصیلات (More about Primary Data)

2.12.6.1 بنیادی ڈیٹا کی مثال

بنیادی ڈیٹا مختلف طریقوں سے جمع کیا جاسکتا ہے جیسے سروے، مشاہدات، جسمانی جانچ، ڈاک سے بھیجے گئے سوالنامے، سوالنامہ بھر کر اسے شمار کنندگان کے ذریعے بھیجا گیا، ذاتی انٹرویوز، ٹیلی فونک انٹرویوز، فوکس گروپس، کیس اسٹڈیز وغیرہ۔ تحقیق کے مقاصد اور دائرہ کار پہلے سے طے شدہ کیے جاتے ہیں اور ڈیٹا اکٹھا کرنے کے طریقہ کار کو ایڈوانس میں طے کیا جاتا ہے تاکہ مناسب اور حسب ضرورت ڈیٹا مل سکے۔

بنیادی ڈیٹا کی مثال ہم کسی پروڈکٹ یا سروس کے صارفین کے ڈیٹا سے سمجھ سکتے ہیں۔ بنیادی ڈیٹا وہ ڈیٹا ہوتا ہے جو براہ راست کسی پروڈکٹ یا سروس کے صارفین سے جمع کیا جاتا ہے۔ اس میں وہ معلومات شامل ہیں جیسے کہ لوگ پروڈکٹ یا سروس کو کس طرح استعمال کرتے ہیں، وہ اس کے بارے میں کیا کہتے ہیں، اور وہ کیا خریدتے ہیں۔

بنیادی ڈیٹا اکٹھا کر کے اس کا استعمال پروڈکٹس اور سروسز کو بہتر بنانے کے لیے کیا جاسکتا ہے۔ یہ ڈیٹا کمپنی کے پروڈکٹ یا سروس میں تبدیلیاں کرنے میں مدد کر سکتا ہے۔ اس کی مدد سے ہم صارفین کی خدمات کو مزید بہتر بنا سکتے ہیں اور پروڈکٹ کو زیادہ منافع بخش و لوگوں کے ضرورت کے مطابق ڈھال سکتے ہیں۔ کاروبار کئی طریقوں سے بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے سے فائدہ اٹھا سکتے ہیں: صارفین کی اطمینان کی شرح کو بہتر بنا کر، آمدنی کے نئے مواقع کی نشاندہی کر کے، اور مصنوعات کے بہتر فیصلے کر کے۔

2.12.6.2 بنیادی ڈیٹا کے فوائد

مخصوص تحقیقی مسائل کا حل

خود اپنی تحقیق کرنے سے محقق کو اپنے کاروبار / ریسرچ کی صورت حال سے متعلق مخصوص مسائل کو سمجھنے اور انہیں حل کرنے میں مدد ملتی ہے۔ جمع کی گئی معلومات وہ درست معلومات ہے جسے محقق جاننا چاہتا ہے اور وہ اس سے وہ اپنے آپ کو یا کسی تنظیم کی مخصوص صورت حال کو فائدہ پہنچانے کے لئے استعمال کرتا ہے۔

بہتر درستی

بنیادی ڈیٹا کافی درست ہوتا ہے کیونکہ یہ براہ راست کسی مخصوص اور چنندہ آبادی سے جمع کیا جاتا ہے۔

کنٹرول کی اعلیٰ سطح

محقق تحقیق کے ڈیزائن اور طریقہ کار کو آسانی سے کنٹرول کر سکتا ہے۔ اس کے علاوہ معلومات کو کیسے اکٹھا کیا جاتا ہے اس پر آپ کے پاس اعلیٰ سطح کا کنٹرول ہوتا ہے۔

تازہ ترین معلومات

بنیادی مارکیٹ ریسرچ تازہ ترین معلومات کا ایک بہترین ذریعہ ہے کیونکہ آپ اسے براہ راست فیلڈ سے حقیقی وقت میں جمع کرتے ہیں جب کہ ثانوی ڈیٹا عام طور پر اتنا اپ ٹو ڈیٹ نہیں ہوتا ہے۔

تحقیق پر مالکانہ حق

محقق کے ذریعہ جمع کردہ معلومات ان کی اپنی ہوتی ہیں اور عام طور پر دوسروں کے ساتھ شیئر کرنے اور نہ کرنے میں ہماری مرضی شامل ہوتی ہے۔ اس طرح معلومات دوسرے موجودہ اور ممکنہ حریفوں سے پوشیدہ رہ سکتی ہیں۔

2.12.6.3 بنیادی ڈیٹا کے نقصانات

زیادہ مہنگا ہونا (Expansive)

بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے طریقے حاصل کرنا بہت مہنگا ہو سکتا ہے کیونکہ ریسرچ ٹیم کو شروع سے کام کرنا ہوتا ہے۔ یعنی انہیں مطالعہ کے پورے طریقہ کار، مواد کو ترتیب دینے وغیرہ پر عمل کرنا پڑتا ہے۔

زیادہ وقت لگنا (Time consuming)

تحقیق کو شروع سے آخر تک کرنے میں کافی وقت لگتا ہے۔ ثانوی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے لیے درکار وقت کے مقابلے میں اکثر یہ بہت لمبا ہوتا ہے۔

محدود دائرہ کار

بنیادی ڈیٹا مخصوص وقت، جگہ یا شرکاء کی تعداد وغیرہ تک محدود ہوتا ہے۔

وسائل سے باہر ہونا

بہت سی تحقیقات محقق کے وسائل سے بالاتر ہوتی ہیں۔ یعنی ان کی انجام دہی موجودہ وسائل یا حالات میں ناممکن سی ہوتی ہیں۔

2.12.6.4 بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے طریقے (Methods of primary data collection)

بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے بنیادی یا روایتی طریقے درج ذیل ہیں:

1. براہ راست ذاتی انٹرویوز
2. بالواسطہ ذاتی انٹرویوز
3. خودزیر انتظام سروے اور سوالنامے
4. فوکس گروپس
5. جسمانی مشاہدہ
6. تجرباتی مشاہدات
7. فیلڈ کام مشاہدہ
8. تجربات
9. عینی شاہد کے اکاؤنٹس
10. نسلی تحقیق
11. ذاتی حکایات، یادداشتیں
12. زندگی کی تاریخیں
13. ایکشن ریسرچ
14. کیس اسٹڈیز
15. ڈائری کے اندراجات، خطوط اور دیگر خط و کتابت

در حقیقت، بنیادی ڈیٹا کا ذریعہ آبادی کا نمونہ ہے جس سے آپ اپنا ڈیٹا اکٹھا کرتے ہیں۔ یہاں آبادی سے مراد نمونوں کی بڑی تعداد ہے یعنی $N = \infty$ سائنسی لیسو ریٹریز جہاں نمونوں کو تجزیہ کر کے مشاندے کیے جاتے ہیں ان کے لئے $N \geq 20$ ہے۔ نمونے کا انتخاب کچھ مختلف قسم کے نمونے لینے کے طریقوں اور تکنیکوں کے ذریعے کیا جاتا ہے جن کا ذکر آگے آرہا ہے۔ بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کی بنیادی اقسام میں آن لائن، آف لائن اور خود جمع کرنا شامل ہیں۔

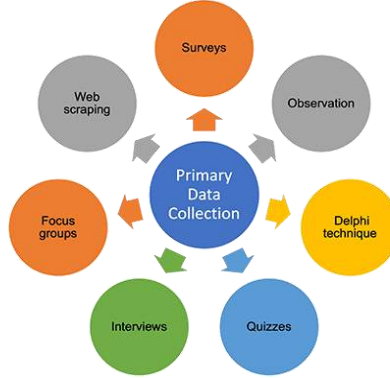


Illustration of the most common primary data collection types

2.12.6.5 آف لائن بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے میں آف لائن سروے، انٹرویوز، آف لائن کوئز، ڈیلیفی تکنیک، فوکس گروپس

اور مشاہدات شامل ہیں۔ جن کی مختصر معلومات حسب ذیل ہیں

1. ڈیلیفی تکنیک ایک سروے کا طریقہ ہے جو فیصلے کرنے کے لیے ماہرین کے پینل کا استعمال کرتا ہے۔
2. فوکس گروپس میں، شرکاء گروپ سیٹنگ میں کسی مسئلے یا پروڈکٹ پر تبادلہ خیال کرتے ہیں۔ فوکس گروپس ایسے معیار کے طریقے ہیں جن میں لوگوں کے ایک گروپ سے ان کی رائے یا تجربات کے بارے میں انٹرویو کرنا شامل ہے۔
3. انٹرویوز جو اب دہندگان کے ساتھ براہ راست گفتگو ہیں۔ ذاتی انٹرویوز بانی جوابات کے لحاظ سے ڈیٹا اکٹھا کرنے کا سب سے عام طریقہ ہے۔
4. کوئز مقداری طریقے ہیں جن میں طلباء کو مخصوص معلومات پر جانچنا شامل ہے۔
5. سائنس میں مشاہدے کا طریقہ استعمال کیا جاتا ہے جس میں لیسو ریٹری میں مشاہدات کیے جاتے ہیں۔ اگر مطالعہ کا تعلق رویے کی سائنس (Behavioral Science) سے ہو تو لوگوں کے برتاؤ کا براہ راست مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ براہ راست مشاہدات ایسے معیاری شناختی طریقے ہیں جن میں قدرتی ماحول میں لوگوں کے رویے کو دیکھنا اور ریکارڈ کرنا شامل ہے۔

2.12.6.6 آن لائن بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے میں ویب اسکرپٹنگ، آن لائن کوئز اور آن لائن سروے شامل ہیں۔

2.12.6.7 خود جمع کرنے میں معلومات جمع کرنے کے لیے سوشل میڈیا کا استعمال کیا جاتا ہے۔

2.12.7 پر انٹری ڈیٹا کی اقسام

2.12.7.1 شناختی بنیادی ڈیٹا

تحقیق کے لیے شناختی بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنا سب سے اہم قسم ہے کیونکہ یہ ہمیں پوری معلومات فراہم کرتی ہے۔ اس سے ہم اپنی مصنوعات یا خدمات کو بہتر بنانے کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔ تاہم اس ڈیٹا کی تشریح اور اس طرح سے استعمال کرنا مشکل ہے جو کاروباری فیصلوں کے لیے مفید ہو۔

2.12.7.2 مقداری بنیادی ڈیٹا

مقداری بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنا اس بات کی پیمائش کرنے کے لیے اچھا ہے کہ لوگ آپ کے پروڈکٹ یا سروس کو کس طرح استعمال کر رہے ہیں، لیکن یہ آپ کو ان کے خیالات اور احساسات کو اچھی طرح سے سمجھنے کی اجازت نہیں دیتا ہے۔ البتہ اگر ہم دونوں قسم کے ڈیٹا کو ملا دیں یا ملا کر ہی اکٹھا کریں تو اس سے کافی قیمتی بصیرت حاصل ہوتی ہے اور اس میں ڈیٹا کی درستگی بھی برقرار رہتی ہے۔

2.12.7.3 شناختی بنیادی ڈیٹا جمع کرنا

شناختی بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنا تحقیق کی ایک شکل ہے جس میں ڈیٹا اکٹھا کرنا غیر ساختہ (Unstructured Manner) انداز میں کیا جاتا ہے۔ اس قسم کا ڈیٹا اکٹھا کرنا کسی موضوع یا رجحان کی مزید گہرائی سے سمجھنے میں مددگار ثابت ہو سکتا ہے۔ جب ہم کسی مسئلے کو بہت سے مختلف زاویوں سے دریافت کرنا چاہتے ہیں تو اس میں یہ مفید ہو سکتا ہے۔ یہ اس وقت بھی مددگار ثابت ہو سکتا ہے جب ہم کسی موضوع یا رجحان کے بارے میں لوگوں کی رائے اور احساسات کے بارے میں معلومات اکٹھا کرنا چاہتے ہیں۔ مزید برآں، شناختی بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنا اس وقت مددگار ثابت ہو سکتا ہے جب ہم یہ جاننا چاہتے ہیں کہ لوگ کس طرح پروڈکٹس استعمال کرتے ہیں یا وہ کسی خاص مسئلے کے بارے میں کیسے سوچتے ہیں۔ شناختی بنیادی ڈیٹا سے ہم کو کسی پروڈکٹس یا سروسز ڈیزائن کو بہتر کر سکتے ہیں۔

2.12.7.4 مقداری بنیادی ڈیٹا جمع کرنا

مقداری بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے میں تحقیق کی کوئی بھی ایسی شکل ہو سکتی ہے جس میں اس معلومات کی مقدار یا پیمائش شامل ہوتی ہے۔ یعنی اس میں ہم عام طور پر عددی پیمانے کا استعمال کرتے ہیں۔ یہ آن لائن سروے اور مشاہداتی مطالعہ دونوں ہو سکتے ہیں ان کے اپنے اپنے فوائد اور نقصانات ہیں۔ آن لائن سروے میں جواب دہندگان کو اپنے گھر چھوڑنے یا کسی عجیب و غریب سوالات کا سامنا کرنے کی ضرورت نہیں ہوتی ہے۔ وہ انٹرنیٹ کے ذریعہ کہیں سے بھی اس میں حصہ لے سکتے ہیں۔ اگرچہ اس قابل رسائی ہوتا ہے پھر بھی اس میں اس کے جواب (Response) کی شرحیں کم ہوتی ہیں۔ اس لیے اکثر درست نتائج حاصل کرنا مشکل ہوتا ہے کیونکہ بہت سے لوگ

سروے کا جواب نہیں دیتے، انہیں موضوع میں لاعلمی / غیر دلچسپی ہوتی ہے، یا وہ اسے اپنی مشغولیات میں دخل اندازی یا تکلیف دہ سمجھتے ہیں۔ ایک طویل مدت تک مشاہداتی سروے کرنے کے باوجود اس کے رد عمل کی شرح کم ہوتی ہے۔ اس کی اور بھی بہت سی وجوہات ہو سکتی ہیں۔

2.12.8 ثانوی ڈیٹا کی مزید تفصیلات (More About Primary Data)

یہ پہلے بتایا جا چکا ہے کہ ثانوی ڈیٹا وہ ڈیٹا ہے جو پہلے ہی کسی دوسرے مقصد کے لیے جمع کیا جا چکا ہے لیکن موجودہ تحقیقی ضروریات سے کچھ مطابقت رکھتا ہے۔ اس کے علاوہ، ڈیٹا خود محقق کے بجائے کسی اور کے ذریعہ جمع کیا جاتا ہے۔ ثانوی ڈیٹا بذات خود ایک سیکنڈ ہینڈ معلومات ہے۔ اسی لیے اسے ثانوی کہا جاتا ہے۔ ثانوی ڈیٹا کے بنیادی ذرائع ہمیں قیمتی تشریحات اور تجزیات فراہم کرتے ہیں۔ وہ بنیادی ذرائع کی تفصیل سے تخریج شدہ ہوتے ہیں اور اکثر ان کا استعمال کسی مخصوص کام یا نقطہ نظر کی حمایت کے لیے کیا جاتا ہے۔

2.12.8.1 ثانوی ڈیٹا کی مثالیں

ثانوی ڈیٹا کے ذرائع کی عام مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

- | | |
|--|---|
| 1. پچھلی تحقیق | 9. تاریخی مواد |
| 2. ذرائع ابلاغ کی مصنوعات | 10. انسائیکلو پیڈیا |
| 3. حکومتی رپورٹس | 11. مونو گرافس |
| 4. سرکاری اعداد و شمار | 12. جرنل کے مضامین |
| 5. خطوط | 13. سوانح حیات |
| 6. ڈائری | 14. تحقیقی تجزیہ |
| 7. ویب معلومات | 15. مقالے |
| 8. Google Analytics یا دوسرے ذرائع جو ڈیجیٹل کسٹمر کے تجربے کے لیے اعداد و شمار اور ڈیٹا دکھاتے ہیں۔ | 16. تنقید اور تشریح کے کام |
| | 17. مالی ذرائع جیسے منافع اور نقصان کے بیانات، بیلنس شیٹس، انویٹری ریکارڈ، سیلز ریکارڈ وغیرہ۔ |

2.12.8.2 ثانوی ڈیٹا کے فوائد

رسائی میں آسانی

ثانوی ڈیٹا کے ذرائع تک رسائی بہت آسان ہے۔ انٹرنیٹ کی دنیا بدل گئی ہے اور ثانوی تحقیق کرنا بہت آسان ہو گیا ہے۔ آج کل بہت سی معلومات صرف کمپیوٹر کے ایک کلک پر دستیاب ہو جاتی ہے۔

کم قیمت یا مفت

ثانوی ڈیٹا کے ذرائع کی اکثریت استعمال کے لیے بہت کم قیمت پر یا بالکل مفت مل جاتی ہیں۔ اس نہ صرف پیسے بلکہ محقق کی کوششیں بھی بچتی ہیں۔ بنیادی تحقیق کے مقابلے میں جہاں ہمیں شروع سے ہی ایک مکمل بنیادی مطالعہ کا عمل کو مرتب (design) اور چلانا پڑتا ہے، ثانوی ریسرچ کو ہم اپنی میز پر کوئی پیسہ لگائے بغیر ڈیٹا اکٹھا کر کے کر سکتے ہیں۔

وقت کی بچت

جیسا کہ مندرجہ بالا فائدہ سے پتہ چلتا ہے، آپ کسی بھی وقت میں ثانوی تحقیق کر سکتے ہیں۔ بعض اوقات یہ معلومات کے قابل اعتبار ذریعہ کو تلاش کرنے کے لئے چند گوگل سرچز کا معاملہ ہوتا ہے۔

پچھلے تجزیے سے نئی بصیرتیں اور تفہیم پیدا کرنا

پرانے ڈیٹا کا دوبارہ تجزیہ کرنے سے غیر متوقع طور پر نئی تفہیم اور نقطہ نظر یا یہاں تک کہ نئے متعلقہ نتائج سامنے آسکتے ہیں۔

بڑے سائز کے نمونے

بڑے ڈیٹا سیٹس میں اکثر بڑا نمونہ استعمال کرتے ہیں جو بنیادی ڈیٹا سے حاصل کیے جاتے ہیں۔ بڑے نمونوں کا فائدہ یہ ہے کہ ان سے حتمی نتیجہ بہت زیادہ سیدھا اور واضح ہو جاتا ہے۔

طولانی تجزیہ

ثانوی ڈیٹا سے ہم ایک طولانی تجزیہ کر سکتے ہیں۔ جس کا مطلب یہ ہے کہ مطالعات ایک بڑے عرصے پر پھیلے ہوئے ہیں۔ اس سے ہم کو مختلف رجحانات کا تعین کرنے میں مدد مل سکتی ہے۔ اس کے علاوہ، ہم کئی سالوں سے لے کر چند گھنٹے پہلے تک کا ثانوی ڈیٹا تلاش کر سکتے ہیں۔ اس سے ہمیں وقت کے ساتھ ڈیٹا کا موازنہ کرنے میں مدد ملتی ہے۔

کوئی بھی ڈیٹا اکٹھا کر سکتا ہے

ثانوی ڈیٹا کی تحقیق ایسے لوگوں کے ذریعے کی جاسکتی ہے جو مختلف قسم کے مقداری اور شناختی ریسرچ کے طریقوں سے واقف نہیں ہیں۔ عملی طور پر، کوئی بھی ثانوی ڈیٹا اکٹھا کر سکتا ہے۔

2.12.8.3 ثانوی ڈیٹا کے نقصانات

ڈیٹا کے تشخص میں کمی

ثانوی ڈیٹا کسی محقق کی ضرورت کے لیے مخصوص نہیں ہوتا کیونکہ اسے ماضی میں کسی اور وجہ سے جمع کیا گیا تھا۔ یہی وجہ ہے کہ ثانوی ڈیٹا بہت سے کاروباری اور مارکیٹنگ کے معاملات میں ناقابل بھروسہ اور غیر مفید ہو سکتا ہے۔ البتہ ثانوی ڈیٹا کے ذرائع آپ کو مقدار میں بہت زیادہ معلومات فراہم کر سکتے ہیں، لیکن ان میں مناسبت کا ہونا ضروری نہیں ہے۔

ڈیٹا کے معیار پر کنٹرول کا فقدان

ڈیٹا کے معیار پر ہمارا کوئی کنٹرول نہیں ہوتا ہے۔ ثانوی ڈیٹا میں معیار کی کمی ہو سکتی ہے۔ لہذا ثانوی ڈیٹا کو استعمال کرنے سے پہلے اس کے معیار کی تفصیل سے جانچ کی جانی چاہیے کیونکہ معلومات کا ذریعہ قابل اعتراض ہو سکتا ہے۔ چونکہ ہم اپنے فیصلہ سازی کے عمل کے لیے ثانوی ڈیٹا پر انحصار کرتے ہیں اس لیے ہمیں ڈیٹا کی باقاعدگی اور درستگی کا اندازہ لگانا چاہیے کہ معلومات کو کیسے اکٹھا اور تجزیہ کیا گیا۔

تعصب

چونکہ ثانوی ڈیٹا کسی اور کے ذریعہ جمع کیا جاتا ہے اس لیے عام طور پر ڈیٹا اس شخص کے حق میں متعصب ہوتا ہے جس نے اسے اکٹھا کیا۔ یہ ایک محقق یا مارکیٹر کے طور پر ہماری ضروریات کو پورا نہیں کر سکتا ہے۔

بروقت نہیں

ثانوی ڈیٹا ماضی میں جمع کیا جاتا ہے جس کا مطلب ہے کہ یہ پرانا ہو سکتا ہے۔ یہ مسئلہ بہت سے مختلف حالات میں اہم ہو سکتا ہے۔

ملکیتی معلومات نہیں

عام طور پر ثانوی ڈیٹا خاص طور پر کسی کمپنی کے لیے جمع نہیں کیا جاتا ہے اور نہ اس کی ملکیت ہوتی ہے۔ بلکہ یہ بہت سی کمپنیوں اور لوگوں کے لیے یا تو مفت یا تھوڑی سی فیس دے کر حاصل ہو جاتا ہے۔ لہذا یہ ہمارے لیے پوری طرح "فائدہ مند" نہیں ہے اور ہمارے حریف کو بھی اس ڈیٹا تک رسائی ہو سکتی ہے۔

2.13 اکتسابی نتائج

اس اکائی کے مطالعہ سے آپ نے درج ذیل باتیں سیکھیں:

- طلباء میں نمونہ لینے کے طریقوں اور استعمال کرنے کا شعور پیدا ہو گیا۔
- طلباء میں مناسب نمونوں کی تعیناتی کے لئے ضروری تکنیکوں کا استعمال کرنے کی استعداد پیدا ہو گئی۔
- طلباء نمونے لینے میں توثیق کرنے والے تکنیکوں کا استعمال کرنا سیکھ گئے۔
- طلباء اعداد و شمار کی تجزیہ و تحلیل کرنے کے قابل ہو گئے۔
- ڈیٹا کو منتخب کرنے اور ترتیب دینے کے لئے مناسب تراکیب استعمال کرنا طلباء نے سیکھ لیا۔
- طلباء میں ڈیٹا کو تجزیہ اور تشریح کر کے قابل اعتماد نتائج حاصل کرنے کا سلیقہ پیدا ہو گیا۔

2.14 کلیدی الفاظ

- تجزیہ کا منصوبہ: تجزیہ کیے جانے والے نمونے کا تعین، مطلوبہ جز: تجزیہ (Analyte)، درستگی کی مطلوبہ سطح (Level of Accuracy)

- مجموعی نمونہ: تجزیہ کے لئے منتخب کردہ اشیاء کو اکثر نمونے لینے والی اکائیاں یا نمونے لینے والے اضافے کہا جاتا ہے۔ نمونے لینے والی اکائیوں یا اضافے کے مجموعے کو مجموعی نمونہ (Gross Sample) کہا جاتا ہے
- تھر موگراو میٹریک پیمائش: نمی کی مقدار کا حساب لگانے کے لیے تھر موگراو میٹریک اصول کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ میں نمونے کو گرم کر کے خشک کیا جاتا ہے اور خشک ہونے پر ہونے والے وزن کے کل نقصان سے نمی کی مقدار کا حساب لگایا جاتا ہے

2.15 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا میں کثرت نقلی طریقے سے کیا مراد ہے؟
- 2- شماریاتی ڈیٹا کے تجزیے کے استعمال کے ذریعے کسی مسئلے کا مطالعہ کرنے میں استعمال ہونے والے چار بنیادی مراحل کے نام دیجیے۔
- 3- کشید Distillation سے کیا مراد ہے؟
- 4- بنیادی ڈیٹا کی تعریف بیان کیجیے۔
- 5- ثانوی ڈیٹا کی تین مثالیں دیجیے۔
- 6- بنیادی ڈیٹا کے نقصانات لکھیے۔
- 7- بنیادی ڈیٹا اکٹھا کرنے کے تین طریقوں کے نام لکھیے۔
- 8- نامیاتی نمونوں کی تحلیل کے دو طریقوں کے نام لکھیے
- 9- نمی کے تجزیے میں اسپیکٹرواسکوپي میں استعمال دو طریقوں کے نام لکھیے۔
- 10- عام تجزیاتی طریقہ کار کے مراحل میں سے، وہ کونسا مرحلہ ہے جو کہ اکثر کسی بھی تجزیاتی کیمیادان کے لیے سب سے مشکل ہوتا ہے؟

مختصر جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا میں نمونوں کے تجزیہ کے طریقوں کی بنیاد پر ان کے اقسام میں کس طرح درجہ بند لیا جاتا ہے۔
- 2- عام تجزیاتی طریقہ کار کے مختلف مراحل کو بیان کیجیے۔
- 3- تجزیاتی کیمیا میں نمونوں کے حصول میں سرزد ہونے والی غلطیوں کو بیان کیجیے۔
- 5- تجزیاتی کیمیا میں نمونوں کی تحلیل Dissolution Samples کے بارے میں مختصر انوٹ لکھیے۔
- 6- تجزیاتی کیمیا میں استعمال ہونے والے پرائمری اور سیکنڈری ڈیٹا کے درمیان فرق کو بیان کیجیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا میں ٹھوس، مائع اور گیسوں کا نمونہ لینا کے طریقوں کو تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 2- تجزیاتی کیمیا میں استعمال ہونے والے نمی کا تجزیہ کے مختلف طریقوں کو بیان کیجیے
- 3- تجزیاتی کیمیا میں اعداد و شمار کا شماریاتی تجزیہ کی اہمیت کو اجاگر کیجیے۔
- 4- تجزیاتی کیمیا میں تجرباتی خرابی اور ڈیٹا کا تجزیہ پر تفصیلی نوٹ لکھیے۔

2.16 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

1. Analytical Chemistry, 6th Ed. G.D. Christian, Jhon Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd., New Delhi, 2004
2. Fundamental of Analytical Chemistry, 9th Ed. D.A. Skoog, D.M. west, F.J. Holler, S.R. Crouch, Brooks Cole – Cengage Learning 2014
3. Analytical Chemistry, J.G. Dick, 1974
4. Statistics for Analytical Chemistry – J.C. Miller and J.N. Miller, Ellis Harwood, Chichester, 1984.
5. Statistics for Analytical Chemists – R. Caulcutt and R. Boddy, Chapman and Hall Publications, London, 1982

اکائی 3- کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں

(Errors in Chemical Analysis)

اکائی کے اجزا

| | |
|--|-----|
| تمہید | 3.0 |
| مقاصد | 3.1 |
| کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں | 3.2 |
| تجرباتی اعداد و شمار میں غلطیوں کی اقسام | 3.3 |
| نمونے لینے کی غیر یقینی صورتحال | 3.4 |
| بے ترتیب غلطیوں کا شماریاتی علاج | 3.5 |
| اکتسابی نتائج | 3.6 |
| کلیدی الفاظ | 3.7 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 3.8 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 3.9 |

3.0 تمہید

1. کیمیائی تجزیہ کی پیمائش میں ہونے والی غلطیاں کافی اہمیت کی حامل ہوتی ہیں۔
2. کیمیائی تجزیہ کے مختلف قسم کے تجزیوں کے دوران پیدا ہونے والی غلطیوں کی کی جاتی ہے۔
3. کیمیائی تجزیہ میں ہونے والی غلطیوں کے ممکنہ اسباب کو پہچاننا اور ان کو سدباب کرنے کے اقدامات کے طریقوں کو جاننا۔
4. کیمیائی تجزیہ میں غلطیوں کے اثرات اور تجزیے کی درستگی اور قابل اعتمادی کے اہمیت کو سمجھنا۔
5. کیمیائی تجزیہ کے مختلف تجزیہ کے طریقوں میں غلطیوں کے امکانات کا جائزہ لینا اور ان کے سدباب کے طریقہ کار کو سمجھنا کافی اہم ہے۔

3.1 مقاصد

1. طلباء کو تجزیے میں غلطیوں کے شناخت کرنے کی صلاحیت پیدا ہوگی۔
1. غلطیوں کے اسباب اور ان کے دور کرنے کے اقدامات کو سمجھنے کی صلاحیت حاصل ہوگی۔
2. تجزیے کی قابل اعتمادی کو سمجھنے اور غلطیوں کے اثرات کو معلوم کرنے کی صلاحیت پیدا ہوگی۔
3. مختلف تجزیے کے طریقوں میں غلطیوں کے اثرات کو تشریح کرنے کی صلاحیت حاصل ہوگی۔
4. تجزیے کی درستگی کو معین کرنے اور غلطیوں کو کم کرنے کے لئے مناسب اقدامات کرنے کی صلاحیت حاصل ہوگی۔

3.2 کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں (Errors in Chemical Analysis)

- کسی بھی پیمائش میں ہمیشہ کچھ غلطیوں اور خامیوں کے امکان رہتے ہیں اور ہمیں سو فی صد 100 صحیح نتیجہ نہیں ملتا۔ اس سلسلہ میں مندرجہ ذیل باتیں بہت اہم ہیں:
- غلطیوں کو ختم کرنا ناممکن ہے البتہ انہیں کم کیا جاسکتا ہے۔
 - نامعلوم معیار کا ڈیٹا (Data) بیکار ہوتا ہے۔
 - ہمارا ڈیٹا (اعداد و شمار) کتنا قابل اعتماد ہے اس کو جاننا بہت ضروری ہے۔
 - اچھے نتائج کے لئے کئی مرتبہ پیمائش کریں۔
 - صحیح اور معیارات (Standards) کا بھی ساتھ میں تجزیہ کریں تاکہ نمونہ کے تجزیہ میں اعتماد حاصل ہو سکے۔
 - ڈیٹا پر شماریاتی تجزیہ (Statistical Analysis) کریں تاکہ اس کے معیار (Quality) کا پتہ چل سکے۔
- اس سلسلہ میں چند اصطلاحات اہمیت کی حامل ہیں۔ ان کو پہلے سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ جن میں اوسط (Mean) اور وسطی (Median) وغیرہ کی تفصیل بھی شامل ہیں۔

3.3 تجرباتی اعداد و شمار میں غلطیوں کی اقسام (Types of Error in Experimental Data)

تجرباتی اعداد و شمار میں تین طرح کی غلطیاں / خامیاں ہو سکتی ہیں:

3.3.1 منظم (متعین) غلطی / خامی Systematic (Determinate) Error

اس غلطی کی وجہ سے ڈیٹا کی درستی (Accuracy) پر اثر پڑتا ہے۔ یعنی اس سے ڈیٹا کی درستی متاثر ہوتی ہے۔ اس میں ریڈنگ بہت زیادہ یا بہت کم ہوتی ہے۔

3.3.2 بے ترتیب (غیر متعین) غلطی / خامی Random (indeterminate) Error

اس میں ڈیٹا ایک اوسط قدر (Mean value) کے ارد گرد تقریباً متناسب طور پر بکھرا ہوا ہوتا ہے۔ یہ ڈیٹا کی باقاعدگی (Precision) پر اثر انداز ہوتا ہے۔ یعنی اس سے ڈیٹا کی باقاعدگی متاثر ہوتی ہے۔ اس سے شماریاتی طور پر نمٹا جاسکتا ہے۔ اس کی تفصیل درج ذیل ہے۔

3.3.3 مجموعی غلطیاں / خامیاں Gross Errors

یہ غلطیاں عام طور پر بالکل واضح ہوتی ہیں۔ اس میں "آؤٹ لائر" ریڈنگ ملتی ہے یعنی ایسی غلطی جو بقیہ سے بہت مختلف ہوتی ہے اور اسے دیکھ کر فوراً پتہ لگ جاتا ہے کہ یہ مشکوک ہے۔ اس کا ازالہ کئی مرتبہ پیمائش کرنے سے کیا جاسکتا ہے۔

3.3.4 منظم (متعین) خامی کے ذرائع

1. آلات کی خرابی (Instrumental Error)

آلات کو بار بار Calibrate کرنے کی ضرورت پڑتی ہے تاکہ اس سے صحیح پیمائش کی جاسکے۔ دونوں قسم کے آلات کے لئے یہ عمل ضروری ہے۔ جیسے:

(ا) کانچ کے آلات جیسے والیومیٹرک فلاسکس، بیورٹس وغیرہ،

(ب) الیکٹرانک آلات جیسے اسپیکٹرومیٹر، پی۔ ایچ۔ میٹر وغیرہ۔

2. طریقہ کار کی غلطی (Methodic Error)

یہ غلطی / خامی کیمیائی اشیاء کی طبیعی یا کیمیائی رویے میں کوتاہیوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ مثلاً کسی ری ایجنٹس (reagent) یارد عمل (Reaction) کا ست یا نامکمل رد عمل۔

مثال - نیکوٹینک ایسڈ (Nicotinic Acid) نائٹروجن کے تعین کے لیے عام Kjeldahl حالات میں مکمل طور پر رد عمل ظاہر نہیں کرتا ہے کیونکہ یہ دیر میں گھلتا ہے۔

3. ذاتی غلطی (Personal Error)

بہت سی ذاتی غلطیاں ایسی ہوتی ہیں جن کی وجہ سے ڈیٹا میں خامیاں پیدا ہو جاتی ہیں۔ جیسے کسی شخص میں :

- رنگ کی تبدیلیوں کے لئے حساسیت کم ہونا؛
- باقاعدگی (Precision) کو بہتر بنانے کے لیے پیمانے کی ریڈنگ کا تخمینہ لگانے کا رجحان؛
- "حقیقی" قدر کا پیشگی تصور کر لینا وغیرہ۔

3.3.2 منظم غلطیاں (Systematic Errors)

ان کی دو قسمیں ہو سکتی ہیں:

- (1) مستقل (Constant): مثال کے طور پر بیوریٹ کو پڑھنے میں غلطی۔ البتہ بڑی اقدار کے لئے اس کی اہمیت کم ہے۔
 - (ب) متناسب (Proportional): مثال کے طور پر نمونے کے تجزیہ میں مداخلت کرنے والی اشیاء کی موجودگی ان کے استعمال کے تناسب میں اثر انداز ہوتی ہیں۔ زیادہ ڈالنے پر زیادہ اثر ہوتا ہے اور کم ڈالنے پر کم اثر ہوتا ہے۔ اس طرح ان کے استعمال کے تناسب میں ڈیٹا متاثر ہوتا ہے؛ لہذا پیمائش کی تمام اقدار کے لیے یہ غلطی یکساں طور پر اہمیت کی حامل ہے۔
- اس غلطی کا تدارک مندرجہ ذیل طریقوں سے کیا جاسکتا ہے:
- احتیاط سے ری کیلیبریشن اور آلات کی اچھی دیکھ بھال کے ذریعہ آلات کی غلطیوں کو کم سے کم کریں۔
- مناسب دیکھ بھال اور خود نظم و ضبط کے ذریعہ ذاتی غلطیوں کو کم سے کم کریں۔
- طریقہ کار کی غلطیاں - یہ سب سے مشکل عمل ہے کیونکہ "حقیقی" قدر معلوم نہیں ہو سکتی۔ اس غلطی کو کم سے کم کرنے کے لئے تین طریقے مستعمل ہیں:

- مصدقہ معیارات کا تجزیہ
 - 2 یا اس سے زیادہ آزاد طریقوں کا تجزیہ کرنے کے طریقوں کا استعمال
 - خالی نمونوں کا تجزیہ
- ### 3.3.3 منظم غلطیوں کو کم کرنا

منظم غلطیوں کو درج ذیل طریقوں سے کم کیا جاسکتا ہے:

3.3.3.1 ڈیوائس کیلیبریشن اور ارتباط کا اطلاق

تمام آلات (وزن، فلاسکس، بیوریٹ، پیپٹ وغیرہ) کیلیبریشن کیے جائیں اور اصل پیمائش پر مناسب اصلاحات لاگو کیا جائے۔ اگر غلطی کو ختم نہیں کیا جاسکتا تو اس سے پیدا ہونے والے اثر کے لیے اصلاح کی کوشش کرنی چاہیے۔

3.3.3.2 تجزیہ کا عمل بغیر نمونہ کے کرنا

بغیر نمونہ کے تجزیہ کرنے کا مطلب یہ ہے کہ نمونے کے بغیر بالکل ان تجرباتی حالات میں تجزیہ کرنا جیسا کہ نمونے کے اصل تجزیہ میں کیا جاتا ہے۔ تجزیہ میں کسی ری ایجنٹس یا برتنوں کی وجہ سے ہونے والی نجاست کا اثر اس عمل سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ ایسے عمل میں اگر تجزیہ شے کی بڑی قدر ملتی ہے تو اس سے حقیقی قدر میں غیر یقینی بڑھ جاتی ہے اور تجزیہ کی درستگی کو کم ہو جاتی ہے۔ لہذا خالی ایسے عمل میں چھوٹی قدریں زیادہ مطلوب ہیں۔

3.3.3.3 تجزیہ کا عمل کنٹرول کے ساتھ کرنا

کنٹرول کے ساتھ تجزیہ کرنے کا مطلب یہ ہے کہ بالکل اسی تجرباتی حالات کے تحت کسی معیاری مادے پر تجزیہ کرنا جیسا کہ نمونہ کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ اس عمل کے بعد نامعلوم میں اجزاء کا وزن مندرجہ ذیل مساوات سے تخریج کیا جاسکتا ہے:

$$\frac{\text{Result found for standard substance}}{\text{Result found for unknown sample}} =$$

Where X is the weight of the constituent in the unknown

3.3.3.4 تجزیہ کے آزاد طریقے

دو مکمل طور پر مختلف طریقوں سے کیے گئے تجزیہ کے نتائج کا موازنہ کر کے غلطی کو کم سے کم کیا جاسکتا ہے جیسا کہ مندرجہ ذیل مثالوں میں بیان کیا گیا ہے:

(a) لوہے کی قدر معلوم کرنے کے لیے پہلے آئرن (Fe^{3+}) کے محلول سے آئرن (Fe^{3+}) ہائیڈرو آکسائیڈ بنا کر الگ کیا جاتا ہے۔ اس عمل سے محلول میں موجود مداخلت کرنے والے عناصر ہٹ جاتے ہیں یعنی وہ محلول میں رہ جاتے ہیں اور آئرن (Fe^{3+}) ہائیڈرو آکسائیڈ کا رسوب نیچے بیٹھ جاتا ہے۔ اس کے بعد لوہے کا تعین کشش ثقل (Gravimetry) طریقہ سے کیا جاسکتا ہے۔ جس میں آئرن (Fe^{3+}) ہائیڈرو آکسائیڈ کو Ignite کیا جاتا ہے جس سے آئرن (Fe^{3+}) ہائیڈرو آکسائیڈ سے پانی نکل جاتا ہے اور آئرن (Fe^{3+}) آکسائیڈ بن جاتا ہے۔ اب تخریج کر کے آئرن کی قدر معلوم کر لی جاتی ہے۔

(b) آئرن کی قدر کے تعین کا دوسرا طریقہ ٹائٹریشن ہے۔ اس میں آئرن (Fe^{3+}) کو پوٹاشیم ڈائکرومیٹ یا سیریم (Ce^{4+}) سلفیٹ کے معیاری محلول سے ٹائٹریٹ کرتے ہیں۔ جس سے آئرن (Fe^{3+}) reduce ہو کر آئرن (Fe^{2+}) میں بدل جاتا ہے اور اس طرح ہم آئرن (Fe^{3+}) کی محلول میں قدر معلوم کر لیتے ہیں۔

اگر دو مختلف طریقوں سے حاصل کردہ نتائج قریب قریب ہیں یعنی آپس میں متفق ہیں، تو یہ سمجھا جاتا ہے کہ اقدار غلطی کی چھوٹی حدود میں

درست ہیں۔

3.3.4 متوازی تجزیہ عمل کو کرنا

نتائج کی درستگی کو جانچنے کے لیے، اسے ایک وقت میں دو یا تین طریقوں سے مقدار کو ناپا جاتا ہے۔ اگر یہ نتائج ایک دوسرے کے قریب ہیں، تو نتائج اچھی درستگی میں ہیں۔ اگر نتائج میں بڑے تغیرات نظر آتے ہیں، تو تسلی بخش معاہدہ حاصل ہونے تک تعین کو دہرایا جانا چاہیے۔ تاہم، متوازی تعین کے ذریعے نتائج کی درستگی کی جانچ نہیں کی جاسکتی۔

3.3.4.1 معیاری اضافہ کا طریقہ (Method of Standard Addition)

اس طریقہ میں متعین کیے جانے والے جزو کی ایک معلوم مقدار نمونے میں شامل کی جاتی ہے، جس کے بعد موجود اجزاء کی کل مقدار کے لیے تجزیہ کیا جاتا ہے۔ شامل کردہ اجزاء کے ساتھ اور اس کے بغیر نمونوں کے تجزیاتی نتائج کے درمیان فرق اضافی اجزاء کی مقدار کی وصولی بتاتا ہے۔ اگر بازیابی تسلی بخش ہے، تو طریقہ کار کی درستگی بہتر ہے۔ یہ طریقہ عام طور پر پولیمر و گرافی اور اسپیکٹروفوٹومیٹری جیسے طریقہ کار پر لاگو ہوتا ہے۔

3.3.4.2 داخلی معیارات (Internal Standards)

اس طریقہ کار میں ہم ناپائے جانے والے مواد کی معلوم ارتکاز کی ایک سیریز میں حوالہ جاتی مواد (داخلی معیار) کی ایک مقررہ مقدار کا اضافہ کرتے ہیں۔ داخلی معیار کی جسمانی قدر کے تناسب اور معلوم ارتکاز کی سیریز کو ارتکاز کی قدروں کے خلاف پلاٹ کیا جاتا ہے۔ یہ ایک سیدھی لائن میں آتا ہے۔ یہ طریقہ کار اسپیکٹرواسکوپک اور کرومیٹوگرافک تعین میں خاص اہمیت کا حامل ہے۔

3.3.4.3 متوسنچ کے طریقے

یہ طریقے اس وقت استعمال کیے جاتے ہیں جب ماپا جانے والے مواد کی مقدار بہت کم ہو اور آلات کی حد سے باہر ہو۔ یہاں، مواد کی اس قلیل مقدار کا اس طرح رد عمل کیا جاتا ہے کہ ہر سالمہ کسی دوسرے ناپے جانے والے مواد کے دو یا دو سے زیادہ سالے پیدا کرتا ہے، اس کے نتیجے میں یہ توسنچ اس ناپا جانے والی خاصیت کو آلات یا طریقہ کار کی پیمائش کی حد میں لے آتی ہے

3.3.4.4 آئیسوٹوپک ڈائیلیوشن

اس طریقہ میں ہم، جس عنصر کا تعین کیا جانا ہے اسی عنصر کا تابکار آئسوٹوپ لیتے ہیں اور اسے نمونے کے ساتھ ملاتے ہیں۔ اب کیمیائی عمل کے ذریعہ عنصر کو ایک مرکب میں تبدیل کرتے ہیں۔ اس کے بعد مرکب کو الگ کر کے اسے خالص کرتے ہیں۔ اس مرکب کا تجزیہ کر کے اس میں خالص عنصر کا تعین کیا جاتا ہے۔ علیحدہ کیے گئے مواد کی تابکاری کی پیمائش کی جاتی ہے اور اس کا موازنہ شامل عنصر کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد نمونے میں عنصر کے وزن کا حساب لگایا جاتا ہے۔

3.4 نمونے لینے کی غیر یقینی صورتحال (Sampling Uncertainties)

منظم غلطیوں کو دور کرنے کے کئی طریقے ہیں۔ ان میں اہم باتیں یہ ہیں کہ ہم نمونے جمع کرنے میں بہت احتیاط سے کام لیں۔ اس کے علاوہ معیارات، Blanks اور حوالہ جاتی مواد کے صحیح استعمال اور کیلی بریشن کے ذریعے ان کو ختم کیا جاسکتا ہے۔ بے ترتیب غلطیاں، جو کہ اعداد و شمار کی باعدگی (Precision) سے ظاہر ہوتی ہیں، کو عام طور پر پیمائش پر اثر انداز ہونے والے متغیرات کے قریبی کنٹرول کے ذریعے قابل قبول سطح پر رکھا جاسکتا ہے۔ غلط نمونے لینے کی وجہ سے ہونے والی خامیوں کو صحیح نہیں کیا جاسکتا کیونکہ وہ Blanks اور معیارات کے استعمال یا تجرباتی متغیرات پر منحصر نہیں ہوتیں۔

بے ترتیب اور آزاد غیر یقینی صورت حال کے لیے مجموعی معیاری انحراف، σ_o کے لیے حجم درج ذیل مساوات لکھ سکتے ہیں:

$$\sigma_o^2 = \sigma_s^2 + \sigma_m^2$$

یہاں σ_s تجزیاتی پیمائش کے نمونے (Sample) لینے کے لیے اور σ_m نمونے لینے کے طریقہ کار (Method) کے معیاری انحراف ہیں۔ تغیر کا تجزیہ (Analysis of Variance) یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ آیا نمونوں کے درمیان فرق (نمونہ لینے کا تغیر اور پیمائش کا تغیر) نمونوں کے اندر موجود تغیر (یعنی پیمائش کے تغیر) سے نمایاں طور پر زیادہ ہے۔

اگر $\sigma_m \leq \sigma_s / 3$ ہے تو پیمائش کی درستگی کو بہتر بنانے کی کوشش کرنے کا کوئی فائدہ نہیں ہے۔

یہ نتیجہ اس بات کی وضاحت کرتا ہے کہ اگر نمونے لینے کی غیر یقینی صورتحال (Uncertainty) زیادہ ہے اور اسے بہتر نہیں کیا جاسکتا ہے، تو بہتر یہ ہے کہ تجزیہ کے کم درست لیکن تیز رفتار طریقہ کو اپنائیں تاکہ مقررہ مدت میں مزید نمونوں کا تجزیہ کیا جاسکے۔ چونکہ اوسط کا معیاری انحراف \sqrt{N} سے کم ہے اس لیے زیادہ نمونے لینے سے درستگی بہتر ہو سکتی ہے۔

3.5 بے ترتیب غلطیوں کا شماریاتی علاج (Statistical Treatment of Random Errors)

کوئی بھی پیمائش غلطی سے خالی نہیں ہوتی۔ ہر پیمائش میں ہمیشہ چھوٹی، بے ترتیب غلطیوں کی ایک بڑی تعداد ہوتی ہے۔

مثلاً یہ غلطیاں درجہ حرارت یا دباؤ میں چھوٹی تبدیلیاں ہو سکتی ہیں۔ یا پھر الیکٹرانک ڈیٹیکٹرز (Electronic Detectors) کے

بے ترتیب رد عمل ("شور") وغیرہ۔ مزید تفصیلات کو اکائی نمبر 4 میں تفصیل سے بیان کیا ہے۔

3.6 اکتسابی نتائج

- طلباء کو کیمیائی تجزیے میں غلطیوں کے شناخت، ان کے اسباب اور ان کو دور کرنے کے اقدامات کو سمجھنے کی صلاحیت پیدا ہو جائے گی۔
- تجزیے کی قابل اعتمادی کو سمجھنے اور غلطیوں کے اثرات کو معلوم کرنے اور غلطیوں کے اثرات کو تشریح کرنے کی صلاحیت حاصل ہوگی۔

- تجزیے کی درستگی کو معین کرنے اور غلطیوں کو کم کرنے کے لئے مناسب اقدامات کی کرنے کی صلاحیت حاصل ہوگی۔

3.7 کلیدی الفاظ

- **منظم (متعین) غلطی / خامی:** اس غلطی کی وجہ سے ڈیٹا کی درستی (Accuracy) پر اثر پڑتا ہے۔ یعنی اس سے ڈیٹا کی درستی متاثر ہوتی ہے۔ اس میں ریڈنگ بہت زیادہ یا بہت کم ہوتی ہے
- **طریقہ کار کی غلطی:** یہ غلطی / خامی کیمیائی اشیاء کی طبیعیاتی یا کیمیائی رویے میں کوتاہیوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ مثلاً کسی ری ایجنٹس (Reagent) یا رد عمل (Reaction) کا ست یا نامکمل رد عمل۔
- **آئی سوٹوپک ڈائیلیوشن:** اس طریقہ میں ہم، جس عنصر کا تعین کیا جانا ہے اسی عنصر کا تابکار آسوٹوپ لیتے ہیں اور اسے نمونے کے ساتھ ملاتے ہیں۔

3.8 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجرباتی اعداد و شمار میں تین اقسام کی طرح غلطیاں ہوتی ہیں انکے نام دیجیئے۔
- 2- منظم غلطیاں (Systematic Errors) کے نام لکھیے۔
- 3- معیاری اضافہ کا طریقہ سے کیا مراد ہے؟
- 4- آئی سوٹوپک ڈائیلیوشن سے کیا مراد ہے؟
- 5- کنٹرول کے ساتھ تجزیہ کرنا سے کیا مراد ہے؟
- 6- کسی بھی پیمائش میں ہمیشہ کچھ غلطیوں اور خامیوں کے امکان رہتے ہیں اور ہمیں سو فی صد صحیح نتیجہ نہیں ملتا۔ اسکی دو وجہ کیا ہے نام لکھیے۔
- 7- ڈیٹا پر شماریاتی تجزیہ (Statistical Analysis) کی جاتی ہے اس سے کس بات کا پتہ چلتا ہے۔
- 8- بے ترتیب (غیر متعین) غلطی / خامی سے کیا مراد ہے؟
- 9- آلات کی خرابی کو کسی غلطی / خامی کی مثال ہے؟
- 10- کسی بھی پیمائش غلطی سے خالی نہیں ہوتی اور ہر پیمائش میں ہمیشہ چھوٹی، بے ترتیب غلطیوں کی ایک بڑی تعداد ہوتی ہے۔ اس میں ہونے والی دو غلطیوں کے نام لکھیے۔

مختصر جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجرباتی کیمیا میں منظم غلطیوں کو کم کرنے کے مختلف طریقوں کو بیان کیجیے۔

- 2- منظم غلطیوں کو کس طرح کم کیا جاسکتا ہے بیان کیجیے۔
- 3- منظم (متعین) خامی کے مختلف ذرائع کے بارے میں بیان کیجیے۔
- 5- تجرباتی کیمیا میں مختلف تجزیوں کے طریقوں میں ہونے والی غلطیوں کے اثرات کو بیان کیجیے۔
- 6- تجزیے کی درستگی کو معین کرنے اور غلطیوں کو کم کرنے کے لئے کن مناسب اقدامات کی ضرورت ہے؟ بیان کیجیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- کیمیائی تجزیہ میں کی پیمائش میں ہونے والی غلطیوں کے تعارف کے بارے میں بیان کیجیے۔
- 2- تجرباتی اعداد و شمار میں غلطیوں کی مختلف اقسام کو تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 3- مختلف قسم کے تجزیوں کے دوران پیدا ہونے والی غلطیوں کو کس طرح شناخت کیا جاتا ہے؟ تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 4- غلطیوں کے اثرات اور تجزیے کی درستگی اور قابل اعتمادی کی اہمیت کو بیان کیجیے۔

3.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

1. Analytical Chemistry, 6th Ed. G.D. Christian, Jhon Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd., New Delhi, 2004
2. Fundamental of Analytical Chemistry, 9th Ed. D.A. Skoog, D.M. west, F.J. Holler, S.R. Crouch, Brooks Cole – Cengage Learning 2014
3. Analytical Chemistry, J.G. Dick, 1974
4. Statistics for Analytical Chemistry – J.C. Miller and J.N. Miller, Ellis Harwood, Chichester, 1984.

اکائی 4- تجزیاتی کیمسٹری میں شماریات

(Statistics in Analytical Chemistry)

اکائی کے اجزا

| | |
|-----|----------------------------------|
| 4.0 | تمہید |
| 4.1 | مقاصد |
| 4.2 | چند اہم اصلاحات |
| 4.3 | نمونہ کا تجزیہ |
| 4.4 | کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں |
| 4.5 | بے ترتیب غلطیوں کا شماریاتی علاج |
| 4.6 | اکتسابی نتائج |
| 4.7 | کلیدی الفاظ |
| 4.8 | نمونہ امتحانی سوالات |
| 4.9 | تجویز کردہ اکتسابی مواد |

4.0 تمہید

1. تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیہ کی کافی اہمیت ہے۔
2. تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیہ کے بنیادی تصورات مثلاً تفصیلی تشریح، تعدیل، اور انحراف معیار وغیرہ کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔
3. تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیے کے لئے ضروری ڈیٹا کا جمع آوری کرنے کی طریقوں کو بیان کیا جاتا ہے۔
4. تجزیاتی کیمیا میں استعمال ہونے والی شماریاتی طریقے مثلاً اعداد کا تشکیل، تفصیلی نمودار، تعدیلی نمودار، وقفہ اعتماد وغیرہ کی تشریح کی جاتی ہے۔
5. تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیات کی اہمیت کو سمجھایا جاتا ہے۔ مثلاً اعداد کی درستگی، اعتبار اور نتائج کی تشریح کئی جاتی ہے۔

4.1 مقاصد

طلباء کو شماریاتی تجزیات کی تشریح کرنے کی صلاحیت حاصل ہوگی، جو تجزیاتی کیمیا میں ڈیٹا کے تجزیے کے لئے ضروری ہے۔

1. طلباء کو شماریاتی تراکیب کے استعمال کا علم حاصل ہوگا، جو ڈیٹا کی تشریح کرنے، درستگی کی جانچ پڑتال کرنے اور نتائج کی تفصیل کرنے کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔
2. طلباء کو تجزیے کے نتائج کی تشریح کرنے کے لئے شماریاتی تراکیب استعمال کرنے کی صلاحیت حاصل ہوگی۔
3. طلباء کو ڈیٹا کے شماریاتی تجزیے کے عمل کو سمجھنے اور ان کو درستی اور اعتبار کے ساتھ انجام دینے کی مہارت حاصل ہوگی۔
4. یہ تعلیمی نتائج طلباء کو تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیے کی اہمیت، تراکیب اور ان کا استعمال سمجھانے کے لئے مدد فراہم کرتے ہیں اور ان کو ڈیٹا کی تشریح کرنے اور نتائج کو تجزیہ کرنے کے قابل بناتے ہیں۔

4.2 چند اہم اصطلاحات (Important Terminologies)

4.2.1 نظام (System)

یہ کائنات کا ایک حصہ ہے جسے مطالعہ کے لیے چنا گیا ہے۔ (It is a portion of the Universe taken for study)
مثال: ندی، مٹی، کھانا، پانی وغیرہ

4.2.2 نمونہ (Sample)

یہ مطالعہ کے لیے چنے گئے نظام کا ایک حصہ ہے۔ اس میں اُس نظام کی تمام خصوصیات ہوتی ہیں۔ (It is a part of the system taken for study. It has all the properties of the system)

4.2.3 اطراف (Surrounding)

نظام کے علاوہ جو کچھ کائنات میں باقی ہے وہ اس کا اطراف یا Surrounding کہلاتا ہے۔ ظاہر سی بات ہے کوئی بھی نظام ہم لیں وہ چھوٹا اور بڑا ہو سکتا ہے اور اُس کے آس پاس کی اشیاء اس کا اطراف یا Surrounding ہوگا۔

4.2.4 نقطہ اتصال (Interface)

نظام اور اس کا اطراف یا Surrounding جس جگہ ایک دوسرے سے ملتے ہیں وہ ان کا نقطہ اتصال یا Interface کہلاتا ہے۔

4.2.5 نظام اور نمونہ

کسی بھی نظام کو سمجھنے کے لیے اس کا نمونہ لے کر اس کا تجزیہ کیا جاتا ہے تاکہ اس کے بارے میں معلومات فراہم ہو سکے۔ حسبِ ضرورت اس نمونہ پر کام کیا جاتا ہے۔ مثلاً اگر ہمیں اس کے اجزاء کا پتہ لگانا ہے تو ہم اس کا کیمیائی تجزیہ (Chemical Analysis) کریں گے۔

مثال 1: اگر ہم ندی کے پانی میں موجود بھاری دھاتوں کا پتہ لگانا چاہتے ہیں تو ہمیں پہلے ندی کے پانی کے نمونہ کو جمع کرنے، ذخیرہ کرنے، پیشگی سلوک کرنے، میٹرکس (Matrix) سے نکالنے اور تجزیہ کی غرض سے اسے علیحدہ کرنے کے لیے ایک مخصوص طریقہ کار (Protocol) پر عمل کرنا ہوتا ہے جو محض اسی مقصد کے لئے تیار کیا گیا ہو اور جس پر پہلے ہی کافی تحقیق کی جا چکی ہے۔

اس مثال میں ندی ایک نظام (System) ہے۔ اس کا پانی جو تجزیہ کے لیے لیا گیا ہے وہ نمونہ (Sample) ہے۔ اس نمونہ کو ہم کہاں سے اکٹھا کریں گے اور کس طرح اس پر کام کریں گے یہ اس کام کے لیے پہلے سے تیار اور تحقیق شدہ مخصوص طریقہ کار (Protocol) پر عمل کریں گے۔ تاکہ ہمارا یہ نمونہ ندی کے پانی کی وہ تمام خصوصیات کا حامل ہو جس کا ہم پتہ لگانا چاہتے ہیں۔ لہذا پانی کے نمونہ اکٹھا کرنے کی جگہ پہلے سے متعین کریں گے۔ پھر اسے ایک خاص طریقہ سے کسی برتن میں رکھیں گے۔ اس میں ضروری کیمیکل ملائیں گے تاکہ وہ نمونہ خراب نہ ہو اور رکھنے پر اپنی اصلیت نہ کھوئے۔ پھر اس میں سے اپنا مطلوبہ Analyte (جز تجزیہ) کو الگ کریں گے۔ پھر اس کی پہچان کریں گے اور اس کے بعد اس کی مقدار کا پتہ لگائیں گے۔

مثال 2: کبھی یہ بھی ہوتا ہے کہ Analyte (جز تجزیہ) نمونہ میں آزاد نہیں ہوتا ہے بلکہ matrix کے اندر ہوتا ہے۔ ایسی حالت میں ہمیں اسے مناسب طریقہ سے علیحدہ اور آزاد کرنا پڑتا ہے۔ مثلاً اگر ہم سیب میں کوئی دھات تلاش کر رہے ہیں جیسے سیسہ (Lead, Pb) تو ہمیں سیب کے گودے کو ڈاٹھسٹ یعنی توڑنا پڑیگا تاکہ Pb^{2+} اس سے الگ ہو جائے اور اس کا تجزیہ کیا جاسکے۔

مثال 3: اس کی ایک اور مثال مٹی میں موجود نائٹروجن ہے۔ اس میں ایک قسم نائٹروجن کی وہ ہے جو آزاد نہیں ہے اور نامیاتی مادے (Organic Matter) سے جڑی ہوئی نائٹروجن آزاد ہو کر غیر نامیاتی (Inorganic) شکل میں آجاتی ہے اور اس کا تجزیہ کیا جاسکے۔

مثال 4: اب ہم ایک بہت سادہ سی مثال لیتے ہیں۔ مثلاً آپ کے پاس ایک گلاس پانی ہے جس کا آپ تجزیہ کرنا چاہتے ہیں۔ اگر آپ اس گلاس کو ایک ٹیبل پر رکھ دیں تو گلاس کا پانی ایک نمونہ یعنی System ہے، گلاس خود ایک نقطہ اتصال یعنی Interface ہے یعنی گلاس بذات خود ایک Boundary & Interface کا کام کر رہا ہے اور پانی کو اس کے اطراف سے الگ کر رہا ہے۔

گلاس چونکہ ڈھکا ہوا نہیں ہے بلکہ کھلا ہوا ہے تو اس میں پانی کی سطح اطراف کی ہو اسے بھی جڑا ہوا ہے اور پانی اور ہوا جہاں ملتے ہیں وہ بھی ایک Interface ہے۔ اس کو بھی ہم Boundary مان سکتے ہیں۔

مثال 5: اوپر گلاس کے پانی کو (مثال نمبر 4 میں) ہم نے ایک نمونہ تصور کیا تھا۔ اب ہم اس کو ایک نظام اور اس کی چند بوند پانی کو نمونہ مان لیتے ہیں۔ ایسا ہم اس لیے کر رہے ہیں کیونکہ ہم گلاس میں موجود پانی کا ہی تجزیہ کرنا چاہتے ہیں۔

مثال 6: اگر ہم پانی کی بناوٹ جاننے کے لئے صرف ایک سالمہ ہی کی Study کرنا چاہیں تو اس حالت میں پانی کا ایک سالمہ ہی ہمارا نمونہ ہوگا اور بقیہ پانی نظام کے ذمہ میں آئیگا۔

4.2.6 بند اور کھلا ہوا نظام (Open & Closed System)

ایسا نظام جس میں مادہ اور انرجی (توانائی) دونوں System & Surrounding کے مابین Exchange ہو سکتے ہیں اسے کھلا ہوا نظام (Open System) کہتے ہیں۔ اس کے برخلاف ایسا نظام جس میں صرف انرجی (توانائی) System & Surrounding کے مابین Exchange ہو سکتی ہے اسے بند نظام (Closed System) کہتے ہیں۔ اسی طرح ایسا نظام جس میں نہ مادہ اور نہ انرجی (توانائی) دونوں میں سے کچھ بھی System & Surrounding کے مابین Exchange نہ ہو سکتے ہیں اسے الگ تھلگ یا سسٹنٹ نظام (Isolated System) کہتے ہیں۔

مثال 1: اوپر مثال نمبر 4 میں ہم نے پانی کے گلاس کو میز پر رکھا تھا۔ اگر اس پانی کو ہم چائے کی پیالی تصور کر لیں جو گرم ہوتی ہے جس کی وجہ سے اس میں سے بھانپ نکلتی ہوئی نظر بھی آتی ہے۔ اسے کچھ دیر اگر ایسے ہی کھلا چھوڑ دیں تو یہ چائے ٹھنڈی بھی ہو جاتی ہے۔

مادہ کا تبادلہ: بھاپ اس بات کی نشانی ہے کہ کپ میں سے پانی ہوا میں جا رہا ہے گو یا مادہ کپ (System) سے اطراف (Surrounding) میں جا رہا ہے۔ اس کا الٹا بھی ممکن ہے کہ کچھ مادہ اطراف سے نظام میں داخل ہو جائے۔ اس کی مثال چائے میں شکر کا ملانا ہے۔ لہذا مادہ نظام (System) سے اطراف (Surrounding) اور اطراف سے نظام کے مابین تبادلہ ہو سکتا ہے۔

توانائی کا تبادلہ: کچھ دیر چائے کو کھلا چھوڑ دیں تو یہ چائے ٹھنڈی بھی ہو جاتی ہے۔ ایسا اس لئے ہوتا ہے کہ چائے کا درجہ حرارت اس کو اطراف سے زیادہ ہے جس کی وجہ سے حرارت چائے سے ماحول میں چلی جاتی ہے۔ اسی طرح اگر اس کو آگ پر رکھیں تو یہ گرم ہو جاتی ہے کیونکہ آگ کو درجہ حرارت چائے سے زیادہ ہے اس لئے چائے کی حرارت بڑھ جاتی ہے۔ لہذا توانائی (حرارت) نظام (System) سے اطراف (Surrounding) اور اطراف سے نظام کے مابین تبادلہ ہو سکتا ہے۔

لہذا کھلے ہوئے نظام میں مادہ اور توانائی دونوں نظام (System) اور اطراف (Surrounding) کے مابین Exchange ہو سکتے ہیں۔

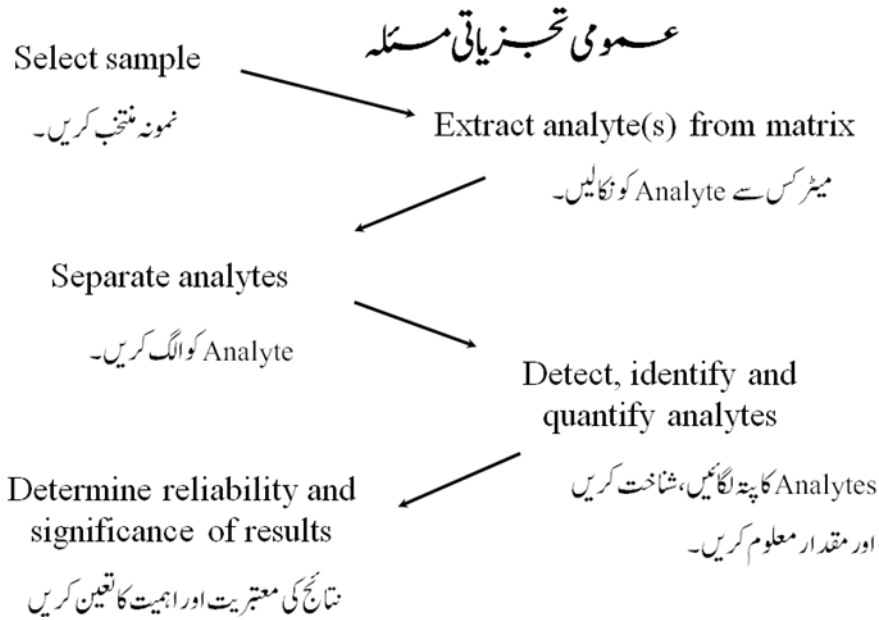
مثال 2: اوپر کی مثال میں اگر ہم چائے کو کھلے ہوئے کپ کی بجائے ایک بند گلاس میں رکھیں تو اس میں مادہ کا Exchange نظام (System) اور اطراف (Surrounding) کے مابین نہیں ہوگا البتہ توانائی کا Exchange ہو سکتا ہے اسی لئے اسے بند نظام (Closed System) کہتے ہیں۔

مثال 3: اوپر کی مثال نمبر 2 میں اگر بند گلاس ایک تھرمس ہو تو وہ Isolated System ہوگا کیونکہ اس میں مادہ اور توانائی اپنے اطراف کے مابین Exchange نہیں ہو سکتی ہے۔

4.3 نمونہ کا تجزیہ (Sample Analysis)

نمونے کا تجزیہ اس میں موجود جز تجزیہ (Analyte) کی نوعیت کے اعتبار سے تجویز کردہ طریقہ کے مطابق کیا جاتا ہے۔ اور اس سے حاصل اعداد شمار کو پھر پرکھا جاتا ہے کہ آیا وہ قابل قبول ہیں یا نہیں۔ اگر قابل قبول ہیں تو کس درجہ کے ہیں یعنی ان میں کتنی غلطی یا خامی ہے۔ نمونہ کے تجزیہ میں خامی کے ہمیشہ امکان ہوتے ہیں اس لئے ہمیں یہ بات جاننا بہت ضروری ہے کہ یہ خامی کس نوعیت کی ہے۔ اس پورے طریقہ کار کو اس تصویر کے ذریعہ سمجھایا گیا ہے۔

The General Analytical Problem



4.4 کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں (Errors in Chemical Analysis)

کسی بھی پیمائش میں ہمیشہ کچھ غلطیوں اور خامیوں کے امکان رہتے ہیں اور ہمیں سو فی صد صحیح نتیجہ نہیں ملتا۔ اس سلسلہ میں مندرجہ ذیل باتیں بہت اہم ہیں:

- غلطیوں کو ختم کرنا ناممکن ہے البتہ انہیں کم کیا جاسکتا ہے۔
- نامعلوم معیار کا ڈیٹا (Data) بیکار ہوتا ہے۔
- ہمارا ڈیٹا (اعداد و شمار) کتنا قابل اعتماد ہے اس کو جاننا بہت ضروری ہے۔
- اچھے نتائج کے لئے کئی مرتبہ پیمائش کریں۔
- صحیح اور معیارات (Standards) کا بھی ساتھ میں تجزیہ کریں تاکہ نمونہ کے تجزیہ میں اعتماد حاصل ہو سکے۔
- ڈیٹا پر شماریاتی جانچ (Statistical Analysis) کریں تاکہ اس کے معیار (Quality) کا پتہ چل سکے۔

اس سلسلہ میں چند اصطلاحات بہت اہمیت کی حامل ہیں۔ ان کو پہلے سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ وہ ہیں اوسط (Mean) اور وسطی (Median)۔

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

4.4.1 اوسط (Mean)

اوسط کی تعریف ہم اس ریاضیاتی مساوات سے کرتے ہیں:

اس مساوات میں x کی انفرادی قیمت x_i ہے؛ اور نقل پیمائش (Replicate Measurement) کی تعداد N ہے۔

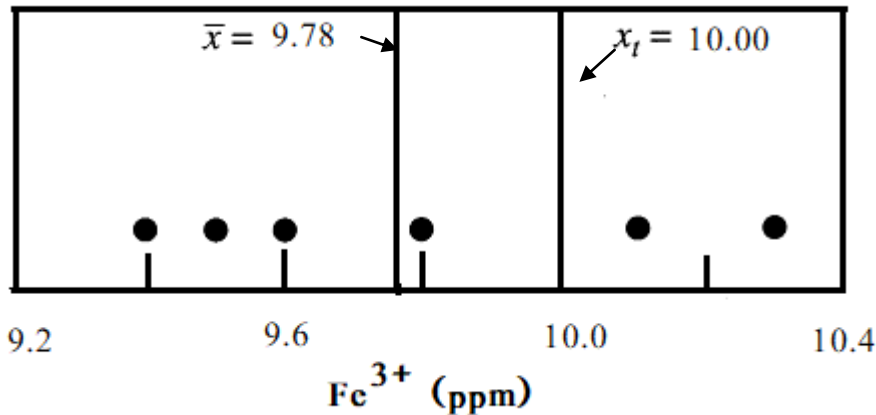
Where x_i = individual values of x ; and N = number of replicate measurements

4.4.2 وسطی / درمیانی (Median)

وسطی / درمیانی : اس کے لئے ہم ڈیٹا کو اس کو سائز کے لحاظ سے ترتیب دیتے ہیں یعنی Ascending Order میں Arrange کر لیتے ہیں۔ یہ ڈیٹا اگر غیر مساوی (Odd) ہے تو اس کا درمیانی عدد وسطی (درمیانی) کہلاتا ہے۔ اگر ڈیٹا کا عدد مساوی (Even) ہو تو اس کے درمیانی دو اعداد کا اوسط لے لیتے ہیں۔ اس کو وسطی (درمیانی) کہتے ہیں۔ درمیانی کو اس وقت ترجیح دی جاسکتی ہے جب کوئی "آؤٹ لائر" (Outlier) ہو یعنی اس کی قیمت بقیہ سے بہت مختلف ہو۔ اوسط کے بالمقابل درمیانی پر "آؤٹ لائر" سے کم متاثر ہوتی ہے۔

4.4.3 "اوسط" اور "وسطی" کی وضاحت۔ (Illustration of "Mean" and "Median")

مثال: ایک محلول میں Fe^{3+} کی اصل مقدار 10 ppm تھی۔ ایک تجرباتی عمل میں اس محلول کے نمونہ کا 6 مرتبہ تجزیہ کیا گیا۔ جس سے مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل ہوا:



Note: The mean (اوسط) value is 9.78 ppm (i.e. 9.8 ppm) & the median (درمیانی) value is 9.7 ppm

4.4.4 باقاعدگی (Precision)

باقاعدگی کا تعلق نتائج کی دوبارہ تجدید (Reproducibility) سے ہے۔

اس سے اس بات کی وضاحت ہوتی ہے کہ بالکل ایک ہی طرح حاصل کی جانے والی مقداروں میں کتنی مماثلت ہے۔ یعنی کتنا فرق ہے۔ جس کو ہم d_i سے ناپتے ہیں:

d_i سے ہمیں کسی قدر کا اوسط قدر سے فرق پتا چلتا ہے جو اوسط سے انحراف (Deviation from the Mean)

کو ناپتا ہے۔ ہم d_i کو E_i سے بھی ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$d_i = |x_i - \bar{x}|$$

4.4.5 درستگی (Accuracy)

تجرباتی اوسط اور حقیقی قیمت کے درمیان فرق کی پیمائش کو درستگی کہتے ہیں۔ اصلاً حقیقی قیمت کسی کو معلوم نہیں ہوتی بلکہ اس کے قریب ترین (اوسط) کو ہی حقیقی قیمت تصور کر لیتے ہیں۔

4.4.6 درستگی کے اقدامات

پیمائش کی غلطی (E_i) کو ہم مطلق غلطی سے ظاہر کرنے کے بجائے نسبتہ غلطی (E_r) میں ظاہر کرتے ہیں۔

Absolute error / نقص / مطلق غلطی / $(E_i) = x_i - x_t$ (where x_t = true or accepted value)

$$\text{Relative error} / نسبتی غلطی / نقص : $E_r = \frac{x_i - x_t}{x_t} \times 100\%$$$

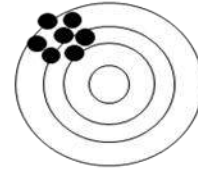
نوٹ: نسبتی غلطی / نقص (E_r , Relative Error) زیادہ مفید ہے بالمقابل مطلق غلطی / نقص کے (Absolute Error)

Illustrating the difference between “accuracy” and “precision” کے درمیان فرق “accuracy” and “precision” اور “درستگی” اور “باقاعدگی” کی وضاحت۔



کم درستگی اور کم باقاعدگی

Low accuracy, low precision



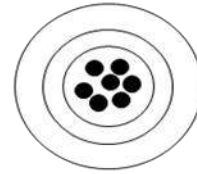
کم درستگی اور اعلیٰ باقاعدگی

Low accuracy, high precision



اعلیٰ درستگی اور کم باقاعدگی

High accuracy, low precision

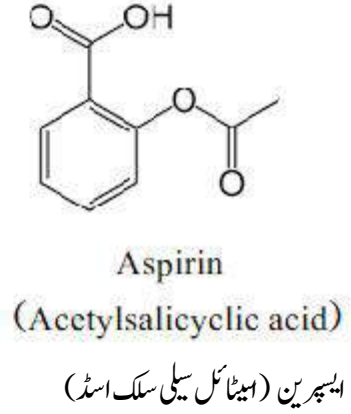
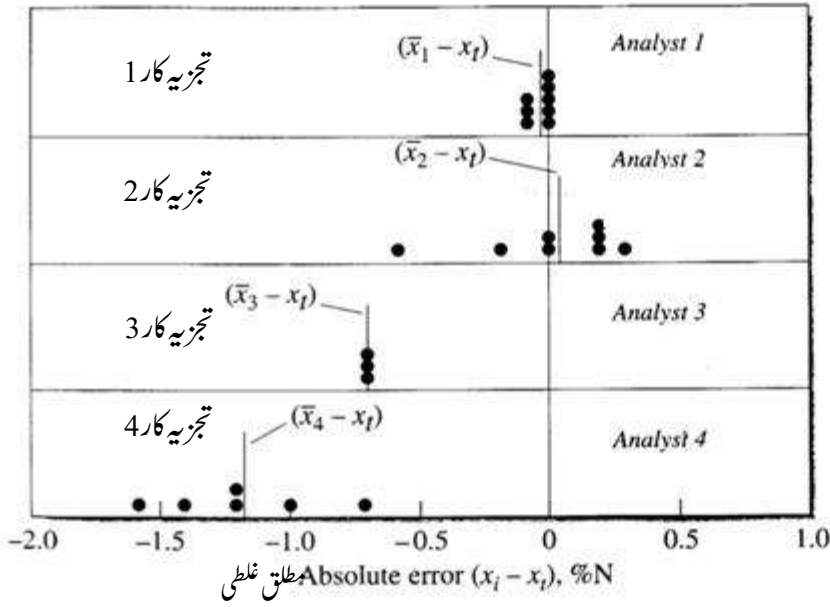


اعلیٰ درستگی اور اعلیٰ باقاعدگی

High accuracy, high precision

4.4.7 کچھ تجزیاتی اعداد و شمار جو ”باقاعدگی“ اور ”درستگی“ کی عکاسی کرتے ہیں

(Some Analytical Data Illustrating “Accuracy” and “Precision”)



| | |
|----------------------------------|--|
| Analyst 4: imprecise, inaccurate | تجزیہ کار 4: کم باقاعدگی اور کم درستگی |
| Analyst 3: precise, inaccurate | تجزیہ کار 3: اعلیٰ باقاعدگی اور کم درستگی |
| Analyst 2: imprecise, accurate | تجزیہ کار 2: کم باقاعدگی اور اعلیٰ درستگی |
| Analyst 1: precise, accurate | تجزیہ کار 1: اعلیٰ باقاعدگی اور اعلیٰ درستگی |

4.4.7 تجرباتی اعداد و شمار میں غلطیوں کی اقسام (Types of Errors in Experimental Data)

تجرباتی اعداد و شمار میں تین اقسام کی غلطیاں / خامیاں ہو سکتی ہیں:

1. منظم (متعین) غلطی / خامی (Systematic (Determinate) Error)
اس غلطی کی وجہ سے ڈیٹا کی درستگی (Accuracy) پر اثر پڑتا ہے۔ یعنی اس سے ڈیٹا کی درستگی متاثر ہوتی ہے۔ اس میں ریڈنگ بہت زیادہ یا بہت کم ہوتی ہے۔
2. بے ترتیب (غیر متعین) غلطی / خامی (Random (Indeterminate) Error)
اس میں ڈیٹا ایک اوسط قدر (Mean Value) کے ارد گرد تقریباً متناسب طور پر بکھرا ہوا ہوتا ہے۔ یہ ڈیٹا کی باقاعدگی (Precision) پر اثر انداز ہوتا ہے۔ یعنی اس سے ڈیٹا کی باقاعدگی متاثر ہوتی ہے۔ اس سے شماریاتی طور پر نمٹا جاسکتا ہے۔ ذیل میں اس کی تفصیل پیش کی جا رہی ہے۔
3. مجموعی غلطیاں / خامیاں (Gross Errors)
یہ غلطیاں عام طور پر بالکل واضح ہوتی ہیں۔ اس میں "آؤٹ لائر" ریڈنگ ملتی ہے یعنی ایسی غلطی جو بقیہ سے بہت مختلف ہوتی ہے اور اسے دیکھ کر فوراً پتہ لگ جاتا ہے کہ یہ مشکوک ہے۔ اس کا ازالہ پیمائش کو کئی مرتبہ کرنے سے کیا جاسکتا ہے۔

4.4.8 منظم (متعین) خامی کے ذرائع (Sources of Systematic Error)

4.4.8.1 آلات کی خرابی (Instrumental Error)

آلات کو بار بار Calibrate کرنے کی ضرورت پڑتی ہے تاکہ اس سے صحیح پیمائش کی جاسکے۔ دونوں قسم کے آلات کے لئے یہ عمل ضروری ہے۔ جیسے:

- (ا) کانچ کے آلات جیسے والیومیٹرک فلاسکس، بیوریٹس وغیرہ۔
- (ب) الیکٹرانک آلات جیسے اسپیکٹرومیٹر، پی۔ ایچ۔ میٹر وغیرہ۔

4.4.8.2 طریقہ کار کی غلطی (Methodic Error)

یہ غلطی / خامی کیمیائی اشیاء کی طبیعیاتی یا کیمیائی رویے میں کوتاہیوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ مثلاً کسی ری ایجنٹس (Reagent) یار د عمل (Reaction) کا ست یا نامکمل رد عمل۔

مثال - نیکوٹینک ایسڈ (Nicotinic Acid) میں نائٹروجن کے تعین کے لیے عام Kjeldahl حالات میں مکمل طور پر رد عمل ظاہر نہیں کرتا ہے کیونکہ یہ دیر میں گھلتا ہے۔

4.4.8.3 ذاتی غلطی (Personal Error)

بہت سی ذاتی غلطیاں ایسی ہوتی ہیں جن کی وجہ سے ڈیٹا میں خامیاں پیدا ہو سکتی ہیں۔ جیسے کسی شخص میں :

- رنگ کی تبدیلیوں کے لئے حساسیت کم ہونا؛
- باقاعدگی (Precision) کو بہتر بنانے کے لیے پیمانے کی ریڈنگ کا تخمینہ لگانے کا رجحان؛
- "حقیقی" قدر کا پیشگی تصور کر لینا
- وغیرہ

4.4.8.4 منظم غلطیاں (Systematic Errors)

ان کی دو قسمیں ہو سکتی ہیں:

- (ا) مستقل (Constant): مثال کے طور پر بیوریٹ کو پڑھنے میں غلطی۔ البتہ بڑی اقدار کے لئے اس کی اہمیت کم ہے۔
 - (ب) تناسب (Proportional): مثال کے طور پر نمونے کے تجزیہ میں مداخلت کرنے والی اشیاء کی موجودگی ان کے استعمال کے تناسب میں اثر انداز ہوتی ہیں۔ زیادہ ڈالنے پر زیادہ اثر ہوتا ہے اور کم ڈالنے پر کم اثر ہوتا ہے۔ اس طرح ان کے استعمال کے تناسب میں ڈاٹا متاثر ہوتا ہے؛ لہذا پیمائش کی تمام اقدار کے لیے یہ غلطی یکساں طور پر اہمیت کی حامل ہے۔
- اس غلطی کا تدارک مندرجہ ذیل طریقوں سے کیا جاسکتا ہے:

احتیاط سے ری کیلیبریشن اور آلات کی اچھی دیکھ بھال کے ذریعہ آلات کی غلطیوں کو کم سے کم کریں۔
 مناسب دیکھ بھال اور خود نظم و ضبط کے ذریعہ ذاتی غلطیوں کو کم سے کم کریں۔
 طریقہ کار کی غلطیاں - یہ سب سے مشکل عمل ہے کیونکہ "حقیقی" قدر معلوم نہیں ہو سکتی۔ اس غلطی کو کم سے کم کرنے کے لئے تین طریقے مستعمل ہیں:

- مصدقہ معیارات کا تجزیہ
- 2 یا اس سے زیادہ آزاد طریقوں کا تجزیہ کرنے کے طریقوں کا استعمال
- خالی نمونوں کا تجزیہ

4.5 بے ترتیب غلطیوں کا شماریاتی علاج (Statistical Treatment of Random Errors)

کوئی بھی پیمائش غلطی سے خالی نہیں ہوتی۔ ہر پیمائش میں ہمیشہ چھوٹی، بے ترتیب غلطیوں کی ایک بڑی تعداد ہوتی ہے۔
 مثلاً یہ غلطیاں درجہ حرارت یا دباؤ میں چھوٹی تبدیلیاں ہو سکتی ہیں۔ یا پھر الیکٹرانک ڈیٹیکٹرز (Electronic Detectors) کے بے ترتیب رد عمل ("شور") وغیرہ۔

4.5.1 بے ترتیب غلطیوں کا مجموعہ

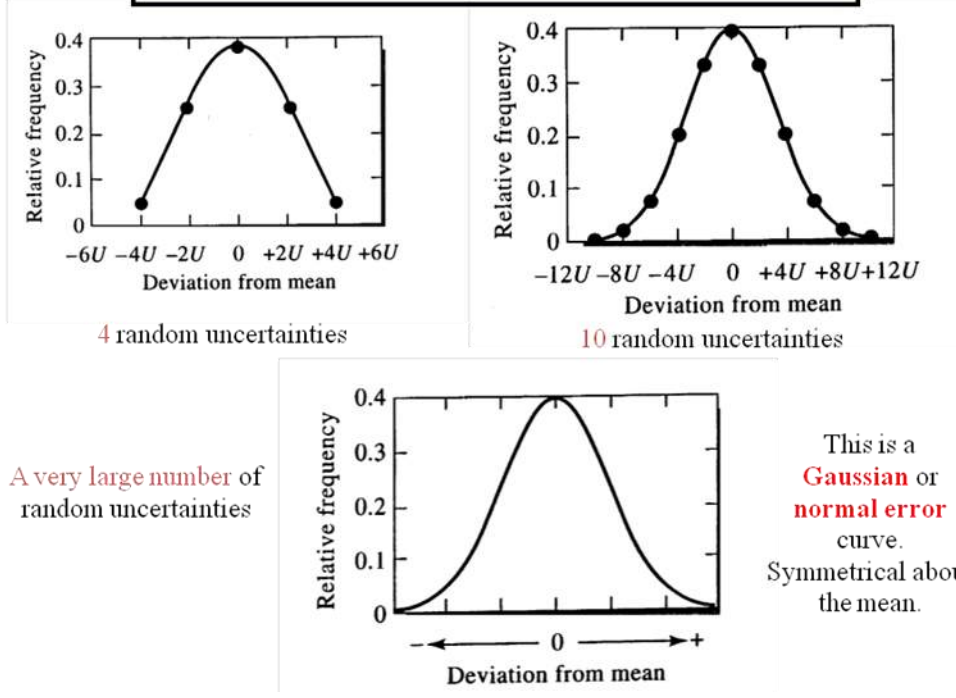
فرض کریں کہ 4 چھوٹی بے ترتیب غلطیاں ممکن ہیں اور ان سب کا یکساں امکان ہے۔ اب اگر ہم یہ تصور کریں کہ ان میں سے ہر ایک پڑھنے میں $\pm U$ غلطی کا سبب بنتا ہے۔ تو ان غلطیوں کے ممکنہ مجموعے کو ہم مندرجہ ذیل طریقہ سے دکھا سکتے ہیں:

بے ترتیب غلطیوں کا مجموعہ Combination of Random Errors

| | Total Error | No. | Relative Frequency |
|----------|-------------|-----|--------------------|
| +U+U+U+U | +4U | 1 | 1/16 = 0.0625 |
| -U+U+U+U | +2U | 4 | 4/16 = 0.250 |
| +U-U+U+U | | | |
| +U+U-U+U | | | |
| +U+U+U-U | | | |
| -U-U+U+U | 0 | 6 | 6/16 = 0.375 |
| -U+U-U+U | | | |
| -U+U+U-U | | | |
| +U-U-U+U | | | |
| +U-U+U-U | | | |
| +U+U-U-U | | | |
| +U-U-U-U | -2U | 4 | 4/16 = 0.250 |
| -U+U-U-U | | | |
| -U-U+U-U | | | |
| -U-U-U+U | | | |
| -U-U-U-U | -4U | 1 | 1/16 = 0.01625 |

4.5.2 غلطیوں کی تقسیم کی تصویری شکل (The Graphical form of Distribution of Errors)

Frequency Distribution for Measurements Containing Random Errors



مثال 1: ہم ایک 10 ملی لیٹر پیپٹ (Pipette) کا کیلیبریشن (Calibration) کرنا چاہتے ہیں۔ اس کے لئے ہم نے اس میں پانی بھر کر اس کا وزن کیا۔ اس عمل کو 50 مرتبہ دہرایا۔ پانی کے اس وزن (کمیت) کو ہم نے اس کا حجم (Volume) مان لیا جو نیچے ٹیبل میں دکھایا گیا ہے۔

نیچے اسی ٹیبل کے ڈیٹا کو صعودی ترتیب (Ascending Order) میں لکھا ہے تاکہ اس کا وسط (Median) لے سکیں جو فہرست میں 25 اور 26 نمبر کی قدروں کا اوسط ہو گا (اسے مستطیل خانے میں بند کر کے دکھایا ہے)۔

Data on the Calibration of a 10ml کا ڈیٹا

Pipette

| S. No. | Vol, ml. | S. No. | Vol, ml. | S. No. | Vol, ml |
|--------|----------|--------|----------|--------|---------|
| 1 | 9.969 | 18 | 9.980 | 35 | 9.985 |
| 2 | 9.971 | 19 | 9.980 | 36 | 9.986 |
| 3 | 9.971 | 20 | 9.980 | 37 | 9.986 |
| 4 | 9.973 | 21 | 9.981 | 38 | 9.986 |
| 5 | 9.975 | 22 | 9.981 | 39 | 9.986 |
| 6 | 9.975 | 23 | 9.981 | 40 | 9.986 |
| 7 | 9.976 | 24 | 9.982 | 41 | 9.987 |
| 8 | 9.976 | 25 | 9.982 | 42 | 9.988 |

وسط (Median) =
ان قدروں کا اوسط

| | | | | | |
|----|-------|----|-------|----|-------|
| 9 | 9.977 | 26 | 9.982 | 43 | 9.988 |
| 10 | 9.977 | 27 | 9.982 | 44 | 9.988 |
| 11 | 9.977 | 28 | 9.982 | 45 | 9.989 |
| 12 | 9.978 | 29 | 9.983 | 46 | 9.990 |
| 13 | 9.978 | 30 | 9.983 | 47 | 9.990 |
| 14 | 9.978 | 31 | 9.983 | 48 | 9.991 |
| 15 | 9.978 | 32 | 9.983 | 49 | 9.992 |
| 16 | 9.979 | 33 | 9.983 | 50 | 9.994 |
| 17 | 9.980 | 34 | 9.984 | | |

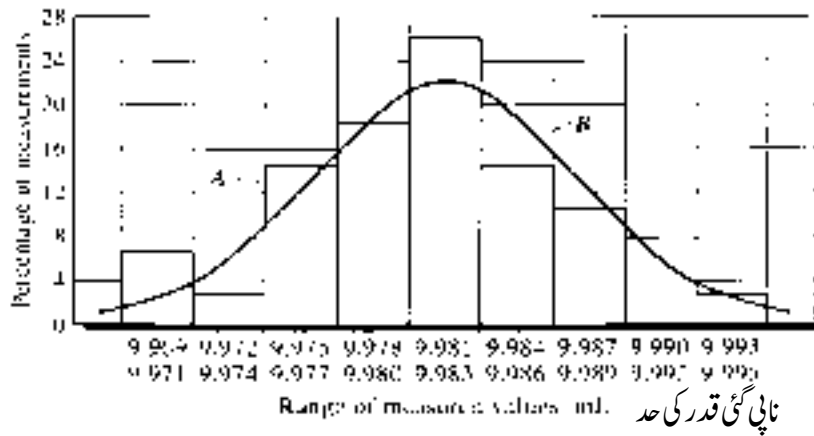
Mean volume اوسط حجم = 9.982 ml

Median volume وسطی حجم = 9.982 ml

Spread پھیلاؤ = 0.025 ml

Standard deviation معیاری انحراف = 0.0056 ml

کیلیبریشن کو انٹرفیکشن کی شکل میں (Calibration data in graphical form) اس تصویر میں دکھایا گیا ہے:



A = histogram of experimental results

تجرباتی نتائج کا ہسٹوگرام

B = Gaussian curve with the same mean value, the same precision and the same area under the curve as for the histogram.

ایک ہی اوسط قدر کے ساتھ گاوسی منحنی خطوط، وہی درستگی اور وکری کے نیچے وہی رقبہ جو ہسٹوگرام کے لیے ہے۔

اعداد و شمار سے متعلق چند اصطلاحات Few Terminologies Related to Statistics

نمونہ = مشاہدات کی محدود تعداد Sample (s) = finite number of observations

آبادی = کل (لا محدود) مشاہدات کی تعداد $(N \rightarrow \infty)$ Population() = total (infinite) number of observations

پہلے ہم آبادی کے لحاظ سے بیان کردہ گاوسی منحنی کی خصوصیات (Gaussian curve) کا مشاہدہ کریں گے۔ پھر یہ دیکھیں گے کہ ڈیٹا کے چھوٹے نمونوں کے لئے کہاں ترمیم کی ضرورت ہے۔

4.5.3 گاوسی منحنی (Gaussian Curve) کی اہم خصوصیات

4.5.3.1 آبادی کا اوسط (μ) (Population Mean)

منظم غلطی (Systematic Error) کی عدم موجودگی میں، μ حقیقی قدر (True Value) ہے۔ (جو گاوسی منحنی پر زیادہ سے

زیادہ قدر ہوتی ہے \bar{x} ہے، جو N کی چھوٹی اقدار کے لئے متعین ہے۔

نمونہ کا اوسط (s) =

سائنس میں جب $N \geq 20$ ہو تو نمونے کا اوسط (s) تقریباً آبادی کے اوسط (μ) کے برابر ہوتا ہے۔ (Sample mean \approx Population mean when $N \geq 20$)

Population mean when $N \geq 20$)

4.5.3.2 آبادی کا معیاری انحراف (σ) (Population Standard Deviation)

اعداد و شمار کی آبادی کی درستگی کا پیمانہ آبادی کا معیاری انحراف (σ) ہے۔ اس کو مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ تخریج کر سکتے

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

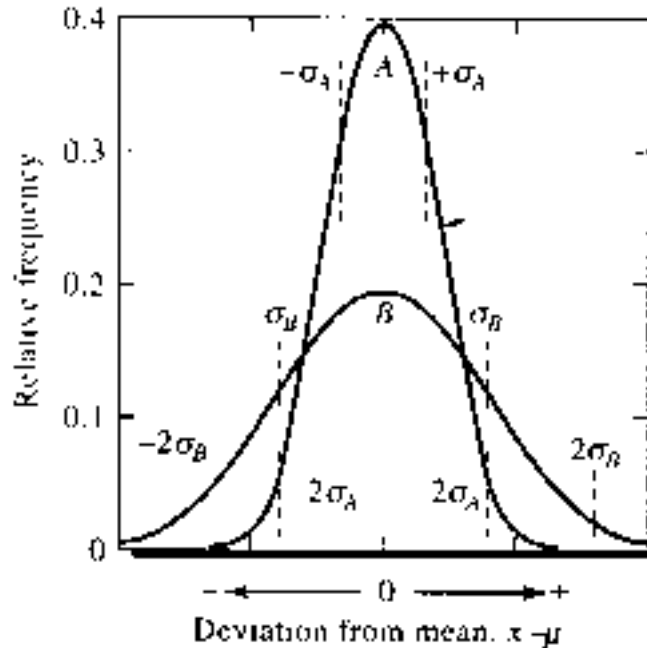
ہیں:

جہاں μ حقیقی قدر (True Value) ہے اور N بہت بڑا ہے۔ N is very large۔ Where μ = Population mean;

گاؤسی منحنی کی مساوات کی تعریف μ اور s کے لحاظ سے کی گئی ہے، درج ذیل ہے:

$$y = \frac{e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

دو مختلف معیاری انحراف، σ_A اور σ_B ($2\sigma_A = \sigma_B$) کے ساتھ دو گاؤسی منحنی کو نیچے تصویر میں دکھا گیا ہے۔ اسے غور سے دیکھیے:

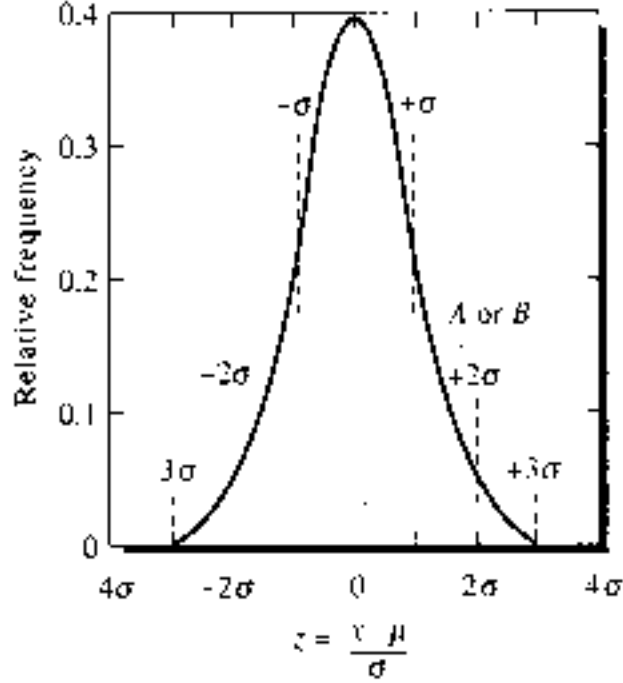


چونکہ σ_A اور σ_B کی قدریں الگ ہیں اس لیے ان دونوں کے ہونے سے σ_A سے σ_B سلف ہیں۔

اب ہم ایک نئی قدر (z) کی تعریف بیان کرتے ہیں تاکہ یہ فرق نہ رہے۔ اور ہمیں ایک جیسا گاؤسی منحنی ملے۔

$$z = (x - \mu)/\sigma$$

z ، یعنی معیاری انحراف کی اکائیوں میں ڈیٹم کے اوسط سے انحراف۔ اس پلاٹ کو ایسے ڈیٹا کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے جس کی قدر کم ہو، اور اس کا بھی معیاری انحراف (Standard Deviation) چاہے کچھ بھی ہو۔



4.5.3.3 ایک گاؤسی منحنی خط کے نیچے کا رقبہ (Area under a Gaussian Curve)

اوپر کی مساوات اور پچھلے منحنی خطوط سے واضح ہو جاتا ہے کہ 68.3% ڈیٹا اوسط (μ) کے $\pm\sigma$ کے اندر ہے، یعنی 68.3% منحنی خطوط کے نیچے کا علاقہ μ کے $\pm\sigma$ کے درمیان ہے۔ اسی طرح 95.5% منحنی خطوط کے نیچے کا علاقہ μ کے $\pm 2\sigma$ کے درمیان ہے۔ اور اسی طرح 99.7% منحنی خطوط کے نیچے کا علاقہ μ کے $\pm 3\sigma$ کے درمیان ہے۔ لہذا سو (100) میں 68.3 امکانات اس بات کے ہیں کہ ایک ڈیٹم کے لئے پیمائش میں بے ترتیب غلطی $\pm\sigma$ سے زیادہ نہیں ہوگی۔ اسی طرح سو (100) میں 95.5 امکانات اس بات کے ہیں کہ ایک ڈیٹم کے لئے پیمائش میں بے ترتیب غلطی $\pm 2\sigma$ سے زیادہ نہیں ہوگی۔

4.5.4 نمونہ معیاری انحراف (Sample Standard Deviation (s))

چھوٹے N یعنی ڈیٹا کے کم نمونوں کے لئے مساوات میں کچھ ترمیم ہے:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

یہاں σ کی جگہ s لکھا ہے اور مندرجہ ذیل دو ترمیم کی گئی ہیں:

1- آبادی کے اوسط کی بجائے نمونہ کا اوسط استعمال کیا ہے۔

2- N کے بجائے آزادی کے درجہ (degree of freedom) یعنی $N-1$ کا استعمال کیا ہے۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ N کی بڑی اقدار کے لئے، حساب لگانے میں استعمال ہونے والے N اور $N-1$ 1 موثر طور پر برابر ہیں۔ جب کہ چھوٹی قدروں کے لئے ایسا نہیں ہے۔

مثلاً اگر $N=100$ تو $N-1=99$ ؛ اب اگر ہم 100 سے تقسیم کریں یا 99 سے نتیجہ تقریباً برابر ہوگا۔ اس کے بالمقابل اگر $N=5$ تو $N-1=4$ ؛ اب اگر ہم 5 سے تقسیم کریں تو نتیجہ 4 سے تقسیم کے برابر نہیں ہوگا۔ متبادل مساوات برائے s (جو کیلکولیٹر کے لئے موزوں ہے)

$$s = \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^N x_i^2) - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N}}{N-1}}$$

Note: NEVER round off figures before the end of the calculation

نوٹ: حساب کے اختتام سے پہلے اعداد و شمار کو کبھی گول نہ کریں۔

4.5.4.1 نمونہ کا معیاری انحراف کی مثال (Example of Standard Deviation of a Sample)

مشق: غذاؤں میں سیلینیم (Se) کے فیصد کے تعین کے لئے ایک طریقہ کار کی دوبارہ پیداوار (Reproducibility) کی جانچ کے لئے

بھورے چاول کے ایک بیچ پر 9 پیمائش کی گئیں۔ پیمائش کا معیاری انحراف (Standard Deviation) کیا ہوگا۔

| Sample | Selenium content ($\mu\text{g/g}$) (x_i) | x_i^2 |
|--------|---|---------|
| 1 | 0.07 | 0.0049 |
| 2 | 0.07 | 0.0049 |
| 3 | 0.08 | 0.0064 |
| 4 | 0.07 | 0.0049 |
| 5 | 0.07 | 0.0049 |
| 6 | 0.08 | 0.0064 |
| 7 | 0.08 | 0.0064 |
| 8 | 0.09 | 0.0081 |
| 9 | 0.08 | 0.0064 |

$N=9$

$\sum x_i = 0.69$

$\sum x_i^2 = 0.0533$

Mean اوسط = $\sum x_i / N = 0.077 \text{ mg/g}$

$\sum x_i^2 / N = 0.4761 / 9 = 0.0529$

Standard deviation: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{0.0533-0.0529}{9-1}} = 0.00707106 = 0.007$

Coefficient of variance = 10.2%, Concentration = 0.077 ± 0.007 mg/g

4.5.4.2 اوسط کا معیاری انحراف (Standard Error of a Mean)

معیاری انحراف کا تعلق ایک پیمائش میں ممکنہ غلطی سے ہے۔ اگر ہم N پیمائش کی ایک سیریز لیتے ہیں تو اس کے اوسط میں ممکنہ غلطی کسی ایک پیمائش کی ممکنہ غلطی سے کم ہوتی ہے۔ اسی لیے ہم ایک پیمائش کی ممکنہ غلطی (انحراف) کی جگہ اوسط کی ممکنہ غلطی کا استعمال کرتے ہیں جو زیادہ بہتر ہے۔

اوسط کی معیاری غلطی (S_m) کی وضاحت اس طرح ہے:

$$S_m = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

4.5.4.3 جمع شدہ معیاری انحراف (Pooled Standard Deviation)

بعض اوقات پیمائش کے سیٹوں (Sets of Data) کی تعداد سے اعداد و شمار کو جمع کرنا ضروری ہوتا ہے۔ بشرط یہ کہ ان سب کو ایک ہی طرح سے لیا گیا ہو۔ ایسا اس وقت ہوتا ہے جب ہمیں s کی وہ قدر معلوم کرنا ہو جو σ کا ایک اچھا تخمینہ ہو، یعنی جس میں $N \geq 20$ ہو۔

فرض کریں کہ اعداد و شمار کے چھوٹے سیٹ موجود ہیں، جن میں $N_1, N_2, N_3, \dots, N_t$ پیمائشوں کی تعدادیں شامل ہیں۔ نتیجے کے نمونے کے معیاری انحراف (Sample Standard Deviation) کے لئے مساوات یہ ہوگی:

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^{N_2} (x_i - \bar{x}_2)^2 + \sum_{i=1}^{N_3} (x_i - \bar{x}_3)^2 + \dots}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots - t}}$$

نوٹ: یہاں اعداد و شمار کے ہر سیٹ کے لئے آزادی کی ایک ڈگری کھو گئی ہے۔

مثال: شربت کی 6 بوتلوں کا تجزیہ کیا گیا تاکہ ان میں بقایا چینی کا پتہ لگایا جاسکے۔ اس تجزیہ میں مندرجہ ذیل نتیجہ حاصل ہوا:

| Bottle | Sugar % (w/v) | No. of obs. | Deviations from mean |
|--------|---------------|-------------|------------------------------|
| 1 | 0.94 | 3 | 0.05, 0.10, 0.08 |
| 2 | 1.08 | 4 | 0.06, 0.05, 0.09, 0.06 |
| 3 | 1.20 | 5 | 0.05, 0.12, 0.07, 0.00, 0.08 |
| 4 | 0.67 | 4 | 0.05, 0.10, 0.06, 0.09 |
| 5 | 0.83 | 3 | 0.07, 0.09, 0.10 |
| 6 | 0.76 | 4 | 0.06, 0.12, 0.04, 0.03 |

$$s_1 = \sqrt{\frac{(0.05)^2 + (0.10)^2 + (0.08)^2}{2}} = \sqrt{\frac{0.0189}{2}} = 0.0972 = 0.097$$

and similarly for all s_n .

| Set n | $\sum (x_i - \bar{x})^2$ | s_n |
|-------|--------------------------|-------|
| 1 | 0.0189 | 0.097 |
| 2 | 0.0178 | 0.077 |
| 3 | 0.0282 | 0.084 |
| 4 | 0.0242 | 0.090 |
| 5 | 0.0230 | 0.107 |
| 6 | 0.0205 | 0.083 |
| Total | 0.1326 | |

$$s_{pooled} = \sqrt{\frac{0.1326}{23-6}} = 0.088\%$$

4.5.5 نتیجہ کے کسی سیٹ کی باقاعدگی ناپنے کے دو متبادل طریقے

1- ویرنس (Variance): یہ معیاری انحراف کا Square ہوتا ہے۔

$$s^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (x_i^2 - \bar{x})^2}{N-1} \right]$$

2- تغیر کی قابلیت (CV) یا Coefficient of Variance یا نسبتی معیاری انحراف (Relative Standard Deviation)

اس کو مندرجہ ذیل طریقہ سے لکھتے ہیں:

$$CV = \left(\frac{s}{\bar{x}} \right) \times 100\%$$

4.5.6 ڈیٹا کی جانچ پڑتال میں اعداد شماریات کا استعمال (Use of Statistics in Data Evaluation)

ہم کسی مشاہدہ میں حاصل اوسط کا تعلق کس طرح حقیقی اوسط μ سے کر سکتے ہیں؟

جب کہ یہ ایک حقیقت ہے کہ حقیقی اوسط، μ ہمیں کبھی معلوم نہیں ہوتا ہے۔

غیر یقینی کی حد (Range or Limit of Uncertainty) کا انحصار اس پر ہوتا ہے کہ کس درجہ s کی قدر σ کی قدر کے قریب ہے۔

ہم حساب کتاب سے یہ پتہ لگا سکتے ہیں \bar{x} کہ کے ارد گرد کی حدود میں (کم اور زیادہ) کہاں μ ایک امکانی حد تک موجود ہو سکتا ہے۔

4.5.6.1 چند اہم اصطلاحات (Delimitations of some Terms)

اعتماد کی حدود Confidence Limits: یہ اوسط \bar{x} کے ارد گرد کا وہ وقفہ ہوتا ہے جہاں μ کے موجود ہونے کے امکانات ہوں۔

اعتماد کا وقفہ Confidence Interval: یہ اوسط، \bar{x} کے اعتماد کی حد کی وسعت جو اعتماد کی حدود میں موجود ہو۔

اعتماد کی سطح Confidence Level: یہ اس بات کے امکان کی سطح کو طے کرتا ہے کہ \bar{x} اوسط، اعتماد کی حد کے اندر ہے یا نہیں ہے۔

نوٹ: ہمیں سب سے پہلے یہ ماننا پڑیگا (فرض کیجئے) کہ s کی جو قدر ہمیں معلوم ہے وہ σ کا ایک اچھا تخمینہ ہے۔

4.5.6.2 z کے استعمال کی مثال

z کی مخصوص حدود کے درمیان گاوسی منحنی خطوط کے تحت رقبہ کا فیصد مندرجہ ذیل ٹیبل میں دی ہوئی قیمتوں کے اعتبار سے ہوگا:

یاد رکھیں: $z = (x - \mu) / \sigma$

| | | |
|-----|----------------------|------------------|
| 50% | of area lies between | $\pm 0.67\sigma$ |
| 80% | of area lies between | $\pm 1.29\sigma$ |
| 90% | of area lies between | $\pm 1.64\sigma$ |
| 95% | of area lies between | $\pm 1.96\sigma$ |
| 99% | of area lies between | $\pm 2.58\sigma$ |

مثال کے طور پر اگر ہم 80% کو لیں تو اس کا کیا مطلب یہ ہے کہ 100 میں سے 80 بار حقیقی اوسط ہماری کسی بھی پیمائش کے $\pm 1.29\sigma$ کے

درمیان ہوگا۔ اس طرح، 80% کی اعتماد کی سطح (CL) پر، اعتماد کی حدیں $\pm 1.29\sigma$ ہیں۔

ایک پیمائش کے لیے: CL برائے μ یہ ہوگا:

$$\mu = \bar{x} \pm z \sigma$$

N پیمائشوں کے نمونے کے اوسط کے لیے مساوی اظہار اس طرح ہوگا:

$$CL \text{ for } \mu = \bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

اعتماد کی حدود کا تعین کرنے کے لیے، مندرجہ بالا ذکر کیے ہوئے، z کی قدریں یہ ہونگی:

| Confidence level (%) | z |
|----------------------|------|
| 50 | 0.67 |
| 68 | 1.0 |
| 80 | 1.29 |
| 90 | 1.64 |
| 95 | 1.96 |
| 96 | 2.0 |
| 99 | 2.58 |
| 99.7 | 3.0 |
| 99.9 | 3.29 |

نوٹ: ان اعداد و شمار میں یہ مان لیا گیا ہے کہ حقیقی معیاری انحراف کا ایک بہترین تخمینہ ہمیں پہلے ہی سے معلوم ہے۔

4.5.6.3 مثال: جب σ معلوم ہو تو اعتماد کی حد

ہوائی جہاز کے انجن کے تیل میں تانبے کے ارتکاز (Copper Concentration) کی قدر (Atomic Absorption Analysis) جو ہری جذب تجزیہ کے ذریعہ 8.53 mg/mL حاصل ہوئی۔ بہت سے تجزیوں کے جمع شدہ نتائج نے $s \leftarrow \sigma$ کی قدر $0.32 \text{ } \mu\text{g Cu/mL}$ مانکر وگرام فی ملی گرام تانبہ ہی ملی۔ ($\sigma = 0.32 \text{ } \mu\text{g Cu/mL}$) اگر اوپر کا نتیجہ مندرجہ ذیل پیمائشوں پر مبنی تھا:

1 (a)

4 (b)

16 (c)

تو 90% اور 99% اعتماد کی حدود کا حساب لگائیں۔

$$90\% \text{ CL} = 8.53 \pm \frac{(1.64)(0.32)}{\sqrt{1}} = 8.53 \pm 0.52 \mu\text{g/ml} \quad (\text{a})$$

$$\text{i.e. } 8.5 \pm 0.5 \mu\text{g/ml}$$

$$99\% \text{ CL} = 8.53 \pm \frac{(2.58)(0.32)}{\sqrt{1}} = 8.53 \pm 0.83 \mu\text{g/ml}$$

$$\text{i.e. } 8.5 \pm 0.8 \mu\text{g/ml}$$

$$90\% \text{ CL} = 8.53 \pm \frac{(1.64)(0.32)}{\sqrt{4}} = 8.53 \pm 0.26 \mu\text{g/ml} \quad (\text{b})$$

$$\text{i.e. } 8.5 \pm 0.3 \mu\text{g/ml}$$

$$99\% \text{ CL} = 8.53 \pm \frac{(2.58)(0.32)}{\sqrt{4}} = 8.53 \pm 0.41 \mu\text{g/ml}$$

$$\text{i.e. } 8.5 \pm 0.4 \mu\text{g/ml}$$

$$90\% \text{ CL} = 8.53 \pm \frac{(1.64)(0.32)}{\sqrt{16}} = 8.53 \pm 0.13 \mu\text{g/ml} \quad (\text{c})$$

$$\text{i.e. } 8.5 \pm 0.1 \mu\text{g/ml}$$

$$99\% \text{ CL} = 8.53 \pm \frac{(2.58)(0.32)}{\sqrt{16}} = 8.53 \pm 0.21 \mu\text{g/ml}$$

$$\text{i.e. } 8.5 \pm 0.2 \mu\text{g/ml}$$

4.5.6.4 مثال: جب σ معلوم نہ ہو تو اعتماد کی حد

اگر ہمارے پاس σ کی کوئی معلومات نہیں ہے اور صرف s کی قدر معلوم ہے۔ مزید یہ کہ اعتماد کا وقفہ بڑا ہے، یعنی زیادہ غیر یقینی صورت حال ہے۔

تو ایسی صورت میں ہم z کے بجائے t کا استعمال کرتے ہیں، جس کی وضاحت مندرجہ ذیل ہے:

$$t = (x - \mu) / s$$

یعنی یہ بالکل z کی طرح ہے جہاں ہم σ کی بجائے s استعمال کرتے ہیں۔

لہذا اب ہماری CL کے لئے یہ مساوات ہوگی:

$$\text{CL for } \mu = \bar{x} \pm ts / \sqrt{N}$$

(where \bar{x} = sample mean for N measurements)

t کی حسابی قدریں مندرجہ ذیل ہیں:

امکان کی مختلف سطحوں کے لئے t کی قدریں۔

| Degrees of freedom (N-1) | Confidence level, % | | | |
|--------------------------|---------------------|------|------|------|
| | 80% | 90% | 95% | 99% |
| 1 | 3.08 | 6.31 | 12.7 | 63.7 |
| 2 | 1.89 | 2.92 | 4.3 | 9.92 |
| 3 | 1.64 | 2.35 | 3.18 | 5.84 |
| 4 | 1.53 | 2.13 | 2.78 | 4.60 |

| | | | | |
|----------|------|------|------|------|
| 5 | 1.48 | 2.02 | 2.57 | 4.03 |
| 6 | 1.44 | 1.94 | 2.45 | 3.71 |
| 7 | 1.42 | 1.90 | 2.36 | 3.50 |
| 8 | 1.40 | 1.86 | 2.31 | 3.36 |
| 9 | 1.38 | 1.83 | 2.26 | 3.25 |
| 19 | 1.33 | 1.73 | 2.10 | 2.88 |
| 59 | 1.30 | 1.67 | 2.0 | 2.66 |
| ∞ | 1.29 | 1.64 | 1.96 | 2.58 |

نوٹ:

1. جیسے جیسے $\infty \rightarrow (N-1)$ اسی اعتبار سے $t \rightarrow z$

2. $(N-1)$ کی وہ تمام قدروں کے لئے جو ∞ سے کم ہیں یعنی $\infty > (N-1) > t$ ہو گا جو زیادہ غیر یقینی صورت حال کو ظاہر

Note: (1) As $(N-1) \rightarrow \infty$, so $t \rightarrow z$

(2) For all values of $(N-1) < \infty$, $t > z$, i.e. greater uncertainty

4.5.6.5 اعتماد کی حدیں جہاں σ معلوم نہیں ہے۔

مثال: لنڈین ایک کیڑے ماردا ہے۔ ایک تجربے میں کیمیکل لنڈین کے % کی درج ذیل اقدار حاصل ہوئیں:

7.27، 6.98، 7.47

90% اعتماد کی سطح پر اوسط قدر کے لیے CL کا حساب لگائیں۔

مسئلہ کا حاصل:

| x_i % | x_i^2 |
|----------------------|---------------------------|
| 7.47 | 55.8009 |
| 6.98 | 48.7204 |
| 7.27 | 52.8529 |
| $\Sigma x_i = 21.72$ | $\Sigma x_i^2 = 157.3742$ |

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{21.72}{3} = 7.24$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N-1}} = \sqrt{\frac{157.3742 - \frac{(21.72)^2}{3}}{2}}$$

$$= 0.246 = 0.25\%$$

$$90\% \text{ CL} = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}} = 7.24 \pm \frac{(2.92)(0.25)}{\sqrt{3}}$$

$$= 7.24 \pm 0.42\%$$

If repeated analysis showed that $s \rightarrow \sigma = 0.28\%$ then :

$$90\% \text{ CL} = \bar{x} \pm \frac{z\sigma}{\sqrt{N}} = 7.24 \pm \frac{(1.64)(0.28)}{\sqrt{3}}$$

$$= 7.24 \pm 0.27\%$$

4.5.6.6 مفروضے کی جانچ کرنا (Testing a Hypothesis)

چونکہ تجرباتی قدر (Experimental Value) حقیقی قدر (True Value) سے مختلف ہوتی ہے اس لیے صحیح قدریں جاننے کے لئے مندرجہ ذیل کام کریں:

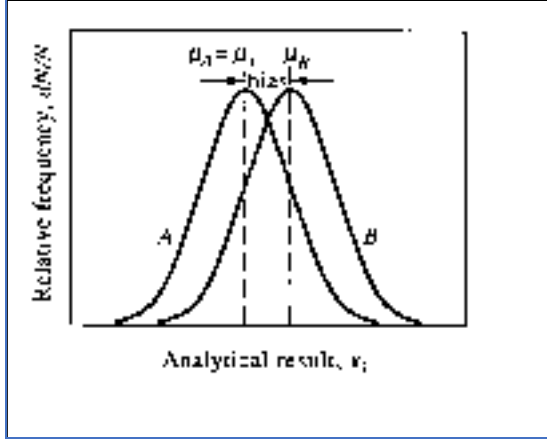
1. سب سے پہلے ایک درست طور پر معلوم معیار (Accurately Known Standard) پر تجربہ کر کے پیمائشیں کریں۔
 2. اس کے بعد اسی تجربہ سے نمونہ کی تجرباتی قدر (Experimental Value) کی پیمائشیں کریں۔
- یہ ایک حقیقت ہے کہ ان دونوں پیمائشوں میں کچھ فرق ہوگا۔ اس کے لئے ہمیں ایک مفروضہ (Hypothesis) کی جانچ کرنا ہوگی۔ سوال یہ ہے کہ "کیا یہ فرق طریقہ کار میں ایک منظم غلطی (تعبص Bias) کی وجہ سے ہے، یا صرف بے ترتیب غلطی کی وجہ سے؟"

مسئلہ کا حل Solution of Problem

خالی مفروضہ Null Hypothesis

فرض کریں کہ ان پیمائشوں میں کوئی تعبص (bias) نہیں ہے (خالی مفروضہ)۔

اور اب یہ تصور کریں کہ تجرباتی غلطی بے ترتیب غلطیوں کی وجہ سے ہے لہذا ہمیں اس امکان کا حساب لگانا چاہیے۔ اس کام کے لیے مندرجہ ذیل تصویر کو دیکھیں:



اس تصویر میں A وکر حقیقی قدر کے لئے ہے۔ اور B وکر تجرباتی قدر کے لئے ہے۔

اعداد و شمار سے پتہ چلتا ہے (A) حقیقی قدر کے وکر میں (μ_A)

اور (B) تجرباتی قدر کے لئے (μ_B) ۔

اس تصویر سے ہمیں تعصب (Bias) کا بھی پتہ چلتا ہے جو یہ ہے:

$$\text{Bias تعصب} = \mu_B - \mu_A = \mu_B - x_i$$

اب ہم بے ترتیب غلطی کی وجہ سے فرق کا موازنہ $\bar{x} - x_i$ کے ساتھ کریں گے اور تعصب کا پتہ لگائیں گے۔ یاد رکھیں μ کے لیے اعتماد کی حد x_i مانا جاتا ہے، یعنی یہ تصور کیا جاتا ہے اس میں کوئی تعصب نہیں ہے۔ لہذا μ کے لیے اعتماد کی حد یہ ہوگی:

$$\text{CL for } \mu = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}$$

$$\bar{x} - x_i = \pm \frac{ts}{\sqrt{N}} \quad \therefore \text{مطلوبہ اعتماد کی سطح پر، بے ترتیب غلطی کا سبب ہمیں یہ نتیجہ دیگا:}$$

$$\bar{x} - x_i > \left| \frac{ts}{\sqrt{N}} \right| \quad \therefore \text{اگر}$$

تو مطلوبہ اعتماد کی سطح پر، تعصب (Systematic Error) (نظاماتی غلطی) کا امکان ہے ورنہ نہیں ہے

سوال: جوہری جذب اسپیکٹرواسکوپ کے ذریعہ ایک معیاری مواد کا تجزیہ کیا گیا اور اس میں پارہ (Hg) کی مندرجہ ذیل مقادیر (٪ میں) پائی گئیں:

37.1 اور 37.4، 38.9

اگر معیاری مواد (Standard Sample) میں پارہ کی اصل مقدار 38.9٪ ہو تو بتائیے کہ 95٪ اعتماد کی سطح پر اس طریقہ کار میں Systematic Error (منظم غلطی) کا کیا کوئی ثبوت ہے؟

مسئلہ کا حل (Solution of Problem)

$$\bar{x} = 37.8\% \quad \therefore \bar{x} - x_i = -1.1\%$$

$$\sum x_i = 113.4 \quad \sum x_i^2 = 4288.38$$

$$\therefore s = \sqrt{\frac{4288.30 - (113.4)^2 / 3}{2}} = 0.943\%$$

فرض کریں کہ ان پیمائشوں میں کوئی تعصب (Bias) نہیں ہے (خالی مفروضہ)۔

مطلوبہ اعتماد کی سطح پر، بے ترتیب غلطی کا سبب اگر ہمیں یہ نتیجہ دیگا: $\bar{x} - x_i > \left| \frac{ts}{\sqrt{N}} \right|$ تو خالی مفروضہ کو ہم مسترد کر دیں

گے

لیکن (ٹیل سے) $t = 4.30$

s (اوپر تخریق کیا ہے) $= 0.943\%$ اور

$$N = 3$$

$$ts / \sqrt{N} = 4.30 \times 0.943 / \sqrt{3} = 2.342\%$$

$$\therefore \bar{x} - x_i < \pm ts / \sqrt{N}$$

یعنی $\bar{x} - x_i$ چھوٹا ہے ts / \sqrt{N} سے

لہذا کا لعدم مفروضہ برقرار ہے، اور 95% اعتماد کی سطح پر منظم غلطی کا کوئی ثبوت نہیں ہے۔

4.5.6.8 کیا پیمائش کے دو سیٹ نمایاں طور پر مختلف ہیں؟

(Are two sets of Measurements Significantly Different?)

فرض کریں کہ دو نمونوں کا ایک جیسی حالتوں میں تجزیہ کیا جاتا ہے۔

نمونہ-1: اس کا اوسط \bar{x}_1 ہے جو N_1 نقل تجزیہ (Replicate Analysis) سے حاصل ہو

نمونہ-2: اس کا اوسط \bar{x}_2 ہے جو N_2 نقل تجزیہ (Replicate Analysis) سے حاصل ہو

کیا یہ نمایاں طور پر مختلف ہیں؟

جمع شدہ معیاری انحراف (Pooled Standard Deviation) کی تعریف کا استعمال کرتے ہوئے، پہلے دی ہوئی مساوات کو دوبارہ

ترتیب دیا جاسکتا ہے:

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \pm ts_{pooled} \sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}$$

صرف اُس صورت میں جب دونوں نمونوں کے درمیان فرق دائیں طرف کی اصطلاح سے زیادہ ہو تو ہم نمونوں کے درمیان حقیقی فرق کہہ سکتے ہیں۔

4.5.6.9 اعداد و شمار کے دو سیٹوں کے درمیان اہم فرق کے لئے ٹیسٹ

(Test for Significant Difference Between two sets of Data)

مثال: پودوں کے نمونوں میں بوران (B) کے تجزیہ کے لیے دو مختلف طریقوں سے درج ذیل نتائج برآمد ہوئے (mg/g):
(1- اسپیکٹروفوٹومیٹری، 2- فلوریمیٹری)

ہر ایک 5 نقل کی پیمائش (Replicate Measurement) پر مبنی ہے یعنی $N_1 = N_2 = 5$

99% اعتماد کی سطح پر کیا اوسط قدریں نمایاں طور پر مختلف ہیں؟

$$S_{pooled} = 0.267 \text{ کا حساب لگائیں۔}$$

یہاں (Degree of Freedom) آزادی کے 8 درجے ہیں:

$$N_1 - 1 + N_2 - 1 = 5 - 1 + 5 - 1 = 4 + 4 = 8$$

لہذا کی ٹیبل سے $t = 2.36$ (99% اعتماد کی سطح پر)

باطل مفروضے کو مسترد کرنے کی سطح یہ ہے:

$$\pm ts \sqrt{N_1 + N_2 / N_1 N_2} - \text{i.e. } \pm (3.36)(0.267) \sqrt{10/25}$$

$$\text{i.e. } \pm 0.5674, \text{ or } \pm 0.57 \text{ mg/g.}$$

$$\text{But } \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 28.0 - 26.25 = 1.75 \mu\text{g/g}$$

$$\text{i.e. } \bar{x}_1 - \bar{x}_2 > \pm ts_{pooled} \sqrt{N_1 + N_2 / N_1 N_2}$$

لہذا، اعتماد کی اس سطح پر، ایک اہم فرق ہے، اور تجزیہ کے طریقوں میں سے کم از کم ایک میں ایک منظم غلطی ہے جس کا ازالہ ضروری ہے۔

4.5.7 مجموعی غلطیوں کا پتہ لگانا (Detection of Gross Errors)

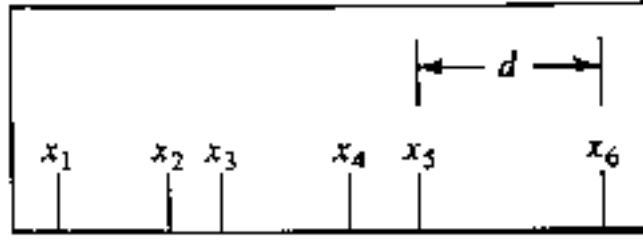
نتائج کے ایک سیٹ میں کوئی قدر بظاہر بالکل الگ (Outlying Result) ہو سکتی ہے۔ یعنی کوئی ایک قدر ایسی ہو سکتی ہے جو

دوسری قدروں سے بہت مختلف ہو اور وہ دوسروں کی لائن کے ساتھ نہ ہو کر ان سے الگ ہو۔

اب سوال یہ ہے کہ کیا اسے برقرار رکھیں یا مسترد کر دیں؟

اس سلسلہ میں فیصلہ کرنے کا کوئی عالمی معیار نہیں ہے۔ البتہ ایک اصول جو ہمیں رہنمائی دے سکتا ہے وہ ہے Q ٹیسٹ ہے۔

نتائج کے ایک سیٹ پر غور کریں جس میں ہمیں یہ نتیجہ ملتا ہے:



$$d = x_6 - x_5$$

$$w = x_6 - x_1$$

$$Q_{exp} = d/w$$

If $Q_{exp} > Q_{crit}$ reject x_6

پیرامیٹر Q_{exp} کی وضاحت اس طرح کی گئی ہے:

$$Q_{exp} = |x_q - x_n|/w$$

جہاں where x_q = قابل اعتراض questionable result
 x_n = قریبی پڑوسی nearest neighbour
 w = پورے سیٹ کا پھیلاؤ spread of entire set

پھر Q_{exp} کی قدروں کا Q_{crit} کی قدروں کے سیٹ سے موازنہ کیا جاتا ہے۔ Q_{crit} کی ٹیبل یہ ہے:

| No. of observations | Q_{crit} | | |
|---------------------|------------------|-------|-------|
| | Confidence level | | |
| | 90% | 95% | 99% |
| 3 | 0.941 | 0.97 | 0.994 |
| 4 | 0.765 | 0.829 | 0.926 |
| 5 | 0.642 | 0.71 | 0.821 |
| 6 | 0.56 | 0.625 | 0.74 |
| 7 | 0.507 | 0.568 | 0.68 |
| 8 | 0.468 | 0.526 | 0.634 |
| 9 | 0.437 | 0.493 | 0.598 |
| 10 | 0.412 | 0.466 | 0.568 |

اگر مطلوبہ اعتماد کی سطح کے لیے $Q_{exp} > Q_{crit}$ ہو تو outlier کو مسترد کرنے کی سفارش کی جاتی ہے۔

نوٹ:

1- اعتماد کی سطح جتنی زیادہ ہوگی، مسترد کیے جانے کا امکان اتنا ہی کم ہوگا۔

2. Outliers کو مسترد کرنے کا اوسط اور معیاری انحراف پر واضح اثر پڑ سکتا ہے، خاص طور پر جب صرف چند ڈیٹا پوائنٹس ہوں۔ اس لیے ہمیشہ زیادہ ڈیٹا حاصل کرنے کی کوشش کریں۔

3. اگر Outliers کو برقرار رکھنا ہے تو بہتر یہ ہے کہ اوسط کی بجائے درمیانی قدر استعمال کریں۔

Outliers کو مسترد کرنے کے لیے Q ٹیسٹ (Q Test for Rejection of Outliers)
مثال: دریا کے پانی کے نمونے میں نائٹریٹ آئنوں کے ارتکاز کے لیے درج ذیل قدریں حاصل کی گئیں:

$$0.403, 0.410, 0.401, 0.380 \text{ mg/L}$$

کیا آخری قدر (0.380) کو رد کر دینا چاہیے؟

$$Q_{\text{exp}} = |0.380 - 0.401| / (0.410 - 0.380) = 0.7$$

But $Q_{\text{crit}} = 0.829$ (at 95% level) for 4 values
Therefore, $Q_{\text{exp}} < Q_{\text{crit}}$, and we cannot reject the suspect value.

فرض کریں کہ 3 مزید پیمائشیں لی گئی ہیں، جن کی کل قدریں یہ ہیں:

$$0.403, 0.410, 0.401, 0.380, 0.400, 0.413, 0.411 \text{ mg/L}$$

کیا 0.380 کو اب بھی برقرار رکھنا چاہئے؟

$$Q_{\text{crit}} = 0.568 \text{ لیکن } 95\% \text{ کی سطح پر، } 7 \text{ اقدار کے لیے:}$$

لہذا $Q_{\text{exp}} > Q_{\text{crit}}$ ، اور 0.380 کو مسترد کرنے کی سفارش کی جاتی ہے۔

لیکن نوٹ کریں کہ 100 میں 5 بار اس مشتبہ قدر کو مسترد کرنا غلط ہوگا!

یہ بھی نوٹ کریں کہ اگر 0.380 کو برقرار رکھا جاتا ہے تب: $s = 0.011 \text{ mg/L}$

لیکن اگر اسے مسترد کر دیا جاتا ہے تب: $s = 0.0056 \text{ mg/L}$

یعنی باقاعدگی صرف ایک قدر کو مسترد کرنے سے دو گنا بہتر دکھائی دیتی ہے۔

4.6 اکتسابی نتائج

- اس اکائی کو پڑھنے اور سمجھنے کے بعد طلباء تجزیاتی کیمیا اور اس کی مختلف شاخوں سے متعارف ہوئے۔
- وہ ان کی اہمیت اور ان کے استعمال کے جائے وقوعہ سے بھی متعارف ہو جائے۔
- وہ حسب ضرورت ان کا استعمال اپنی عملی زندگی میں کرنے کے قابل ہو جائے۔
- وہ اشیاء کی شناخت اور ان کی مقدار کا بھی پتہ تجزیاتی کیمیا کے ذریعہ کیا۔

4.7 کلیدی الفاظ

- نظام (System): یہ کائنات کا ایک حصہ ہے جسے مطالعہ کے لیے چنا گیا ہے۔ مثال: ندی، مٹی، کھانا، پانی وغیرہ
- کیمیائی تجزیہ میں غلطیاں: کسی بھی پیمائش میں ہمیشہ کھاغلطیوں اور خامیوں کے امکان رہتے ہیں اور ہمیں سو فی صد صحیح نتیجہ نہیں ملتا

4.8 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- نظام (System) سے کیا مراد ہے؟
- 2- نقطہ اتصال (Interface) سے کیا مراد ہے؟
- 3- بند اور کھلا ہوا نظام سے کیا مراد ہے؟
- 4- درستگی (Accuracy) سے کیا مراد ہے؟
- 5- طریقہ کار کی غلطی (Methodic Error) کیا ہے؟
- 6- نمونہ معیاری انحراف کی مساوات کیا ہے؟
- 7- اعتماد کی حدود سے کیا مراد ہے؟
- 8- ذاتی غلطی (Personal Error) کیا ہے؟
- 9- جموعی غلطیاں / خامیاں (Gross Errors) سے کیا مراد ہے؟
- 10- منظم (متعین) غلطی / خامی (Systematic (determinate) Error) کیا ہے؟

مختصر جوابات کے سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیہ کی اہمیت کو بیان کیجیے۔
- 2- تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیے کے لئے ضروری ڈیٹا کا جمع آوری کس طرح کی جاتی ہے؟ بیان کیجیے۔
- 3- تجزیے کے نتائج کی تشریح کرنے کے لئے کن شماریاتی تراکیب کا استعمال کیا جاتا ہے؟ واضح کیجیے۔
- 5- شماریاتی تجزیات کی تشریح میں کس طرح سے کسی بھی نظام کو سمجھنے کے لیے اس کا نمونہ لے کر اس کا تجزیہ کیا جاتا ہے۔ مثالیں دے کر بیان کیجیے۔

- 6- نمونہ کا تجزیہ (Sample Analysis) کس طرح کیا جاتا ہے؟ بیان کیجیے۔ ایک مثال دے کر بیان کیجیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- تجزیاتی کیمیا میں شماریاتی تجزیہ کے بنیادی تصورات کو مثالوں کے ذریعہ بیان کیجیے۔

- 2- تجزیاتی کیمیا میں استعمال ہونے والی کسی دو شمارتی طریقے کو مثالوں کے ذریعہ تشریح کرے۔
- 3- کیمیائی تجزیہ میں ہونے والی غلطیوں کے بارے میں مختصر نوٹ لکھیے۔ اور اس میں استعمال ہونے والی چند اصطلاحات کو بیان کیجیے۔
- 4- بے ترتیب غلطیوں کا شماریاتی علاج کیا ہے۔ مثالوں کے ذریعہ بیان کیجیے۔

4.9 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

Analytical Chemistry, 6th Ed. G.D. Christian, Jhon Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd.,
New Delhi, 2004.

1. Fundamental of Analytical Chemistry, 9th Ed. D.A. Skoog, D.M. west, F.J. Holler, S.R. Crouch, Brooks Cole – Cengage Learning 2014.
2. Analytical Chemistry, J.G. Dick, 1974.
3. Statistics for Analytical Chemistry – J.C. Miller and J.N. Miller, Ellis Harwood, Chichester, 1984.
4. Statistics for Analytical Chemists – R. Caulcutt and R. Boddy, Chapman and Hall Publications, London, 1982.

اکائی 5 - UV مرئی طیف نمائی کے بنیادی اصول

(UV Visible Spectroscopy)

| اکائی کے اجزاء | |
|---|--------|
| تمہید | 5.0 |
| مقاصد | 5.1 |
| مرئی بالائے بنفشی طیف نمائی کے اصول اور اطلاقات | 5.2 |
| تعارف | 5.2.1 |
| برقی مقناطیسی طیف نمائی کے بنیادی اصول | 5.2.2 |
| طول موج اور تعدد ارتعاش | 5.2.3 |
| نور کی نوعیت | 5.2.4 |
| برق مقناطیسی لہر نظریہ | 5.2.5 |
| برق مقناطیسی لہر نظریہ کی حدیں | 5.2.6 |
| برقیاتی تغیرات | 5.2.7 |
| برقیاتی تغیرات کے اقسام | 5.2.8 |
| انجذاب و شدت کی تبدیلی، بالائے بنفشی طیف | 5.2.9 |
| لون ساز اور آکسی لونیت | 5.2.10 |
| انجذاب اور شدت پر اثر انداز ہونے والے عوامل | 5.2.11 |
| بیئر- لیمبرٹ قانون (کلیہ) | 5.3 |
| تعارف | 5.3.1 |
| بیئر- لیمبرٹ کلیہ کے بنیادی اصول | 5.3.2 |
| بیئر- لیمبرٹ کلیہ کی حدیں | 5.3.3 |
| بیئر- لیمبرٹ کلیہ پر حل شدہ سوالات | 5.3.4 |
| مرئی UV طیف پیمائی کے لئے آلات سازی | 5.4 |
| تعارف | 5.4.1 |

| | |
|-------|--|
| 5.4.2 | UV- مرئی طیف پیمائی آلات سامی کے لازمی اجزاء |
| 5.4.3 | UV- مرئی طیف نماؤں کے اقسام |
| 5.4.4 | UV- مرئی طیف پیمائی کے تجزیاتی اطلاقات |
| 5.4.5 | طیف نما کے استعمال کا طریقہ کار |
| 5.5 | اکتسابی نتائج |
| 5.6 | کلیدی الفاظ |
| 5.7 | نمونہ امتحانی سوالات |
| 5.8 | تجویز کردہ اکتسابی مواد |

5.0 تمہید

سالمات اور برق مقناطیسی شعاع کے درمیان باہمی عمل کے مطالعہ کو سالماتی طیف پیمائی کہتے ہیں۔ برقی مقناطیسی اشعاع برقی اور مقناطیسی میدانوں کی ہم عصری تغیرات ہیں۔ جب روشنی کی کرن مثلاً شیشہ مخروط سے گذرتی ہیں اور بارش کی بوندوں پر سورج کی روشنی کے انتشار سے دھنک کا بنا دو سادہ مثالیں ہیں جس میں سفید روشنی رنگین مرئی طیف میں تقسیم ہو جاتی ہے۔ یہ اولین کامل طیف کی برق مقناطیسی توانائی کا معمول حصہ ہے جس میں ریڈیائی موجوں سے کائناتی شعاع تک شامل ہیں یہ مرئی روشنی ہے یہ تمام بظاہر مختلف برق مقناطیسی اشعاع کے اقسام یکساں رفتار سے سفر کرتی ہیں لیکن خصوصی طور سے طول موج اور تعدد میں ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہیں۔

5.1 مقاصد

- اس اکائی میں طلباء UV مرئی طیف پیمائی کے ضروری نظریات اور اصول کے بارے میں جانیں گے۔
- طلباء کیمیائی تجزیہ کے لئے حدودی اور اطلاقی فیصلہ کن شناخت کے بارے میں سمجھیں گے۔
- اسی طرح اس اکائی میں طلباء UV مرئی طیف پیمائی کے اولین اطلاقات کے بارے میں جانیں گے۔

5.2 UV مرئی طیف پیمائی کے اصول اور اطلاقات

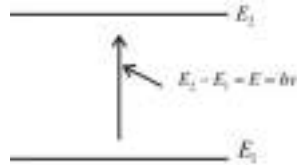
5.2.1 تعارف

UV مرئی طیف پیمائی کو الیکٹرونی طیف پیمائی بھی کہتے ہیں اسے سالمات میں دوہری بندش گردان اور عطری گردان کی پیمائش کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

یہ انجذاب طیف بیہائی کے مرئی (VIS, 400 – 800 nm) اور غیر مرئی (UV 190 – 400 nm) خطہ میں برق مقناطیسی اشعاع کی پیمائش کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔ اسے اکثر الیکٹرونی طیف پیمائی بھی کہتے ہیں۔ جب انھیں NMR اور IR طیفی معلومات سے جوڑا جاتا ہے تو اس سے حاصل ہونے والی معلومات ساختی مفروضہ کے ارتقاء میں استعمال ہوتی ہیں۔

5.2.2 برقی مقناطیسی طیف نمائی کے بنیادی اصول

انجذاب طیف بینی میں اگرچہ توانائی کا انجذاب بالائے بنفشی، زیریں سرخ اور مقناطیسی گمگ خطوں میں مختلف ہوتا ہے بنیادی عمل میں علیحدہ توانائی کا انجذاب ہوتا ہے کم توانائی (E_1) سے اونچی توانائی (E_2) میں تبدیلی کے لئے بالکل برقی مقناطیسی اشعاع کی توانائی کے مساوی ہوتی ہے جو تبدیلی کا باعث ہوتی ہے۔



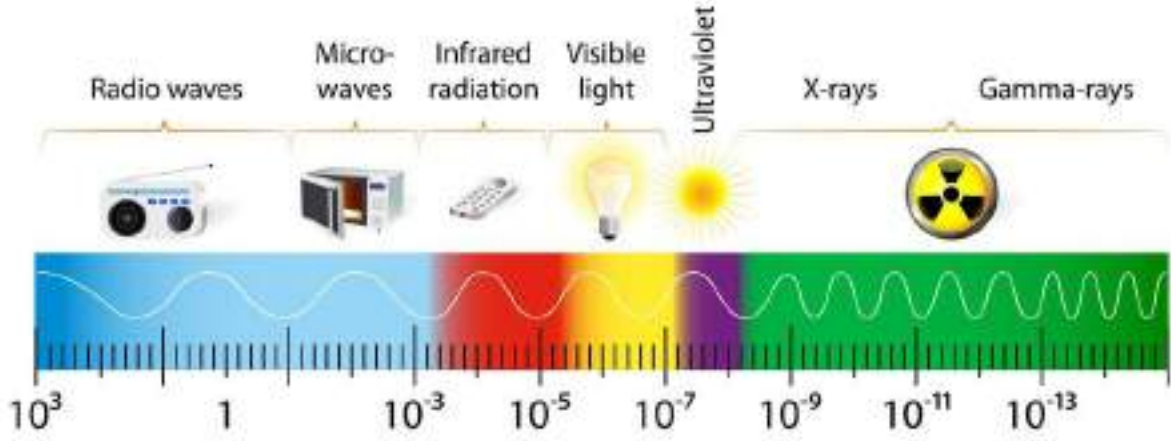
شکل 1- کسی بھی برق مقناطیسی اشعاع کے انجذاب کے لئے متغیر توانائی چونکہ

$$E_2 - E_1 = E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

جہاں E جذب کی گئی برق مقناطیسی اشعاع کی توانائی، h = کائناتی پلانک مستقلہ 6.624×10^{-27} erg – sec اور V پڑنے والی روشنی کا تعدد سائیکل فی سیکنڈ ہرٹز (CPS یا Hz)، C = روشنی کی رفتار 2.998×10^{10} cm s⁻¹ اور λ = طول موج (cm) اس لئے تعدد جتنا زیادہ ہوگا توانائی اتنی زیادہ ہوگی اور طول موج اتنی ہی لمبی ہوگی۔ توانائی اتنی ہی کم ہوگی جیسے ہم کائناتی اشعاع سے بالائے بنفشی خطہ سے زیریں سرخ خطہ پھر ریڈیائی تعدد جب ہم بتدریج کم توانائیوں کے خطوں کی طرف حرکت کریں گے ایک سالہ ایک مخصوص تعدد کو ہی جذب کر سکتا ہے اگر وہ سالے میں موجود متغیری توانائی کی مقدار $E = hf$ ہو۔

اس حقیقت کے باوجود کہ عملی طور پر مادے کو سمجھنے کے لئے کامل برق مقناطیسی طیف استعمال ہوتا ہے۔ نامیاتی کیمیا میں ہماری اولین دلچسپی صرف بالائے بنفشی اور مرئی، زیریں سرخ یا چھوٹی موج اور ریڈیائی تعدد خط میں جذب توانائی میں ہوتی ہے۔

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



شکل- 2 برق مقناطیسی طیف

5.2.3 طول موج اور تعدد

بدلتے برق مقناطیسی میدان جو برقی مقناطیسی ارتعاش بناتی ہیں یہ ایسی موجیں سمجھی جاتی ہیں جو خلاء میں حرکت کرتی ہیں اس صورت حال کی وجہ سے اشعاع موج کی طرح برتاؤ کرتی ہیں انھیں تعدد یا طول موج کے مطابق درجہ بند کیا جاسکتا ہے جو درج ذیل مساوات سے جڑے ہوتے ہیں۔

(الف) طول موج λ (Lambda): یہ کسی موج کے دو متواتر اس یا نشیب کے درمیان کا فاصلہ ہوتا ہے یہ کسی موج کے کوئی دو متصل ایک جیسے نقاط کے درمیان کا فاصلہ ہوتا ہے۔ اسے علامت λ (Lambda) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{طول موج کی اکائی} \quad 1A^0 = 1 \times 10^{-10} m \quad \text{ایسٹرا لمبائی}$$

$$1nm = 1 \times 10^{-9} m \quad \text{نینفو میٹر}$$

$$1rm = 1 \times 10^{-6} m \quad \text{خورد میٹر}$$

(ب) تعدد یہ اتھرازی سیکنڈ ہے۔

اس کی معیاری اکائی ہرٹز (Hertz) جس کا مخفف Hz ہے۔

5.2.4 روشنی (نور) کی نوعیت

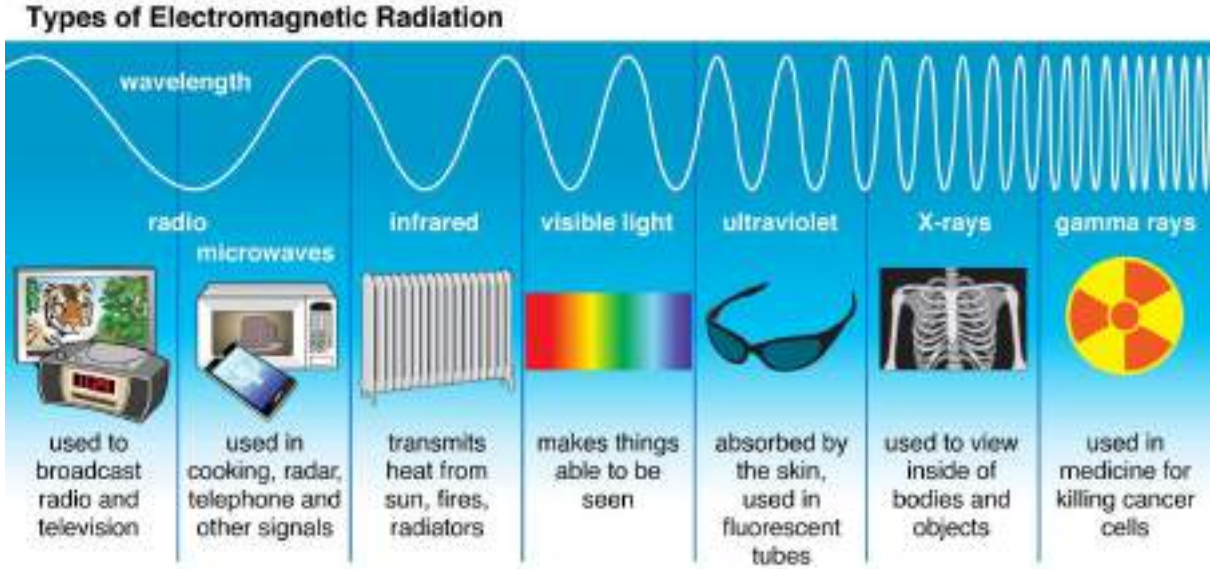
ارتعاش منتقلی توانائی کی ایک شکل ہے اس میں برقی اور مقناطیسی میدان ہوتے ہیں جو ایک ساتھ ایک دوسرے کے عمودی سطحوں اور خلاء سے اشعاعی سمت میں جھولتے ہیں برق مقناطیسی اشعاع کی نوعیت دوہری ہوتی ہے ان میں موج اور ذرہ دونوں کی خصوصیات ہوتی ہیں روشنی توانائی کی ایک شکل ہے ان میں موج اور ذرہ دونوں کی خصوصیت ہوتی ہیں روشنی توانائی کی ایک شکل ہے یہ توانائی ایک نقطہ سے

دوسرے نقطہ تک ذراتی حرکت یا موجی حرکت کے ذریعہ منتقل ہو سکتی ہیں۔ چنانچہ روشنی کی نوعیت کے تعلق سے مختلف نظریات پیش کیے گئے ہیں اہم نظریات درج ذیل ہیں۔

1- ذرہ کی طرح

2- برق مقناطیسی موج نظریہ

نوٹ:- برقی وکٹر جو صرف مادہ سے عمل کر کے توانائی کی اولاد بلی کر سکتا ہے۔



شکل 3- برقی مقناطیسی (EM) موج کی نمائندگی

5.2.5 برق مقناطیسی موج نظریہ

اس نظریہ کو 1844 میں جیمس کلارک میکسویل نے پیش کیا اس نظریہ کے اہم نکات ہیں۔

- 1- یہ توانائی کسی بھی منبع سے مسلسل اشعاع کی شکل میں خارج ہوتی ہیں اسے تاباں توانائی کہتے ہیں۔
- 2- یہ اشعاع برقی اور مقناطیسی میدانوں پر مشتمل ہوتی ہیں جو ایک دوسرے اور دونوں اشعاع کے اشاعتی سمت کے عمودی ہوتے ہیں۔
- 3- اشعاع میں موجی خصوصیات ہوتی ہیں یہ روشنی کی رفتار سے سفر کرتی ہیں۔
- 4- ان موجوں کو اشاعت کے لئے کسی مادی واسطے کی ضرورت نہیں ہوتی۔

5.2.6 برق مقناطیسی موج نظریہ کی حدیں

اس نظریہ سے درج ذیل کی وضاحت نہیں ملتی تھی۔

(i) سیاہ جسم اشعاع کا مظہر

(ii) ضیاء برقی اثر

- (iii) ٹھوس کی گنجائش حرارت کی تپش کے تفاعل کے طور پر تبدیلی
(iv) ہائیڈروجن کے خصوصی حوالہ سے جوہروں کا خطوطی طیف

5.2.7 الکٹرونی منتقلی

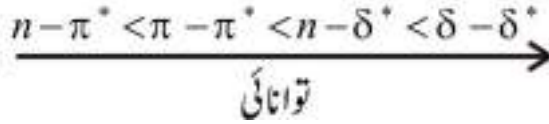
جب سالمے کو UV مرئی خطہ کے الکٹرومقناطیسی اشعاع کے ذریعہ متحرک کیا جاتا ہے تو جوہر کے الکٹرون سکونی حالت سے اشتعالی حالت یا بندشی آر بیٹل سے ضد بندشی آر بیٹل میں حرکت کرتے ہیں۔

5.2.8 الکٹرونی منتقلی کے اقسام

(الف) $\delta - \delta^*$ منتقلی: الکٹرون کی بندشی سگما آر بیٹل (δ) سے ضد بندشی سگما آر بیٹل (δ^*) میں منتقلی کو $\delta - \delta^*$ منتقلی سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثلاً آلکین، کیونکہ آلکین میں تمام جوہر سگما بندش کے ذریعہ ایک دوسرے سے جڑے ہوتے ہیں۔

(ب) $n - \delta^*$ اور $\delta - \pi^*$ منتقلی: غیر بندشی سالمی آر بیٹل (n) سے ضد بندشی سگما آر بیٹل (δ^*) یا ضد بندشی پائے آر بیٹل (π^*) منتقل ہوتے ہیں انھیں بالترتیب $n - \delta^*$ اور $\delta - \pi^*$ منتقلی سے ظاہر کرتے ہیں ان منتقلی کے لئے $\delta - \delta^*$ منتقلی سے کم توانائی لگتی ہے مثلاً الکیل ہلائائیڈ، الڈی ہائیڈ، کیٹون وغیرہ

(ج) $\pi - \pi^*$ منتقلی: اس قسم کی منتقلی عام طور پر غیر سیر شدہ سالمات جیسے آلکین (Alkene)، Alkyne، عطری، کاربونیل مرکبات وغیرہ انھیں $n - \delta^*$ منتقلی سے کم توانائی درکار ہوتی ہے۔



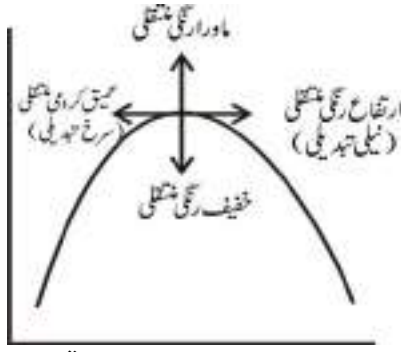
5.2.9 انجذاب، شدت کی تبدیلی اور UV طیف

(الف) عمیق کروی تبدیلی (منتقلی) اسے سرخ تبدیلی بھی کہتے ہیں اس صورت حال میں انجذاب لمبی طول موج (λ_{\max}) کی طرف منتقل ہوتا ہے۔

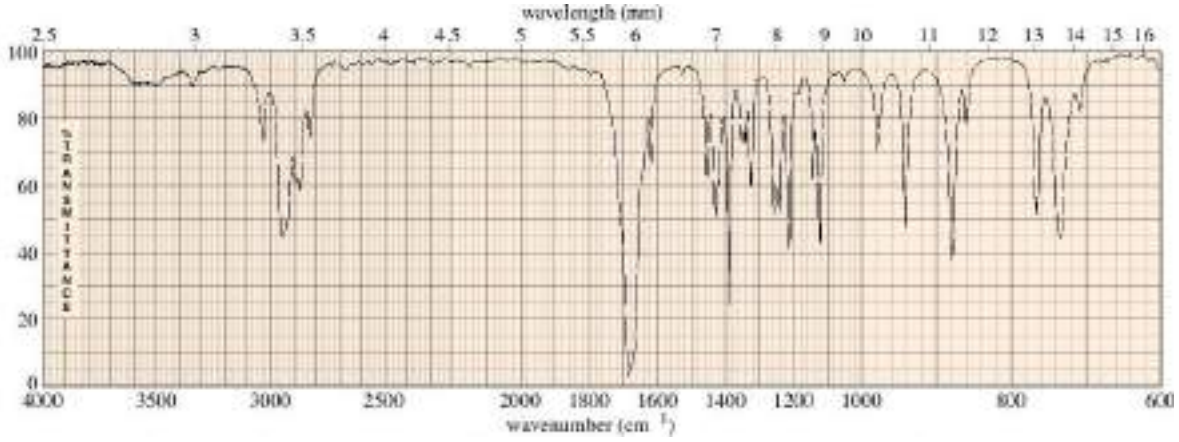
(ب) ارتفاع رنگی (Hypsochromic) منتقلی: اسے نیلی منتقلی بھی کہتے ہیں اس صورت حال میں انجذاب چھوٹی طول (λ_{\max}) کی طرف منتقل ہوتا ہے۔

(ج) خفیف رنگی منتقلی: انجذاب کی شدت اعظم (E_{\max}) تک گھٹتی ہے۔

(د) ماوراء رنگی منتقلی (Hyper Chromic) انجذاب کی شدت اعظم (E_{\max}) تک بڑھتی ہے۔



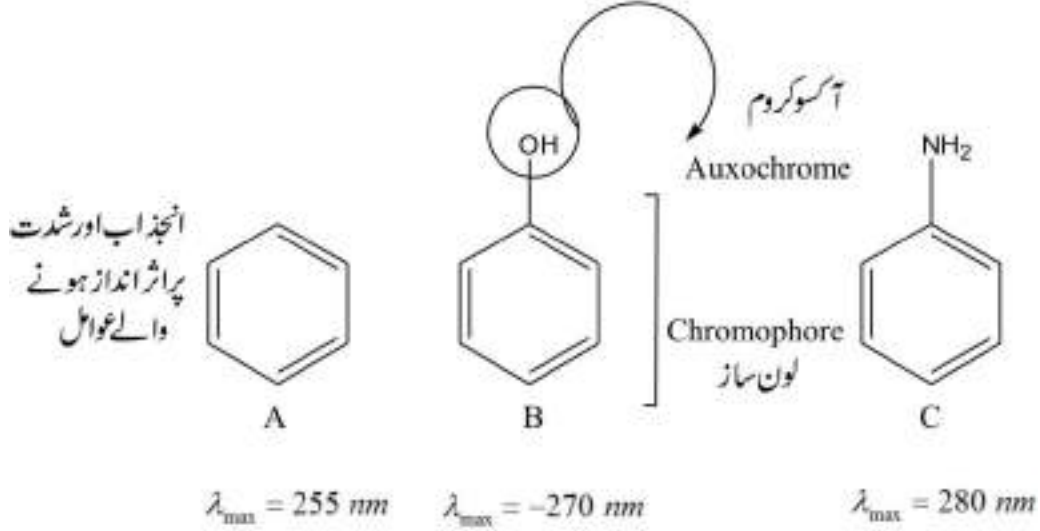
شکل 4- انجذاب اور شدت کی منتقلی



شکل 5- نامعلوم مرکب کا UV طیف

5.2.10 لون ساز اور آکسو کروم

- (الف) لون ساز:- یہ ہم گرفتگی غیر سیر شدہ گروپ ہیں جو UV مرئی خطہ میں برق مقناطیسی اشعاع جذب کرتے ہیں اور مرکب کو دیتے ہیں۔ مثلاً $C=C$ ، $C \equiv C$ ، بنزین، NO_2 وغیرہ
- (ب) آکسو کروم:- یہ سیر شدہ گروپ ہیں جو الیکٹران کی تہا جوڑی رکھتے ہیں۔ جب آکسو کروم، لون ساز سے جڑتا ہے تو انجذاب لمبی طول موج کی طرف پلٹتا ہے۔ مثلاً $-NH$ ، $-OH$ ، $-SH$ وغیرہ



5.2.11 انجذاب اور شدت پر اثر انداز ہونے والے عوامل

(الف) موصلت (Conjugation) کسی سائلے میں اگر دوہری بندش (لون ساز) موصلت میں ہوں تو انجذاب لمبی طول موج پلٹتا ہے مثلاً



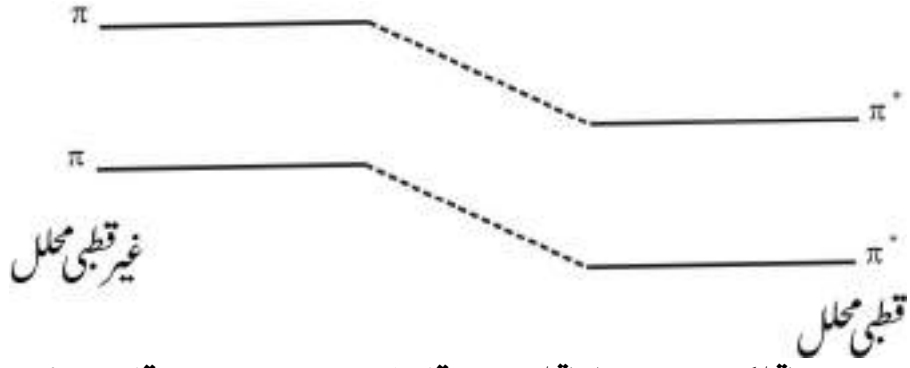
مرکب A میں دوہری بندشیں موصلت میں اس لئے A مرکب کا طول موج (λ_{\max}) مرکب B کے مقابلے میں زیادہ ہے۔

$$E = hc/\lambda$$

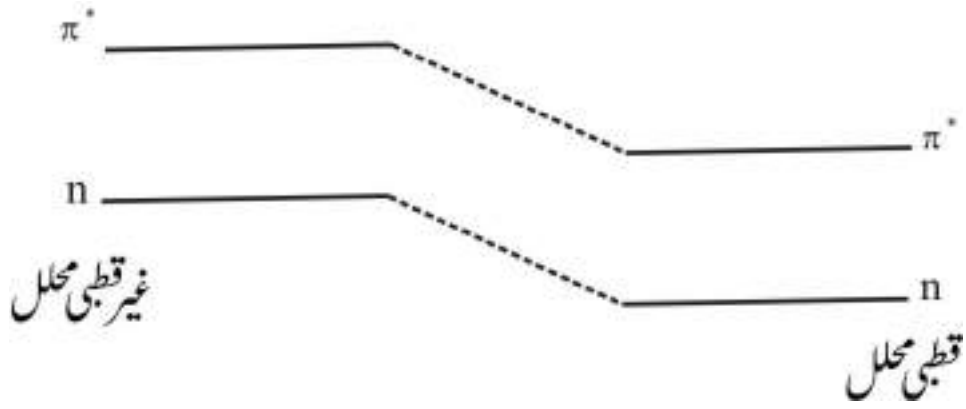
جیسے ہی موصلت میں اضافہ ہوتا ہے آر بٹل کے درمیان منتقلی کی توانائی (E) میں کمی ہوتی ہے اس لئے طول موج (λ_{\max}) میں اضافہ ہوتا ہے۔

(ب) محلل کا اثر:

قطبی محلل میں $\pi - \pi^*$ عبوری منتقلی لمبے طول موج کی طرف پلٹتی ہے۔ (سرخ تبدیلی) کیونکہ دو قطبی عمل قطبی محلل سالمات کے ساتھ اشتعالی حالت (π^*) توانائی کو سکونی حالت توانائی (π) سے کم کر دیتی ہے۔ (π^* آر بٹل قطبی محلل سے ہائیڈروجن بندش کے ذریعہ مستحکم ہوتے ہیں۔)



جب کہ قطبی محلل میں عبوری منتقلی کم طول موج (زیلی منتقلی) کیونکہ قطبی محلل سالمات کے ساتھ دو قطبی باہمی عمل سکونی حالت (n) کی توانائی کو اشعاعی حالت کم کر دیتا ہے۔ (n- آر بٹل سے ہائیڈروجن بندش کے ذریعے مستحکم ہوتے ہیں۔)



5.3 بیر لیمبرٹ کلیہ

5.3.1 تعارف

بیر لیمبرٹ کلیہ ایک استخراج ہے جو موجود مادے کی مقدار اور مرئی UV اشعاع کی شدت کے درمیان تعلق کی وضاحت کرتا ہے کئی جدید سائنسی میدانوں میں بیر لیمبرٹ کلیہ استخراج کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اسے جدید تجربہ گاہوں میں نامیاتی کیمیا کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ مقدار بنیادی مطالعہ اور معالجہ کی جانچ کے لئے بھی استعمال ہوتا ہے۔

5.3.2 بیر لیمبرٹ کلیہ کے بنیادی اصول

دی گئی طول موج کی روشنی جذب کرنے والے سالمات کی تعداد میں اضافہ کے ساتھ انجذابی طیف میں روشنی کا انجذاب اور شدت کی چوٹی میں اضافہ ہوتا ہے اگر اشعاع جذب کرنے والے سالمات کی تعداد کم ہو تو کل انجذابی توانائی کم ہوتی ہے جس کے نتیجے میں کم شدتی چوٹی نظر آتی ہے یہی بیر لیمبرٹ قانون کی اساس ہے جو کہتی ہے کہ مادے پر پڑنے والی اشعاع سے جذب ہونے والی اشعاع کا جزو حقیر اس کی راہ میں موجود جذب کرنے والے سالمات کی تعداد کے تناسب میں ہوتا ہے۔

جب اشعاع محلول سے گذرتی ہیں جذب یا منتقل نور کی مقدار محلل کے سالمات کے ارتکاز کا تو صحیحی تفاعل اور نمونہ سے گذرنے والے اشعاع کی راہ کے لمبائی کا بھی تفاعل ہوتا ہے۔ اس لئے

$$\log \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$$

جہاں I_0 = پڑنے والی روشنی کی شدت (یا حوالہ خانہ سے گذرنے والی روشنی کی شدت)

I = نمونہ محلول سے منتقل ہونے والی روشنی کی شدت

C = محلول کی مول فی لیٹر میں مقدار

l = نمونہ کی راہ کی cm میں لمبائی

ϵ = سالمی جذبیت یا مادہ جس کے انجذاب کی تحقیق ہو رہی ہے۔

کے سالمی انطاف نور (روشنی کی کمی) کی شرح قدر یہ ایک مستلقلہ ہے جو دی گئی انجذاب نوع (سالمہ یا آئین) کا خاصہ ہوتی ہے۔ خاص

محلل اور مخصوص طول موج کے لئے ϵ محلل کے انجذاب کے اکائی سالمی مقدار کے عددی مساوی ہوتی ہے۔

($C = 1$) اکائی لمبائی کے خانہ میں ($C l = 1$) اور اس کی اکائی لیٹر فی مول فی سنٹی میٹر ہے تاہم حسب روایت نامیاتی کیما دواں اس اکائی کو

نظر انداز کرتے ہیں۔ تناسب I/I_0 کو ترسیلی استعداد T اور معکوس تناسب I_0/I کے لوگ (\log) کو جذب A کہتے ہیں۔

$$-\log = \frac{I}{I_0} = -\log T = \epsilon c l$$

طیف کی انجذاب خصوصیات پیش کرنے کے لئے چوٹیوں کے مقامات کو λ_{\max} (nm میں) کے طور پر لکھا جاتا ہے جذب A دوسری اہم

اصطلاح ترسیلی استعداد سے جڑا ہوتا ہے اس کی تعریف اس کی تعریف پڑنے والی اشعاع کے جزو حقیر جو جذبی واسطہ کے ذریعہ منتقل ہوتی

ہے۔

ریاضی کے قاعدوں سے $A = -\log T$

5.3.3 بیر لیمبرٹ کلیہ کی حدیں

1- استعمال ہونے والی اشعاع ایک لوئی نہ ہو تو بیر لیمبرٹ کلیہ کی تابعداری نہیں کرتی۔

2- یہ کلیہ صرف ہلکائے محلول کے انجذاب برتاؤ کی رہنمائی کرتا ہے۔ کسی برق گزار میں منحل کی زیادہ مقدار، منحل کے آئینی ہوں تو اپنے

پڑوسیوں کے بار کی تقسیم میں خلل ڈالنے کے لئے کافی ہوتے ہیں آئین کے باہمی عمل پڑنے والی اشعاع کو جذب کرنے کی صلاحیت کو شدید

طور پر بدلتے ہیں پس A اور C کا تعلق مزید خطی نہیں ہے۔ لہذا اونچی مقدار کے لئے خطیت سے انحراف ہوتا ہے۔

5.3.4 بیر لیمبرٹ کلیہ پر حل شدہ سوالات

مثال (1) ایک سالے کی سالمی انطافِ نور کی شرح قدر $2.0 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$ ہے۔ 5.0 cm راہ کی لمبائی والی تریسلی امتحانی تلی میں شے کے محلول کی مقدار $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ ہے۔ اس کا انجذاب معلوم کیجئے۔

حل:- بیر۔ لیمبرٹ کلیہ کے مطابق: انجذاب دیا گیا ہے۔

$$A = \epsilon c l$$

$$\epsilon = 2.0 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

$$c = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^3$$

$$l = 5.0 \text{ cm}$$

انہیں ضابطے میں رکھنے پر

$$A = 2.0 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \times 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^3 \times 5.0 \text{ cm}$$

$$-\log T = 0.2$$

$$\log \frac{1}{T} = 0.2$$

دونوں جانب انٹی لوگ لینے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔ $\frac{1}{T} = 1.585$

$$T = \frac{1}{1.585}$$

$$T = 0.68$$

مثال (2) Phenanthroline کے Fe^{2+} پیچیدہ مرکب کا سالمی انجذاب 1.2×10^3 فی سنٹی میٹر فی مول فی مکعب ڈیسی میٹر ہے۔ بیر لیمبرٹ کلیہ خانہ میں محلول فی مقدار راہ کی لمبائی 1.0 سنٹی میٹر میں 8.33×10^{-6} مول فی مکعب ڈیسی میٹر ہے۔ اس کا کم ترین قابل دریافت انجذاب معلوم کیجئے۔

حل:- $A = \epsilon c l$ دیا گیا ہے۔

$$\epsilon = 1.2 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$$

$$c = 8.33 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$l = 0.01 \text{ cm}$$

$$A = 1.2 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \times 8.33 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \times 1.00 \text{ cm}$$

$$9.996 \times 10^{-3} = 0.01$$

$A = 0.01$ انجذاب

5.4 UV مرئی طیف پیمائی کے لئے آلہ سازی

5.4.1 تعارف

طیف پیمانہ سے ترسیل یا انجذاب کی پیمائش برق مقناطیسی روشنی کے طور کے تعلق سے کرتا ہے UV مرئی خطہ میں سالمی انجذاب کی پیمائش کے لئے آجکل مختلف اقسام کے آلات دستیاب ہیں جن کا خطہ سیدھا معیاری کم قیمت آلات میں سے معیاری سے انتہائی پیچیدہ آلات معیاری مہم سے بالکل خاص مہارت کے کام ہیں لیکن ان کے پینادی جزو آلات ایک جیسے ہوتے ہیں۔

5.4.2 UV - VIS آلات کے ضروری اجزاء

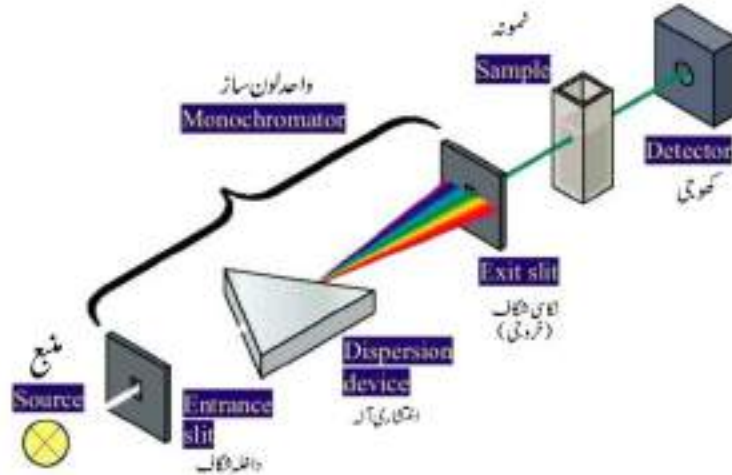
درج ذیل UV - VIS کے ضروری اجزاء ہیں۔

(الف) منبع جو برق مقناطیسی اشعاع کے وسیع پٹے کو تیار کرتا ہے۔

(ب) انتشاری اختراع جو منبع کے وسیع اشعاعی پٹے سے مخصوص طول موج کا انتخاب (یا زیادہ صحیح موج پٹے) کرتا ہے۔

(ج) نمونہ میدان

(د) اشعاع کی شدت کی پیمائش کے لئے ایک یا زیادہ کھوجی



شکل 6- طیف پیمائش کے مختلف اجزاء دکھانے والا خاکہ

(الف) منبع مثال منبع نور کم شور و غل کا ہوگا۔ طویل مدتی قیام پذیری تمام طول موج کے لئے مستقل شدت UV مرئی طیف پیمائش میں دو منبع استعمال ہوتے ہیں۔

(i) منبع اول Deuterium لمپ، جو اچھا سلسلہ شدت UV خطہ میں اور مرئی خطہ میں کارآمد شدت مہیا کرتا ہے۔

(ii) منبع دوم Tungsten۔ ہیلو جن لمپ UV طیف کے کچھ حصہ میں اچھی اور تمام مرئی خطہ میں شدت مہیا کرتا ہے۔



شکل 7- UV- مرئی ضیاء طیف پیمائش

(ب) طول موج انتخاب کنندہ

طیف ضیاء پیمائی پیمائش کے لئے ہمیں پابند خطہ کی روشنی استعمال کرنے کی ضرورت ہوتی ہے یہ آلہ کی حساسیت اور انتخابی صلاحیت کو بہتر بناتی ہے چمکدار شعاعوں کو الگ کرنے کے لئے سستے آلات میں مقطر (فلٹر) استعمال کر کے طول موج کی وسیع قطار پیش کی ہے ہمیں اکثر متعین قطار سے طول موج بدلنے کی لگاتار ضرورت ہوتی ہے۔ اسے حاصل کرنے کے لئے ایک لونری رنگار استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اکثر ہم عصر آلات میں مخروط کے ساتھ ایک لونری رنگار یا انکسار امواجی منتشری واسطہ کا کام کرتی ہے۔

(ج) نمونہ خانہ تمثیلاً بخاراتی ہیئت یا محلول کا استعمال UV - VIS انجذابی طیف محسوب کرنے کے لئے استعمال ہوتے ہیں تجرباتی UV طیف کی امتحانی نلی میں پیمائش کی جاتی ہے یہ خانہ اس سے سفر کرنے والی روشنی کی طول موج کے لئے شفاف ہوتا ہے۔ شیشہ کے کئی امتحانی نلیاں طیف کے تجزیہ کے لئے بخاراتی ہیئت میں دستیاب ہیں۔ ان میں اندر آنے والے اور باہر جانے کے راستے ہیں یہ مختلف سفری لمبائی کے ہوتے ہیں۔ مرئی خطہ میں محلول کی پیمائش کے لئے کانچ سے بنے امتحانی نلیاں بھی استعمال کی جاسکتی ہیں۔

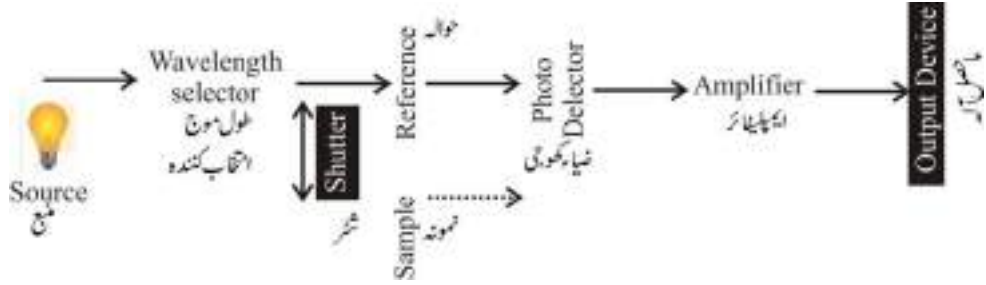
(د) کھوجی

کھوجی کے ذریعہ روشنی کے اشارہ سے ایک برقی علامت بنائی جاتی ہے اس کی آواز مثالی طور پر کم ہونا چاہئے۔ اونچی حساسیت اور بڑی قدری حد میں خطی رد عمل کی صلاحیت ہونی چاہئے تمثیلاً نور بین (عکس کلاں گر) کھوجی نلی یا ضیائی دو برقیہ کھوجی طیف پیمائش میں موجود ہوتے ہیں۔

5.4.3 UV- مرئی طیف نماؤں کے اقسام

(الف) واحد کرن طیف پیمائش

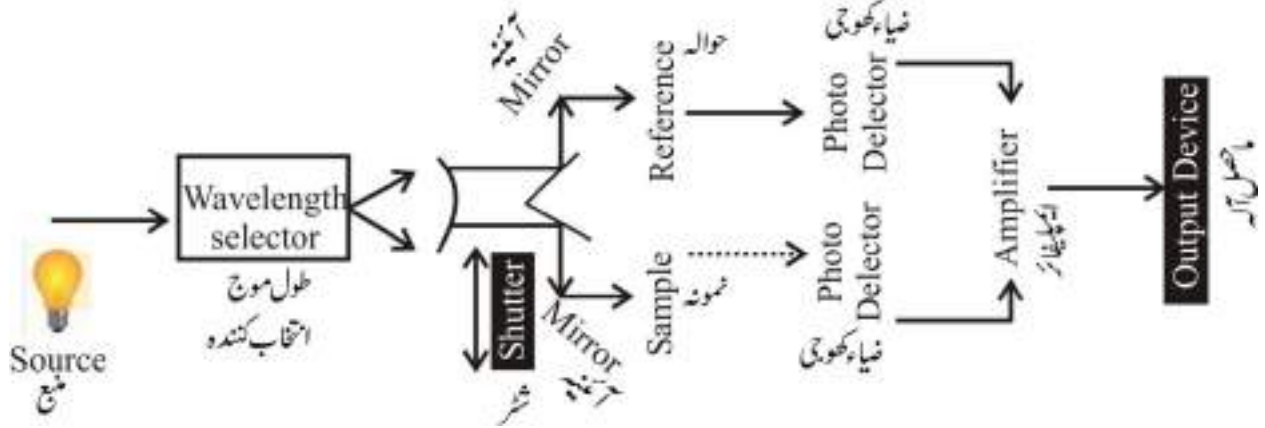
یہ مخصوص آلے صرف ایک روشنی کی کرن والے ہوتے ہیں جسے ان کے نام سے ظاہر ہے اس میں حوالہ اور نمونہ دونوں کی شناخت ایک ہی کرن سے ہوتی ہے منبع سے اشعاع کو مقطر (فلٹر) سے گزارتے ہیں یا مناسب ایک لونری رنگار یا ایک لونری اشعاع گزارتے ہیں نمونہ یا حوالے سے گزارنے کے بعد ضیائی کھوجی نمونے سے گذرنے والی اشعاع کو اٹھاتا ہے ملنے والے اشارہ کو آگے بڑھانے سے پہلے قلمبند کر لیا جاتا ہے۔



شکل 8- واحد کرن ضیاء طیف پیماکا ذہنی خاکہ

(ب) دوہری کرن طیف پیم

اس میں ایک لوئی روشنی کو دو کرنوں میں تقسیم کرنے والا (Spbihez) استعمال ہوتا ہے حوالہ خانہ اور نمونہ خانہ دونوں ایک ہی وقت میں انھیں حاصل کرتے ہیں کھوجی منتقلی اشعاع کو اٹھاتا ہے اور تمام طول امواج سے اشارے کی قوت کے فرق کو برہا کر ماضیہ (output) تک پہنچاتا ہے۔



شکل 9- دوہری کرن ضیاء طیف پیماکا ذہنی خاکہ

5.4.4 UV مرئی طیف پیمائی کے تجزیاتی اطلاقات

محلول میں ایک یا زیادہ اجزائے ترکیبی کی شناخت کرنے کا طریقہ ہے اور انکی مقدار UV - VIS طیف پیمائی سے فراہم ہوتی ہے اس طریقہ کا نمایاں فائدہ یہ ہے کہ انتہائی کم مقدار کے کیمیات کی بھی سیدھے طور پر شناخت کی جاسکتی ہے۔ جو روایتی طریقوں جیسے نقل پیمائی اور حجمی پیمائش سے حاصل نہیں ہو سکتے مزید یہ کہ UV طیف شے کی ساختی معلومات خصوصاً نامیاتی مرکبات کے لئے استعمال ہوتی ہے۔ اسے سائلے کی معلوم کرنے کے لئے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے ہم UV - VIS طیف پیمائی کے کچھ مقداری اور ماہیتی اطلاقات پر بات کریں گے۔

(الف) ماہیتی اطلاقات

تجزیہ ماہیت کے لحاظ سے VU-VIS طیف پیمائی کے استعمال سے تجزیہ کار تجزیہ ماہیت میں ساختی تفصیلات کی شناخت اور پیمائش ثانوی اہمیت کی حامل ہوتی ہیں اس کے ذریعہ حاصل معلومات IR، NMR اور اجتماعی طیف بینی سے حاصل معلومات سے جوڑنا ضروری ہے یہ طیف کے بے لاگ شامل نوعیت کی وجہ سے ہے یہاں تک کہ کیمیائی اجزاء کے مجموعہ، ترکیب، وجوہ اور سائلے میں غیر موجودگی کی تفصیل ظاہر کر سکتا ہے مثلاً طیف کے 200 nm سے 400 nm رقبہ میں ایک یا زیادہ اشارات کی موجودگی اس بات کا کھلا ثبوت ہے کہ سالمہ غیر سیر شدہ ہے۔

(ب) مقداری اطلاقات

جیسا کہ اوپر درج ہے VU-VIS طیف پیمائی تجزیہ ماہیت میں اس کے کچھ اطلاق ہیں لیکن مقداری تجزیہ میں یہ ایک مددگار آلہ ہے اس کی مطابقت پذیری کی اہلیت، درستگی، حساسیت کی وجہ سے ایسا ہوتا ہے۔ اس کا استعمال کئی مختلف نامیاتی، غیر نامیاتی اور حیاتی انواع کی درست تشخیص راست نسبتاً کم مقدار جیسے 10^{-4} سے 10^{-5} یا اس سے بھی کم مقدار کے لئے ہو سکتا ہے اس کے علاوہ اس کا آسان اور معتبر انتخابی استعمال اسے مقداری پیمائش کے لئے ترجیحی راستہ بنا دیتا ہے۔ اس طریقہ کی دوسری نمایاں خصوصیت یہ ہے کہ اسے تجزیہ کار کی پیمائش کے لئے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ جو انواع VU-VIS خطہ میں جذب نہیں کرتے انکا کسی ایسے عامل سے عمل کیا جاتا ہے جو اس خطہ میں جذب کرتا ہے ایسے تمام انواع جس اس خطہ میں جذب کرتے ہیں لیکن نظام میں موجود دوسرے اجزاء بھی اس خطہ میں جذب کرتے ہیں انکا بھی تجزیہ اسی تکنیک کے استعمال سے کیا جاسکتا ہے۔ اسی کے نتیجہ میں مختلف میدانوں میں انجذابی پیمائش مرئی یا UV میں استعمال ہوتا ہے۔ محلول کے یہ عددی عناصر کیمیاء میں مروج ہیں۔

1- دھاتوں اور ادھاتوں کی تجزیاتی پیمائش

2- نامیاتی مرکبات کی تجزیاتی پیمائش

3- نامیاتی ترشہ اور رنگ و روغن کے منتشر مستقلہ کی پیمائش

4- دھاتی لیجنڈ تشکیل مستقلہ کی پیمائش

(ج) مقداری تعین اصولیات

مقداری تعین کے لئے مرتب ضابطہ کار کے کچھ ضروری مراحل ہیں۔

(i) جاذب کرن انواع کی تشکیل

(ii) پیمائشی طول موج کا انتخاب

(iii) بیر۔ لیمبرٹ کلیہ کی تصدیق

چلو ایک بعد دیگرے مختصر اُن پر بحث کرتے ہیں۔

(i) جاذب کرن انواع کی تشکیل

بہت کم تجزیہ کار ہیں جن کا UV یا مرئی خطہ میں قوی انجذاب ہوتا ہے انہیں راست پیمائش کے لئے فعال کیا جاسکتا ہے تاہم زیادہ تر تجزیہ کار کے لئے ہمیں جاذب کرن انواع دوسرے مناسب عامل سے عمل کر کے تیار کرنے پڑتے ہیں کسی بھی صورت میں محلول کی جذب کرنے کی صلاحیت مستقل اور pH تپش اور محلول کی آئینی قوت میں معمولی تغیر سے تبدیلی نہیں ہونا چاہئے۔

(ii) پیمائشی طول موج کا انتخاب

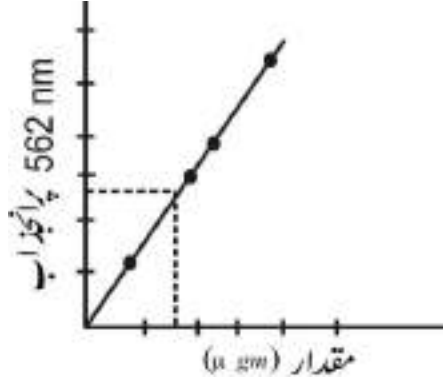
ایک دوسرے سے تعامل کرنے والی اشیاء کی غیر موجودگی میں طیف کی سب سے اعظم چوٹی کی اعظم طول موج (λ_{max}) کی پیمائش کی جاتی ہے اس طول موج پر انجذاب مقدار کے لئے سب سے زیادہ حساس ہوتا ہے دیگر یہ کہ کئی معاملوں میں λ_{max} کے قریب طول موج کے چند وقفوں کے درمیان میں چوٹی چوٹی ہو جاتی ہے یعنی پیمائش طول موج کے لئے بہت حساس نہیں ہوتی یہ نہایت فائدہ مند ہوتا ہے کیونکہ اگر طیف پیمائش λ_{max} کا تجزیہ کرنے میں ناکام ہو جائے تب بھی پیمائش تبدیل نہیں ہوتی تاہم اگر نظام میں متعامل دھات اور ما حاصل سب روشنی جذب کرتے ہیں تو ممکن ہے کہ λ_{max} پر خالص متعامل اور دھات پیچیدہ مرکب کی انجذابی قدر میں خاص فرق نہ ہو ایسے حالات میں ہمیں ایسی طول موج کو شناخت کرنے کی ضرورت ہوتی ہے جس پر خالص متعامل اور پیچیدہ مرکب کے انجذابی قدر میں زیادہ فرق ہو۔

(iii) بیر۔ لیمبرٹ کلیہ کی تصدیق

چلو بیر لیمبرٹ کلیہ کے فقرہ پر نظر ثانی ڈالتے ہیں۔

$$\log \frac{P_0}{P} = a b l \quad \text{یا} \quad \epsilon b l$$

اس فقرہ کے مطابق اگر ہمیں a (یا ϵ) اور b کی قدریں معلوم ہوں تو ہم راست انجذابی قدر معلوم کر سکتے ہیں تاہم عام طور پر جن انواع کے ϵ کی قدر درست معلوم نہ ہو تو ان انواع کے لئے تعین کی حالت کے تحت پیمائش کی جاتی ہے اکثر و بیشتر بیر۔ لیمبرٹ کی تصدیق اور بیر۔ لیمبرٹ کلیہ کا فقرہ غیر یقینی ہوتا ہے اس لئے اکثر طریقوں میں متعین طول موج پر تجزیہ کار کے معیاری محلول کے سلسلے کی انجذابی اقدار کی پیمائش کر کے تعین معیار منحنی حاصل کی جاتی ہے یہ محلول یکساں محلول شرائط کے تحت تجزیہ کار کی مقدار کے حد میں ہونا چاہئے۔ اس کلیہ کے درست ہونے کے انجذاب A بمقابلہ مقدار C کا خاکہ معیاری محلول کے لئے منبع سے گزرنے والا خط مستقیم ہونا چاہئے۔ اس منحنی کو تعین معیار منحنی کہتے ہیں۔ انجذابی قدر کی پیمائش سے نامعلوم محلول کی مقدار کا تعین کرنے کا معقول طریقہ ہے مثلاً لوہے کے محلول کی نامعلوم مقدار معیاری سلسلے سے انجذابی اقدار کا خاکہ تعین معیار منحنی استعمال کر کے معلوم کی جاسکتی ہے۔



5.4.5 طیف ضیاء پیمائش کے لئے طریق کار

دوسرے نمونوں سے مخصوص ہدایات مختلف ہوں گی لیکن اصول وہی رہیگا۔

- 1- استعمال کے لئے آلہ کو کم از کم 15 منٹ پہلے گرم کرنا چاہئے پاور بٹن صفر قابو کے طور پر بھی کام کرتا ہے۔
- 2- طول موج دستہ کو مطلوبہ طول موج سٹ کرنے کے لئے استعمال کیجئے۔ زیریں سرخ یا بالائے نقشی خطہ میں خطہ میں شدید طول موج کے لئے خاص فلٹر، منبع نور اور یا نمونہ قابض (امتحانی نلی) کی ضرورت ہوتی ہے۔
- 3- نمونہ ڈھکن بند ہو تو میٹر سوئی فیصد ارصال پر 0 سٹ کرنے کے لئے صفر قابو کا استعمال کیجئے (آلہ میں نمونہ نہ ہو تو نور کی راہ بند ہو جاتی ہے۔ اور ضیاء پیمائش کوئی نور نہیں پڑتا ہے۔)
- 4- تجربہ گاہ کی پونجھنی سے حوالہ محلول کی نلی کو پونجھ کر نمونہ قابض میں رکھیے ڈھکن بند کر کے نور قابو دستہ سے میٹر سوئی کو انجذاب اسکیل پر صفر سٹ کیجئے۔
- 5- حوالہ نلی ہٹا لیجئے پہلے نمونہ یا معیاری نلی کو پونجھ لیجئے نمونہ قابض میں رکھ کر ڈھکن بند کر دیجئے عمل ترسیل نہیں بلکہ انجذاب کو پڑھیے ریکارڈ کیجئے۔
- 6- نمونہ نلی ہٹا کر صفر کو دوبارہ ترتیب دیجئے اور ضروری ہو تو دوسرے نمونہ کو چیک کرنے سے پہلے دوبارہ تعین معیار کیجئے۔

5.5 اکتسابی نتائج

- اس اکائی کے مطالعہ سے طلباء نے حسب ذیل کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- UV مرئی طیف پیمائی کے ضروری نظریات اور اصول اور اسکے عمل کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
 - اسکے ذریعہ طلباء کیمیائی تجزیہ کے لئے حدودی اور اطلاقی فیصلہ کن شناخت کو سمجھنے میں قابل ہو گئے۔
 - طلباء نے UV مرئی طیف پیمائی کے اولین اطلاقات کے بارے میں معلومات حاصل کی۔

5.6 کلیدی الفاظ

- روشنی (نور) کی نوعیت: ارتعاش منتقلی توانائی کی ایک شکل ہے اس میں برقی اور مقناطیسی میدان ہوتے ہیں جو ایک ساتھ ایک دوسرے کے عمودی سطحوں اور خلاء سے اشاعتی سمت میں جھولتے ہیں برق مقناطیسی اشعاع کی نوعیت دوہری ہوتی ہے ان میں موج اور ذرہ دونوں کی خصوصیات ہوتی ہیں۔
- بیر لیمبرٹ کلیہ: بیر لیمبرٹ کلیہ ایک استخراج ہے جو موجود مادے کی مقدار اور مرئی UV اشعاع کی شدت کے درمیان تعلق کی وضاحت کرتا ہے

5.7 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

1. UV مرئی طیف پیمائی میں استعمال ہونے والے کوئی دو محلل کے نام لکھئے۔
2. UV مرئی طیف پیمائی کس طبعی مظہر پر کام کرتی ہے۔
3. تیزابی واسطہ میں Aniline کا برتاء Benzene جیسا کیوں ہوتا ہے۔
4. اگر انجذاب 0.54 ہو تو فی صد ترسیل کتنی ہوگی۔
5. گردشی طیف میں تغیر کا مشاہدہ صرف $J\Delta$ کے گردشی سطحوں کے درمیان ہوتا ہے۔ $J\Delta = \dots\dots\dots$
6. مرئی UV خطہ کے موافق طول موج کی حد کیا ہے۔
7. بیر۔ لیمبرٹ کلیہ بیان کرتا ہے کہ نور کی شدت کس کی نسبت سے گھٹتی ہے۔
8. انجذاب کی اکائی کیا ہے جو بیر لیمبرٹ کلیہ سے اخذ کی جاسکتی ہے۔
9. 400 nm طول موج کے ضیائیہ کا موج عدد کتنا ہوگا۔
10. UV-VIS طیف پیمائی میں استعمال ہونے والے عام منبع کونسے ہیں۔

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1. UV مرئی طیف پیمائی کے اصول بیان کیجئے اور اسکے اطلاقات بھی لکھئے۔
2. بیر لیمبرٹ کلیہ کیا ہے؟ ایک لونی اشعاع محلول جس کا سالمی انطاف نور کی شرح قدر $1.24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ پڑتی ہے۔ اشعاع کی شدت 10cm لمبائی کے محلول سے گذرنے کے بعد ابتدائی قدر کے ایک چوتھائی تک گھٹ جاتی ہے اس محلول کی مقدار محسوب کیجئے۔

3. λ_{\max} کی اہمیت پر بحث کیجئے؟ جب طیف UV-VIS انجذاب تغیر کی کیفیت لکھتے ہیں تو λ_{\max} رپورٹ کرتے ہیں سادہ کیوں نہیں۔

4. سالمی UV-VIS طیف پیمائی چوٹیاں جوہری UV-VIS چوٹیوں کی نسبت سے کشادہ کیوں ہوتی ہیں۔

5. UV مرئی طیف پیمائی کی تجزیاتی اطلاقات پر بحث کیجئے سمجھائیے اسے مقداری کام کے اہتمام میں مجموعی انجذاب 1 سے نیچے رکھنے کے لئے بہترین عمل سمجھا جاتا ہے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

1. UV مرئی طیف پیماکا اصول، اہم اجزاء کارکردگی اور اطلاقات لکھئے۔

2. سوالات حل کیجئے۔

(الف) طیف پیمائی خانہ کے راہ کی لمبائی 2.0 cm ہے شے کے محلول کے قدر 1.0 دکھاتا ہے اگر محلول میں شے کی مقدار

2.5×10^{-5} مول فی لیٹر ہو تو اس مرکب کی سالمی انجذابیت معلوم کیجئے؟

(ب) پوٹاشیم ڈالے کرومیٹ شامل محلول کو امتحانی ٹلی جسکے راستے کی لمبائی 2cm اور اتصال 455nm پر پیمائش کیا گیا اگر فی صدر اتصال

12 پایا گیا اور پوٹاشیم ڈالے کرومیٹ کی انجذابیت $1.86 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$ ہو تو 500 cm^3 محلول میں موجود پوٹاشیم

ڈالے کرومیٹ کی مقدار محسوب کیجئے۔

3. درج ذیل اصطلاحات پر بحث کیجئے۔

(الف) کھوجی

(ب) لون ساز

(ج) جوہری انجذاب

(د) سالمی انجذاب

5.8 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

(1) Qualitative analysis 6th Ed. R.A Dayjr and A.L. Underwood, Prefic Hall India Ltd. 1991.

(2) Analytical Chemistry by G.L. David Krupadanam; D.Vagaya, Parasad et. al., University Press (INDIA) Pvt. Ltd.

اکائی 6۔ زیریں سرخ (تحت الاحمر) طیف پیمائی

(IR Spectroscopy)

اکائی کے اجزاء

| | |
|--|------|
| تعارف | 6.0 |
| مقاصد | 6.1 |
| آلات سازی کے بنیادی اصول | 6.2 |
| آلات سازی (منبع کا انتخاب، یک رنگی کار، کھوجی) واحد اور زوج کرنی آلات کے لئے | 6.3 |
| نمونہ طریقہ کار (ٹیکنیک) | 6.4 |
| معلومات کی تشریح سے ساختی نمونہ | 6.5 |
| ہائیڈروجن بندش کا اثر | 6.6 |
| اکتسابی نتائج | 6.7 |
| کلیدی الفاظ | 6.8 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 16.9 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 6.10 |

6.0 تمہید

برق مقناطیسی اشعاع جسے زیریں سرخ (تحت الاحمر-IR) کہتے ہیں کو زیریں سرخ طیف بینی میں استعمال کیا جاتا ہے جو ہمیں اشیاء (مادے) کے مطالعہ اور ان کے بنیادی افعال دریافت کرنے میں مددگار ہوتی ہے۔

زیریں سرخ توانائی کے انجذاب کے نتیجے سے سالماتی کھنچاؤ میں مختلف پیمانوں اور ایک دوسرے سے متعلق پٹی نامیاتی کیمیاء گر کے لئے اکثر قطعی حد 2.5 M سے 1.5 M ہے۔ جہاں سالماتی ارتعاش کو کھوج کر زیریں سرخ طیف اور رامن طیف میں ناپا جاتا ہے۔ عمومی زیریں سرخ حدیں 5 M اور 15 M تک ہوتی ہیں جب کہ قریبی زیریں سرخ حدیں 0.8 M سے 2.5 M اور زیریں سرخ حدیں 15 M سے 200 M تک ہوتی ہیں۔

زیریں سرخ انجذاب کو طول موج یا موجی عدد میں واضح کیا جاسکتا ہے۔ اکثر نامیاتی مرکبات زیریں سرخ طیف موجی عدد کے مقابل فی صد ترسیل سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ طول موج اور موج عدد کا تعلق درج ذیل ہے۔

$$\text{طول موج} = \frac{1}{\text{موجی عدد (Wave Number)}}$$

یا

$$\frac{1}{\text{Wave Length}}$$

2.5 M طول موج (Wave Length) کے لئے

$$\text{موجی عدد} = \frac{1}{2.5 \times 10^{-4}} = 4000 \text{ cm}^{-1}$$

15 M کے لئے موجی عدد 667 cm^{-1} کے برابر ہوتا ہے۔ جب مخصوص زیریں سرخ پٹے کے مقابل غور کیا جائے تو حدیں 4000 cm^{-1} سے 667 cm^{-1} ہوتی ہیں۔ تریسل یا انجذاب کی پیمائش کر کے پٹی کی چمک محسوب کی جاتی ہے۔ یہ دو مرکبات کی شناخت یا نئے مرکب کی ساخت شناخت کرنے کے لئے مخصوص فعلی گروپ کی موجودگی کی پیش گوئی کے لئے مفید ہوتی ہے۔

6.1 مقاصد

اس اکائی کو سیکھنے کے مقاصد درج ذیل ہیں۔

- زیریں سرخ اشعاع سے متعلق بنیادی اصول۔
- آلات سازی کے اقسام اور اس میں استعمال ہونے والے لازمی حصے (جز)
- زیریں سرخ اشعاع میں استعمال ہونے والے مختلف نمونہ بندی طریقہ کار
- ہائیڈروجن بندش کا اثر
- مرکبات کے ساخت کی تشریح

6.2 بنیادی اصول

زیریں سرخ اشعاع جذب ہوتی ہے جو سالے کو پگھلی سے اونچی اتھرازی سطح پر مشتمل کرتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ ہر اتھرازی سطح کا نزدیکی گردشی سطح عدد ہوتا ہے۔ اتھرازی گردشی طیف کو لامتناہی طیف سمجھا جاتا ہے۔ زیریں سرخ خطے میں صرف ایسی بندش جن کے دو قطبی لحظہ (Dipole Moment) میں تبدیلی ہوتی ہے۔ جذب ہوی سالمات کی دوسری تمام بندشوں میں زیریں سرخ توانائی کو جذب کرنے کی صلاحیت نہیں ہوتی اس کے علاوہ جن سالمات میں دو قطبی لحظہ (Dipole Moment) تبدیل نہیں ہوتا انہیں فوری شناخت نہیں کیا جاسکتا وہ غیر فعال ہوتے ہیں۔ جو مرکبات زیریں سرخ (IR) فعال ہونگے وہ زیریں سرخ کو شناخت کریں گے اور اشعاع کی گردشی طرف پیش کریں گے۔ جو تفاعلی گروپ کی انفرادی خصوصیت اور نشان انگشت (Finger Print) ہوتی ہے۔ مثلاً دو قطبی لحظہ (Dipole Moment) میں تبدیلی اتھرازی اشتعال کے ساتھ $O-H$ ، $N-H$ ، $C=O$ وغیرہ بندشیں زیریں سرخ خطے میں بہت زیادہ جذب

ہوتی ہے لیکن کاربن بندشیں Alkene اور Alkyne میں بدلنے پر ان کے زیریں سرخ طیف میں جذب کی صلاحیت میں تبدیلی پیدا نہیں کرتے۔

6.3 آلات سازی

زیریں سرخ اشعاع (لوزا فگنی) کے بنیادی اجزاء (حصے) درج ذیل ہیں۔ (Fig-1 and Fig-2)

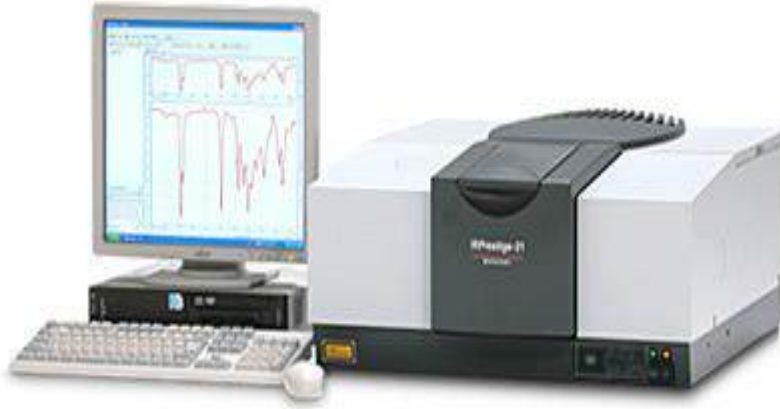


Fig-1: IR Spectrophotometer

6.3.1 منبع اشعاع (منبع نورانگنی)

(الف) نرسنٹ (Nernst) کی دھونکنی (Glowar) زیریں اشعاع پیدا کرنے کے لئے زرکونیم (Zr)، ٹائیٹینیم (Ti) اور ارنیم (Er) مرکب اتحاد کے آپس میں پیوستہ سلانخ سے بنا ہوتا ہے اس سلانخ کو برقی طور پر 1500°C تک گرم کیا جاتا ہے۔ یہ کھوکھلی سلانخ 30 mm طبعی اور 2 mm قطر کی ہوتی ہے۔ اسے انتہائی زیادہ تپش پر گرم کرنا ضروری ہے کیونکہ کم تپش پر یہ غیر موصل ہوتا ہے۔ اس میں وسیع زیریں سرخ طیف اور تیز زیریں سرخ اشعاع ہوتا ہے۔

(ب) گلوبر (Glober) یہ سلیکان کاربائیڈ (SiC) سلانخ پر مشتمل ہوتا ہے جو برقی طور پر گرم کرنے پر زیریں سرخ اشعاع خارج کر سکتا ہے۔ اس سلانخ کا قطر 4 mm اور لمبائی 50 mm ہوتی ہے اسے 1300°C سے 1500°C کی حد میں گرم کرنا ضروری ہے۔ اس سے دوسرے منبع کی نسبت کم تیز ترین سرخ اشعاع ہوتی ہے۔

6.3.2 واحد رنگی پیمائش (یک لونی رنگار) (Monochromator)

یک لونی رنگار ایسا آلہ ہے جو کثیر لونی روشنی کی کرن (دھار) کو یک لونی میں بدلتا ہے۔ اس کے دو اقسام منشوری (مخروط) یک لونی رنگار اور انکساری جالی (جنگلہ) Grating یک لونی رنگار

(الف) منشور یک لونی رنگار (Prism Monochromator) :

مخروط (منشور) کے لئے شیشہ یا کانچ استعمال نہیں کیے جاسکتے کیونکہ یہ زیریں سرخ طیف کی زیادہ تر روشنی جذب کر لیتے ہیں چونکہ یہ زیادہ تر زیریں سرخ طیف کے لئے شفاف (نور گزار) ہوتے ہیں، سوڈیم کلورائیڈ اور کیو الکل دھاتی ہلائائیڈ کو اکثر برقی خانہ کے لئے برقی مادہ کے طور پر استعمال پر رکھا جاتا ہے۔ جو نم (رطوبت) کو جذب کرنے سے روکتا ہے۔

(ب) جنگلہ (انکساری جالی) یک لونی رنگار (Grating Monochromator) اونچی تپش پر جنگلہ یک لونی رنگار منشور رنگار سے بہتر جزئیات نگاری (Resolution) فراہم کرتا ہے۔

6.3.3 معین (Detector)

(الف) بولومیٹرا (Bolometer) : یہ ایک مہین (پتلا) دھاتی موصل ہے جو حرارتی موصلیتی معین ہے اور برقی رو کی سمت میں تبدیلی کی بنیاد پر کام کرتا ہے۔ جب زیریں سرخ اشعاع بلومیٹر کی سطح سے ٹکراتی ہے تو تپش اور مزاحمت دونوں میں اضافہ ہوتا ہے۔ تپش کے بڑھنے سے مزاحمت میں اضافہ ہونے کی وجہ سے ہر ڈگری سلسیس تپش میں اضافہ سے برقی رو میں %0.5 اضافہ ہوگا۔ اس اضافہ کو ریکارڈر میں درج کیا جائے گا۔

(ب) حرارتی جوڑ (حراری جھت) (Thermocouple) : اس میں دو مختلف تار کیے جائیں گے ایک سرے پر اشعاع (نوائگنی) اپنی طرف راغب کرے گی اس کے نتیجہ میں دونوں سروں پر مختلف تپش ہوگی نتیجاً بالآخر برقی رو کا بہاؤ ہوگا۔

(ج) حرر فراہم (Thermistor) : اس میں دھاتی آکسائیڈ کی آمیزش کو استعمال کیا جاتا ہے۔ جب زیریں سرخ اشعاع حرر فراہم (Thermistor) کی سطح ٹکراتی ہے تو آمیزش شدہ دھاتی آکسائیڈ کی تپش بڑھتی ہے اس کے نتیجہ میں مزاحمت میں کمی واقع ہوگی بالآخر برقی بہاؤ میں تبدیلی آتی ہے جیسے ریکارڈر کے ذریعہ ریکارڈ کیا جاتا ہے۔

(د) گولے برقی خانہ (Golay Cell) : یہ Xenon گیس سے بھرے چھوٹے دھاتی استوانہ پر مشتمل ہوتا ہے ایک سراسخت دھاتی پٹی اور دوسرا سرانچکدار چاندی حاجز (Diaphragm) سے جوڑا جاتا ہے جب زیریں سرخ اشعاع استوانہ کی Xenon گیس حاجز پر پڑھتی ہے تو اس کے دائرہ عمل (حدود) کو ریکارڈر ریکارڈ کر لے گا۔

(و) ضیاء موصلیت معین (Photo Conductivity Detector) : لیڈ سلفائیڈ کی موجودگی سے یہ ایک غیر حرارتی معین ہے۔ جب IR اشعاع ضیاء موصلیت معین کی سطح سے ٹکراتی ہے تو موصلیت میں اضافہ ہوگا جیسے تب ریکارڈر ریکارڈ کر لے گا۔

6.3.4 ایک کرن آلہ (Single Beam Instrument)

اس آلہ میں جب سادہ برقی خانہ کو روشنی کی جھلک دکھائی جاتی ہے تو اس کا کچھ حصہ نمونے کے ذریعہ جذب کر لیا جاتا ہے باقی ماندہ جھری (باریک سورخ) سے آئینہ کو منتقل کر دیا جاتا ہے۔ جو منشور (مخروط) سے جڑا ہوا گھومتا (Littrow optical prisms)، آئینہ کی اشعاع حاصل کرتا ہے۔ Littrow آئینہ مطلوبہ طول موج کی اشعاع کا انتخاب کر کے دوبارہ آئینہ کو واپس منعکس کر کے نکاسی سورخ

Detector (کھوجی) کو بھیج دیتا ہے جو آلہ کی یادداشت کے ذریعہ حاصل اشاراتی پیغام لے کر طول موج کے تفاعل کے طور پر نمونہ کے جسم پر پڑنے والی روشنی اور اس سے گزرنے والی روشنی کے تناسب کو واضح کرتا ہے۔

6.3.5 دوہری کرن آلہ (Double Beam Instrument)

دوہری کرن آلہ میں منبع سے نکلنے والی اشعاع کو دو کرنوں میں تقسیم کیا جاتا ہے ان میں سے ایک کو نمونہ کرن کہتے ہیں یہ جانچ کیے جانے والے نمونہ سے گزرتی ہے۔ دوسری کرن حوالہ کرن ہے یہ مخالف کرنا ہے جیسے ہی نمونہ کرن نمونہ سے گزرتی ہے اس کی شدت میں کمی ہوتی ہے۔ اب دونوں کرنوں کی شدت مختلف ہو جاتی ہے حوالہ کرن آئینہ کی گردش کے ایک گردش خطہ کے دوران روکا جاتا ہے جب کہ حوالہ کرن منعکس ہوتی ہے اور نمونہ کرنا کو مخالف گردش کے خطہ کے دوران روکا جاتا ہے کیونکہ دونوں کرنیں ایک جیسی شدت کی ہیں۔ شدت میں کوئی تبدیلی کھوجی (Detector) کے سنگل کو غیر متوازن کرنے کا سبب بنے گی۔ اب نمونہ کرن کو آئینہ پر انعکاس کے لئے منعکس کیا جاتا ہے۔ منتشر ہوئی روشنی واپس منعکس ہوتی ہے۔ مطلوبہ طول موج کی کرنا کا انتخاب کیا جاتا ہے جو رسائی شکاف (Slit) سے گزر کر کھوجی (Detector) پر پڑتی ہے جو سنگل حاصل کر کے پڑھنے والے آلہ (یادداشت) میں بھیج دیتا ہے۔ گردش حلقہ مخالف منظر میں اسی طریقے سے عمل سے گزر کر نمونہ کرنا کو روکتا ہے اور حوالہ کرنا کو منتقل کرتا ہے پڑھنے والا آلہ ان ایک کے بعد دیگر آنے والے بڑے نمونہ اور حوالہ کرنوں کو کھوجی (Detector) سے حاصل کرتا ہے جو نمونہ کی اس ترسیل کی تشریح طول موج کے تفاعل کے طور پر کرتا ہے

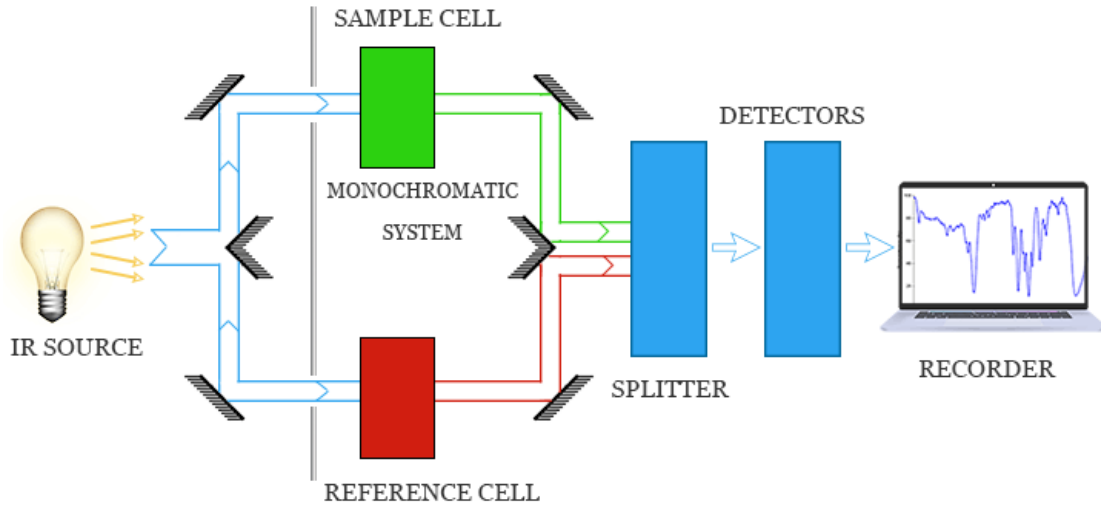


Fig-2: Parts of IR Spectrophotometer

6.4 نمونہ نکالنے کے طریقہ کار (تراکیب یا تکنیک)

نمونہ کی حالت ٹھوس، مائع، گیس کے مطابق مختلف طریقہ کار استعمال ہوتے ہیں تاکہ نمونہ کو زیریں سرخ کرنوں کے راستے میں دیکھا جاسکے جب ہم ٹھوس سے گیس کی طرف بڑھتے ہیں تو ایک مثال سے ہی مادے کی مختلف حالتوں میں ظاہر ہوتا ہے کہ ٹھوس میں

بین سالماتی قوتیں زیادہ متحرک ہوتی ہیں۔ جب کہ گیسو حالتوں میں کم کچھ مرحلوں میں ضمنی بندشیں ملتی ہیں جو نمونہ کی حالت میں ترمیم (بدلاؤ) کرتی ہیں۔

(الف) ٹھوس (Solid): الکلی ہلائڈ کی زیریں سرخ طیف میں ٹھوس حالت میں جانچ کی جاسکتی ہے۔ الکلی دھات سوڈیم کلورائیڈ کو مخصوص طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ جو تمام طیف میں شفاف ہے اس مقصد کے لئے پوٹاشیم برومیٹ اچھا کام کرتا ہے۔

(1) راست نمونہ نکالنا (Direct Sampling)

نمونہ کو KBr سفوف میں ملا کر بنایا جاتا ہے اور راست نمونہ ہولڈر میں دیکھا جاتا ہے اور اشعاعی طیف کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔

(2) قرص سازی طریقہ کار (Pelletization Technique)

نمونہ کو KBr کے ساتھ پس کر خشک کر کے اونچے دباؤ اور تپش کے تحت دبا کر قرص (ٹیکہ) بنائی جاتی ہے۔ اکثر کہا جاتا ہے کہ نمونہ کو زیریں سرخ لیمپ کے نیچے پیسا جائے تاکہ رطوبت کا انجماد روکا جائے کیونکہ خالی قرص خالص پوٹاشیم برومائیڈ سے بنا ہوتا ہے۔ زیریں سرخ حصہ کو پھیلنے سے روکنے کے لئے نرم سفوف آمیزے کی جسامت 2M سے کم ہونی چاہئے پوٹاشیم برومائیڈ زیریں سرخ حصہ کو شفاف اور ہلانے والے کے طور پر کام کرتا ہے۔ اس میں 2% ٹھوس نمونہ ملا کر اسے پیستے ہیں پھر مناسب جسامت کے ذرہ بنا کر اس نمونہ قرض کو نمونہ ہولڈر میں رکھ کر تمام طیف کی تفتش کی جاتی ہے۔ حوالہ قرص سے تعین معیار کے بعد طیف کا مشاہدہ کر کے ریکارڈ کیا جاتا ہے۔

(3) تجدیدی طریقہ کار (Mulling Method)

ٹھوس کے طیف کو سادہ پر Mull یا Paste میں معلوم کیا جاسکتا ہے۔ Mulling عامل جیسے توجول Hexachlorobutadiene، کلوروفلوروکاربن تیل اور دیگر اکثر استعمال کیے جاتے ہیں توجول مائع پیرافین ہائیڈروکاربن ہیں جن کا سالمی وزن زیادہ ہوتا ہے جب توجول کو Mulling عامل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے تو C-H بندش کے کھنچاؤ اور جھکاؤ سے جڑے انجذاب نظر آتے ہیں۔

(الف) محلول کے لئے ٹھوس نمونہ نکالنا (Solid Sampling For Solution):

طیران پذیر محلول میں نمونہ محلول کو حل کر کے الکلی دھات ہلائڈ (NaCl یا KBr) قرص (ٹیکہ) پر انڈیلا جاتا ہے۔ محلول کے غائب (اڑنے) کے بعد موم جیسا چربی دار پالی مر کا اچھا طیف آتا ہے ٹھوس نمونہ کی بھی محلول میں جانچ کی جاسکتی ہے موج عدد کے تعین معیار (Calibration) کے لئے اکثر پالی سٹر شفاف پر (فلم) استعمال کی جاتی ہے۔

(ب) مائع (سیال) کے نمونہ نکالنے کے لئے (Liquid Sampling):

اس طریقے میں مائع (سیال) کی 0.1 mm سے 0.3 mm تپلی شفاف پرت (فلم) کو سوڈیم کلورائیڈ کے دو پلیٹ (Plate) کے درمیان دبائی جاتی ہے کیونکہ کیلشیم کلورائیڈ زیریں سرخ روشنی کے لئے شفاف ہوتا ہے۔ اسے آبی نمونوں کی پلیٹ کے لئے استعمال

کیا جاسکتا ہے سوڈیم کلورائیڈ پلیٹ کی اوپری سطح پر سیال (مانع) کا ایک قطرہ ڈال کر دوسری سوڈیم کلورائیڈ پلیٹ اس کے اوپر رکھی جاتی ہے پھر سیال کی پرت (فلم) سوڈیم کلورائیڈ پلیٹوں کے جوڑ کے درمیان رکھ کر اسے نمونہ کرن کی راہ میں رکھا جاتا ہے۔

(ج) گیسوں کے نمونہ نکالنے کے لئے (Gases Sampling):

گیس برقی خانہ کو گیس نمونہ سے بھرتے ہیں برقی خانہ کی دیواریں بنانے کے لئے سوڈیم کلورائیڈ کا استعمال کیا جاتا ہے سوڈیم کلورائیڈ کی کھڑکیوں سے برقی خانہ کو 10 cm لمبے نمونہ کرن کی راہ میں رکھا جاتا ہے کچھ نامیاتی مادوں کا بطور گیس مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔ اونچے تعدد کی اتھرازی پٹیاں گیس حالت میں کم تعدد کی گردشی پٹوں کا تاثر دیتے ہیں۔

(د) محلول کے نمونہ نکالنے کے لئے (Solution Sampling):

محلول میں طیف کے آسانی سے تعین کیا جاسکتا ہے اس میں ورائے بنفشہ (U.V) طیف پیمانے کے برخلاف زیادہ محلول استعمال نہیں ہو سکتا۔ کم اندرونی انجذاب کے محلول بہتر ہوتے ہیں جب زیریں سرخ (IR) حصہ استعمال ہو تو تمام محلول کسی نہ کسی حصہ میں جذب ہوتے ہیں کلوروفارم، کاربن ٹیٹراکلورائیڈ کاربن ڈائی سلفائیڈ وغیرہ چند ضروری محلول ہیں جو اکثر استعمال ہوتے ہیں پانی کو بطور محلول استعمال نہیں کیا جاسکتا کیونکہ یہ کئی زیریں سرخ (IR) حصوں میں جذب ہوتا ہے۔

6.5 معلوماتی تشریح سے ساختی توضیحی خاکہ (Structure Illustration Through Integration of Data)

زیریں سرخ (IR) طیف کی وضاحت کے لئے ذیل میں کچھ مفید تجاویز دیے گئے ہیں۔

1- ہمیشہ منفی شہادت پر زیادہ اعتماد کریں جب کسی مخصوص خطہ میں کوئی پٹی نہ ہو تو وہاں یقینی طور پر کوئی گروہ جذب نہیں کر رہا ہے مثلاً $1600-1900\text{cm}^{-1}$ دائرے میں کوئی مشاہدات نہ ہوں کو اس مادہ میں کاربو آکسیلیک گروپ (COOH) نہیں ہو سکتا۔
2- جہاں ممکن ہو طیف کے اونچی تعدد سے ابتداء کریں 1500cm^{-1} سے زیادہ اوپر اولین کھنچائی اتھرازی زیادہ تر پائی جاتی ہیں اور معلومات اقراء ہوتی ہیں ایسٹر (Ester) الکو حل (Acohol) ایٹھر (Ether) کی تصدیق کے لئے $1500-1000\text{cm}^{-1}$ علاقہ کا استعمال کیا جاسکتا ہے۔

3- نمونہ کے طیف کی دو واضح ارتکاز (مقدار) میں جانچ کی جاتی ہے تاکہ بین سالماتی اور سالماتی ہائیڈروجن بندش میں تمیز کی جاسکے۔ مختلف محلول استعمال کر کے رفاقتی اثر (Association Effect) کھوجنا (تلاش کرنا) ممکن ہے۔

4- زیریں سرخ (IR) خطے درج ذیل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے جو مرکب میں موجود مختلف گروپس کی پہچان کو آسان بناتا ہے۔
(i) $3600-3200\text{cm}^{-1}$: اس حصہ میں پٹیوں کی موجودگی ظاہر کرتی ہے کہ سالمے میں NH , NH_2 , OH گروپ موجود

ہیں۔ پٹی کا مقام، شدت اور چوڑائی بتاتی ہے کہ گروپ میں بین سالماتی ہائیڈروجن بندش یا سالماتی ہائیڈروجن بندش طور پر جڑے ہیں۔

(ii) $3200-3000\text{cm}^{-1}$: اس حصہ میں C-H کھنچاؤ یا Ar-H کھنچاؤ جذب ہوتا ہے کم سے اوسط شدت کی ٹیکلی پٹی دکھائی دیتی

ہے۔

(iii) $3000-2500\text{ cm}^{-1}$ اس حصہ میں Methyl یا Methylene گروپ کے C-H کھنچاؤ انجذاب دکھائی دیتے ہیں تشاکلی C-H کھنچاؤ کی بہ نسبت غیر کلی C-H کھنچاؤ کچھ حد تک اونچے موج عدد پر ہوتے ہیں زیادہ تر شے (COOH- گروپ) بہت وسیع حدود 2500 cm^{-1} سے 3000 cm^{-1} کے درمیان ہوتے ہیں۔ الڈی ہائیڈ میں C-H کھنچاؤ مزید دو کمزور پٹیاں خصوصی طور پر دکھائی دیتی ہیں ایک 2720 cm^{-1} کے اطراف اور دوسرے کے 2820 cm^{-1} قریب۔

(iv) $2300-2100\text{ cm}^{-1}$: اس حصہ میں Cyanate, Cyanide, Alkynes اور Isocyanate جذب ہوتے ہیں۔ یہ پٹیاں کمزور اور متغیر $\text{C}\equiv\text{C}$ کھنچاؤ 2100 cm^{-1} سے 2140 cm^{-1} کے درمیان دکھائی دیتا ہے جب کہ متغیر $\text{C}\equiv\text{N}$ کھنچاؤ 2200 cm^{-1} سے 2260 cm^{-1} کے درمیانی دکھائی دیتی ہیں۔ Isocyanate کے لئے پٹی 2250 cm^{-1} اور 2280 cm^{-1} کے درمیان مضبوط ہوتی ہے۔

(v) $1900-1650\text{ cm}^{-1}$:- اس حصہ میں $\text{C}=\text{O}$ کھنچاؤ سے مضبوط پٹیاں بنتی ہیں۔ ایسٹر (Ester)، الڈی ہائیڈ (Aldehyde)، لیکٹون (Lactone) کاربو آکسیدک تیزاب اور امائیڈ تمام میں $\text{C}=\text{O}$ کھنچاؤ کے نتیجے میں اس حصہ میں مضبوط پٹیاں بنتی ہے۔ 1700 cm^{-1} کے اطراف دو مضبوط پٹیاں اس حصہ میں بھی Imides کی شناخت بنتے ہیں۔
ذیل کی معلومات $\text{C}=\text{O}$ کھنچاؤ کے بارے میں مفید ہو سکتی ہیں۔

☆ α, β غیر سیر شدگی انجذاب کے تعدد (Frequency) کو 15 cm^{-1} سے 40 cm^{-1} تک کم کر دیتی ہیں۔

☆ حلقہ دار Ketone کی صورت میں حلقہ کے دباؤ سے $\text{C}=\text{O}$ انجذاب میں اضافہ ہوتا ہے۔

☆ Carbonyl سالمات میں ہائیڈروجن بندش سے $\text{C}=\text{O}$ انجذاب $60-40\text{ cm}^{-1}$ کم ہو جاتا ہے۔

(vi) $1600-1000\text{ cm}^{-1}$: اس حصہ میں ایٹھر (Ethers)، ایسٹر (Ester) ابتدائی (Primary)، ثانوی (Secondary) ثالثی (Tertiary) الکوحل (Alcohol) کے ساتھ ہی نائٹرو (Nitro) مرکبات کے لئے نہایت اہم ہوتا ہے اگر $\text{C}=\text{O}$ کھنچاؤ 1735 cm^{-1} اور 1750 cm^{-1} کے درمیانی حصہ میں دکھائی دے $\text{C}-\text{O}$ کے ذریعہ مضبوط پٹی کو 1050 cm^{-1} سے 1300 cm^{-1} پر موجودگی یہ ایسٹر (ester) پر ولالت کرتا ہے اور اگر $\text{O}-\text{H}$ کھنچاؤ آواز پٹی 3200 cm^{-1} سے 360 cm^{-1} کے درمیان دکھائی دے تو الکوحل کو ظاہر کرتی ہے $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ میں $\text{C}-\text{O}$ کھنچاؤ کی وجہ سے ایٹھر (Ether) 1070 cm^{-1} سے 1150 cm^{-1} کے حدود میں مضبوط پٹی دکھاتا ہے 1580 cm^{-1} , 1600 cm^{-1} اور حدود 1500 cm^{-1} میں Aromatic حلقہ کے لئے اوسط پٹی نظر آتی ہیں۔

(vii) 1000 cm^{-1} کے نیچے: یہ حصہ عطری حلقہ (Aromatic ring) میں متبادل گروپ کے اقسام کی شناخت میں بہت مدد گار ہوتا ہے۔

• 730 cm^{-1} سے 770 cm^{-1} پر مضبوط پٹی ایک متبادل کو دکھاتی ہے۔

- جن مرکبات میں Ortho اور Para دونوں متبادل ہوتے ہیں ہر ایک پٹی دکھاتا ہے۔
- $850-710\text{cm}^{-1}$ حدود میں اوسط پٹیاں خصوصی طور پر متبادل مرکبات کی شناخت کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔
- حسب ذیل کی شکلوں میں زیریں سرخ (IR) طیف کی فعلی گروپس کی قدر کو ظاہر کیا گیا ہے۔

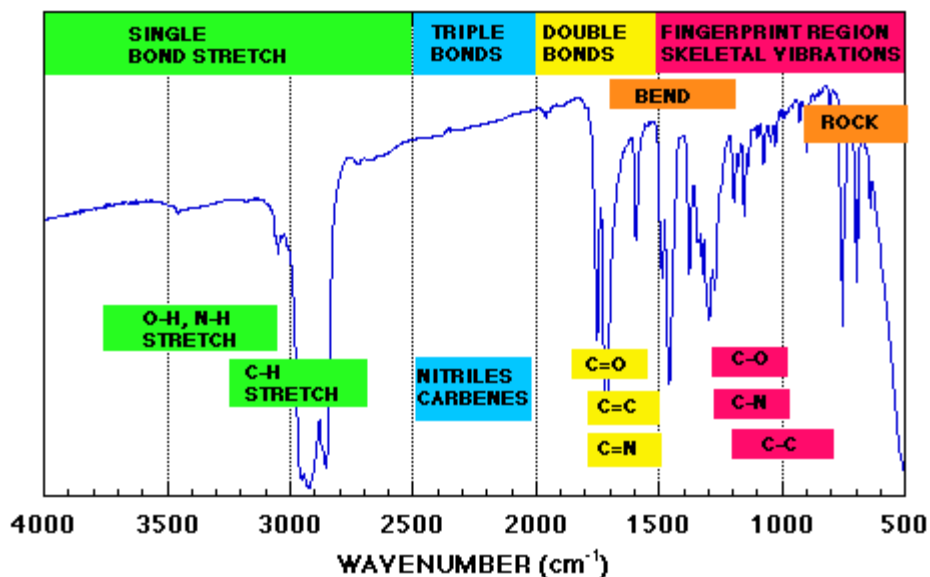


Figure -3: IR Spectrum and Characteristic Absorption Bands

| Types of vibration | | Frequency (cm-1) |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Alkane | C-C stretching | 1200 |
| | -CH ₃ bending | 1375 |
| | C-H stretching | 3000-2840 |
| Aromatic | C=C stretching | 1600, 1500, 1450 |
| | =C-H bending | Below 900 |
| Alkynes | ≡C-H stretching | 3300 |
| | C≡C stretching | 2100 |
| | ≡C-H bending | 700-600 |
| C-O | Stretching | 1300-1000 |
| Amine | -N-H bending | 1650-1580 |
| | C-N stretching | 1350-1000 |
| Nitriles | C≡N | 2250 |
| Imines | C=N | 1690-1640 |
| Nitro group (NO ₂) | N=O | 1550 (as), 1350 (s) |
| Alkyl halide (C-X) | C-Cl | 750 |
| | C-Br, C-I | <660 |

Figure -4: IR Table of Various Functional Groups

6.6 ہائیڈروجن بندش کے اثرات (Effect of Hydrogen Bonding)

ہائیڈروجن بندش کے نتیجے میں تعدد نیچے کی طرف منتقل ہوتی ہے۔ ہائیڈروجن بندش مضبوط ہو تو زیادہ انجذاب ہو کر عمومی قدر سے کم موج عدد کی طرف منتقلی ہوتی ہے زیریں سرخ حصہ دونوں قسم کے ہائیڈروجن بندشوں میں آسانی سے تمیز کر سکتا ہے۔ (i) بین سالماتی ہائیڈروجن بندش اور (ii) سالماتی ہائیڈروجن بندش

سالماتی ہائیڈروجن بندش سے خصوصاً چوڑی پٹی حاصل ہوتی ہے جب کہ بین سالماتی ہائیڈروجن بندش سے شفاف صاف ستھری پٹی ملتی ہے۔ بین سالماتی ہائیڈروجن، ہائیڈروجن بندش کی مقدار مختلف ہوتی ہے۔ ان کی شدت ہلکے یا مقدار پر منحصر نہیں ہوتی۔ سالماتی ہائیڈروجن بندش کی صورت میں انجذابی تعدد آزاد اور متعلقہ سالمات کے درمیان میں سالماتی ہائیڈروجن بندش سے نسبتاً کم ہوتی ہے۔ O-H اور N-H بندشی مرکبات میں ہائیڈروجن بندشوں پر خصوصی غور و فکر ضروری ہوتا ہے۔ O-H اور N-H مرکبات عمومی طور پر استعمال ہونے والے متعلقہ محلول جیسے CCl_4 ، $CHCl_3$ ، CS_2 بنزین سے متاثر ہوتے ہیں چونکہ آکسیجن جوہر کی نائٹروجن سے بندش الکوئل کی بہ نسبت امائن میں کم مضبوط ہوتی ہے۔ امائن میں تعدد بدل کا مظاہرہ ہوتا ہے مثلاً ہلکے امائن میں N-H کھنچاؤ 3500 cm^{-1} پر دکھاتا ہے جبکہ منجمد حالتی طیف میں انجذاب 3300 cm^{-1} پر ہوتا ہے۔

حسب ذیل کی شکلوں میں Vaniline اور Cinnamic acid کے زیریں سرخ (IR) طیفوں کو بتلایا گیا ہے

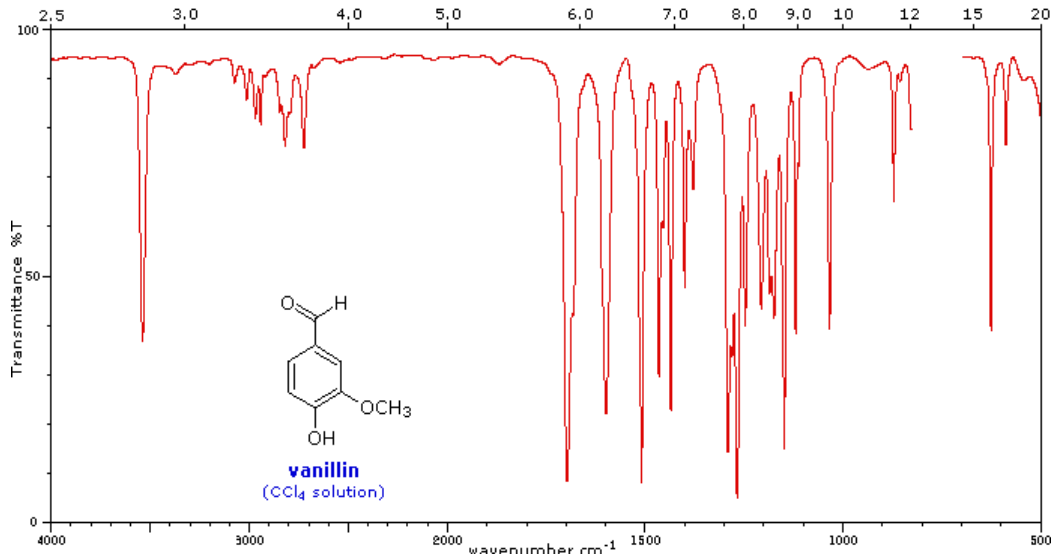


Figure -5: Sample IR spectrum (Vanillin)

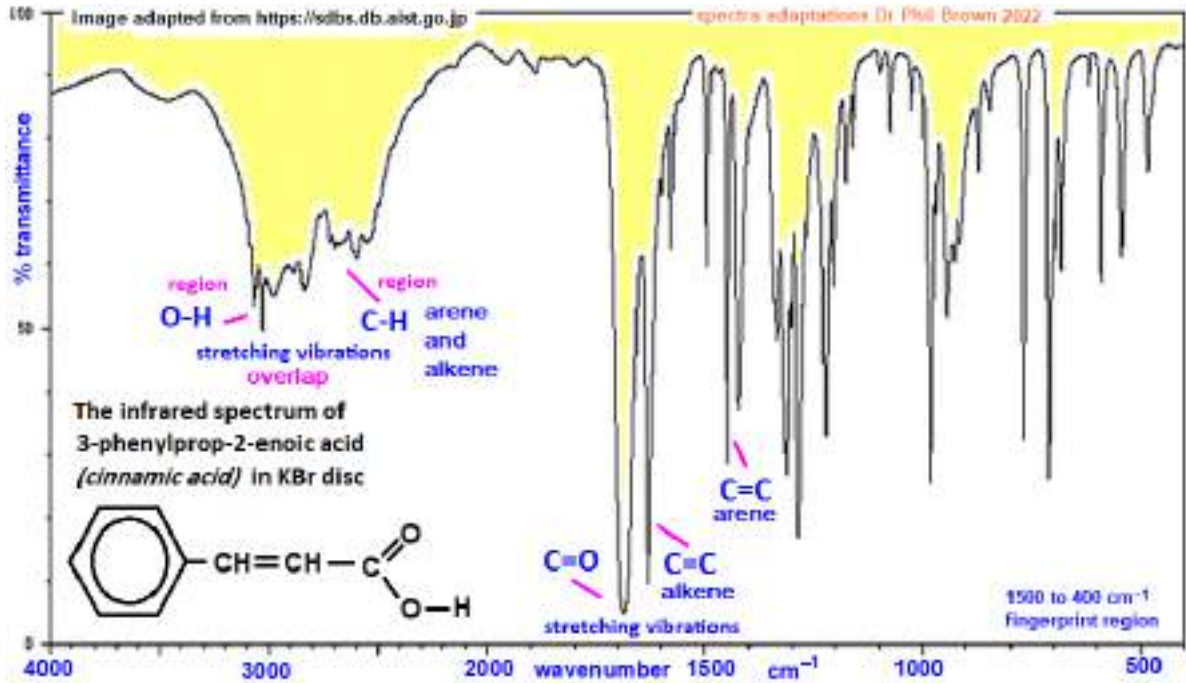


Figure -6: Sample IR spectrum (Cinnamic Acid)

6.7 اکتسابی نتائج

- اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طلباء نے حسب ذیل معلومات حاصل کی۔
- اس اکائی میں مختلف تقابلی گروپ کی شناخت میں زیریں سرخ اشعاع کے رول ک بارے میں معلومات حاصل کی۔
 - مزید آلات کے اجزاء اور آلات سازی کی دستیاب اقسام کے بارے میں آگاہی پائی۔
 - اس کے علاوہ زیریں سرخ طیف کے استعمال سے مرکبات کی ساختی، یعنی فاعلی گروپ حصہ اور انگشت نشان حصہ کی تشریح اور ہائیڈروجن بندش کے اثرات کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
 - آخر میں زیریں سرخ طیف میں مختلف اشیاء کے تجزیہ میں استعمال ہونے والے کئی نمونوں کے بارے میں بھی معلومات حاصل کی۔

6.8 کلیدی الفاظ

- زیریں سرخ خطہ (علاقہ) **Infrared Region**: تشریحات کے لئے زیریں سرخ خطہ جو 4000 cm^{-1} اور 667 cm^{-1} کے درمیان ہے اس میں فاعلی گروپ خطہ ہے۔ جو 4000 cm^{-1} اور 1300 cm^{-1} کے درمیان ہے اور نشان انگشت خطہ ہے۔ جو 1300 cm^{-1} اور 667 cm^{-1} کے درمیان ہے۔

- زیریں سرخ طیف (IR Spectrum): مرکبات کے زیریں سرخ طیف انکے زیریں سرخ توانائی کے انجذاب کے ترتیب دکھاتی ہے۔ اسے ایک مخصوص حدود میں موج عدد کے تفاعل کے طور پر زیریں سرخ اشعاع کے فی صد انجذاب یا عمل ترسیل کو مسترسم کر کے حاصل کیا جاتا ہے۔
- زیریں سرخ فعال مرکبات: زیریں سرخ (IR) توانائی کے انجذاب کے نتیجہ میں سالمے کے دو قطبی معیار اثر (Dipole Moment) میں خالص تبدیلی زیریں سرخ اشعاع جذب ہوتی ہیں تو سالمے کو دو قطبی معیار اثر (Dipole Moment) خالص تبدیلی سے گذرتے ہیں۔
- نشان انگشت: انفرادی خصوصیات۔ (Finger Print) خطہ ایک جیسے تفاعلی گروپ رکھنے والے مرکبات کے تفاعل اور تفاعلی گروپ کی تقش کے لئے خصوصاً پر اثر ہوتے ہیں۔
- ہائیڈروجن بندش سے موج عدد کا گھٹنا: بین سالماتی ہائیڈروجن بندش کا اہم اثر یہ ہے کہ موج عدد کم ہوتا ہے اور پیٹی چوڑی ہوتی ہے۔

6.9 نمونہ امتحانی سوالات

معروضی جوابات کے حامل سوالات

- زیریں سرخ طیف نمائی میں نمونہ برقی خانہ استعمال ہوتا ہے۔
 - دھاتی آکسائیڈ (ب) الکی دھاتی ہلایڈ (ج) دھاتی ہلایڈ (د) کوئی نہیں
- زیریں سرخ اشعاع کے انجذاب سے سالمے میں تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔
 - گردشی (ب) اہترازی (ج) الف اور ب دونوں (د) مستقیم حرکت
- زیریں سرخ کھوجی جو ہائیٹ سٹون برقی تصور پر مبنی ہے۔
 - Golay برقی خانہ (ب) Bolometer (ج) حرارتی جفت (د) آتش برقی کھوجی
- ذیل سے کون سا زیریں سرخ اشعاع منبع کاربائیڈ سلاخ رکھتا ہے جسے فعال کرنے کے لئے برقی طور پر 1300°C پر گرم کیا جاتا ہے۔
 - زرنسٹ دھونکنی (ب) دھونکنی (ج) پارہ قوس (د) تاباں چراغ
- $1300-200\text{cm}^{-1}$ کے درمیانی زیریں خطہ کو کہتے ہیں۔
 - غیر سیر شدگی خطہ (ب) نشان انگشت خطہ (ج) تعدد خطہ (د) تمام
- درمیانی زیریں سرخ خطہ خصوصاً پر مشتمل ہوتا ہے۔
 - الف) $4000-400\text{cm}^{-1}$ (ب) $4000-100\text{cm}^{-1}$ (ج) $400-100\text{cm}^{-1}$ (د) $14000-4000\text{cm}^{-1}$
- C_5H_{10} سالمی ضابطے والا کونسا مرکب 1380cm^{-1} پر انجذاب دکھاتا ہے۔

Cyclopentane (ب)

2-Methyl-1-butene (الف)

Methyl cyclobutane (د)

pentyne (ج)

(viii) ذیل سے کون سا سالمہ زیریں سرخ طیف نہیں دکھاتا۔

H₂O (د)

CH₄ (ج)

HCl (ب)

H₂ (الف)

(ix) زیریں سرخ اشعاع حاصل کرنے کے لئے زرنسٹ حرروانی صمام (Nernst Filament) کو کتنے °C تک گرم کیا جاتا ہے۔

1000-1800 (د)

1000-1500 (ج)

2000-2500 (ب)

100-500 (الف)

(x) Bolometer کا بنا ہوتا ہے۔

(الف) پگھلا ہوا دھاتی آکسائیڈ (ب) دو مختلف تار (ج) خالی برتن میں Pt پٹی (د) غیر مرکزی تشاکلی قلم

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1- زیریں سرخ طیف نمائی میں شامل بنیادی اصول لکھئے۔

2- نوٹ لکھئے۔ (i) زرنسٹ (Nernst) دھونکی (ii) Globar

3- صاف ستھرے نشان زد خاکہ کے ذریعہ Bolometer اور حرکی جفت (Thermocouple) کی کارکردگی پر بحث کیجئے۔

4- ذیل کے مرکبات کے لئے متوقع زیریں سرخ چوٹیاں لکھئے۔

(i) Acetophenone (ii) Benzamide (iii) Methyl Benzoate

5- مثال کے ذریعے بین سالماتی اور سالماتی ہائیڈروجن بندش کا مرکبات کے انجذابی تعدد کے مقام پر اثر بیان کیجئے۔

6- قرص سازی (Pelletization) اور Mulling طریقہ کار کی وضاحت کیجئے۔

7- واحد کرن زیریں سرخ طیف نمائی کی کارکردگی مثال کے ذریعے سمجھائیے۔

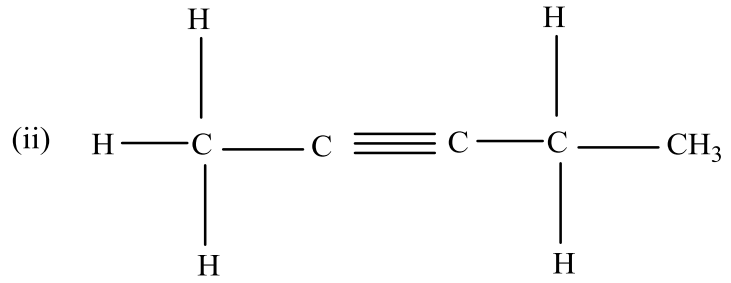
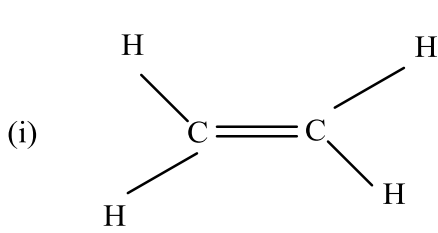
8- دوہری کرن زیریں سرخ طیف نمائی کی کارکردگی کی تشریح کیجئے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

1- زیریں سرخ طیف نمائی کے مختلف نمونہ نکالنے کے طریقہ کار سمجھائیے۔

2- زیریں سرخ طیف نمائی کے آلات سازی کے عناصر تفصیل سے بیان کیجئے۔

3- ذیل کے مرکبات کے اقسام کی شناخت کے لئے آپ زیریں سرخ طیف نمائی کا استعمال کیسے کریں گے۔



Methyl Salicylate-4 کا زیریں سرخ طیف $1540, 1700, 3050, 3300, 1590$ اور 2900cm^{-1} پر چوٹیاں دکھاتا ہے ان

چوٹیوں کو ذیل کی ساختوں سے منسوب کیجئے؟

(i) CH_3 (ii) $\text{C}=\text{O}$ (iii) حلقہ پر $-\text{OH}$ (iv) عطری حلقہ

5-(i) درج ذیل مرکبات کے لئے متوقع زیریں سرخ چوٹیوں کی فہرست دیجئے۔

(الف) Acetic Anhydride (ب) P-Nitrophenol

(ii) سالمی ضابطے $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$ کے نامیاتی مرکب کے انجذابی چوٹیاں

حدود میں ہیں اس کی امکانی ساخت بیان کیجئے؟ $1460_{(s)}\text{cm}^{-1}$ اور $1634_{(s)}, 1677_{(s)}, 3000-2899_{(m)}, 3236_{(m)}, 3413_{(m)}$

6.10 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

(1) Qualitative analysis 6th Ed. R.A Dayjr and A.L. Underwood, Prefic Hall India Ltd.1991.

(2) Analytical Chemistry by G.L. David Krupadanam; D.Vagaya, Parasad et. al., University Press (INDIA) Pvt. Ltd.

اکائی 7 - جوہری انجذاب طیف پیمائی

(Atomic Absorption Spectroscopy (AAS))

| اکائی کے اجزاء | |
|--------------------------------|-------|
| تمہید | 7.0 |
| مقاصد | 7.1 |
| جوہری انجذاب طیف کے اصول | 7.2 |
| جوہری پاشی تکنیک | 7.3 |
| آلات سازی | 7.4 |
| منبع | 7.4.1 |
| تانبہ | 7.4.2 |
| شعلہ - شعلہ نقشہ | 7.4.3 |
| ایک لونی ساز | 7.4.4 |
| کھوجی | 7.4.5 |
| ضیاء افزا سندھ نلی | |
| AAS میں حساسیت اور تفتیش کی حد | 7.5 |
| AAS میں طیفی تداخل | 7.6 |
| AAS میں کیمیائی تداخلت | 7.7 |
| اطلاقات | 7.8 |
| اکتسابی نتائج | 7.10 |
| کلیدی الفاظ | 7.11 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 7.12 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 7.13 |

جوہری انجذاب طیف کا پہلے مشاہدہ Fraunhofer نے شمسی طیف میں تاریک خطوط کے مطالعہ کے دوران کیا لیکن اس تکنیک کو تجزیاتی مقصد کے لئے 1955 میں والش، Alkenade اور Walsh نے متعارف کیا تھا جوہری انجذاب طیف بیہائی (AAS) مائع میں کیمیاب دھاتوں کی تشخیص کے لئے کارآمد ہے۔ AAS کی ہفت رنگی کا تعین اس حقیقت سے کیا جاسکتا ہے کہ 60-70 عناصر کی پہچان اس طریقہ سے انتہائی کم مقدار (x 1 ppm) میں کی جاسکتی ہے۔ AAS کی تجدید کئی مشکل اور وقت طلب طریقوں سے ہوئی اس تکنیک کو دوسرے روایتی انجذاب اور اخراجی طیف بیہائی طریقوں پر فوقیت ہے۔

7.1 مقاصد

- (1) اس اکائی میں آپ جوہری انجذاب طیف بیہائی Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) سے واقف ہوں گے۔
- (2) آپ AAS کے اصول کو سمجھنے کے قابل ہو جائیں گے۔
- (3) خانے دار شکل کی مدد سے آپ AAS کی بنیادی آلہ سازی سمجھنے کے قابل ہو جائیں گے۔
- (4) آلہ سازی کی مدد سے آپ باآسانی AAS کی کارکردگی سیکھ سکتے ہیں۔
- (5) آپ جوہر ساز اور مائع کو کیسے آئین (برق پارے) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے سے آگاہ ہوں گے۔
- (6) اس اکائی میں آپ تفصیل سے شعلہ نقشہ اور شعلہ کی تپش پڑھانے کے لئے تکسیدی عامل کے اقسام کے بارے میں مطالعہ کریں گے۔
- (7) آپ AAS کی اطلاعات سیکھیں گے۔

7.2 جوہری انجذاب طیف کے اصول

جوہری انجذاب طیف بیہائی انجذاب تکنیک ہے جہاں بخاری ماہیت میں غیر پر جوش جوہر کے ذریعے جذب ہوتی ہے اس تکنیک میں متعادل جوہر گیس ماہیت میں عموماً وارے بنفشی مرئی خطہ میں اشعاع کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔

جوہری انجذاب طریقہ کی بنیاد متعادل جوہروں کے ذریعہ جذب کی گئی ہوتی ہے۔ جوہر متعین طول کی روشنی جذب کرتے ہیں جو عنصر کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہے مثلاً سوڈیم دھات 589 nm پر توانائی جذب کرتی ہے یہ توانائی دھاتیں روشنی (Light) کی شکل میں جذب کرتی ہے اور پوٹاشیم دھات 766.5 nm پر توانائی روشنی کی شکل میں جذب کرتی ہے۔ ان دھاتوں میں موجود جوہروں کو پر جوش ہونے کے لئے اتنی مقدار میں ہی توانائی درکار ہوتی ہے۔ یہ توانائی یہ دھاتیں روشنی کی شکل میں جذب کرتے ہیں۔ توانائی جذب کر کے سکونی حالت کے جوہر مشتعل ہو کر اونچی توانائی حالت میں جاتے ہیں ہر عنصر کے لئے الیکٹرون اشغال مخصوص ہوتا ہے متعین توانائی سے کئی اشغالی حالتیں ہو سکتی ہیں۔ مثلاً سوڈیم کا جوہری عدد 11 اور الیکٹرونی تشکیل 1, 8, 2 یا $1s^2, 2s^2, 2p^2, 3s^1$ ہے۔ گرنٹی الیکٹرون کے لئے سکونی حالت بغیر توانائی 3s ہے۔ اشغالی ہونے پر الیکٹرونی 3p سطح پر 2.2 eV توانائی کے ساتھ چھلانگ لگاتا ہے یا 4p سطح تک 3.6 eV کل توانائی 589

330 nm اور 330 nm طول موج انجذاب بالترتیب کے ساتھ جوہری طیف کی شناخت تیز خطوط سے کی جاتی ہے۔ جو سالمہ سے جڑے وسیع برقیاتی پٹہ طیف کے ذریعہ پیدا کئے جاسکتے ہیں۔ سکونی حالت سے نکلنے والے خطوط AAS میں زیادہ اہم ہوتے ہیں انہیں گمگ خطوط (Resonance Lines) کہتے ہیں۔ یہ جوہری طیف ہر جوہر کے ذاتی ہوتے ہیں جو الگ خطوط بشمول گمگ خطوط پر مشتمل ہوتے ہیں۔ تپش میں اضافہ سے جوہر سازی کی استعداد میں اضافہ ہوتا ہے۔ تجزیہ کی کامیابی کا انحصار اشتعال اور واجبی گمگ خطوط کی کل پیداوار پر ہوتا ہے شعلہ کی تپش انتہائی اونچی ہونا چاہئے اس کی وضاحت بولٹر من (Boltzmann) تقسیم مساوات سے کی جاسکتی ہے۔

$$\frac{N_j}{N_0} = \frac{P_j}{P_0} - \text{Exp} \left[-\frac{E_j}{KT} \right] \dots \dots \dots (1)$$

جہاں N_j = اشتعال حالت میں جوہروں کی تعداد

N_0 = سکونی (زمینی) حالت میں جوہروں کی تعداد

K = Boltzmann مستقلہ (درجہ / ارگ 1.38×10^{-16})

T = Kelvin میں تپش

E_j = اشتعالی حالت اور سکونی حالت کی توانائی کا فرق

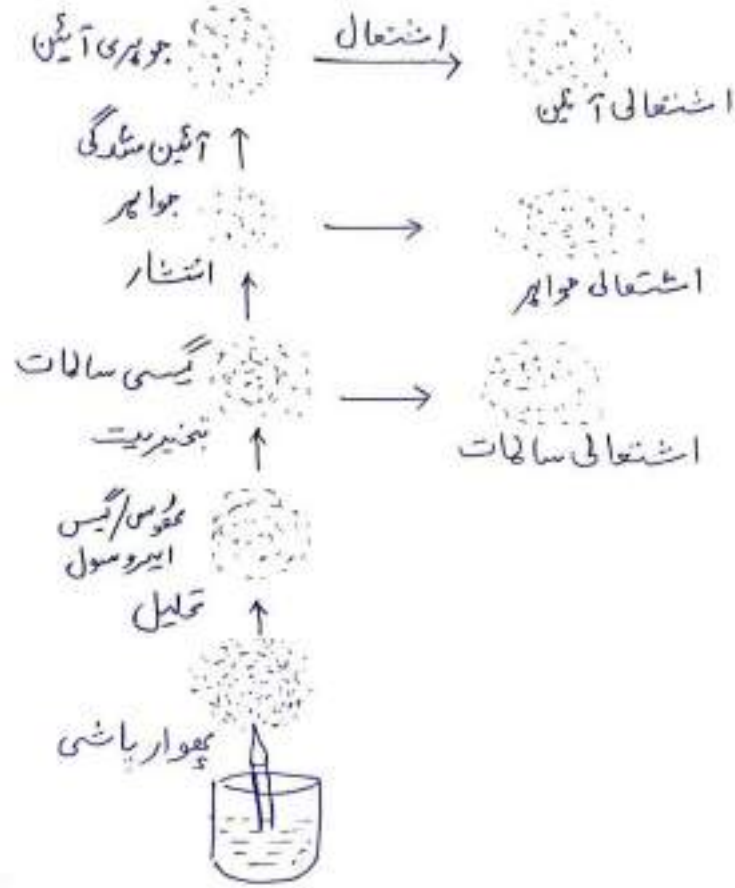
P_0 اور P_j شماریاتی اجزائے ضربی ہیں جوہر قدریہ سطح پر مساوی توانائی کے حالتوں کی تعداد کے ذریعہ متعین کی جاتی ہے۔

AAS کی درجہ بندی

| جوہری سازی | نام | |
|-----------------|--------------------|-----------------|
| شعلہ | (1) شعلہ انجذاب | انجذاب کا طریقہ |
| بھٹی / گریفائیٹ | (2) بغیر شعلہ AAS | |
| کوئی نہیں | (3) X- شعاع انجذاب | |

7.3 جوہر سازی تکنیک (Atomization Techniques)

جوہر سازی میں برقی حرارہ یا شعلہ استعمال کیا جاتا ہے شعلہ جوہر سازی میں نمونہ محلول کی تحلیل گیسو ایندھن میں ملائے ہوئے گیسو تکسیدی عامل کے بہاؤ کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ اسے شعلہ میں داخل کرتے ہیں جہاں جوہر سازی ہوتی ہے۔

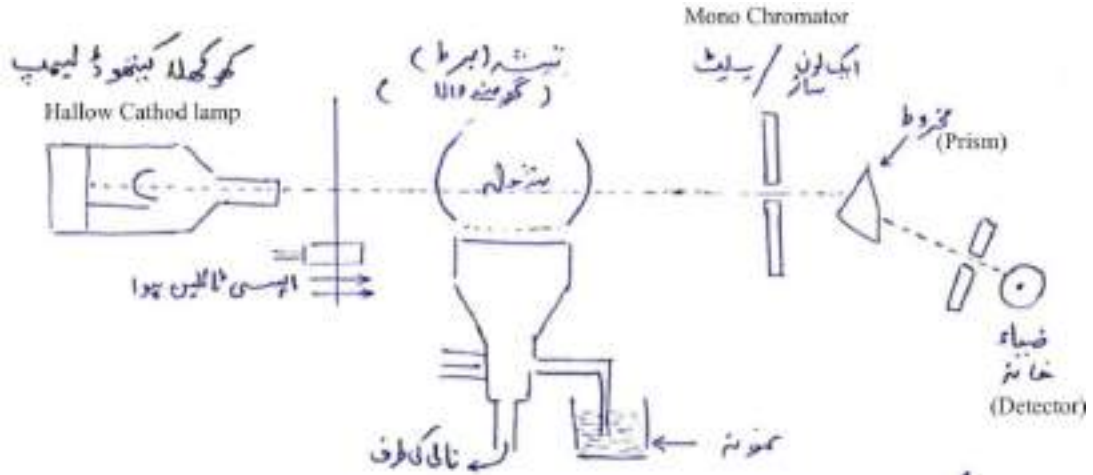


شکل 1 جوہر سازی کے دوران واقع ہونے والے عمل

شکل (1) شعلہ میں ہونے والے عمل کو باہم مربوط کرتی ہے۔

محلل کی تجزیہ ہو کر تجزیہ مرحلے میں خوبصورت سے ٹھوس سالمہ ائروسول میں تقسیم ہوتا ہے۔ ائروسول بخارات بن کر گسی سالمات میں بدلتے ہیں زیادہ تر سالمات منتشر ہو کر جوہری گیس تیار کرتے ہیں کچھ جوہر گیس میں آئین شدگی ہو کر مثبت برق پارے (Cation) اور الیکٹرون میں بدلتے ہیں۔ شعلہ میں ایندھن تکسیدی عامل اور نمونہ کے دوسرے مختلف انواع کے باہمی عمل سے دوسرے سالمے اور جوہر تیار ہوتے ہیں۔

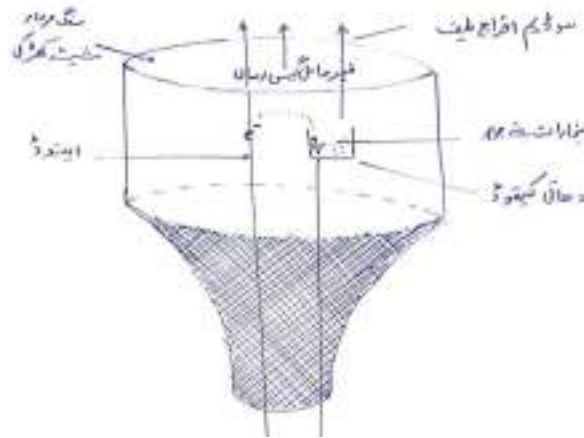
7.4 آلات سازی (Instrumentation)



شکل (2) جوہری انجذاب طیف پیمائی ترتیب (تصوری خاکہ دکھایا گیا ہے)

7.4.1 منبع (Source)

منبع تابکاری کا اخراج کرتا ہے جس کے ذریعہ AAS میں عناصر کا تعین کیا جاتا ہے عناصر کے تعین کے لئے ان تابکاری کا مستحکم اور تیز ہونا ضروری ہیں۔ ناپی جانے والی انجذابی خطوط کے مقابلے میں گمک طیفی خطوط کی سیکٹر و سکوبی (Spectroscopy) کے ذریعہ حل نہیں ہوئے انہیں اس طرح ہینڈل کرنا چاہئے کہ وہ آلات میں مداخلت نہ کرے۔ ایک لون ساز (monochromator) عام پس منظر اگر خارج ہو جائے تو وہ آخر میں آنے والے نتیجہ کو بگاڑ سکتا ہے۔ ان سارے مشکلات کو حل کرنے اور آسانی پیدا کرنے کے لئے ہیلو کیتھوڈ لیپ (Hallow Cathode Lamp) کے ذریعہ نکلنے والی شعاعوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل 3 AAS کے لئے سوڈیم کا کھوکھلا کیتھوڈ لیپ منبع

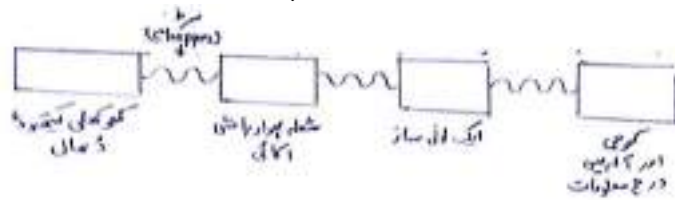
کھوکھلے کیتھوڈ میں (شکل 3) کیتھوڈ کھوکھلے کپ پر مشتمل ہوتا ہے اس کپ کا اینوڈ ٹنگسٹن (W) کے تار سے بنا ہے۔ جس عناصر کا تعین اس ٹیکنیک سے کرنا ہے یہ کپ اسی عناصر پر مشتمل ہوتا ہے اس کپ میں اینوڈ (tungsten) کی تار سے بنا ہوتا ہے۔ اینوڈ (Anode) اور کیتھوڈ کو ایک نلی میں رکھا جاتا ہے جب کہ یہ نلی کو غیر عامل گیسوں سے بھر دیا جاتا ہے۔ اس لیپ کی کھڑکی ایک تو

کارڈس (Quartz)، سیلیکا (Silica) یا شیشہ (Glass) سے بنی ہوتی ہے۔ اس کھڑکی کو بنانے کے لئے ان میں درکار مادہ استعمال ہونے والے طول موج (Wavelength) پر مشتمل ہوتی ہے۔ دو برقیروں کے درمیان قوت لگاتے ہیں جس کے نتیجے میں ملی ایمپیر میں برق رواں پیدا ہوتا ہے۔ اینوڈ (Anode) پر غیر عامل گیس برقیاتی ہے اور برقیاتی گیس تیز رفتار سے کیتھوڈ کی جانب راغب ہوتی ہے ان کے کیتھوڈ سے نکلنے والے پر چند سوڈیم جوہر بخارات میں بدلتے ہیں یہ جوہر مشتعل ہوتے ہیں سکونی حالت میں واپسی پر سوڈیم اخراج طیف کا سبب بنتی ہیں۔

کھوکھلا کیتھوڈ نلی ایک انتہائی اہم عام اشعاعی منبع ہے جو جوہری انجذاب طیف پیمائی (Atomic Absorption Spectroscopy) میں وسیع دائرے میں استعمال ہوتا ہے۔ جس دھات کا تعین کرنا ہو اس سے کم ترین تداخل کرنے والی گیس کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ اس کیتھوڈ پر غیر عامل گیس سے حاصل مثبت برق پاروں کی بمباری کی جاتی ہے۔ ان جوہروں کو ایک کر کے اس عمل کو تھری پاروں کو ملحق کاری کرنا (Sputtering) کہتے ہیں جوہر توانائی لے کر مشتعل ہوتے ہیں اور توانائی خارج کرتے ہیں ان کے اخراج میں علیحدہ دھات اور غیر عامل گیس کے نمایاں خطوط ہوتے ہیں جب استفادہ قوتہ (Applied Potential) کافی زیادہ ہو تو گیس مثبت برق بار (Cation) کافی حرکی توانائی (Kinetic Energy) حاصل کر کے چند دھاتی جوہروں کو کیتھوڈ کی سطح سے الگ کر کے جوہری بادل بنایا کرتے ہیں جوہروں کے علیحدگی کے اس عمل کو Sputtering کہتے ہیں۔ جوہر کا یہ عنصر اشتعالی حالت میں مخصوص اشتعالی اخراج کرتا ہے آج کل اس عمل کی آسانی کی وجہ سے یہ نالیاں تمام عناصر کے لئے دستیاب ہیں جن عناصر کا تعین AAS کرتا ہے۔

7.4.2 نور کو باقاعدہ وقفوں سے کاٹنے کا آلہ (Chopper)

ایک شعلہ سے نکلنے والی لگاتار اشعاع کو کاٹنے کے لئے کھوکھلے کیتھوڈ ڈھال اور شعلہ کے درمیان گھومنے والا چرخہ داخل کیا جاتا ہے اس گھومنے والی چرخے کو Chopper کہتے ہیں یہ شعلہ کی ہموار روشنی کو تھر تھراتی روشنی میں ریزہ ریزہ کر دیتا ہے یہ ضیاء خانہ (Photo Cell) میں تھر تھراتا برق رواں (Pulsating Current) پہنچاتا ہے۔



شکل (4) AAS کا خانہ خاکہ

7.4.3 شعلہ (Flame)

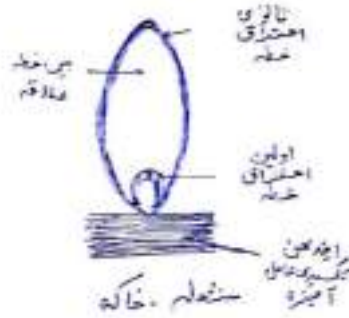
شعلہ جوہر ساز میں نمونہ کے محلول کی گیس ایبندھن میں ملے گیس تکسیدی عامل کے بہاؤ کے ذریعہ پھواری پاشی شعلہ میں کی جاتی ہے جہاں جوہر سازی (Atomization) ہوتی ہے جدول (1) میں گیس تکسیدی عامل ملے ہوئے گیس ایبندھن دکھائے گئے ہیں۔

جدول (1) شعلہ کی خصوصیات

| ایندھن | تکسیدی عامل | تپش °C | (رفقار) جلنے کی انتہائی رفقار |
|------------|----------------|-------------|-------------------------------|
| قدرتی گیس | ہوا | 1700 – 1900 | 39-43 |
| قدرتی گیس | آکسیجن | 2700 – 2800 | 370-390 |
| ہائیڈروجن | ہوا | 2000 – 2100 | 300-440 |
| ہائیڈروجن | آکسیجن | 2550 – 2700 | 900-1400 |
| اسی ٹائلین | ہوا | 2100 – 2400 | 158-266 |
| اسی ٹائلین | آکسیجن | 3060 – 3150 | 110 – 2480 |
| اسی ٹائلین | نائٹرس آکسائیڈ | 2600 – 2800 | 285 |

عام طور پر دو قسم کے برنز (چولھے) استعمال ہوتے ہیں کل خرچ (Total Consumption Burner) برنز اور پہلے سے ملا آمیزہ برنز (نیا آمیزہ برنز Premium Burner) کل خرچ برنز میں نمونہ محلول، ایندھن اور تکسیدی گیس کو الگ الگ راہوں سے گزار کر شعلہ کی ضیاء کی شکاف (Passage of Flame) میں ملتے ہیں جب کہ تیار آمیزہ برنز میں نمونہ میں ملی ہوئی گیس ($C_2H_2 + O_2$) کو شعلہ کی بنیاد میں داخل کر کے عمل احتراق سے ابتداء کر کے اصلوں سے ایصال وارسال حرارت کے ذریعہ حاصل ہوتا ہے۔

7.4.4 شعلہ کی بناوٹ



شکل (5) شعلہ کی بناوٹ

شکل (5) میں شعلہ کے اہم خطہ دکھائے گئے ہیں ان میں اولین احتراق خطہ تالیوی احتراق خطہ اور خطہ احتراق شامل ہیں۔ شعلہ کی جسامت اور ظاہری صورت کے بدلنے کی وجہ ایندھن کی قسم، تکسیدی عامل اور ایندھن تکسیدی عامل تناسب ہیں جیسے ایندھن اور تکسیدی عامل کا تبدیل ہوتے ہیں خطوں کی جسامت اور ظاہری صورت بھی بدلتی ہے ہائیڈروکاربن شعلہ میں اولین احتراق خطہ اُس کے نیلی نوانیت جو $C-H$ اور دوسرے اصلوں کے اخراجی پٹے میں پہنچایا جاتا ہے اس خطہ میں عام طور پر حرارتی توازن حاصل نہیں ہوتا اسی لئے اس خطہ کا استعمال شعلہ طیف پیمائی کے لئے شادناور (کم) ہی ہوتا ہے۔

بین خطہ علاقہ جو کہ کیمیائی مفاد پر پیمائشی ہائیڈروکاربن کا شعلہ جو نسبتاً باریک ہوتا ہے جب کہ کثیر ایندھن اسی ٹائلین۔ آکسیجن یا اسی ٹائلین۔ نائٹرس آکسائیڈ منبج میں اس کی اونچائی کئی سنٹی میٹر تک پہنچ سکتی ہے۔ بین خطہ علاقہ میں آزاد جواہر غالب ہوتے ہیں۔ AAS شعلہ کا یہ حصہ بہت زیادہ استعمال ہوتا ہے ثانوی احتراق خطہ میں اندرونی حاصل مغز قیام پذیر سالمات، آکسائیڈس میں بدلتے ہیں جو گرد و نواح میں منتشر ہو جاتے ہیں شعلہ خاکہ شعلہ کے مختلف حصوں میں ہونے والے عملیات کے بارے میں کارآمد معلومات فراہم کرتا ہے۔

7.4.5 ایک لونی ساز (Monochromator)

شعلہ کی اشعاع کو برطرف کرنے کے لئے ایک لونی ساز (Monochromator) کو ہمیشہ شعلہ اور کھوجی (Detector) کے درمیان رکھتے ہیں۔ جیسا شکل (4) میں دکھایا گیا ہے۔ انجذابی چوٹی کے طول موج کے مطابق اخراجی خطوط ایک لونی ساز سے ترسیل ہوتے ہیں۔ ایسے معاملات میں مشاہدہ کی گئی قوت $P = P_0 - P_a$ نہیں ہوگی۔

$$P_a = \text{جذب ہونے والی روشنی کی قوت}$$

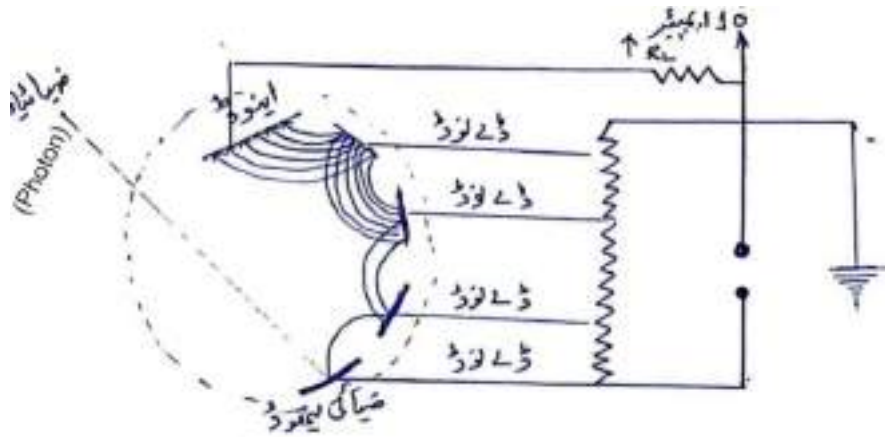
$$P = P_0 - P_a + P_e \text{ لیکن یہ ہوگی}$$

$$P_e = \text{شعلہ میں خارج خط کی قوت اور اسی پس منظر کی قوت}$$

انجذابی طیف کی پیمائش میں استعمال ہونے والے زیادہ تر مروج ایک لونی ساز مخروط اور تکسیدی جالی ہیں۔

7.4.6 کھوجی (Detector)

ضیاء افزا ایندہ نلی (Photomultiplier Tube Detector) کھوجی نہایت موزوں کھوجی ہے اور AAS میں بڑے پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ضیاء افزا ایندہ نلی میں ہوا نکلا ہوا غلاف (Vaccum) ہوتا ہے۔ اس میں ضیاء کیتھوڈ (Photo Cathode) برقیروں کا سلسلہ جنھیں ڈے نوڈز (Dynodes) کہتے ہیں اور اینوڈ شامل ہوتے ہیں۔ ضیاء کیتھوڈ کو بجلی سپلائی سرے پر نصب کیا جاتا ہے۔



شکل (6) ضیاء افزا ایندہ نلی اور بجلی سپلائی

جیسے ہی ضیاء (Photon) کیتھوڈ سے ٹکراتا ہے جو ہر سے الکٹرون خارج ہوتا ہے یا مقررہ جگہ سے ہٹتا ہے ضیاء کی چال ڈے نوڈ کی جانب تیز ہو جاتی ہے اس کے نتیجے میں ایک الکٹرون اس ڈے نوڈ سے دو مزید الکٹرون مقررہ جگہ سے ہٹاتا ہے اسی طرح یہ دو الکٹرون منتقل ڈے نوڈ سے چار الکٹرون مقررہ جگہ سے ہٹاتے ہیں اس طرح ہر ڈے نوڈ پر برق رواں میں اضافہ ہو کر حاصل الکٹرون رواں اینوڈ کے ذریعہ حاصل کر کے برق محرکہ کو R_L کے آر پار پیدا کرتا ہے جو بیرونی افزوں گر (Amplifier) اور آلہ پر نمایاں معلومات پر پہنچ جاتا ہے۔

7.5 AAS میں حساسیت اور تفتیش کی حد (Sensitivity and Detection Limit)

جوہری انجذاب طیف پیمائی ایک حساس تکنیک ہے اس کا مطلب ہے یہ کئی عناصر کا انتہائی کم مقدار میں سراغ لگا سکتا ہے AAS میں دو اصطلاحات حساسیت اور تفتیش کی حد عموماً استعمال ہوتے ہیں۔ حساسیت کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ آبی محلول عنصر کی مقدار (Mg/ml) جو سراغ لگانے جانے والے جوہروں کے بادل سے گزرنے والی نازل 1% اشعاعی شدت کو جذب کرتی ہے۔ 1% انجذاب 99% ترسیلی استعداد یا تقریباً 0.004 انجذاب قدر ہے۔ اس لئے دوسرے اصطلاح تفتیش کی حد پیش کی گئی۔ تفتیش کی حد کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ محلول میں عنصر کی مقدار جو خالی سطح یا پس منظر اشارے کے قریب پیمائش سلسلے کے معیار انحراف سطح یا پس منظر اشارے کے قریب پیمائش سلسلے کے معیاری انحراف کے دو گنا کے برابر اشارہ دیتی ہے۔

شعلہ اور طیفی پٹہ چوڑائی دونوں یعنی حساسیت اور تفتیش کی حد اثر انداز ہوتے ہیں دونوں میں شعلہ کی تپش میں تبدیلی ہونے پر ترمیم ہوتی ہے۔

7.6 AAS میں طیفی مداخلت

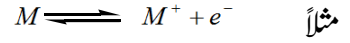
تداخل کو بڑے پیمانے پر طیفی مداخلت اور کیمیائی مداخلت میں درجہ بند کیا گیا ہے۔ اس کی وجہ مداخلت کرنے والے انواع کے انجذاب کا تجزیاتی انجذاب سے انطباق (Coverlap) ہوتا ہے جوہر سازی کے دوران ہونے والے عملات میں مداخلت سے انجذاب کی خصوصیات تبدیل ہوتی ہیں۔

چونکہ کھوکھلے کیتھوڈ منبع کے اخراجی خطوط مہین ہوتے ہیں جوہری طیفی خطوط کے ذریعہ مداخلت غیر معمولی ہوتی ہے۔ احتراقی ماحصل کی موجودگی میں اور واحد شہتیر نمونہ اسکی باسانی اصطلاح ہو سکتی ہے دوہری شہتیر نمونہ سے حوالہ شہتیر شعلہ سے نہیں گذرتا اور مسائل پیدا کرتا ہے نمونہ سے انجذاب یا انتشاری منبع انجذاب اور مقدار میں مثبت گمراہی بھی پیدا کر سکتا ہے۔

7.7 AAS میں کیمیائی مداخلت

کیمیائی مداخلت طیفی مداخلت سے زیادہ عام ہے یہ شعلہ میں کم طیران پذیری، انتشاری توازن، آسنی انتشار مرکبات کی تشکیل کی وجہ سے ہوتا ہے منفی برق پارے (Anion) شعلہ میں کم طیران پذیری مرکبات تیار کرتے ہیں اور جوہر سازی کی شرح کو گھٹا دیتے ہیں مثلاً SO_4^{2-} یا PO_4^{3-} منفی برق پارے کیلشیم کے جوہر سازی کو کم کر دیتے ہیں مثبت برق پارے (Cation) بھی ایسی مداخلت کا سبب بن سکتے

ہیں۔ مثلاً اگر میگنٹیم میں المونیم ملاوٹ کے طور پر موجود ہو تو دوسرے عناصر کے جوہر سازی کو کم کر دیتی ہے اس مداخلت کو دور کرنے کے لئے اونچی تپشی شعلہ استعمال کیے جاسکتے ہیں۔ مثلاً La یا Sr ملانے پر PO_4^{3-} کے مواد میں کمی ہوتی ہے حفاظتی عامل جیسے APPDC, Oxime, EDTA (Amonium Salt of 1-Pyrolidine Carbodithoic Acid ترشہ) کئی آئین (برق پاروں) جیسے SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Si , Al^{3+} کی مداخلت کو نقاب پوشی عمل سے دور کرتے ہیں۔
شعلہ میں ہونے والے جو آئنی انتشار کے سبب کئی سنگین مداخلتیں ہوتی ہیں خصوصاً جن شعلوں میں آکسیجن اور نائٹرس آکسائیڈ شامل ہوتے ہیں اس میں آزاد الیکٹرون کی نمایاں مقدار موجود ہوتی ہے۔



جہاں M دھات M^+ دھاتی آئین ہے۔

جدول (2) الکاٹین زمینی دھات کی آئینی انتشار کی وسعت

| عنصر | آئین شدگی کا قوتہ (eV) | مقدار (Mg/ml) | AAS شعلہ | غیر شعلہ |
|------|------------------------|----------------------|----------|----------|
| Be | 9.32 | 2×10^{-6} | - | 0 |
| Mg | 7.64 | 2×10^{-6} | - | 6 |
| Co | 6.11 | 5×10^{-6} | 3 | 43 |
| Sr | 5.69 | 5.5×10^{-6} | 13 | 84 |

جدول (3) عام عناصر کی مختلف تپش پر آئین شدگی کا درجہ دکھاتا ہے یہ تپش شعلہ میں موجود حالات کی قریب قریب نمائندگی کرتی ہے۔

جدول (3) مختلف تپش پر آئین شدگی کی وسعت

| عنصر | طول موج (nm) | 2000 K | 3000 K | 4000 K |
|------|--------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Cs | 852 | 4×10^{-4} | 7×10^{-3} | 3×10^{-7} |
| Na | 590 | 1×10^{-5} | 6×10^{-4} | 4×10^{-4} |
| Ca | 420 | 1×10^{-7} | 4×10^{-4} | 6×10^{-4} |
| Zn | 210 | 7×10^{-15} | 6×10^{-26} | 2×10^{-2} |

شعلہ میں آئین شدگی ہونے لائق دھاتوں کی موجودگی آئین شدگی کے درجہ پر اثر انداز ہوگی الکلائین الکلی دھاتوں کی صورت میں تپش میں اضافہ کر کے مشتعل جوہروں کی تعداد میں اضافہ کیا جاسکتا ہے اسے بے اثر کرنے کے لئے آئین شدگی کے سبب جوہروں کی مقدار میں کمی کی جاتی ہے اسی لئے الکلی دھاتوں کے لئے کم اشتعالی تپش کو ترجیح دی جاتی ہے آئین شدگی توازن میں تبدیلی کو آئین شدگی دبانے والے (انسداد آئین شدگی) کے استعمال سے روکی جاسکتی ہے۔ شعلہ میں زیادہ الیکٹرون دے کر اور آئین شدگی میں مخفیف کر کے اسے رد کیا جاسکتا ہے۔

جدول (2) آزاد متعادل، سکونی حالت جوہروں کی مثال دکھاتا ہے کہ اونچی تپش پر آئین شدگی مداخلت کا سبب بنتی ہے۔ جدول آئین شدگی دکھاتا ہے جو مختلف عناصر یا دھاتوں کے لئے مختلف ہے عنصر کے مقدار کے ساتھ فی صد شرح آئین شدگی میں تبدیلی ہوتی ہے۔ اگر ان عناصر کی مقدار تجزیاتی عناصر سے بہت زیادہ ہو اور اس کا آئین شدگی قوہ کم ہو تو آئین شدگی کا مکمل اخراج ممکن ہے۔ سوڈیم، پوٹاشیم اور سیسٹم انکے آئین شدگی قوہ کی کمی کے سبب آئین شدگی بفر کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ تاہم ہمیں AAS تکنیک میں مداخلت کی صحیح قسم سے واقف ہونا ضروری ہے شعلہ میں ہونے والا تعامل سے بھی مداخلت میں اضافہ ہو سکتا ہے ایسے تداخل کو آسانی (Lanthanum Salt) نمک کی معمولی مقدار ملا کر رد کیا جاسکتا ہے جیسا کہ یہ المونیم، کرومیم، سیلیکان کو جکڑتا ہے اور سٹر انیم کے تجزیہ میں Sr کو آزاد چھوڑ دیتا ہے۔

7.8 اطلاقات (Application)

AAS تکنیک تجزیہ کا بہت طاقتور ذریعہ بن گیا ہے یہ طریقہ اشیاء کے تجزیہ کے لئے نہایت موزوں ہے یہاں تک کہ انتہائی کم مقدار میں اور روایتی انجذاب یا اخراج طیف پیمائی پر بڑی فوقیت رکھتا ہے AAS طریقہ انتہائی مخصوص ہیں اسی لئے پیچیدہ آمیزے سے بھی دھات کا تجزیہ ممکن ہے۔ جوہری انجذاب کو ابتداءً مقدار کی بجائے تجزیہ ماسٹ کے لئے استعمال کیا گیا۔ تجزیہ ماہیت کے لئے AAS میں اشعاع کا لگاتار منبع اور مہین تعدد پٹی ایک لونی ساز استعمال ہوتے ہیں طول موج کا مطلوبہ حد میں جائزہ لیتے ہیں اور طیف کو ریکارڈ کرتے ہیں انجذابی خطوط کی طول موج کا تقابل عنصر کی معلوم قیمتوں سے کیا جاتا ہے۔

7.9 اکتسابی نتائج

- اس اکائی میں طلبہ جوہری انجذاب طیف پیمائی (AAS) سے واقف ہو گئے۔
- طلبہ AAA کے اصول کو سمجھنے کے قابل ہوئے۔
- خانے دار شکل کی مدد سے طلبہ AAS کی بنیادی آلہ سازی سمجھنے کے قابل ہو جائیں گے۔
- آلہ سازی کی مدد سے طلبہ با آسانی AAS کی کارکردگی سیکھ گئے۔

- طلبہ جو ہر ساز اور مائع کو کیسے آئین (برق پارے) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے سے آگاہ ہو گئے۔
- اس اکائی میں طلبہ تفصیل سے شعلہ نقشہ اور شعلہ کی پیش پڑھانے کے لئے تکسیدی عامل کے اقسام کے بارے میں مطالعہ کیا۔
- طلبہ AAS کی اطلاقات سے آگاہ ہو گئے۔

7.10 کلیدی الفاظ

- جوہری انجذاب طیف پیمائش: یہ ایک انجذاب تکنیک ہے جہاں بخاری ماہیت میں غیر پر جوش جوہر کے ذریعے بنفشی مرئی خطہ میں اشعاع جذب کرتے ہیں اس تکنیک میں متعادل جوہر گیس ماہیت میں عموماً وارے بنفشی مرئی خطہ میں اشعاع کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔
- شعلہ (Flame): شعلہ جوہر ساز میں نمونہ کے محلول کی گیسو ایندھن میں ملے گیسو تکسیدی عامل کے بہاؤ کے ذریعہ پھوار پاشی شعلہ میں کی جاتی ہے جہاں جوہر سازی (Atomization) ہوتی ہے۔

7.11 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1۔ درج ذیل سوالات کے صحیح جواب کا انتخاب کیجئے۔
 - (1) AAS میں زیادہ تر استعمال ہونے والا اشعاعی منبع ہے۔
 - (الف) اینوڈ لیپ
 - (ب) کیتھوڈ لیپ
 - (ج) کھوکھلا کیتھوڈ لیپ
 - (د) ان میں سے کوئی نہیں
 - (2) شعلہ کا خطہ جس میں اعظم تراخران یا انجذاب ہوتا ہے پر منحصر ہے۔
 - (الف) بوندوں کی جسامت
 - (ب) استعمال ہونے والے شعلہ کی قسم
 - (ج) تکسیدی عامل سے ایندھن کا تناسب
 - (د) تمام صحیح ہیں
 - (3) طیف پیمائی تکنیک جس میں جوہر توانائی جذب کر کے اشتعالی حالت میں جاتا ہے اسے کہتے ہیں۔
 - (الف) جوہری انجذاب طیف پیمائی
 - (ب) جوہری اخراج طیف پیمائی
 - (ج) سالمی طیف پیمائی
 - (د) ان میں سے کوئی نہیں
 - (4) مائع نمونہ سے آئین (برق پارے) یا برق پاروں کے بادل میں تبدیل کا عمل ہے۔
 - (الف) پھوار پاشی
 - (ب) گرمانا
 - (ج) جراثیم کشی
 - (د) جوہری سازی
 - (5) مخصوص طول موج کا انتخاب سے ہو سکتا ہے۔
 - (الف) لیپ
 - (ب) ارشعاعی منبع
 - (ج) ایک لونی ساز
 - (د) دو لونی ساز
 - (6) کھوکھلا کیتھوڈ لیپ سے بھرا ہوتا ہے۔

(الف) نائٹروجن گیس (ب) غیر عامل گیس (ج) ہائیڈروجن گیس (د) ہیلوجن گیس

(7) آلہ سازی میں برط (Chopper) کو..... کے درمیان رکھا جاتا ہے۔

(الف) اشعاعی منبع اور ایک لونی ساز (ب) اشعاعی منبع اور کھوجی

(ج) شعلہ منبع اور شعلہ (د) ان میں سے کوئی نہیں

(8) AAS میں عموماً استعمال ہونے والا کھوجی ہے۔

(الف) ضیاء افزا سندھ نلی (ب) طیف بیانی (ج) لیمپ (د) IR طیف بیانی

(9) آئین شدگی تداخلت کو ملا کر رد کیا جاسکتا ہے۔

(الف) EDTA (ب) Cryolite (ج) سیٹم نمک (د) لینتھنم کلورائیڈ

(10) جوہری انجذاب طیف بیانی میں زیادہ قوت سے جذب ہونے والی روشنی کو..... کہتے ہیں۔

(الف) گمک خط (ب) بنیادی خط (ج) آتشی خط (د) ضد آتشی خط

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1- شعلہ اور کھوکھلے کیتھوڈ لیمپ کے درمیان برط بیان کرو۔

2- AAS میں ہر عنصر کے تعین کے لئے علیحدہ لیمپ کیوں ضروری ہے۔

3- جوہر ساز کے فعل کی وضاحت کیجئے۔

4- کل خرچ (صرف) برنز اور پہلے سے ملا ہوا برنز کی تشریح کیجئے۔

5- AAS کا بنیادی اصول کیا ہے؟

6- AAS کے اطلاقات کیا ہیں؟

طویل جوابات کے حامل سوالات

1- AAS کا بنیادی اصول اور کارکردگی کی تفصیل سے وضاحت کیجئے۔

2- صاف ستھرے خاکہ کے ذریعہ AAS کی آلہ سازی بیان کیجئے۔

3- کیمیائی تداخلت سے آپ کا کیا مطلب ہے؟

4- خیالی خاکہ سے کھوکھلے کیتھوڈ لیمپ کی کارکردگی بیان کیجئے۔

5- AAS کی حساسیت اور تفتیش کی حد تشریح کیجئے۔

6- خیالی خاکہ کے ذریعہ ضیاء افزا سندھ نلی کی تشریح کیجئے۔

7.12 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

- 1) Basic Concept of Analytical Chemistry, 3rd Edition by S.M. Khopkar
- 2) Introduction to Instrumental Analysis, Robert D. Braun
- 3) Instrumental Methods of Chemical Analysis, Gurdeep R. Chatwal & Sham K. Anand
- 4) Instrumental Analysis, Skoog, Holler and Crauch
- 5) Instrumental Methods of Chemical Analysis, B.K. Sharma
- 6) Instrumental Methods of Analysis, Willard, Merrit, Dean Sattle
- 7) Instrumental Method of Analysis, H. Kaur

اکائی 8۔ جوہری اخراج طیف نمائی

(Atomic Emission Spectroscopy (AES))

| اکائی کے اجزا | |
|---|------|
| تمہید | 8.0 |
| مقاصد | 8.1 |
| جوہری اخراج طیف نمائی کے اصول | 8.2 |
| آلات سازی (سازینہ کاری) | 8.3 |
| شعلہ ضیاء پیمائی میں ہونے والی کی غلطیاں یا تداخل | 8.4 |
| غلطیوں کا مبداء | 8.5 |
| (جانچ) قدر پیمائی کے طریقے | 8.6 |
| مقداری تجزیہ میں اطلاقات | 8.7 |
| اکتسابی نتائج | 8.8 |
| کلیدی الفاظ | 8.9 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 8.10 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 8.11 |

8.0 تمہید

جوہری اخراج طیف نمائی (AES) (یا شعلہ جوہری اخراج نمائی یا آتشی ضیاء پیمائی) خالص قدرتی عناصر کے تجزیہ میں وسیع استعمال ہوتا ہے۔ یہ تجزیاتی طریقہ کار (AES) دھاتی جوہروں کے ذریعہ اشتعالی حالت میں خارج کی گئی روشنی کی شدت کی پیمائش سے ان کی مقدار کا اندازہ لگانے کے لئے کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ کار کا اہم ترین استعمال Li, K, Na اور Ca کا حیاتیاتی سیال اور نسبجات میں تعین کے لئے کیا جاتا ہے۔

جوہری اخراج طیف نمائی کا استعمال دوری جدول کے کم از کم آدھے عناصر کے تعین میں ہوتا ہے پس جوہری اخراج طیف نمائی تجزیہ کاری کا ایک اہم ذریعہ ہے اسے کئی سہولیات و جہات جیسے رفتار اور متعلقہ دخل اندازی سے پاک ہونا اسے فوقیت دی جاتی ہے۔ اس جوہری اخراج طیف نمائی میں مشتعل نمونہ کے ذریعہ خارج کی گئی اشعاع (ٹورافشانی) کی جانچ کی جاتی ہے جب اشتعالی جوہر اپنی سکونی حالت

میں لوٹتا ہے تو امتیازی طول موج کی اشعاع خارج کرتا ہے جوہری اخراج طیف نمائی میں الیکٹرون کا اشتعال (اشعاع کا انجذاب) اور غیر اشتعال (اشعاع کا اخراج) دونوں شامل ہیں۔ اس طریقہ کے استعمال سے تقریباً تمام مائع ٹھوس اور گیسوی عناصر کی انتہائی کم مقدار کی شناخت اور مقداری تعین کیا جاسکتا ہے لیکن عام طور پر ٹھوس یا بھاپ میں تبدیل کیے گئے محلول (بخارات) کو ترجیح دی جاتی ہے۔

جوہری اخراج طیف نمائی میں نمونہ حرارتی توانائی یا برقی توانائی جذب کر کے مشتعل ہوتا ہے۔ پھر اس سے خارج ہونے والی اشعاع کا مطالعہ کیفی تجزیہ اور مقداری تجزیہ دونوں میں کیا جاتا ہے۔

الکلی دھاتوں میں خارج کی گئی توانائی مرئی روشنی کے شعلہ کی صورت ظاہر ہوتی ہے اس لئے شعلے مخصوص رنگ کے ہوتے ہیں اخراجی طیف کے شعلوں کے مخصوص رنگ کو عناصر کے تجزیاتی تعین کے لئے جوہری اخراج طیف نمائی یا آتشی ضیاء پیمائی میں استعمال کیا جاتا ہے۔

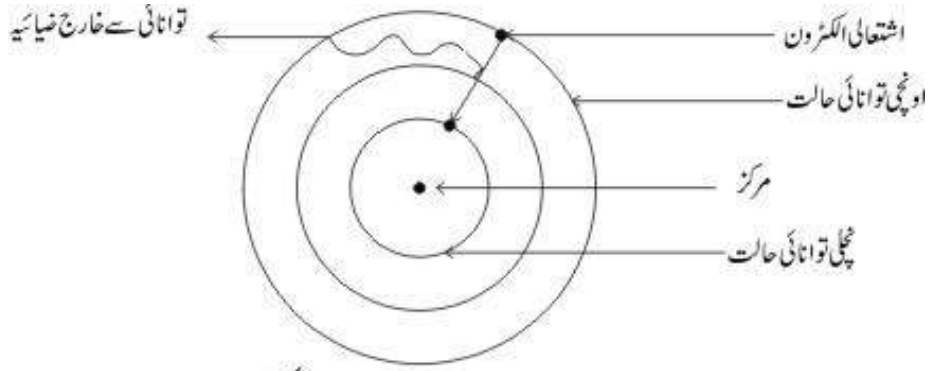
8.1 مقاصد

موجودہ اکائی سے طلباء حسب ذیل معلومات حاصل کر سکیں گے۔

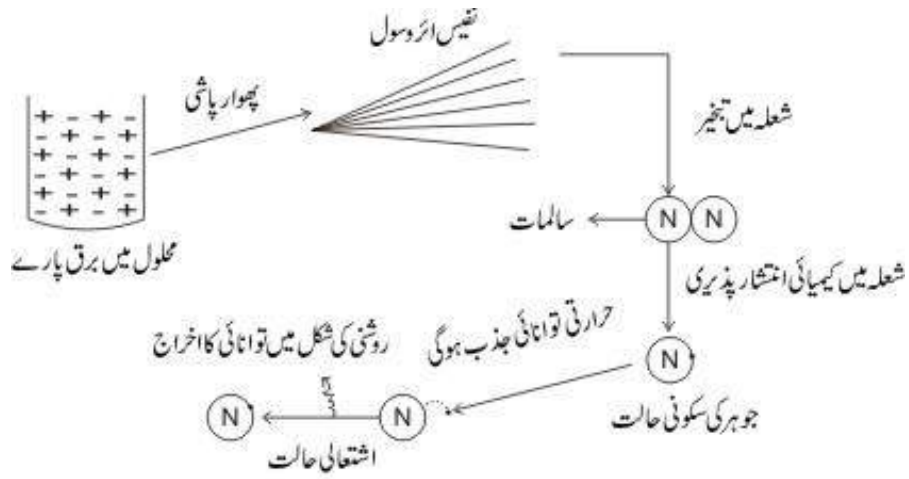
- جوہری اخراج طیف نمائی (AES) کے بارے میں معلومات حاصل ہوگی۔
- جوہری اخراج طیف نمائی میں شامل اصول کے بارے میں جانکاری حاصل کریں گے۔
- جوہری اخراج طیف نمائی کی آلہ سازی کی معلومات حاصل کر سکیں گے۔
- آتشی ضیاء پیمائی کے تداخل کے بارے میں جانکاری حاصل کریں گے
- جانچ کے طریقہ کے بارے میں معلومات حاصل ہوگی۔
- مقداری تجزیہ میں اطلاقات کے بارے میں معلومات حاصل ہوگی۔

8.2 جوہری اخراج طیف نمائی کے اصول

جوہری اخراج یا شعلہ اخراج یا آتشی ضیاء پیمائی طیف نمائی کی مخصوص شاخ ہے جس میں جوہروں کو مشتعل کرنے کے لئے شعلہ کا اشتعال ہوتا ہے۔ اس طریقہ میں جوہر کی اشتعالی حالت میں لانے کے لئے گرم شعلہ پر نمونہ محلول کا چھڑکاؤ کیا جاتا ہے۔ جوہری اخراج طیف نمائی کا بنیادی اصول اس امر پر ہے کہ جب دھات کے نمک مناسب، مضبوط حالات میں مناسب شعلہ میں رکھے جاتے ہیں تو بخارات میں بدل کر مشتعل ہوتے ہیں اور اشعاع خارج کرتے ہیں یہ ہر عنصر کے لئے مخصوص ہوتے ہیں جوہری اخراج طیف نمائی (AES) جوہروں کے ذریعہ خارج کیے جانے والے ضائیہ (Photon) کی طور موج کی جانچ سے وابستہ ہے جب جوہر اونچی توانائی سے نچلی توانائی کی حالت کی طرف جاتا ہے۔ شکل-1



جوہری اخراج 8.2(a) شکل



جوہری اخراج طیف نمائی کا اصول 8.2(b) شکل

ہر شے یا عنصر کے ذریعہ جوہری اخراج طیف نمائی میں مخصوص طول موجوں کا ایک گروہ خارج ہوتا ہے۔ جس اس عنصر کی الکٹرونی ساخت پر منحصر ہوتا ہے۔ جوہری طیف خطوط طول موج عنصر کی شناخت کرتے ہیں اور خارج شدہ روشنی کی شدت عناصر کے جوہروں کی تعداد کے تناسب میں ہوتی ہے۔

AES میں آئین کے محلول کی شعلہ سے پھوار پاشی گذرتی ہے تو عملات کا مربوط سلسلہ واقع ہوتا ہے۔ شکل 8.2 (b)

(الف) نمک کے ذرات کو چھوڑ کر محلل بخارات میں بدلتا ہے۔

(ب) اس کے نتیجے میں نمک بخارات میں بدل کر جوہروں میں منتشر ہوتا ہے۔

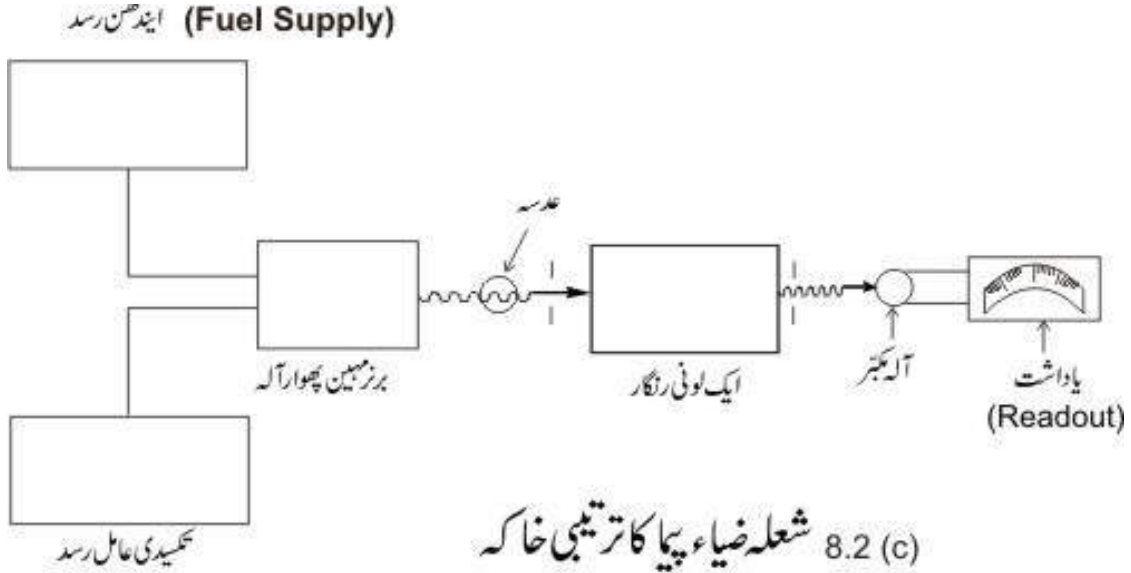
(ج) کچھ جوہروں کی شعلہ کے ذریعہ بخارات میں تبدیلی ہوتی ہے۔

(د) اشتعالی جوہر اپنے نوع کے امتیازی اشعاع خارج کرتے ہیں۔

(و) خارج شدہ اشعاع کو طول موج انتخاب کنندہ (selector) ایک لوئی رنگار سے گذارتے ہیں جو امتیازی طول موج کو علیحدہ کرتا ہے۔

(ہ) ضیاء کھوجی اشعاع کا باقی قوت کی پیمائش کرتا ہے جیسے ان برقی اشارات کی قوت بڑھا کر انہیں آلہ کی یادداشت (Readout) میں بھیج دیا جاتا ہے۔ جوہری اخراج طیف نمائی کے اصول کی تصویر کشی شکل (b) 8.2 میں کی گئی ہے۔

شکل (c) 8.2 میں شعلہ سے اخراج کے مطالعے کے لئے استعمال ہونے والے بنیادی آلہ کا ترتیبی خاکہ (Block Diagram) دکھایا گیا ہے۔



شعلہ ضیاء پیمائی کے بنیادی اجزاء درج ذیل ہیں:

(الف) برقی خانہ (ب) ایک لونی رنگار (ج) آلہ کبتر (د) یادداشت نظام

ایندھن اور تکسیدی عامل کی رسد دو مختلف جوف (Chambers) جو برز کے اندر ہوتے ہیں کے ذریعے نکاسی کے اوزن کے باہر مل کر پر آشوب شعلہ بنایا ہے تکسیدی عامل کا بہاؤ نمونہ شعری ٹلی سے گذر کر خلاء بناتا ہے جو محلول کو شعلہ میں کھینچتا ہے۔

8.3 آلات سازی (سازینہ کاری) (Instrumentation)

شعلہ جوہری اخراج طیف پیمائی کی کل آلات و اوزار سازی دوسرے طیف ضیاء پیمائی طریقوں جیسے جوہری انجذاب طیف نما جیسی

ہوتی ہے۔ شعلہ طیف پیمائش شعلہ ضیاء پیمائش درج ذیل اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے۔

(1) دباؤ ضابطہ اور منبع گیس ایندھن کے لئے بہاؤ پیمائش اور شعلہ کے منبع

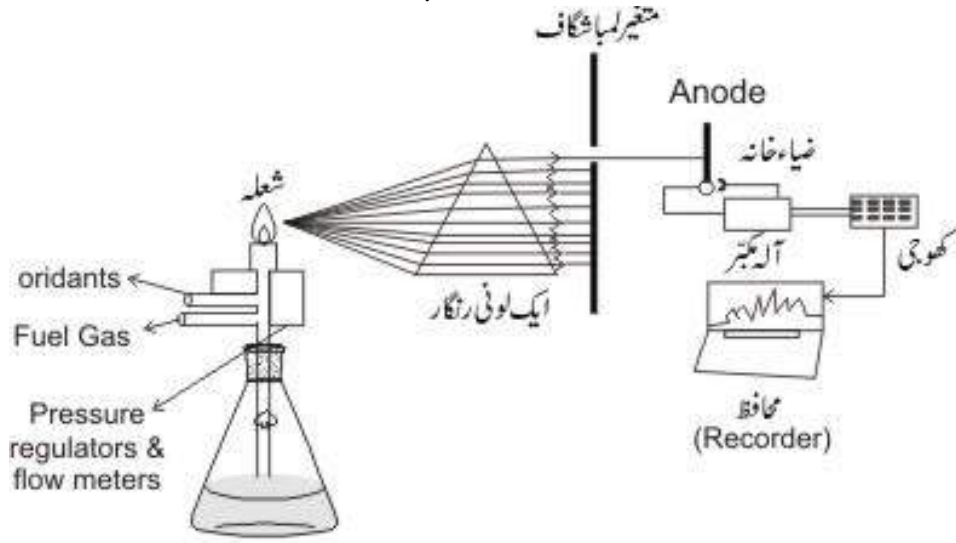
(2) جوہری آلہ

(3) بصری نظام

(4) ضیاء حساس کھوجی

(5) اشعاع کی پیمائش کے لئے برقی دور (Electrical Circuit)

نتیجہ تدوین شعلہ ضیاء پیمائے علامتی خاکہ شکل (c) 8.3 میں دیا گیا ہے۔



نمونہ

شعلہ ضیاء پیمائے علامتی خاکہ شکل (c) 8.3

دباؤ ضابطہ اور بہاؤ پیمائے کو گیسوں کے دباؤ اور بہاؤ میں مناسب ہم آہنگی پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ تاکہ یکساں اخراجی ایڈجسٹنگ حاصل کی جاسکے شعلہ ضیاء نما کے استعمال کے دوران گیس دباؤ اور گیس بہاؤ کو مستقل قائم رکھنا ضروری ہوتا ہے۔ چونکہ تکسیدی عامل اور ایندھن کے بہاؤ کا تناسب مستقل اور دوبارہ حاصل کرنے لائق ہونا چاہئے دو گنا حجاب جابز (دیا فرغمدہ) دباؤ ضابطہ یعنی ایندھن کے لئے 10 lb/in^2 اور آکسیجن یا ہوا کی فراہمی رسد کے لئے 20 lb/in^2 گچ کا اس کے بعد روٹامیٹر (Rotameter) گیس سلنڈر اور برنر کی لائین میں نصب کرتے ہیں۔

زیادہ درست اور معیاری نتیجہ کے لئے بہاؤ کے مزاحمت میں تبدیلی کی تلافی کے لئے بہاؤ پیمائے استعمال کیا جاتا ہے۔ عام طور پر بہاؤ میں مزاحمت کی تبدیلی برنر نظام میں جماؤ کی وجہ سے ہوتی ہے۔

شعلہ مبدا (Flame Source)

شعلہ ضیاء نمائی میں مبدا گیس بہاؤ ضابطہ جوہر ساز اور برنر مشتمل ہے شعلہ ضیاء نمائی تجزیہ خاص طور پر متغیر جیسے ایندھن اور تکسیدی عامل کی بہاؤ شرح، نمونہ کی دنول (درآمد) محلول کے قطروں کی جسامت پر منحصر ہوتی ہے۔ شعلہ کا بہترین بدل ارگان گیس میں برقی طور پر حاصل کیا گیا نخرنایہ (Plasma) ہے اس لئے شعلہ اخراج طیف نمائی کو امالہ جوڑ نخرنایہ بصری اخراج طیف نمائی (ICP - AES) (ICP - OES) بھی کہتے ہیں۔ جوہر کی اشتعالی حالت میں تبدیلی یا تو ریڈ بائی تعدد ارتعاش امالی یار است رواں (DC) کے اخراج کے ذریعہ ہوتی ہے۔ حاصل شدہ نخرنایہ بہت فعال اور بشمول کلورین کئی عناصر کو منتشر اور متحرک کرنے والا ہے جو گیس شعلہ کی پہنچ سے باہر ہے۔ حاصل شدہ نمونہ نخرنایہ میں کیمیائی شعلہ کی طرح اندر کھینچ لیتا ہے ارگان نخرنایہ اونچی تپش $10,000^0 \text{K}$ تک حاصل ہوتی ہے اس

میں غیر محفوظ گیسوں کے بجائے صرف ایک غیر آتش گیر مادے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کے علاوہ یہ کیمیائی داخل اندازی سے آزاد ہوتی ہے۔

جوہر ساز (Atomizer) اور برنر

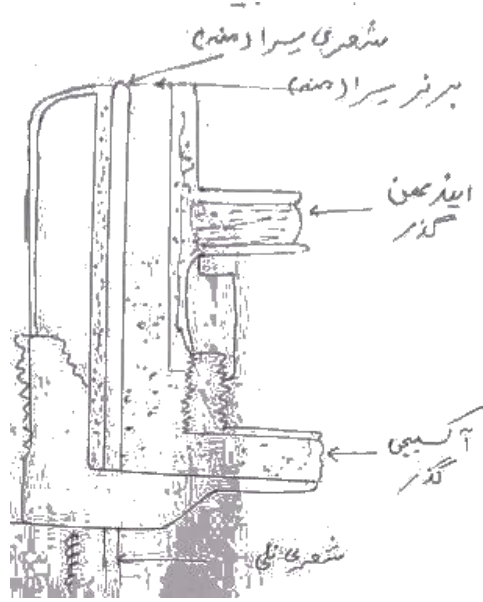
جوہری اخراج طیف نمائی میں مائع نمونہ کو شعلہ میں مستقل اور دہرانے والی شرح میں داخل کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ جوہری اخراج طیف نمائی میں نمونہ شعلہ میں ایندھن یا تکسیدی عامل کے طور پر اندر کھینچتے ہیں لیکن ان میں گیس پہلے سے ملی ہوئی نہیں ہوتی نتیجتاً شعلہ خارج اشعاع کو چھوٹی جگہ میں یکجا کرتا ہے۔

جوہری انجذاب طیف نمائی میں دوسرے ممکنہ ملاپ کے ساتھ ساتھ آکسیجن Acetylene شعلہ کا بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ اس آلہ میں برنر جیسے ضیاء برنر یا پہلے ملا ہوا برنر Premix Burner یا کامل جوہر ساز برنر استعمال کیے جاتے ہیں۔ شکل (b) 3.1 کا مل جوہر ساز برنر پورا پورا راست شعلہ میں داخل کرتے ہیں۔ بیرونی داخلی راستہ آتش گیر گیسوں کی رسد شعلہ تک پہنچاتا ہے جو برنر استعمال کرتے ہیں یہ برنر شعلہ طیف نما میں اونچے تپش کے آکسیجن Acetylene (3000°C) یا آکسیجن۔ ہائیڈروجن گیس (2700°C) شعلوں کے ساتھ استعمال ہوتے ہیں۔

بصری اور برقیاتی نظام (Optical & Electronic System)

شعلہ اخراج خطوط یا پٹیوں کو فلٹریا ایک لونی رنگار استعمال کر کے علیحدہ کیا جاسکتا ہے جو آلہ فلٹر استعمال کرتا ہے اُسے شعلہ ضیاء پیمائش اور جس میں ایک لونی رنگار استعمال ہوتا ہے اُسے شعلہ طیف ضیاء پیمائش کہتے ہیں۔ وہ آلہ جو انفرادی نظر کی طیف نمائی سے لے کر بڑے فوٹو گرافی یا فوٹو برق یک جو مخصوص اونچے جزئیات نگاری (Resolution) اور حساسیت اخراجی طیف کی پیمائش کرتے ہیں۔

مختلف اقسام کے فلٹر دستیاب ہیں جو نمونہ میں موجود Na اور K کا تجزیہ کرتے ہیں تجزیاتی عنصر کے ارتعاشی خصوصیات کو داخلی فلٹر کا استعمال کر کے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ جو $13 \text{ m}\mu$ سے 2 چوڑی پٹی ہوتی ہے۔ شعلہ طیف نما استعمال کر کے بہترین اشعاعی توانائی کی علیحدگی ممکن ہے۔ شعلہ طیف پیمائش حساسیت کے ذریعہ طول موج کا لگاتار انتخاب مہیا کرتا ہے۔ آلہ کی حساسیت بآسانی زیادہ تر اشعاعی اخراج کے خطوط کو مکمل طور پر علیحدہ کرنے کے لئے کافی ہوتی ہے۔ یہ منتشر ارتعاش سے مبرا ہوتی ہے۔ جس سے غلطیاں کم ہوتی ہے۔ بالائے بنفشی خطہ (U.V. Region) ($350 \text{ m}\mu$ سے نیچے) کی پیمائش روارکھنے کے لئے گچھے ہوئے SiO_2 یا سنگ مراد (Quartz) کے بصری آلات ضروری ہیں۔ (شکل-5)



کامل بادکش برنز شکل (c) 8.2

ضیاء حسّی کھوجی (Photosensitive Detector)

شعلہ ضیاء پیمایا اور شعلہ طیف پیمایا میں خلاء فلایا یا ضیاء برقی سیل (عکس کلاں گر) نلیاں کھوجی کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ ضیاء برقی سیل میں بڑی تعداد میں سگنل حاصل ہوتے ہیں یہ شعلہ اخراج طریقہ میں استعمال ہوتا ہے۔ جن نظاموں میں جانچ عنصر کے ارتکاز (مقدار) کی کمی یا اشتعالی حالت میں بدلنا مشکل ہونے سے اشعاع کمزور ہوتے ہیں۔ زیریں سرخ خطہ میں پیمائش کے لئے کوئی مکمل اطمینان بخش نلی دستیاب نہیں ہے۔

اشعاع کی شدت ناپنے کے لئے برقی دور (Electrical Circuit)

اس میں استعمال ہونے والا کھوجی (Director) عام طور پر ضیاء برقی خانہ (عکس کلاں گر) Photomultiplier ہوتا ہے۔ اسے آلہ مکبر (Amplifier) اور یادداشت پیمایا (Readout Meter) سے جوڑا جاتا ہے آلہ مکبر اشاراتی پیغام کی قوت بڑھا کر ان کی پیداوار (Output) میں اضافہ کرتا ہے۔

8.4 شعلہ ضیاء پیمائی (Photometry) میں ہونے والی کی غلطیاں یا تداخل

(Errors In Flame Photometry)

جب کسی شعلہ میں جانچ نمونہ کے اشتعالی نوع کی تعداد میں کمی پیشی ہوتی ہے تو تداخل کا مشاہدہ ہوتا ہے۔ تداخل کے دو اہم اقسام ہیں جن کا ذیل میں ذکر کیا گیا ہے۔

(i) کیمیائی تداخل (Chemical Interference)

(ii) طیفی تداخل (Spectral Interference)

(i) کیمیائی تداخل (Chemical Interference)

جب شعلہ میں کوئی جنس (مادہ) کسی جوہر سے عمل کرتا ہے تو نتیجہ میں اخراج کم ہو جاتا ہے مثلاً محلول میں کیلشیم اور حل پذیر فاسفورس مرکب شامل ہو اور اس کی شعلہ میں جوہر سازی کی جائے تو کیلشیم جوہروں کی مقدار کم ہوگی کیونکہ شعلہ میں ان کے سالمات کی تشکیل ہوگی جیسے ہی فاسفورس کی مقدار میں اضافہ ہوتا ہے کیلشیم کے اخراج کی شدت کم ہو جاتی ہے۔

(ii) طیفی تداخل (Spectral Interference)

پیمائش کے دوران جب شعلہ میں کئی مادوں کے اخراج یکساں طول موج کا ہوتا ہے تو طیفی تداخل کا مشاہدہ ہوتا ہے مثلاً جب Na اور Ca (کیلشیم) کے محلول کی شعلہ میں جوہر سازی کی جائے تو 5889A^0 پر Na کی پیمائش ہوگی تو مشاہدہ ہوگا کہ نمونہ جانچ محلول میں لئے گئے سوڈیم سے زیادہ مقدار میں سوڈیم پایا جاتا ہے۔ جو خارج اشعاع سے ظاہر ہوتا ہے یہ دوسری جنس جیسے CaO کی تیاری سے ہو سکتا ہے جو شعلہ میں تیار ہوتا ہے اور اسی طول موج کی اشعاع خارج کرتا ہے طیفی غلطیاں عام طور پر اشعاعی توانائی کو علیحدہ کرنے کے لئے فلٹر استعمال ہوتا ہے۔

8.5 غلطیوں کا مبداء (Source of Errors)

شعلہ ضیاء نمائی میں تداخل (غلطیاں) دو منبع سے نمودار ہوتی ہے۔

(i) آلایندی تداخل (غلطیاں) (Instrumental Errors)

(ii) منجمد عناصر کی اشعاع سے غلطیاں

(i) آلایندی تداخل (Instrumental Errors)

ایسی غلطیاں منبع یا کھوجی کے برتاؤ میں بے قاعدگی سے ہوتی ہیں مناسب شعلہ استعمال کر کے اچھے نتائج حاصل کیے جاسکتے ہیں۔ شعلہ میں استحکام کے لئے مناسب ڈیزائن بہاؤ اور دباؤ ضابطہ جوہر ساز اچھی طرح سے کام کریں تاکہ نمونہ یا معیاری شے کے مستقل تنا سب میں مستقل جسامت کے قطرے داخل کیے جائیں۔ شعری نلیوں کی لگاتار نگرانی و صفائی ضروری ہے تاکہ ان میں مزاحمت اہم غلطیوں کی وجہ سے بن سکتی ہے کھوجی اور کبیر آلہ کی کارکردگی میں بے قاعدگی اہم غلطیاں پیدا کر سکتی ہیں۔

اجنبی عناصر کے اشعاع سے غلطیاں (Errors from the Radiation of Foreign Element)

شعلہ ضیاء نمائی میں تداخل جانچ نمونہ میں موجود چند اجنبی عناصر اشعاع خارج کرتے ہیں جنہیں ایک لونی رنگارنگ کامل طور پر نہیں

ہٹاتا۔

مثبت رواں (cation) تداخل یا مثبت رواں بہتری

اونچی تپش شعلہ میں زیر رواں (Cation) میں دوسرے زیر رواں کی موجودگی سے لکیروں میں اضافہ ہوتا ہے اسے مثبت رواں

تداخل کہتے ہیں۔

منفی رواں (Anion) تداخل

کچھ منفی رواں (Anion) مثبت رواں کی لکیر پر مضبوط دباؤ ڈالتے ہیں مثلاً $Alimunate, Oxalate, Po_4^{-2}, Sio_4^{-2}$ ، الکلائین زمینی دھاتوں کی شدت کو 50% یا اس سے زیادہ تک کم دیتے ہیں۔

8.6 (جانچ) قدر پیمائی کے طریقے (Evaluation Methods)

عناصر کی مقدار کی تجزیہ نگاری میں شعلہ اخراج طیف نمائی اولین اہمیت کی حامل ہے۔ زیادہ تر مقدار کی تعیین ایک یا ایک سے زیادہ لکیروں کو شدت کی پیمائش پر منحصر ہے ان طریقوں میں ان شدتوں یا شدت کا تناسب اور ان کی مقدار کی تناسب میں باہمی ربط ہے عام طور پر مقدار کی تجزیہ کاری کے لئے درج ذیل طریقوں کا استعمال ہوتا ہے۔

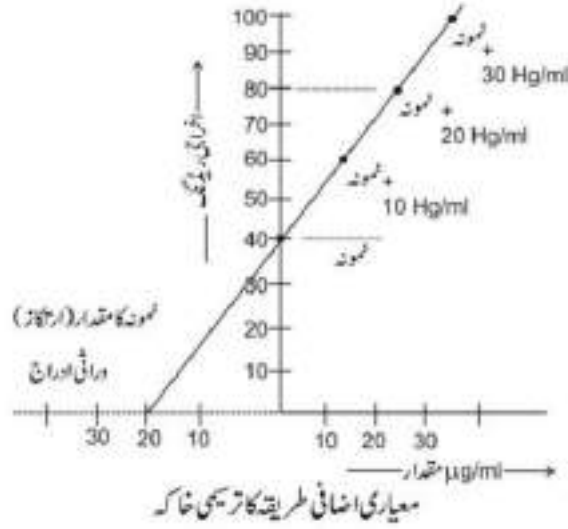
(1) تعیین معیار منحنی کی بنیاد پر تجزیہ

تداخل کی غیر موجودگی میں شعلہ ضیاء نما کا تعیین معیار درج ذیل ہے۔

شعلہ اچھی طرح جل رہا ہو اور ایک لونی رنگاری بجائے مناسب فلٹر مناسب طول موج پر نصب کر کے آئین نکالا ہوا پانی جو ہر سازی میں ڈالیں اور پس منظر کے اخراج کو ریکارڈ کریں یا صفر استیصال کنٹرول کو مرتب کریں۔ تاکہ آلہ کی ریڈنگ صفر پر آجائے۔ بہت زیادہ مرتکز معیاری ہے۔ مقابل کو داخل کیجئے اور حساسیت کو اس طرح مرتب کریں کہ اعظم اسکیل ریڈنگ ملے۔ پھر مختلف معیار کے کم مقدار میں لے کر کئی ریڈنگ لیجئے آلاتی ریڈنگس (اخراج شدت) بہ مقابل مقدار ($\mu g/ml$) تعیین معیار منحنی حاصل کریں۔ جب تداخل موجود ہو تو نمونہ کے تمام اہم اجزاء کی مساوی مقدار والا معیاری محلول استعمال کرنا چاہئے۔ تعیین معیار منحنی سے تمام عناصر کی مقدار معلوم کی جاسکتی ہے۔ کیمیائی اجزاء کے معلوم مقداروں کا استعمال کر کے معین معیار منحنی خاکہ کھینچا جاتا ہے۔

(2) معیاری اضافی طریقہ

نامعلوم شے کی معلوم مقدار کو متداخل عنصر کے نمونہ محلول میں ملاتے ہیں متداخل اور عمل سے نہ گزرے ہوئے کو شعلہ میں داخل کر کے ہر محلول کی ریڈنگ لی جاتی ہے نامعلوم مقدار کو ناپنے کے لئے تریسی طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔ محلول کے اخراجی ریڈنگ کی پس منظر سے تصحیح کر کے محلول میں موجود معیاری عناصر کے مقدار کے مقابل تریسیم بنائی جاتی ہے اس منحنی کو وراثی ادرج (معلوم سے نامعلوم کا قیاس) کر کے صفر مقدار تک بڑھایا جاتا ہے۔ نامعلوم مقدار معلوم کرنے کے لئے خط کی ڈھلان سے وراثی ادرج ریڈنگ کو تقسیم کیا جاتا ہے۔ (شکل-6)



شکل-6

(3) اندرونی معیار طریقہ (Internal Standard Method)

مقداری اخراج تجزیہ میں اٹھنے والا بڑا مسئلہ جانچ نمونہ میں متغیر کی بڑی تعداد کی موجودگی ہے جو طیفی خطوط عکس کی سیاہی کو فوٹو گرافی پلیٹ یا برقی ضائی کھوجی تک پہنچنے والی لکیر کی تانبا کی (چمک) کو متاثر کرتا ہے زیادہ تر متغیر جو اشتعال سے جڑے ہوتے ہیں ان پر آسانی سے قابو نہیں پایا جاسکتا اس کی تلافی کے لئے اندرونی معیار طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔

اندرونی معیار طریقہ میں عناصر ہر نمونہ اور ہر معیار بندی معیار میں ایک معین مقدار میں ایک جان کیے جاتے ہیں۔ اس طریقہ میں معلوم مقدار کا اندرونی معیار عنصر نمونہ میں ملایا جاتا ہے، مشتعل ہونے پر جانچ عنصر اور معیاری عنصر کے ذریعہ خارج اشعاع کی ساتھ ساتھ دوہرے کھوجی یا خارج ہونے والی لکیروں کی جانچ کے ذریعہ پیمائش کی جاتی ہے۔ اس موقع پر متعلقہ نمونہ اور معیار کی چمک کا تناسب مقدار کی پیمائش کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ [اخراجی تناسب] log اور [نمونہ کی مقدار] log کے مقابل ترسیم بنائی جائے تو خط مستقیم حاصل ہوتا ہے کبھی کبھی ترسیم غیر خطی (غیر منقطعہ ہوتی ہے اس صورت میں حاصل منحنی کا استعمال نمونہ کی مقدار کا تخمینہ (اندازہ) لگانے کے لئے کیا جاتا ہے۔ مثلاً سٹیل میں Mn کا تعین کرنے کے لئے لوہے کے اندرونی معیار کے طور پر منتخب کیا جاتا ہے اور لوہا ملے ہوئے سٹیل کے اخراجی طیف کو فوٹو گرافی پلیٹ پر ریکارڈ کیا جاتا ہے۔ Mn اور Fe کے منتخب لکیروں کی شدت کی پیمائش مختصر ضیاء پیم (Micro-Photometer) سے کی جاتی ہے۔ Mn سے Fe کی شدتوں کی نسبت فوٹو گرافی تعین معیار منحنی سے محسوب کی جاتی ہے۔ لوہے کی مقدار میں قابل لحاظ تبدیلی نہیں ہوتی چند نمونوں میں Mn کے مختلف فی صد معیار سے مختلف شدتوں کی لکیروں حاصل ہوتی ہیں یعنی مختلف نسبتیں (Ratio) اب Mn سے Fe نسبتوں اور لکیروں کی شدتوں کو Mn فی صد کے مقابل لوگار تھمک ترکیبی پیپر پر خط مستقیم ترسیم حاصل ہوتی ہے۔ اس تعین منحنی سے سٹیل میں Mn کے فی صد کی پیمائش کی جاتی ہے۔

8.7 مقدارى تجزيه ميں اطلاقات (Application in Quantitative Analysis)

جوهرى اخراج طيف نمائى كائى مختلف ميدانوں ميں اطلاق هوتا هے اس كے چند استعمال ذيل ميں مذكور هیں۔

1- دهات اور بھرت (Metals & Alloys)

اخراج طيف نمائى كا استعمال لو هے اور المونيم صنعتوں كى پيداوار كے تقريباً تمام مراحل ميں استعمال هوتا هے يه طريقه كار چكلى هوءے دهاتوں كى بناوٹ كو مزيد عمل سے قابو ميں كرنے كے لئے مددگار هوتا هے۔ لو هے اور اسٹيل ميں V, Co, Sn, As, Al, Cu, Mo, Mn, Si, Cr, Ni اور Pb كى موجودگى كا تعين كرنے كے لئے جوهرى اخراج طيف كا استعمال كيا جاتا هے اوپر درج عناصر كى مقدار اسٹيل ميں 30% اور لو هے ميں 0.01% كى حد تك معلوم كى جاسكتى ساتھ هى اس طريقے سے بڑى تعداد ميں عناصر كا تخمينه لگيا جاسكتا هے۔

(2) علم معدن (Minerology)

اس كا استعمال بحريات (بحرى جغرافيه) ميں پانى ميں موجود معدن كى نگرانى اور هوا كى آلودگى ميں جمع شده خاص مادے ميں موجود دهاتوں كى شناخت كے لئے هوتا هے اسے جرائم كى نقش ميں رنگ و روغن كے نمونوں كے تقابل كے لئے استعمال كيا جاتا هے۔

(3) تيل (Oil)

تيل ميں كمياب عناصر كا تخمينه لگانا اولين اهميت كا حامل هے كيونكه ان عناصر جيسے V, Cu, Mn, Fe, Ni وغيره كى موجودگى بڑے سالمات كو توڑنے كے عمل (Cracking) ميں استعمال هونے والے تماسى عامل كى عمل انگيزى ميں ركاوٹ ڈالتے هیں۔

(4) نباتات اور مٹی (Plants & Soil)

پودوں اور مٹی ميں تقريباً 40 عناصر كى تحليل اخراج طيف نمائى سے كى جاتى هے يه پودوں ميں ان كى قلت كے مسئلے كى تشخيص ميں مددكرتا هے۔

(5) حيوانات اور انسان (Animals & Human)

حيوانات اور انسانوں كے نسيجات ميں حياتياتى عناصر جيسے Na, K, Zn, Cu, Ca, Mg, Ni, Fe كى موجودگى كا پتہ لگانا اس طريقے كے استعمال سے ممكن هے۔

(6) الڪٹرو نكس ميں (In Electronics)

مصنوعات كى تيارى ميں بيش قيمتى دهاتوں كى نگرانى كى جاسكتى هے۔ بھرتوں كے كوڑے اور الڪٹرانك مادے سے انھیں دوباره حاصل كيا جاسكتا هے۔

(7) سفاليات (Ceramics)

اس طريقه كار كا استعمال كر كے سرامك (سفال) ميں موجود كمياب عناصر معلوم كيے جاسكتے هیں۔

اخراجى طيف نمائى كے دوسرے اهم اطلاقات ميں درج ذيل تجزيات شامل هیں۔

- (الف) دھاتیں (N_2 اور آکسیجن کے لئے)
- (ب) المونیم (کوبالٹ (Co) کی قلیل مقدار کے لئے)
- (ج) خون (C, Zn, Cu) کی قلیل مقدار کے لئے)
- (د) لیلہ (Pancreas) نسیجات (Zn) کے لئے)
- (و) گریفائیٹ (Co, Noi, Mo, V) کی قلیل مقدار کے لئے)
- (ہ) انتہائی خالص تیزاب اور دوسرے تجزیاتی عامل (کئی عناصر کی قلیل مقدار کے لئے)

8.8 اکتسابی نتائج

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طلبہ نے حسب ذیل معلومات کو حاصل کیا۔

- جوہری اخراج طیف نمائی (AES) کی معلومات حاصل کی۔
- جوہری اخراج طیف نمائی میں شامل اصول کے بارے میں جاننا۔
- جوہری اخراج طیف نمائی کی آلہ سازی کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- آتشی ضیاء پیمائی کے تداخل کے بارے میں جاننا۔
- جوہری اخراج طیف نمائی کی جانچ کے طریقے کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- جوہری اخراج طیف نمائی کی مقداری تجزیہ میں اطلاقات کے بارے میں جاننا۔

8.9 کلیدی الفاظ

- جوہری اخراج طیف نمائی (AES): جوہری اخراج یا شعلہ اخراج یا آتشی ضیاء پیمائی طیف نمائی کی مخصوص شاخ ہے جس میں جوہروں کو مشتعل کرنے کے لئے شعلہ کا استعمال ہوتا ہے۔
- شعلہ مبداء (Flame Source): شعلہ ضیاء نمائی میں مبداء گیس بہاؤ ضابطہ جوہر ساز اور برنز مشتمل ہے شعلہ ضیاء نمائی تجزیہ خاص طور پر متغیر جیسے ایندھن اور تکسیدی عامل کی بہاؤ شرح، نمونہ کی دنول (درآمد) محلول کے قطروں کی جسامت پر منحصر ہوتی ہے۔
- بصری اور برقیاتی نظام (Optical & Electronic System): شعلہ اخراج خطوط یا پیٹوں کو فلٹریا ایک لونی رنگار استعمال کر کے علیحدہ کیا جاسکتا ہے جو آلہ فلٹر استعمال کرتا ہے اُسے شعلہ ضیاء پیمائیا اور جس میں ایک لونی رنگار استعمال ہوتا ہے اُسے شعلہ طیف ضیاء پیمائیا کہتے ہیں۔

8.10 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

1. شعلہ ضیاء پیمائی کو کون سی طیف پیمائی سے بھی موسوم کیا جاتا ہے؟
2. AES کی مکمل شکل لکھئے۔
3. AES استعمال کر کے کس قسم کے اشعاع کی تحقیق کی جاتی ہے؟
4. برقی شعلہ ضیاء پیمائی کے بنیادی اجزاء کون سے ہیں؟
5. شعلہ ضیاء پیمائی میں ہم دبا و ضابط اور بہا و کیوں استعمال کرتے ہیں؟
6. شعلہ ضیاء پیمائی کا کون سا جز شعلہ میں مائع نمونہ داخل کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے؟
7. AES میں شعلہ اخراج لکیریں یا پٹیاں کی علیحدگی حاصل کیا جاتا ہے؟
8. منع یا کھوجی کے برتاؤ کی بے قاعدگیوں کی وجہ سے کون سی غلطیاں پیدا ہوتی ہیں؟
9. خون میں موجود چند قلیل عناصر لکھئے۔
10. منحنی کا نام دیجئے جو کیمیائی جز کے معلوم مقدار کا استعمال کر کے کھینچی (بنائی) جاتی ہے؟

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1. شعلہ ضیاء پیمائی میں شامل اصول لکھئے۔
2. شعلہ ضیاء پیمائی کا ترتیبی خاکہ بنائیے۔
3. شعلہ ضیاء پیمائی میں جو ہر ساز اور برز کے کردار کی وضاحت کیجئے۔
4. طیفی تداخل سے آپ کیا مراد لیتے ہیں؟ بیاں کیجئے۔
5. مندرجہ ذیل کی تعریف لکھئے۔ (الف) مثبت رواں تداخل (ب) منفی رواں تداخل
6. معیاری اضافی طریقے کی وضاحت کیجئے۔
7. تعین معیار منحنی کو استعمال کر کے آپ عنصر کی مقدار کا تجزیہ کیسے کرو گے۔
8. AES کے درج ذیل میں اطلاقات لکھئے۔

(الف) دھاتیں اور بھرتیں (ب) تیل (ج) نباتات اور مٹی

9. اندرونی معیار طریقہ استعمال کر کے آپ لوہے میں موجود میگنیز (Mn) کا تخمینہ کیسے کرو گے۔
10. اندرونی معیاری طریقہ پر نوٹ لکھئے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

1. AES میں شامل اصول اور آلات سازی کی تشریح کیجئے۔
2. شعلہ ضیاء پیمائی میں عناصر کے تجزیہ کے دوران واقع ہونے والے مختلف اقسام کے تداخل پر نوٹ لکھئے۔

3. AES کو استعمال کر کے تحلیل نفسی میں استعمال ہونے والے مختلف اقسام کے جانچ (قدر پیمائی) کی وضاحت کیجئے۔

4. جوہری اخراج طیف پیمائی کے اطلاقات بیان کیجئے۔

5. مندرجہ ذیل نوٹ لکھئے۔

(الف) جوہر ساز اور برنز (ب) کیمیائی تداخل (ج) AES کے علم معدن میں اطلاق

8.11 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

- (1) A Text Book of Spectroscopy, By M.S. Vadav, Secon Revised Ediction on 2003, Published by for Anmal Publication Pvt, Ltd. New Delhi
- (2) Fundamental Principles of Spectroscopy , By B.K. Sharma, Goel Publishing House, Least Edition.
- (3) Atkins P.W. & De Paula .J (2010), Physical Chemistry Oxford University Press(10th Edution).
- (4) Banwell C & Mc Cash E. (1994), Fundamentals of Molecular Spectroscopy, 4th Edition, Ed. Mc Graw Hill, England.

اکائی-9 : حراری طریقے-1

(Thermal methods – I)

اکائی کے اجزا

- | | |
|------|---|
| 9.0 | تمہید |
| 9.1 | مقاصد |
| 9.2 | حرارتی تجزیاتی طریقوں کی جماعت بندی |
| 9.3 | حرارتی ثقل پیمائی تجزیہ (TGA) |
| 9.4 | TGA نظریہ |
| 9.5 | TGA میں وزن کی تبدیلی کا میکائی عمل |
| 9.6 | حرارتی ثقل پیمائی تجزیہ منحنی (TGA Curve) |
| 9.7 | TG منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل |
| 9.8 | مرکب کے فی صد تحلیل اور بناوٹ کی تحسیب |
| 9.9 | حراری ثقل پیمائی تجزیہ کی حدیں اور فائدے |
| 9.10 | حراری ثقلی تجزیہ کے اطلاق |
| 9.11 | اکتسابی نتائج |
| 9.12 | کلیدی الفاظ |
| 9.13 | نمونہ امتحانی سوالات |
| 9.14 | تجویز کردہ اکتسابی مواد |

9.0 تمہید

تجزیاتی کیمیاء کا تعلق قدرتی اور مصنوعی مادوں کے کیمیائی اجزاء کی علیحدگی شناخت اور تعین مقدار سے ہے۔ اس کی بنیاد کیفی تجزیہ (نمونہ میں کیمیاء جنس کی شناخت) اور مقداری تجزیہ (ایک یا ایک سے زائد کیمیائی اجزاء کی مقدار) اکثر تجزیہ سے پہلے اجزاء کی علیحدگی انجام دی جاتی ہے۔ تجزیاتی طریقوں کو دو طریقوں ٹکسالی اور آلاتی میں الگ کیا جاسکتا ہے۔

مقداری تجزیہ کی قدیم اور اہم تکنیک ثقلی تجزیہ ہے۔ ثقل بیہائی میں مادے کی کمیت میں تبدیلی کی بیہائش کر کے مادے کی کمیت یا مقدار کا تعین کرنے کے لئے عام طور پر استعمال ہوتا ہے۔

ثقل بیہائی میں آلاتی غلطی کی بہت کم گنجائش ہوتی ہے۔ ثقلی تجزیہ میں کمیت یا مقدار کی تحسیب کے لئے ہمیں کسی معیاری سلسلے کی ضرورت نہیں ہوتی ثقلی تجزیہ کی بڑی دشواری یہ ہے کہ یہ ایک وقت طلب طریقہ ہے تاہم ثقل بیہائی ایک سادہ طریقہ ہے ہر کوئی کیمیائی نوع کے کمیت یا مقدار کا تعین کسی خاص مہارتی مدد کے بغیر انجام دے سکتا ہے۔ اس طریقے کے لئے صرف چند بنیادی آلات (Precipitative Gravimetry) سادہ کٹھالی (Crucible) برنز (Buner) اور ترازو (Balance) کی ضرورت ہوتی ہے۔ تاہم اس طریقے کی ہلانے کی حد نو افزودگی اور حساسیت پر کچھ سوالات تھے۔ ثقل بیہائی (Physical Gravimetry) کی ان خامیوں پر حراری طریقے جیسے حراری ثقل بیہائی تجزیہ (Thermal Gravimetry Analysis) کے ذریعہ کچھ حد تک قابو پایا گیا کسی نمونہ کی کیمیائی اور طبعی خصوصیات کی بیہائش کے ذریعہ کسی مادے کی کیمیائی اور طبعی تبدیلی کی کھوج کے ذریعہ حرارتی طبعی خصوصیات کی وضاحت کرنے کا حراری تجزیہ ایک مستحکم طریقہ ہے۔ اس طریقے کو Mckenzie 1979 نے پیش کیا تھا اور اسے حرارتی تجزیہ کے لئے بین الاقوامی غور و فکر (ICTA) نے قبول کیا۔ عام طور پر چار اقسام کے ثقلی تجزیہ ہیں یعنی طبعی ثقل بیہائی (Physical Gravimetry)، حرارتی ثقل بیہائی (Thermal Gravimetry)، رسوبی ثقل بیہائی (Precipitative Gravimetry) اور برقی خانگی (Electrodeposition) ان میں صرف تجزیاتی مادہ کی تیاری سے پہلے وزن کرنے کا فرق ہے جو کیمیائی مادہ تجزیہ کے اہل ہوتا ہے اسے تجزیاتی مادہ (Analyte) کہتے ہیں۔ طبعی ثقل بیہائی کا عام طور پر ماحولیاتی انجینئرنگ (Environmenta Engineering) میں استعمال ہوتا ہے۔ اس باب میں خصوصاً حرارتی تجزیاتی طریقوں پر روشنی ڈالی جائے گی۔ حرارتی ثقلی بیہائی کی خامیوں دوسرے حرارتی تجزیاتی طریقوں کو منظم کر کے دور کی گئی۔ جیسے تفریفی حرارتی تجزیہ (DTA) تفریفی جائزہ حرارہ بیہائی (DSC)، حراری میکانات تجزیہ (TMA) فعال میکانات تجزیہ (DMA)، حرارت بیہائی معائرت (TTA) اچھے بہتر آلات جیسے واحد پان ترازو (Single Pan) (Alance) خشک کرنے کے لئے بہتر تنور (Oven)، حراری جفت (Thermo Couple)، انا لوگ (Analog) جو تنور کی تپش کو معین تپش تک بڑھانے کے لئے استعمال ہوتے ہیں ان کی دستیابی سے اس طریقے میں قابل لحاظ بہتری نظر آتی ہے۔ اس باب میں ہم بنیادی طور پر DTA, TGA اور DSC پر گفتگو کریں گے حرارتی تجزیہ سے مادہ کی خصوصیات جیسے کثافت، حرارتی قیام پذیری خالصیت، نقطہ ابال، نقطہ پگھلاؤ، عبوری حرارت، حرارت نوعی، انتقالی حرارت، تماسی عامل کے حرکی مطالعہ کی معلومات فراہم کر سکتا ہے۔

9.1 مقاصد

اس اکائی میں طلباء ذیل کے متعلق واقفیت حاصل کریں گے۔

- حرارتی تجزیاتی طریقے
- حرارتی ثقلی تجزیات

- تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA)
- جائزہ حرارہ پیمائی تجزیہ (DSC)
- TGA کے اصول
- TGA میں استعمال ہونے والی آلات سازی
- TGA کا نظریہ
- سکونی اور متحرک TGA
- حرارتی ثقلی تجزیہ منحنی (TGA Curve) یا نقشہ تپش (Thermogram)
- TGA استعمال کر کے مرکب میں عناصر کی ترتیب اور فی صد انحلال کا شمار (% Decomposition)
- TGA کی خوبیاں
- TGA کی تحدیدات
- $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ کی TGA منحنی
- Calcium oxalate mono Hydrate ($CaC_2O_4 \cdot H_2O$) کی TGA منحنی
- Zinc hexa fluora Silicate ($ZnSiF_6$) کا TGA

9.2 حرارتی تجزیاتی طریقوں کی جماعت بندی

حرارت پیمائی یا حرارتی تجزیاتی طریقوں میں واضح تجزیاتی اوزار جن میں مختلف تکنیک شامل ہیں۔ ذیل میں حرارتی تجزیاتی طریقوں

کی جماعت بندی دی گئی ہے۔ جدول (Table 9.2)

1- حرارتی ثقل پیمائی (TGA)

2- تفریقی حرارتی تجزیہ نگاری (DTA)

3- جائزہ حرارہ پیمائی تجزیہ (DSC)

4- حراری میکا نکل تجزیہ (TMA)

5- حرارت پیمائی معاشرتی تجزیہ (TTA)

6- متحرک میکا نکل تجزیہ

حرارتی تجزیہ میں مادہ کی طبعی خصوصیات اور (یا) اسکے ماخذ کی پیمائش تپش یا وقت کے تفاعل کے طور پر کی جاتی ہے۔ جب کہ مادہ

مخصوص فضاء میں باقاعدہ تپش نظام کے زیر حکم ہوتا ہے۔

جدول 9.2 :- حرارتی پیمائش تکنیک اور ناپی جانے والی خصوصیات

| اکائی | خصوصیت | طریقہ |
|---------------------------------|-----------------------|-------|
| گرام | کمیت | TGA |
| μV^2 یا $^{\circ}C$ | تپش کا فرق | DTA |
| $W = J / \text{sec}$ | انتھالپی (حرارت نوعی) | DSC |
| μV^{α} یا $^{\circ}C$ | تپش کی تبدیلی | TTA |
| میٹر | تنزل | TMA |
| $Pa = N / m^2$ | برقی رو | DMA |

مادے کی عمل تبخیر عمل خشک سازی (Dehydration)، عمل تحلیل اور عمل تھکسید سے تبدیلی کی پیمائش میں TGA مددگار ہوتا ہے۔ حرارت زا اور حرارت خور مظاہر کی پیمائش TGA کے استعمال سے کی جاسکتی ہے ساتھ ہی TGA اور DTA باہم مربوط پیمائش کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ DSC گھلنے، شیشہ عبوری، مخصوص گنجائش حرارت، کیمیائی عملات اور حرارت نوار پیمائش میں مفید ہوتا ہے۔

9.3 حرارتی نقل پیمائی تجزیہ (TGA)

9.3.1 تعارف

غیر نامیاتی نقل پیمائی تجزیہ میں تجزیاتی رسوب کے خشک کرنے یا جلانے کی تپش کی بڑی اہمیت ہوتی ہے۔ ابتداء میں ایسا مشاہدہ تھا کہ تجزیاتی رسوب Oven یا برتر کے مبہم تپش پر سرخ ہونے تک جلانے پر $100-120^{\circ}C$ تک خشک ہو جاتے تھے۔ حالیہ کچھ سالوں میں جدید ترقی یافتہ صد اہند حراری ترازو تیار ہونے سے یہ سب تبدیل ہو چکا ہے۔

Duval Etall (1953) کے مطابق اصل مادے کی ترتیب اور حرارتی قیام پذیری اور ماء اور ماء باقی (Residue) کی ترتیب کوشے کے وزن کی تبدیلی کے پیمائش بمقابل تپش منحنی سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ حراری نقل پیمائی تجزیہ (TGA) نمونہ وزن تبدیلی منحنی کے تجزیہ سے تعلق رکھتا ہے۔ پس TGA حرارتی استقرائی تغیر سے متعلق کسی بھی وزن کی تبدیلی کی مقدار پیمائش مہیا کرتا ہے اگرچہ اس میں دستی ریڈنگ طریقہ سے کام لیتے ہیں لیکن خود کار ریڈنگ حراری توازن کا استعمال کرتے ہوئے وزنی تبدیلی بمقابل نمونہ تپش منحنی کی راست پیمائش کی جاسکتی ہے۔ موجودہ زمانہ میں خود کار لگاتار ریکارڈنگ حرارتی توازن کی تجارتی دستیابی کی وجہ سے حراری نقل پیمائی تجزیہ (TGA) بہت استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ توازن متغیر اور درست ہوتے ہیں۔ پہلا حراری توازن 1944 میں Chevenard نے تیار کیا تھا اور

اسے (Duvaletal (1953) نے بکثرت استعمال کیا TGA میں قابو فضاء (He, N₂, Air, Argon) پر نمونہ کا وزن تپش یا وقت کے تقابل کے طور پر بڑھتی ہوئی تپش پر ریکارڈ کیا جاتا ہے۔

9.3.2 حرارتی نقل پیمائی تجزیہ (TGA) کی تعریف

تجزیاتی طریقہ جس میں تشخصی نظام کے وزن میں تبدیلی شامل ہے جب تپش میں متعین اگر تزیجی طور پر خطی شرح میں اضافہ ہوتا ہے اُسے حرارتی نقل پیمائی (TGA) کہتے ہیں۔

9.3.3 حراری نقلی تجزیہ (TGA) کے اقسام

حراری نقلی تجزیہ کے بالعموم دو اقسام ہیں۔

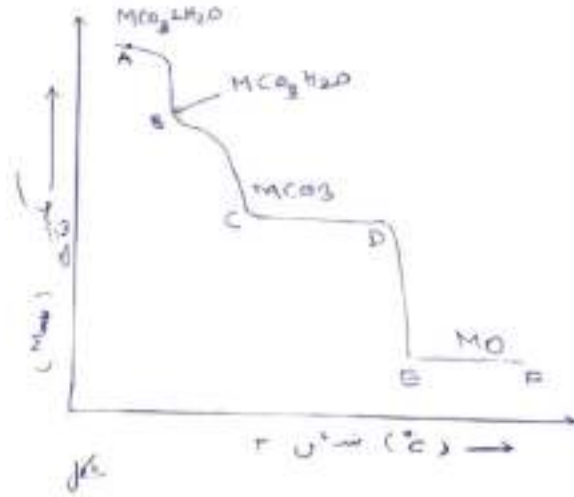
(1) حرکی حراری نقلی تجزیہ (TGA): تجزیہ کی اس قسم میں نمونہ کو حلاتی شرائط کے ساتھ عمومی خطی تپش جو لگانا (مسلل) وقت کے ساتھ بڑھتی ہے میں رکھا جاتا ہے۔

(2) ہم تپشی یا سکونی حراری نقلی تجزیہ: اس قسم کے تجزیہ میں نمونہ کو ایک معین وقفہ کے لئے مستقل تپش پر رکھا جاتا ہے اس دوران وزن کی تبدیلی کو ریکارڈ کیا جاتا ہے۔

9.3.4 حراری نقلی تجزیہ کا اصول

حراری نقلی تجزیہ (TGA) کے اصول کو ایک قیاسی مرکب $MCO_3 \cdot 2H_2O$ کی گھٹنے وزن منحنی کی مثال کے ذریعہ سمجھایا جاسکتا ہے جیسا کہ شکل (1) میں دکھایا گیا ہے۔ شکل (9.34) سے یہ ظاہر ہوتا ہے۔ کہ A پر پانی کے اخراج کی ابتداء ہوتی ہے۔ A پر تپش کو کم از کم گھٹتے وزن تپش کہتے ہیں۔

(Stoichiometry) کی وجہ سے منحنی میں B پر ایک ٹوٹ ہو کر $MCO_3 \cdot H_2O$ پر پہنچتی ہے۔ مزید گرمانے کے نتیجے میں بے آب MCO_3 کے خشک ہونے کی تپش C اور D کے درمیان کہیں ہوگی۔ C اور D کی قیمتیں بٹھی گرمانے کی شرح پر منحصر ہوتی ہے کم حرارت شرح تپش کی قدر کو نقطہ D پر گھٹادے گی MCO_3 سے CO_2 کے اخراج شروع ہو کر E سے F تک MO وزن سطح ملتی ہے اصل نمونہ، میانی مرکب اور آخری حاصل مرکب کی حراری قیام پذیری کی تحقیق منحنی کے مختلف خطوں کی جانچ کرنے پر ہوتی ہے۔ یہاں پر کیمیائی مرکبات کی بڑی تعداد ہے جو گرمانے پر ہمیشہ تحلیل ہوتے ہیں۔ جو TGA کا بنیادی اصول بناتے ہیں یعنی نمونہ کو گرمانے پر قابل مشاہدہ وزنی تبدیلی ہوتی ہے۔

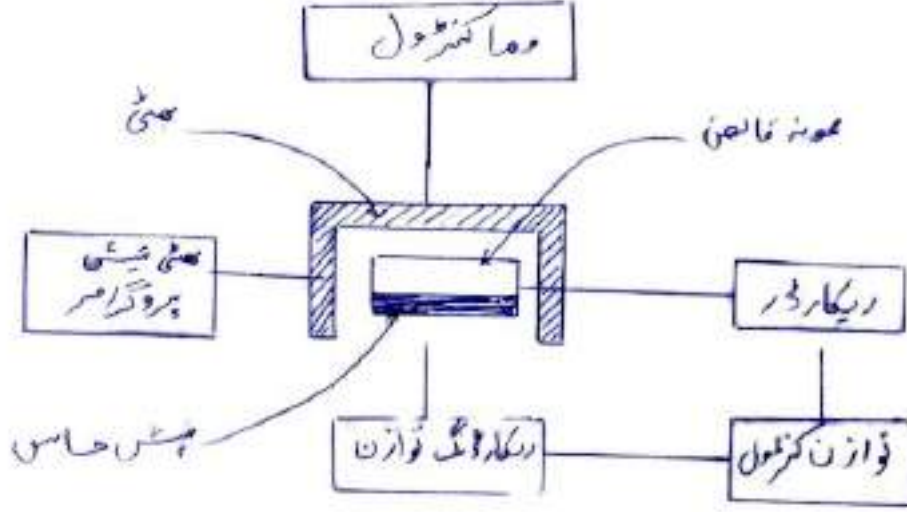


شکل (9.3.4) TGA Curve of hypothetical compound $MCO_3 \cdot 2H_2O$

TGA ایک مخصوص تپش پر کمیٹی نقصان کو صرف مفصل و منظم بنانے میں مدد کر سکتا ہے۔ یہ کمیٹی نقص میں شامل نوع کی شناخت نہیں کر سکتا نوع کے تعلق سے معلومات حاصل کرنے کے لئے TGA کے کمپیوٹر نتیجہ (output) کو FTTR یا کثیر الاطلاق طیف پیا (Mass Spectrometer)، (TGA/MS یا TGA/FTTR) سے جوڑنا ضروری ہوتا ہے۔ X-Ray انکسار امواج اور الیکٹرون جائزہ خوردبین (Scanning Electron Microscope SEM) یا گیس کھوجی آلہ کا استعمال دوسرے راستے ہو سکتے ہیں۔

9.3.5 آلات و اوزار سازی (Instrumentation)

حرارتی ثقلی تجزیہ (TGA) کا اصول اس حقیقت پر مبنی ہے کہ کسی نمونہ کو بڑھتی ہوئی تپش پر گرمایا جائے اور لگاتار اس کا وزن کیا جائے نمونہ کو لگاتار حرارتی توازن (Thermobalance) آلہ کے ذریعہ وزن کیا جاتا ہے جدید حراری توازن کا شکل-2 میں ترتیبی خاکہ دیا گیا ہے۔ جو ذیل کے اجزاء پر مشتمل ہے۔ (i) ریکارڈنگ توازن (Recording Balance) (ii) بھٹی (Furnace) (iii) بھٹی پروگرامر یا حراری جفت (Furnace Programmer or Controller) (iv) ریکارڈنگ آلہ (Recording Device)



شکل - (9.3.5): (جدید حراری توازن) TGA کا ترتیبی خاکہ / آلہ واوزار سازی

حراری توازن کا اہم ترین جزو ریکارڈنگ توازن ہے۔ اس کی لازمی شرط ہے کہ یہ حساسیت صداقت، گنجائش، دوبارہ تیار کیے جانے کی صلاحیت والا ہو تپش کے لئے غیر حساس ہونا ضروری ہے۔ توازن میں درج ذیل اہم امتیازی خصوصیات ضرور ہونا چاہئے۔

1- یہ نمونہ کے وزن کی تبدیلی کو تپش اور وقت کے تفاعل کے طور پر لگاتار ریکارڈنگ کرنے کا اہل ہونا چاہئے۔

2- تپش کو بڑی حدوں 2000°C یا اس سے زیادہ تک کا احاطہ کرنا چاہئے۔

3- تپش کو $\pm 1^{\circ}\text{C}$ سے بہتر درستگی کے ساتھ ریکارڈ کرنا چاہئے۔

4- اس میں اونچے درجے کی میکاکی اور الیکٹرونی قیام پذیری ہونا چاہئے۔

5- اس میں وزن کی تبدیلی کی حد کو ترتیب دینے کی اہلیت ہونا چاہئے۔

6- ریکارڈنگ کی گئی تپش تصوراً مثالی نمونہ کی تپش ہی ہونا چاہئے۔

7- آلہ کی تپش کی مکمل حد میں گرمی کی شرح خطی اور دوبارہ تیار کرنے لائق ہونا ہی چاہئے۔

بھٹی تپش کے لئے حساس ہوتی ہے اونچی تپش ($1000 - 2500^{\circ}\text{C}$) کی تاب لاسکے اور اس کی بناوٹ تبدیل نہ ہو۔

گر (Reactor) میں بارگیر گیس Ar یا N_2 (Carrier Gas) مادہ کو تسکید سے روکتی ہے۔ نمونہ قابض (کھٹالی، تو، ٹوکری، بھی کہتے

ہیں) جس میں نمونہ oven (بھٹی) میں اپنے مقام توازن سے جڑے گار (Quartz) کی شہتیر (بلی) پر رکھا جاتا ہے۔ نمونہ قابض مختلف

بناوٹ کے ہو سکتے ہیں ان کا کیمیائی اور حرارتی طور پر غیر عامل ہونا ضروری ہے توازن باقی حصہ بھٹی سے الگ رکھا جاتا ہے نمونہ قابض

پلائٹم، المونیم یا الیمینا (Al_2O_3) کے ہوتے ہیں۔ زیادہ تر پلائٹم کا استعمال اس کے غیر عامل نوعیت اور صفائی کی آسانی کے لئے ہوتا ہے۔ بھٹی

کو حراری جفت کے ذریعہ قابو میں رکھا جاتا ہے۔ حراری جفت کو بھٹی برقی لچھوں (Furnace Winding) سے ممکنہ حد تک قریب رکھا

جاتا ہے۔ TGA میں Nichrome (نیکروم) برقی لچھے اور Rhodium, Pt حراری جفت زیادہ تر استعمال ہوتے ہیں یہ حراری جفت

بالترتیب 1000°C سے 1450°C تک اونچے تپش تک سازگار ہوتے ہیں گریفائیٹ بھٹی کا استعمال کر کے بہت اونچی تپش بھی حاصل ہو سکتی ہے۔ لیکن اتنی تپش کو قابو میں رکھنے اور پیمائش کرنے میں مشکلات آسکتی ہیں۔

تپش کی پیمائش کا زیادہ عام طریقہ حراری جفت کا استعمال ہے۔ Alumel یا Cromel کا حراری جفت 1100°C تک تپش کی پیمائش کے لئے مناسب ہے۔ 1750°C تپش تک Pt-Rh حراری جفت استعمال ہوتے ہیں۔ اس سے زیادہ اونچی تپش کے لئے Rhenium یا Tungsten حراری جفت مناسب ہیں۔ وزن کا خسارہ ضیاء حساس دو برقی رے (Diodes) کے ذریعہ ریکارڈ کیا جاتا ہے یہ دو برقی رے نمونہ کے وزن میں تبدیلی سے کرنوں کے جھکاؤ کو محسوس کرنے کے لئے استعمال ہوتے ہیں برقی رو کی مقدار نمونہ کے وزن کی تبدیلی کے تناسب میں ہوتی ہے عموماً گرمانے اور سردانے کی شرح $5-10^{\circ}\text{C}$ فی منٹ مانی جاتی ہے نمونہ کی مقدار جس کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ $1-300\text{ mg}$ تک ہو سکتی ہے۔

9.4 TGA نظریہ

حراری ثقل پیمائی تجزیہ (TGA) کیمیائی اجزاء کے وزن میں تبدیلی کی پیمائش تپش میں تبدیلی کی نسبت سے کرتا ہے۔ پیمائش کی گئی وزن کی کمی منحنی نمونہ کی ترتیب میں تبدیلی حرارتی قیام پذیری اور نمونہ میں کیمیائی تعاملات کے لیے حرکی دائرہ کار کی معلومات دینا ہے۔ TGA درج ذیل دائرہ کار کے بارے میں معلومات دیتا ہے۔

- (1) مادے کے حراری قیام پذیری
- ترکیبی عمل (تحلیلی میکازم) کی تشریح کرتا ہے مادے کی شناخت اور ضابطہ معیار کے لئے نشان انگشت (انفرادی خصوصیت) ہے۔
- (2) مادے کی تکسیدی قیام پذیری
- دھاتوں کی ہوا میں تکسید نامیاتی مرکبات کی ہوا / آکسیجن میں تکسید غیر عامل فضاء میں حراری تحلیل۔
- (3) کثیر اجزاء نظام کا ترکیبی عمل
- کثیر اجزاء نظام کا برتاؤ تپش پیمانے پر کافی مختلف ہوتا ہے۔ شناخت اور تعامل کا میکازم واضح کیا جاسکتا ہے۔
- (4) حاصلات (Product) کے وقفہ حیات کا تخمینہ لگاتا ہے۔
- (5) مادہ حرکی تحلیل: تعامل کی شرح اور افسرودگی کی توانائی
- (6) تاگلی (Corrosive) اور تعالیٰ فضاء کا مادے پر اثر یعنی تاگل اور تکسیدی عمل کا مطالعہ
- (7) مادے کی رطوبت اور طیران پذیر مشمولات، رطوبت کا زیاں خشکنندہ اور اخراج رطوبت

9.5 TGA میں وزن کی تبدیلی کا میکانیکی عمل (Mechanism)

درج ذیل تعملات کی وجہ سے وزن میں کمی واقع ہوتی ہے۔

- 1- تحلیل (بوسیدگی) کییمیائی بندشوں کا ٹوٹنا
 - 2- تبخیر: تپش میں اضافے سے طیران پذیر مرکبات اور رطوبت کا کم ہونا۔
 - 3- تھویل:- نمونہ کا تھویل فضاء (وغیرہ H_2, N_2) سے تعمل کرنا۔
 - 4- جذب مادوں کا اخراج
- TGA میں نمونہ کے وزن میں اضافہ ذیل کی وجہ سے ہوتا ہے۔
- 1- تکسیدی عمل: نمونہ کا تکسیدی فضاء سے تعمل کرنا۔
 - 2- انجذاب یا احتساب

9.6 حرارتی نقل پیمائی تجزیہ منحنی (TGA Curve)

مادہ کی کمیت بنام تپش خاکہ کو نقشہ حرارت (Thermogram) یا حرارتی نقل پیمائی منحنی یا TG منحنی کہتے ہیں۔ اعلیٰ ترین مثالی نقشہ حرارت (منحنی TG) ذیل میں دکھایا گیا ہے۔ (شکل - 9.6)

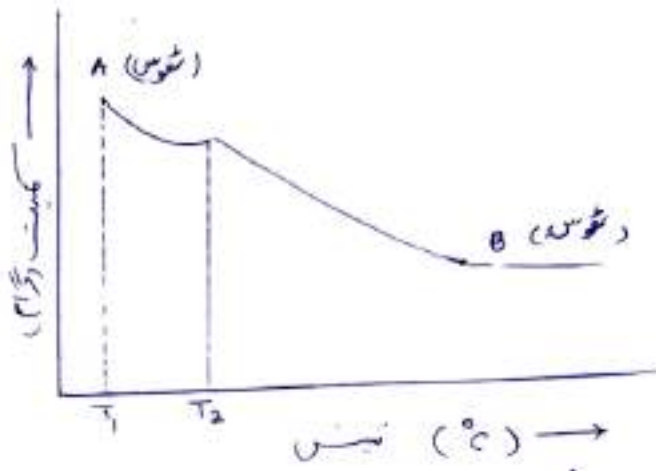


Fig-9.6: Thermogravymetric Curve:

اوپر کی TG منحنی میں ہمیں دو خطے نظر آتے ہیں۔

- 1- خطہ I- افقی خط کمیت میں کسی تبدیلی کو ظاہر نہ کرنے والا خط ہے یعنی T_1 اور T_2 تک مادہ حرارت کے لئے مستحکم ہے۔
- 2- خطہ II- کا انحطاط پذیر ہونا (گرنا) وزن میں کمی کو ظاہر کرتا ہے وزن میں کمی کی وجہ سے پانی کی کمی، تحلیل، نظہیر، خشک سازی یا تبخیر وغیرہ

3-TG منحنی سے فرہم کی گی حرارت قیام پذیری انجینئرس (Engineers) کے لئے اہم ہے کیونکہ یہ تپش کے حدود کو ظاہر کرتا ہے کہ کس مادے جیسے بھرتیں تعمیراتی مادے، پالی مر اور اونچی دباؤ کھل بدن (Valve) کا کتنی تپش حدود میں استعمال محفوظ ہے۔ دوسری معلومات جو TGA منحنی سے ملتی ہے وہ یہ ہے کہ دی گئی تپش پر نمونہ کو گرمانے پر وزن میں کتنی کمی واقع ہوتی ہے۔ ان معلومات سے غیر نامیاتی کیمیاء داں (کیمیاء گر) مرکب کے اجزاء معلوم کر سکتا ہے اور اس کی تحلیل میں شامل عملات پر دھیان دے سکتا ہے۔

9.7 TG منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل

اگر نظام کا مطالعہ مختلف حرارتی توازن سے کیا جائے تو ہر معاملہ میں حاصل ہونے والی TG منحنی کی بناوٹ مختلف آلات کے لئے مختلف ہوتی ہے۔ TG منحنی پر جو عوامل اثر انداز ہو سکتے ہیں انھیں دو اہم گروپوں میں جماعت بند کیا جاسکتا ہے۔

I- آلاتی اثریاء عوامل II- نمونہ کی امتیازی خصوصیات

I- آلاتی اثریاء عوامل

(الف) گرمانے کی شرح اگر مرکب کو گرمانے کی تیز شرح پر گرمایا جائے تو تحلیل کی تپش دھی شرح پر گرمانے سے زیادہ ہوگی مثلاً پیچیدہ مرکب $[\text{CO}(\text{NH}_3)_4(\text{CN})(\text{H}_2\text{O})\text{CO}(\text{NH}_3)](\text{ClO}_4)_4$ کے پالی مر ائزیشن کے عملات کے لئے تحلیلی تپش 5°C فی منٹ گرمانے کی شرح کے لئے 151°C اور 10°C فی منٹ گرمانے کی شرح کے لئے 159°C اور 15°C فی منٹ گرمانے کی شرح کے لئے 15°C ہوتی ہے۔

(ب) بھٹی کی فضاء کا اثر

TG منحنی پر بھٹی کی و فضاء کا نمایاں اثر ہوتا ہے۔ مثلاً اطراف کی فضاء نائٹروجن (N_2) کے بجائے کاربن ڈائے آکسائیڈ (CO_2) کی استعمال کی جائے تو کیشیم کاربونیٹ کی تحلیل زیادہ اونچی تپش پر ہوگی۔

(ج) نمونہ قابض (Sample Holder)

نمونہ قابض کی بندشی شکل (TG Geometry) منحنی کی ڈھلان (slope) کو تبدیل کر سکتی ہے۔ مختلف گنجائش کے چھٹی پلیٹ سے گہرے کھٹال تک حد میں اور ان کی تیاری میں استعمال ہونے والے مادے شیشہ سے المینا اور Ceramic سے مختلف دھاتیں اور دھاتی بھرتیں تک۔

II- نمونہ کی امتیازی خصوصیات

- (الف) نمونہ کا وزن: اگر نمونہ کی مقدار زیادہ استعمال کی جائے تو تپش بڑھنے پر منحنی خطی سے انحراف واقع ہوتا ہے۔
- (ب) نمونہ کے ذرات کی جسامت: نمونہ کے ذرات کی جسامت بدلنے پر عمل کی شرح بدلتی ہے اس لئے منحنی کی بناوٹ بدلتی ہے۔
- (ج) حرارت عمل: حرارت عمل نمونہ کی تپش اور بھٹی کی تپش کے درمیان فرق کو بدلے گی۔

9.8 مرکب کے فی صد تحلیل اور بناوٹ کی تحسیب

فی صد تحلیل کی تحسیب: سائلے کی فی صد کمی تحسیب کے لئے ذیل کے مراحل استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

مرحلہ -1 نمونہ کا سالمی وزن محسوب کیجئے۔

مرحلہ -2 ممکنہ تحسیب کیجئے جیسے پانی کا سالمی وزن 18

مرحلہ -3 سالمی وزن کو کل سالمی کیمت سے تقسیم کر کے 100 سے ضرب دیجئے ہمیں TGA ترسیم پر دکھائے گے فی صد کے نزدیک فی صد ملے گا۔

پانی کا سالمی وزن = 18 gm

مثلاً $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ کا عالمی وزن gm = 287.55

پہلے مرحلے میں کل وزن کی کمی 6% ہے۔ (TGA منحنی سے)

$$\frac{m_i - m_f}{m_i} = \text{وزن کی کمی فی صد}$$

جہاں m_i = ابتدائی کیمت

m_f = آخری کیمت

$$\frac{18}{287.55} = 0.62 = \text{اب فی صد وزن}$$

$$0.62 \times 100 = 6\% = \text{فی صد وزن}$$

اس کا مطلب پہلے مرحلے میں پانی کا سالمہ کم ہوا ہے۔

فی صد تناسب کی تحسیب:

مثال 0.250 g کیشیم ہائیڈروآکسائیڈ $(Ca(OH)_2)$ کی TGA میں مختلف تپش پروزن میں کمی درج دیل ہے۔

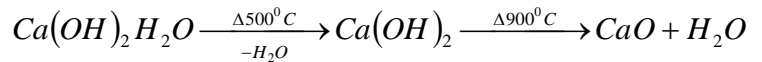
$$(1) \quad 100 - 150^\circ C \text{ پر } 0.021 \text{ g (جاذب رطوبت پانی کی کمی)}$$

$$(2) \quad 500 - 560^\circ C \text{ پر } 0.035 \text{ g (آب کشی)}$$

$$(3) \quad 900 - 960^\circ C \text{ پر } 0.0233 \text{ g (انتشار پذیری)}$$

$Ca(OH)_2$ کی ترکیب کیا ہوگی؟

حل ذیل کا تعامل فرض کر کے ترکیب محسوب کی جاسکتی ہے۔



$$\frac{0.021 \times 100}{0.250} = 8.4\% = \text{جاذب رطوبت پانی کی مقدار}$$

سالمی وزن سے $Ca(OH)_2 = 74$ $H_2O = 18$

$$\frac{74 \times 0.035}{18} = \text{پانی نکلے (بے آب) } Ca(OH)_2 \text{ کی مقدار}$$

$$0.144g = Ca(OH)_2$$

$$\frac{0.144 \times 100}{0.250} = \text{تکنیکی نمونہ میں فی صد وزن ہوگا}$$

$$57.6\% = \text{تکنیکی نمونہ میں } Ca(OH)_2 \text{ کا فیصد}$$

9.9 حراری ثقل پیمائی تجزیہ کی حدیں اور فائدے

9.9.1 TGA کی حدیں

- (i) جن طبعی اور کیمیائی تبدیلیوں میں گرمانے پر کمیت میں تبدیلی نہیں ہوتی ان کی TGA میں نشاندہی نہیں کی گئی ہے۔
(ii) حراری ثقل پیمائی تجزیہ کے دوران خالص عمل اتصال (Fusion Reaction) عبوری حالت، عمل قلماء، شیشہ عبوری حالت، بغیر طیران پذیر ٹھوس حالت عمل کی نشاندہی نہیں کی گئی ہے۔ کیونکہ ان کے نمونہ کی کمیت میں تبدیلی نہیں ہوتی۔

9.9.2 TGA کے فائدے

- (i) اس میں نسبتاً بہت کم معلومات (اعداد و شمار) کو دیکھا جائے گا۔
(ii) وزن کی کمی تپش کے تفاعل کے طور پر لگاتار ریکارڈنگ سے مطالعہ کے کل حدود میں جانچ کی مساوی اہمیت ہوتی ہے۔
(iii) واحد نمونہ کے طور پر تپش کی کل حد میں تجزیہ کیا جاسکتا ہے۔ حرکی دائرہ کار کی قدر میں اگر تغیر ہو تو نشاندہی ہوگی۔

9.10 حراری ثقلی تجزیہ کے اطلاق

حراری برتاؤ بشمول قلمی کا پرسلفیٹ، کیمیشیم آکسزلیٹ مونوہائیڈریٹ اور زنک ہلز فلوروسلی کیٹ ($ZnSiF_6$) کا تجزیہ

9.10.1 قلمی کا پرسلفیٹ ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) کا حرارتی ثقلی تجزیہ

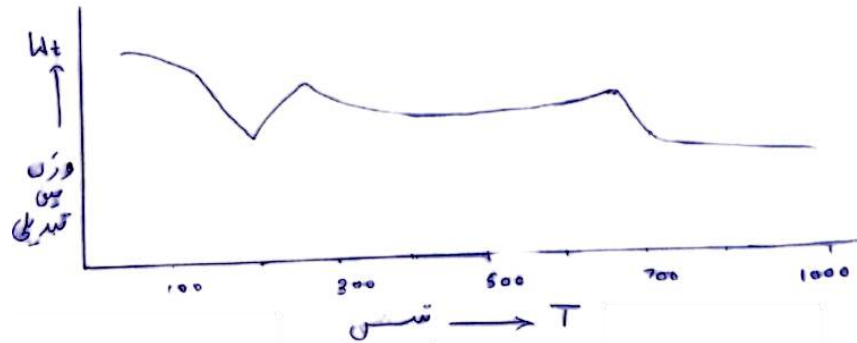
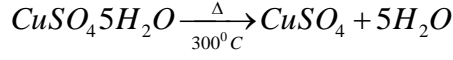


Fig-9.10 (a) : TGA curve of crystalline $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

چار جہتی کمیٹی طیف پیمائے $300^\circ C$ پر قلمی کا پرسلفیٹ کے آب کشید کے دوران پانی کی شدتی تبدیلی کا پتہ لگاتی ہے۔



600 اور 900 کے درمیان سلفر ڈائی آکسائیڈ (CO₂) کا اخراج کا پرفسلیٹ کی (Cu (II) آکسائیڈ (CuO) میں تحلیل کے دو مرحلوں دوران صاف نظر آتا ہے۔

بڑے پیمانے پر طیف پیمائی میں الیکٹرون اثر آئین شدگی سلفر مونو آکسائیڈ (SO₂) اصل میں آئین کی تیاری کی ذمہ دار ہے۔

9.10.2 کیمیشیم آکزیڈ موڈ ہائیڈریٹ کی N₂ میں تحلیل کے لئے وزن تبدیلی TG منحنی (نقشہ حرارت) کو شکل میں دکھایا گیا ہے۔

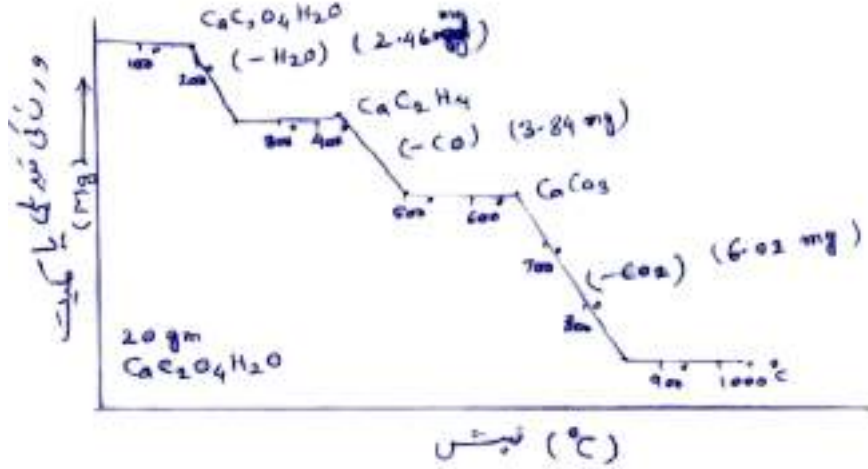


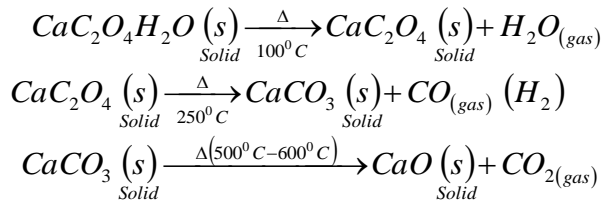
Fig-9.10 (b): TGA curve for CaC₂O₄.H₂O

9.10.3 کیمیشیم آکزیڈ موڈ ہائیڈریٹ (CaC₂O₄.H₂O) کے لئے TGA منحنی

صاف واضح افقی خطہ جس تپشی حدود سے ہم آہنگ ہیں اس میں دکھائے گئے کیمیشیم مرکبات قیام پذیر ہیں۔

100°C سے کچھ اوپر پانی کے اخراج کی ابتداء ہوتی ہے تقریباً 250°C پر منحنی معین عدد تناسب پر ہم آہنگ ہو کر ٹوٹتی ہے۔ اور بے آب نمک (CaC₂O₄) بنتا ہے۔ زیادہ گرم کرنے پر 500°C سے 600°C پر کاربونیٹ (CaCO₃) کے لئے معین وزنی ہموار مقام حاصل ہوتا ہے۔ آخر کار آکسائیڈ (CaO) تقریباً 870°C سے زیادہ گرم (وزنی ہموار مقام کا معینہ مقام گرم کرنے کی شرح اور نمونہ ذرات کے اطراف محیطی تپش پر منحصر ہوتا ہے۔

تحلیل کی کیمیائی مساواتیں درج ذیل ہیں۔



9.10.4 کیشیم اور میگنیشیم کی ان کے آمیزے (شائی آمیزے) سے مقداری تخمینہ کے طریقہ کار مثلاً CaCO_3 اور MgCO_3 آمیزے میں کیشیم اور میگنیشیم کی ترتیب کا تجزیہ اگر تحلیل کی تپش اور میکانزم معلوم ہوں تو TGA کا استعمال آمیزے میں موجود مادے کی مقدار تخمینہ لگانے کے لئے ہو سکتا ہے۔

غور کیجئے کہ دو مرکب AB اور CD کے آمیزے کی امتیازی TG منحنی پر جو ایک دوسرے سے مختلف جیسے شکل میں دکھائی گئی ہے۔

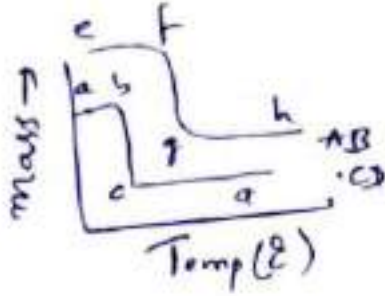
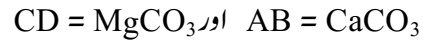
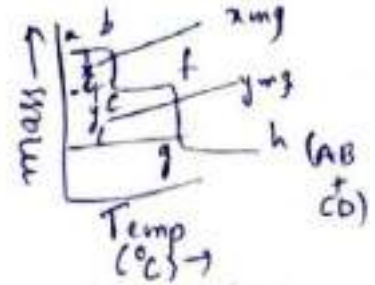


Fig: 9.10 (c) (AB & CD Curve)

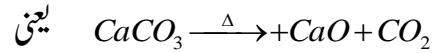


(AB + CD Curve)

چلو فرض کرتے ہیں CaCO_3 اور MgCO_3 AB

ان کا آمیزہ (AB + CD Curve) $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$

شکل b سے ظاہر ہوتا ہے کہ منحنی CaCO_3 کی تحلیل کو ظاہر کرتی ہے۔ CaCO_3 سے CO_2 گیس خارج ہوتی ہے۔



$$40 + 12 + (16 \times 3) = 100 \text{ gm } \text{CaCO}_3$$

$$40 + 16 = \text{CaO } 56 \text{ gm} \text{ اور}$$

$$12 + (16 + 2) = 44 \text{ gm } \text{CO}_2 \text{ کے}$$

$$\text{یعنی } 44 \text{ gm } \text{CO}_2 = 100 \text{ gm } \text{CaCO}_3$$

$$1 \text{ gm } \text{CO}_2 = \frac{100}{44} \text{ gm } \text{CaCO}_3 \text{ کے}$$

$$\text{کے } x \text{ گرام } \text{CO}_2 = x \cdot \frac{100}{44} \text{ gm } \text{CaCO}_3 \text{ کے}$$

اسی طرح MgCO_3 کا وزن بھی حاصل کیا جاسکتا ہے۔

9.11 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں طلباء نے حسب ذیل کے متعلق واقفیت حاصل کی۔

- حرارتی تجزیاتی طریقے
 - حرارتی ثقلی تجزیات
 - 3۔ تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA)
 - جائزہ حرارہ پیمائی تجزیہ (DSC)
 - TGA کے اصول
 - TGA میں استعمال ہونے والی آلات سازی
 - TGA کا نظریہ
 - سکونی اور متحرک TGA
 - حرارتی ثقلی تجزیہ منحنی (TGA Curve) یا نقشہ تپش (Thermogram)
 - TGA استعمال کر کے مرکب میں عناصر کی ترتیب اور فی صد انحلال کا شمار (% Decomposition)
 - TGA کی خوبیاں
 - TGA کی تحدیدات
 - $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ کی TGA منحنی
 - $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ کے لئے Calcium oxalate mono Hydrate کی TGA منحنی
 - Zinc hexa fluora Silicate ($ZnSiF_6$) کے لئے TGA
-

9.12 کلیدی الفاظ

- ثقلی تجزیہ: مقداری تجزیہ کی قدیم اور اہم تکنیک ثقلی تجزیہ ہے۔ ثقل پیمائی میں مادے کی کمیت میں تبدیلی کی پیمائش کر کے مادے کی کمیت یا مقدار کا تعین کرنے کے لئے عام طور پر استعمال ہوتا ہے۔
- تجزیاتی مادہ (Analyte): طبعی ثقل پیمائی (Physical Gravimetry)، حرارتی ثقل پیمائی (Thermal Gravimetry)، رسوبی ثقل پیمائی (Precipitative Gravimetry) اور برقی خاستگی (Electrodeposition) میں جو کیمیائی مادہ تجزیہ کے استعمال ہوتا ہے اسے تجزیاتی مادہ (Analyte) کہتے ہیں

- حراری ثقلی پیمائی تجزیہ (TGA): تجزیاتی طریقہ جس میں شخصی نظام کے وزن میں تبدیلی شامل ہے جب تپش میں متعین اگر تریجی طور پر خطی شرح میں اضافہ ہوتا ہے اُسے حرارتی ثقل پیمائی (TGA) کہتے ہیں۔

9.13 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- مقداری تجزیہ کی قدیم اور اہم تکنیک کون سی ہے؟
- 2- حراری تجزیہ کے طریقے کو کس 1979 سائنسداں نے پیش کیا تھا؟
- 3- ثقلی تجزیہ کی چار اقسام کے نام کیا ہیں؟
- 4- تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA) کی تعریف بیان کیجیے۔
- 5- TGA کی کوی دو حدوں کے نام دیجیے۔
- 6- TGA کی کوی دو فائدے بیان کیجیے۔
- 7- ہم تپش یا سکونی حراری ثقلی تجزیہ سے کیا مراد ہے؟
- 8- حرارتی ثقل پیمائی تجزیہ منحنی (TGA Curve) کا خاکہ دیجیے۔
- 9- TG منحنی پر بھٹی کی فضاء کا اثر کیسے ہوتا ہے؟
- 10- TGA میں نمونہ کی امتیازی خصوصیات کیا ہیں؟

مختصر جوابات کے حامل سوالات

- 1- حرارتی تجزیاتی طریقوں کی جماعت بندی کو بیان کیجیے۔
- 2- حراری ثقلی تجزیہ کا اصول کو بیان کیجیے۔
- 3- حرارتی ثقل پیمائی تجزیہ منحنی (TGA Curve) کے بارے میں نوٹ لکھیے۔
- 4- حراری ثقل پیمائی تجزیہ کی حدیں اور فائدے کے بارے میں نوٹ لکھیے۔
- 5- حراری توازن کا اہم ترین جزریکارڈنگ توازن ہے۔ اس بات کی تشریح کریں۔
- 6- TGA کن دائرہ کار کے بارے میں معلومات حاصل ہوتی ہے بیان کیجیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- TGA نظریہ کے بارے میں تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 2- TG منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل کو تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 3- TG میں مرکب کے فی صد تحلیل اور بناوٹ کی تحسب کو ضابطہ کے ذریعہ محسوب کرو۔

9.14 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

- 1 Quantitative Analysis, 6th Ed. R.A. Day Jr. and A.L. Underwood. Prentice Hall India Ltd. 1991.
- 2 Analytical Chemistry, 6th Ed. G.D. Christian, Jhon Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd., New Delhi, 2004
- 3 Vogel's Text Book of Quantitative Chemical Analysis, 6th Ed. J. Mendham, R.C. Denney, J.D. Barnes, M.J.K. Thomas, Pearson Education Ltd. 2000
- 4 Fundamental of Analytical Chemistry, 9th Ed. D.A. Skoog, D.M. west, F.J. Holler, S.R. Crouch, Brooks Cole – Cengage Learning 2014
- 5 Chemical Analysis, Modern Instrumental Methods and Techniques, 2nd Ed. Francis Rouessac, Annick Rouessac, Wiley 2007.
- 6 G.W. Ewing, Instrumental Methods of Chemical Analysis, 5th Ed. 1985.

اکائی 10 - حرارتی طریقے-II

(Thermal Method - II)

اکائی کے اجزاء

| | |
|--|-------|
| تمہید | 10.0 |
| مقاصد | 10.1 |
| DTA کی تعریف | 10.2 |
| DTA نظریاتی بنیاد | 10.3 |
| DTA کی آلات سازی | 10.4 |
| DTA منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل | 10.5 |
| DTA کے اطلاقات | 10.6 |
| تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی | 10.7 |
| DSC کی تعریف | 10.8 |
| DTA اور DSC تکنیک میں تقابل | 10.9 |
| DSC کی آلات سازی | 10.10 |
| DSC منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل | 10.11 |
| اکتسابی نتائج | 10.12 |
| کلیدی الفاظ | 10.13 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 10.14 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 10.15 |

10.0 تمہید

سال 1887 میں لی چیٹلیر نے چکنی مٹی اور معدنی اشیاء کے مطالعے کے لئے انھیں اونچے درجہ حرارت پر گرم کر کے ان کی تپش وقت منحنی کی پیمائش کی نئی تکنیک تیار کی 1899 میں اسے رابرٹ آسٹن نے اس تکنیک میں اصلاح حراری جفت جوڑ کر کی ایک حراری جفت نمونہ میں رکھا اور دوسرا حوالہ نمونہ بلاک بھٹی میں تپش کے فرق جو نمونہ کی کم تپش تبدیلی کے لئے زیادہ حساس ہو اسے وقت یا تپش کے

تفاعل کے طور پر ریکارڈ کیا رابرٹ آسٹن کے ذریعہ دی گئی اس تقریبی حراری جھٹ ترتیب کو تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA) کہتے ہیں۔ اس تکنیک کا بہت زیادہ استعمال مٹی دھات، معدنی دھات، اور سرامک مادے کی شناخت میں کیا گیا تھا۔

تفریقی حرارتی تجزیہ میں نمونہ اور حرارتی غیر عوامل حوالہ شے کے درمیان تپش کو بھٹی کی تپش یا وقت کے تفاعل کے طور پر لگاتار ریکارڈ کیا جاتا ہے۔ حرارت مخفی میں تبدیلی کی پیمائش دو مادوں کو پہلے سے طے شرح پر اونچی تپش پر گرم کر کے معمول سے تپش تک ٹھنڈا کر کے کی جاتی ہے حرارتی اثر حرارت زیا حرارت خور ہو سکتا ہے جو طبعی تبدیلی جیسے بخارات بنا انتشار یا تحلیل، قلمی ساختی تبدیلی، ابلنا، تصعید وغیرہ کیمیائی تعاملات کی وجہ سے کچھ نوعی تبدیلیاں جیسے تحلیل، انتشار، تکسید، تحویل، آب کشید آپس میں ملنے یا ہٹانے کے تفاعل اس طرح حرارت زیا حرارت خور بند شیں اور نقش تپش (تھر موگرام) (DTA منحنی) یہ ظاہر ہونے والی چوٹیاں نوعی تبدیلیوں کے تعلق سے اطلاعات دیتی ہیں یہ مشاہدہ میں آیا ہے کہ اوپر کے اکثر تعاملات پر حرارتی اثرات سے حرارت خور عمل حاصل ہوتے ہیں۔

تفریقی تجزیہ جائزہ حرارہ پیمائی (Differential Scanning Calorimetry)

یہ حرارتی تجزیہ ایک تکنیک ہے جو ہیمنٹی تغیرات اور کیمیائی تعاملات سے جڑے حرارتی اثرات پر نظر رکھتی ہے۔ تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی میں نمونہ اور حوالہ کے درمیان حرارت کے بہاؤ کی شرح ($mJ/sec = mw$) یکساں تپش بروقت اور تپش کے تفاعل کے طور پر ریکارڈ کی جاتی ہے چنانچہ DSC شے اور غیر عامل حوالہ مادے کے درمیان صفر درجہ حرارت فرق قائم کرنے کے لئے ضروری توانائی کی پیمائش کرتی ہے نمونہ اور حوالہ دونوں کی تپش مستقل شرح پر بڑھائی جاتی ہے۔

10.1 مقاصد

اس اکائی میں طلباء کو ذیل کے تعلق سے واقفیت حاصل ہوگی۔

- تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA)
- DTA
- DTA پر اثر انداز ہونے والے مختلف عوامل
- تفریقی حرارتی تجزیہ کے اطلاقات
- DTA کے فوائد
- DTA کے نقص
- تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی (Differential Scanning Calorimetry)
- DSC منحنی
- DTA اور DSC کی تقابلی تفصیل

- DSC کی آلات سازی
- DSC پر اثر انداز ہونے والے عوامل

10.2 DTA کی نظریاتی (علمی) بنیاد

نمونہ کا خانہ جو دھات جیسے Ni سے بنایا گیا ہو اس میں استوانہ نما نمونہ قابض ہوتا ہے۔ 1955 میں Boersma نے بلند ترین علاقہ کے لئے درج ذیل مساوات اخذ کی:

$$\int_{t_1}^{t_2} \theta dt = q a^2 / 4\lambda \quad \text{----- (1)}$$

θ is the differential temperature

جہاں t_1 اور t_2 علاقہ کی ابتداء اور انتہا کے وقت ہیں۔ 'a' نمونہ خانہ کا نصف قطر ہے۔ λ نمونہ کی حرارت موصلیت ہے اور 'q' فی اکائی حجم منتقلی کی حرارت ہے۔ نمونہ جیسا ملاحظہ کیا جاتا ہے۔

(1) حرارت کا مبدہ

(2) حرارت مزحمتی پیمائش جس میں حرارت تپشی فرق دکھاتا ہے جس کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔

اوپر کے دونوں عوامل اوپر کی مساوات سے متفق ہوتے ہیں ان دونوں افعال کو الگ کرنے کے لئے Boersma نے دھاتی نمونہ اور حوالہ کپ کے باہر سے کی جاسکے کی تجویز رکھی تھی ان حالات میں بلند ترین علاقہ نمونہ حرارت تقلیب اور آلہ کے تعین معیار عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔

$$\Delta H = \frac{\phi}{m} \int_{t_1}^{t_2} \theta dt \quad \text{----- (2)}$$

جہاں مخصوص آلہ کے لئے

ϕ = تجرباتی معین کا مستقلہ ہے۔ m = نمونہ کی کمیت ہے۔

10.3 تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA) کی تعریف

حرارتی تکنیک جس میں نمونہ (T_s) کا موازنہ حرارتی غیر عامل مادے (حوالہ T_R) سے کر کے نمونہ / غیر عامل مادہ یا بھٹی کی تفتیش کے تفاعل کے طور پر پیمائش کی جاتی ہے جس وقت شے اور حوالہ مادہ دونوں یکساں تپش پر وگرام کے تحت ہوں (گرمی یا سردی) DTA ایک مقداری تکنیک ہے اس سے ہونے والی تبدیلی کس تپش پر ہوئی اس کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ لیکن تبدیلی سے جڑی توانائی کی پیمائش نہیں کی جاسکتی۔ DTA میں نمونہ اور حوالہ مادہ کو اس طرح گرم کیا جاتا ہے کہ نمونہ کی تپش نمونہ اور حوالہ کے درمیان تپش کا فرق $T_S - T_R = \Delta T$ مشاہدہ کر کے تفریقی نقشہ تپش سے حاصل نمونہ تپش کے مقال مرسم کیا جاسکتا ہے۔ (شکل 1)

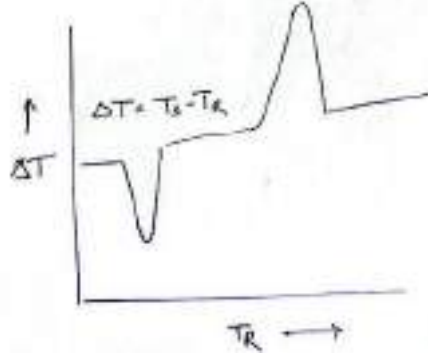


Fig 10.2 DTA نقشہ پیش

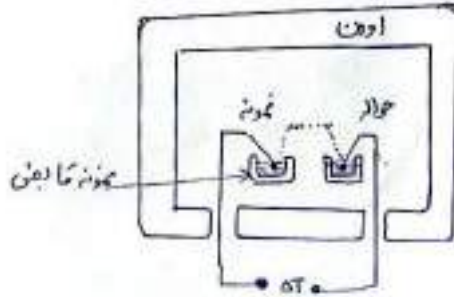
DTA چوٹی کے تحت رقبہ حرارت تعامل اور نمونہ کی کمیت میں کمی کے تناسب اور نمونہ کی حرارتی نفعوزیت کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

10.4 تفریقی حرارت تجزیہ (DTA) کی آلہ سازی

تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA) آلہ کے اہم اجزاء نمونہ قابض (sample holder)، بھٹی تپش (Furnace) قابو میں رکھنے والا آلہ (Temperature controller)، ریکارڈ حرارتی جفت اور تبریدی (ٹھنڈا رکھنے والا) آلہ (شکل 10.4)

1- نمونہ قابض دھاتی (نکیل ایٹن لیس اسٹیل 1000°C تک) پلائنیم اور اس کی بھرتیں (یا دھاتی) کالج یا کالج کاسلیکا (SiO_2) چٹائی المینا (Al_2O_3) مادے سے بنے ہو سکتے ہیں۔ دھاتی نمونہ قابض کی صورت میں تیز حرارت زا اور ہموار حرارت خور تعامل حاصل ہوتے ہیں اور ادھاتی نمونہ قابض کے لئے اس کے برعکس ہوتا ہے۔

2- نلی نما بھٹی کو زیادہ ترجیح دی جاتی ہے۔ بھٹی کی جسامت بھی مطلوبہ یکساں تپش خطہ کی لمبائی پر منحصر ہوتی ہے۔ اس کا تخمینہ نمونہ قابض کی جسامت مطلوبہ یکساں تپش خطہ، گرمانے کی شرح اور قیمت کا لحاظ رکھتے ہوئے لگایا جاتا ہے۔



شکل 10.4 تفریقی حرارتی تجزیہ کے لئے آلاتی سٹ آپ

3- تپش ضابطہ محاس قابو عنصر اور گرمانہ پر مشتمل ہوتا ہے۔ نظام کو دی جانے والی درکار حرارت نظام سے خارج ہونے والی حرارت کے برابر ہوتی ہے۔ اسے قابو عنصر منتظم کرتا ہے۔

4- ریکارڈ انحرافی یا صفر (غیر موثر) قسم کا ہو سکتا ہے۔ ریکارڈ کے اشارات کاغذ فلم پر روشنائی سے بنتے ہیں۔ (گرمانے کے انداز استعمال، برقی تحریر یا بصری کرن)

5-DTA میں حرارتی جفت تپشی حساس ہیں حرارتی جفت ان کے تپشی وقفہ شرح قدر، نمونہ سے کیمیائی ہم آہنگی، کیمیائی گیسو ماحول اس کی قیمت اور وسعت یابی، تپش کی بنیاد پر (1100°C یا $<1100^{\circ}\text{C}$) المینائی، کرومائی خالص پلائٹم اور پلائٹم۔ رھوڈیم بھرت تار استعمال کیے جاتے ہیں۔

6- ٹھنڈا کرنے والے آلے سادہ یا خود کار استعمال ہوتے ہیں اور انھیں تپش پروگرام سے الگ کرنے لائق تیار کیا جاتا ہے۔ نمونہ اور حوالہ حرارت جفت کو سلسلہ میں جوڑ کر ان کے درمیان تپش کے فرق کی لگاتار پیمائش کی جاتی ہے اونچے سگنل کو بڑھا کر اور آواز کم کرنے معلومات جمع کی جاتی ہیں چونکہ حراری جفت کا نمونہ سے راست تعلق ہوتا ہے۔ دوسرے تمام حرارتی تجزیاتی طریقوں میں DTA کے ذریعہ اونچے حرارت پیمائی درست نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

10.5 DTA منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل

تفریقی حراتی تجزیہ (DTA) حرکی تپشی تکنیک (فقیات) ہے DTA منحنی ہو بہو دوبارہ حاصل نہیں کی جاسکتی غالباً اس کی وجہ سے عوامل جو آلات سازی اور نمونہ کی خصوصیت پر منحصر ہوتے ہیں۔ DTA پر اثر انداز ہونے والے مختلف عوامل درج ذیل ہیں

10.5.1 آلاقی عوامل

آلاقی عوامل میں بھٹی کی جسامت اور ساخت، مادہ، نمونہ قابض کی ہندسی شکل گرمانے کی شرح حراری جفت کی خصوصیات اور نمونہ میں اس کا مقام جائزہ کی شرح، ریکارڈنگ آلہ کی رفتار اور رد عمل شامل ہیں۔ اس لئے نمونہ قابض تفریقی تپش، حساس آلہ، بھٹی، تپش پروگرام قابو حرارتی خطہ اور ریکارڈ کے انتخاب میں احتیاط برتنی چاہئے۔

10.5.2 ماحولیاتی عوامل

ماحولیاتی عوامل نمونہ کے اطراف گیسو ماحول جو نمونہ سے تعامل کر سکتے ہیں سے جڑے ہوتے ہیں اس کے نتیجے میں DTA منحنی میں زائد چوٹیاں بنتی ہیں مثلاً ہوا کی آکسیجن سے تسکید ہو سکتی ہے جس سے حرارت زاپوٹی بنتی ہے DTA میں گیسو ماحول یا تو سکونی یا فعال ماحول ہو سکتا ہے تاہم دونوں ماحول میں بناوٹ ایک جیسی حالت پر ہوتی ہے لیکن فعال گیسو ماحول میں کمی ترین تپش کی چوٹی کم تپش کی جانب منتقل ہو جاتی ہے۔

سکونی ماحول دوبارہ حاصل کرنا آسان نہیں ہوتا کیونکہ نمونہ کے اطراف کا ماحول کیمیائی طور پر مقدار میں تبدیلی ہوتی ہے نتیجتاً گیس خارج ہوتی طبعی طور پر برق رسائی کی وجہ سے فعال ماحول میں نتائج دوبارہ حاصل کیے جاسکتے ہیں کیونکہ گیس (غیر عامل یا عامل) نمونہ سے منضبط طریقے سے گزرتی ہے۔

مثلاً جب بھورا کولم (لگنائٹ) کا DTA تکنیک استعمال کر کے مطالعہ کیا جاتا ہے تو مشاہدہ ہوتا ہے کہ اس کی حراری تخریب اور کشید ہو کر طیران پذیر مادہ نائٹروجنی فعال ماحول میں بنتا ہے جب کہ فعال آکسیجن ماحول میں اس کی تسکید ہوتی ہے۔ نتیجتاً حرارت خور چوٹی کے بجائے حرارت زا چوٹی تیار ہوتی ہے۔ اسی طرح جب $SrCO_3$ کے تحلیل کی DTA منحنی کا مطالعہ آکسیجن ماحول میں کیا جاتا ہے تو $SrCO_3$ کی تغیر پذیری معین نما سے مسدسی ہو کر تحلیلی چوٹی آپس میں منطبق ہوتی ہیں لیکن CO_2 فعال ماحول میں عبوری چوٹی $927^{\circ}C$ پر حاصل ہوتی ہے جب کہ $SrCO_3$ کے تحلیلی عمل $(SrCO_3 \xrightarrow{\Delta} SrO + CO_2)$ کے نتیجے میں تحلیلی چوٹی زیادہ اونچی تپش پر منتقل ہوتی ہے۔

10.5.3 نمونہ امتیازی خصوصیات

نمونہ کی طبعی خصوصیات اور کیمیائی رد عمل DTA منحنی پر اثر انداز ہوتے ہیں نمونہ کی خصوصیات کا تعلق نمونہ کے ذرات کی جسامت، نمونہ کی گئی مقدار اس کی نوعت (نم گیر یا غیر نم گیر) گنجائش حرارت، حرارت موصلیت گنجائی اور قلماء کا درجہ، نمونہ قابض کی جسامت، اچھے جزئیات نگاری کے لئے نمونہ کی مقدار ممکنہ حد تک کم ہونا چاہئے۔

اگر نمونہ قابض دھات یا دوسرے مادہ جو حرارت کے اچھے موصل ہوں سے ڈھالیں جائیں تو عام طور پر حرارت زا چوٹی نکلی لیکن حرارت خور چوٹی مسطح حاصل ہوتی ہے۔ جب نمونہ قابض سیرامک یا دوسرے کمزور حرارتی موصل مادے سے ڈھائی جاتی ہیں تو اسی کے برعکس ہوتا ہے اسی لئے اچھی جزئیات نگاری کے لئے نمونہ قابض کی جسامت چھوٹی اور نمونہ کی مقدار ممکنہ حد تک کم ہونی چاہئے مقدار DTA حرارتی گنجائش عمل کے آگے بڑھنے کے ساتھ مستقل رہنا چاہئے لیکن ایسا نہیں ہوتا گنجائش حرارت کو مستقل رکھنے کے لئے نمونہ کی کم مقدار میں زیادہ غیر عامل مادہ ملا یا جاتا ہے۔ اس سے دوسرے اہم مسائل پیدا ہو جاتے ہیں۔

پیکنگ کثافت، حرارت موصلیت اور حرارت کے بہاؤ کی شرح پر بہت اثر انداز ہوتی ہے دوبارہ حاصل کی جانے والی پیکنگ کثافت حاصل کرنا مشکل ہے یہ کبھی بھی مستقل نہیں ہوتی۔

نمونہ کے ذرات کی جسامت بھی پیکنگ، کثافت اور حرارت موصلیت پر اثر انداز ہوتی ہے ذرات کی جسامت میں اضافہ سے چوٹی کے رقبہ میں کمی آتی ہے عام طور پر ذرات کی جسامت بڑھنے پر چوٹی تپش میں اضافہ ہوتا ہے۔

10.6 تفریقی حراری تجزیہ (DTA) کی اطلاقات

تفریقی حراری تجزیہ (DTA) کے اطلاقات طبعی اور تجزیاتی کیمیاء میں ملتے ہیں اس کے ذریعہ ہم طبعی کیمیاء میں حرارتِ تعامل، حرارتِ نوعی اور حرارتی نفعوزیت معلوم کر سکتے ہیں۔

تجزیاتی کیمیاء میں اس تکنیک کا استعمال مادے اور ماحصل کی شناخت کے لئے ہوتا ہے۔ DTA کا استعمال کر کے پالی مرکاشیشہ منتقلی درجہ حرارت تعین کر سکتے ہیں یہ مقدار تجزیہ میں کمرہ کی تپش اور 760 mm Hg دباؤ کئی اشیاء جیسے شیشے، سمنٹ، مٹی، رال (Resin)، تماسی عامل، دھماکہ خیز اشیاء وغیرہ کے ضبط معیار (کوالٹی کنٹرول) میں بھی مدد کرتا ہے کئی غیر نامیاتی اشیاء اور پچیدہ مرکبات جسے آکسزائیٹ، کاربونیٹ، آکسائیڈس اور دھاتی آمائن پچیدہ مرکبات DTA کا استعمال کر کے تحقیق کیے گئے ہیں۔

DTA معکوس تبدیلی مائیت اور غیر معکوس تحلیل کے درمیان تمیز میں مدد کرتا ہے مزید یہ کہ DTA پالی مرادویاتی تیل، روغن دھماکہ خیز اشیاء اور دوسرے نامیاتی مرکبات کی شناخت، اخلاص کی جانچ اور مقدار تجزیہ میں مدد کرتا ہے۔ DTA کیمیاہ زمینی کلورائیڈ کا حلیہ بیان کرنے میں بھی مدد کرتا ہے۔

10.6.1 حرارتِ تعامل (ΔH)

DTA حرارتِ تعامل کا تعین کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ اسے Wittels (1951) کے دیئے گئے فقرہ سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$$\Delta H = \frac{KA}{N_0}$$

جہاں N_0 = نمونہ کے ابتدائی مول کی تعداد

Kl = مستقل تعین معیار کی شرح قدر

K استعمال ہونے والے آلہ تپش کے ساتھ بدلنے والی امتیازی خصوصیات اور اس کی قدر مناسب معیار کا استعمال کرتے ہوئے

آجائے گی۔

A = چوٹی کا رقبہ اگر چوٹی کا رقبہ معلوم ہو تو

حرارتِ تعامل کا تعین کیا جاسکتا ہے۔

Wittels کے مطابق چوٹی کا رقبہ نمونہ کے وزن سے خطی تعلق رکھتا ہے۔

10.6.2 حرارتی نفعوزیت (D)

حرارتی نفعوزیت (D) کا تعین ذیل کی مساوات استعمال کر کے کیا جاتا تھا۔

$$D = \frac{\beta r^2}{6\Delta T_s}$$

$r =$ کر ڈی نمونہ قابض کا نصف قطر

$\Delta T_s =$ نمونہ کے مرکز اور سطح کے درمیان تپش کا فرق

$\beta =$ حرارتی شرح

10.6.3 اشیاء کے سفوف میں شامل رطوبت (نمی) کا تعین کرنا

1960 میں stone نے اشیاء کے سفوف میں موجود نمی کا تعین فعال گیس بہاؤ تکینک کا استعمال کر کے واضح کیا۔ نمونہ کو DTA نمونہ قابض میں کمرہ کی تپش اور 760 mm Hg پر رکھا۔ نمونہ خانہ کا متعین شرح پر انخلاء کیا جائے تو DTA منحنی چوٹی اس نقطہ پر شروع ہوتی ہے جہاں بیرونی پانی بخاری دباؤ نمونہ کے پانی کے جزوی بخاری دباؤ سے کم تھا تب تعین معیار منحنی استعمال کر کے نمونہ میں موجود رطوبت کی مقدار کی پیمائش چوٹی کی اونچائی سے ہوتی ہے۔

10.6.4 نامیاتی مرکب اخذ کرنا

Chin (1962) نے DTA استعمال کر کے نامیاتی مرکبات کے ماخوذ کی تشکیل کی اس کے Acetone hydrazone کے ماخوذ نمونہ کو متعامل کے ساتھ منتخب ماحول میں پروگرام کی ہوئی حرارتی شرح پر P-nitrophenyl Hydrazine کی تیاری بیان کی اس کے نتیجہ میں DTA منحنی دکھاتی ہے کہ ماخوذ کا تشکیلی عمل نمونہ کا طبعی تغیر یا متعامل کی زائد مقدار اور عبوری حالت اور ماحصل کی تبدیلی ہے اس نے خالص Acetone، خالص P-nitrophenyl Hydrazine اور دونوں کے آمیزے کی منحنی الگ الگ حاصل کی ایک پیچیدہ حرارت خور چوٹی 80°C یا 54°C کی حد میں آمیزے کے لئے منحنی میں ظاہر ہوتی ہے۔ Hydrazone کی آمیزش حرارت خور چوٹی کے ساتھ 134°C سے اعظم تپش چوٹی اور آڑ میں چھوٹی چوٹی ہے۔ نمونہ کو 120°C اور 124°C میں بٹ جاتی ہے۔ جیسے ہی خطی پالیمر کی مقدار میں اضافہ ہوتا ہے 110°C کی چوٹی خالص اونچے دباؤ والی پالی میتھلین نمونہ چوٹی کا رقبہ 115°C کے اندر گھٹتا ہے جبکہ 125°C کے تحت بڑھ جاتا ہے۔

یہ فرض کر کے کہ تمام خطی پالی میتھلین کا قلماء ہو گیا تھا تب تناسبی مستقلہ اور 124°C چوٹی کے تحت رقبہ استعمال کر کے نمونہ میں شامل خطی پالی مرکب کا تعین کیا جاتا ہے۔

10.7 DTA کے فوائد اور نقصانات

10.7.1 DTA کے فوائد

- (1) آلہ کا استعمال بہت اونچی تپش پر بھی کیا جاسکتا ہے۔
- (2) DTA آلے بہت زیادہ حساس ہوتے ہیں۔
- (3) مخصوص تغیرات تعامل کی تپش کا درست تعین کیا جاسکتا ہے۔

DTA 10.7.2 کے نقصانات

(1) درستگی اچھی نہیں ہوتی۔

(2) تریز حرارتی تبدیلیوں کی پیش گوئی نہیں کی جاسکتی۔

(3) حرارت ملاپ حرارت تغیر یا حرارت تعامل کا احتمال % 20 – 50 ہے۔

10.8 تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی (Differential Scanning Calorimetry)

تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی تکنیک کے ذریعہ نمونہ کی ہیئت کے تغیر اور کیمیائی تعامل سے جڑی حرارتی مشقت کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ DSC کو E.S. Watson اور M.J.O. Neill نے 1962 میں تیار کیا اس تکنیک کو تجارتی پیمانے پر 1963 میں تجزیاتی کیمیاء اور عملی طیف پیمائی کانفرنس Pittsburgh میں متعارف کیا گیا تھا۔ پہلا حربند تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی P.L. Privalov اور Monaselidge نے 1964 میں T bilist Georgia طبعیاتی انسٹی ٹیوٹ میں تیار کیا تھا۔ DSC میں نمونہ اور حوالہ مادہ کے درمیان بہنے والی حرارت کی شرح کے فرق کو وقت اور تپش کے تفاعل کے طور پر ریکارڈ کیا جاتا ہے۔ DSC نمونہ اور حوالہ مادہ کے درمیان تقریباً صفر درجہ حرارتی فرق قائم کرنے کے لئے ضروری توانائی کی پیمائش کرتا ہے نمونہ اور حوالہ دونوں کی تپش میں مستقل شرح پر اضافہ ہوتا ہے۔

10.9 DSC کی تعریف

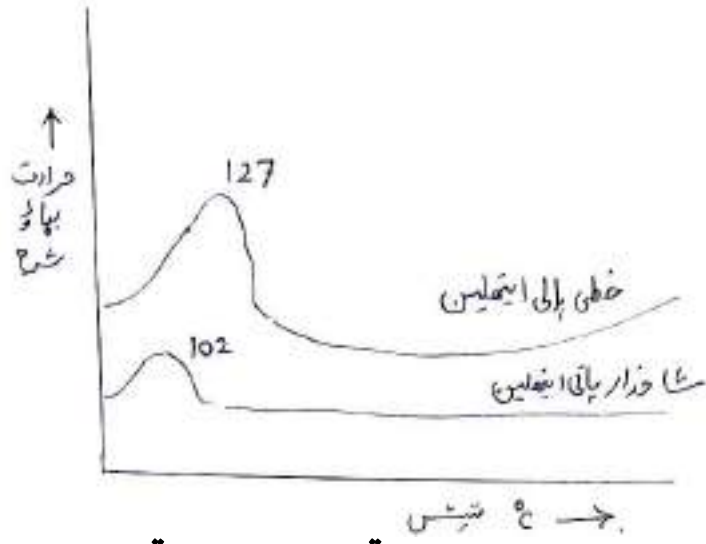
یہ حراری تجزیاتی تکنیک جس کے ذریعہ نمونہ اور حوالہ مادہ کے درمیان ضروری صفر حرارتی تپش فرق قائم کرنے کے لئے تپش اور وقت کے تفاعل کے طور پر ریکارڈ کیا جاتا ہے دونوں کو پہلے سے طے شدہ شرح پر ٹھنڈا یا گرم کیا جاتا ہے۔ مثلاً ٹھوس نمونہ پگھل کر مائع میں تبدیل ہوتا ہے۔ (ٹھوس سے مائع میں حرارت خور ماہیت کی تبدیلی) نمونہ کی تپش کو حوالہ کے ساتھ مساوی شرح پر بڑھانے کے لئے زیادہ حرارت کا بہاؤ ضروری ہے اسی طرح جب نمونہ حرارت زاہوتا ہے (عمل قلماء) تپش بڑھانے کے لئے زیادہ حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ پس تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی اس طرح کے تغیرات میں جذب یا خارج ہونے والے حرارت کی پیمائش نمونہ اور حوالہ کے درمیان بہنے والی حرارت کے فرق کی پیمائش کر کے کرتا ہے۔

10.10 تفریقی جائزہ منحنی (DSC منحنی)

مثال (1)

تفریقی جائزہ تجربہ کا نتیجہ ہے حرارتی بہاؤ بنام تپش یا وقت اسی لئے حرارتی بہاؤ بنام تپش یا وقت خاکہ کو تفریقی جائزہ منحنی کہتے ہیں۔ چوٹی کے رقبہ کی پیمائش نمونہ کو یا نمونہ سے ہونے والی کل توانائی کی تبدیلی ہے۔

مثلاً خطی اور ساخدار پالی ایتھلین کی خیالی بنائی گئی۔ DSC منحنی شکل 1010 میں دکھائی گئی ہیں۔

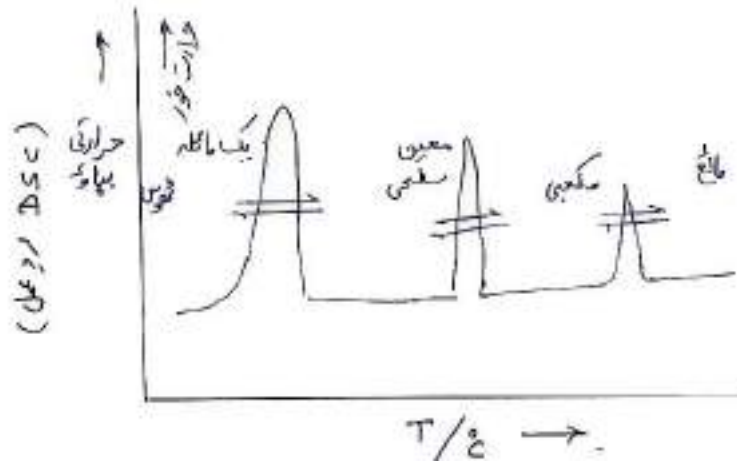


شکل 10.10 خطی پالی ایتھلین اور ساخدار پالی ایتھلین

ہر ویشہ (خطی پالی ایتھلین اور ساخدار پالی ایتھلین) ہر ایک کی اپنی DSC چوٹی ہے۔

مثال (2) کاربن ٹیٹراکلورائیڈ کے لئے DSC کا مخصوص رد عمل (DSC منحنی) شکل 1010.2 میں دکھایا گیا ہے۔ کاربن ٹیٹراکلورائیڈ کی

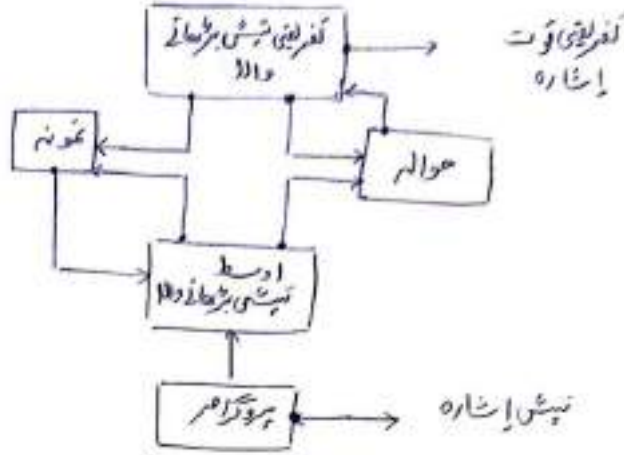
DSC منحنی پگھلنے سے پہلے تین ٹھوس۔ مائع مائیت تبدیلیوں کو ظاہر کرتی ہے۔



شکل-10.10.2 CCl₄ کے لئے DSC منحنی

پس DSC منحنی کو دی گئی تبدیلی کے متعلقہ چوٹیوں کو متحد کر کے تبدیلی کی انتھالپی (عبوری انتھالپی) کے تعین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

عبوری انتھالپی کو درج ذیل مساوات استعمال کر کے محسوب کیا جاسکتا ہے۔ (شکل 5)



شکل-10.10.3 : DSC کا خانہ خاکہ

عام طور پر توازن اسطرح استعمال ہوتے ہیں کہ وہ درجہ حرارت کی بڑی حد کا احاطہ کرتا ہے اس میں اونچے درجہ کی میکاکی سختی اور برقیاتی قیام پذیری ہوتی ہے درجہ حرارت کی ریکارڈنگ $\pm 1^{\circ}C$ کی حد میں ہوتی ہے۔ توازن میں مناسب حد تک خود کار تطبیق ہو اور ہر قسم کی تھر تھر ایٹ کا اثر نہ ہو اور وزن کی تبدیلی پر فوری رد عمل ظاہر کرتا ہو۔

DSC میں (حراری بہاؤ DSC) حراری جفت کو بطور درجہ حرارت حساس کے استعمال کیا جاتا ہے اور بھٹی میں نمونہ خانہ (S) اور حوالہ خانہ (R) دونوں کے لئے ایک قالب تپش ہوتا ہے۔ جب کہ پلائٹمز مزاحم حراری جفت کا استعمال بجلی تلافی DSC بھٹی میں نمونہ خانہ اور حوالہ خانہ علیحدہ علیحدہ قالب تپش ہوتے ہیں۔

متوازی DSC – Thermo Granature Analysis تکنیک منضبط ماحول اور مادہ میں حرارتی بہاؤ اور وزن کی تبدیلی کی پیمائش درجہ حرارت یا وقت کے تفاعل کے طور پر پیمائش کو رو رکھتی ہے مادہ کی ان دونوں خصوصیات کی متوازی پیمائش سے نہ صرف زرخیزی میں اضافہ ہوتا ہے بلکہ نتائج کی تشریح کرنا بھی آسان ہوتا ہے۔

DSC 10.11 منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل

تجزیاتی نتائج پر اثر انداز ہونے والے بڑے عوامل بناوٹ، درستگی، راستی ذیل میں بیان کیے گئے ہیں۔

1 آلاتی عوامل

- (الف) بھٹی گرمائی کی شرح
- (ب) ریکارڈ یا نقشہ رفتار
- (ج) بھٹی کی فضا
- (د) نمونہ کی ہندسی شکل (جیومیٹر) اور مقام حساس
- (و) ریکارڈنگ نظام کی ترتیب

- (ہ) نمونہ کے شمولات کی ترتیب
- (2) نمونہ کی امتیازی خصوصیات
- (الف) نمونہ کی مقدار
- (ب) ذرہ کی جسامت
- (ج) خارج ہونے والی گیس کی نمونہ میں حل پذیری
- (د) حرارت تعامل
- (و) نمونہ کی نوعیت
- (ہ) نمونہ کی پیکنگ
- (ک) حرارت موصلیت

10.12 اکتسابی نتائج

اس اکائی کے مطالعہ کے بعد طلباء مختلف حرارتی طریقوں جیسے DTA اور DSC کی وضاحت کرنے کے قابل ہو گئے۔
اس اکائی میں طلباء نے ذیل کے تعلق سے واقفیت حاصل کی۔

- تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA)
- DTA
- DTA پر اثر انداز ہونے والے مختلف عوامل
- تفریقی حرارتی تجزیہ کے اطلاقات
- DTA کے فوائد
- DTA کے نقص
- تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی (Differential Scanning Calorimetry)
- DSC منحنی
- DTA اور DSC کی تقابلی تفصیل
- DSC کی آلات سازی
- DSC پر اثر انداز ہونے والے عوامل

10.13 کلیدی الفاظ

- تفریقی تجزیہ جائزہ حرارہ پیمائی (Differntail Scanning Calorimetry): یہ حرارتی تجزیہ ایک تکنیک ہے جو ہیستری تغیرات اور کیمیائی تعاملات سے جڑے حرارتی اثرات پر نظر رکھتی ہے۔
- تفریقی حرارتی تجزیہ (DTA) کی تعریف: یہ ایک حرارتی تکنیک ہے جس میں نمونہ (Ts) کا موازنہ حرارتی غیر عامل مادے (حوالہ TR) سے کر کے نمونہ / غیر عامل مادہ یا بھٹی کی تفتیش کے تفاعل کے طور پر پیمائش کی جاتی ہے جس وقت شے اور حوالہ مادہ دونوں یکساں تپش پروگرام کے تحت ہوں (گرمی یا سردی)

10.14 نمونہ امتحانی سوالات

معروضی جوابات کے حامل سوالات

1. تفریقی حراری تجزیہ (DTA) کی تعریف کیجئے۔
2. DTA کے اصول لکھے۔
3. DTA کی آلات سازی کا خاکہ بنائیے۔
4. DTA پر اثر انداز ہونے والے مختلف عوامل کی وضاحت کیجئے۔
5. DTA کے فوائد و نقصانات کا تذکرہ کیجئے۔
6. DTA تکنیک کا مختلف تجزیاتی تجربات میں اطلاق کیجئے۔
7. تفریقی جائزہ حرارہ پیمائی (DSC) کی تعریف کیجئے۔
8. DSC میں شامل آلات سازی کی وضاحت کیجئے۔
9. DSC منحنی کا خاکہ بنائیے اور منحنی کی تشریح کیجئے۔
10. DSC منحنی پر اثر انداز ہونے والے عوامل بتائیے۔

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1. تفریقی حرارتی تجزیہ کیا ہے؟ مختصر بیان کیجئے۔
2. DTA نقشہ حرارت (تھر موگرام) کی تشریح کیجئے۔
3. DTA کی نظریاتی بنیاد دیجئے۔
4. DTA میں استعمال ہونے والے آلہ سازی پر مختصر نوٹ لکھئے۔
5. DTA منحنی پر ماحولیاتی عوامل کس طرح اثر انداز ہوتے ہیں؟

6. DTA کا استعمال کر کے ہم حرارت تعامل کی پیمائش کیسے کر سکتے ہیں؟

طویل جوابات کے حامل سوالات

1. DTA کی نظریاتی بنیاد اور آلات سازی کی تشریح کیجئے۔

2. DTA منحنی پر اثر انداز ہونے والے مختلف عوامل کا تفصیلی بیان لکھئے۔

3. DTA کے اطلاقات لکھئے۔

4. DSC کیا ہے؟ DSC کی آلات سازی کی وضاحت کیجئے۔

5. (الف) خطی اور شاخدار پالی ایتھیلین (ب) CCl_4 کے لئے DSC منحنی خاکہ بنائیے اور اسکی وضاحت کیجئے۔

10.15 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

- 1 Quantitative Analysis, 6th Ed. R.A. Day Jr. and A.L. Underwood. Prentice Hall India Ltd. 1991.
- 2 Analytical Chemistry, 6th Ed. G.D. Christian, Jhon Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd., New Delhi, 2004
- 3 Vogel's Text Book of Quantitative Chemical Analysis, 6th Ed. J. Mendham, R.C. Denney, J.D. Barnes, M.J.K. Thomas, Pearson Education Ltd. 2000
- 4 Fundamental of Analytical Chemistry, 9th Ed. D.A. Skoog, D.M. west, F.J. Holler, S.R. Crouch, Brooks Cole – Cengage Learning 2014
- 5 Chemical Analysis, Modern Instrumental Methods and Techniques, 2nd Ed. Francis Rouessac, Annick Rouessac, Wiley 2007.
- 6 G.W. Ewing, Instrumental Methods of Chemical Analysis, 5th Ed. 1985.

اکائی 11۔ برقی تجزیاتی ترکیبی طریقے۔ 1

(Electro Analytical methods-I)

| اکائی کے اجزاء | |
|--|----------|
| تمہید | 11.0 |
| مقاصد | 11.1 |
| برقی تجزیاتی ترکیبی طریقوں کی جماعت (درجہ) بندی | 11.2 |
| قوی پیمائی (قوت پیمائی) | 11.3 |
| تعارف | 11.3.1 |
| دھاتی مثبت آئین (مثبت برق پارے) کی پیمائش کے لئے دھاتی برقیہ | 11.3.2 |
| دھات۔ دھات نمک برقیہ | 11.3.3 |
| تکسیدی۔ تحویلی (Redox) برقیہ | 11.3.4 |
| کالومل (Calomel) برقیہ | 11.3.5 |
| قوی (Potential) کی پیمائش | 11.3.6 |
| pH پیمائش (pH Meter) | 11.3.6.1 |
| قوی پیمائی (Potential Measurement) کے برقی خانے (Cell) | 11.3.6.2 |
| ارتکاز (Concentration) معلوم کرنا | 11.4 |
| ماء باقی مائع جوڑ قوی | 11.5 |
| راست قوی پیمائی کی صداقت | 11.6 |
| شیشہ (کانچ) pH برقیہ | 11.7 |
| برق پارہ منتخب برقیہ | 11.8 |
| قوی پیمائی کے بنیادی اصول | 11.9 |
| قوی پیمائی ترتیب | 11.10 |
| pH پیمائی ترتیب | 11.11 |
| تعارف | 11.11.1 |

| | |
|--|---------|
| pH پیمائی ترتیب کے بنیادی اصول | 11.11.2 |
| نقطہ تساوی (قدر) کے تعین میں استعمال ہونے والے طریقے کار (فتیات) | 11.11.3 |
| pKa اقدار کے تعین میں استعمال ہونے والے طریقے کار (فتیات) | 11.11.4 |
| موصلیت پیمائی | 11.12 |
| تعارف | 11.12.1 |
| موصلیت پیمائی کے بنیادی اصول | 11.12.2 |
| موصلیت پیمائی ترتیبیں | 11.12.3 |
| PKa موصلیت پیمائی کے اطلاقات | 11.12.4 |
| اکتسابی نتائج | 11.13 |
| کلیدی الفاظ | 11.14 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 11.15 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 11.16 |

11.0 تمہید

برقی تجزیاتی تراکیب محلول میں موجود مواد کی مقدار (ارتکاز) اور برقی رو، وولٹیج اور مزاحمت (رکاوٹ) کے درمیان تعلق کی پیمائش سے متعلق ہوتے ہیں۔

دوسرے تجزیاتی طریقوں کے مقابلے میں تجزیاتی طریقے کچھ بہتر (مفید) ہوتے ہیں اس طریقے میں محلول میں موجود عناصر کے مختلف تسلیدی حالتوں کی شناخت اور ان عنصر کی کل مقدار (ارتکاز) بھی معلوم کی جاسکتی ہے۔ اس طریقے کا ایک اہم فائدہ یہ ہے کہ یہ کفایتی (سستا) ہے۔

11.1 مقاصد

اس اکائی کے تعلیمی مقاصد درج ذیل ہیں۔

- برقی تجزیاتی تراکیب کے اقسام۔
- حوالہ اور مظہر دونوں برقیروں کے قوی پیمائی اقسام۔
- قوی پیمائی ترتیب کے ذریعہ مقدار (ارتکاز) درستگی معلوم کرنا۔

- pH پیمانہ۔ معادل نقطہ اور pKa اقدار معلوم کرنے کے اصول اور طریقہ کار۔
- موصلیت پیمائی۔ مختلف اقسام اور اطلاقات (ایصالی معاونت)۔

11.2 برقی تجزیاتی ترکیبی طریقوں کی درجہ (جماعت) بندی

برقی تجزیاتی ترکیبی طریقہ کار کی بڑے پیمانے پر درج ذیل درجہ بندی کی گئی ہے۔

(1) قوہ پیمائی

قوی پیمائی کو برق گزار محلول میں ڈبوئے ہوئے حوالہ اور مظہر برقی رے کے قوی کے فرق کو ناپنے (پیمائش) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ محلول میں ڈبوئے ہوئے برقی رے کا قوہ توازنی حالت کے برق پاروں کے مقدار (ارتکاز) پر منحصر ہوتا ہے۔ قوہ کی تبدیلی کو منا سب مظہر برقی رے اور حوالے برقی رے سے موازنہ کر کے ناپا جاتا ہے۔ اور یہ عمل معارضہ کے محلول کے ارتکاز (مقدار) کی تبدیلی سے وابستہ (منسلک) ہوتا ہے۔ قوہ پیمائی معارضیت کو تکسیدی۔ تحویلی معارضیت (مجھی تجزیہ) میں نقطہ آخر معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ میں قوہ کے فرق اور ملائے جانے والے متعامل کے حجم کے درمیان ترسیم بنا کر (مرتسم کر کے) اس ترسیم سے معادل نقطہ حاصل کیا جاتا ہے۔

(2) ایصال معاونت (موصلیت پیمائی)

ایصالی معاونت تجزیہ (تحلیل نفس) کسی محلول کی برقی ایصالیت کی پیمائش (ناپنے) سے وابستہ (جڑی) ہوتی ہے۔ اس میں دو عوامل (i) برقی پارے کی رفتار اور ارتکاز محلول میں برقی رو کے اتصال کے ذمہ دار برق پاروں کی نقل مکانی (ہجرت) پر ہوتا ہے۔ ایصالی معاونت کی معلومات کمزور تیزاب اور القلی کے منشری مستقلہ، پانی کا آئینی ما حاصل اور کم (اقل) حل پذیر نمکوں کے حل پذیری ما حاصل کے مطالعہ میں کارآمد (مفید) ہوتے ہیں۔

(3) تقطیب نگاری

کسی مادے کی برقی پاشیدگی میں بتدریج وولٹیج بڑھاتے ہوئے برقی رونا پنے کے عمل کو تقطیب نگاری کہتے ہیں۔ یہ سازوں پر مبنی تکنیک (طریقہ کار) ہے جو محلول سے بہنے والے برقی رو کے قوہ کے فرق کی پیمائش پر مشتمل ہوتی ہے۔ اس سے حاصل شدہ نتائج کسی بھی وولٹیج پر برقی رو کے مقدار ناپنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ کیونکہ ان مشاہدات سے حاصل ہونے والے منحنی سے پارہ برقی رے کی ڈھلتی ترسیمی ترجمانی ہوتی ہے۔ حاصل شدہ منحنی کو تقطیبی تصویر (تقطبیت) کہتے ہیں۔

(4) دولٹاپیمائی (Voltametry)

برقی تجزیاتی طریقہ کار (تکنیک) کی قسم جو زیر مطالعہ محلول میں تقطیسی برقیروے کے برقی قوہ کے برتاؤ پر منحصر ہوتی ہے۔ دولٹاپیمائی میں معلوم کم قوہ کے برقیروے محلول میں ڈبوئے جاتے ہیں جن میں ایک غیر تقطیسی حوالہ برقیروہ اور دوسرا غیر عامل (بے عمل) تقطیسی برقیروہ ہوتا ہے مخلوط محلول سے بہنے والی برقیروہ کی پیمائش (ناپ) کی جاتی ہے۔

(5) کولمب پیمائی

کولمب پیمائی تجزیاتی تکنیک (طریقہ) کسی برقیروہ کی پیمائی کے عمل کی تکنیک میں درکار وقت اور برقیروہ کی مقدار حتمی (پکی) پیمائش یا کسی مخصوص متعامل سے اچھی طرح تعلق کرنے کے لئے کافی (مطلوبہ مقدار میں) برقیروہ کی تخلیق پر مبنی ہوتی ہے۔ آسان اصطلاح میں کولمب پیمائی برقیروہ پائیدگی میں برقیروہ پائیدگی کی پیمائش ہے۔

(6) ایمپیر (Ampere) پیمائی

ایمپیر پیمائی دو برقیروہوں سے بہنے والے متعین دو لٹیج فرق کے برقیروہ کا مطالعہ ہے۔ عمل معارضہ (معارضت) میں نقطہ آخر معلوم کرنے کے لئے برقیروہ کی مقدار اور بمقابلہ Titrant بیوریٹ سے ملائے جانے والے (محلول) کے حجم ترسیم بنائی جاتی ہے۔ ایمپیر پیمائی بصری مظاہر معارضت میں رنگ کی تبدیلی کا تخمینہ نقطہ آخر معلوم کرنا ذاتی غلطیوں سے پاک (مبرا) ہوتا ہے۔ کیونکہ اس میں کے اگلے پچھلے ترسیمی حصہ کی قیاسی تشریح سے نقطہ آخر معلوم کیا جاتا ہے۔ جب بصری مظاہرہ یا قوہ پیمائی معارضت کامل درست نہیں ہوتے تب ایمپیر پیمائی کی جاسکتی ہے۔

11.3 قوہ پیمائی (Potentiometry)

11.3.1 تعارف

قوی پیمائی قدیم ترین تجزیاتی طریقوں سے ایک ہے۔ J. Willard Gibbs (1838-1903) اور (1864-1941) Walther Nerst نے برقیروہ کی پیمائی توازن اور برقیروہ قوہ کی بنیاد رکھی تھکسیدی و تھوہلی معارضت میں غیر عامل برقیروہ کا مظہر برقیروہ کے طور پر استعمال (استفادہ) کرتے ہیں اور بر خود (بے اختیار) معارضت میں موثر طریقے سے استعمال ہونے والا قوہ پیمائی برقیروہ ہے۔ آجکل تھکسیدی۔ تھوہلی برقیروہ کے بجائے منتخب برقیروہ (آئین) برقیروہ کو منتخب برقیروہ (آئین) کی پیمائش کے لئے عموماً استعمال کیا جاتا ہے۔

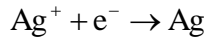
قوی پیمائی کسی محلول کے برقیروہ قوت (Emf) کی پیمائش پر مشتمل ہوتی ہے۔ جو محلول میں مظہر (Indicator) اور حوالہ (Reference) برقیروہ کے جوڑ استعمال کر کے کی جاتی ہے یہ مادے کے برقیروہ کی نوعیت مقدار (ارتکاز) پر منحصر ہوتی ہے۔ قوہ

پیمائی جس میں مظہر اور حوالہ برقیہ ہوتا ہے قوہ کی mV میں ناپا جاتا ہے۔ (قوہ کی اکائی mV) مظہر برقیہ کے محلول کے pH یا emf کو ظاہر (نشاندہی) کرتے ہیں مثلاً مثال کے طور پر Antimony (سر مہ = Sb) اور شیشہ (کانچ) برقیہ (عموماً استعمال ہوتے ہیں) حوالہ برقیہ وہ ہوتا ہے جیسے کسی بھی محلول میں ڈبو یا جائے تو اس کا قوہ تبدیل نہیں ہوتا جس کا اپنا معیاری قوہ ہوتا ہے۔ مثلاً معیاری ہائیڈروجن برقیہ، معیاری کالومل برقیہ اور سلور (چاندی)، سلور کلورائیڈ، معیاری کالومل برقیہ عام طور پر (عموماً) استعمال ہونے والا حوالہ برقیہ ہے۔

11.3.2 دھاتی مثبت برق پارے کی پیمائش کے لئے دھاتی برقیہ

اس زمرہ (قسم) میں برقیہ (دھاتی پلیٹ یا تار) مخصوص دھاتی مثبت برق پاروں کے ساتھ ربط (وسیلہ) بناتا ہے۔ مثلاً دھاتی چاندی برقیہ کو سلور نائٹریٹ محلول (آئینی شکل) میں ڈبو یا جائے اور KCl/NaCl نمک پل کا فعل انجام دے۔

Ag / Ag⁺
اور نصف برقی خانہ عمل



اس برقیہ کا قوی Nernst مساوات سے ایسے وضع کیا جاتا ہے۔

$$E = E^0_{\text{Ag}^+, \text{Ag}} - \frac{2.303RT}{nF} \log \frac{1}{a_{\text{Ag}^+}}$$

جہاں a_{Ag^+} = چاندی برق پاروں کی حرکت پذیری (تغیر) $n = 1$

E_{cell} (یا برقیہ) مثبت یا منفی ہو سکتا ہے جو چاندی برق پاروں کی حرکت پذیری (تغیر) یا دونوں برقیوں کے متعلقہ قوہ پر منحصر ہوتا ہے۔

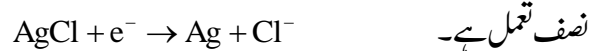
تحدیدات (Limitation) (حدود)

- 1- دھاتی مظہر برقیہ نہ صرف اپنے ہی برق پاروں بلکہ دوسرے باسانی تحویل کیے جاسکنے والے برق پاروں سے متاثر ہوتے ہیں کیونکہ یہ زیادہ منتخبی (انتخاب کیے ہوئے) نہیں ہوتے۔
- 2- کئی دھاتی برقیہ تیزاب (ترشے) کی موجودگی میں بگڑ جاتے ہیں اس لئے انھیں صرف معتدل یا اساسی (الکلائین) محلول میں استعمال کیا جاسکتا ہے۔

11.3.3 دھات-دھاتی نمک برقیہ (Metal-Metal Salt Electrode)

اس قسم کے برقیہ، $M | Mx | Xn$ شکل اختیار کرتے ہیں جہاں Mx (ذیلی) ضمنی حل پذیر نمک ہے۔

سلور- سلور کلورائیڈ برقیہ اس کا ایک نمونہ ہے۔ (مثال) $\text{Ag} | \text{AgCl}_{(s)} | \text{Cl}^-$



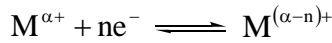
الکٹرون کی تعداد n نظر نہیں آتی کیونکہ یہاں n = 1 یہ برقیہ کے محلول میں کلورائیڈ برقی پارے (آئین) کی مشغولیت کی جانچ (تشخیص) کے لئے استعمال کیے جاتے ہیں۔ کلورائیڈ آئین کی مشغولیت (عملیت) میں اضافے سے قوتہ میں کمی واقع ہوتی ہے۔ سلور کلورائیڈ کارسوب (محلول میں غیر حل پذیر ٹھوس مادہ) سلور تار پر جم جاتا ہے (جمع ہو جاتا ہے) مثال کے طور پر کلورائیڈ آئین والے محلول کی برقی تکسید کرنے پر کلورائیڈ محلول میں سلور (چاندی) تار ڈوبنے پر سلور کلورائیڈ کی مہین (پتلی) تہہ کی حقیقتاً خاص ضرورت نہیں ہوتی۔ یہ برقیہ Ag^+ یا Cl^- آئین کسی ایک آئین کی نگرانی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ حقیقتاً یہ صرف Ag^+ (سلور آئین) کو محسوس کرتا ہے۔ ان کی مشغولیت (مصروفیت، عملیت) اقل حل پذیری $AgCl$ کی حل پذیری پر منحصر ہوتی ہے ذیل کی مساوات قوتہ معلوم کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔

$$E = E_{Ag^+, Ag}^0 = E_{AgCl, Ag}^0 - \frac{2.303RT}{F} \log K_{sp}$$

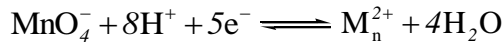
K_{sp} کا تخمینہ لگانے کے لئے (مقدار) اتکا کے بجائے حرر کیا جاتی حل پذیری حاصل (K_{sp}) کا استعمال کیا جاتا ہے۔

11.3.4 11.3.4 تحویلی تکسیدی (Redox) برقیہ

تحویلی تکسیدی برقیہ حل پذیر تحویلی۔ تکسیدی حالتوں والے محلول میں نصف تعمل غیر عامل دھات کے رابطہ میں ہوتے ہیں۔ عموماً پلائٹم (Pt) کو بطور غیر عامل دھات استعمال کیا جاتا ہے۔ برقیہ کے سطح پر نصف تعمل میں تحویل سے تکسیدی انواع کا تناسب غیر عامل برقیہ پر قوتہ کا تعین کرتا ہے۔



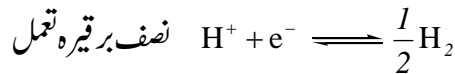
$$E = E_{M^{\alpha+}, M^{(\alpha-n)+}}^0 - \frac{2.303RT}{nF} \log \frac{\alpha M^{(\alpha-n)+}}{\alpha M^{\alpha+}}$$



$$E = E_{MnO_4^-, Mn^{2+}}^0 - \frac{2.303RT}{5F} \log \frac{\alpha Mn^{2+}}{\alpha MnO_4^- - (\alpha H^+)^8}$$

اس کی مثال MnO_4^- / Mn^{2+} کے تناسب کی پیمائش ہے۔ چونکہ pH کو مثالی طور پر مستقل رکھا جاتا ہے۔ تحویلی تکسیدی معائرت کی طرح MnO_4^- سے Mn^{2+} کا تناسب دریافت کیا جاسکتا ہے۔

ہائیڈروجن برقیہ H^+ اس برقیہ کی لازمی مثال ہے۔



$$E = E_{H^+, H_2}^0 - \frac{2.303RT}{F} \log \frac{(P_{H_2})^{1/2}}{\alpha H^+}$$

H_2PtC_{16} محول میں منفیرہ برق پاشیدگی کے ذریعہ پلاٹنم برقیہ پر سیاہ پلاٹنم کی تہہ چڑھانی چاہئے۔ ہائیڈروجن سالمات کی تکسید سیاہ پلاٹنم کے ذریعہ اثر انداز (متاثر) ہوتی ہے یہ ان سالمات کو انجذاب کے لئے وسیع سطح مہیا کرتی ہے لیکن سیاہ پلاٹنم کی زیادہ دوسرے مادے جیسے نامیاتی سالمات یا H_2S کا سطحی انجذاب سے برقیہ کے برتاؤ کے غیر یقینی کا سبب بنتی ہے۔

گیسوں کے فضائی دباؤ میں تبدیلی سے انکی عاملیت بدل سکتی ہے۔ چونکہ مساوات 13.19 میں اگر ہائیڈروجن گیس کا دباؤ ایک تصالی (1 atm) برقرار رکھا جائے تو E^0 صفر (0) واضح ہوتا ہے۔

$$E =$$

اس برقیہ کے کو کسی نظام میں تحویلی تکسیدی عملات کی نگرانی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

اس قوہ پیمائی EMF پیمائش کے نمایاں فوائد درج ذیل ہیں۔

1- اس میں صفر نقطہ ترکیب استعمال ہوتی ہے۔ اس لئے پیمائش میں کوئی انحراف یا غلطی نہیں ہوتی۔

2- آسان پیمائشی طریقہ (تکنیک) ہے۔

3- صفر نقطہ (null point) پر برقی خانہ سے رواں (برقی رو) کا بہاؤ نہیں ہوتا اس لئے آلہ پیمائش کی معلومات (Reading) پر مزاحمت کا اثر نہیں ہوتا اور برقی خانہ قطبیبندی نہیں ہوتا یہ برقیہ نظام کے تحویلی تکسیدی قسم میں تکسیدی اور تحویلی (تخفیفی) مقدار (ارتکاز) کی پیمائش کے لئے استعمال ہوتا ہے۔

11.3.5 کالومل برقیہ (Calomel Electrode)

یہ ایک SCE ہے جیسے قلیل (تھوڑا) مقدار میں پارہ (Hg)، ٹھوس Hg_2Cl_2 (کالومل)، ٹھوس KCl اور اس آمیزے کو گیلیا رکھنے کے لئے حسب ضرورت سیر شدہ KCl محلول سے بنایا جاتا ہے، سیر شدگی کی برقراری کے لئے اس میں تھوڑا KCl ملایا جاتا ہے اس قوہ پیمائی آلہ (کانچ نلی) کا ایک سراپارہ (Hg) میں ڈوبے ہوئے پلاٹنم (Pt) تار سے جڑا ہوتا ہے۔ کانچ محلول اور KCl محلول کو جوڑنے کے لئے اکثر نمک پل استعمال کیا جاتا ہے اس میں سیر شدہ محلول بھر کر کانچ کے ریشوں سے اسکے کھلے سرے بند کیے جاتے ہیں۔ نلی کے نچلے حصہ میں پارہ (Hg) اس کے اوپر Calomel سے کامل سیر شدہ KCl محلول ڈالا جاتا ہے۔ اس نلی کا پلاٹنم تار (Pt) جوڑ پارے (Hg) سے ملتا ہے۔ نلی کے نچلے حصہ کے چھوٹے سوراخ سے آئینی پارہ (Hg^+) اور سالمی پارہ (Hg) کے درمیان الیکٹرون کا بہاؤ ہوتا ہے۔

نصف برقی خانہ Hg / Hg_2Cl_2

تعمل (i) تحویل (تخفیف) کی صورت میں $Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg_{(s)}$

(ii) تکسید کی صورت میں $2Hg_{(s)} \rightarrow Hg_2^{2+} + 2e^-$

فائدے (فوائد)

(i) آسانی تیار کیا جاسکتا ہے۔

(ii) برقیہ توہ کا استقلال

نقصانات:- اس میں اکثر سیر شدہ KCl محلول استعمال ہوتا ہے۔ جو تپش پر منحصر ہوتا ہے۔

11.3.6 قوہ (Potential) کی پیمائش

جب حوالہ اور مظہر برقیہ کو جوڑا جاتا ہے تو ولٹائیٹک برقی خانہ تیار ہوتا ہے برقی خانہ میں حاصل (تیار) ہونے والا قوہ دو لٹیج مظہر برقیہ کے قوہ حوالہ برقیہ کی نسبت (تعلق) سے ہوتا ہے۔ مقدار (ارتکاز) یا تجزیاتی سرگرمی کا تخمینہ (حساب) لگانے کے لئے Nernst مساوات استعمال کی جاتی ہے۔

11.3.6.1 pH پیمائش (pH Meter)

شیشہ (یادوسرا) برقیہ استعمال کر کے قوہ پیمائی pH پیمائش کے حصہ کے طور پر کی جاتی ہے۔ بنیادی میں pH پیمائش (Volt Meter) جیسا کام کرتا ہے۔

pH پیمائش (pH Meter) ایک دو لٹیج پیمائی آلہ ہے جو کم اور زیادہ دو مزاحمتی برقی روکارستہ (Circuit) میں اونچی مزاحمتی شیشہ برقیہ استعمال کر کے قوہ پیمائی کرتا ہے۔ pH پیمائش کا اگلا سرا اونچی انداختہ مزاحمتی الیکٹرو میٹر، ایپیلی فائر پر مشتمل ہوتا ہے۔ pH پیمائش (pH Meter) ایک اونچی انداختہ مزاحمتی دو لٹیج پیمائش ہے جو برقی خانہ کے دو لٹیج کو محسوس کر سکتا ہے۔ اسے ہندسی طور پر نمایاں (دو لٹیج یا pH کے طور پر) اکثر نتائج کی قوت بڑھا کر بیرونی معلوماتی آلہ میں نمایاں کرتا ہے۔ مخصوص شیشہ pH برقیہ کی مزاحمت لگ بھگ 10⁸ ہے۔ اگر pH پیمائش کافی حساس ہو تو 0.1 mV جزئیات نگاری (Resolution) تک پیمائش ممکن ہے۔ راست قوہ پیمائی (Potentiometric) پیمائش کے لئے pH برقیہ کے ساتھ دوسرے منتخبہ آئینی برقیہ بھی استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

11.3.6.2 قوہ پیمائی کے لئے برقی خانہ (The Cell for Potential Measurement)

راست قوہ پیمائی پیمائش جش میں ایک برقی پارہ (Ion) کی کارکردگی کا تخمینہ مظہر برقیہ کے قوہ سے کیا جاتا ہے۔ حوالہ برقیہ کا قوہ معلوم ہو یا مقرر کیا جانا چاہئے۔ جب تک پل استعمال کیا جائے مائع۔ جوڑ قوہ کو بھی ملحوظ رکھا جائے پھر درج ذیل مساوات استعمال کر کے قوہ کی پیمائش کی جائے۔

$$E_{\text{cell}} = K - \frac{2.303RT}{nF} \log \frac{\alpha_{\text{آئن}}}{\alpha_{\text{عمید}}}$$

مستقل K کی تحسب معلوم معیاری محلول کے قوہ کی پیمائش کر کے کی جاتی ہے۔

11.4 قوہ (Potential) کی پیمائش سے ارتکاز (مقدار) کا تعین کرنا

چونکہ محلول کی کارکردگی کا مقداری تعین دشوار ہے۔ اکثر جانچ کیمیائی مادے کی کارکردگی کے بجائے مقدار (ارتکاز) کا استعمال کیا جاتا ہے۔ جانچ مادے کی کارکردگی (Activity) عملی طور پر اس مادے کے تمام مقداروں (ارتکاز) کے لئے مستقل ہوتی ہے۔ اگر تمام

محللوں کے برقی پاروں کی قوت ایک جیسی (یکساں) مقدار پر مستقل رکھی جائے تو Nernst مساوات میں لوگ اصطلاح کو درج ذیل کی طرح لکھا جاسکتا ہے۔

$$E_{\text{cell}} = K' - \frac{2.303RT}{nF} \log \frac{C_{\text{red}}}{C_{\text{oxd}}}$$

بہ الفاظ دیگر تکسیدی یا تھویلی حالت کے ارتکاز میں دس گنا تبدیلی کرنے پر برقی قوت تقریباً $\frac{2.303RT}{nF}$ بدلتا ہے۔ جب لوگ ارتکاز بمقابلہ قوت ترسیم بنائی جائے تو ایک مثالی تعین معیار منحنی کی ڈھلان $\frac{2.303RT}{nF}$ ہونی چاہئے۔ مستقل K جو معیاری قوت، حوالہ برقی قوت، مائع جوڑ قوت اور عددی کارکردگی جو ترمیمی مفاطعہ (مطع) کو ظاہر کرتی ہے کو نوٹ کرنا چاہئے۔ معیاری اور نمونہ (مثالی) دونوں محللوں میں اونچی ارتکاز کے برق گزار ملائے جاتے ہیں تاکہ محلول میں ایک جیسی آئینی قوت برقرار رکھی جائے کیونکہ نامعلوم (مجہول) محلول کی آئینی قوت مجہول ہوتی ہے۔

11.5 باقی ماندہ (بقیہ) (Residual) مائع۔ جوڑ قوت

معیاری اور نمونہ (مثالی) پیمائش میں K کی قدر مساوی ہوتی ہے۔ یہ اسی صورت میں صحیح ہوتا ہے جب دونوں محللوں میں حوالہ برقی قوت کے مائع جوڑ قوت ایک جیسا ہوتا ہے۔ مائع۔ جوڑ قوت جسامت میں بدلیگا اور جانچ محلول کی ترکیب حوالہ محلول سے مخصوص ناستواری ہوگی بقیہ مائع جوڑ قوت معلوم نہیں ہوگا۔ یہ دونوں مائع جوڑ قوت کے درمیان کا فرق ہے دونوں محللوں کی آئینی قوت ممکنہ طور پر یکساں ہونی چاہئے اسی طرح معیاری اور جانچ محلول کا pH بھی ایک جیسا ہونا چاہئے۔

11.6 راست قوت پیمائی جانچ کی صداقت

25°C پر شماریات (ریڈنگ) کی نادرستگی (غلطی) داخل کی گئی فی صد غلطی 1mV کو قوت پیمائی میں تخمیناً ضروری درجہ صداقت استعمال کیا جاسکتا ہے۔ فی الجملہ ایسے برقی قوت جو واحد گرفت آئین جیسے چاندی (Ag⁺) سے عمل کرتے ہیں۔

$$E_{\text{cell}} = K - 0.05916 \log \frac{I}{\alpha \text{Ag}^+}$$

$$\alpha \text{Ag}^+ = \text{amt} \log \frac{E_{\text{cell}} - K}{0.05916}$$

نتیجہ میں $\pm 1 \text{ mV}$ یا pAg اکائی میں 0.017 کی خرابی (غلطی) Ag⁺ کے ارتکاز میں ± 4 غلطی (خرابی) ہے۔ زیادہ تر برقی قوت بنیادی جانچ کی مطلق صداقت 0.2 mV سے بہتر نہیں ہوتی۔ یہ راست پیمائش میں حاصل ہونے والی انتہائی صداقت کی حد (امکانی انتہا) ہے۔ جانچ میں 1mV خرابی (کارکردگیوں) میں آئے گی۔ جب n کو دو گنا کر کے 2 کیا جائے تو خرابی بھی دو گنا ہوگی لہذا تانبہ ⁺⁺Cu / تانبہ (II) برقی قوت کی خرابی 1mV خرابی کے لئے 8% خرابی ہوگی اس سے واضح ہوتا ہے کہ بقیہ مائع۔ جوڑ کا صداقت پر اچھا خاصا اثر ہو سکتا ہے۔

11.7 شیشہ (کانچ) pH برقیہ

شیشہ pH برقیہ کو اس کی سادگی کی وجہ سے آج کل pH ریڈنگس کے لئے ہمیشہ عموماً استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ pH کی بڑے دائرہ کار میں عمل میں لایا جاسکتا ہے۔ یہ تکسیدی اور تحویلی متعامل کی موجودگی اس پر لازماً اثر انداز نہیں ہوتی HCl کی سطح اس کے قوہ کا تعین کرتی ہے۔ اسے مستقل ہونا چاہئے اس قسم کا برقیہ اونچی برقی موصلیت والے مہین (پتلے) شیشہ (کانچ) کے بلب سے بنتا ہے۔ اس بلب میں متعین مقدار (ارتکاز) کے ہائیڈروکلورک تیزاب محلول کے ساتھ برقی جوڑ کے لئے سلور کلورائیڈ تار ہوتا ہے۔ سلور کلورائیڈ تار درمیان میں اور اسکا نچلا سرکانچ نلی (Glass tube) کے HCl محلول میں ڈوبا ہوتا ہے۔ یہ کانچ کی نلی مظہر برقیہ کا کام کرتا ہے۔ اسے معلوم pH کے محلول میں ڈبو یا جاتا ہے۔

11.8 برق پارہ (آئین) تریجی برقیہ

روایتی شیشہ برقیہ کی شیشہ جھلی (غشاء) کا قوہ ہائیڈروجن آئین (برق پارہ) کے لئے انتخابی (تریجی) ہوتا ہے۔ مختلف قسم کے جھلی برقیہ تیار کیے گئے ہیں جن کے جھلی قوہ مخصوص برق بارے یا برق باروں کے لئے تریجی ہوتے ہیں۔ نتیجتاً اسی مناسبت سے ان کو برق پارہ تریجی برقیہ (ISEs) کہتے ہیں۔

اس کی ترتیب شیشہ برقیہ جیسی ہوتی ہے۔ کانچ نلی H^+ آئین کے لئے نیم نفوذ پذیر جھلی کا کام کرتی ہے۔ کانچ نلی H^+ مثبت برق پارہ (Cation) کا تبادلہ نمونہ محلول سے کانچ نلی تک ممکن بناتی ہے۔ مختلف pH قدریں معلوم کرنے کے لئے نمونہ محلول کے pH مقدار (ارتکاز) کا تقابل کانچ نلی کے H^+ آئین سے کیا جاتا ہے۔ جب H^+ آئین کا ارتکاز کانچ نلی نمونہ محلول سے زیادہ ہوتا ہے۔ نتیجہ pH 7 سے کم ہوتا ہے جب H^+ کا ارتکاز کم ہوتا ہے تو pH 7 سے زیادہ ہوتا ہے جب نلی اور نمونہ محلول دونوں کا ارتکاز مساوی ہوتا ہے تو pH 7 سے ہوتا ہے۔

نوٹ:۔ فوری نتیجہ، کیمیائی مزاحمت اور گیسوں، لسونتی (Colloids) اور نمک وغیرہ کو حل کرنے کی صلاحیت اس کی خامیوں میں شامل ہیں مہین شیشہ کے بلب کی وجہ سے بہت نازک آلہ برقیہ کے سری پر گرڈ کی وجہ سے اسے نقصان پہنچ سکتا ہے۔

11.9 قوہ پیمائی معائرت کے بنیادی اصول

قوہ پیمائی کے طریقے میں دونوں برقیوں کے درمیان برق محرکہ قوت (emf) کی پیمائش کی جاتی ہے۔ اس میں مظہر برقیہ جس کا قوہ معلوم کیے جانے والے آئین کے ارتکاز (مقدار) پر منحصر ہوتا ہے اور مستقل قوہ کے حوالہ برقیہ استعمال کئے جاتے ہیں۔ برق محرکہ قوت (emf) کا درست تخمینہ ضروری ہے۔ معائرتی محلول کے حجم بمقابل برق محرکہ قوت (emf) کی ترسیم میں قوہ کی فوری تبدیلی کی شناخت تک کوئی پہنچ تامل کے معدل نقطہ کو معلوم کرنے کے لئے کی جاتی ہے۔

معاذرتی محلول رکھنے کے لئے استوانہ (بیکر) کا استعمال کرتے ہیں۔ جس میں دو برقیروں ہوتے ہیں ایک حوالہ برقیرو (مثلاً سیر شدہ کالومل نصف برقی خانہ) دوسرا مظہر برقیرو کا کام کرتا ہے۔ اصل محلول والے برقی خانہ کا emf معلوم کرنے کے بعد معاذرتی محلول کی نسبتاً زیادہ مقدار (1- 5ml) ملانے پر معادل نقطہ ملتا ہے۔ ہر اضافی شمولیت کے بعد emf محسوب کیا جاتا ہے۔ جب emf کی فوری تیز تبدیلی ہوتی ہے تو معادل نقطہ حاصل ہوتا ہے۔

Emf کی پیمائش کے لئے قوہ پیماسے برقیرو نظام یا برقی وولٹ میٹر ضرور جوڑنا چاہئے۔ pH میٹر بھی استعمال کرنا چاہئے۔ اس کی ریڈنگ یا توراہت pH (یا PM) کی تبدیلی عمل معاذرت کی باقاعدگی کو ظاہر کرے گی یا انہیں ملی وولٹ میٹر وضع میں emf اقدار کو محفوظ کرے گی۔

11.10 قوہ پیمائی معاذرت (Potentiometric Titration)

ایسے محلول جن میں کوئی متعامل یا معاذرت ملانے پر انکے قوہ یا pH میں تبدیلی کو ملائے جانے والے (معاذرت) کے حجم کے مقابل مسترسم تعمل کے معادل نقطہ کا بصری اشارہ ہوتی ہے۔ نقطہ آخر معلوم کرنے کے لئے کئی طریقہ کار ہیں۔ نقطہ آخر درج ذیل تکنیک استعمال کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔

1- روایتی معاذرت ترسیم

ملائے جانے والے معاذرت کے ہر حجم کے بعد emf اور pH اقدار نوٹ کر لئے جاتے ہیں پھر ملائے جانے والے محلول (معاذرت) کے حجم اور pH یا emf ریڈنگ کے مقابل ترسیم بنائی جاتی ہے۔ معادل نقطہ منحنی کی اعظم ڈھلان میں فوری اضافہ پر ہوتا ہے۔

2- اولین (پہلا) ماخوذ منحنی (First Derivative)

ملائے جانے والے محلول (معاذرت) Titrant کے حجم $\left(\frac{\Delta E}{\Delta V}\right)$ کے لئے emf یا pH کے فرق بہ مقابل جس میں معاذرت (Titrant) کے حجم (V) دکھائی جاتی ہے۔ جس مقام پر emf یا pH میں اعظم منتقلی ہوتی ہے وہاں گھٹی نما ترسیم تیار ہوتی ہے۔ ترسیم کی چوٹی سے حجم محور پر عمود کھینچا جائے تو آخر نقطہ ملتا ہے۔

3- دوم ماخوذ منحنی (Second Derivative Curve) جب $\frac{\Delta E^2}{\Delta V^2}$ ملائے جانے والے محلول (Titrant) کے حجم (V) کے مقابل

منزسم کیے جاتے ہیں تو نقطہ آخر $\left(\frac{\Delta E^2}{\Delta V^2}\right)$ منحنی کی ڈھلان جہاں اعظم ہوتی ہے پر معلوم کیا جاسکتا ہے۔

5-pH پیمائی (pH metry)

11.11 pH پیمائی ترتیب

11.11.1 تعارف

pH کی پیمائش سے آبی واسطے کی تیزابیت اور اساسیت کا مقداری تعین کیا جاتا ہے تجارتی شیشہ برقی رے کی عمومی دستیابی اور ٹھوس pH پیمائی کفایتی قیمتوں میں دستیابی شاید اسی لئے pH پیمائی کا یہ تجزیاتی طریقہ کار زیادہ چلن میں ہے۔

11.11.2 pH پیمائی معائرت کے بنیادی اصول

مناسب (موزوں) حوالہ اور مظہر برقی رے استعمال کر کے دی گئی تپش پر محلول کے pH اور قوہ کا خطی تعلق ہوتا ہے۔

$$E = K - 0.0591 \text{ pH}$$

$$\Delta E / \Delta \text{pH} = -0.0591$$

تجارتی آلات کی پیمانہ بندی (تعین معیار) کے لئے ملی وولٹ کو 0.0591 سے تقسیم کر کے pH میں تبدیل کیا جاتا ہے تاری مزاحمتی قدروں کو ایسے منتخب (چنتے) کرتے ہیں کہ انھیں 100 سے آسانی تقسیم کیا جاسکے۔ مثلاً اکثر آلات جیسے تپش تعدیلی آلات، غیر تشاکلی قوہ یا K جو استعمال کیے جانے والے برقی خانہ کے لئے مستقل ہو pH میٹر کے تعین معیار کے لئے شیشہ یا کالومل برقی رے معلوم pH کے بغیر محلول میں ڈبوئے جاتے ہیں میٹر کے ڈائل کو معلوم pH قدر پر رکھا جاتا ہے۔

11.11.3 نقطہ معادل تعین کے لئے استعمال کئے جانے والے طریقہ کار (مکینیک)

کسی محلول کے pH کی پیمائش ایسے برقی خانہ کا emf معلوم کر کے کی جاتی ہے۔ جو جانچ محلول، محلول میں ڈوبے ہوئے برقی رے (ہائیڈروجن آئین اثر پذیر برقی رے) حوالہ برقی رے (مثالی سیر شدہ کالومل برقی رے یا SCE) مائع۔ جوڑ پر مشتمل ہوتا ہے حوالہ برقی رے کے ایک حصہ (جز) کو جانچ محلول اور حوالہ برقی رے کے درمیان جوڑ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ pH پیمائی کا استعمال برقی خانہ کے emf معلوم کرنے کے لئے کیا جاتا ہے۔ pH پیمائی (pH میٹر) قوہ پیمائش، شیشہ برقی رے حوالہ برقی رے اور تپش تعدیل آلہ پر مشتمل ہوتا ہے۔ جانچ محلول میں برقی رے ڈوبے ہوں تو قوہ پیمائش سے ہوتے ہوئے متوازن سرکٹ مکمل کیا جاتا ہے۔ حوالہ برقی رے نصف برقی خانہ جو معیاری برقی رے قوہ مہیا کرتا ہے پر مشتمل ہوتا ہے۔ عام کالومل (SCE) یا سلور کلورائیڈ برقی رے حوالہ برقی رے کے طور پر استعمال کیے جاتے ہیں۔ الگ الگ جانچ حالتوں اور مختلف جانچ محلولوں کے pH کی پیمائش کے لئے برقی رے کے ملے جلے جوڑ (حوالہ اور شیشہ) بھی دستیاب ہیں۔

pH معائرت پر مبنی کئی نظام خصوصاً جن میں کمزور تیزاب (ترشہ) اور کمزور اساس (القلی) ہوتے ہیں۔ ان معائرت میں مظہر استعمال کر کے نقطہ آخر معلوم کرنا دشوار ہے۔ ذیل میں عام تیزاب، اساس معائرت pH پیمائی کا مختصر جائزہ لیا گیا ہے۔ یہ مشہور ہے کہ H^+ اور OH^- آئین کے مقدار (ارتکاز) میں تبدیلی ہمیشہ ملانے پر عمل تعدیل کے ساتھ واقع ہوتی ہے۔ ایسے معائرت (Titration) میں ہائیڈروجن برقی رے اور 1M کالومل برقی رے کو حوالہ برقی رے کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ pH ریڈنگ اور اضافی Titration کے حجم کے

درمیان ترسیم بنائی جاتی ہے تاکہ نقطہ معادل قائم کیا جاسکے۔ Titration کی تھوڑی مقدار ملاتے ہیں اور pH کی نگرانی (خبرداری) نقطہ معادل حاصل ہونے تک کی جاتی ہے۔

معاہرت کے دوران pH بتدریج تبدیل ہوتا ہے لیکن نقطہ آخر ہر pH تیزی سے تبدیل ہوتا ہے۔ نتیجتاً معاہرت منحنی حاصل ہوتی ہے۔ ایک دفعہ کسی مخصوص معاہرت کے لئے pH معلوم کر لیا جائے تو ایک ہی کیمیائی عمل کے مختلف نقطہ آخر بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

11.11.4 PKa اقدار کے تعین کے لئے استعمال کئے جانے والے طریقہ کار (تکنیک)

pKa اقدار کے محسوب کرنے کے لئے قوی ترشے (طاقتور تیزاب) اور کمزور القلی (اساس) کے عمل پر غور کیجئے۔ مثالوں کے ذریعہ سمجھئے کہ معاہرت میں pH کیسے متاثر ہوتا ہے مثلاً 0.05M CH₃COOH محلول اور 0.05 NaOH M محلول کی معاہرت پر غور کیجئے۔

ابتدائی معاہرت منحنی Acetic ترشہ (آئین شدگی HCl سے 100 گنا کم ہوتا ہے) کی موجودگی سے کم pH دکھاتا ہے۔ درج ذیل مساوات کے ذریعہ معاہرت کی ابتدائی pH قدر معلوم کی جاتی ہے۔

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$\text{Acetic ترشہ کے لئے } K_a = 1.75 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot c}$$

$$= \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.05 \text{ M}}$$

$$= 9.35 \times 10^{-4}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 9.35 \times 10^{-4}$$

$$pH = 3.03$$

تناسبی (معادل) نقطہ پر محلول کا pH دکھاتا ہے کہ معاہرت کے اختتام NaOH محلول اور CH₃COOH محلول کی مساوی معدل مقدار موجود ہوگی۔ نتیجتاً معاہرت صراحی (فلاسک) میں کمزور ترشہ اور قوی القلی سے بنانمک موجود ہوگا۔ نمک کی مقدار 0.05 M کے مقابلے میں آدھی ہو جائے گی۔

$$C_{\text{Salt}} = 0.025 \text{ M}$$

$$[H^+] = \frac{\sqrt{1.0 \times 10^{-14} \times 1.75 \times 10^{-5}}}{0.025} = 2.65 \times 10^{-9}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 2.65 \times 10^{-9}$$

$$pH = 8.58$$

تناسبی (معادل) نقطہ کے بعد قوی القلی کی مقدار میں اضافہ سے Acetate آئین کا حصہ انتہائی کم ہو کر پانی سے Acetate آئین کا تعامل رک جاتا ہے۔

$$[OH^-] \approx C_{NaOH} \frac{0.05(25.01 - 2.5)}{25.01 + 25}$$

$$= 9.99 \times 10^{-6}$$

$$P^{OH} = -\log[OH^-] = -\log 9.99 \times 10^{-6} = 5.01$$

$$P^H + P^{OH} = 14 = P^H = 14 - P^{OH}$$

$$P^H = 14 - 5.01 = 8.99$$

محلول کا P^H محسوس کرنے کے لئے معائرت کے دوران صرف 0.05 M NaOH کی زیادہ مقدار استعمال کی جائے گی۔

11.12 موصلیت (ایصالی معاونت) پیمائی (Conductometry)

11.12.1 تعارف

موصلیت پیمائی ایک برق کیمیائی تجزیاتی طریقہ کار ہے جو کسی برق گزار سے برقی رو کی موصلیت پر بحث کرتا ہے۔ اصطلاح موصلیت پیمائی میں برق گزار محلول کے موصلیت کی پیمائش موصلیت پیم (Conductometer) کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ برق گزار محلول سے برقی میدان کے زیر اثر آئین کی ہجرت سے برق کا بہاؤ ہوتا ہے۔ برق گزار محلول ohm کے قانون کی تعمیل (پابند) کرتا ہے۔ موصلیت یہ مزاحمت کے معکوس ہے یا $\frac{1}{R}$ اور اسے اوہم فی سیکنڈ ($ohm s^{-1}$) میں ناپا جاتا ہے۔ موصلیت کی معیاری اکائی کو K سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

11.12.2 موصلیت پیمائی کے بنیادی اصول

موصلیت پیمائی میں موصلیت کا اصول برقی رو کی موصلیت پر مبنی ہوتا ہے۔ جو دھاتی موصلیت جیسی ہوتی ہے اوہم (ohm) کے قانون کے مطابق کسی موصل کی برقی موصلیت اس سے گزارے جانے والے برقی رو کے قوتہ کے فرق کے راست اور مزاحمت کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$I = \frac{V}{R}$$

جہاں I = (برقی رو) برق رواں

V = قوتہ کا فرق

R = مزاحمت

موصلیت پیمائی معائرت کا اصول یہ ہے کہ آئین ملانے پر موصلیت آئین کی حرکت پذیری کی بنیاد پر ہوتی ہے۔ جب آئین کم یا زیادہ حرکت کرتے ہیں تو موصلیت بالترتیب گھٹتی یا بڑھتی ہے۔

موصلیت بیہائی معارزت میں موصلیت کی بیہائش کم مقدار یا حجم میں Titrant ملا کر کی جاتی ہے۔ Titrant کے حجم میں ہر اضافے کے بعد حاصل ہونے والے نقاط سے دوسیدھے خطوط کی ترسیم ہتی ہے۔ یہ خطوط ایک دوسرے کو معادل نقطہ پر قطع کرتے ہیں۔

11.12.3 موصلیت بیہائی معارزتیں

موصلیت بیہائی معارزتوں کے مختلف اقسام درج ذیل ہیں۔

1- قوی ترشہ سے قوی القلی

جب سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ (NaOH) کی معارزت ہائیڈروکلورک ترشہ (HCl) سے کی جاتی ہے تو ہائیڈروجن آئین کی اونچی حرکت پذیری اور سوڈیم آئین کی سست حرکت پذیری کی وجہ سے موصلیت میں پہلے کمی واقع ہوتی ہے نقطہ آخر کے بعد ہائیڈروآکسی آئین کی زیادتی سے موصلیت میں اضافہ ہوتا ہے۔

2- قوی ترشہ سے کمزور القلی

کمزور القلی امونیا محلول سے قوی ترشہ جیسے ہائیڈروکلورک یا سلفیورک ترشہ کی معارزت عمل تعدیل کے دوران ہائیڈروجن آئین کی آئینی حرکت پذیری سے علیحدگی سے موصلیت میں بتدریج کمی واقع ہوتی ہے۔ نقطہ آخر کے بعد ترسیم عملی طور پر انفی (متوازی) ہو جاتی ہے کیونکہ عمل تعدیل کے دوران امونیم کلورائیڈ، امونیم سلفائیڈ تیار ہوتا ہے۔

3- کمزور ترشہ سے قوی القلی

کمزور ترشہ جیسے Acetic ترشہ کی معارزت قوی القلی جیسے سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ سے کی جائے تو Acetic ترشہ کی تھوڑی مقدار آئین شدگی کے ذریعہ موصلیت پیدا کرتی ہے۔ جیسے جیسے نمک کی تیاری آگے بڑھتی ہے عمل تعدیل سے Acetic ترشہ کی آئین شدگی اندرونی طور پر رک جاتی ہے ایک رکاوٹ پیدا ہوتی ہے جو یہ دکھاتی ہے کہ ہائیڈروآکسی آئین کی وجہ سے موصلیت میں اضافہ ہوا ہے۔

4- کمزور ترشہ سے کمزور القلی

کمزور ترشہ جیسے Acetic ترشہ سے کمزور القلی جیسے آبی امونیا محلول کے معارزت موصلیت میں ابتدائی بلندی کمزور ترشہ کے نمک سے ہوتی ہے نقطہ آخر کے بعد آبی امونیا محلول کی زیادہ سے تیار ہونے والے نمک کے ذریعہ امونیا کی آئین شدگی میں تخفیف (کمی) ہو کر موصلیت پر تھورا اثر ڈالتی ہے۔

5- رسوب ساز معارزت

(i) صرف ایک ما حاصل رسوب بنتا ہے۔ (پوٹاشیم نائٹریٹ سے پوٹاشیم کلورائیڈ) جب سلور نائٹریٹ ملایا جائے تو پہلے حصہ میں کلورائیڈ آئین کے نائٹریٹ آئین سے ملنے پر موصلیت میں ضافہ نظر نہیں آتا۔ دوسرے حصہ میں نقطہ آخر کے بعد موصلیت بڑھتی ہے کیونکہ نائٹریٹ آئین کے مقدار (ارٹکاز) میں اضافہ ہوتا ہے۔

(ii) رسوب انتہائی کم حل پذیر ہوتے ہیں (میگنٹیم سلفیٹ کے ساتھ سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ) موصل آئین (میگنٹیم سلفیٹ) کے ارتکاز میں گراؤٹ کی وجہ سے منحنی کا ابتدائی حصہ موصلیت میں کمی دکھاتا ہے جب کہ موصل آئین (بیریم آکسائیڈ BaO) ملانے کی وجہ سے منحنی کا دوسرا حصہ موصلیت میں اضافہ ظاہر کرتا ہے۔

6- ہٹاؤ (برطرنی) معائرت

(i) قوی القلی کے ذریعہ قوی ترشہ اور کمزور القلی نمک:

ابتدائی نصف بلند ہموار (مرنفعی) ہوتا ہے کیونکہ سوڈیم اور کلورائیڈ آئین کے ذریعہ امونیم اور کلورائیڈ کو ہٹایا جاتا ہے۔ نقطہ آخر کے بعد موصلیت میں قابل غور اضافہ ہوتا ہے۔

(ii) قوی ترشہ کے ذریعہ قوی القلی اور کمزور تیزاب کے نمک

Acetate اور کلورائیڈ آئین کے ہٹاؤ سے معائرت کے ابتدائی (صنف سے آخر تک موصلیت میں لگاتار اضافہ ہوتا ہے اس کے بعد ہائیڈروکلورک ترشہ ملانے پر موصلیت میں اچانک اضافہ ہوتا ہے۔

7- تحولی تفسیدی معائرت

موصلیت کی پیمائش کا تفسیدی تحولی معائرت میں ہائیڈروجن آئین (H^+) کے ارتکاز میں تبدیلی سے موصلیت کی معلولی تبدیلی کی جانچ کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے نقطہ آخر پر H^+ کے ارتکاز اور موصلیت میں کمی سے نقطہ آخر کو توثیق ہوتی ہے۔

8- پیچیدہ پیمائی معائرت (Complexometric Titrant)

جب پیچیدہ پوٹاشیم کلورائیڈ اور مرکورک کلورائیڈ کی معائرت کی جاتی ہے تو ترسیم میں دو اتار چڑھاؤ (زیرو بم) بالترتیب $HgCl_4$ کی تیاری اور تعمل کی تکمیل کی ترجمانی کرتے ہیں۔

11.12.4 موصلیت پیمائی کے اطلاقات (استعمال)

1- موصلیت پیمائی معائرتیں کم حل پذیر اشیاء جیسے $BaSO_4, AgCl$ وغیرہ کی حل پذیری دریافت کرنے میں مددگار ہوتے ہیں۔
2- موصلیت کی پیمائش کو تعمل کر حرکیات (Kinetics) کے مطالعہ میں انکے ابتدائی، درمیانی اور آخری نقاط معلوم کرنے کے لئے استعمال کرتے ہیں۔

3- معادل موصلیت کمزور برق گزار کی برق پاشیدگی کی قوت معلوم کرنے میں مدد کرتا ہے۔

4- معادل موصلیت کا استعمال کر کے نامیاتی ترشوں کی اساسیت (الکلیت) معلوم کی جاسکتی ہے۔

5- محلول کی موصلیت بمقابلہ برق گزار کی مقدار (ارتکاز) کی تعین معیار (پیمانہ بند) منحنی ترسیم سے نامعلوم مقدار (ارتکاز) کو محسوب کیا جاسکتا ہے۔

6- مخصوص معادل موصلیت اور کامل ہلانے کا استعمال کر کے پانی کے آئین کا حاصل محسوب کیا جاسکتا ہے۔

11.13 اکتسابی نتائج

- اس اکائی کے پڑھنے سے طلباء نے حسب ذیل معلومات حاصل کی۔
- مختلف اقسام کے برق کیمیائی تجزیاتی طریقہ کار (تکنیک) کی معلومات حاصل کی۔
- مظہر برقیہ اور حوالہ برقیہ کی کارکردگی کے بارے میں جاننا۔
- قوت پیمائی معاشرت کا استعمال کر کے مختلف مرکبات معلوم ہوئے۔
- قوت پیمائی کے بجائے pH پیمائی کا استعمال کے بارے میں جاننا۔
- موصلیت پیمائی معاشرت اطلاقات کے ساتھ استعمال کے بارے میں جاننا۔

11.14 کلیدی الفاظ

- قوی پیمائی: یہ تجزیاتی طریقہ کار (تکنیک) ہے جس میں کسی برق گزار محلول کے emf یا قوت پیمائش حوالہ اور مظہر برقیوں سے کی جاتی ہے۔
- PH پیمائی: اس میں کسی آبی محلول کی تیزابیت (ترشٹی) یا اساسیت ناپنے کے لئے اس کے pH کی پیمائش کی جاتی ہے۔
- موصلیت پیمائی: اس میں برق گزار محلول کی موصلیت کی پیمائش کی جاتی ہے۔
- معادل نقطہ: یہ وہ نقطہ ہے جس پر محلول توازنی حالت پر پہنچتے ہیں۔

11.15 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- ایصال معاونت (موصلیت پیمائی) سے مراد کیا ہے؟
- 2- قطب نگاری کس کو کہتے ہیں؟
- 3- وولٹا پیمائی (Voltametry) سے کیا مراد ہے؟
- 4- ایمپیر (Ampere) پیمائی کس کو کہتے ہیں؟
- 5- قوت پیمائی (Potentiometry) کی تعریف بیان کیجیے۔
- 6- کالومل برقیہ (Calomol Electrode) کو کس طرح بنایا جاتا ہے؟
- 7- قوت پیمائی وہ کونسا Meter ہے جو کہ وولٹ پیمائی (Volt Meter) جیسا کام کرتا ہے۔
- 8- قوت پیمائی معاشرت (Potentiometric Titration) سے کیا مراد ہے؟
- 9- pH پیمائی ترتیب کی تعریف بیان کیجیے۔

10- موصلیت (ایصالی معاونت) پیمائی (Conductometry) سے کیا مراد ہے؟

مختصر جوابات کے حامل سوالات

- 1- مثالوں کے ذریعہ بتلائیے کہ کس طرح قوتہ (Potential) کی پیمائش سے ارتکاز (مقدار) کا تعین کیا جاتا ہے؟
- 2- قوتہ پیمائی (Potentiometry) کے ذریعہ کس طرح سے دھاتی مثبت برق پارے کی پیمائش کے لئے دھاتی برقیہ کو استعمال کیا جاتا ہے اور اس کی حدود کو بیان کیجیے۔
- 3- بتلائیے کہ کس طرح سے تھوہلی تلسیدی (Redox) برقیہ کے ذریعہ برقیہ پر قوتہ کا تعین کیا جاتا ہے۔
- 4- کالومل برقیہ (Calomel Electrode) کو کس طرح تیار کیا جاتا ہے۔ اور اس کے فائدے اور نقصانات کو بیان کیجیے۔
- 5- بتلائیے کہ کس طرح سے راست قوتہ پیمائی جانچ کی صداقت کی جاتی ہے۔
- 6- موصلیت پیمائی کے اطلاقات (استعمال) کو بیان کیجیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- برقی تجزیاتی ترکیبی طریقوں کی درجہ (جماعت) بندی کو تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 2- قوتہ پیمائی معائرت کے بنیادی اصول کو بیان کیجیے اور اس کے استعمالات کو بیان کیجیے۔
- 3- PKa اقدار کے تعین کے لئے استعمال کئے جانے والے طریقہ کار (تکنیک) کو تفصیل سے مع مثالوں کے سمجھائیے۔
- 4- موصلیت (ایصالی معاونت) پیمائی (Conductometry) کے اصولوں کو بیان کیجیے اور موصلیت پیمائی معائرتوں کے مختلف اقسام کو بیان کیجیے۔

11.16 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

- (1) Qualitative analysis 6th Ed. R.A Dayjr and A.L. Underwood, Prefic Hall India Ltd, 1991.
- (2) Analytical Chemistry By G.L. David Krupadanam; D.Vagaya, Parasad et al. University Press (INDIA) Pvt. Ltd.

اکائی 12۔ برقی تجزیاتی طریقے۔ II

(Electroanalytical methods-II)

| اکائی کے اجزاء | |
|--|---------|
| تمہید | 12.0 |
| مقاصد | 12.1 |
| وولٹ ایمپیریمیائی کا تعارف | 12.2 |
| متحرک آبی وولٹ ایمپیریمیائی | 12.3 |
| حلقی وولٹ ایمپیریمیائی (ماقواحرکی وولٹ ایمپیریمیائی) | 12.4 |
| پٹی وولٹ ایمپیریمیائی | 12.5 |
| مثبت قطبی (Anodic) پٹی وولٹ ایمپیریمیائی | 12.6 |
| منفی قطبی (Cathodic) پٹی وولٹ ایمپیریمیائی | 12.7 |
| نقشہ وولٹ ایمپیریمیائی | 12.8 |
| وولٹ ایمپیریمیائی منظم بہاؤ | 12.8.1 |
| معکوس عملات کے لئے برقی رو وولٹج تعلق | 12.8.2 |
| غیر معکوس عملات کے لئے برقی وولٹج تعلق | 12.8.3 |
| تقطیب نگاری (تعارف) | 12.9 |
| اصول | 12.10 |
| آلات | 12.11 |
| آلات سازی | 12.12 |
| رستاسیمابی برقیہ (DME) | 12.13 |
| DME کے فوائد | 12.13.1 |
| DME کے نقصانات | 12.13.2 |
| تقطیب نگاری کی کارکردگی | 12.14 |
| تفریقی موج تقطیب نگاری | 12.15 |

| | |
|-------------------------|-------|
| موج تقطیب نگاری | 12.16 |
| اطلاقات | 12.17 |
| اکتسابی نتائج | 12.18 |
| کلیدی الفاظ | 12.19 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 12.20 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 12.21 |

12.0 تمہید

تمام وولٹ ایمپیریمیائی برق کیمیائی تجزیاتی طریقوں کا گروپ ہے جو تجزیہ کیے جانے والے محلول قطبی برقیروں کے قوتہ برقی روبرتاؤ پر مبنی ہوتا ہے وولٹ ایمپیریمیائی میں برقیروں کے جوڑوں کے درمیان قوتہ کی پیمائش کی جاتی ہے ان میں ایک برقیہ غیر حوالہ برقیہ اور دوسرا قطبی غیر عامل برقیہ ہوتا ہے۔ بہنے والے برقی روتار محلول کی ترکیب پر ہوتا ہے دوسرے لفظوں میں وولٹ ایمپیریمیائی اور ایمپیریمیائی تجزیہ خورد برقیروں جنہیں کارگر برقیروں (Working Electrode) کہتے ہیں پر برقی رو، وولٹیج کے مطالعہ سے متعلق ہوتا ہے ان برقیروں کے عمل کو یقینی بنانے کے لئے ان کی مذاقت کو چھوٹا جاتا ہے۔

تقطیب نگاری (Polarography) تجزیہ کا ایسا طریقہ ہے جس میں جس محلول کے تجزیہ کرنا ہو اس کی برق پاشیدگی اس طرح کی جاتی ہے کہ برقی روبرتاؤ قابل وولٹیج ترسیم دکھاتی ہے کہ محلول کیا اور کتنا موجود ہے۔ اس تکنیک کو جیک (Czech) کیمیا داں Jaroslav نے 1922 میں منظم بنایا۔ اس تذکرہ کے لئے اُسے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

12.1 مقاصد

- اس اکائی میں آپ وولٹ میٹر ایمپیریمیائی کے بارے میں تفصیلی معلومات حاصل کریں گے۔
- وولٹ ایمپیریمیائی کے اقسام آپ کے معلومات میں اضافہ کریں گے۔
- متحرک آبی وولٹ کو شکل کی مدد سے سمجھنے میں آسانی پیدا ہوں گی۔
- پٹی وولٹ ایمپیر اور اس کے اقسام آپ کو معلومات کے ذخیرہ میں اضافہ کریں گے۔
- وولٹ ایمپیر کی اکائی کو بنانے کے لئے وولٹ ایمپیر نقشہ کو بھی آپ سمجھ سکیں گے۔
- معکوس عملات کے لئے برقی روتار وولٹیج کے تعلق کے بارے میں جانے گے۔
- رستاسیما برقیہ (DME) کے بارے میں معلومات حاصل ہوں گی۔

- تقطیب نگاری کے الگ الگ اقسام آپ کی معلومات میں اضافہ کریں گے۔
- اس سبق میں آپ تقطیب نگاری (Polarography) کے بارے میں بتائیں گے۔
- تقطیب نگاری کے اصول اور طریقہ کار سے آپ کی بہترین واقفیت ہوں گے۔
- رستاہو ایسمائی برقیہ کے بارے میں آپ تفصیل سے پڑھیں گے۔
- رستاہو ایسمائی برقیہ کے فوائد اور حدیں آپ کی معلومات میں مزید اضافہ کریں گے۔
- تقطیب نگاری کی کارکردگی کے بارے میں تفصیلی معلومات حاصل کریں گے۔
- تقطیب نگاری کے اطلاق کے بارے میں جانے گے۔

12.2 وولٹ ایمپیر پیمائی کا تعارف

ولٹ ایمپیر پیمائی برقی کیمیائی کو نیچے تفصیلی بیان کیا گیا ہے۔

1- خطی قوی روشنی کے دھار کی حرکت (DC) وولٹ ایمپیر پیمائی۔

(i) رستے سیمائی برقیہ پر کلاسیکی DC تقطیب نگاری

(Classical DC Polarography at Dropping Mercury Electrode)

(ii) برقی رونظیر (جانچ) وولٹ ایمپیر پیمائی (Current Sampled [Test] Voltammetry)

(iii) حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی (Cyclic Voltammetry)

2- قوہ مرحلہ طریقے (Potential Step Method)

(i) حسب معمول موج وولٹ ایمپیر پیمائی (Normal Pulse Voltammetry)

(ii) تفریقی موج وولٹ ایمپیر پیمائی (Differential Pulse Voltammetry)

(iii) مربع موج وولٹ ایمپیر پیمائی (Square Wave Voltammetry)

(iv) نوئی کولمب پیمائی (Chrono Coatometry)

3- موج حس بدلتی رو وولٹ ایمپیر پیمائی (Phase – sensitive alternating current voltammetry)

(i) بنیادی AC وولٹ ایمپیر پیمائی (Fundamental AC Voltammetry)

4- بن چال ماقوا حرکی طریقے (Hydrodynamic Methods)

(i) گردش تھالی حلقہ اور حلقہ تھالی وولٹ ایمپیر پیمائی (Rotating Disk, Ring and Ring Disk Voltammeter)

(ii) برقیوں سے بہاؤ (Flow Through Electodes)

(5) خطی قوی روشنی کی دھار کی حرکت لونی ایمپیر پیمائی (Linear Potential Sweep Stripping)

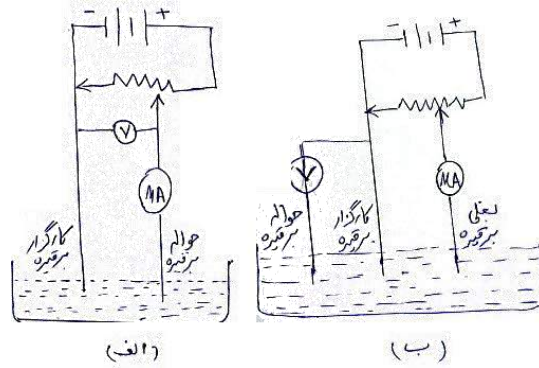
(i) مثبت قطبی (Anodic) پٹی وولٹ ایمپسٹریپائی (Anodic Stripping Voltammetry)

(ii) منفی قطبی (Cathodic) پٹی وولٹ ایمپسٹریپائی (Cathodic Stripping Voltammetry)

12.3 متحرک آبی وولٹ ایمپسٹریپائی (Hydrodynamic Voltammetry)

(1) تمام وولٹ ایمپسٹریپائی برق کیمیائی تجزیاتی طریقوں کا گروپ ہے جو تجزیہ کیے جانے والے محلول قطبی برقیروں کے قوہ برقی رو برتاؤ پر مبنی ہوتا ہے وولٹ ایمپسٹریپائی میں برقیروں کے جوڑوں کے درمیان قوہ کی پیمائش کی جاتی ہے ان میں ایک برقیروہ غیر حوالہ برقیروہ اور دوسرا قطبی غیر عامل برقیروہ ہوتا ہے۔ بننے والے برقی روتار محلول کی ترکیب پر ہوتا ہے دوسرے لفظوں میں وولٹ ایمپسٹریپائی اور ایمپسٹریپائی تجزیہ خورد برقیروے جنھیں کارگر برقیروے (Working Electrode) کہتے ہیں پر برقی رو، وولٹج کے مطالعہ سے متعلق ہوتا ہے ان برقیروں کے عمل کو یقینی بنانے کے لئے ان کی مذات کو چھوٹا جاتا ہے۔

یہ برقیروے چند غیر عامل دھاتیں جیسے پلانٹیم یا سونا سے بنے ہوتے ہیں عمومی وولٹ ایمپسٹریپائی میں تین برقیروہ خانہ کو ترجیح دی جاتی ہے۔ تیسرا برقیروہ بغلی ہوتا ہے جو پلانٹیم یا چاندی یا سیمانی جوہر (تالاب) کے سادہ تار کا بنا ہوتا۔ سہ برقیروہ خانہ عام وولٹ ایمپسٹریپائی میں زیادہ ترجیح دی جاتی ہے تیسرا (بغلی) برقیروہ برقی رو لے جاتا ہے جب کہ حوالہ برقیروہ صرف قوہ کا ادراک کرتا ہے لیکن برقی رو کی بار برداری نہیں کرتا بغلی برقیروہ پلانٹیم یا چاندی کا سادہ تار یا بارے کا جوہر ہو سکتا ہے حوالہ برقیروہ چونکہ برقی رو کی بار برداری نہیں کرتا یہ کسی بھی مناسب طبعی حالت میں ہو سکتا ہے سہ برقیروہ ترتیب کا دوسرا فائدہ یہ ہے کہ اسے اونچی مزاحمت غیر آبی یا طے جلے محلل نظام میں استعمال کیا جاسکتا ہے اس اطلاق کے لئے حوالہ برقیروے کا سرکارگر برقیروے کے ممکنہ نزدیکی مقام پر رکھا جانا چاہئے تاکہ محلول کے آر پار وولٹج میں نمایاں گراؤٹ کو محسوس نہ کرے۔



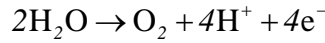
شکل (1) (الف) وولٹ ایمپسٹریپائی اور تقطیب نگاری کے لئے دو برقیروہ خانہ

(ب) سہ برقیروہ خانہ

دو اور سہ برقیروہ خانہ کا شکل (1) میں تقابل کیا گیا ہے۔

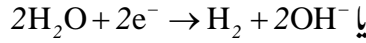
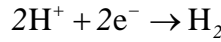
تغیر پذیر وولٹیج منبع اور خورد میٹر کی برقی رولے جانے والے برقیوں سے سلسلہ میں جوڑا گیا ہے کار گزار برقیہ پر حوالہ برقیہ کی نسبت سے قوہ کی پیمائش الکٹرونی وولٹ میٹر کے ذریعہ کی جاتی ہے۔

وولٹ ایمپیر پیمائی میں کار گزار برقیہ کا انتخاب اس بات پر ہوتا ہے کہ اسے کتنے حد کے قوہ کو دریافت کرنا ہے۔ حوالہ سیر شدہ کا لومل برقیہ (Standard Calomel Electrode) سے زیادہ مثبت قوہ کے لئے غیر عامل پلانٹم برقیہ مناسب ہوتا ہے اصطلاح تقطیب نگاری کا استعمال جب تقطیب پذیر برقیہ رستا ہو اسیمابی برقیہ ہو (Dropping Mercury Electrode) ہوتا ہے۔ (دوسرے حصہ میں ہم تفصیل سے دیکھیں گے) پارہ اس کے مثبت برقیوں پر حل پذیری کی آسانی کی وجہ سے SCE کے مقابل $+ 0.25 \text{ V}$ سے زیادہ مثبت نہیں بنایا جاسکتا ہے ہائیڈروجن کے لئے پارہ کے اعلیٰ سے زیادہ وولٹیج کی وجہ سے اسے تیزابی واسطہ میں 1.8 V اور الکلائین واسطہ میں 2.3 V تک ہی استعمال کیا جاسکتا ہے پانی کی تکسیدی عمل کی وجہ سے جو ذیل کے مطابق ہوتا ہے۔



پلانٹم کا استعمال مثبت سمت تک محدود ہے۔

$+ 0.65 \text{ V}$ پر پلانٹم کا استعمال منفی قوہ تقریباً -0.45 V تک کیا جاسکتا ہے جہاں ذیل کے عمل کے مطابق امکانی ہائیڈروجن خارج ہوتا ہے۔



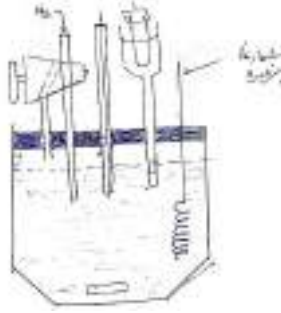
متحرک آبی وولٹ ایمپیر پیمائی ایک طریقہ میں جب محلول کار گزار برقیہ کے رابطہ میں ہوتا ہے تب محلول کو بزور ہلایا جاتا ہے۔ شکل (2) میں متحرک آبی وولٹ ایمپیر پیمائی کے لئے تمثیلاً خانہ دکھایا گیا ہے اس خانہ میں محلول کو مقناطیسی ہلانی سے ہلایا جاتا ہے کار گزار برقیہ کو محلول میں مستقل تیز رفتار سے گھمانا دوسرا راستہ ہے متحرک آبی وولٹ ایمپیر پیمائی کا ایک اور طریقہ ہے تجزیہ کار محلول کو کار گزار برقیہ سے جڑی نلی سے گزارنا ہے برق پاشیدگی کے دوران متعملات کو برقیہ کی سطح تک تین میکانیزم کے ذریعہ لے جاتے ہیں۔

(i) برقی میدان کے زید اثر ہجرت

(ii) ہلانے یا ہتراز کے نتیجہ میں برق رسائی

(iii) برقیہ کی سطح پر مائع کی فلم اور محلول کی بڑی مقدار کے درمیان مقدار کے فرق کی وجہ سے نفوذ

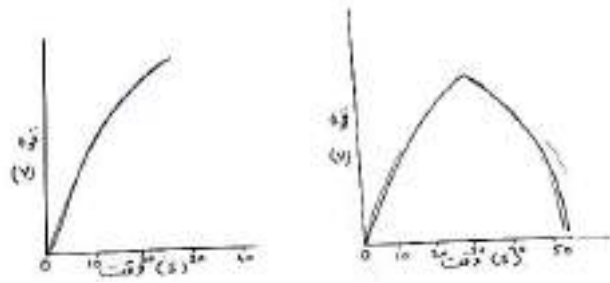
وولٹ ایمپیر پیمائی میں تجزیہ کار ہجرت کے اثر کو گھٹانے کی کوشش میں غیر عامل معاون برق گزار کی زیادہ مقدار داخل کرتا ہے جب معاون برق گزار کی مقدار تجزیہ کار محلول سے 50 سے 100 گنا بڑھ جاتی ہے تو گزار لے جانے والے گل برقی رو کی کسر صرف تک پہنچتی ہے اس کے نتیجہ میں تجزیہ کار کے مخالف بار برقیہ کی طرف ہجرت کی شرح زمی طور پر لگائے جانے والے قوہ سے بے نیاز ہوجاتی ہے۔



شکل (2) خانہ کی ترتیب

12.4 حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی (Cyclic Voltametry)

حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی ایک متحرک برقی تجزیاتی تکنیک ہے کیونکہ اس میں اطلاقی قوتہ کے تغیر شامل ہے برقی رو کی پیمائش اطلاقی قوتہ یا وقت کے مطابق کی جاتی ہے اگر برقی رو اور قوتہ کے درمیان ترسیم بنائی جائے تو برقی رو۔ قوتہ خاکہ وولٹ ایمپیر نقشہ کہلاتا ہے۔ اگر قوتہ کی تبدیلی ایک قوتہ سے دوسرے قوتہ میں ہو کر رکھتی ہے تو اس تکنیک کو خطی روشنی کی دھار وولٹ ایمپیر پیمائی کہتے ہیں۔ اگر قوتہ کی ڈھلان کی سمت روشنی کی دھار کے سرے پر سے پلٹ کر معکوس ابتدائی قوتہ تک پہنچتی ہے دوبارہ پہنچتی ہے اس تکنیک کو حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی (Cyclic Voltametry) کہتے ہیں۔



شکل (3) (الف)

قوتہ حلقہ کو کئی مرتبہ دوہرایا جاسکتا ہے وولٹ ایمپیر نقشہ کی یعنی (شکل، جسامت اور چوٹیوں کا قوتہ) بڑی وسیع معلومات فراہم کرتا ہے حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی دراصل تیز رفتار جائزہ تکنیک کی ترمیم ہے جس میں جائزے سمت کا رخ معکوس موڑ دیا گیا ہے اسے انجام دینے کے لئے مثلثی موج وولٹ پیمائی خانہ فراہم کیا جاتا ہے کامل عمل سکندز میں ہوتا ہے۔

ولٹ ایمپیر پیمائی کا فائدہ فوری ظاہر کرتا ہے کہ یہ ایک زبردست تجزیاتی آلہ ہے اس کا اعظم ترین فائدہ اس کی حساسیت ہے وولٹ ایمپیر پیمائی حساس تجزیاتی تکنیک میں درجہ پر فائز ہے۔ اسے حسب معمول برق محرک اشیاء کی تشخیص کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ وولٹ ایمپیر پیمائی طریقے سے بیک وقت کئی تجزیہ کاروں کا واحد جائزے میں پیمائش ممکن ہے وولٹ ایمپیر پیمائی میں بے مثل صلاحیت پائی جاتی ہے کہ وہ تکسیدی حالت درمیان تمیز کرے جو مادہ کی عاملیت اور سمیات پر اثر انداز ہو سکتی ہے۔

12.5 پٹی وولٹ ایمپس پیمائی (Stripping Voltammetry)

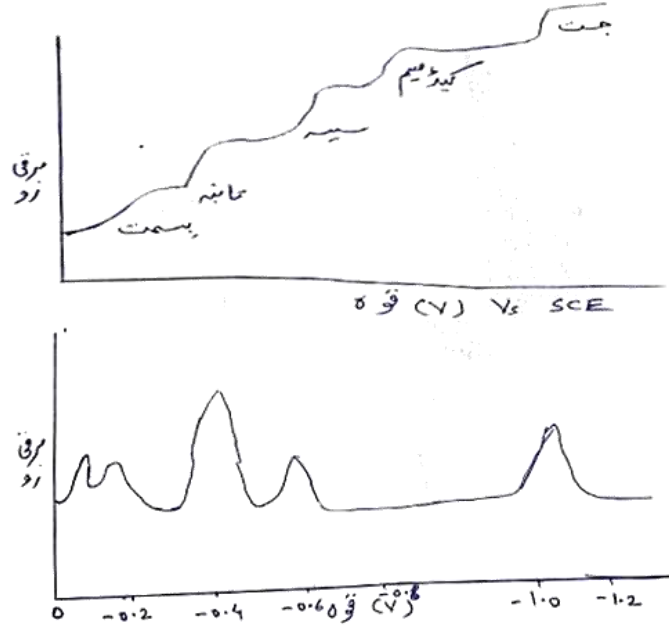
پٹی وولٹ ایمپس پیمائی کو پٹی لون ایمپس پیمائی بھی کہتے ہیں عام طور پر استعمال ہونے والے برقی تجزیاتی تکنیکس میں سب سے کمترین تفتیشی حد ہوتی ہے برقی کیمیائی پٹی تجزیہ دو مرحلہ وار کارروائی ہے پہلے مرحلے میں تجزیہ کار برقیہ جو خصوصی طور پر پٹی فلم (پرت) یا پارے کے بوند یا کچھ صورتوں میں ٹھوس برقیہ منضبط برق پاشیدگی سے برقیہ کی سطح پر یا سطح کے اندر جمع ہوتے ہیں اس کے بعد معکوس برق پاشدگی یا پٹی مرحلہ ہوتا ہے جس میں جمع شدہ تجزیہ کار برقیہ سے الگ کیا جاتا ہے ہر برق کیمیائی انواع امتیازی قوہ پر پٹی بناتی ہے پہلی مقدار ی یا برق ذخیرہ مرحلہ حقیقی معنی میں تفتیشی حد میں تجزیاتی (پٹی) مرحلہ میں بہتری لاتا ہے چونکہ سیمابی برقیہ یا ٹھوس برقیہ کی سطح برق کیمیائی خانہ میں نمونہ محلول کے حجم سے بہت کم ہوتی ہے۔ اس کے نتیجہ میں الگم یا جمع دھات جو اہر جو برقیہ کی سطح پر جمع ہوتے ہیں ان کی مقدار اصل جانچ محلول سے تقریباً جز 1 ملین تک ہوتا ہے۔

12.6 مثبت پٹی وولٹ ایمپس پیمائی (ASV) (Anodic Stripping Voltammetry)

(ASV) مثبت پٹی وولٹ ایمپس پیمائی کو برقیہ پر تحویل کے ذریعہ جمع قلیل دھاتوں کی مقدار کی تفتیش کے لئے استعمال کیا جاتا ہے یہ طریقہ خاص طور پر پارے میں حل ہو کر الگم بنانے والے دھاتوں کے لئے موثر ہے اس میں سیمابی بوند برقیہ یا پارہ پٹی فلم (پرت) برقیہ استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

بہت زیادہ الکٹروڈ مثبت دھاتی آئین جیسے پارہ (II)، سونا (III)، چاندی اور پلائٹینم (IV) ٹھوس برقیہ پر ذخیرہ ہوتے ہیں جیسے گلاسی کاربن پہلے مرحلے میں ذخیرہ قوہ کا انتخاب کیا جاتا ہے جو جس دھات یا دھاتیں جنہیں تفتیش کیا جاتا ہے کے نصف موج قوہ سے زیادہ منفی ہوتا ہے جس خطہ میں مخصوص دھاتی آئین سیمابی برقیہ پر تحویل ہوتے ہیں کی تفتیش برقی رو قوہ منحنی سے کی جاتی ہے۔ مناسب قوہ پر DC تقطیسی نقشہ یا حسب معمول موج وولٹ ایمپس نقشہ کے نفعو ذی برقی رو پر واقع ہوگی۔

مثلاً تانبہ (III) کی منتخب تحویل 0 سے 0.25 V - قوہ کی حد میں ہو سکتی ہے جبکہ تانبہ (I)، بسمت، سیسہ، کیڈمیم اور جست بیک وقت 1.3 - V پر تحویل ہو سکیں گے (شکل) اسی طرح تانبہ اور بسمت منتخب و طوپر 0.4 V - پر ذخیرہ ہونگے عموماً محلول کو ذخیرہ ہونے کے دوران ہلایا جاتا ہے تاکہ تجزیہ کار اور برقیہ کارابطہ زیادے سے زیادہ ہو۔



ذخیرہ کا وقت بڑھانے کے لئے اس کے جسامت کو بڑھانا لازمی ہوتا ہے۔ یا الگے مجتمع کا درجہ بڑھتا ہے اور برقیہ پر پٹی مرحلے کے دوران تجزیہ کار کا زیادہ وقت فراہم ہوتا ہے۔ تاہم ذخیرہ مرحلہ کبھی کبھار ہی تکمیل پاتا ہے۔

عام طور پر دھاتی آئین کا ایک کسر حصہ جمع ہونا ضروری ہے تاکہ قابل پیمائش برقی روپٹی مرحلے کے دوران پر کی جاسکے تام ہم دھاتی آئین کا اتنا ہی کسر حصہ پر تجزیہ کے دوران الگ کیا جائے پس نمونہ محلول کی تپش اور ہلانے کا عمل ممکنہ حد تک مستقل اور دوبارہ حاصل کرنے کے لائق ہونا چاہئے اور جمع ہونے کا وقت نمونہ اور معیار کے لئے احتیاطاً منضبط ہونا چاہئے ذخیرہ مرحلے میں مختصر 30 سے 60 سیکنڈ کا وقفہ استراحت ہونا چاہئے ذخیرہ قوہ کار گزار برقیہ پر بھی اطلاق ہوتا ہے لیکن ہلاناروک دیا جاتا ہے اس سے برقیہ کی رسائی گھٹ کر برائے نام رہ جاتی ہے اور کسی الملکم کو مستحکم ہونے کے لئے وقت مل جاتا ہے۔

پٹی کے آخری مرحلے میں محلول کو ہلائے بغیر قوہ کا مثبت سمت میں جائزہ لیا جاتا ہے امتیازی قوہ پر برقیہ پر ذخیرہ دھاتی جوہروں تکسیدی عمل کے ذریعہ آسنی شکل میں برقیہوں سے واپس محلول میں کھینچ لیا جاتا ہے پٹی چوٹی کا قوہ متعلقہ دھات کی شناخت کرتا ہے تصوراً مختلف دھاتی پٹی ان کے تحویلی قوہ کے معکوس ترتیب تجزیہ کار انواع کی مقدار کے تناسب میں ہوتا ہے۔

12.7 منفی قطبی پٹی وولٹ ایمپیر پیمائی (Cathodic Stripping Voltammetry)

منفی قطبی پٹی وولٹ ایمپیر پیمائی کا طریقہ عمل مثبت قطبی پٹی وولٹ ایمپیر پیمائی کے تمام مراحل کی پیروی کرتا ہے اس میں برقیہ پر تکسیدی عمل کے ذریعہ پہلے شے مجتمع ہوتی ہے پھر منفی قوہ تجربے سے الگ ہو جاتی ہیں۔

منفی قطبی پٹی وولٹ ایمپیر پیمائی کا استعمال ایسے مادے کی تفتیش کے لئے ہوتا ہے جو برقیہ کی سطح پر غیر حل پذیر پارے کے نمک تیار کرتے ہیں۔ نسبتاً قوت قوہ پر سیمانی برقیہ کی سطح پر آسنوڈ کی برقیہ پاشیدگی کے دوران پارہ (I) تیار ہوتے ہیں۔ جو مادے

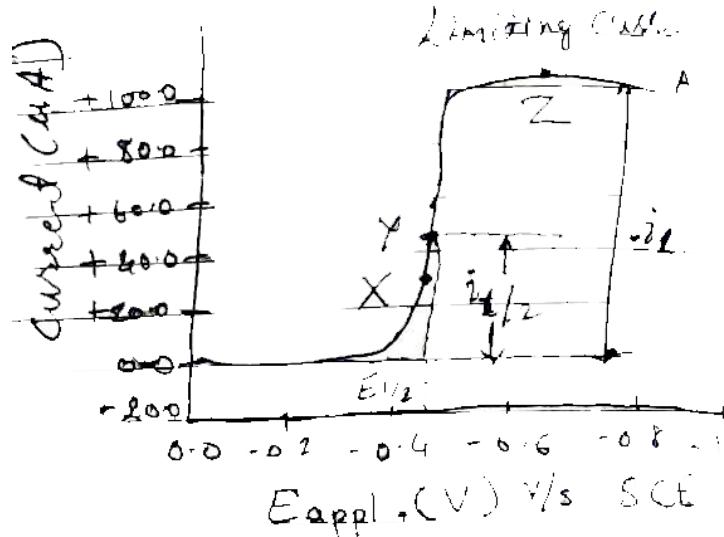
پارہ (I) آئین سے بناتے ہیں وہ سیمیابی برقیہ کے کی سطح پر غیر حل پذیر فلم (پرت) تیار کرتے ہیں۔ استراحت کے بعد کیتھوڈک تجزیے کے باعث نمک کی تحویل ہو کر پارہ اور اصل برقیہ پارہ (anion) کیتھوڈ برقیہ چوٹی ظاہر کرتے ہیں۔ چاندی کو بطور الیکٹروڈ (electrode) استعمال کیا جاتا ہے تاکہ یہ چاندی کا غیر حل پذیر نمک کے محلول کی تعداد معلوم کر سکے۔

کیتھوڈک پٹی وولٹ ایمپیریمیٹری کے ذریعہ جن مادوں کی تفتیش کی جاتی ہے ان میں آر سینیٹ، کلورائیڈ، برومائیڈ، ابوڈائیڈ، کرومیٹ، ٹنگسٹ، سلفیٹ، آکسائیڈ، تھائیوسائیڈ اور تھاپومرکبات شامل ہیں۔

سیسہ کی تفتیش میں SnO_2 برقیہ پر ذخیرہ ہونے والی PbO_2 کی پرت (فلم) کو مثبت قطبی پٹی کو الگ کیا جاتا ہے۔

12.8 وولٹ ایمپیر نقشہ (Voltamogram)

دی ہوئی شکل سے واضح ہوتا ہے کہ اشاراتی خطوط کا جائزہ وولٹ ایمپیر نقشہ میں ظہور تجزیہ کار انواع A کی P حاصل میں تبدیلی برقیہ پاشیدگی تحویل سے سیمیابی فلم برقیہ پر ہوتی ہے فرض کیا جاتا ہے کہ کار گزار برقیہ کے کو خطی جائزہ جزئیہ کے منفی سرے جوڑا جاتا ہے رواج کے مطابق کیتھوڈک برقیہ رو مثبت کی طرح جاتی ہے جب کہ اینوڈک کو منفی علامت دی جاتی ہے۔ اس فرضی (قیاسی) تجربہ میں فرض کیا جاتا ہے کہ محلول A تقریباً 10^{-4}M میں P، صفر M اور KCl میں 0.1 M ہے۔ جو معاون برقیہ گزار کے طور پر کام کرتا ہے۔ کار گزار برقیہ پر نصف عمل معکوس عمل ہے۔



سہولت کی خاطر A اور P کے برقیہ کو نظر انداز کیا گیا ہے اور نصف عمل کا قوتہ -0.26 V بھی فرض کیا گیا ہے عام طور پر خطی جائزہ وولٹ ایمپیر نقشہ کی شکل ہلالی (Sigmoid) ہوتی ہے اسے وولٹ ایمپیریمیٹری موجیں کہتے ہیں برقیہ رو کے بعد غیر معمولی اضافہ کو نفعوڑ محدود برقیہ رویا

صرف محدودی برقی رو i_e کہتے ہیں۔ کیونکہ جس شرح سے عامل اشیاء بکثرت برقیروے کی سطح پر ڈھوئی جاتی ہیں یہ عمل برقی رو کو محدود کر دیتا ہے۔ محدودی برقی رو اکثر عامل اشیاء کے مقدار کے راست تناسب میں ہوتے ہیں پس اسے ایسے لکھا جاسکتا ہے۔

$$i_e = K C_A$$

جہاں تجزیہ کار کی مقدار = C_A

K = مستقلہ

مقداری خطی تجزیاتی وولٹ ایمپیروپیائی اس تعلق پر اعتبار کرتا ہے۔ جس قوہ پر برقی رو محدودی برقی رو کے نصف ہوتی ہے اسے نصف موج قوہ کہتے ہیں اسے علامت $E_{1/2}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

12.8.1 وولٹ ایمپیرو برقی رو (Voltammetric Current)

برق پاشیدگی میں برقی رو کی حد آخر (آخری حد) کا تعین A (عامل) کی نفعوذ کی تہہ کے اندرونی مقام اتصال سے برقیروے کی سطح تک بار برداری کی شرح کے ذریعہ کیا جاتا ہے کیونکہ برق پاشیدگی کا حاصل P سطح سے نفعوذ کرتا ہے بلاخرذ خیرہ ہونے پر پھسل جاتا ہے نرسٹ (Nerst) مساوات کی مانگ کے مطابق سطحی مقدار کو برقرار رکھنے کے لئے مسلسل برقی رو کی ضرورت ہوتی ہے نفعوذی تہہ کے بیرونی کنارہ پر A کی رسائی مستقل سپلائی برق رسائی سے برقرار رہتی ہے پس برقی رو کی مستحکم حالت حاصل ہوتی ہے جسے لاگو قوہ کے ذریعہ متعین کیا جاتا ہے اس برقی رو کی مقداری پیمائش ظاہر کرتی ہے کہ A کتنی تیزی سے برقیروے کی سطح پر لایا جاتا ہے اس کی شرح $\frac{\partial C_A}{\partial x}$ سے دی جاتی ہے۔ جب کہ x برقیروے کی سطح سے سنٹی میٹر میں A کا فاصلہ ہوتا ہے۔ ہموار سطح (چپٹے) برقیروے کے لئے برقی رو ذیل کی مساوات سے دی جاتی ہے۔

$$i = n F A D_A \left[\frac{\partial C_A}{\partial x} \right] \dots \dots \dots (1)$$

مساوات (1) کو مختصر کیا جاسکتا ہے۔

$$i = \frac{n F A D_A}{\delta} (C_A - C_A^0) = K_A (C_A - C_A^0) \dots \dots \dots (2)$$

جہاں K_A = مستقلہ

$$K_A = \frac{n F A D_A}{\delta}$$

مساوات (2) سے ظاہر ہوتا ہے کہ C_A^0 بڑے منفی لاگو قوہ سے برقی رو میں اضافہ ہوتا ہے تاوقت (حتی کہ) برقیروے کی سطح پر مقدار صفر کے نزدیک آجاتی ہے جس پر برقی رو مستقل اور لاگو قوہ سے بے نیاز ہو جاتے ہیں۔ پس جب $C_A^0 \rightarrow 0$ برقی رو محدودی (i_e) برقی رو جاتی ہے اور مساوات (2) مختصر ہو کر مساوات (3) میں بدلتی ہے۔

$$i_e = \frac{n F A D_A}{\delta} = K_A C_A \dots \dots \dots (3)$$

یہ ماخوذ حاصل نفعو ذی تہہ میں متحرک اور سکونی تہوں کے درمیان نقطہ اتصال کو تیزی سے مقررہ کنارے کا نظارہ جہاں برق رسائی سے بار برداری رک جاتی ہے اور نفعو ذی سے بار برداری شروع ہوتی ہے کی زیادہ سلیس تصویر کی بنیاد پر ہے۔

12.8.2 معکوس عمل کے لئے برقی رو۔ وولٹیج تعلق (Current voltage relationships for reversible reaction)
ہلائی منحنی کے لئے مساوات تیار کرنے کے لئے ہم مساوات (3) کو مساوات (2) میں بدل کر اور ترتیب دیتے ہیں تو مساوات (4) حاصل ہوتی ہے۔

$$C_A^0 = \frac{i_e - i}{K_A} \dots\dots\dots(4)$$

مساوات (2) جیسا تعلق استعمال کر کے P کی سطحی مقدار کو بھی برقی رو کے لحاظ سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$i = -\frac{nFAD_p}{\delta} = (C_p - C_p^0) \dots\dots\dots(5)$$

جہاں P کے لئے مقداری خاکہ کی منفی ڈھلان کے نتیجہ میں منفی علامت ہے یاد رکھیں کہ D_p اب کی نفعو ذی قدر ہے لیکن ہم پہلے ہی کہہ چکے ہیں کہ برق پاشیدگی سے محلول کی زیادہ مقدار میں P صفر پر پہنچ جاتا ہے اس لئے جب $C_p = 0$

$$i = -\frac{nFAD_p C_p^0}{\delta} = K_p C_p^0 \dots\dots\dots(6)$$

$$K_p = -\frac{nFAD_p}{\delta} \quad \text{جہاں}$$

$$C_p^0 = \frac{i}{K_p} \dots\dots\dots(7) \quad \text{ترتیب دینے پر}$$

تحویلی عمل تیز رفتار اور معکوس ہوتی ہے تاکہ برقی رے کے بلا واسطہ نزدیکی محلول کی فلم (پرت) میں A اور P کی مقدار نرسٹ مساوات کے ذریعہ بھی لمحہ دی جاتی ہے۔

$$E_{\text{اطلاقی}} = E_A^0 - \frac{0.0595}{n} \log \frac{C_p^0}{C_A^0} - E_{\text{حوالہ}} \quad (8)$$

مساوات (4) اور (7) کو (8) میں داخل کرنے پر

$$E_{\text{اطلاقی}} = E_A^0 - \frac{0.0595}{n} \log \frac{K_A}{K_p} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{i}{i_t - i} - E_{\text{حوالہ}} \dots\dots\dots(9)$$

جہاں $i = i_{1/2}$ مساوات کے داہنی (سیدھی) جانب تیسری اصطلاح صفر کے برابر ہو جاتی ہے اور تعریف سے اطلاقی E نصف موج قوہ ہے یعنی

$$E_{\text{اطلاقی}} = E_{1/2} = E_A^0 - \frac{0.0592}{n} \log \frac{K_A}{K_p} - E_{\text{باقی}} \quad (10) \quad \text{کہ}$$

وولٹ ایمپیر نقشہ کے لئے اس فقرہ کو مساوات (9) میں داخل کرنے پر

$$E_{\text{اطلاقی}} = E_{1/2} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{i}{i_t - i} \quad (11)$$

اکثر شرح $\frac{K_A}{K_P}$ مساوات (9) اور مساوات (10) میں تقریباً اکائی ہوتی ہے۔ اس لئے انواع A کے لئے ہم لکھ سکتے ہیں۔

$$E_{1/2} = E_A^0 - E_{\text{حوالہ}}$$

12.8.3 غیر معکوس (متجانس) تعامل کے لئے برقی رو وولٹیج کا تعلق

کئی وولٹ ایمپیٹریائی برقیہ تعاملات خصوصاً جو نامیاتی نظاموں سے منسلک ہوتے ہیں غیر معکوس (مراجعی) ہوتے ہیں جو غیر واضح اور طول دیتی ہوئی موجیں نکلتی ہیں ان کے لئے مساوات (10) میں اضافی اصطلاح کی ضرورت ہوتی ہے جس میں تعامل کی افزودگی کی توانائی شامل ہو جو برقیہ عمل کے حرکیات کا سبب ہوتی ہے اگرچہ غیر معکوسی تعامل کے لئے نصف موج قوہ عام طور پر مقدار کچھ حد تک انحصار دکھاتا ہے نفعو ذی برقی رو خطی طور پر مقدار سے نسبت رکھتا ہے اس کے لئے کچھ غیر معکوسی عمل میں اگر مناسب تعین پذیری معیار دستیاب ہو تو مقداری تجزیہ اختیار کیا جاسکتا ہے۔

12.9 تقطیب نگاری (تعارف) (Polarography)

تقطیب نگاری (Polarography) تجزیہ کا ایسا طریقہ ہے جس میں جس محلول کے تجزیہ کرنا ہو اس کی برق پاشیدگی اس طرح کی جاتی ہے کہ ”برقی رو بمقابل وولٹیج ترسیم دکھاتی ہے کہ محلول کیا اور کتنا موجود ہے۔“ اس تکنیک کو جیک (Czech) کی میاواں Jaroslav نے 1922 میں منظم بنایا۔ اس تذکرہ کے لئے اُسے نوبل انعام سے نوازا گیا۔

تقطیب نگاری کا بنیادی تصور دو برقیروں (Electrodes) کے درمیان برقی رو گزارنا ہے۔ یہاں ایک برقیہ رقبہ میں بڑا اور دوسرا چھوٹا ہوتا ہے۔ پس تقطیب نگاری وولٹا پیائی کی ایک شاخ شمار کی جاتی ہے۔ جس میں برق پاشیدگی خانہ کے ذریعہ برقی رو اور وولٹیج تعلق حاصل کیا جاتا ہے۔ اس خانہ میں ایک خرد برقیہ اکثر رستاہو ایسمابی (پارہ) برقیہ (Dropping Mercury Electrode) ہوتا ہے تب برقی رو وولٹیج تعلق کا خرد برقیہ پر رد عمل کرنے والی نوع کی شناخت یا مقدار معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

تقطیب نگاری کا طریقہ کسی جنس کی اسکے محلول سے کامل برق پاشیدگی میں شامل نہیں ہے۔ (اس پر غور کرنا چاہئے کہ تقطیب نگاری، برق پاشیدگی کا ایسا طریقہ ہے جس میں خرد برق پاشیدگی DME پر ساکن محلول میں ہوتی ہے۔) لیکن اس میں ایک چُست الکترونی جنس محلول کی برقی رو وولٹیج خصوصیات حاصل کرنا شامل نہیں ہے۔

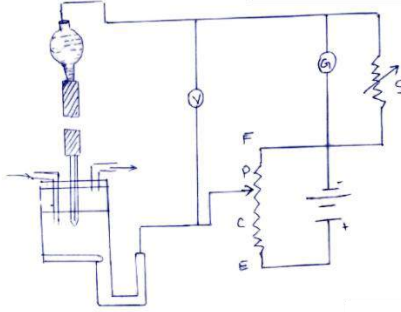
پس اگر بتدریج بڑھتا ہو او وولٹیج برقی خانہ کو دیا جائے جس میں رستاہو ایسمابی کیتھوڈ ہو (یہ ایسمابی حوض ہوتا ہے جس میں پارہ شعری نلی سے چھوٹے قطروں کی شکل میں برقی خانہ میں رستاہو) برقی خانہ کی تہہ میں پارہ کا جوہر Anode ہوتا ہے۔ دوبارہ بنانے لائن برق وولٹیج منحنی کو مرتب کرنا ممکن ہے۔

12.10 اصول

تقطیب نگاری ایک آلاتی تکنیک ہے۔ جو محلول میں بہتے ہوئے برقی رو کے قوت کے فرق کی پیمائش پر مشتمل ہے۔ حاصل ہونے والے نتیجے کئی اشیاء اور نظام کے برتاؤ اور صفات کے لحاظ سے ترجمانی کرتے ہیں۔ برقی خانہ سے بہنے والے برقی رو کی قدر کو دیے گئے عملی دو لٹیج پر پیمائش کرنے والے آلہ کو تقطیب پیمائش کہتے ہیں۔ اسے Heyrovsky اور Shikata نے 1952 میں تیار کیا اس سے حاصل ہونے والی منحنی رسنے والے برقیے کا تریسی خاکہ ہوتے ہیں اس آلہ کو تقطیب پیمائش (Polarograph) اور حاصل شدہ منحنی کو تقطیب پیمائش (Polarogram) نقشہ کہتے ہیں۔

تقطیب پیمائش میں برق پاشیدگی وقت کے مختصر وقفہ کے لئے کی جاتی ہے اور اصل میں برق پاشیدگی مکمل نہیں کی جاتی۔

12.11 آلات (Apparatus)



شکل (1) تقطیب نگار تجزیہ کا بنیادی آلہ

تقطیب نگار تجزیہ کا بنیادی آلہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ رستا ہوا سیمابی برقیہ یہ سیمابی حوض پر مشتمل ہے جس سے سیماب (پارہ) شعری نلی سے چھوٹے قطروں میں نیچے رستا ہے۔ یہ کیتھوڈ کا کام کرتا ہے۔ اسے مظہر یا خرد برقیہ (Indicator or Micro Electrodes) بھی کہتے ہیں۔ Anode سیمابی جو ہڑ (تالاب) پر مشتمل ہوتا ہے (یہ حوالہ برقیے کا کام کرتا ہے) اس کا رقبہ تقابلی طور پر بڑا ہوتا ہے تاکہ اس کے قطبی نہ بنایا جاسکے ایسے واسطے جن میں SO_4^{2-} , Cl^- جیسے منفی آفینس جو پارے سے مل کر غیر حل پذیر نمک بنانے کے قابل ہوتے ہیں اس کا قوت مستقل برقرار رہتا ہے۔

حل شدہ آکسیجن کے اخراج کے لئے درآمد نلی اور نکاسی نلی برقی خانہ کے اندر مہیا کیے گئے ہیں۔ چونکہ آکسیجن H_2O_2 سے (H_2O) کو تحویل کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ اس سے نقشہ تقطیب حاصل ہوتا ہے۔ جو محلول میں حل پذیر آکسیجن کی پیمائش کا ذریعہ بنتا ہے۔ اسی مثال پر ہوا کو بھی محلول سے ضرور علیحدہ کرنا چاہئے جس میں دوسری اشیاء کی پیمائش کرنی ہوتی ہے۔ اس لئے ہوا کی علیحدگی کے لئے محلول سے غیر عامل گیس جیسے نائٹروجن یا ہائیڈروجن پیمائش سے پہلے گزارے جاتے ہیں۔

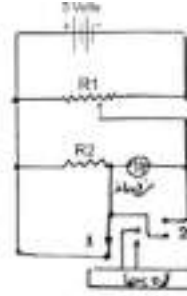
'P' قوپ پیمائش جس سے تین وولٹ تک e.m.f برقی برقی خانہ سے گزارا جاسکتا ہے۔

'S' Galvanometer (مختصر برقی رونا پنے کا آلہ) کی حساسیت کو مرتب کرنے کے لئے عاطف (Shunt) ان حالات میں یہ نوٹ کر لینا چاہئے کہ برقی رو دو لٹیج منحنی بلا تا مل کیتھوڈ توہ منحنی ہے۔ لیکن Anode کے توہ کے مماثل مستقل دو لٹیج کے ذریعہ بر طرف ہوتا ہے۔

12.12 تقطیب یا (Polarograph) کا آلہ (Instrument) (آلات سازی)

تقطیب (Polarograph) کی پہلی تدوین (Heyrosky (Recording) کے ذریعے تعمیر ہوئی تھی۔ اسے بعد میں E.H. Sargent and Group اور اس نے جدید طرز پر اس کے ذریعے پہلا اندر یا تصویر کشی ایسی چادر پر کی گئی جیسے چھوٹی موٹر سے گھمایا جاسکتا ہو میں زاثر کاغذ بویا گیا۔ Galvanometer کے آئینہ سے منعکس ہونے کے بعد روشنی کی کرن اس گھومتے ہوئے کاغذ پر ڈالی گئی وا شگانی (Development) کے بعد تصویر کشی ترسیم گھومنے والے کاغذ پر نظر آسکتی ہے۔

شکل / تصویر کشی کے لئے سادہ آلاتی سرکٹ خانہ دکھاتی ہے۔ دو 1.5v بیٹریاں 100 اوہم توہ کے آر پار فراہم کرتی ہے۔ تقسیم کنندہ R_1 سے کی جاسکتی ہے۔ توہ بیٹا میں دوہرے قطب ہیں مقام 2 پر دوہرا تقسیم کرنے والا بٹن ہوتا ہے۔ برقی رو کی پیمائش مزاحمت R_2 کے آر پار توہ میں ڈرنگی 10,000 اوہم اسی توہ بیٹا سے مقام 1 پر معلوم کر کے ناپی جاتی ہے۔ رسنے والے برقیروے سے جڑے برقیروے کے لئے ضروری ہوتا ہے کہ غیر انحرافی Galvanometer کو مناسب مزاحمت سے دھبما کیا جائے۔

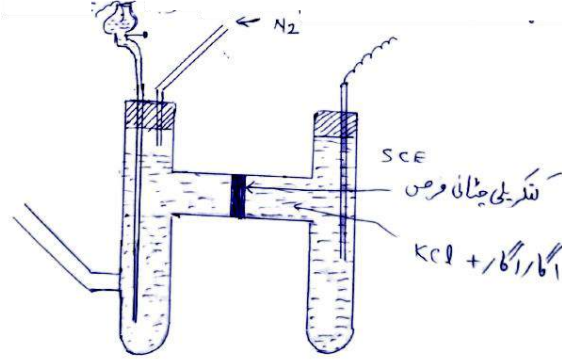


شکل (2): سادہ آلاتی سرکٹ خانہ

یہ آلہ کارآمد، تیز رفتار اور روایتی فعل ہے کیونکہ اس کے استعمال میں برقی رو کی پیمائش کے لئے صرف نفعو ذی برقیرو کو واضح کرنے کے لئے صرف دو لٹیج کی ضرورت ہوتی ہے یہ برقی رو (i) ایک تحلیل توہ سے پہلے آنے والا اور (ii) ایک آخری سرے کا برقی خطہ

12.13 رستا ہوا سیمابی برقیروہ (DME)

تقطیب نگاری میں استعمال ہونے والا انتہائی عام خورد برقیروہ رستا ہوا سیمابی برقیروہ ہے۔ اس کے بہت فائدے ہیں جسے سیمابی کیتھوڈ کے دو لٹیج پر H^+ سے ہائیڈروجن کی تیاری اس وجہ سے تحویل سے عمل تیزابی واسطے کیا جاتا ہے۔



شکل (3): رستاہو اسیماہی برقیہ کا خاکہ

لگنار دو قطروں کے درمیان گرنے کا وقت کیپلری (Capillary) ٹیوب کی لمبائی سے براہ راست منحصر ہے جیسے جیسے کیپلری ٹیوب کی لمبائی بڑھتی دو قطروں کے درمیان گرنے کا وقت بھی بڑھینگا۔ یہ وقت کیپلری کے اندرونی نصف قطر کے تیسری قوت اور دباؤ کے بھی الٹا مناسب ہے۔ جیسے جے سے نصف قطر اور اندرونی دباؤ کم ہوگا دو قطروں کے بیچ گرنے کا وقت زیادہ ہوگا۔

12.13.1 رستاہو اسیماہی برقیہ کے فوائد

رستاہو اسیماہی برقیہ بہت زیادہ استعمال کے ہوتا ہے۔

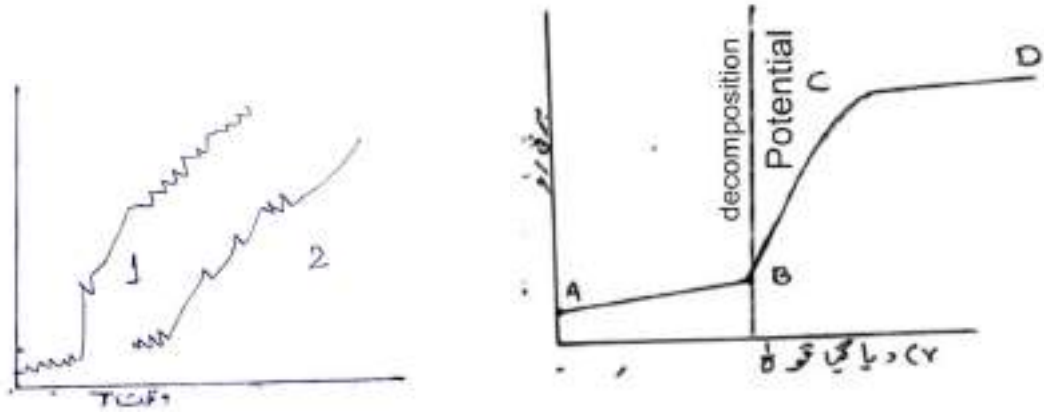
- (1) اس میں استعمال ہونے والے پارے کی سطح تولیدی ہموار ہیں۔ اس میں موجود برقی رو کی بھی اچھی تولیدی صلاحیت پائی جاتی ہے۔
- (2) پارہ بہت سے دھاتوں کے ساتھ ملاپ (ٹھوس محلول) بناتا ہے۔
- (3) پارہ کی سطح رقبہ، پارہ کے گرنے والے قطرے کے وزن سے ناپ سکتے ہیں۔
- (4) ہر بار پارے کے قطروں کی نئی سطح بنتی رہتی ہے۔
- (5) Diffusion Current لاگو پوٹینشل (Applied Potential) کی ہر تبدیلی کے فوراً بعد مستحکم قدر مان لیتا ہے۔
- (6) پارہ ہائیڈروجن کی بڑی صلاحیت پیدا کرتا ہے کیونکہ اس کے جمع ہونے والے مادوں کو کم کرنا مشکل ہے۔

12.13.2 رستاہو اسیماہی برقیہ کی حدیں

- (1) پارہ Hg(I) کو آسانی سے Oxidised کرتا ہے اس کی اس صلاحیت نے پارہ کے اینوڈ کے طور پر استعمال کرنے پر پابندی لگادی۔
- (2) قطروں کے رقبہ کے ساتھ ہی مائکرو الیٹروڈ کارقبہ مسلسل تبدیل ہوتا رہتا ہے۔
- (3) کیپلری کو آسانی سے لگایا جاسکتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بہ آسانی آکسیڈائس ہونے والے مادوں کے تجزیہ کے رستاہو اسیماہی برقیہ کو بہت استعمال کیا جاتا ہے۔

12.14 تقطیب نگاری کی کارکردگی (Working of Polarography)

تقطیبی برقی خانہ میں کیڈمیوم کلورائیڈ ہوتا ہے۔ اس محلول سے بیرونی Emf لگایا جاتا ہے اس کے نتیجے میں مثبت آئین (Cations) رستے ہوئے برقی خانہ کی طرف برقی اور نفعو ذی قوت سے بڑھتے ہیں۔ یہ نفعو ذی قوت برقی خانہ کی سطح پر مقدار کے تدریجی فرق سے تیار ہوتا ہے۔ پس برقی خانہ سے بہنے والی کل برقی اور نفعو ذی قوت کا مجموعہ ہے شکل دکھاتی ہے کہ نقطہ A سے B کی طرف معمولی برقی رو بہت ہے اسے بقایا برقی رو (Residual Current) کہتے ہیں یہ تائیدی برقی گزار اور نمونہ میں موجود ملاوٹوں کے ذریعہ پھیلایا جاتا ہے۔



شکل (4): وقت اور برقی رو کا گراف

شکل (3): قوت اور برقی رو کا گراف

نقطہ B پر برقی خانہ کا قوت اور Cd^{2+} آئین کا قوت تحلیل مساوی ہو جاتا ہے۔ اس لئے BC موٹو پر برقی رو میں اچانک اضافہ ہوتا ہے۔ نقطہ C پر دیئے گئے پوٹینشل کے ساتھ محتاط حدی قدر پر پہنچتا ہے اس نقطہ کے بعد برقی رو میں اضافہ نہیں ہوتا منحنی CD سے مربوط برقی رو کو حدی برقی رو کہتے ہیں بقایا برقی اور حدی برقی رو کے فرق کو نفعو ذی برقی رو کہتے ہیں۔ بقایا برقی رو اور حدی برقی رو کے فرق کو نفعو ذی برقی رو کہتے ہیں اسے id سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

حدی برقی رو (Limiting Current) پر اثر انداز ہونے والے عوامل:-

برقی رو و پوٹینشل منحنی درج ذیل ہیں۔

(i) بقایا برقی رو (ii) نقل مکانی برقی رو

(iii) نفعو ذی برقی رو (iv) حرکی برقی رو

(i) بقایا برقی رو: جب تحویل پذیر آئین موجود نہ ہو تو برقی رو صفر نہیں ہوتی تائیدی برقی گزار سیمانی قطروں کے اطراف جمع ہو جاتے ہیں اگر قطرے منفی باردار ہو تو یہ تمام مثبت باردار ہونگے مثلاً پوٹاشیم کلورائیڈ محلول سے پوٹاشیم آئین (K^+) قطروں کی طرف بڑھتے ہیں جب تک منفی قوت بہت زیادہ نہ ہو جائے وہ پوٹاشیم جوہر میں تحویل نہیں ہوتے لیکن پارے کی سطح کے قریب رہتے ہیں یہ آلہ تکثیف

(Condensor) بھرنے جیسا ہے۔ جب ایک قطرہ بھر جاتا ہے تو نیا قطرہ بنتا ہے۔ اور نیا آلہ تکثیف بھرتا ہے۔ اس کی وجہ برقی رو کا بہاؤ ہے۔ قطرہ کا بہاؤ بڑھنے پر برقی رو میں اضافہ ہوتا ہے۔ یہ مشاہدہ ہے کہ سطح تناؤ کی انتہا پر برقی رو صفر ہوتی ہے۔

(ii) نقل مکانی برقی رو: برق مستعد دھاتیں برقیروے کی سطح پر دو طرح کے عمل کے ذریعہ پہنچتے ہیں۔

پہلے عمل میں باردار ذرات توہ کے فرق سے بنے برقی میدان میں نقل مکانی کرتے ہیں یہ برقیروے کی سطح اور محلول کے درمیان موجود ہوتے ہیں۔ دوسرے عمل میں ذرات کا نفعو ذ شامل ہے۔ دونوں عمل کے لئے درکار برقی رو کو نقل مکانی برقی رو کہتے ہیں۔

(iii) نفعو ذی برقی رو: (Diffusion Current): ذرات کے نفعو ذ کے لئے درکار برقی رو کی انتہائی مقدار کو نفعو ذ برقی رو کہتے ہیں۔ یہ برقی رو سیمابی برقیروے پر تکسید پذیر یا تھویل پذیر ذرات کی مقدار کے راست تناسب میں ہوتا ہے۔

یہ برقی رو $I_{k o v}$ کی مساوات سے دیا گیا ہے۔

$$i_d = 607 nCD^{\frac{1}{2}}m^{\frac{2}{3}}t^{\frac{1}{6}}$$

جہاں m انکروائیپسیر میں نفعو ذ برقی i_d

فی آئین منتقلی الیکٹرون کی تعداد n

ملی مول فی لیٹر مقدار c

تھویل آئین کی نفعو ذ شرح قدر $D = (cm^2 sec^{-1})$

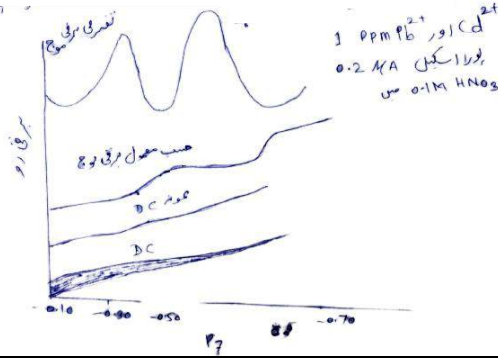
فی سیکنڈ بہتے ہوئے پارہ کی کمیت m

t = (سیکنڈ) بوند (قطرہ) وقت

(iv) حرکی برقی رو (Kinetic Current): غیر برقیروے عمل کی شرح حدی برقی رو پر اثر انداز ہو سکتی ہے اسے حرکی برقی رو کہتے ہیں۔ حرکی برقی رو شرح مستقلہ اور اتصالی سطح کے حجم کے راست تناسب میں ہوگی یہ سیمابی بوند کی جسامت کے راست تقابل ہے لیکن سیماب کے شعری نلی سے بہاؤ کی رفتار سے بے نیاز ہوتا ہے۔ اگر الیکٹرون متحرک جنس کے تکسیدی یا تھویل حالتیں دوسری اشیاء کے ساتھ کیمیائی توازن میں شامل ہوں تو پیدا ہونے والی برقی رو کو حرکی برقی رو کہتے ہیں۔

12.15 تفرقی برقی موج تقطیب نگاری (Differential Pulse Polarography)

تفریقی برقی موج تقطیب نگاری، تقطیب نگاری کی اصلاح شدہ شکل ہے۔ جو روایتی شکل سے زیادہ ہمہ گیر طور پر استعمال ہو رہی ہے۔ مختصر برقی موجوں کو سلسلے میں ترچھی ڈھلان پر چڑھایا جاتا ہے برقی موجوں کے تعین اوقات اور قدریں متغیر ہوتی ہیں لیکن واجبی قدریں 25mv کی مانگ پر ہوگی یہ برقی موجیں 50 ms پر پائیدار ہوگی ہر سیمابی بوند پر ایک بار دہراتی ہیں برقی خانہ بننے والی برقی رو کی پیمائش اگر ہر برقی موج ابتداء کے عین پہلے اور اختتام پر 15ms ہو تو ان کا فرق ریکارڈ پر دکھایا جاتا ہے اس طریقہ سے موثر گنجائش برقی رو کا اثر بخوبی منسوخ کیا جاسکتا ہے۔



12.16 برقی موج تقطیب نگاری

برقی موج تقطیب نگاری میں برقی موج کی جسامت وقت کے ساتھ خطی طور پر بڑھتی ہے۔ برقی رو سیما بانی بوند پر آخر

ی 20 ms سے 5 پر آزما یا جاتا ہے۔ جب برقی رو میں اضافہ کم ترین ہوتا ہے۔

$$i = \frac{nFAD^{\frac{1}{2}}C}{\pi^{\frac{1}{2}}s^{\frac{1}{2}}}$$

S- برقی رو کا جتنی دیر اطلاق ہوتا ہے اتنا وقت



حسب معمول برقی موج تقطیبی نقشہ

برقی موج برقی رو میں (Δi) کو بڑھتے ہوئے وولٹیج کے تفاعل کے طور پر فرسٹم کیا جاتا ہے اس برقی موج کی اونچائی مقدار کے تناسب میں ہوتی ہے۔

12.17 اطلاقات (Application)

تقطیب نگاری کا استعمال بڑے پیمانے پر ہوتا ہے کیونکہ اس کی موزونیت مقدار اور کیفی پیمائش کے ذریعہ مختلف جنس کی پیمائش وہی محلول اور وہی تجربہ میں کی جاسکتی ہے۔ تقطیب نگاری سے نامیاتی اور غیر نامیاتی جنس کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ ایسے سالمی یا آئنی جنس جو DME پر تحویل یا تکسید پذیری سے قوہ کے خطہ میں مقامی حد پر یا شامل واسطے میں Hg کی تکسید اور قوہ کے ذریعہ منفی حد جس پر معاون برقیروے یا محلول تحویل ہو کر قوہ کی بنیاد ڈالتے ہیں۔

تقطیب نگاری تجرباتی اور تحقیقاتی کام دونوں میں اہم اوزار ہے کیونکہ یہ برقیہ قوہ کی پیمائش اور برقیہ تعامل کے مطالعہ کے لئے بھی بہت ہی معقول طریقہ ہے۔

12.18 اکتسابی نتائج

- اس اکائی میں آپ وولٹ ایمپیر کے بارے میں تفصیل پڑھ چکے ہیں۔
- آپ نے وولٹ ایمپیر کے اقسام کے بارے میں جاننا۔
- متحرک آبی وولٹ کو آپ بہتر طریقہ سے سمجھ گئے۔
- پٹی وولٹ ایمپیر کے بارے میں آپ اچھی طرح جان چکے۔
- معکوس عملات نے آپ کی معلومات میں اضافہ کیا ہے۔
- رستاسیما برقیہ (DME) کو آپ بہتر طریقہ سے جان چکے۔
- تقطیب نگاری کے الگ الگ اقسام کے بارے میں آپ نے تفصیلی معلومات حاصل کر لی۔
- آپ نے تقطیب نگاری کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- تقطیب نگاری کے کارکردگی کے بارے میں آپ بہتر طریقہ سے جان چکے۔
- رستاہو اسیما برقیہ نے آپ کی معلومات میں اضافہ کیا۔
- تقطیب نگاری کے کارکردگی کے بارے میں بہت اچھی طرح واقف ہو گئے ہیں۔
- تقطیب نگاری کے اطلاق نے آپ کی معلومات کے ذخیرہ کو مکمل کر دیا۔

12.19 کلیدی الفاظ

- وولٹ ایمپیر پیمائی: وولٹ ایمپیر پیمائی برقیہ کیمیائی تجزیاتی طریقوں کا گروپ ہے جو تجزیہ کیے جانے والے محلول قطبی برقیوں کے قوہ برقی رو برتاؤ پر مبنی ہوتا ہے وولٹ ایمپیر پیمائی میں برقیوں کے جوڑوں کے درمیان قوہ کی پیمائش کی جاتی ہے
- حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی: حلقی وولٹ ایمپیر پیمائی ایک متحرک برقی تجزیاتی تکنیک ہے کیونکہ اس میں اطلاقی قوہ کے تغیر شامل ہے برقی رو کی پیمائش اطلاقی قوہ یا وقت کے مطابق کی جاتی ہے
- تقطیب نگاری (Polarography): تقطیب نگاری تجزیہ کا ایسا طریقہ ہے جس میں جس محلول کے تجزیہ کرنا ہو اس کی برقی پاشیدگی اس طرح کی جاتی ہے کہ برقی رو بمقابلہ وولٹیج ترمیم دکھاتی ہے کہ محلول کیا اور کتنا موجود ہے

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- (1) دو لٹاپیائی تجزیہ سے وابسطہ ہے۔
- (الف) برقی رو۔ قوہ تعلق (ب) برقی رو۔ وولٹیج تعلق
(ج) قوہ۔ وولٹیج تعلق (د) قوہ۔ ایمپیئر تعلق
- (2) برقی روادور قوہ کے درمیان بنائی گئی ترسیم کو کہتے ہیں۔
- (الف) لونی نقشہ (ب) ترسیم (ج) طیف (د) وولٹ ایمپیئر نقشہ
- (3) انوکھاتار برقی پیام وولٹاپیائی کو بھی کہلاتی ہے۔
- (الف) انوکھاتار برقی پیغام۔ لونی ایمپیئر پیائی (ب) حلقی وولٹاپیٹری
(ج) مربعی وولٹاپیٹری (د) ان میں سے کوئی نہیں
- (4) تقطیب نگاری میں استعمال ہونے والا خرد برقیہ کونسا ہے۔
- (الف) SHE (ب) DME (ج) SCE (د) کوئی ایک
- (5) DME کے لئے صحیح بیان منتخب کریں۔
- دی ہوئے دباؤ پر متواتر کرنے والے بوندوں کے گرنے کا وقت ہوتا ہے۔
- (الف) شعری نلی کی لمبائی کے راست تناسب میں
(ب) اسکے اندرونی رقبہ کی تیسری قوت کے معکوس تناسب میں
(ج) بوند پر دباؤ کے معکوس تناسب میں
(د) ان میں سے تمام
- (6) DME پر تھویل ہونے والی آکسیجن کو سے گزار کر الگ کیا جاسکتا ہے۔
- (الف) H_2, N_2 (ب) CF_2, Cl_2 (ج) He (د) ان میں سے تمام
- (7) بقایا برقی رو اور حدی برقی رو کے درمیان کے فرق کو کیا کہتے ہیں۔
- (الف) نفعو ذی برقی رو (ب) انوکھاتار برقی پیغام برقی رو (ج) نقل مکانی برقی رو (د) حرکی برقی رو
- (8) تعاون بری گزار سے تیار ہونے والے برقی رو کو کہتے ہیں۔
- (الف) نفعو ذی برقی رو (ب) بقایا برقی رو (ج) نقل مکانی برقی رو (د) حدی برقی رو
- (9) ان میں سے صحیح Ilkovic مساوات کا انتخاب کریں۔

$$id = 607 nCD^{\frac{1}{2}}m^{\frac{2}{3}}t^{\frac{1}{6}} \text{ (ب)} \quad id = 786 nBD^{\frac{1}{4}}m^{\frac{2}{3}}t^{\frac{1}{6}} \text{ (الف)}$$

$$id = 607 nCD^{\frac{1}{6}}m^{\frac{2}{3}}t^{\frac{1}{2}} \text{ (د)} \quad id = 607 nCD^{\frac{2}{3}}m^{\frac{1}{6}}t^{\frac{1}{2}} \text{ (ج)}$$

(10) حدی برقی رو پر غیر برقیہ تعامل کی شرح اثر انداز ہو سکتی ہے۔

(الف) نفعوڑی برقی رو (ب) بقایا برقی رو (ج) نقل مکانی برقی رو (د) حرکی برقی رو

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1- وولٹا ایمپٹری کی تعریف لکھئے۔

2- وولٹا ایون نقشہ کے اقسام دکھائیے۔

3- وولٹا ایون نقشہ کیا ہے؟

4- تقطیب نگاری کے اصول کی وضاحت کیجئے۔

5- تعریف لکھئے۔

(الف) بقایا برقی رو (ب) نقل مکانی برقی رو (ج) نفعوڑی برقی رو (د) نقل مکانی برقی رو

6- تقطیب نگاری کے اطلاقات کیا ہیں؟

طویل جوابات کے حامل سوالات

(1) آبی متحرک وولٹا ایمپٹری کی وضاحت کیجئے۔

(2) حلقہ وولٹا ایمپٹری سے آپ کیا سمجھے؟

(3) تفصیل سے ایٹوڈی انوکھاتار برقی پیغام وولٹا ایمپٹری کی وضاحت کیجئے۔

(4) آپ کیتھوڈی انوکھاتار برقی پیغام وولٹا ایمپٹری کی وضاحت کس طرح کرو گے۔

(5) برقی رو- وولٹیج تعلق کو صحیح ثابت کیجئے۔

(6) تقطیب نگاری کیا ہے؟ صاف ستھرے خاکہ کے ذریعہ تقطیب نگاری میں استعمال ہونے والے آلات کی وضاحت کیجئے۔

(7) صاف ستھری شکل سے رستے سیمابی برقیہ کی کارکردگی بیان کیجئے۔

(8) DME کے فوائد اور نقصانات لکھئے۔

(9) تقطیب نگاری کی کارکردگی کی وضاحت کیجئے۔

(10) تفرقی برقی موج تقطیب نگاری کیا ہے۔

- (1) Instrumental Methods of Chemical Analysis, by B.K. Sharma, Twenty Eight Edition 2012
- (2) Instrumental Methods of Chemical Analysis, by H. Kaur, Eleventh Edition 2016
- (3) Instrumental Methods of Analysis Seventh Edition, by Willard, Merritt, Dean Settle.
- (4) Laboratory Techniques in Electroanalytical Chemistry, Edited by Peter T. Kissinger, William R. Heineman.
- (5) Instrumental Methods of Chemical Analysis, Fifth Edition, Galen W. Ewing.
- (6) Analytical Chemistry, by S.M. Khopkar
- (7) Instrumental Methods of Chemical Analysis, Fifth Revised Edition, Reprint in 2019. Gurdeep R Chatwal Sham K. Anand.
- (8) Basic Concepts of Analytical Chemistry, Third Edition. S. M. Khopkar
- (9) Instrumental Analysis, Holler, Skooge, West.

اکائی 13- لون نگاری (کروموٹوگرافی) کے عمومی پہلو

(General Aspect of Chromatography)

| اکائی کے اجزا | |
|---|--------|
| تمہید | 13.0 |
| مقاصد | 13.1 |
| لون نگاری (کروموٹوگرافی) کا تعارف | 13.2 |
| لون نگاری کی عمومی وضاحت | 13.3 |
| لون نگاری کا ایلویشن | 13.4 |
| لون نگاری کے طریقوں کی درجہ بندی | 13.5 |
| اسٹیشنری مرحلے پر مبنی | 13.5.1 |
| Equilibrium Involved on Phase کی بنیاد پر | 13.5.2 |
| محلول کی نقل مکانی کی شرح پر مبنی | 13.5.3 |
| تقسیم گنائک کی بنیاد پر | 13.5.4 |
| برقرار رکھنے کا وقت اور جھری کی بنیاد پر | 13.5.5 |
| صلاحیت کے عنصر (Based on Capacity Factor) کی بنیاد پر | 13.5.6 |
| انتخاب عنصر کی بنیاد پر | 13.5.7 |
| لون نگاری کے استعمالات | 13.5.8 |
| اکتسابی نتائج | 13.7 |
| کلیدی الفاظ | 13.8 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 13.9 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 13.10 |
| تمہید 13.0 | |

لون نگاری یا کروموٹوگرافی ایک ایسا تجرباتی طریقہ ہے جس میں کہ دو یا دو سے زیادہ مرکبات کے آمیزوں (Mixtures) کو طبعی طور پر دو Phases یا مراحل کے درمیان تقسیم (Distribute) کر کے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ ان دو مرحلوں میں ایک مرحلہ جس کو

Stationary Phase یا ساکن ہیئت کہتے ہیں ٹھوس (Solid) یا ٹھوس پر مائع (Liquid Supported on Solid) پر مشتمل ہوتا ہے اور دوسرا phase یا مرحلہ جو کہ Mobile Phase یا متحرک ہیئت ہوتا ہے گیس یا مائع پر مشتمل ہوتا ہے اور یہ Stationary Phase کے اطراف مسلسل بہتا (Flows) رہتا ہے۔

13.1 مقاصد

- 1- اس اکائی میں طلباء کو لون نگاری کے بارے میں معلومات فراہم کرنا ہے اُس کے طریقہ عمل کے بارے میں سمجھایا جائے گا۔
- 2- اس کے علاوہ لون نگاری کے مختلف طریقوں میں اُن کی طرز عمل کی بنیاد پر درجہ بندی کے بارے میں معلومات فراہم کرائی جائے گی۔
- 3- Stationary Phase اور Mobile Phase کے بارے میں جانکاری فراہم کی جائے گی اور لون نگاری پر اثر انداز ہونے والے دوسرے Factors کے بارے میں بھی جانکاری فراہم کرنا ہے۔

13.2 لون نگاری کا تعارف

نامیاتی یا غیر نامیاتی مرکبات جو کہ قدرتی طور پر حاصل کیے جاتے ہیں یا مصنوعی طور پر (Synthetically) تیار کیے جاتے ہیں۔ عام طور پر Mixture کی حالت میں حاصل ہوتے ہیں۔ ان Mixture کے انفرادی مرکبات کو علیحدہ کرنا بے حد ضروری ہوتا ہے تاکہ یہ مرکبات خالص (Pure) حالت میں مختلف طریقوں سے استعمال کیے جائیں۔ لون نگاری یا کرومٹوگرافی ایک طبعی طریقہ عمل ہے جس کے ذریعہ Mixture کے مرکبات کو علیحدہ کیا جاتا ہے۔ اس طریقہ عمل میں مرکبات یا اُس کے Ions میں کوئی کیمیائی تبدیلی نہیں ہوتی۔ لون نگاری میں استعمال ہونے والی چند ایک اصطلاحات (Terminologies) حسب ذیل ہیں جن کو جاننا بے حد ضروری ہے۔

(i) لون نگاری

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemists) کے تحت لون نگاری علیحدگی کا ایک ایسا طریقہ عمل جس میں آمیزے (Mixture) سے انفرادی اجزاء کو علاحدہ کیا جاتا ہے علیحدگی کا یہ عمل دو پہلوں (Two Phases) کے درمیان وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اس میں ایک ساکن ہیئت (Mobile Phase) ہوتا ہے۔ ساکن ہیئت، ٹھوس، مائع، گیس پر مشتمل ہوتا ہے۔ جس کو ایک کالم میں پُر کیا جاتا ہے جب کہ متحرک ہیئت مائع یا گیس پر مشتمل ہوتی ہے۔

(ii) متحرک ہیئت (Mobile Phase)

متحرک ہیئت (Mobile Phase) مائع یا گیس ہوتی ہے جو ساکن ہیئت (stationary phase) پر سے گذرتی ہے اور آمیزہ (Mixture) کے اجزاء کو علیحدہ کرتا ہے۔

(iii) ساکن ہیئت (Stationary Phase)

ساکن ہیئت، ٹھوس، مائع یا گیس پر مشتمل ہوتا ہے جس کو کہ کالم کی شکل میں نسب (fix) کیا جاتا ہے۔ اس کالم میں سے آمیزے (Mixture) کو متحرک ہیئت کی مدد سے لون نگاری کے ذریعہ گزار کر علیحدہ کیا جاتا ہے۔

13.3 لون نگاری

لون نگاری آمیزہ کے انفرادی مرکبات کو علیحدہ کرنے کا ایک طبعی طریقہ عمل ہیں۔ اس طریقہ میں مرکبات کی کیمیائی ہیئت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی ہے۔ اس طریقہ عمل میں جذب (adsorption) یا تقسیم (Partition) کے اصول کے ذریعہ آمیزہ کے مرکبات کو دو ہیئتوں (Phases) کے درمیان میں علیحدہ کیا جاتا ہے۔ لون نگاری کے استعمال کے ذریعہ نامیاتی مرکبات کے آمیزوں، امینوں ایسڈس (Amino Acids) شکریات (Sugars) اور Cations or Anions کو علیحدہ کر سکتے ہیں۔ لون نگاری کے تجربہ کو عام طور پر حسب ذیل مقاصد کے لئے استعمال کیا جاتا ہے اور اُس کے ذریعہ خالص مرکبات حاصل کئے جاتے ہیں۔

(1) دیے گئے Sample میں مرکبات کی تعداد کو معلوم کرنے کے لئے۔

(2) مرکب کی شناخت کے لئے

(3) دیے گئے Sample میں مرکبات کی متعلقہ مقدار کو معلوم کرنے کے لئے

(4) مرکبات کی Quantitative separation کے لئے

لون نگاری کی عام تکنیک (Techniques) حسب ذیل ہیں۔

(1) کالم لون نگاری (CC) Column Chromatography

(2) تیلی لون نگاری (TLC) Thin Layer Chromatography

(3) Ion Exchange Chromatography (IEC)

(4) Gas Chromatography (GC)

(5) Paper Chromatography (PC)

(6) Gas-Liquid Chromatography (GLC)

(7) High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

13.4 ایلوشن لون نگاری (Elution Chromatography)

ایلوشن لون نگاری ' لون نگاری کا ایک ایسا طریقہ ہے جس میں کالم (Column) کا استعمال کیا جاتا ہے اور اس کالم میں محلول میں موجود منحل (Solutes) کالم میں سفر کرتے ہیں اور کالم سے الگ الگ Solutes جو کہ Compounds ہوتے ہیں علیحدہ علیحدہ حاصل کئے جاتے ہیں۔

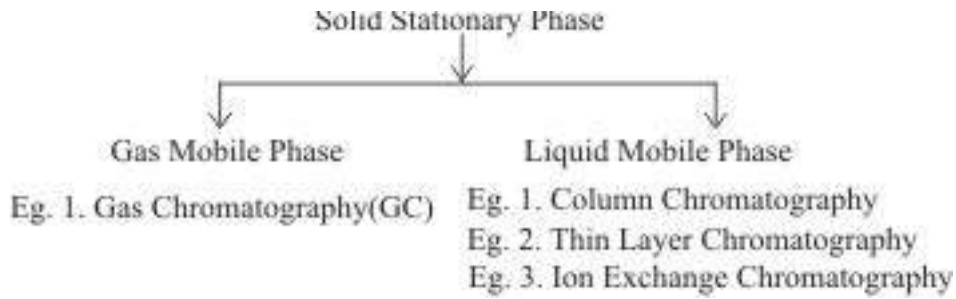
Elution Chromatography لون نگاری میں کالم سے گزرنے والا Analytical Material کو Solvent کے ساتھ کالم کے باہر آتا ہے۔ اس لون نگاری میں مسلسل Solutes یا Elute حاصل کیا جاتا ہے اور ان Elute کی کالم سے گزرنے کی رفتار Mobile Phase کی Polarity اور ان کی کالم سے گزرنے کی رفتار پر منحصر ہوتی ہے۔

13.5 لون نگاری کے طریقوں کی درجہ بندی (Classification of Chromatography Methods)

لون نگاری کے طریقوں کو ساکن ہیئت (Stationary Phase) یا متحرک ہیئت (Mobile Phase) کی بنیاد پر درجہ بند کیا جاتا ہے۔

13.5.1 (1) ساکن ہیئت کی بنیاد پر درجہ بندی (Classification Based on The Stationary Phase)

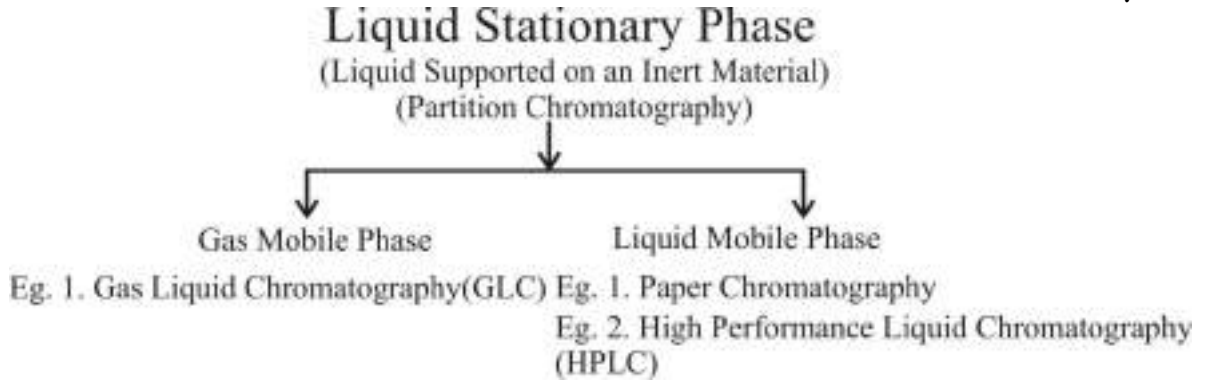
لون نگاری کے طریقہ کو ساکن ہیئت (Stationary Phase) کی قسموں کی بنیاد پر درجہ بند کیا جاتا ہے اس درجہ بندی کو حسب ذیل خاکہ کے ذریعے بتلایا گیا ہے۔



جب ٹھوس اشیاء کا ساکن ہیئت (Stationary Phase) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے تو یہ جبذ (Adsorption) کی عمل کے ذریعہ کار فرما ہوتی ہے اور اس کو Adsorption Chromatography یا جبذ لون نگاری کہتے ہیں۔ جبذ لون نگاری کا عمل اس اصول پر کار فرما ہوتا ہے کہ جب ساکن ہیئت (Stationary Phase) پر آمیزہ (Mixture) میں موجود مختلف مرکبات Stationary Phase کے مختلف طاقت (Strength) کے جبذ (Adsorption) کا عمل دیتے ہیں۔

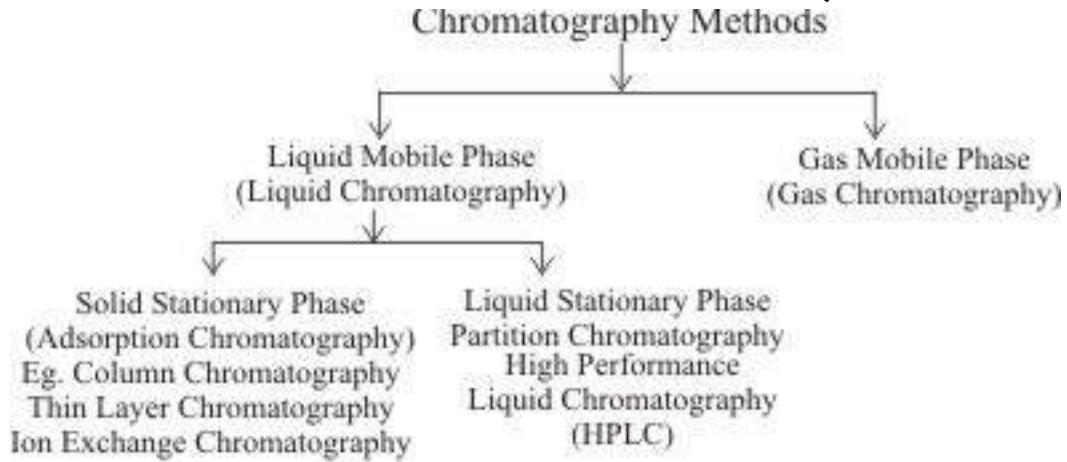
جب مائع (Liquid) کو ساکن ہیئت (Stationary Phase) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے تو تقسیم کا طریقہ یا Partition Technique کے اصول پر عمل کرتی ہے اور اسکو Partition Chromatography تقسیم لون نگاری کہتے ہیں۔

تقسیم کا طریقہ (Partition Chromatography) کا Partition or Distribution Coefficient کے اصول کے مطابق کام کرتا ہے جس کے مطابق



جب لون نگاری کا عمل دو ہیئت والے نظام (Two Phase System) پر مشتمل ہوتا ہے جیسے کہ مائع-مائع (Liquid-Liquid) یا مائع-گیس (Liquid-Gas) تو اس صورت میں آمیزہ میں موجود مرکبات ان دو ہیئتوں (Two Phase) کے درمیان مختلف Partition or Distribution Coefficient رکھتے ہیں یعنی کے یہ مرکبات مختلف رفتار میں تقسیم یا علیحدہ ہوتے ہیں۔ اور اس طرح ان کی تقسیم کی شرح کی بنیاد پر یہ علیحدگی ہوتی ہیں۔

13.5.2 متحرک ہیئت کی بنیاد پر درجہ بندی (Classification Based on The Mobile Phase)



عام طور پر لون نگاری کو اسمیں استعمال ہونے والی ساکن ہیئت (Stationary Phase) کی بنیاد پر درجہ بند کیا جاتا ہے۔

13.5.2 لون نگاری کے طریقہ کا انتخاب (Choice of The Chromatography Method)

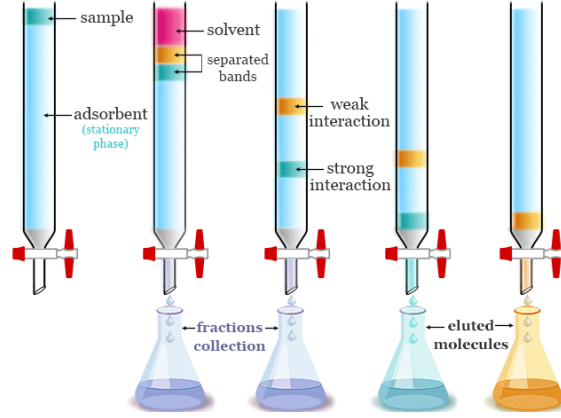
لون نگاری کے طریقہ کا انتخاب مرکب (Sample) کی مقدار اور کسی قسم کی معلومات حاصل کرنا ہے کی مناسبت پر منحصر ہوتا ہے

مثلاً

(a) کالم لون نگاری (Column Chromatography (CC))

اس طریقہ میں کئی ایک نامیاتی مرکبات کو زیادہ مقدار (Quantitatively) یعنی کے گرام سے لے کر کلوگرام (g to kg) scale) میں علیحدہ (Separate) کیا جاتا ہے۔

SEPARATION BY COLUMN CHROMATOGRAPHY



شکل (1)

(b) تپتی تہہ والی لون نگاری (Thin Layer Chromatography (TLC))

اس طریقہ میں مرکبات کی

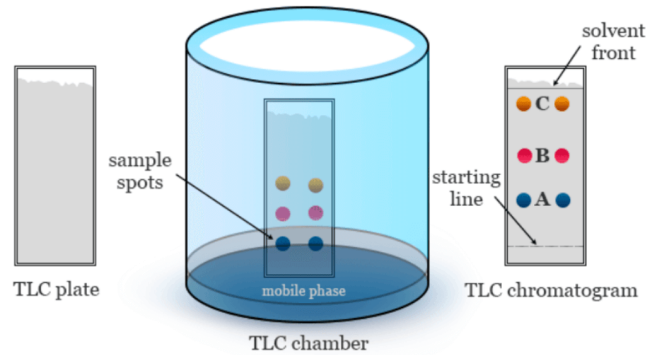
(1) تخلیص (Purity) کو معلوم کیا جاتا ہے۔

(2) آمیزہ میں موجود نامعلوم مرکبات کی عارضی پہچان (Tentative Identification) کی جاتی ہے۔

(3) TLC کے ذریعہ کالم نگاری (Column Chromatography) کی Progress کو جاننا جاتا ہے۔

(4) TLC کے ذریعہ تعامل کی Progress کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔

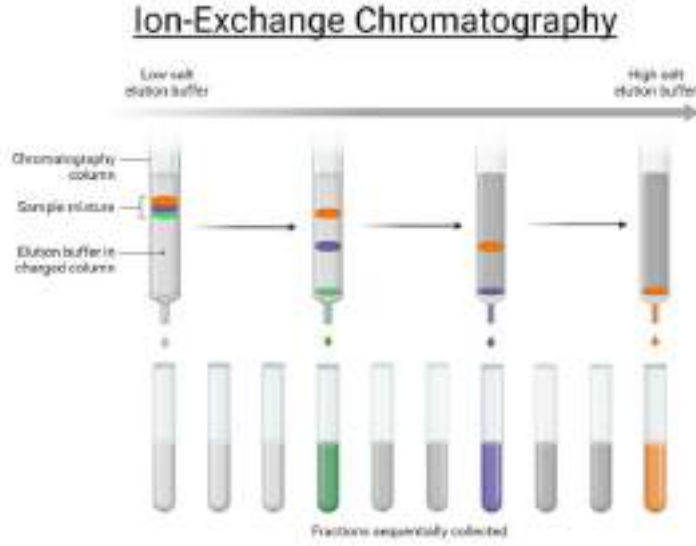
Thin Layer Chromatography (TLC)



شکل (2)

(c) Ion Exchange Chromatography (IEC)

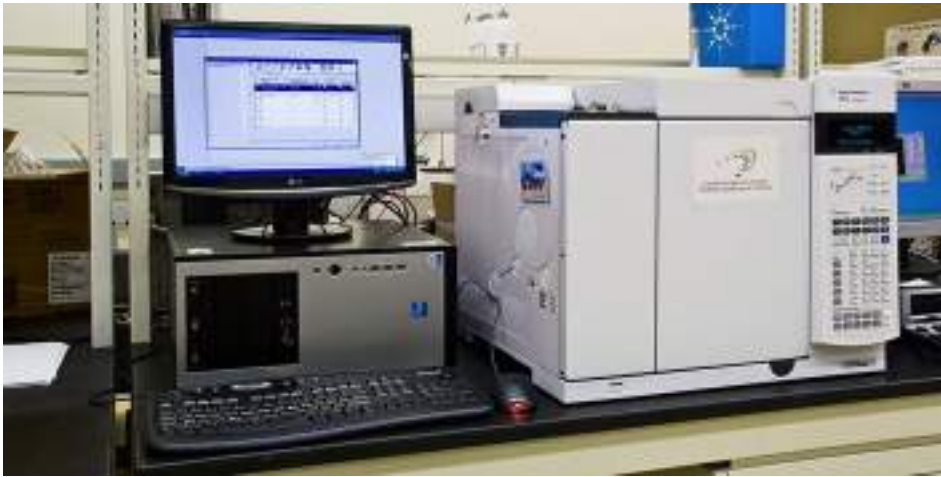
IEC میں Cations اور Anions، امینو ایسڈس، پیسٹائینڈس اور پروٹینس کو Qualitatively علیحدہ کیا جاتا ہے۔ مختصراً اس طریقہ میں Ions کو علیحدہ کیا جاتا ہے۔



شکل (3) Ion Exchange Chromatograph

(d) گیس لون نگاری (Gas Chromatography (GC))

اس طریقہ میں گیسوں کے آمیزے کو Qualitative اور Quantitative طرز پر علیحدہ کیا جاتا ہے۔ مزید GC آلودگی پھیلانے والی گیسوں کی نگرانی (Monitoring) کے لئے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل (4) Gas Chromatography

(e) گیس۔ مائع لون نگاری (Gas Liquid Chromatography (GLC))

اس طریقہ کار میں Volatile لیکن حرارتی طور پر مستحکم (Thermally Stable) مرکبات کی تخلص (Purity) کو

Analytical R & D Laboratories میں جانا جاتا ہے۔

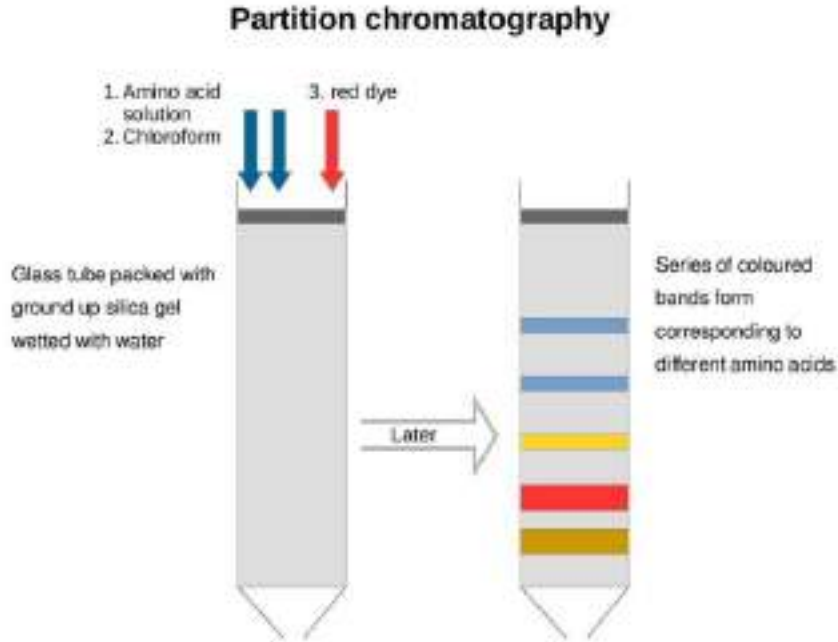


شکل (5) Gas Liquid Chromatography

(f) تقسیم لون نگاری (Partition Chromatography (PC))

اس طریقہ میں پانی میں حل پذیر نامیاتی مرکبات جیسے کہ Sugars, Amino Acids اور وان (Cations & Anions)

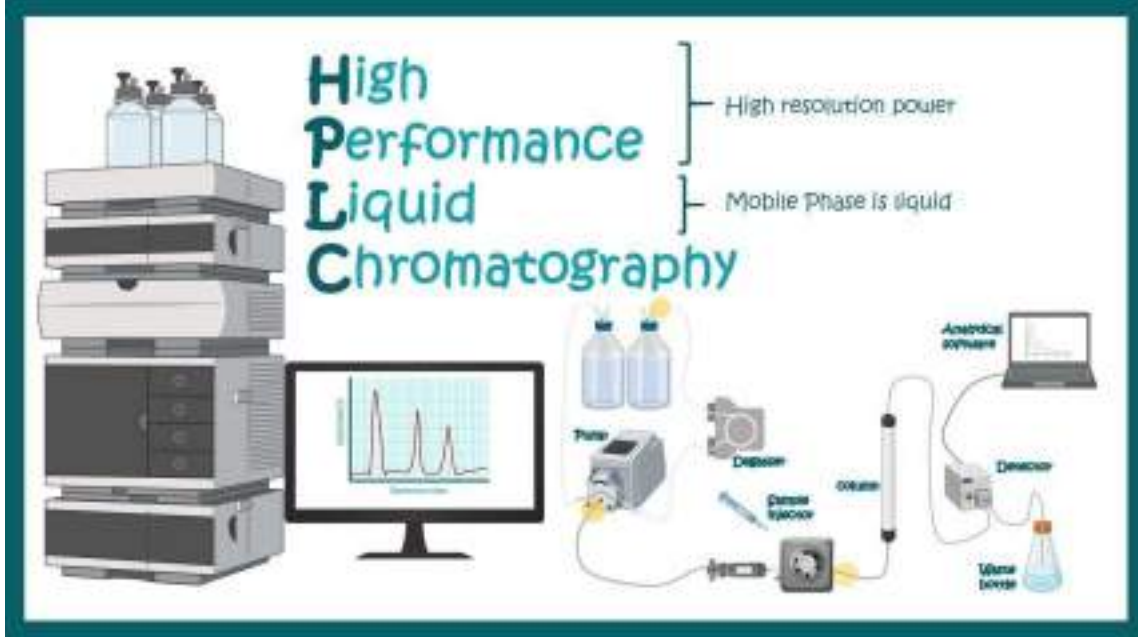
کی علیحدگی کی Qualitative طریقہ سے عمل انجام پاتی ہے۔



شکل (6) (Partition Chromatography (PC))

(g) اعلیٰ کارکردگی لون نگاری (High Performance Liquid Chromatography (HPLC))

اس طریقہ میں زیادہ تر نامیاتی مرکبات جس میں کہ غیر طیران پذیر مرکبات حرارتی طیران پذیر نامیاتی نمک وغیرہ بھی شامل ہیں Purity یا خالصیت کا تعین Drug R & D اور Drugs بنانے والی کمپنیوں میں کیا جاتا ہے۔ مزید HPLC کے ذریعہ تعاملات کی Progress کو بھی جانا جاسکتا ہے اس کے علاوہ اس طریقہ سے نامعلوم مرکبات کی پہچان (Identification) بھی کی جاسکتی ہے۔



شکل (7) (High Performance Liquid Chromatography (HPLC))

یہاں یہ بات قابل غور ہے کہ اوپر بیان کیے گئے لون نگاری کے تمام طریقوں میں حسب ذیل باتیں مشترکہ (common) ہے۔

(1) تمام طریقوں میں کالم کے اندر Stationary Support ہوتا ہے جو کہ Inert Material سے بھرا ہوتا ہے دوسرا Mobile Phase ہوتا ہے جو کہ کالم میں اوپر سے نیچے کی طرف چلتا ہے اور اس کو Mobile Phase کہتے ہیں اور یہ Phase Stationary سے (Additive) لگا ہوتا ہے۔ اس کے بعد مرکبات کا علیحدگی (Separation) کا عمل مرکبات کی مختلف Migration rate پر منحصر ہوتا ہے۔ یہ Migration کا علم Adsorption Partition Coefficient، Exchange اور Potential یا Molecular Size یا Ionic Mobility پر منحصر ہوتا ہے۔

(2) ان تمام طریقوں میں استعمال ہونے والے الفاظ Terms عام طور پر Common یا مشترکہ ہی ہوتے ہیں۔

13.6 لون نگاری کے استعمالات (Applications of Chromatography)

- لون نگاری کیمیائی مرکبات کی علیحدگی ایک موضوع طریقہ کار ہے مزید لون نگاری مختلف قسموں کی کیمیائی تجربوں اور مقداری تخمین کے لئے استعمال کیا جانے والا بہترین طریقہ کار ہے۔ لون نگاری کے چند ایک استعمالات مندرجہ ذیل میں بیان کیے گئے ہیں:
- (1) لون نگاری کے ذریعہ اجزاء کی موجودگی یا غیر موجودگی کی جانچ یا شناخت کے لئے کیا جاتا ہے۔ مثلاً TLC اور HPLC کی مدد کے پروٹین میں موجود امینو تشریوں کی شناخت کی جاسکتی ہے۔
- (2) لون نگاری مقداری تجزیہ مدد کے حاصل شدہ انواع کے بارے میں معلومات حاصل کرنے میں بہترین معاون ثابت ہوتی ہے۔

13.7 اکتسابی نتائج

- لون نگاری کے معنی یونانی زبان کے مطابق Chrome (رنگ) اور Graphing (تحریر) کے ہیں۔
- لون نگاری ایک ایسا طریقہ کار ہے جس میں کہ آمیزے کے اجزاء کو ساکن ہیٹ، متحرک ہیٹ، گیس یا مائع کی مدد سے علیحدہ کیا جاتا ہے۔ اس کا انحصار اجزاء کے بہاؤ کی شرح پر ہوتا ہے۔
- لون نگاری میں اجزاء کی علیحدگی سے حاصل گراف کرومولوجرام کہلاتا ہے۔
- لون نگاری کی مثالیں حسب ذیل ہیں۔ TLC, Paper Chromatography, HPLC, Column Chromatography وغیرہ

13.8 کلیدی الفاظ

- لون نگاری: لون نگاری علیحدگی کا ایک ایسا طریقہ عمل جس میں آمیزے (Mixture) سے انفرادی اجزاء کو علیحدہ کیا جاتا ہے۔
- Elution Chromatography: یہ لون نگاری کا ایک ایسا طریقہ ہے جس میں کالم (Column) کا استعمال کیا جاتا ہے اور اس میں کالم میں محلول میں موجود منحل (Solutes) کالم میں سفر کرتے ہیں اور کالم سے الگ الگ Solutes جو کہ Compounds ہوتے ہیں علیحدہ علیحدہ حاصل کئے جاتے ہیں۔
- کالم لون نگاری (CC) Column Chromatography: اس طریقہ میں کئی ایک نامیاتی مرکبات کو زیادہ مقدار گرام سے لے کر کلو گرام میں علیحدہ (Separate) کیا جاتا ہے۔
- گیس لون نگاری (GC) Gas Chromatography: اس طریقہ میں گیسوں کے آمیزے کو Qualitative اور Quantitative طرز علیحدہ کیا جاتا ہے۔ مزید GC آلودگی پھیلانے والی گیسوں کی نگرانی (Monitoring) کے لئے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

- گیس۔ مائع لونگاری (GLC) Gas Liquid Chromatography: اس طرح کار میں پائے جانے والے (Volatile) لیکن حرارتی طور پر مستحکم (Thermally Stable) مرکبات کی تخلص کے لیے Analytical R & D Laboratories میں جانا جاتا ہے۔

13.9 نمونہ امتحانی سوالات

معروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- لون نگاری کی تعریف بیان کیجئے۔
- 2- متحرک ہیٹ کیا ہے؟
- 3- کروموٹوگرافی سے کیا مراد ہے؟
- 4- تخلص (Purity) کے لیے کونسی لون نگاری کو استعمال کیا جاتا ہے۔
- 5- Ion Exchange Chromatography (IEC) میں کن اشیاء کی علیحدگی کی جاتی ہے۔
- 6- لون نگاری کا وہ کون سا طریقہ ہے جس میں گیسوں کے آمیزے کو Qualitative اور Quantitative طرز پر علیحدہ کیا جاتا ہے۔
- 7- لون نگاری کا وہ کون سا طریقہ ہے جس میں Volatile لیکن حرارتی طور پر مستحکم (Thermally Stable) مرکبات کی تخلص (Purity) کی جاتی ہے۔
- 8- لون نگاری کا وہ کون سا طریقہ ہے جس میں پانی میں حل پذیر نامیاتی مرکبات جیسے کہ Sugars, Amino Acids اور روان (Cations & Anions) کی علیحدگی کی جاتی ہے۔
- 9- لون نگاری کا وہ کون سا طریقہ ہے جس میں زیادہ تر نامیاتی مرکبات جس میں کہ غیر طیران پذیر مرکبات 'حرارتی طیران پذیر نامیاتی نمک وغیرہ بھی شامل ہیں Purity یا خالصیت کا تعین کیا جاتا ہے۔
- 10- لون نگاری کا وہ کون سا طریقہ ہے جس میں کئی ایک نامیاتی مرکبات کو زیادہ مقدار (Quantitatively) یعنی کے گرام سے لے کر کلوگرام کی مقدار میں علیحدہ (Separate) کیا جاتا ہے۔

مختصر جوابات کے حامل سوالات

- 1- لون نگاری کے طریقوں کی جماعت بندی کیجئے۔
- 2- لون نگاری کے عام اصولوں کے بارے میں تفصیل سے بیان کریئے۔
- 3- لون نگاری کے استعمالات لکھئے۔
- 4- HPLC کے بارے میں مختصر بیان کریں۔
- 5- ایلوشن لون نگاری (Elution Chromatography) کے بارے میں بیان کیجئے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- ساکن ہیٹ کی بنیاد پر لون نگاری کی درجہ بندی کیجیے۔
- 2- لون نگاری کے طریقہ کا انتخاب کے بارے میں تفصیل سے بیان کیجیے۔
- 3- حسب ذیل پر نوٹ لکھیے۔

a. GLC (Gas-Liquid Chromatography)

b. HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

- 4- (1) کالم لون نگاری (CC) اور تیلی لون نگاری (TLC) Thin Layer Chromatography کے بارے میں نوٹ لکھیے۔

13.10 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

- (1) Analytical Chemistry By G.L. David Krupadanam; D.Vagaya, Parasad Kvor-Prasad Row, KLN Reddy & C. Sudhakar, Umitiesh Press – 2001
- (2) Basic Concepts of Analytical Chemistry, By S.M. Khopkar, 3rd Ed 2017, AGE International Publisher.

اکائی 14۔ کاغذی لون نگاری

(Paper Chromatography)

| اکائی کے اجزاء | |
|---------------------------------------|--------|
| تمہید | 14.0 |
| مقاصد | 14.1 |
| کاغذی لون نگاری کے اصول | 14.2 |
| کاغذی لون نگاری کے اقسام | 14.3 |
| کاغذی لون نگاری کے طریقہ کار | 14.4 |
| تجرباتی ترمیمات | 14.4.1 |
| ترقی کے مختلف طریقے | 14.4.2 |
| کاغذ کی نوعیت | 14.4.3 |
| نقاط کی شناخت | 14.4.4 |
| R_f کی قدر | 14.4.5 |
| R_f کی قدر کو متاثر کرنے والے اثرات | 14.5 |
| کاغذ | 14.5.1 |
| محل نظام | 14.5.2 |
| نمونہ | 14.5.3 |
| اجاگر کرنے کا طریقہ | 14.5.4 |
| محل کا انتخاب | 14.6 |
| کمیتی تجزیہ | 14.7 |
| کاغذی لون نگاری کے استعمالات | 14.8 |
| اکتسابی نتائج | 14.9 |
| کلیدی الفاظ | 14.10 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 14.11 |

14.0 تمہید

کاغذی لون نگاری، عام طور پر پانی میں حل شدہ نامیاتی اور غیر نامیاتی مرکبات بے حد زیادہ قطبی مرکبات جیسے کہ Amino Sugars اور Acids کا آمیزہ، مثبت رواں کا آمیزہ جو کہ حل پذیر حالت میں ہوتے ہیں علیحدہ کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔ کاغذی لون نگاری، لون نگاری کا یہ سب سے سادہ اور آسان طریقہ ہے۔

کاغذی لون نگاری میں، پانی کو ساکن ہیئت (Stationary Phase) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ جو کہ کاغذ سے Support Cellulose Filter Paper کاغذ (Stationary Phase) کو کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اور مختلف محلات (Solvents) کو متحرک ہیئت (Mobile Phase) کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ لون نگاری کو حیاتی کیمیاء کے پیچیدہ مسائل کو حل کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک سادہ، تیز آسان اور کم خرچ والا لون نگاری کا طریقہ کار ہے۔

14.1 مقاصد

اس اکائی میں طلباء کو کاغذی لون نگاری (Paper Chromatography) کے بارے میں معلومات دی جائیں گی۔ اس کے علاوہ تمام طلباء کو کاغذی لون نگاری کے مختلف اصول اور اُس کے مختلف طریقوں اور اُن کی تشریح کے بارے میں بتلایا جائے گا۔ اس اکائی میں طلباء کاغذی لون نگاری کے طریقہ کار اور اس کے مختلف استعمالات کے بارے میں بھی معلومات حاصل کریں گے۔

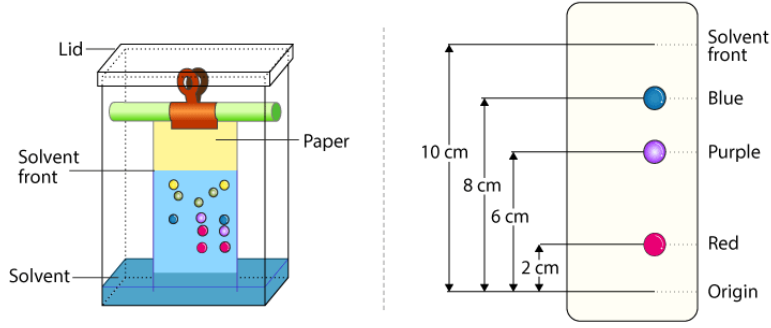
14.2 کاغذی لون نگاری کے اصول

کاغذی لون نگاری شعری (Capillary)، تقسیمی (Distribution) اور Migration کے بنیادی اصولوں پر مشتمل ہوتی

ہے۔

14.2.1 تقسیمی اور شعری عمل

کاغذی لون نگاری، تقسیمی لون نگاری کے ایک بہترین قسم اور مثال ہے۔ اس میں ساکن ہیئت (Stationary Phase) پانی ہوتا ہے جو کہ Paper پر ٹکایا جاتا ہے یہ کاغذ Cellulose کا ہوتا ہے اس لون نگاری میں عام طور پر متحرک ہیئت (Mobile Phase) نامیاتی محلل یا دوسرے محلل ہوتے ہیں۔ اس کو Simple Phase یا Paper Chromatography یا عام ہیئت کاغذی لون نگاری بھی کہتے ہیں۔



شکل (1) Paper Chromatography

14.2.2 چڑھتی ہوئی کاغذی لون نگاری

جب سلیکون یا پیرافین تیل جیسے غیر قطبی مائع کے ذریعے تقطیری کاغذ سے پانی کو علیحدہ کیا جاتا ہے تو اس صورت میں غیر قطبی مائع ساکن ہیئت بن جاتے ہیں۔ جو کہ تقطیری کاغذ کے مساموں میں جم جاتے ہیں اور متحرک ہیئت ایک قطبی مرکب ہو گا جیسا کہ آبی الکوحل محلول وغیرہ اس طور کے لون نگاری کو متعکسی ہیئت کاغذی لون نگاری بھی کہتے ہیں۔ اس لون نگاری میں آمیزے کے اجزاء ساکن ہیئت (Stationary Phase) اور متحرک ہیئت (Mobile Phase) کے درمیان تقسیم (Distribute) ہو جاتے ہیں۔ متحرک ہیئت تقطیری کاغذ (Filter Paper) پر شعری (Partition) کے عمل کے ذریعہ حرکت کرتی ہے اور آمیزہ میں موجود مرکب شرح کے فرق کی وجہ سے علیحدہ ہوتے ہیں اور اس کے نتیجے میں علیحدہ شدہ آمیزے کے مرکبات کاغذ پر مختلف پٹیوں (Bands) یا خطوں کی شکل میں ظاہر ہوتے ہیں یا نظر آتے ہیں۔ عام طور پر سلیولوز تقطیری کاغذ کو ساکن ہیئت (Stationary Phase) کے طور پر ہک کے ذریعہ لٹکانے (سہارے) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس لون نگاری میں سلیولوز مرکبات اور دوسرے مخصوص کاغذوں کو ساختوں کی بنیاد پر استعمال کیا جاتا ہے۔ مثلاً

Table: Characteristics of Whatman Papers Chromatography

| Grade | Flow rate of Water in (mm/ 30 min) | Density (g/cm ³) | Thickness (mm) |
|-------|------------------------------------|------------------------------|----------------|
| 20 | 85 | 0.58 | 0.16 |
| 2 | 115 | 0.54 | 0.18 |
| 1 | 130 | 0.54 | 0.16 |
| 3MM | 130 | 0.56 | 0.33 |
| 3 | 130 | 0.49 | 0.38 |

| | | | |
|------|-----|------|------|
| 4 | 180 | 0.46 | 0.20 |
| 17 | 190 | 0.50 | 0.88 |
| 31ET | 225 | 0.30 | 0.53 |

کاغذی لون نگاری میں جذب یارواں تبادلہ تفاعل کا عمل واقع ہوتا ہے یعنی کہ اس میں آمیزہ کے مرکبات جذب کے عمل یارواں کے تبادلہ عمل تفاعلی عمل کے ذریعہ علیحدہ ہوتے ہیں۔

کاغذی لون نگاری سطحی لون نگاری کی ایک مثال ہے۔ اس میں ساکن ہیئت (Stationary phase) کو مساموں (Hooks) میں لٹکایا جاتا ہے اور متحرک ہیئت (Mobile Phase) شعری عمل کی وجہ سے اوپر کی طرف حرکت کرتی ہے یا منتقل ہوتی ہے۔ لون نگاری کے عام اصول جیسے کہ تقسیمی شرح، منتخب جز (α) کا اطلاق کاغذی لون نگاری پر ہوتا ہے۔

14.2.3 حرکت پذیری (مستقل) کے پیرامیٹر (Migration Parameters)

آمیزے کے اجزاء اور محلل کی حرکت کے رشتہ کو حرکت پذیری پیرامیٹرز کو R_M , R_X , R_f کی اصطلاحات میں بیان کیا جاتا ہے۔ یہ R_M , R_X , R_f اصطلاحاتیں کرومیٹوگرام پر منتقل کردہ پٹیوں / خطوں / مقامات کو بتلاتے ہیں۔ اس کے ذریعہ مرکب کے کیفی (Qualitative) اور مقداری (Quantitative) تخمین (Estimation) میں مدد ملتی ہے۔

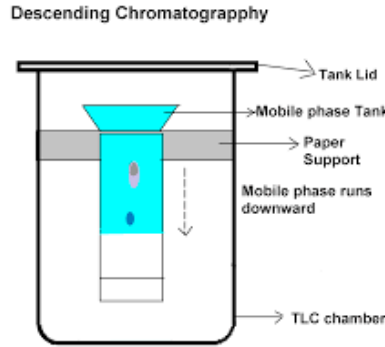
اصل خط سے مرکب کا طے شدہ فاصلہ

$$\frac{\text{اصل خط سے مرکب کا طے شدہ فاصلہ}}{\text{اصل خط سے محلل کا طے شدہ فاصلہ}} = R_M, R_X, R_f$$

اصل خط سے محلل کا طے شدہ فاصلہ

R_f کی قیمت پر اثر انداز ہونے والے عوامل حسب ذیل ہیں۔

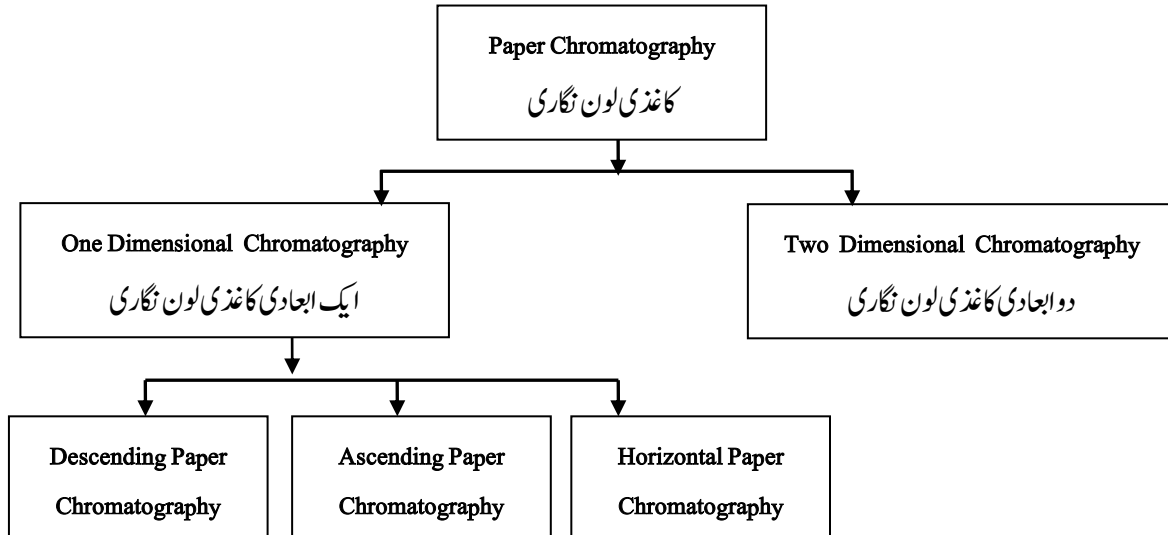
1. متحرک ہیئت اور اس کی ترکیب
2. استعمال شدہ محلات کی نوعیت اور کوالٹی
3. متحرک ہیئت کا طے شدہ فاصلہ
4. متحرک ہیئت کی مقدار
5. محلل کی بے قاعدہ حرکت (ناہموار حرکت)
6. مرکب کا ارتکاز اور اس میں موجود نمک یاروان کا ارتکاز
7. علیحدگی کے لئے استعمال کردہ واسطہ
8. کاغذ کا معیار اور ریشے (Fibers)
9. طریقہ کار عمل
10. نظام کی تپش



- (1) کاغذی لون نگاری میں یہ بات قابل ذکر ہے کہ دو مختلف مرکبات کی R_f کی قدریں مختلف ہوتی ہیں۔
 - (2) مختلف مرکبات کی R_f قدریں مختلف محلل میں مختلف ہوتی ہیں اور یہ لون نگاری کے حالات پر منحصر ہوتی ہے۔
 - (3) R_f کی قدروں کا معیاری قدر (Standard Values) کے ساتھ تقابل سے آمیزے میں مرکبات کی شناخت مکمل ہوتی ہے۔
- R_f کی قیمت ہر حالت میں مستقل نہیں ہوتی اور اس کا انحصار تجرباتی شرائط پر ہوتا ہے اور تجرباتی حالات کے تحت اس میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اس لئے R_f کی قیمتوں کے ساتھ تجرباتی حالات کا اندازہ کر لیا جاتا ہے۔
- کسی بھی مرکب کی R_f کی قیمت محلل کی نوعیت کی بنیاد پر ہوتی ہے۔

14.3 کاغذی لون نگاری کے اقسام

کاغذی لون نگاری کارکردگی کی بنیاد پر دو اقسام کی ہوتی ہے۔



14.3.1 ایک البعدی کاغذی لون نگاری (One Dimensional Paper Chromatography)

اس قسم کی کاغذی لون نگاری میں متحرک ہیئت (Mobile Phase) کے بہاؤ (Elution) کی سمت کی بناء پر مزید حسب ذیل قسموں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

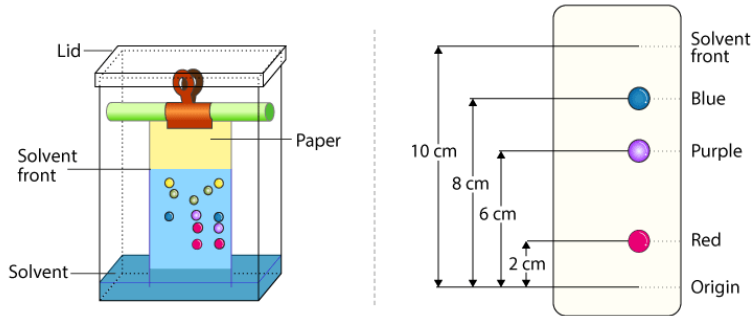
(A) نزولی لون نگاری (Descending Chromatography)

(B) فرازی یا چڑھتی ہوئی لون نگاری (Ascending Chromatography)

(C) نیم قطری لون نگاری (Horizontal or Radial Chromatography)

(A) نزولی لون نگاری (Descending Chromatography)

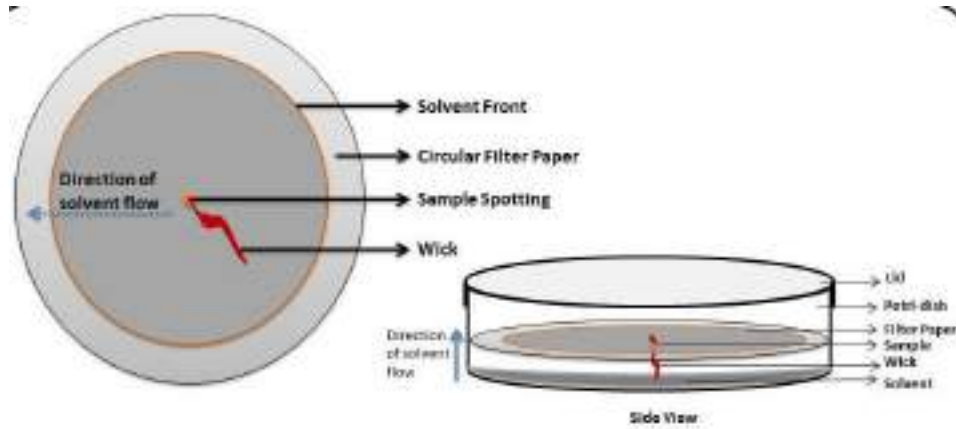
نزولی کاغذی لون نگاری میں متحرک ہیئت (Mobile Phase) کاغذ پر اوپر نیچے کی جانب حرکت کرتی ہے۔ اس میں ایک چھوٹی لگن (Rectangular Tank) جو کہ Lid سے ڈھکا ہوتا ہے اس کو استعمال کیا جاتا ہے تاکہ اس کے محلل کے بخارات فرار (Escape) نہ ہو۔ لگن کی اوپر کی جانب متحرک ہیئت (Mobile Phase) کے محلل کو رکھنے کی جگہ ہوتی ہے۔ اس Solvent کی جگہ پر کاغذ کو اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس پر لگایا گیا مرکب کا Spot اس Solvent میں رہے اور اس کو ایک glass rod کے ذریعے Position کیا جاتا ہے اس طرح کاغذ اس لگن میں اوپر سے نیچے کی جانب لٹکا (Hanging Down) ہوگا (یہاں اس بات کا خیال رہے کہ جب کاغذ نیچے سے 3.4cm دور ہو۔ اس طرح محلل (Mobile Phase) 1.2 cm نیچے (Down Wards) حرکت (Moves) ہوتا ہے اور Sample Spot تک پہنچتا ہے۔ اس کے بعد متحرک ہیئت محلل (Mobile Phase Solvent) نیچے کی جانب حرکت (Moves) کرتا ہے جو کہ Gravity اور Capillary Action کے زیر اثر ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے اس طریقہ میں محلل (Solvent) کاغذی لون نگاری کا گذر (Flow) تیز ہوتا ہے۔ برخلاف Ascending اور Horizontal طریقہ کاغذی لون نگاری کے جب محلل کاغذ کے 4/5 حصہ تک پہنچ جاتا ہے اس وقت کاغذ کو باہر نکال لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد Solvent Front کی نشاندہی (Marked) کی جاتی ہے اور کاغذ پر Color Reagent Spray کیا جاتا ہے جس سے کہ مرکب کا Spot دکھائی (Visualize) دیتا ہے اس کے بعد اس Spot کی R_f Value نوٹ کی جاتی ہے۔



شکل (2)

(B) فرازی یا چڑھتی ہوئی لون نگاری (Ascending Chromatography)

فرازی یا چڑھتی ہوئی لون نگاری کاغذی لون نگاری کی ایسی قسم ہے جس میں کہ محلل (Solvent) کا بہاؤ (Flow) نیچے سے اوپر کی جانب ہوتا ہے اس میں ایک Cylindrical Jack، lid کے ساتھ لگا ہوتا ہے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں متحرک ہیئت (Mobile Phase) اس Chamber کے نچلے حصے (Bottom) میں رکھا جاتا ہے (شکل نمبر (3)) اس میں کاغذ جس پر آمیزہ (Mixture) کا (Spot) لگا ہوتا ہے رکھا جاتا ہے اس طرح سے کہ Spotted حصہ Solvent میں ڈوبے اور دوسرا سرا اوپر Hook کے ذریعہ لگا ہوتا ہے متحرک ہیئت (Mobile Phase) کا محلل اُس level تک بھرا جاتا ہے جہاں پر کاغذ کا Spotted حصہ اُس کو Touch کرے۔ اس طرح محلل کاغذ پر Percolates ہوتا ہے اور پھر کاغذ پر Capillary Action کے ذریعہ Move up اور پر کی جانب (Ascends) چڑھتا ہے اسی طریقہ میں محلل (Descending Modes) کے بہ نسبت آہستہ سے حرکت کرتا ہے اور اس لئے Development کے لئے زیادہ وقت لگتا ہے۔ Development مکمل ہونے کے بعد، جب کہ Solvent Front کاغذ کے 4/5 لمبائی تک پہنچتا ہے۔ کاغذ کو نکال لیا جاتا ہے اس کے بعد Solvent Front کی نشاندہی کر لی جاتی ہے اور کاغذ کو خشک کر کے (Dry) اُس پر Colour کا Reagent چھڑکاؤ (Spray) کیا جاتا ہے اور مرکب کو دیکھا (Visualize) کیا جاتا ہے اور R_f کی قدر کو Calculate نوٹ کیا جاتا ہے۔

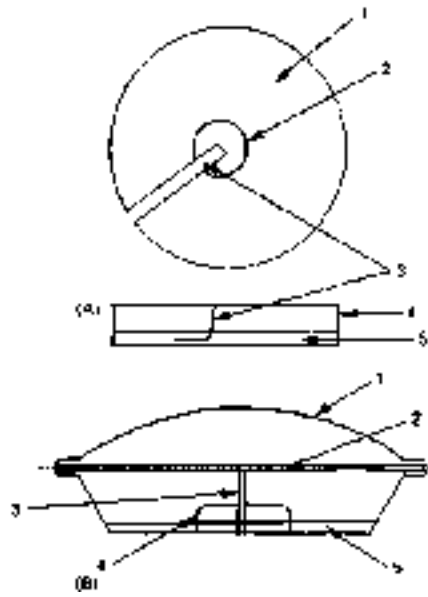


شکل نمبر (3)

(C) نیم قطری لون نگاری (Horizontal or Radial Chromatography)

اس طریقہ کار میں ایک گول کاغذ (Circular Shaped Paper) کے درمیان میں Sample کو Spot کیا جاتا ہے متحرک ہیئت کے محلل کو Circular Chamber کے Bottom پر رکھا جاتا ہے۔ اس کے بعد گول کاغذ کو جس پر کہ Spot، Sample کیا گیا ہو Chamber میں رکھا جاتا ہے اس کے بعد Development کے لئے لیا گیا Solvent ایک Capillary Tube یا

Wick کے ذریعہ Apply کیا جاتا ہے اس کے بعد Radially Sread Solvent ہونا شروع ہوتا ہے اور مکچر میں موجود مرکبات کئی Concentric Bands کی Series میں Spread یا پھیل جاتے ہیں۔



شکل نمبر (4) Horizontal Paper Chromatography

14.4 کاغذی لون نگاری کے طریقہ کار

کاغذی لون نگاری کے طریقہ کار کئی ایک عوامل پر منحصر ہوتا ہے مثلاً

(1) کاغذی لون نگاری کی قسم کا انتخاب

(2) تقطیری کاغذ کا انتخاب

(3) متحرک ہیئت کا انتخاب

اوپر بیان کی گئی تمام نوعیتوں Experimental Modification کے ذریعہ بیان کی جاسکتی ہیں۔

14.4.1 تجرباتی ترمیمات (Experimental Modification)

کاغذی لون نگاری کے طریقہ کار میں تجرباتی طور پر کچھ تبدیلیوں کے ذریعہ بہترین نتائج اخذ کیے جاسکتے ہیں مثلاً (1) کاغذ کی قسم

اور ساکن ہیئت میں تبدیلی۔

(2) متحرک ہیئت کے تناسب (Ratio) میں تبدیلی وغیرہ

غرض یہ کہ کاغذی لون نگاری میں آمیزہ یا مرکب کی نوعیت کی بناء پر اس میں استعمال ہونے والے تقطیری کاغذ کو تبدیل کیا جاتا

ہے۔ تو مزید آمیزہ یا مرکب کی قطبی فطرت (Polar Nature) کی بنیاد پر متحرک ہیئت کو اور اُن کے تناسب کو تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ یہ

تمام تجرباتی تبدیلیاں کاغذی لون نگاری میں مرکبات کے بہترین طریقہ سے علیحدہ کرنے کے لئے استعمال کیے جاتے ہیں۔

14.4.2 ترقی کے مختلف طریقے (Various Modes of Development)

کاغذی لون نگاری کے اقسام کے طریقوں کے استعمال پر منحصر ہوتا ہے جیسے کہ

(1) اگر Descending کاغذی لون نگاری کا استعمال ہو رہا ہے تو اس میں Spotted Paper کو گلاس Rod کی مدد سے Mobile Phase میں Trough کے ذریعہ Fix کیا جاتا ہے اور Chamber Paper کے اوپر سے نیچے کی جانب لٹکا (Hangs) رہے اور Mobile Phase کاغذ کے ذریعہ Capillary Action اور Gravity کے عمل کے ذریعہ اوپر سے نیچے کی جانب Move یا حرکت کرے اور اس کے ساتھ ساتھ مرکب A اور B بھی نیچے کی جانب حرکت کرتے ہیں اور اپنی اپنی قطبیت کی وجہ سے مختلف رفتار پر حرکت کر کے علیحدہ ہوتے ہیں۔

اسی طرح کے Ascending کاغذی لون نگاری میں Spotted کاغذ کو اسی سرے کی جانب سے احتیاط کے ساتھ Mobile Phase کے محلل میں dip کیا جاتا ہے جو کہ Chamber کے Bottom میں موجود ہوتا ہے اور Paper کے Hold، Vertically کیا جاتا ہے ایک Hook کے ذریعہ اس طرح سے Mobile Phase کو محلل نیچے سے اوپر (Move up Ascending) کی جانب حرکت کرتا ہے۔ جیسے جیسے محلل اوپر کی طرف بڑھتا ہے مرکب A اور B بھی اوپر کی طرف مختلف رفتار سے حرکت کرتے ہیں اور یہ عمل اُس وقت تک جاری رکھا جاتا ہے جب تک کہ محلل Paper کی 4/5 کی سطح تک نہیں پہنچ جاتا۔

اس کے بعد Paper کو دونوں ہی صورتوں میں باہر نکال کر Solvent Front اور A اور B مرکبات کے Spot کو Mark کر لیا جاتا ہے اگر مرکبات رنگین ہوں گے تو راست طور پر کاغذ پر دیکھائی دیں گے۔ اگر A اور B بے رنگ (colorless) ہوں گے۔ اُس صورت میں کاغذ پر Color Reagent کا چھڑکاؤ (Spray) کیا جاتا ہے جس کے ذریعہ A اور B مرکبات مختلف رنگ میں Develop یا ظاہر ہوتے ہیں اس کے بعد ان کے مقام کو نشان زدہ کر کے R_f کی قیمتوں کو محسوب کیا جاتا ہے۔

چند ایک مخصوص آمیزہ اور ان کے استعمال ہونے والے Color Reagent اور اُن کے Color جو کہ کاغذی لون نگاری میں

ظاہر ہوتے ہیں حسب ذیل جدول میں دیے گئے ہیں۔

جدول (1)

| Name of The Mixture | Color Reagents | Color |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Amino acids | Ninhydrins | Purple |
| Sugars | Aniline phthalate | Brown |
| Cations such as Co ⁺² , Mn ⁺² , Ni ⁺² , Zn ⁺² | Diphenyl Carbazide | Purple, Pale, Pink, Red, Pink |
| Anions, F ⁻ , el ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ | Silver nitrate / Fluorescein | Brown |

14.4.3 کاغذی کی نوعیت (Nature of Paper)

کاغذی لون نگاری میں paper یا کاغذ ساکن ہیئت Stationary Phase کے طور پر استعمال ہوتا ہے اور یہ Cotton Cellulose کا بنا ہوتا ہے یہ کاغذ بازار میں (Commercially) آسانی سے دستیاب ہوتا ہے یہ کاغذ مختلف Thickness اور کثافت کے اور مختلف شکلوں (Shapes) جیسے کہ Circular, Rectangular یا Strip Form وغیرہ میں موجود ہوتے ہیں۔ یہ کاغذ عام طور پر filter paper کی طرح کا ہوتا ہے اور اس کو Whatmann نامی کمپنی بناتی ہے اس لئے Whatmann Filter Paper کے نام سے دستیاب ہوتا ہے۔ مختلف قسم کے Filter Paper کی تفصیل درج ذیل جدول میں دی گئی ہے۔ عام طور پر زیادہ تر کاغذی لون نگاری کے تجربوں میں Whatmann No. 1 کا کاغذ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے ذریعہ لون نگاری کے بہترین نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

جدول:- Whatmann Chromatography کاغذ کی خصوصیات

| Grade | Flow rate of water in mm/30 min | Density g/cm ³ | Thickness mm |
|-------|---------------------------------|---------------------------|--------------|
| 20 | 85 | 0.58 | 0.16 |
| 2 | 115 | 0.54 | 0.18 |
| 1 | 130 | 0.54 | 0.16 |
| 3 MM | 130 | 0.56 | 0.33 |
| 3 | 130 | 0.49 | 0.38 |
| 4 | 180 | 0.46 | 0.20 |
| 17 | 190 | 0.50 | 0.88 |
| 31ET | 225 | 0.36 | 0.53 |

Detection of Spot 14.4.4

کاغذ لون نگاری میں کاغذ پر Spot کی شناخت Detection کے لیے Locating Reagent یا Color Reagent کا استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر کاغذ لون نگاری میں استعمال ہونے والے مرکبات کے آمیزہ کے مرکبات اگر رنگین ہوں گے تو وہ راست طور پر کاغذ پر مختلف رنگوں کے Spot کی شکل میں نظر آئیں گے اور ان Spot کو Pencil کے ذریعے Circle یا Mark کر لیا جاتا ہے۔

اگر آمیزہ کے مرکبات بے رنگ یا Colorless ہوتے ہیں تو اس صورت میں ان کی شناخت کرنے کے دو طریقے ہوتے ہیں (1) UV light کے استعمال کے ذریعہ اور (2) Color Reagent کے استعمال کے ذریعہ پہلے طریقے میں کاغذ کو جس کو مکسچر کے ذریعہ Develop کیا گیا راست طور پر UV Light میں رکھ کر دیکھا جاتا ہے۔ اس طرح سے مرکبات کو Color یا Fluorescent کی بنیاد پر نشاندہ کیا جاتا ہے اور اس کے اطراف Pencil سے Circle کر لیا جاتا ہے۔

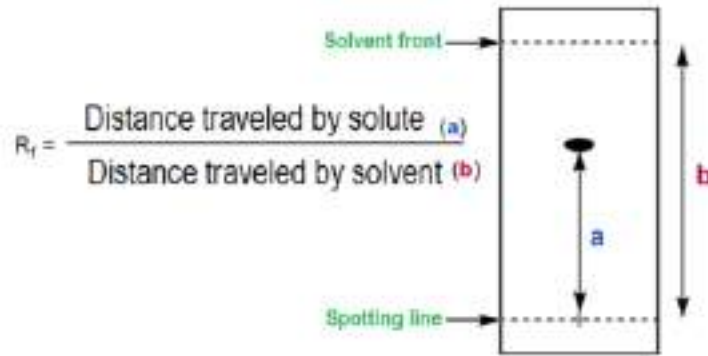
دوسرے طریقے میں Color Reagent کا استعمال کیا جاتا ہے Color Reagent کو اُس کاغذ پر چھڑکا جاتا ہے جس میں مکسچر کو Spot کر کے Develop کیا گیا ہو اور اس کے ذریعہ مختلف مرکبات، روان کاغذ پر مختلف رنگ دیتے ہیں جن کو نشاندہ کر لیا جاتا ہے۔ عام طور پر استعمال ہونے والے Color Reagent کو حسب ذیل جدول میں دیا گیا ہے۔

جدول: کاغذی لون نگاری میں استعمال ہونے والے Color Reagent

| Name of The Mixture | Color Reagents | Color |
|--|------------------------------|-------------------------------|
| Amino acids | Ninhydrins | Purple |
| Sugars | Aniline phthalate | Brown |
| Cations such as Co^{+2} , Mn^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} | Diphenyl Carbazide | Purple, Pale, Pink, Red, Pink |
| Anions, F^{-} , Cl^{-} , Br^{-} , I^{-} | Silver nitrate / Fluorescein | Brown |

Retention Factors 14.4.5

کاغذی لون نگاری کے نتائج کو R_f قدر یعنی کہ Retention Factor Values میں ظاہر کیا جاتا ہے۔



شکل-5

$$R_f(A) = \frac{\text{Distance Moved by Compound A}(d_2)}{\text{Distance Moved by Solvent front}(d_1)}$$

$$R_f(B) = \frac{\text{Distance Moved by Compound B}(d_3)}{\text{Distance Moved by Solvent front}(d_1)}$$

مرکب A اور B اور Solvent Front کا طے کردہ فاصلہ (d_1 , d_2 & d_3) کو Centimeters میں محسوب کیا جاتا ہے اُس جگہ سے جہاں سے Spot لگایا گیا ہو۔ مرکب A اور B کے لئے Spot کا Centre کو R_f کی محسوبی کے لئے لیا جاتا ہے۔

یہاں یہ بات قابل ذکر ہے کہ کس بھی مرکب کی R_f کی قدر ایک طبعی مستقل (Physical Constant) ہے یعنی کہ ہر مرکب کی R_f قدر مختلف ہوگی مزید کسی مرکب کی R_f قدر اُس تجربہ میں استعمال ہونے والے Stationary Phase مثلاً کاغذ کی نوعیت پر اور اس

میں استعمال ہونے والے Mobile Phase پر منحصر ہوتی ہے۔ اس لئے R_f قدر دی جاتی ہے۔ تو اس کے ساتھ ساتھ Stationary Phase اور Mobile Phase کی Nature بھی دی جانی چاہئے۔

Factors Affecting The R_f Values 14.5

کاغذ لون نگاری میں R_f قدر پر کئی عوامل کا اثر ہوتا ہے یعنی کہ کاغذی لون نگاری میں R_f قدر مختلف عوامل جیسے کہ Stationary Phase کی قسم، محل کی Polarity، تپش اور آمیزہ میں مرکبات کا ارتکاز (Concentration) وغیرہ پر منحصر ہوتی ہے۔

(1) Stationary Phase کی قسم کا اثر: چونکہ کاغذی لون نگاری میں کاغذ کو Stationary Phase کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے اس لئے کاغذ کی قسم یعنی اسکی Paper Grade, Thickness اور Density وغیرہ کی بنیاد پر R_f Value قدر میں تبدیلی ہوں گی۔

محل کی Polarity 14.6

کاغذی لون نگاری میں R_f قدر کافی حد تک محل کی Polarity یا قطبیت پر منحصر ہوتی ہے۔ یعنی اگر Mobile Phase کا ارتکاز اگر تبدیل ہوتا ہے تو اس کے ساتھ ساتھ مرکب کا R_f قدر بھی تبدیل ہوگی۔

کیفی تجزیہ (Qualitative Analysis) 14.7

کاغذی لون نگاری qualitative analysis کی ایک سادہ اور اہم مثال ہے کاغذی لون نگاری عام substances جیسے کہ Dyes, Inks اور Plants Pigments جو کہ مختلف Covalent Compounds رکھتے ہیں کو Analyse کرنے کے لئے استعمال ہوتی ہے جو کہ خالص نہیں ہوتے ہیں یہ کئی ایک مرکبات کا آمیزہ ہوتے ہیں اور انہیں علیحدہ کرنے کے لئے پہلے ان کی شناخت کرنی ہوتی ہے اور کاغذی لون نگاری اس میں مددگار ثابت ہوتی ہے۔ مثلاً Redink دو مرکبات کا مکسچر ہوتا ہے ایک Yellow رنگ کا ہوتا ہے اور دوسرا Blue رنگ کا ہوتا ہے ان کو کاغذی لون نگاری کے ذریعے شناخت کر کے علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔

14.8 کاغذی لون نگاری کے استعمالات

کاغذی لون نگاری کو حسب ذیل امور میں استعمال کیا جاتا ہے۔

(1) کاغذی لون نگاری کو کیفی تجزیہ (Qualitative Analysis) اور مقداری تجزیات (Quantitative Analysis) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(2) نامیاتی، غیر نامیاتی اور حیاتی کیمیائی حاصلات یا مرکبات کی علیحدگی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(3) پیشاب میں موجود مرکبات کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(4) Barbiturates اور Antibiotics ادویات اور ہارمونس کے مطالعہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

- (5) غیر نامیاتی دھاتی اور پیچیدہ روان کے مطالعہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
 (6) شکر اور فرکٹوز کے آمیزہ کی علیحدگی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
 (7) کیمیائی تعامل کی تکمیل (Progress) کی جانچ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
 (8) Drugs میں موجود Impurities کو معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

14.9 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں طلباء نے حسب ذیل معلومات حاصل کی

- کاغذ لون نگاری (Paper Chromatography) کے بنیادی اصولوں کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- کاغذ لون نگاری کے مختلف اقسام کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- کاغذ لون نگاری کے مختلف طریقہ کار کے بارے میں معلومات حاصل کی گئی اور اس کے ذریعہ مرکبات کی تشریح کے بارے میں بھی معلومات حاصل کی۔
- کاغذ لون نگاری پر اثر انداز ہونے والے اثرات کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- آخر میں کاغذ لون نگاری کے استعمالات کے بارے میں معلومات حاصل کی۔

14.10 کلیدی الفاظ

- کاغذی لون نگاری: کاغذی لون نگاری سطح لون نگاری کی ایک مثال ہے اور اس میں پانی ساکن ہیئت کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔
- نزولی لون نگاری: نزولی لون نگاری میں متحرک ہیئت (Mobile Phase) کاغذ پر اوپر سے نیچے کی جانب حرکت کرتی ہے۔
- فرازی لون نگاری: فرازی لون نگاری میں محلل (Solvent) کا بہاؤ نیچے سے اوپر کی جانب ہوتا ہے۔

14.11 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- کاغذی لون نگاری میں ساکن ہیئت (Stationary Phase) حسب ذیل ہوتا ہے۔
 (a) ٹھوس (b) پانی (c) گیس (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں
- 2- کاغذی لون نگاری میں استعمال ہونے والا کاغذ یا Paper حسب ذیل ہوتا ہے۔
 (a) Whatmann Filter Paper (b) Cellulose Filter Paper
 (c) Normal Paper (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں
- 3- کاغذی لون نگاری میں مرکبات کی علیحدگی کا عمل کاغذ پر حسب ذیل عمل سے ہوتا ہے۔

Adsorption (a) Absorption(b) Partition Coefficient(c) (d) اوپر کے تمام

4- کاغذی لون نگاری حسب لون نگاری کی ایک مثال ہے۔

(a) سطحی لون نگاری (b) کالم لون نگاری (c) گیس لون نگاری (d) ان میں سے کوئی نہیں

5- کاغذی لون نگاری کی دو اقسام کونسی ہے۔

(a) One Dimensional & Two Dimensional Chromatography

(b) Column Chromatography & Thin layer Chromatography

(c) اوپر کے دونوں بھی (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

6- نزولی لون نگاری میں Mobile Phase کا بہاؤ ہوتا ہے۔

(a) اوپر سے نیچے کی جانب (b) نیچے سے اوپر کی جانب

(c) اوپر کے دونوں طریقوں (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

7- نیم قطری لون نگاری (Horizontal or Radial Chromatography) میں Solvent کا بہاؤ حسب ذیل طریقے پر ہوتا ہے۔

(a) اوپر سے نیچے کی جانب (b) نیچے سے اوپر کی جانب (c) Radially Spread (d) اوپر کے تمام طریقہ

8- کاغذی لون نگاری میں Amino Acids کی پہچان کے لئے استعمال ہونے والا Color Reagent حسب ذیل ہے۔

(a) Diphenyl Carbozide (b) Silver Nitrate (c) Ninhydrin (d) اوپر کے تمام

9- کاغذی لون نگاری میں R_f قدر سے مراد کیا ہے۔

(a) Reservation Factors Values (b) Rotation Field Values

(c) دونوں بھی (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

10- کاغذی لون نگاری کو حسب ذیل کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(a) کیفی تجزیہ (Qualitative Analysis) اور مقداری تجزیہ (Quantitative Analysis) کے لئے

(b) نامیاتی، غیر نامیاتی اور حیاتی مرکبات کی علیحدگی کے لئے

(c) شکر اور فرکٹوز کے آمیزہ کی علیحدگی کے لئے

(d) اوپر کے تمام

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1- کاغذی لون نگاری کے اصول کو معہ خاکہ بیان کیجئے۔

- 2- R_f سے کیا مراد ہے اور مرکبات کی علیحدگی میں R_f قدر کا کیا اثر ہوتا ہے بیان کیجئے۔
- 3- کاغذی لون نگاری میں استعمال ہونے والے Stationary Phase جو کہ کاغذ ہے کہ خصوصیات اور استعمال ہونے والے کاغذوں کے بارے میں لکھئے۔
- 4- کاغذی لون نگاری میں Development میں استعمال ہونے والے مختلف Reagents کے بارے میں لکھئے۔
- 5- کاغذی لون نگاری کا Qualitative Analysis میں کس طرح استعمال ہوتا ہے ایک موزوں مثال سے بیان کریں۔
- 6- فرازی لون نگاری (Ascending Chromatography) پر نوٹ لکھیے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

- 1- کاغذی لون نگاری کے مختلف اقسام کو تفصیل سے بیان کریں۔
- 2- کاغذی لون نگاری کے طریقہ کار کو بیان کریں۔
- 3- کاغذی لون نگاری میں R_f قدر پر اثر انداز ہونے والے Factors کے بارے میں تفصیل سے بیان کریں۔
- 4- کاغذی لون نگاری کے استعمالات پر بحث کیجئے۔

14.12 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resources)

- (1) Qualitative analysis 6th Ed. R.A Dayjr and A.L. Underwood, Prefic Hall India Ltd, 1991 .
- (2) Analytical Chemistry By G.L. David Krupadanam; D.Vagaya, Parasad et al. University Press (INDIA) Pvt. Ltd.

اکائی 15- تیلی پرت لونگاری

(Thin Layer Chromatography)

اکائی کے اجزاء

| | |
|--|---------|
| تمہید | 15.0- |
| مقاصد | 15.1 |
| تیلی پرت لونگاری کے اصول | 15.2 |
| ساکن ہیسٹیت اور جذبیت کرنے والے Adsorbents | 15.3 |
| مانع مرحلے کی حمایت کرنے والے عوامل | 15.4 |
| پلیٹ کی تیاری | 15.5 |
| متحرک ہیئت | 15.6 |
| نمونہ کے اطلاقات | 15.7 |
| Saturation of Chamber | 15.8 |
| تیلی پرت کی تختی کو اجاگر کرنا | 15.9 |
| نقطہ کی شناخت | 15.10 |
| R _f کی قدر | 15.11 |
| جاذب کا اثر | 15.11.1 |
| سالوینٹ کا اثر | 15.11.2 |
| مقداری تجزیہ | 15.12 |
| TLC کے استعمالات | 15.13 |
| اکتسابی نتائج | 15.14 |
| کلیدی الفاظ | 15.15 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 15.16 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 15.17 |

15.0 تمہید

پتلی پرت لون نگاری (Thin Layer Chromatography) لون نگاری کی تمام اقسام میں سب سے زیادہ استعمال ہونے والی ایسی قسم ہے جس کا Organic Laboratories میں کسرت سے استعمال ہوتا ہے اس طریقہ کار کے ذریعہ نامیاتی وغیر نامیاتی اور حیاتی کیمیائی اشیاء کی تحقیق میں استعمال ہونے والے مرکبات کی شناخت کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

Coloumn Chromatography TLC کے اصول پر عمل کرتی ہے۔ یہ بھی Adsorption Chromatography کے اصول پر کارفرما ہوتی ہے۔ TLC میں نمونہ کی کافی کم مقدار میں درکار ہوتا ہے۔ (Less than a Milligram) اور یہ عمل مختصر عرصہ 5 تا 15 منٹ میں مکمل ہو کر مرکبات کو Quantitatively آسانی سے علیحدہ کرتا ہے۔

پتلی پرت لون نگاری کے کئی استعمالات ہیں۔ جیسے کہ

(1) دیے گئے مرکب کے آمیزہ میں مرکب کی تعداد کی شناخت۔

(2) نامیاتی تعاملات کی ترقی کی نگرانی

(3) نامعلوم مرکبات کی جانچ (Identification) کرنا بذریعہ معلوم مرکبات کے ذریعہ

(4) Coloumn Chromatography کے عمل کی نگرانی کرتا ہے۔

(5) Coloumn Chromatography کے لئے Solvent, Eluent یا Mobile Phases کی شناخت (Selection) کے لئے

(6) 10-100 mg مقدار میں مرکبات کے آمیزہ کو علیحدہ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

پتلی پرت لون نگاری کا تجربہ حسب ذیل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

(1) TLC Plate کی تیاری

(2) Sample Solution کا TLC plate پر Spot کرنا۔

(3) Mobile Phases کے ذریعہ TLC plate کا Develop کرنا۔

(4) مرکبات کی پہچان (Detection of The compounds)۔

15.1 مقاصد

- اس اکائی میں طلباء کو پتلی پرت لون نگاری (Thin Layer Chromatography) کے بارے میں معلومات فراہم کی جائیں گی۔
- اس کے علاوہ پتلی پرت لون نگاری کے اصول اور اس کے تجربہ کے بارے میں بھی معلومات حاصل کی جائے گی۔
- مزید طلباء کو پتلی پرت لون نگاری پر اثر انداز ہونے والے عوامل اور اس کے استعمالات کے بارے میں بھی بتلایا جائے گا۔

15.2 پتلی پرت لون نگاری کے اصول

پتلی پرت لون نگاری میں چونکہ ٹھوس (Solid) ساکن ہیئت (Stationary Phases) اور مائع (Liquid) متحرک ہیئت (Mobile Phase) کے طور پر استعمال ہوتا ہے اس لئے یہ Solid Liquid Chromatography کی ایک مثال ہے۔ پتلی پرت لون نگاری کے طبعی اصول کے مطابق جبذ (Adsorption) کے ذریعہ آمیزہ کے مرکبات کی علیحدہ کا عمل ہوتا ہے اس لئے پتلی پرت لون نگاری (TLC) Adsorption Chromatography کا عمل ہے اس طرح مرکبات کی علیحدگی کا عمل ان کی مختلف جبذی صلاحیت (Adsorption Strength) کی بنیاد پر ہوتا ہے جو کہ Adsorbent پر ہوتی ہے اس طرح Mobile Phase یا متحرک ہیئت کا عمل (Role) یہ ہوتا ہے کہ Stationary Phases پر Adsorbent ہوئے مرکب کو Adsorbent کر کے اس کو خود میں Dissolve کر کے اوپر کی طرف حرکت (Movement) کرنے جس سمت میں کہ Solvent Move ہوتا ہے یہ مرکبات حرکی جبذ اور Desorption کے عمل سے Move ہوتے ہیں۔ مثلاً ایک آمیزہ جس میں کہ A اور B مرکبات ہوتے ہیں اور جس میں کہ A, B سے زیادہ Polar ہوتا ہے اگر ساکن ہیئت اور Polar ہو تو اُس صورت میں A ساکن ہیئت Mobile Phase کے درمیان علیحدہ (Distribute) ہو گا۔ اس طرح سے B مرکب بھی Adsorbent اور Solvent کے درمیان Distribute ہو جاتا ہے۔

15.3 ساکن ہیئت

پتلی پرت لون نگاری میں Column Chromatography کی طرح ہی Material Stationary Phase، Silica اور Alumina ہوتا ہے یہ پتلی پرت لون نگاری میں Adsorbent کی طرح کام کرتے ہیں۔ TLC کے لئے مخصوص قسم کے Silica gel استعمال ہوتے ہیں۔ جہاں پر G سے مراد Calcinated Gypsum، $\frac{1}{2} CaSO_4$ ، ہے جو کہ Binder کے طور پر کام کرتا ہے۔

پتلی پرت لون نگاری میں استعمال ہونے والے دیگر جبذ کنندے (Adsorbent) میگنیشیم سلیکیٹ کا Keiselguhr کیشیم کاربونیٹ ($CaCO_3$)، Magnesia، سکروز، نشاستہ (Starch) اور Dextran gel وغیرہ ہے یہ جبذ کنندے اساسی اور ترشی ہوتے ہیں۔ حسب ذیل جدول میں چند جبذ کنندوں کے فطرت عمل اور ان کے علیحدہ کیے جانے والے مرکبات کی تفصیل دی گئی ہے۔

| Sr. No | Adsorbent | Nature | Activity | Compounds to be Separated |
|--------|---------------------|---------|--------------------------|---|
| 1. | Silica Gel | Acidic | Active | Amino acids, fatty acids, terpenoids, lipids steroids, alkaloids |
| 2. | Magnesium Silicates | Acidic | Active | Sterols, Alkaloids, esters, Glycerides, sugars, phenol osazones, |
| 3. | Alumina | Basic | Active | Unsaturated hydrocarbons, Vitamins, Esters, Inorganic compounds, sterols |
| 4. | Kieselguhr | Neutral | Intermediate activity | Strongly hydrophilic compound |
| 5. | Sugar | Neutral | None | Chlorophyll, Xanthophylls |
| 6. | Cellulose powder | Neutral | None | Water, Soluble compounds, amino acids, sugars, enzymes |

15.4 مائع مرحلے کی حمایت کرنے والے عوامل (Liquid Phase Support)

پتلی پرت لون نگاری میں Liquid Phase Support کی اہمیت ہوتی ہے اس میں متحرک ہیئت جو کہ مائع ہوتا ہے کی نوعیت پر آمیزے میں موجود مرکبات کی علیحدگی واقع ہوتی ہے۔ حسب ذیل میں متحرک ہیئت (Mobile Phase) کا انتخاب کافی مددگار ثابت ہوتے ہیں۔

(1) آمیزے میں موجود اجزاء کی نوعیت یعنی کہ وہ قطبی یا غیر قطبی (Polar or Non Polar) ہے۔

(2) پتلی لون نگاری میں استعمال ہونے والے ساکن ہیئت کی نوعیت یعنی کہ کونسا ساکن ہیئت استعمال کی گئی ہے جیسے Silica Gel، Alumina وغیرہ

(3) متحرک ہیئت میں استعمال ہونے والے محلول، خالص رطوبت سے آزاد اور غیر عامل ہو۔

(4) آمیزے کے Spots کی جگہ اور مقدار

(5) متحرک ہیئت کے تناسب (Ratio) کو مستقل برقرار رکھنے کی صلاحیت

(6) متحرک ہیئت کی بہاؤ کی صلاحیت، سطحی تناؤ، کثافت وغیرہ بہاؤ کے لئے موزوں ہونی چاہئے۔ جیسا کہ متحرک ہیئت میں محلول کی Elute یا بہاؤ کی صلاحیت کی بناء پر مرکبات علیحدہ ہوتے ہیں۔ اس طرح مختلف محلولوں کی Eluting Power کا Order حسب ذیل ہے۔

Petroleum Ether < Hexane < CCl₄ < Trichloro Ethane < Benzene and Toluene < Dichloromethane < Chloroform and Diethyether < Ethylacetate < Acetone < Pyridine < Organic acid

طاقتور Eluents یا متحرک ہیئت استعمال نہیں کی جاسکتی مثلاً پانی، اساس، تختی پر جبز شدہ کیونکہ اس کے ساکن ہیئت نکل جائے گی اور تجربہ میں خلل ہو جائے گا۔

اس طرح سے تیلی پرت لون نگاری میں Liquid Phase Support کافی اہمیت کے حامل ہوتا ہے۔

15.5 تیلی پرت کی تختیوں کی تیاری (Preparation of TLC Plate)

تیلی پرت کی لون نگاری میں گلاس (کاغچ) کی تختی پر ساکن ہیئت کی پرت چڑھائی جاتی ہے۔ اس تختی کو کروموٹو گرافی تختی (Chromatography Plate) کہتے ہیں اس کے علاوہ پکدار تختی جو کہ Aluminum Plate پر Adsorbent یا جبز کنندہ جو کہ Silica Gel کی Thickness Size کا انحصار اُس کے علیحدہ کرنے کے طریقہ Chromatographic Tank وغیرہ پر منحصر ہوتی ہے۔ عام طور پر تختیوں کی سائز 10×20 cm, 20×5 cm یا 20×20 cm ہوتی ہے۔ اس تختی کی سطح چھٹی اور مساوی (Uniform) ہونی چاہئے تاکہ Adsorbent کا پھیلاؤ مساوی ہو سکے اور Adsorbent کی پھیلاؤ کی سطح 250µm (مائیکرو میٹر) ہونی چاہیے Adsorbent کی موٹی پرت میں 0.5 تا 2.00 mm کی سائز وسیع علیحدگی میں استعمال کی جاتی ہے۔



شکل (1)

تختی پر Adsorbent کو چڑھانے سے پہلے تختی کو اچھی طرح سے صاف کر لیا جاتا ہے تاکہ سطح پر کوئی ذرات نہ ہو Adsorbent کو پانی میں حل کر کے Slurry کی شکل حسب ذیل طریقوں کے ذریعہ تیلی ہموار پر تیں حاصل کی جاتی ہے۔

Pausing Method 15.5.1

یہ طریقہ سب سے آسان طریقہ ہے اس میں معلوم مقدار کے Adsorbent کے آمیزے کی Slurry (گارے) کو تختی پر لیا جاتا ہے تاکہ تختی پر Adsorbent یکساں طور پر پھیل جائے۔



شکل (2)

Dipping Method 15.5.2

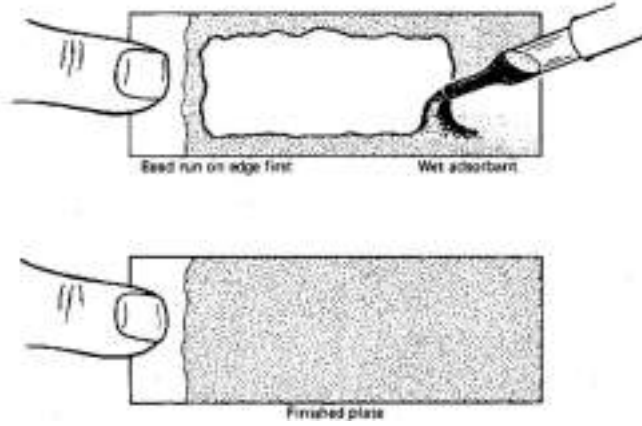
اسی طریقہ کو چھوٹی تختیوں کی تیاری کے لئے استعمال کیا جاتا ہے دو تختیوں کو ایک ساتھ Adsorbent کی Slurry جو کہ کلوروفام اور میتھانول میں تیار کی جاتی ہے میں ڈبوایا جاتا ہے یہ طریقہ موزوں تیز اور کیفی علیحدگی کے لئے کئی تختیوں کو تیار کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل (3)

Spraying Method 15.5.3

یہ طریقہ زیادہ استعمال نہیں کیا جاتا ہے کیونکہ اس طریقہ سے ہموار پرت حاصل نہیں ہوتی ہے چونکہ اس میں Dilute کو Slurry کے Spraying کے ذریعہ پر تختی پر پرت چڑھائی جاتی ہے اس لئے اس میں ہموار (Uniformity) نہیں آتی ہے۔



شکل (4)

Spreading Method 15.5.4

اس طریقہ میں spreader (پھیلاؤ آلہ) استعمال کیا جاتا ہے جس سے تختیوں پر ہموار Preparative TLC Plate کی تیاری میں موزوں ہوتا ہے جس کے آمیزہ کے مرکبات کو علیحدہ کیا جاتا ہے۔

آج کل مارکیٹ میں پہلے سے تیار شدہ کاغذ کی تختیاں، پلاسٹک تختیاں اور المونیم کی تختیاں دستیاب ہے جن کو راست طور پر Ready to Use کیا جاتا ہے لیکن یہ تختیاں کافی قیمتی ہوتی ہے۔ اس کا خرچ زیادہ ہوتا ہے۔

15.6 متحرک ہیئت (Mobile Phase)

پتلی پرت لون نگاری کو اُجاگر (Development) کرنے کے لئے متحرک ہیئت کو استعمال کیا جاتا ہے جس کو Eluent کہتے ہیں اور یہ Stationary Phase Eluent پر جذب ہو جاتے ہیں اور اپنی Polarity کے ذریعہ جذب کنندہ Stationary Phase پر مرکبات کو علیحدہ کرتے ہیں اور ان محلل کی Eluting Power اُن کی مرکب کو علیحدہ کرنے کی صلاحیت پر منحصر ہوتی ہے چند ایک محلل جو کہ Eluent کے طور پر استعمال ہیں حسب ذیل ہیں۔

Petroleumether, Hexane, CCl_4 , Trichloroethane, Benzene, Toluene, Dichloromethane, Chloroform, Diethylether, Ethyl acetate, Acetone, Pyridine and Organic acid

15.7 نمونہ کے اطلاقات (Sample Application)

پتلی پرت لون نگاری میں مرکبات کے آمیزے کے محلول (Sample) کو طیران پذیر اور غیر قطبی محلولوں میں تیار کیا جاتا ہے۔ ان آمیزوں کو قلمی محلولوں میں تیار نہیں کیا جاسکتا کیونکہ یہ TLC پر پھیل جاتے ہیں جس کی وجہ سے ان کی علیحدگی اور R_f کی قیمت پر اثر پڑتا

ہے Sample کو TLC کی تختی کی نچلی سطح سے 2.0 cm تا 2.5cm اوپر کی جانب Pencil سے نشان لگا کر Sample کو Spot پر لگایا جاتا ہے اور یہ Spot کم جسامت اور صاف ہونا چاہئے اس کا قطر (Diameter) ہر مرتبہ 10 مائیکرو لیٹر (μL) چاہئے آمیزے کا Spot دو مرتبہ لگایا جاتا ہے جس سے کہ اس آمیزے اور اُس میں موجود مرکبات کا ارتکاز میں اضافہ ہو۔ یہاں اس بات کا خیال رہے کہ آمیزے کو لگانے سے پہلے محل خشک ہو جائے۔

15.8 چیمبر کو سیر شدہ کرنا (Saturation of Chamber)

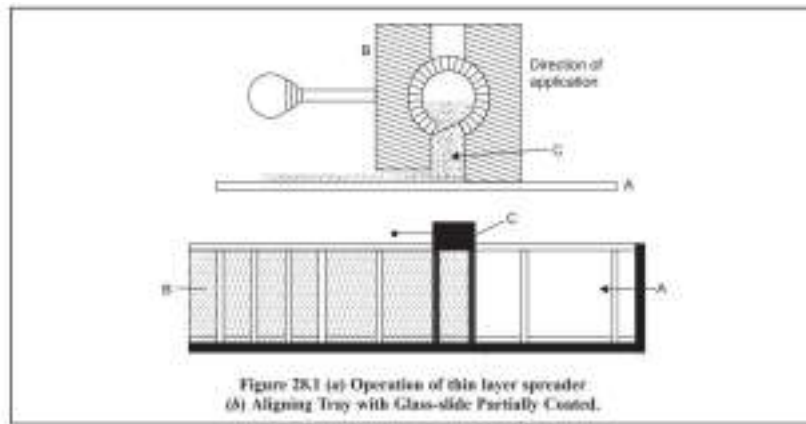
پتلی پرت لون نگاری میں استعمال ہونے والے چیمبر مختلف اشیاء جیسے کانچ، پلاسٹک یا زنک روک فولاد کے بنے ہوتے ہیں چیمبر کی شکل اور جسامت (سائز) کا انحصار TLC کی تختی کی سائز اور طریقہ کار پر ہوتا ہے ان چیمبرس میں ایک ڈھکن ہوتا ہے جس میں سورخ سے محل کو گزارا جاتا ہے استعمال کے دوران سورخ کو بند کر دیا جاتا ہے اس کے بعد موزوں سائز کے تقطیری کاغذ کو متحرک ہیٹ میں ڈبویا جاتا ہے کاغذ سے چیمبر کی استرکاری کی جاتی ہے تاکہ چیمبر متحرک ہیٹ سے سیر شدہ ہو جائے۔

15.9 پتلی پرت کی تختی کو اُجاگر کرنا (Development of TLC Plate)

کرومیٹوپلیٹ کو اُجاگر کرنے کے لئے مرکب کے آمیزے (Sample) کو تختی پر لگا کر تختی کو مختلف طریقوں سے اُجاگر کیا جاتا ہے جیسے کہ فرازی، تنزیلی، افقی، وضعی، مرحلہ وار، دو البعادی، میلانی اخراج کا طریقہ وغیرہ۔

15.9.1 فرازی ڈیولپمینٹ (Ascending Development)

پتلی پرت لون نگاری میں سب سے زیادہ استعمال کیا جانے والا طریقہ فرازی ڈیولپمینٹ (Ascending Development) کا طریقہ ہے۔ اس طریقہ میں سیر شدہ چیمبر میں تختی کو متحرک ہیٹ میں 0.5 cm نیچے کی جانب ڈبویا جاتا ہے اور پھر تختی کو 45^0 زاویہ پر جھکا کر رکھا جاتا ہے (شکل) متحرک ہیٹ کا بہاؤ نیچے سے اوپر کی جانب ہوتا ہے۔ اس طریقہ سے کئی کروموٹو تختیوں کو ایک ساتھ چیمبر میں ایک ساتھ اُجاگر کیا جاسکتا ہے۔

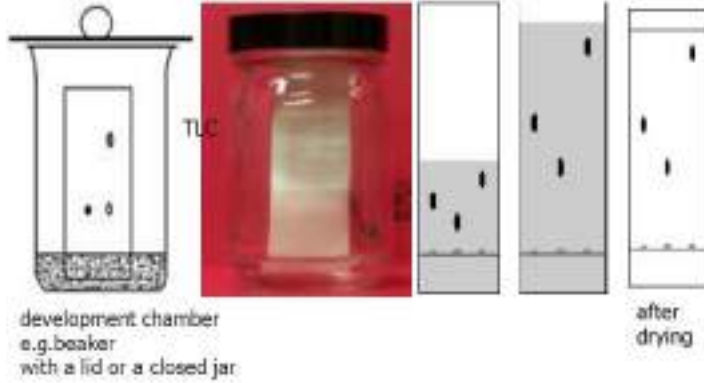


شکل (5)

15.9.2 نزولی ڈیولوپمینٹ (Descending Development)

اس طریقہ میں محلل کا بہاؤ تقطیری کاغذ کی پیٹی (Strip) کے ذریعہ ہوتا ہے محلل کا بہاؤ تختی کے اوپر سے نیچے کی جانب ہوتا ہے اور یہ طریقہ کاغذی لون نگاری میں استعمال کردہ چیمبر کی مشابہ ہوتا ہے۔ (شکل 6)

ASCENDING TECHNIQUE



شکل (5)

15.9.3 افقی ڈیولوپمینٹ (Horizontal Development)

اس طریقہ میں مرکبات کے آمیزے کو تختی کے درمیان (Centre) میں رکھا جاتا ہے اور محلل تختی کے درمیان کے باہر کی جانب افقی Horizontal Development سمت میں حرکت کرتا ہے۔

15.9.4 ضعیفی ڈیولوپمینٹ (Multiple Development)

پتلی پرت لون نگاری کی اس قسم میں کرومیٹوپلیٹ کو ایک ہی محلل سے ایک ہی سمت میں بار بار دوہرا کر تیار کیا جاتا ہے۔

15.9.5 مرحلہ وار ڈیولوپمینٹ (Step-Wise Development)

اس طریقہ میں مختلف متحرک ہیٹوں کو استعمال کر کے تختیوں کو مرحلہ وار تیار کیا جاتا ہے۔

15.9.6 دو ابعادی ڈیولوپمینٹ (Two Dimensional Development)

یہ طریقہ کاغذ لون نگاری کی طرح سے مرکب کو تختی کے درمیان میں رکھ کر اسی متحرک ہیٹ سے ڈیولوپ کیا جاتا ہے اور اس کے بعد مختلف محلولوں کے استعمال کر کے عمودی جانب ڈیولوپمینٹ کیا جاتا ہے۔

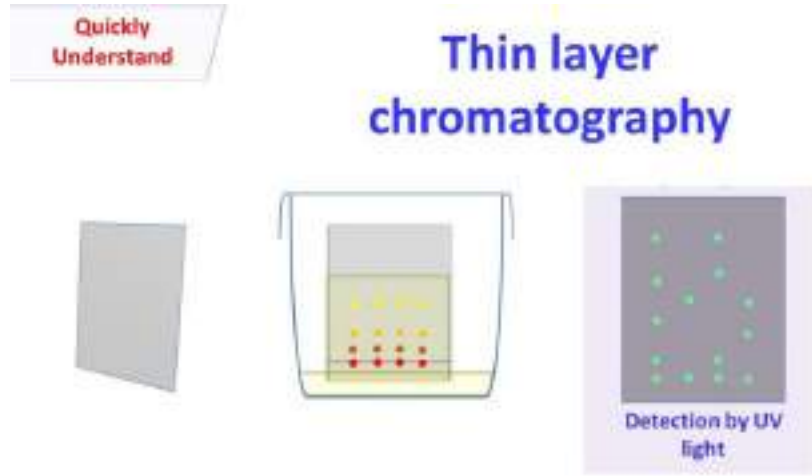
15.9.7 میلانی اخراج ڈیولوپمینٹ (Gradient Elution Development)

بعض مرتبہ ڈیولوپمینٹ کے لئے متحرک ہیٹ کے تناسب میں تبدیلی فائدہ مند ہوتی ہے۔ اسی طریقہ کار کو Gradient

Elution کہتے ہیں۔

15.10 نقطہ کی شناخت (Detection of Spot)

پتلی پرت کی تختی کو Develop کرنے کے بعد Development Chamber کے باہر نکال کر خشک کر لیا جاتا ہے تاکہ مکمل محلول Evaporate ہو جائے اور Spot مکمل طور پر خشک ہو جائے اس کے بعد ان کے پٹیوں یا مقام کی شناخت کی جاتی ہے۔ اگر مرکبات رنگینی یا Colored ہوتے ہیں تو راست طور پر تختی پر نظر آئیں گے اور اگر یہ بے رنگ ہوتے ہیں تو اس صورت میں اس تختی کو آیوڈین Chamber جس میں کہ Iodine Crystals ہوتے ہیں کو رکھا جاتا ہے کچھ ہی عرصہ میں تختی پر اس جگہ پر Brown Spots ظاہر ہوتے ہیں جہاں پر کہ مرکبات موجود ہوتے ہیں۔

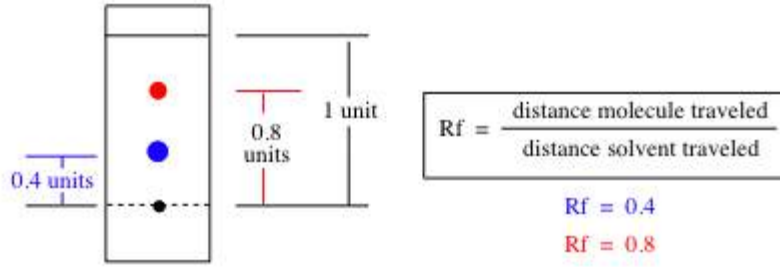


شکل (7)

15.11 R_f کی قدر

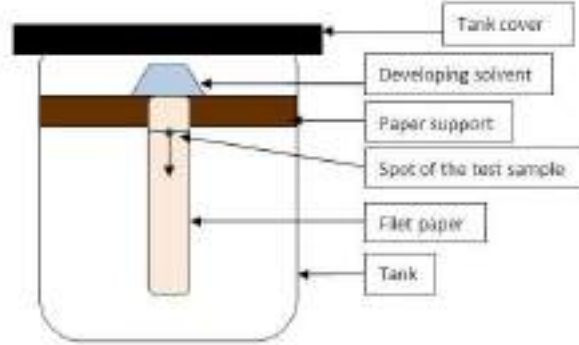
R_f کی قدر یا (Retardation Factor) پتلی پرت لون نگاری میں مرکبات کے مقام کو ظاہر کرنے کا اچھا طریقہ ہے۔ اس میں ساکن ہیئت Adsorption کے ذریعہ مرکبات کے Movement کو Retard یا روکتے ہیں اور اس طرح سے مختلف مرکبات مختلف مقام پر Retard یعنی رُک جاتے ہیں جسکی وجہ سے علیحدہ Spots یا Bands بنتے ہیں اور ان کے مقام کے فاصلے کو Calculate کر کے ان کی R_f کی قدر کو حسب ذیل Formulae سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

Determining Rf Values:



$$R_f \text{ of Compound A} = \frac{\text{distance moved by Compound A}(d_3)}{\text{distance moved by Solvent}(d_1)}$$

$$R_f \text{ of Compound B} = \frac{\text{distance moved by Compound B}(d_2)}{\text{distance moved by Solvent}(d_1)}$$



شکل (8)

مرکبات کی R_f کی ہمیشہ 1 سے کم ہوتی ہے R_f قدر حسب ذیل عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔

(1) جبذیا Adsorbent کی نوعیت پر یعنی کہ Silica Gel یا Alumina وغیرہ

(2) Solvent System کی نوعیت پر

(3) تختی پر چپکائے گئے Adsorption Coating کے رقبہ پر

R_f قدر کسی بھی مرکب کی ایک طبعی خصوصیت ہے اور یہ نامعلوم مرکبات کی پہچان میں کافی اہم کردار ادا کرتی ہے۔ R_f قدر پر

حسب ذیل عوامل اثر انداز ہوتے ہیں۔

15.11.1 جبذکنندہ کا اثر (Effect of Adsorbent)

تیلی پرت لون نگاری میں Adsorbent کا اثر کافی حد تک ہوتا ہے جو کہ علیحدگی کے اس عمل کو موثر انداز میں عمل پیرا ہونے

کے لئے ذمہ دار ہوتے ہیں۔ مرکبات کی علیحدگی کے Selectivity کی کافی اہمیت ہوتی ہے یعنی کہ Strong

Adsorbent اور Weak Adsorbent کی علیحدگی شرح مختلف ہوگی یعنی جتنا طاقتور Adsorbent ہوگا اتنی ہی علیحدگی کا عمل آسان ہوگا۔ Weak Adsorbent سے علیحدگی کا عمل موثر طریقہ پر نہیں ہوگا حسب ذیل جدول 2- میں مختلف Adsorbent کو دیا گیا ہے۔

جدول 2- Chromatographic Adsorbents 2 (Table 1)

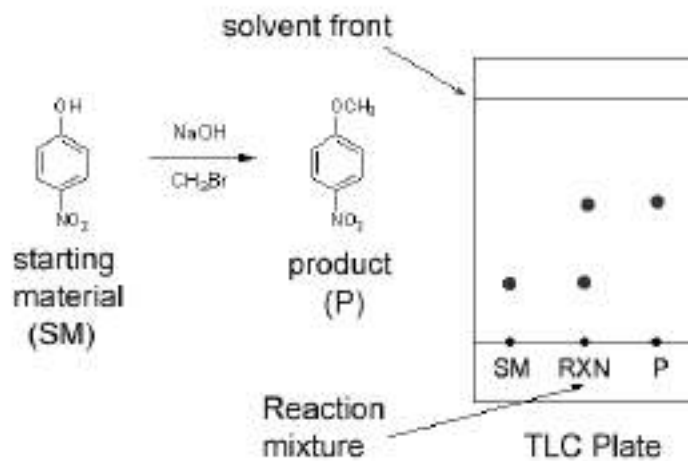
| | | |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| Most Strongly Adsorbents | Alumina ,Charcoal ,Florisil | Al ₂ O ₃ , MgO/ SiO ₂ (analysis) |
| Least Strongly Adsorbents | Silica Gel | SiO ₂ |

15.11.2 محلول کا اثر (Effect of Solvent)

تیلی پرت لون نگاری میں محلول (Solvent) کا انتخاب کرنا بھی کافی اہمیت کا حامل ہوتا ہے۔ یہ Adsorption پر جب دیا چکے ہوئے مرکب کو Desorp کرتا ہے مختلف Solvent میں مرکبات کی حل پذیری TLC Plate پر ان کی Movement کو ظاہر کرتی ہے۔ Solvent کی Polarity بڑھنے سے Desorption کا عمل تیز ہوتا ہے یعنی علیحدگی کا عمل بہترین ہوتا ہے اسی طرح Solvent کی Polarity علیحدگی میں اہم کردار ادا کرتی ہے بہترین علیحدگی کی عمل کو حاصل کرنے کے لئے عام طور پر محلول کا آمیزہ کو استعمال کیا جاتا ہے درج ذیل جدول میں TLC میں استعمال ہونے والے محلول کو بتلایا گیا ہے۔

Table (2) Solvents for Chromatography

| | |
|---|---|
| Less Eluting strength (Less polar Solvent) | Pentane, Hexane, Heptane, Toluene, P-Xylene, Dichloromethane, diethylether (Anhydrous) Ethylacetate (anhydrous) Acetone (Anhydrous) Acetic Acid, Ethanol (anhydrous) Methanol (anhydrous) |
| Greatest Eluting Strength (More Polar Solvents) | |



شکل (8)

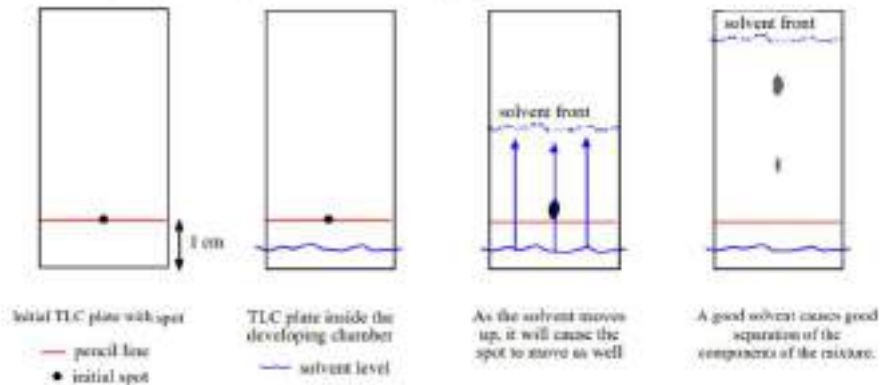
15.12 مقدماتی تجزیہ (Qualitative Analysis)

پتلی پرت لون نگاری ایک Qualitative Analysis کا طریقہ کار ہے جس میں کہ آمیزہ میں موجود مرکبات کی تعداد کو معلوم کیا جاسکتا ہے اس کے علاوہ TLC کے ذریعہ کسی بھی تعامل کی شرح کی دریا ترقی کو بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔

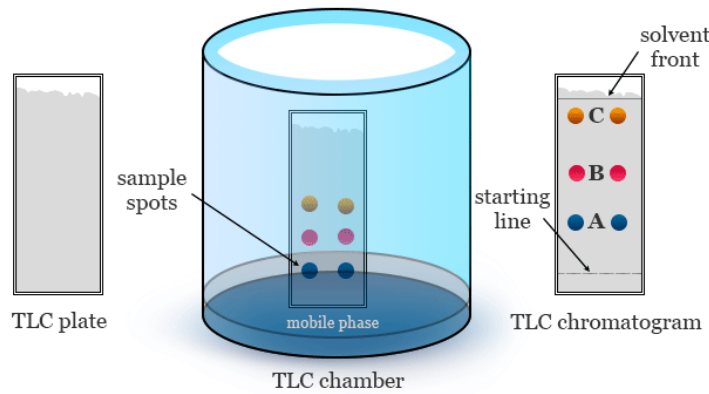
15.13 پتلی پرت لون نگاری کے استعمالات (Applications of TLC)

(1) کیمیائی تعامل کی Progress Monitoring

کئی ایک تعاملات میں Reactant دھیرے دھیرے حاصلات میں تبدیل ہوتے ہیں اور Reactants اور Products کی R_f قدر مختلف ہوتی ہے جیسے جیسے کیمیائی تعامل Progress کرتی ہے مختلف وقت پر (Interval of Time) پر تعامل میں کچھ Reaction Mixture کو باہر لے کر اس کی TLC لینے پر تعامل کی Progress کا پتہ چلتا ہے اس طرح سے ہم کیمیائی تعامل کو Monitor کر سکتے ہیں۔



Thin Layer Chromatography (TLC)



شکل (9)

Monitoring of the Progress of The Column Chromatography (2)

تمام Column Chromatography کے 'Separations' کے عمل کے دوران وقتاً فوقتاً TLC کے ذریعہ حاصل ہونے والے حصے (Fraction) کو Monitor کیا جاسکتا ہے اور مختلف Fraction جو کہ Column Chromatography کے عمل سے حاصل ہوتے ہیں کے TLC لینے پر ہمیں کس Fraction میں خالص مرکب ہے اس کی نشاندہی ہوتی ہے اور جس Fraction میں یہ مرکب پایا جاتا ہے اس کو علیحدہ طور پر حاصل کر کے استعمال کیا جاتا ہے۔

(3) پتلی پرت لون نگاری کے ذریعہ آمیزے میں موجود غیر خالص مرکبات کی تخمین کی جاسکتی ہے اور اس کے بعد ان کو علیحدگی کے مختلف طریقوں جیسے کشید، سالمی کشید وغیرہ کے ذریعہ علیحدہ کیا جاتا ہے۔

(4) TLC کے ذریعہ مختلف کیمیائی یا حیاتیاتی مرکبات کی شناخت کی جاتی ہے مثلاً کہ طیران پذیر روغن، غیر طیران پذیر روغن، Glycosides Steroids، Alkaloids، Terpenes امینو ترشے، ضد حیاتی ن Peptides اور Nucleic acid وغیرہ

(5) TLC کے ذریعہ غیر نامیاتی رواں جیسے مثبت رواں منفی رواں اور دھاتوں کے نامیاتی مرکبات جیسے سلور، مرکوری، کاپر، لیڈ، زنک، کوبالٹ، نکل اور Fe کو علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔

(6) TLC کے ذریعہ غذائی صفت کا تجربہ کیا جاتا ہے اس کے ذریعہ غذائی اشیاء جیسے میووں، دودھ سنترے کارس (امینو ترشوں کے لئے) شراب (گلو کوس اور Sorbitol کے لئے) گوشت (کاربو آکسیلیک ترشوں کے لئے) Beer (عطری الکو حل کے لئے) کو علاحدہ کر کے تجربہ کیا جاتا ہے۔

(7) ادویات میں موجود غیر خالص اشیاء (Impurities) کی شناخت اور Isolation کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

(8) غذا اور ڈرگس میں ملاوٹ کو معلوم کرنے کے لئے TLC استعمال کی جاتی ہے۔

15.14 اکتسابی نتائج

- اس اکائی میں طلباء نے پتلی پرت لون نگاری (Thin Layer Chromatography) کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- اس کے علاوہ طلباء نے پتلی پرت لون نگاری کے اصول اور اسکے تجربہ کے بارے میں تفصیل سے آگاہی حاصل کی۔
- آخر میں طلباء کو پتلی پرت لون نگاری پر اثر انداز ہونے والے عوامل اور اس کے استعمالات کے بارے میں بھی معلومات فراہم کی گئی۔

15.15 کلیدی الفاظ

- **Pausing Method:** پتلی پرت لون نگاری کے تختیوں کی تیاری کا ایسا طریقہ جس میں کہ Adsorbent کی معلوم مقدار کے آمیزے کی Salary (گارے) کو تختی پر لگایا جاتا ہے۔

- **Eluant**: پتلی پرت لون نگاری میں TLC Phase کو اُجاگر (Develop) کرنے کے لئے متحرک ہیئت کو استعمال کیا جاتا ہے اس کو Eluant کہتے ہیں۔
- **Adsorbent**: پتلی پرت لون نگاری میں استعمال ہونے والے ساکن ہیئت ٹھوس ہوتی ہے اور اس کو جبذ (Adsorbent) کہتے ہیں۔ یعنی اس پر آمیزہ کے مرکبات جبذ ہو کر متحرک ہیئت کے ذریعہ علیحدہ ہوتا ہے۔

15.16 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- پتلی پرت لون نگاری (Thin Layer Chromatography) (TLC) حسب ذیل اصول پر کار فرما ہوتی ہے۔

| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Gas Chromatography (b) | Adsorption Chromatography (a) |
| (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں | Column Chromatography (c) |
- 2- پتلی پرت لون نگاری حسب ذیل کی ایک عام مثال ہے۔

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Solid Solid Chromatography (b) | Gas Chromatography (a) |
| (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں | Solid Liquid Chromatography (c) |
- 3- پتلی پرت لون نگاری میں آمیزہ کے مرکبات حسب ذیل عمل کے ذریعے علیحدہ ہوتے ہیں۔

| | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Sublimation (d) | Adsorption (c) | Evaporation (b) | Absorption (a) |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
- 4- پتلی پرت لون نگاری میں حسب ذیل Stationary Phase یا ساکن ہیئت کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| (a) پانی اور بنیزین | (b) Alumina اور Silica |
| (c) دونوں بھی | (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں |
- 5- پتلی پرت لون نگاری میں ساکن ہیئت Silica Gel کی نوعیت کیا ہے۔

| | | | |
|-----------|-------------|------------|-----------------------------|
| Basic (a) | Neutral (b) | Acidic (c) | (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں |
|-----------|-------------|------------|-----------------------------|
- 6- پتلی پرت لون نگاری میں sugar ساکن ہیئت کے ذریعہ حسب ذیل مرکبات کو علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| Steroids Alkaloids (b) | Amino Acid, Fatty Acids (a) |
| (d) اوپر کے تمام | Chlorophyll, Xanthophylls (c) |
- 7- پتلی پرت لون نگاری میں sugar تختی کو develop کرنے کے لئے استعمال ہونے والے متحرک ہیئت کو کیا کہتے ہیں۔

| | | | |
|------------|------------|---------------|-----------------------------|
| Eluent (a) | Slurry (b) | Adsorbant (c) | (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں |
|------------|------------|---------------|-----------------------------|
- 8- پتلی پرت لون نگاری میں TLC کے spot کو develop کرنے کے لئے Development Chamber میں حسب ذیل Coloring Reagent رکھا جاتا ہے۔

(a) Phenol (b) Ninhythin (c) Iodine Crystal (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

9- پتلی پرت لون نگاری میں حسب ذیل کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(a) کیمیائی تعامل کی Monitoring کے لئے (b) کالم لون نگاری میں مرکب کی Purity کے لئے

(c) غذائی صفت کی پہچان کے لئے (d) اوپر کے تمام

10- پتلی پرت لون نگاری کے ذریعہ حسب ذیل کی پہچان کی جاسکتی ہے۔

(a) ادویات میں موجود غیر خالص اشیاء کی (b) غذا میں موجود ملاوٹ کی

(c) اوپر کے تمام (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1- پتلی پرت لون نگاری کا تعارف مختصر اَدیجئے۔

2- پتلی پرت لون نگاری میں استعمال ہونے والی ساکن ہیٹ کے بارے میں نوٹ لکھئے۔

3- پتلی پرت کی تختی کو اُجاگر کرنے کے عمل کو بیان کیجئے۔

4- پتلی پرت لون نگاری میں متحرک بیسی کی اہمیت کو اُجاگر کیجئے اور اس میں استعمال ہونے والے solvent کو ان کی بڑھتی ہوئی

Polarity میں لکھئے۔

5- پتلی پرت لون نگاری میں Sample Application کے عمل کو بیان کیجئے۔

6- Saturation of Chamber سے کیا مراد ہے؟

طویل جوابات کے حامل سوالات

1- پتلی پرت لون نگاری کے اُصول کو تفصیل سے معہ خاکہ بیان کرو۔

2- پتلی پرت کی تختیوں کی تیاری کے بارے میں لکھئے۔ ان کے مختلف طریقے بیان کیجئے۔

3- R_f Value کے بارے میں تفصیل سے معہ خاکہ بیان کریں اور اس پر اثر انداز ہونے والے عوامل کو بیان کریں۔

4- پتلی لون نگاری کے استعمالات کو بیان کریں۔

15.17 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

(1) G.L. David Krupadanam, D.V. Jaya Prasad, K. Varaprasad Rao, KLN Reddy, C.

Sudhakan, Analytical Chemistry, Universities Press, 2020

(2) Qualitative analysis 6th Ed. R.A Dayjr and A.L. Underwood, Prefic Hall India Ltd, 1991.

اکائی 16- گیس کرومیٹوگرافی اور اعلیٰ کارکردگی مائع کرومیٹوگرافی

(Gas Chromatography and High Performance Liquid Chromatography (HPLC))

اکائی کے اجزاء

| | |
|---|--------|
| تمہید | 16.0 |
| مقاصد | 16.1 |
| گیسی لون نگاری کے بنیادی اصول | 16.2 |
| گیسی لون نگاری میں استعمال ہونے والے آلات | 16.3 |
| گیسی لون نگاری کا طریقہ عمل | 16.4 |
| گیسی لون نگاری کے استعمالات | 16.5 |
| اعلیٰ کارکردگی مائع کرومیٹوگرافی HPLC | 16.6 |
| اعلیٰ کارکردگی مائع کرومیٹوگرافی کے آلات | 16.6.1 |
| اسٹیشنری HPLC کا مرحلہ | 16.6.2 |
| اعلیٰ کارکردگی مائع کرومیٹوگرافی کے استعمالات | 16.7 |
| اکتسابی نتائج | 16.8 |
| کلیدی الفاظ | 16.9 |
| نمونہ امتحانی سوالات | 16.10 |
| تجویز کردہ اکتسابی مواد | 16.11 |

16.0 تمہید

گیسی لون نگاری (GC) اور اعلیٰ دباؤ مائع لون نگاری، لون نگاری کی دو قسمیں ہیں۔ GC اور HPLC میں کالم میں ساکن ہیئت کو پُر (Pack) کیا جاتا ہے۔ GC میں گیس متحرک ہیئت کے طور پر استعمال کی جاتی ہے جبکہ ساکن ہیئت ٹھوس یا غیر متحرک مائع ہوتی ہے۔ GC لون نگاری کی قسموں میں سب سے زیادہ استعمال ہونے والی قسم ہے۔ GC کا استعمال مختلف شعبوں میں ہوتا ہے۔

عام لون نگاری میں متحرک ہیئت کو کالم میں سے گزارا جاتا ہے جس کی رفتار کم ہوتی ہے اس لئے کالم لون نگاری کی کارکردگی بہت ہی کم ہوتی ہے۔ اس مسئلہ کا حل HPLC کے استعمال کے ذریعے کیا جاتا ہے جس میں کہ متحرک ہیئت کو اعلیٰ دباؤ پر گزارا جاتا اور اس کو اعلیٰ دباؤ مانع لون نگاری کہا جاتا ہے۔ اس طریقہ سے علیحدگی کے عمل میں اضافہ اور اس کے استعمالات کافی وسیع ہو گئے ہیں۔

16.1 مقاصد

- اس اکائی میں طلباء گیس لون نگاری (GC) اور اعلیٰ دباؤ مانع لون نگاری (HPLC) کے اصول کے بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔
- اس کے علاوہ طلباء GC اور HPLC میں استعمال ہونے والے آلات کے بارے میں معلومات بھی حاصل کریں گے۔
- GC اور HPLC میں استعمال ہونے والے ساکن ہیئت اور متحرک ہیئت کے بارے میں معلومات حاصل کی جائے گی۔
- آخر میں طلباء GC اور HPLC کے استعمالات کے بارے میں معلومات حاصل کریں گے۔

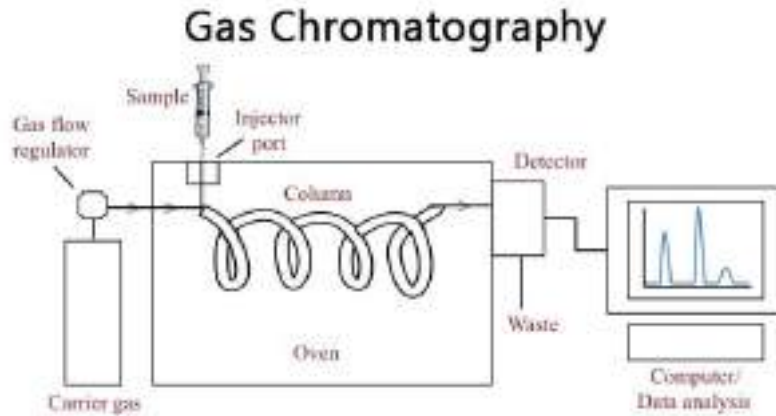
16.2 گیس لون نگاری کے بنیادی اصول (Basic Principle of Gas Chromatography)

گیس لون نگاری (Gas Chromatography) کالم لون نگاری (CC) کی ایک قسم ہے جس میں کہ ساکن ہیئت ٹھوس جذب کنندہ (Adsorbent) یا مانع ہوتا ہے جب کہ غیر متحرک ہیئت گیس ہوتی ہے۔ ساکن ہیئت کی بنیاد پر GC کو دو قسموں میں درجہ بند کیا جاتا ہے۔

(1) گیس مانع لون نگاری (Gas Liquid Chromatography)

(2) گیس ٹھوس لون نگاری (Gas Solid Chromatography)

GLC میں ساکن ہیئت مانع کی پتلی پرت ہوتی ہے جو کہ غیر عامل ٹھوسوں سے جڑی ہوتی ہے۔ اور متحرک ہیئت گیس ہوتی ہے۔ اس کے برخلاف GSC میں ساکن ہیئت جذب کنندہ اور متحرک ہیئت گیس ہوتی ہے۔



شکل (1) گیس کرومیٹوگراف

GLC میں دیے گئے مرکبات کے آمیزے (Mixtures) کے بخارات کی شکل میں کالم سے گزارا جاتا ہے اور متحرک ہیئت جو کہ غیر عامل گیس ہوتی ہے اور اس کے ساتھ علیحدہ ہونے والے آمیزے کے مرکبات کے بخارات بھی ہوتے ہیں اس متحرک ہیئت کو Carrier Gas بھی کہتے ہیں۔

Carrier gas کے طور پر ہیلیم، نائٹروجن، ہائیڈروجن، ہائیڈروجن گیس وغیرہ کا استعمال کیا جاتا ہے اس طرح کے آمیزہ کے اجزاء کی گیس متحرک ہیئت اور مائع ساکن ہیئت کے درمیان میں تقسیم (Partition) کے ذریعہ کالم میں علیحدگی (Separation) کا عمل انجام پاتا ہے۔ اس طرح اجزاء تفرقی تقسیم (Partition Coefficient) کی وجہ سے کالم میں مختلف شرح (rate) سے حرکت (Move) کرتے ہیں اور کالم میں مختلف اوقات میں اخراج کرتے ہیں اس طرح کالم سے اخراج کے بعد ان مرکبات کی مختلف موزوں متحمل کے ذریعہ شناخت کی جاتی ہے۔

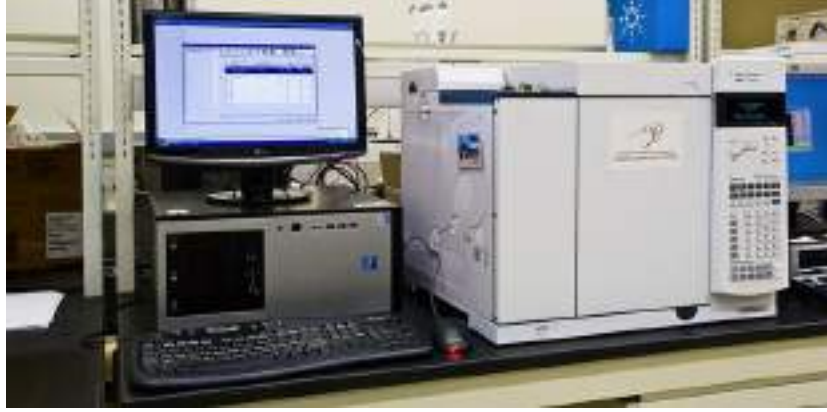
گیس ٹھوس لونگاری (GSC) میں علیحدگی کا عمل ساکن ہیئت جو کہ جذب کنندہ (Adsorbent) پر مرکبات کی تفرقی جذب (Partition Adsorption) کے عمل کے ذریعہ ہوتی ہے یعنی کہ مختلف مرکبات مختلف شرح پر جذب ہوتے ہیں اور پھر خارج ہوتے ہیں کالم کے ذریعہ اس طرح متحرک ہیئت کی حرکت کے ساتھ ساتھ مرکبات کالم سے علیحدہ ہو کر Move ہوتے ہیں اور کالم کے ذریعہ مختلف اوقات میں مختلف شرح پر خارج ہوتے ہیں۔

GSC کے استعمالات محدود ہوتے ہیں کیونکہ اس مرکبات جذب کنندہ پر زیادہ دیر تک برقرار رہتا ہے اس طرح اس طریقہ کار میں علیحدگی عمل کے لیے وقت زیادہ دکار ہوتا ہے۔ اور حاصل ہونے والی چوٹیاں (Peaks) واضح (Clear) نہیں ہوتی۔ اس کے برخلاف GLC زیادہ استعمال ہونے والی GC کی ایک قسم ہے۔

GLC میں مرکبات کی علیحدگی کی افادیت اور کالم کی کارکردگی کا انحصار تپش اجزاء کی نوعیت اور ساکن ہیئت کے تفاعل، متحرک ہیئت کے بخاری دباؤ، گیس کے بہاؤ کی شرح، کالم کی لمبائی، کالم میں موجود ذرات کی جسامت اور ساکن ہیئت کی سطحی رقبہ پر ہوتا ہے۔ گیس لون نگاری میں یہ بات قابل نوٹ ہوتی ہے کہ اس میں صرف ان مرکبات کا تجزیہ (Analysis) کیا جاتا ہے جو کہ حراری قیام پذیر (Thermally Stable) ہوتے ہیں اور جو اس عمل کے دوران طیران پذیر (Volatile) ہوتے ہیں۔

16.3 گیس لون نگاری میں استعمال ہونے والے آلات

گیس کروماتوگراف کا آلہ حسب ذیل آلات پر مشتمل ہوتا ہے۔



شکل (2) گیس کروماتوگراف کا آلہ

Pressure Regulator-1

Sample Injection Part-2

Chromatographic Column and Stationary Support Column -3

Stationary Phase -4

Detectors-5

Single Recorder-6

Pressure Regulator -1

اس حصہ میں گیس لون نگاری کے عمل کے دوران دباؤ کو 1-4 Atmosphere کے درمیان رکھا جاتا ہے جب کہ گیس کا بہاؤ کو 1-1000 lit/mm رکھا جاتا ہے اس میں Null Base قدر میں fix ہوتی ہے اور یہ قدر Adjustable Flow ہوتا ہے۔ اس کے درمیان میں ایک Molecular Sieve کا Trape رکھا جاتا ہے تاکہ Sample کو Inject کرتے وقت Impurities کو Filter کیا جاسکے۔ اس میں Carrier Gas, Ar, H₂, N₂, He لیکن He کو اس کی High Thermal Conductivity کی وجہ سے زیادہ اہمیت دی جاتی ہے اس لیے He عام طور پر استعمال ہوتی ہے۔

Sample Injection Part -2

گیس لون نگاری میں Samples کو Microsyringe کے ذریعہ Silica Rubber Septum میں Inject کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس Metal Block کو Electrical Heaters کے ذریعہ گرم کیا جاتا ہے اس میں نمونہ کا حجم 0.5 – 10 μL ہوتا ہے۔

Chromatographic Column and Stationary Support Column -3

گیس لون نگاری میں کالم میں آمیزے سے مرکبات علیحدہ ہوتے ہیں Packed Column اور Open Tubular Column . Packed Column کا نچ یادھات کا بنا ہوتا ہے۔ اس میں Copper, Zinc یا Aluminum دھاتوں کا استعمال کیا جاتا ہے

عام طور پر Copper کو زیادہ تر استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ Copper اعلیٰ تپش کو بھی برداشت کر سکتی ہے۔ کالم کا Diameter مختلف ہوتا ہے یعنی کہ یہ '3/16 سے س 16/1' ہوتا ہے۔ بعض اوقات Short Column جن کی جسامت 3-4 cm ہوتی ہے بھی استعمال کیے جاتے ہیں لیکن ان میں علیحدگی کا عمل اچھا نہیں ہوتا ہے عام طور پر استعمال ہونے والے کالم کی جسامت 2 meter ہوتی ہے۔

4- Stationary Phase

GLC کی افادیت اس میں استعمال ہونے والے Liquid Partition Phases کی Different Varieties پر منحصر ہوتی ہے چونکہ اس کی طیران پذیری یا Volatility، Thermal Stability یا حرکیاتی استحکام اور Ability to get the support موضوع نہیں ہوتی ہے اور یہ GLC کی بہت بڑی حدود (Limitation) ہے۔ GLC میں استعمال ہونے والے Liquid Phases کو Non-Polar، Intermediate Polar، Polar Carbowaxes اور Hydrogen Bonding مرکبات جیسے Glycol میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ GC میں استعمال ہونے والے کچھ Stationary Phase ساکن ہیئت کو درج ذیل جدول میں دیا گیا ہے۔

جدول-1 Various Stationary Phases Used in GC

| Type | Kind of Phase Employed |
|--------------------|--|
| GLC | Squalene, Silicon oil – non polar polyethylene, glycol, glycol, propoxy propionitrile polar coated on chromsorb glass teflon beads |
| GSS(Usual) | Silica gel, Alumina, Charcoal, Molecular sieve, Inorganic salts, Mineral, porous polymers |
| GSC(Reverse Phase) | Silica, Alumina, coated with organic/inorganic compounds complexes |

5- Detectors

GC میں مرکبات علیحدہ علیحدہ مرکب کے طور پر Detect یا شناخت کیے جاتے ہیں اور جب کالم سے باہر خارج ہوتے ہیں تو Electrical Signals دیتے ہیں اس میں استعمال ہونے والے دو اہم Detectors یا پتہ لگانے والے اجزاء، مستقل تپش اور دباؤ ہے۔ یہ Detectors کالم کے قریب ہوتے ہیں تاکہ Condensation of Liquid کو روکا جاسکے چونکہ Sample، Detection سے پہلے تحلیل ہو سکتا ہے۔ Packed Column میں Thermal Conductivity Detector استعمال ہوتا ہے جب کہ Open Column کی صورت میں FID یعنی کہ Flame Ionization Detector استعمال ہوتا ہے۔

شناسندے یا Detector کا کام کالم سے خارج ہونے والے مرکبات جو کہ کم مقدار میں ہوتے ہیں کی شناخت کرنا اور ان کی مقدار کی پیمائش کرنا ہے۔ Detectors کے مرکبات Read out Device کو جاتے ہیں جہاں پر ترسیم (Peak) Chromatogram کی شکل میں حاصل ہوتے ہیں۔

Detectors کے انتخاب کا انحصار علیحدہ کردہ اجزاء کی نوعیت اور ارتکاز پر ہوتا ہے۔ اہم شناسندے حسب ذیل ہیں۔

Thermal Conductivity Detections (a)

Flame Ionisable Detector (b)

Thermal Specific Detector (c)

Electronic Capture Detector (d)

Single Recorder -6

Detector سے Detect شدہ مرکبات Single Recorder پر Record ہو کر Peak کی شکل میں Chromatogram دیتے ہیں۔ Chromatogram کی Accuracy کے لئے 1 sec کے وقفہ Full Scrolling کی جاتی ہے اور Recorder کی Sensitivity، کو 10 mV اور 10 mV - 1 Range رکھا جاتا ہے بعض اوقات Peak کو اچھا حاصل کرنے کے لیے Amplifier کا استعمال بھی کیا جاتا ہے۔

16.4 گیس لون نگاری کا طریقہ عمل

گیس لون نگاری میں Heating Block Sample میں Syringe کے ذریعہ نمونہ کو Inject کیا جاتا ہے جہاں پر مرکبات جو کہ آمیزہ میں موجود ہوتے ہیں بخارات کی شکل میں خرج ہو جاتے ہیں اور پھر یہ بخارات Carrier Gas کے ساتھ Column Inlet میں داخل ہوتے ہیں۔ Syringe میں موجود Solutes یا مرکبات Column کے Head پر Stationary Phase کے ذریعہ Adsorb ہو جاتے ہیں اور یہ مرکبات دھیرے دھیرے خود بخود آگے بڑھتے (Travel) ہیں جو کہ ان کے خود کہ Partition Coefficient کی بنیاد پر Travel کرتے ہیں اور اس طرح علیحدہ ہوتے ہیں اور یہاں سے یہ مرکبات Detector میں داخل ہوتے ہیں مرکبات کے ارتکاز اور انکے مختلف Rate of Elution پر منحصر ہوتا ہے اور پھر یہ Recorder میں ایک Plot کی شکل میں ظاہر ہوتے ہیں جو کہ Carrier Gas اور Time کے مقابل لیا جاتا ہے۔

GLC کے فائدے مندرجہ ذیل ہیں۔

(1) اس میں ہم Longer Column کو استعمال کر سکتے ہیں تاکہ اعلیٰ علیحدگی (High Separation) کو حاصل کیا جاسکے۔

(2) vapors, Low Viscosity Gases اور liquid اور gas کے درمیان Thin films کی partition equilibrium کی وجہ سے بہترین جلد نتیجہ (Good speed results) حاصل کیے جاتے ہیں۔

(3) اس عمل کی sensitivity بہت زیادہ ہوتی ہے کیونکہ stationary phase سے reactive کم gas phase ہوتی ہے اس کے برخلاف یہ عمل طیران پذیر مرکبات کے لئے غیر موزوں ہیں۔

16.5 گیس لون نگاری کے استعمالات (Applications of Gas Chromatography)

1- گیس لون نگاری (GC) کو کیفی تجزیہ (Qualitative Analysis) میں استعمال کیا جاتا ہے۔ گیس لون نگاری کے ذریعے عام طور پر مختلف مرکبات کے خالص پن (Purity) یا آلود کارگی (Impurities) کو معلوم کیا جاسکتا ہے کرو موٹو گرام میں حاصل peak کے ذریعہ اس کی Purity اور Impurities کی مقدار کو معلوم کیا جاسکتا ہے۔

2- گیس لون نگاری کے ذریعہ مقداری تجزیہ (Quantitative Analysis) کی جاسکتی ہے اس میں مرکبات کی مقدار کو معلوم کیا جاسکتا ہے جو کہ یا تو (اندرونی معیاری طریقہ، انشاکن کا طریقہ) Internal Standard Method or Calibration Method وغیرہ کے ذریعہ کیا جاسکتا ہے۔

3- گیس لون نگاری کا استعمال دواسازی یا Pharmaceuticals میں اہم استعمال ہے۔ گیس لون نگاری کو مختلف ادویات (Drugs) اور ان کے حاصلات کو معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

4- گیس لون نگاری کا استعمال معمول کے معیار کا کنٹرول (Routine Quality Control) نئے مرکبات کے تجزیات حیاتیاتی سیال (Biological Liquids) کے تجزیہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

5- گیس لون نگاری کا استعمال Paint صنعت کاری میں بھی ہوتا ہے۔ GC کو ورنش، لاک ورنش، اور Resins کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

6- گیس لون نگاری کو حشرات کش ادویات (Pesticides) کی مقدار جو کہ فصلوں میں استعمال ہوتی ہے کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

7- گیس لون نگاری کو خوشبو دار اشیاء کی ترکیب، کو الٹی اور اجزاء کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

8- گیس لون نگاری کو حیاتیاتی کیمیا اور طب میں استعمال کیا جاتا ہے۔ GC کے ذریعہ چربیے ترشے اور ان کے ایسٹر Blood Gases اور Steroids کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

9- گیس لون نگاری کو (Food Industry) کھانے کی صنعت میں Lipid، پروٹین رنگ، Bread، دودھ وغیرہ کی علیحدگی کے لئے استعمال کیا جاتا ہے اس کے علاوہ خوراک میں ملاوٹ (Food Adulteration) کی جانچ کے لئے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

10- گیس لون نگاری کو پالیمر صنعت میں Monomers اور Polymers کی شناخت کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

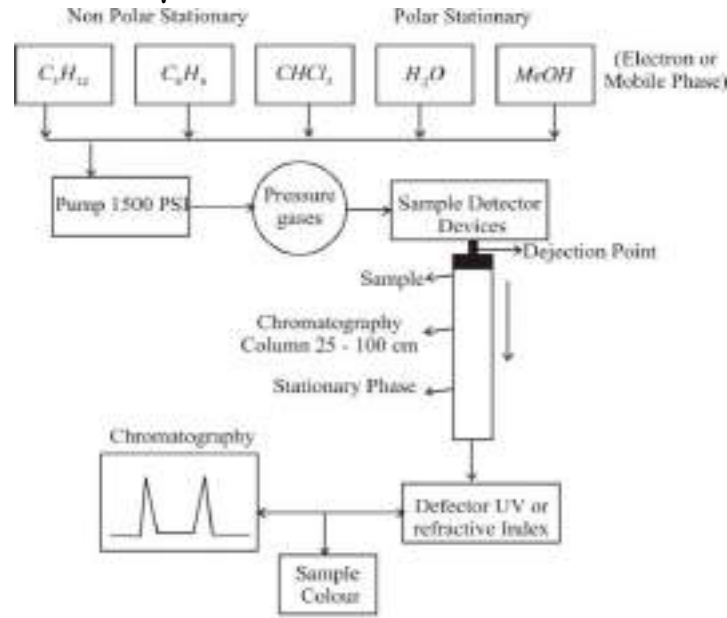
- 11- گیس لون نگاری کے ذریعہ کئی ایک Organometallics جیسے کہ Silanes, Boranes وغیرہ کا تجربہ کیا جاتا ہے۔
- 12- گیس لون نگاری کے ذریعہ مختلف گیسوں جیسے کہ $NO, CO_2, CO, H_2, H_2, CO_2$ کمیاب گیس اور گیس ہائیڈروکاربن وغیرہ کو علیحدہ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- 13- گیس لون نگاری کو تھلیص کے عمل (Purification) کے لئے کشید (Distillation) کے متبادل کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے چونکہ GC میں مرکبات بخارات کی شکل میں علیحدہ ہوتے ہیں اور یہ کالم سے خالص بخارات کی شکل میں خارج ہوتے ہیں اس طرح سے خالص مرکبات کو حاصل کیا جاسکتا ہے۔

16.6 اعلیٰ دباؤ مائع لون نگاری (High Performance Liquid Chromatography)

اعلیٰ دباؤ لون نگاری یا High Performance Liquid Chromatography (HPLC) کے تجزیاتی طریقہ ہے جو کہ مائع مرکبات کے آمیزہ علیحدہ کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہے HPLC میں ایک مائع مرکبات کے آمیزہ (Liquid sample) کو متحرک ہیئت Mobile Phase کی Stream میں Inject کیا جاتا ہے اور پھر یہ Column جو کہ Stationary Phase کے ذریعہ پر (Packed) کیا ہوتا ہے سے گذر کر Differential Migration کے عمل سے گذر کر علیحدہ ہوتا ہے پھر سے مرکبات ایک Band یا Peak کی شکل میں Detector میں ظاہر ہوتے ہیں اور Chromatograph کی شکل میں حاصل کیے جاتے ہیں۔

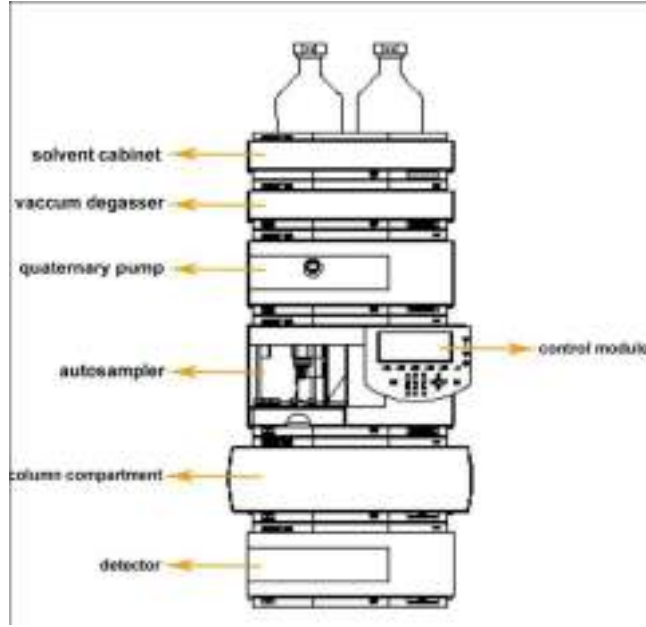
16.6.1 اعلیٰ دباؤ لون نگاری میں استعمال ہونے والا آلہ (HPLC Instrument)

اعلیٰ دباؤ لون نگاری میں استعمال ہونے والا آلہ کو حسب ذیل خاکہ میں بیان کیا گیا ہے۔



HPLC Instrument (Diagrammatic Representation)

شکل (3) Photo of HPLC with Base HPLC System component



شکل (4)

(1) **Solvent Degasser**: اس کا کام Solvent میں موجود Air Gases کو Remove کرنا ہے کیونکہ یہ HPLC Pump کے ذریعے Column میں داخل ہو سکتی ہے۔

(2) **HPLC Pump**: یہ Solvent اور اس کی مقررہ مقدار (Flow) کو فراہم کرتا ہے۔

(3) **Auto Sampler**: یہ Sample Vials سے Samples کو لے کر اس کو System میں Solvent Pump میں Inject کرتا ہے۔

(4) **Detector**: یہ HPLC Pump سے حاصل شدہ اور علیحدہ شدہ مرکبات (Analytes) کو حاصل کر کے Signal کی شکل میں ظاہر کرتا ہے۔

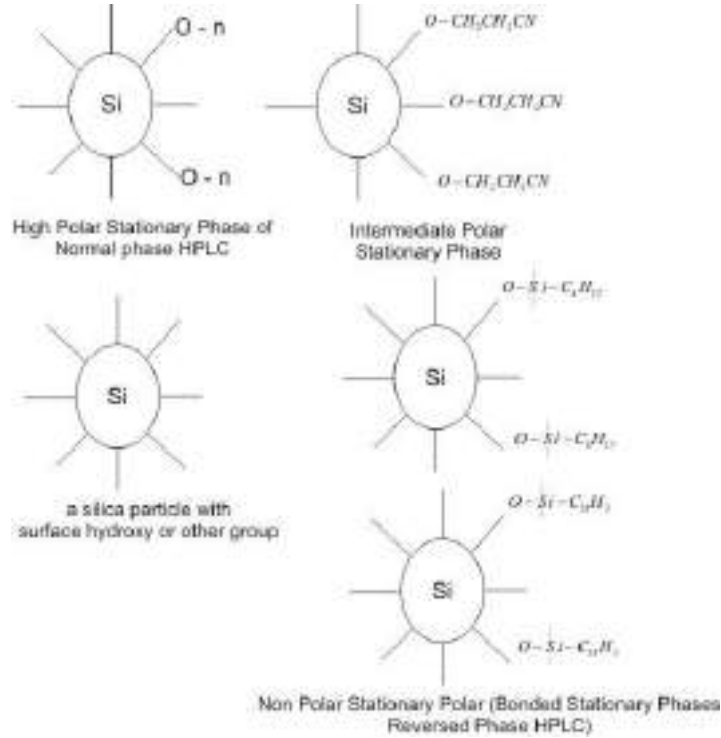
(5) **Column Oven**: اس میں HPLC Pump موجود ہوتا ہے اور یہ تپش کو Maintain رکھتا ہے اور علیحدگی کے عمل کو مکمل کرتا ہے۔

16.6.2 اعلیٰ دباؤ لون نگاری میں استعمال ہونے والے ساکن بیٹیں (Stationary Phases in HPLC)
HPLC کو عام طور پر دو قسموں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

(1) Normal Phase HPLC (2) Reversed Phase HPLC

(1) **Normal Phase HPLC**: اس میں ساکن بیٹ کے طور پر Highly Polar Materials کا استعمال کیا جاتا ہے جب کہ Reversed Phase HPLC میں Non Polar یا Intermediate Polar مواد ساکن بیٹ کے طور پر استعمال ہوتا ہے یہ تمام ساکن بیٹیں کافی چھوٹے، گول سوراخ دار سیلیکا کے ذرات (Extremely Small & Paper Powers Silica Particles)

ہوتے ہیں۔ قطبی ساکن ہیئت (Polar Stationary Phase) کے Silica Particles میں ان کی سطح (Surface) پر Intermediate stationary یا Non Polar Stationary Phases کہتا ہے جب کہ Hydroxyl Functional Group یا Alkyl Functional Group Nitrile یا Alkyl (C₈ to C₁₈) کی سطح پر (C₈ to C₁₈) یا Alkyl یا Nitrile گروپس Silica سے Bounded ہوتے ہیں اس لئے ان کو Bounded Stationary Phase بھی کہتے ہیں۔



شکل (5)

16.6.3 متحرک ہیئت (Mobile Phase)

HPLC میں متحرک ہیئت (Mobile Phase) مائع ہوتا ہے یہ Liquid (مائعات) Pure Organic Solvents یا Solvent Mixture ہوتے ہیں۔ Acetic Acid، H₂O اور Buffer Solvents کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ Normal Phase HPLC میں عام طور پر Starch Element، Non Polar Solvent، n-Octane، n- Hexane یا CHCl₃ ہوتا ہے اور Solvents کی Polarity Elution کے دوران دھیرے دھیرے بڑھائی جاتی ہے۔ Reversed Phase HPLC میں، ابتدائی Elements High Polar، MeOH یا H₂O ہوتے ہیں اور Elution کے دوران Polarity کم کی جاتی ہے۔ یہاں یہ بات قابل ذکر ہے کہ HPLC میں High Polar، Solvent، Chromatographic Grade کا استعمال کیا جاتا ہے اور ان کو استعمال سے پہلے Degassed کیا جاتا ہے۔ Mobile Phase کو HPLC Column میں اعلیٰ دباؤ (High Pressure) پر Pumped کیا جاتا ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ HPLC Column بہت ہی باریک Stationary Phase کے ذرات کے

Pack کیا ہوتا ہے اور اس سے Solvent یا Mobile Phase آسانی سے نہیں گذر پاتا اس لئے عام طور پر اس HPLC میں جو Pump استعمال کیا جاتا ہے اس میں Solvent کو High Pressure یعنی کہ 1500 Psi پر Pump کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے جو کہ Column کو Solvent میں مہیا کرتی ہے۔

Gradient Elution

Normal Phase اور HPLC Reserved Phase کی صورت میں Gradient Elution کو استعمال کیا جاتا ہے۔ یعنی کہ Solvent کی Polarity کو پہلے ہی Determine کر کے Programme کیا جاتا ہے مثلاً اگر Elution $H_2O : CH_3CN(10:0)$ یعنی کہ خالص پانی میں استعمال کیا جاتا ہے۔ تو پھر دھیرے دھیرے $H_2O : CH_3CN(9:1)$ میں تبدیل کیا جاتا ہے اور یہ عمل 20 منٹ کے وقفہ میں مکمل ہوتا ہے۔

Isocratic Elution

ایسا عمل جس میں کہ دونوں یعنی کہ Normal Phase اور HPLC Reserved Phase میں ایک ہی قسم کا Solvent استعمال کیا جاتا ہے اس کو Isocratic Elution کہتے ہیں۔

16.6.4 Normal Phase اور Reversed Phase HPLC میں تقابل

جدول-2

| سیریل نمبر | نارمل فیز HPLC | سیریل نمبر | الٹا مرحلہ HPLC |
|------------|---|------------|--|
| 1 | انتہائی قطبی اسٹیشنری مرحلہ۔ سی۔ اوہ | 1 | غیر قطبی یا درمیانی قطبی اسٹیشنری مرحلہ ($C_8, C_8, -CH_2 - CH_2 - CN$) |
| 2 | ٹھوس اسٹیشنری مرحلہ۔ | 2 | مائع موبائل مرحلہ۔ |
| 3 | مائع موبائل فیز۔ | 3 | مائع موبائل مرحلہ۔ |
| 4 | ٹھوس۔ مائع کرومیٹوگرافی (جیسے کالم، TLC) | 4 | مائع۔ مائع کرومیٹوگرافی (کاغذ کی کرومیٹوگرافی کی طرح) |
| 5 | جذب کرنے کی طاقت میں فرق کی بنیاد پر علیحدگی (اڈسورپشن کرومیٹوگرافی) | 5 | تقسیم کے گتاتک میں فرق کی بنیاد پر علیحدگی (پارٹیشن کرومیٹوگرافی) |
| 6 | کالم ایلیوشن غیر قطبی (کم قطبی) سالوینٹس کے ساتھ شروع ہوتا ہے اور سالوینٹ کی قطبیت آہستہ آہستہ بڑھ جاتی ہے۔ | 6 | کالم کا اخراج قطبی سالوینٹس سے شروع ہوتا ہے اور سالوینٹ کی قطبیت آہستہ آہستہ کم ہوتی جاتی ہے۔ |
| 7 | اسے "نارمل" کہا جاتا ہے کیونکہ کام کرنے کا اصول اور نظریہ وہی ہے جیسا کہ پہلے دریافت شدہ وسیع پیمانے پر استعمال ہونے والے کالم اور TLC میں ہے۔ مرحلے میں کم قطبی مرکبات تیزی سے | 7 | اسے "الٹ" کہا جاتا ہے کیونکہ یہ معمول کے حوالے سے "مخالف" ہے (a) اسٹیشنری مرحلہ غیر قطبی ہے (b) شروع ہونے والا ایلوٹ قطبی ہے (c) قطبی مرکب تیزی سے |

| | |
|--|---|
| حرکت کرتے ہیں (ایلوٹ پہلے) اس کے بعد زیادہ قطبی مرکبات ہوتے ہیں۔ عام مرحلے HPLC کا بھی یہی مسئلہ ہے۔ | حرکت کرتا ہے (ایلوٹ پہلے) اس کے بعد کم قطبی مرکبات۔ |
|--|---|

16.6.5 اعلیٰ دباؤ لون نگاری کے استعمالات (Applications of HPLC)

HPLC کے چند اہم استعمالات حسب ذیل ہے۔

- (1) HPLC کو R & D Labs اور Drug Manufacture Unit میں کیمیائی تعامل کی Progress کو Maintained کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- (2) HPLC کا Column Chromatography یا Crystallization کے دوران مرکب کی Purity کو معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- (3) مختلف مرکبات کی خالصیت (Purity) کو معلوم کرنے کے لئے HPLC کو استعمال کیا جاتا ہے۔
- (4) نامعلوم مرکبات کو معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ عمل Known Component کے Retention Time کے تقابل کے ذریعے کیا جاتا ہے۔
- (5) Preparative HPLC کے ذریعے Small Scale Quantitative Separation کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- (6) ماحولیات (Environmental) میں Pesticides اور ویات کو Detect کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- (7) Biological Fluids میں Drugs یا انکے Metabolites کی Analysis کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
- (8) Explosives، Drugs اور Poisons کی Analysis کے لئے HPLC کو استعمال کیا جاتا ہے۔
- (9) Narcotics مرکبات کی Quantification اور Detection کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

16.7 اکتسابی نتائج

- اس اکائی میں طلباء نے گیس لون نگاری (GC) اور اعلیٰ دباؤ مائع لون نگاری (HPLC) کے اصولوں کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- مزید طلباء نے GC اور HPLC میں استعمالات ہونے والے آلات کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- طلباء نے GC اور HPLC میں استعمال ہونے والے ساکن ہیٹ اور متحرک ہیٹ کی نوعیتوں اور ان کی اقسام کے بارے میں معلومات حاصل کی۔
- اکائی کے آخر میں طلباء نے GC اور HPLC کے استعمال کے بارے میں جاننا۔

16.8 کلیدی الفاظ

- **Carrier gas:** گیس مائع لون نگاری میں استعمال ہونے والے غیر عامل گیس جو کی متحرک ہیئت ہوتی ہے۔ Carrier Gas کہلاتی ہے۔
- **ساکن ہیئت:** GC میں ٹھوس یا مائع کا جذب کنندہ کی طرح استعمال ہوتا ہے۔
- **Pressure Regulator:** GC کے آلہ کا وہ حصہ جس میں کہ گیس کے Pressure اور اس کے بہاؤ کو Control کیا جاتا ہے۔
- **Sample Injection Part:** GC کے آلہ کا وہ حصہ جس میں Sample کو Macro Syringe کے ذریعے Inject کیا جاتا ہے یہ حصہ Metal Block اور Electrical Heaters پر مشتمل ہوتا ہے۔
- **Solvent Degasser:** HPLC کے آلہ کا وہ حصہ جس میں کہ Solvent میں موجود Air Gases کو Remove کیا جاتا ہے۔
- **Column Oven:** HPLC کے آلہ کا وہ حصہ جو کہ Pump میں موجود ہوتا ہے اور تپش کو برقرار رکھتے ہوئے مرکبات کے علیحدگی کے عمل کو مکمل کرتا ہے۔

16.9 نمونہ امتحانی سوالات

مفروضی جوابات کے حامل سوالات

- 1- گیس لون نگاری (Gas Chromatography) حسب ذیل کی ایک قسم

| | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Thin layer Chromatography (a) | Mass Spectroscopy (b) |
| Column Chromatography (c) | (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں |
- 2- گیس لون نگاری میں ٹھوس یا مائع حسب ذیل کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔

| | | | |
|---------------|----------------|----------|--------------|
| (a) ساکن ہیئت | (b) متحرک ہیئت | (c) کالم | (d) Detector |
|---------------|----------------|----------|--------------|
- 3- G.C میں متحرک ہیئت کے طور پر حسب ذیل کا استعمال کیا جاتا ہے۔

| | | | |
|----------|----------|---------|-----------------------------|
| (a) مائع | (b) ٹھوس | (c) گیس | (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں |
|----------|----------|---------|-----------------------------|
- 4- Liquid Chromatography میں دیئے گئے مرکبات کے آمیزے کو حسب ذیل حالت میں Column سے گزارا جاتا ہے۔

| | | | |
|----------|----------|-----------|------------|
| (a) ٹھوس | (b) مائع | (c) آمیزہ | (d) بخارات |
|----------|----------|-----------|------------|
- 5- G.C میں حسب ذیل گیس Carrier Gas نہیں ہے۔

| | | | |
|---------------|------------------|-------------------|--------------|
| (a) ہیلیم گیس | (b) نائٹروجن گیس | (c) ہائیڈروجن گیس | (d) سلفر گیس |
|---------------|------------------|-------------------|--------------|
- 6- HPLC علیحدگی کے طریقوں میں حسب ذیل Technique کی مثال ہے۔

Chemical Separation (b)

Physical Separation (a)

(d) اُوپر کے تمام طریقہ

Analytical Technique Separation (c)

7- Normal Phase HPLC میں حسب ذیل Material ساکن ہیئت کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

(a) Solid Material (b) Liquid Material (c) Highly Polar Material (d) Gas Material

8- ایسا عمل جس میں کہ دونوں یعنی کہ Normal Phase اور Reversed Phase HPLC میں ایک ہی قسم کا Solvent استعمال کیا جاتا ہے حسب ذیل کہلاتا ہے۔

Polar Elution (b)

Isotopic Elution (a)

Non – Polar Elution (d)

Isocratic Elution (c)

9- HPLC کو مختلف مختلف مرکبات میں حسب ذیل خاصیت کو معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

(a) طبعی خواص (b) خالصیت Purity (c) کیمیائی خواص (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

10- HPLC کو حسب ذیل کی Quantifications اور Defection کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

Narcotics اور Pesticides (b)

Drugs (a)

(d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

Biological Fluids (c)

مختصر جوابات کے حامل سوالات

1- گیس لون نگاری کے بنیادی اصول کو بیان کیجئے۔

2- گیس لون نگاری کی ساکن ہیئت کی بنیاد پر درجہ بندی کو بیان کیجئے۔

3- گیس لون نگاری میں استعمال ہونے والے مختلف ساکن ہیئتوں کو بیان کیجئے۔

4- HPLC میں استعمال ہونے والے آلہ کو بیان کیجئے۔

5- HPLC میں استعمال ہونے والی متحرک ہیئت کے بارے میں تفصیل سے بیان کیجئے۔

6- HPLC کے Application کے بارے میں تفصیل سے بیان کیجئے۔

طویل جوابات کے حامل سوالات

1- گیس لون نگاری کے طریقہ عمل کو تفصیل سے بیان کیجئے۔

2- گیس لون نگاری میں استعمال ہونے والے آلہ کا خاکہ بنا کر تفصیل سے بیان کیجئے۔

3- HPLC میں استعمال ہونے والے ساکن ہیئت کے بارے میں بیان کیجئے مزید Normal اور Reversed Phase HPLC کے

درمیان فرق کو بیان کیجئے۔

4- HPLC کے اصول کو بیان کیجئے اور HPLC کے آلہ کو خاکہ کے ذریعہ ظاہر کر کے اُس کے اجزاء کے بارے میں بیان کریں۔

16.10 تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Resouces)

- (1) G.L. David Krupadanam, D.V. Jaya Prasad, K. Varaprasad Rao, KLN Reddy, C. Sudhakan, Analytical Chemistry, Universities Press, 2020
- (2) Qualitative analysis 6th Ed. R.A Dayjr and A.L. Underwood, Prefic Hall India Ltd, 1991.

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

Model Question Paper

پانچواں سمسٹر 5th Semester

Title & Paper Code: BSCH502DST : Analytical Methods in Chemistry

وقت 3 Hrs : گھنٹے

: Time

جملہ نشانات 70 : Maximum. Marks

ہدایات :

یہ پرچہ سوالات (3) حصوں پر مشتمل ہے: حصہ اول، حصہ دوم، حصہ سوم۔ ہر جواب کے لیے لفظوں کی تعداد اشارہ ہے۔ تمام حصوں سے سوالوں کا جواب دینا لازمی ہے۔

1. حصہ اول میں (10) لازمی سوالات ہیں جو کہ معروضی سوالات / خالی جگہ پُر کرنا / مختصر جواب والے سوالات ہیں۔ ہر سوال کا جواب لازمی ہے۔ ہر سوال کے لیے (1) نمبر مختص ہے۔

(10 x 1 = 10 Marks)

2. حصہ دوم میں (8) سوالات ہیں، اس میں سے طالب علم کو کوئی (5) سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً دو سو (200) لفظوں پر مشتمل ہے۔

(5 x 6 = 30 Marks)

ہر سوال کے لیے (6) نمبرات مختص ہیں۔

3. حصہ سوم میں (5) سوالات ہیں۔ اس میں سے طالب علم کو کوئی (3) سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً پانچ سو (500) لفظوں پر مشتمل ہے۔

(3 x 10 = 30 Marks)

ہر سوال کے لیے (10) نمبرات مختص ہیں۔

حصہ اول

سوال 1 :

(i) درست (Accuracy) کی تعریف کیجیے۔

(ii) Blue Shift سے کیا مراد ہے؟

(iii) IR کے Wavelength کی Range لکھیے۔

(iv) Auxochrome کی تعریف کیجیے۔

(v) Mode کا 10, 100, 60, 40, 45, 5, 40, 10, 40, 5 محسوب کیجیے۔

(vi) DSC کا پورا نام لکھیے۔

(vii) Thremal Analysis کی تعریف بیان کیجیے۔

(viii) ایک تفسیدی تعامل کی مثال لکھیں۔

(ix) pH کی تعریف بیان کیجیے۔

(x) Electrolytic Cell کی تعریف بیان کیجیے۔

حصہ دوم

2. Quantitative اور Qualitative Analysis سے کیا مراد ہے۔ Precision اور Accuracy میں فرق بیان کریے۔

3. مندرجہ ذیل Data کو لیکر Standard Deviation کو محسوب (Calculate) کیجیے۔

| Class Interval | 65-85 | 85-105 | 105-125 | 125-145 | 145-165 | 165-185 | 185-205 |
|----------------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Frequency | 4 | 5 | 13 | 20 | 14 | 8 | 4 |

4. UV - VIS Spectroscopy کے Applications لکھیے۔

5. IR Spectroscopy میں Mode of Vibration کو بیان کیجیے۔

6. Thermogram کی تعریف بیان کیجیے۔ Thermogram کو متاثر کرنے والے اثرات کو بھی بیان کیجیے۔

7. Electroanalytical Method کی تعریف بیان کیجیے۔ اس کے مختلف اقسام کی درجہ بندی کیجیے۔

8. DSC اور DTA کو گراف بنا کر فرق بیان کیجیے۔

9. کرومیٹوگرافی کیا ہے؟ پیپر کرومیٹوگرافی کو مختصر بیان کیجیے۔

حصہ سوم

10. Error سے آپ کیا سمجھتے ہیں۔ مختلف قسم کے Errors اور ان کے ذرائع (Sources) کو تفصیل سے بیان کریے۔

11. Beer - Lambert's Law کی تعریف کریے اور انہیں اخذ (Derive) کریے۔

12. مندرجہ ذیل پر نوٹ لکھیے۔

(a) Emission Spectroscopy

(b) Hyper Chromic Shift

(c) Hypso Chromic Shift

13. Conductometric Titration کی تعریف بیان کیجیے۔ اس کے اقسام کو بھی لکھیں۔ ترشے و اساس کنڈکٹومیٹرک ٹائٹریشن کو خاکہ بنا کر بیان کیجیے۔

14. گیس کرومیٹوگرافی کے اصول کو خاکہ بنا کر بیان کیجیے۔ اس کی اہم اطلاق و فوائد کو بھی لکھیے۔

