**BNCH301DCT**

# طبعی کیمیا-1

(Physical Chemistry-1)

بی۔ایس سی۔ (آنرس)

چار سالہ پروگرام

تیسرا سمسٹر (کیمیا)

مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

حیدرآباد۔32، تلنگانہ، بھارت

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

ISBN : **978-81-68324-08-4**
Course : Physical Chemistry-1
First Edition : August 2026
Copies : 900
Price : 245/- (The price of the book is included in admission fee of distance mode students)

## Course Coordinator

Dr. Qasim Ullah, Senior Assistant Professor, Chemistry, School of Sciences, MANUU.Hyderabad. TG. India.

## Editorial Board/Editors

| | |
|---|---|
| 1. Prof. Pathan Mohd. Arif Ali Khan | Department of Chemistry, Maulana Azad College of Arts, Science and Commerce. Aurangabad. MH. India. |
| 2. Dr. Salahuddin Syed | Associate Professor (Chemistry), School of Sciences, MANUU. Hyderabad. TG. India. |
| 3. Dr. Qasim Ullah | Senior Assistant Professor (Chemistry), School of Sciences, MANUU. Hyderabad. TG. India. |

## Production

| | | |
|---|---|---|
| Prof. Nikhath Jahan,<br>Professor (Urdu),<br>CDOE MANUU | Mr. P Habibulla<br>Assistant Registrar, Purchase & Stores Section, MANUU | Dr. Mohd Akmal Khan,<br>Assistant Professor (C),<br>CDOE MANUU |
| Mohd Abdul Naseer<br>Section Officer, CDOE MANUU | Shaik Ismail,<br>UDC, CDOE, MANUU | Syed Faheemuddin, LDC<br>Purchase & Stores Section, MANUU |

*On behalf of the Registrar, Published by:*

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

CRC Prepared by the Dr. Mohammed Arifuddin, Assistant Professor (C),Chemistry, CDOE, MANUU.

Printed at: Print Time & Business Enterprises, Hyderabad

# فہرست


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

| اکائی نمبر | اکائی کا نام | مصنف | صفحہ نمبر |
|---|---|---|---|
| 1۔ | محلول کی کیمیاء- I | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 8 |
| 2۔ | محلول کی کیمیاء- II | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 19 |
| 3۔ | محلول کی کیمیاء- III | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 30 |
| 4۔ | محلول کی کیمیاء- IV | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 40 |
| 5۔ | ارتباطی (مقداری) خصوصیات- I | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 52 |
| 6۔ | ارتباطی (مقداری) خصوصیات- II | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 67 |
| 7۔ | ارتباطی (مقداری) خصوصیات- III | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 84 |
| 8۔ | ارتباطی (مقداری) خصوصیات- IV | ڈاکٹر شمشیر علی خان / ڈاکٹر قسیم اللہ | 94 |
| 9۔ | گیسی کلیات کا جایزہ | پرفیسر جی عبدالحق / ڈاکٹر قسیم اللہ | 108 |
| 10۔ | گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ | پرفیسر جی عبدالحق / ڈاکٹر قسیم اللہ | 135 |
| 11۔ | حقیقی گیسوں کا طرز عمل | پرفیسر جی عبدالحق / ڈاکٹر قسیم اللہ | 167 |
| 12۔ | فاضل مظہرات | پرفیسر جی عبدالحق / ڈاکٹر قسیم اللہ | 187 |
| | **نمونہ امتحانی پرچہ** | | 207 |
| | لیب مینول | ڈاکٹر محمد عارف الدین | 209 |
| | لیب مینول نمونہ امتحانی پرچہ | | 241 |

# مصنفین کی تفصیلات

(Writer's Details)

| | |
|---|---|
| Dr. Qasim Ullah, Senior Assistant Professor (Chemistry), School of Sciences, MANUU. Hyderabad. TG. India. | ڈاکٹر قسیم اللہ' سینیر اسسٹنٹ پروفیسر (کیمیا)، اسکول برائے سائنسی علوم' مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد |
| Dr. Mohammed Arifuddin, Assistant Professor (C), Chemistry, CDOE, MANUU. | ڈاکٹر محمد عارف الدین' اسسٹنٹ پروفیسر (کنٹراکٹ) (کیمیا)، مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم' مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد |
| Mr. Shamsheer Ali Khan, Retired Principal, Govt. Degree College for Women, Husaini Alam, Hyderabad | ڈاکٹر شمشیر علی خان' ریٹائیرڈ پرنسپل' گورنمنٹ ڈگری کالج فار ومین حسینی علم۔ حیدرآباد |
| Prof. G. Abdul Haq, retired professor, Department of Chemsitry, Osmania College, Karnool, A.P | پرفیسر جی عبدالحق' ریٹائیرڈ پرفیسر' شعبہ کیمیاء' عثمانیہ کالج' کرنول' آندھرا پردیش۔ |

پروف ریڈر(Proof reader) : ڈاکٹر قسیم اللہ' سینیر اسسٹنٹ پروفیسر (کیمیا)، اسکول برائے سائنسی علوم' مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد

ٹائٹل پیج(Title Page): ابراہیم اکرم صدیقی' CDOE' DEO' علوم' مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی، حیدرآباد

# پیغام

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

اردو کے ذریعے علم کے فروغ کا مقصد یہی ہے کہ اردو جاننے والے طبقے کے لیے عصری علوم اور مضامین تک رسائی آسان بنائی جائے۔ ایک طویل عرصے تک اردو میں درسی مواد کی کمی رہی ہے۔ اردو یونیورسٹی کے پاس اب اردو میں 500 سے زیادہ کتابوں کا ذخیرہ موجود ہے اور ہر سمسٹر کے ساتھ اس تعداد میں اضافہ ہو رہا ہے۔

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

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

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

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

نیک تمناؤں کے ساتھ!

**پروفیسر سید عین الحسن**
شیخ الجامعہ، مانو

# پیغام

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

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

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

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

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

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

**پروفیسر محمد رضا اللہ خان**

ڈائرکٹر، سی ڈی او ای، مانو

# کورس کا تعارف

اس کورس میں طبعی کیمیا -I کے موضوعات پر بحث کی گئی ہے جو مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کے بی۔ یس سی (تیسرے سمسٹر) کے نصاب میں شامل ہیں۔ یہ کورس قومی تعلیمی پالیسی-2020 کے نصاب کے تحت 'بی۔ یس۔ سی کے لیے مرتب کیا گیا ہے۔

اس کتاب کا نصاب دو حصوں پر مشتمل ہے۔ پہلا حصہ تھیوری کا ہے جو کہ بارہ (12) اکائیوں پر مشتمل ہے اور دوسرا حصہ لیب مینول کا ہے جس میں چار (4) اکائیاں ہیں۔ تھیوری میں جملہ تین بلاک ہیں اور ہر ایک بلاک میں چار اکائیاں ہیں۔ جب کہ لیب مینول میں صرف ایک ہی بلاک ہے اور اس میں چار اکائیاں ہیں۔ ان اکائیوں کو مضمون کے ماہرین کے ذریعے کتابی شکل کی مطابقت میں اس طرح تیار کیا گیا ہے کہ طالب علم اس کو آسانی سے پڑھ کر سمجھ سکیں۔

غیر نامیاتی کیمیا -1 پہلا حصہ تھیوری کا ہے جو کہ تین بلاک پر مشتمل ہے۔ ہر ایک بلاک کو چار-چار اکائیوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ اس طرح اس حصے میں جملہ بارہ اکائیاں ہیں۔ پہلے بلاک میں چار اکائیوں کے نام اس طرح ہیں۔ محلول کی کیمیاء- I، محلول کی کیمیاء- II، محلول کی کیمیاء- III ، اور محلول کی کیمیاء- IV ہیں۔ اسی طرح دوسری بلاک کی اکائیوں کے نام اس طرح ہیں۔ ارتباطی (مقداری) خصوصیات - I ، ارتباطی (مقداری) خصوصیات- II ، ارتباطی (مقداری) خصوصیات - III اور ارتباطی (مقداری) خصوصیات- IV ہیں۔ جبکہ تیسری بلاک کی اکائیوں کے نام اس طرح ہیں: گیسی کلیات کا جایزہ ، گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ، ہ حقیقی گیسوں کا طرز عمل اور فاضل مظہرات ہیں۔

ہر ایک اکائی کی شاخ اس طرح سے ہے۔ تمہید، مقاصد، عناوین، ذیلی عناوین، اکتسابی نتائج، کلیدی الفاظ نمونہ امتحانی سوالات۔ ہر ایک اکائی کے اختتام پر مزید مطالعے کے لیے تجویز کردہ کتابوں کے نام دیے گئے ہیں جس سے طالب علم اس کورس کے بارے میں مزید معلومات حاصل ہو سکیں۔ کتاب کے آخر میں گزشتہ سال کا نمونہ امتحانی پرچہ بھی منسلک کیا گیا ہے۔ لیب مینول کے کورس میں بھی ایک بلاک میں چار اکائیاں ہیں۔ کتاب کے آخر میں ۔ لیب مینول کا نمونہ امتحانی پرچہ بھی منسلک کیا گیا ہے۔ یونیورسٹی امید کرتی ہے کہ یہ نصابی کتاب تھیوری اور لیب مینول طالب علموں کو کیمیا کے اعلیٰ پہلوؤں کو سمجھنے میں مؤثر اور مددگار ثابت ہو گی۔

**قسیم اللہ**

کورس کو آرڈی نیٹر

# اکائی 1 : محلول کی کیمیاء- I

(Unit-1: Chemistry of Solution - I)

اکائی کے اجزا


1.0 تمہید

1.1 مقاصد

1.2 محلول کے اقسام

1 .2.1 محلول کا ارتکاز اور اکائیاں

1.2.2 مائع میں گیس کا محلول

1.2.3 ہینری کا کلیہ اور اسکے تحدیدات

1.3 اکتسابی نتائج

1.4 کلیدی الفاظ

1.5 نمونہ امتحانی سوالات


## 1.0 تمہید

دو یا زائد اجزاء کا متجانس آمیزہ، محلول کہلاتا ہے۔ اس میں اجزاء کا تناسب غیر معین ہوتا ہے یعنی اجزاء کی مقدار بڑھائی یا گھٹائی جاسکتی ہے۔ ایک گلاس میں پانی لے کر تھوڑی مقدار میں شکر ملا کر خوب اچھی طرح ہلائے۔ آپ مشاہدہ کریں گے کہ شکر کے ذرات مکمل طور پر حل ہوگئے ہیں اور متجانس محلول حاصل ہوا ہے۔ محلول میں پانی ایک واسط ہے جس میں شکر حل ہوگئی ہے۔ پانی کو محلل (Solvent) کہتے ہیں۔

محلول کا دوسرا جز شکر ہے۔ جو مکمل طور پر حل ہو گئی ہے۔ شکر کو منحل (Solute) کہتے ہیں۔ اس طرح دوسرے ٹھوس، مائع یا گیس کو پانی میں ملانے پر محلول حاصل ہوتا ہے۔ یہ ضروری نہیں کہ صرف پانی ہی محلل ہو۔ اس کی جگہ دوسرا مائع، ٹھوس یا گیس بھی ہو سکتا ہے۔ محلول میں اگر پانی محلل ہو تو اس کو آبی محلول (Aqueous Solution) کہتے ہیں اور اگر کوئی نامیاتی یا غیر نامیاتی محلل ہو تو اس کو غیر آبی محلول (Non aqueous Solution) کہتے ہیں۔ اسی طرح امونیا محلل ہو تو محلول کو امونیائی محلول (Ammonical Solution) کہا جاتا ہے۔

محلول اور اجزاء کی کارگردگی کے بارے میں کوئی خاص اصول نہیں ہوتا۔ عملی مقصد کے لیے زیادہ مقدار میں پائے جانے والا جز محلل اور کم مقدار میں موجود جز منحل کہلاتا ہے۔

مثلاً: ٪10 الکوحل محلول میں ٪10 الکوحل منحل اور ٪90 پانی محلل ہے۔

## 1.1 مقاصد

اس اکائی کا مقصد حسب ذیل کے بارے میں معلومات فراہم کرنا ہے۔

محلول اور محلول کے اقسام

محلول کا ارتکاز اور اس کی اکائیاں

مائع۔ گیس محلول، ہینری کا کلیہ اور انحراف

مائع۔ مائع محلول، رؤلٹ کا کلیہ

رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف، وجوہات

کامل اور غیر کامل محلول اور ان کے بخاری دباؤ۔ ترکیب اور تپش۔ ترکیب کی منحنیوں کی تشریح۔

## 1.2 محلول کے اقسام

ہم جانتے ہیں کہ دو اجزاء کو متجانس طریقے پر ملانے سے ثنائی محلول حاصل ہوتا ہے۔ منحل اور محلل کی مقدار کی اساس پر محلول کے دو اقسام ہوتے ہیں۔ اگر منحل کی مقدار کم ہو تو اس کو ہلکا یا محلول (Dilute Solution) اور منحل کی مقدار زیادہ ہو تو مرتکز محلول (Concentrated Solution) کہتے ہیں۔

محلول کے اقسام کو ذیل میں دیا گیا ہے۔

| محلول | منحل | محلل | مثال |
|---|---|---|---|
| گیس۔ گیس | گیس | گیس | ہوا، گیسی آمیزہ |
| گیس۔مائع | گیس | مائع | $CO_2$ + پانی، $NH_3$ + پانی |
| گیس۔ ٹھوس | گیس | ٹھوس | $H_2/Pd, (H_2/Ni)$ |
| مائع۔ گیس | مائع | گیس | کہر، دھند (گیس میں پانی کے قطرے) |
| مائع۔مائع | مائع | مائع | الکوحل + پانی، نبزین + نائٹروبنزین |
| مائع۔ ٹھوس | مائع | ٹھوس | Au + Hg |
| ٹھوس۔ گیس | ٹھوس | گیس | دھواں (کاربن کے ذرات ہوا میں) |
| ٹھوس۔مائع | ٹھوس | مائع | شکر کا محلول، نمک کا محلول |
| ٹھوس۔ ٹھوس | ٹھوس | ٹھوس | بھرتیں۔ پیتل (Zn + Cu), Ag + Cu |

اوپر کے جدول سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ایک منحل کو گیس، مائع، ٹھوس میں ملانے پر ثنائی محلول حاصل ہوتے ہیں۔ حاصل شدہ محلول میں منحل اور محلل کے خصوصیات کا اظہار ہوتا ہے۔

### 1.2.1 محلول کا ارتکاز اور اکائیاں

اوپر بیان کیے گئے محلولوں میں ٹھوس، مائع محلول کا عام طور پر مطالعہ کیا جاتا ہے۔ مختلف محلول میں منحل اور محلل کی مقدار مختلف ہوتی ہے۔ دیے گئے محلول میں محلل کی مقدار میں موجود منحل کی مقدار کو ارتکاز کہتے ہیں۔

محلول کے ارتکاز کو مختلف اکائیوں میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ عام طور پر محلول کے ارتکاز کو حسب ذیل طریقوں سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

1. مولاریٹی 'M' (Molarity)
2. مولالیٹی 'm' (Molality)

3. نارملٹی 'N' (Normality)

4. مول کسر 'X' (Mole Fraction)

5. فی صد (Percentage)

**1. مولاریٹی 'M'** (Molarity)

ایک منحل کا وزن جو اس کے سالمی وزن کے مساوی ہو، ایک مول یا ایک گرام سالمی وزن کہلاتا ہے۔ اس کو درجہ ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\frac{\text{منحل کا وزن}}{\text{منحل کا سالمی وزن}} = \text{مول (mole)} \quad \text{---- 1.1}$$

مثلاً NaCl کا سالمی وزن (23+35.5) 58.5 ہے 58.5 گرام NaCl کا وزن ایک مول یا ایک گرام مول یا ایک گرام سالمی وزن GMW (Gram Molecular Weight) کہلاتا ہے۔ اسی طرح گلوکوز (Glucose) $C_6H_{12}O_6$ کا سالمی وزن $(16\times6+1\times12+12\times6)=180$ ہے اسی طرح 180 گرام گلوکوز ایک مول کہلاتا ہے۔ 90 گرام گلوکوز 0.5 مول ہو گا۔

$$\text{گلوکوز کا مول} = \frac{\text{وزن}}{\text{سالمی وزن}} = \frac{90}{180} = 0.5$$

اسی طرح 4 گرام NaOH (سالمی وزن=40) میں مول کی مقدار 0.1 مول ہو گی۔

$$\text{NaOH کا مول} = \frac{\text{وزن}}{\text{سالمی وزن}} = \frac{4}{40} = 0.1$$

منحل کے مول کی تعداد جو ایک لیٹر محلول میں موجود ہو، مولاریٹی کہلاتی ہے۔ مولاریٹی کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{مولاریٹی (M)} = \frac{\text{منحل کے مول کی تعداد}}{\text{محلول کا حجم (لیٹر میں)}}$$

اگر منحل کے مول کی تعداد 'n' ہو اور محلول کا حجم 'V' لیٹر ہو تو

$$\text{مولاریٹی (M)} = \frac{n}{V} \quad \text{----- 1.2}$$

اگر منحل کا وزن (W) اور سالمی وزن ($M_w$) ہو اور محلول کا حجم 'V' ملی لیٹر ہو تو

منحل کا مول $n = \frac{W}{M_W}$، محلول کا حجم $\frac{V}{1000}$ ملی لیٹر ہو تو

$$\text{مولاریٹی (M)} = \frac{W/M_w}{V/1000} = \frac{W \times 1000}{M_w \times V} \quad \text{----- 1.3}$$

## 2. مولالیٹی 'm' (Molality)

منحل کے مول کی تعداد جو 1000 گرام محلل میں موجود ہو' مولالیٹی کہلاتی ہے۔ اس کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{مولالیٹی (m)} = \frac{\text{منحل کے مول کی تعداد}}{\text{محلل کا وزن (kg) میں}}$$

اگر منحل کے مول کی تعداد 'n' اور محلل کا وزن 'W' kg ہو تو

$$\frac{n}{W} = m \text{ .....1.4}$$

منحل کا وزن 'w' اور سالمی وزن $M_W$ اور محلل کا وزن 'W' گرام ہو تو

$$\text{مولالیٹی } (m) = \frac{w/M}{W/1000} = \frac{w \times 1000}{M_w \times W} \quad \text{-----1.5}$$

## 3. نارمالیٹی 'N' (Normality)

منحل کے گرام معادل وزن کی تعداد جو ایک لیٹر محلول میں موجود ہو، نارملیٹی کہلاتی ہے۔ اس کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\text{نارملیٹی 'N'} = \frac{\text{منحل کا گرام معادل وزن}}{\text{محلول کا حجم (لیٹر میں)}}$$

اگر منحل کا گرام معادل وزن 'E' اور محلول کا حجم 'V' لیٹر ہو تو

$$\frac{E}{V} = N \text{ .....1.6}$$

اگر منحل کا وزن w گرام معادل وزن GEW محلول کا حجم 'V' ملی لیٹر

$E = \frac{w}{GEW}$ ہو تو

$$\frac{W / GEW}{V / 1000} = N \text{ .....1.7}$$

$\frac{W \times 1000}{GEW \times V} = N$ ،

Gram Equivalent Weight = GEW (گرام معادل وزن)

گرام معادل وزن اور سالمی وزن کے رشتہ کو ذیل سے دیا جاتا ہے،

$$\text{گرام معادل وزن} = \frac{\text{سالمی وزن}}{\text{گرفت (Valency)}} \quad \text{-------1.8}$$

مثلاً $H_2SO_4$ کا سالمی وزن 98 اور سلفیٹ کی گرفت '2' ہے تو گرام معادل وزن 49 ہو گا۔

$H_2SO_4$ کا گرام معادل وزن $= \frac{98}{2} = 49$

**4. مول کسر** (Mole Fraction)

محلول کے ارتکاز کو منحل کی مول کسر یا محلل کی مول کسر سے بھی ظاہر کیا جاتا ہے۔ محلول کی منحل کی مول کسر سے مراد منحل کے مول کی تعداد اور محلول کی مول کی تعداد کی نسبت ہے۔ فرض کرو کہ ایک محلول میں منحل کے مول کی تعداد $n_1$ اور محلل کے مول کی تعداد $n_2$ ہو تو

$$\frac{\text{منحل کے مول کی تعداد}}{\text{(منحل+محلل) کے مول کی جملہ تعداد}} = X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \text{منحل کی مول کسر} \quad \text{-----1.9}$$

$$\frac{\text{محلل کے مول کی تعداد}}{\text{(منحل+محلل) کے مول کی جملہ تعداد}} = X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \text{محلل کی مول کسر} \quad \text{-----1.10}$$

**5. فیصد** (Percentage)

محلول کے ارتکاز کو وزن فیصد (Weight Percentage) یا حجم فیصد (Volume Percentage) سے بھی ظاہر کیا جاتا ہے۔

مثلاً: 10٪ (W/W) شکر محلول کا مطلب یہ ہے کہ 10 گرام شکر کو 90 گرام پانی میں حل کیا گیا ہے۔

اسی طرح 10٪ (V/V) الکوحل محلول کا مطلب یہ ہے کہ 10 ملی لیٹر الکوحل کو 90 ملی لیٹر پانی میں حل کیا گیا ہے ۔

**عبارتی سوال**

9.8 گرام $H_2SO_4$ کو 50 گرام پانی میں حل کیا گیا۔ $H_2SO_4$ محلول کی مولالیٹی، نارمالیٹی کا مول کسر معلوم کیجیے۔

**محلول کی مولالیٹی**

$H_2SO_4$ کا وزن 9.8 = گرام، پانی کا وزن = 50 گرام

$$\text{مولالیٹی 'm'} = \frac{\text{منحل کا وزن} \times 1000}{\text{منحل کا سالمی وزن} \times \text{پانی کا وزن}}$$

$$2 = \frac{1000 \times 9.8}{50 \times 98} = \text{m}$$

$$\text{نارملیٹی 'N'} = \frac{\text{منحل کا وزن} \times 1000}{\text{منحل کا معادل وزن} \times \text{پانی کا حجم}}$$

$$4 = \frac{1000 \times 9.8}{50 \times 49} = \text{N}$$

**$H_2SO_4$ کی مول کسر**

$$0.1 = \frac{9.8}{98} = H_2SO_4 \text{ کے مول} = n_1$$

$$2.77 = \frac{50}{18} = H_2O \text{ کے مول} = n_2$$

$$0.036 = \frac{0.1}{0.1 + 2.77} = H_2SO_4 \text{ کی مول کسر}$$

## 1.2.2 مائع میں گیس کا محلول (Solution of Gas in Liquid)

مائعات جیسے پانی میں گیس حل ہو کر مائع میں گیس کا محلول تیار کرتے ہیں۔ مائع میں گیس کی حل پذیری محدود اور معین ہوتی ہے۔ گیس کی حل پذیری کا انحصار مائع کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ پانی میں سب سے زیادہ حل پذیر گیس امونیا ہے۔ کاربن ڈائی آکسائیڈ پانی میں حل ہو کر $CO_2$ کا آبی محلول کاربونک ترشہ (Carbonic acid) بناتی ہے۔ پانی سے تعامل کرنے والی گیس دوسری گیسوں کی بہ نسبت زیادہ حل پذیر ہوتی ہیں۔ مائع میں آسانی سے تبدیل ہونے والی گیس زیادہ حل پذیر ہوتی ہے۔ اسی لیے ہائیڈروجن اور آکسیجن سے زیادہ امونیا گیس زیادہ حل پذیر ہوتی ہے۔ مائع میں گیس کا ثنائی نظام (Binary System) کا عام اصول ہے کہ قطبی مرکبات، قطبی محلول جیسے پانی میں زیادہ حل

پذیر ہوتے ہیں۔ غیر قطبی مرکبات جیسے نامیاتی مرکبات، غیر نامیاتی محلل نبزین میں حل پذیر ہوتے ہیں۔ تپش میں اضافہ سے گیس کی حل پذیری میں کمی واقع ہوتی ہے۔

## ہینری کا کلیہ (Henry's Law)

ڈبلیو ہینری نے گیس کی حل پذیری اور دباؤ کے درمیان ایک مقداری رشتہ پیش کیا۔ اس کو ہینری کا کلیہ کہتے ہیں۔ اس کلیہ کے مطابق مستقل تپش پر دیے گئے محلل کے حجم میں گیس کی حل پذیری راست متناسب ہوتی ہے گیس کے دباؤ کے۔ جب کہ مائع اور گیس تعادل کی حالت میں ہو۔

اس کلیہ کو حسابی طریقہ سے ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مستقل تپش پر $S \alpha P$

یا $S = KP$

$$K = \left(\frac{S}{P}\right) \ldots\ldots\ldots 1.11$$

جہاں پر K= تناسب کا مستقل، S= گیس کی حل پذیری (گیس کی حل شدہ تعداد فی اکائی حجم محلل میں)، P= گیس کا دباؤ

## ہینری کے کلیے کے تحدیدات (Limitation of Henry's Law)

1۔ گیس کا دباؤ کم ہونا چاہیے۔

2۔ تپش زیادہ کم نہیں ہونی چاہیے۔

3۔ حل پذیری کے دوران تپش میں تبدیلی نہیں ہونی چاہیے۔

4۔ گیس اور مائع کے دوران کوئی تعامل نہ ہو۔ جیسا کہ $H_2O$ اور $CO_2$ میں تعامل سے $H_2CO_3$ (کاربونک ترشہ) حاصل ہوتا ہے۔

5۔ مائع میں گیس کا افترق اور ائتلاف نہ ہونا چاہیے۔

6۔ اس کلیہ کا اطلاق صرف ہلکا یا محلول پر ہوتا ہے۔

## 1.3 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے درجہ ذیل کے بارے میں معلومات حاصل کی۔

1۔ محلول اور اس کے اقسام و مثالوں کی جانکاری حاصل کی۔

2۔ محلول کے ارتکاز کا مولاریٹی، مولالیٹی، نارملیٹی، مول کسر میں اظہار کے بارے میں معلومات حاصل کی۔

3۔مائع میں گیس کا محلول۔ہینری کا کلیہ کا مطالعہ کیا۔

4۔ہینری کے کلیئے سے انحراف، گیس کی حل پذیری پر تپش کا اثر کا بھی مطالعہ کیا۔

## 1.4 کلیدی الفاظ

**طیران پذیر:** کم نقطہ جوش والا جز

**حل پذیری:** ایک شئے (منحل) کا دوسری شئے (محلل) میں حل ہونا

**سیر شدہ محلول:** ایسا محلول جس میں مزید منحل کو حل کرنے کی گنجائش نہ ہو

**نقطہ جوش:** وہ تپش جس پر مائع کا بخاری دباؤ کرہ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہوتا ہے

**آبی محلول:** وہ محلول جس میں پانی محلل ہو۔

## 1.5 نمونہ امتحانی سوالات

**معروضی جوابات کے حامل سوالات**

1۔ایک لیٹر محلول میں منحل کے مول کی تعداد ہے۔

(a) مولالیٹی (b) مولاریٹی (c) نارملیٹی (d) مول کسر

2۔مائع میں گیس کی حل پذیر مقدار اور دباؤ میں رشتہ کہلاتا ہے

(a) ہینری کا کلیہ (b) رؤلٹ کا کلیہ (c) بائیل کا کلیہ (d) چارلس کا کلیہ

3۔زوجی محلول(Conjugate Solution)ہے۔

(a) پانی+فینول (b) پانی+ہائیڈروکلورک ترشہ (c) پانی+میتھائیل الکوحل (d) پانی +بنزین

4۔آمیزے جو کسی بھی تپش پر بغیر ترکیب کی تبدیلی کے کشید کیے جاسکتے ہیں۔

(a) زوجی آمیزے (b) ہم کشید آمیزے (c) کسری کشید آمیزے (d) دھاتی آمیزے

5۔مائع۔مائع آمیزے میں ایک مائع جزو کا جزوی دباؤ راست متناسب ہوتا ہے اس کی مول کسر کیا کہلاتا ہے۔

(a) نرنسٹ کا کلیہ (b) رؤلٹ کا کلیہ (c) ہینری کا کلیہ (d) اوگاڈرو کا کلیہ

6۔کاربونک ترشہ $H_2CO_3$ ہے۔

(a) مائع+گیس آمیزہ (b) مائع+ٹھوس آمیزہ

(c) مائع+مائع آمیزہ (d) کوئی نہیں

7۔مائع میں گیس کی حل پذیری پر اثرانداز ہونے والے عوامل کیا ہے۔

(a) تپش (b) دباؤ (c) تپش دباؤ (d) تمام عوامل

8۔ایک محلول میں منحل اور محلل کی مول کسر بالترتیب 0.25اور 0.75ہے۔منحل کی مول کسر ہے۔

(a) 0.25 (b) 0.75 (c) 1 (d) 0.5

9۔مائع۔مائع آمیزہ جو کسی بھی تناسب(ترکیب) پر رولٹ کے کلیئے کے تابع ہوتا ہے۔

(a) کامل محلول (b) حقیقی محلول (c) آبی محلول (d) زوجی محلول

10۔مائع۔مائع کا نظام جن کا پیمائش کردہ بخاری دباؤ، اصل بخاری دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

(a) کامل نظام (b) مثبت انحراف کا نظام (c) منفی انحراف کا نظام (d) حقیقی نظام

**مختصر جوابات کے حامل سوالات**

1۔ہینری کا کلیہ بیان کیجیے اور محدودات کی وضاحت کیجیئے۔

2۔مائع میں گیس کے محلول پر اثر انداز ہونے والے عوامل کے نام لکھیئے۔

3مایع میں گیس کی حل پذیری پر تپش کے اثر کو بیان کیجیئے۔

4۔مایع میں گیس کی حل پذیری دباو کے اثر کو بیان کیجیئے۔

5۔4.0 گرام NaOH کو 90 گرام پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کی مولالیٹی محسوب کیجیئے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ محلول سے کیا مراد ہے؟ اس کے مختلف اقسام مثالوں کے ساتھ لکھیئے۔

2۔ حل پذیری کی تعریف بیان کیجیے۔ اس کو متاثر کرنے والے عوامل کو تفصیل سے بیان کیجیئے۔

# اکائی 2 : محلول کی کیمیاء- II

(Unit-2-Chemistry of Solution -II)

اکائی کے اجزا


2.0. تمہید

2.1 مقاصد

2.2 مائع۔مائع محلول

2.2.1 مکمل حل پذیر مائعات

2.2.2 جزوی حل پذیر مائعات

2.2.3 مکمل ناحل پذیر مائعات

2.3 رؤلٹ کا کلیہ (مائع۔مائع آمیزہ )

2.3.1 رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف، کامل اور غیر کامل محلول

2.3.2 2.3.2 رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کی وجوہات

2.4 کامل اور غیر کامل محلول کے بخاری دباؤ ترکیب، تپش ترکیب منحنیاں اور تشریح

2.5 اکتسابی نتائج

2.6 کلیدی الفاظ

2.7 نمونہ امتحانی سوالات


## 2.0 تمہید

دو یا زائد اجزاء کا متجانس آمیزہ، محلول کہلاتا ہے۔ جیسا کہ پچھلی اکائی میں منحل اور محلل کی طبعی فطرت کی بنا پر 9 قسم کے محلول بیان کیے گیے ہیں۔ جن میں سے ایک قسم کا محلول جو کہ مائع اور مائع کا متجانس آمیزہ ہے۔ مثال کے طور پر الکوحل اور پانی۔ مزید اس محلول کو تین اقسام میں درجہ بند کیا گیا ہے۔ عام طور پر مائع اور مائع کا محلول رؤلٹ کلیہ کے تابع ہوتا ہے۔ اس بنا پر ان محلولوں کو دو حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ جن کو مثالی اور غیر مثالی محلول کہتے ہیں۔ ایسے محلول جو رؤلٹ کلیہ کے تابع ہوتے ہیں' ان کو مثالی اور جو اس کو کلیہ کو تابع نہیں ہوتے ہیں' غیر مثالی محلول کہلاتے ہیں۔ اس کی اہم وجہ منحل اور محلل کے درمیان بین سالیماتی طاقت ہے۔

## 2.1 مقاصد

اس اکائی کا مقصد حسب ذیل کے بارے میں معلومات فراہم کرنا ہے۔

مائع۔مائع محلول کے اقسام

مائع۔مائع محلول، رؤلٹ کا کلیہ

مائع۔مائع آمیزہ کا رؤلٹ کا کلیہ

کامل اور غیر کامل محلول اور ان کے بخاری دباؤ۔ ترکیب اور تپش۔ ترکیب کی منحنیوں کی تشریح۔

## 2.3 مائع۔مائع محلول (Liquid - Liquid Solution)

جیسا کہ آپ جانتے ہیں، مائعات بھی مائعات میں حل پذیر ہوتے ہیں اور ثنائی محلول (Binary Solution) بناتے ہیں۔ اس کو مائعات کا ثنائی نظام (Binary System of Liquids) کہتے ہیں۔ یہ ثنائی مائع آمیزہ بھی کہلاتا ہے۔ ان کی وسیع پیمانے پر تین اقسام میں درجہ بندی کی جاتی ہے۔

2.2.1 مکمل حل پذیر مائعات (Completely Miscible Liquids)

2.2.2 جزوی حل پذیر مائعات (Partially Miscible Liquids)

2.2.3 مکمل ناحل پذیر مائعات (Completely Immiscible Liquids)

### 2.21 مکمل حل پذیر مائعات (Completely Miscible Liquids)

ثنائی آمیزے جو دو مائعات پر مشتمل ہوتے ہیں اور کسی بھی تناسب میں حل پذیر ہوتے ہیں، مکمل حل پذیر مائعات کہلاتے ہیں۔ مثلاً پانی اور الکوحل کا آمیزہ کسی بھی ارتکاز پر حل پذیر ہوتا ہے۔ اس آمیزے میں منحل اور محلل کو تمیز کرنا مشکل ہوتا ہے اور یہ مکمل متجانس ہوتا ہے۔

### 2.2.2 جزوی حل پذیر مائعات (Partially Miscible Liquids)

ثنائی آمیزے جن میں مائعات کی مکمل حل پذیری اجزاء کے تناسب کے محدود دائرہ میں ہو تو یہ جزوی حل پذیر مائعات کہلاتے ہیں۔ اگر فینول (Phenol) کو عام تپش پر تھوڑی مقدار میں پانی میں ملایا جائے تو یہ پانی میں مکمل طور پر حل ہو جاتا ہے۔ اگر فینول کے اضافے کو جاری رکھا جائے تو ایک نقطے پر پہونچنے کے بعد مزید مقدار پانی میں حل نہیں ہوتی اور مائعات کی دو پرتیں حاصل ہوتی ہیں۔ یہ دو پرتیں بالترتیب پانی میں فینول کا سیر شدہ محلول اور فینول میں پانی کا سیر شدہ محلول بتلاتی ہیں۔ ان کو زوجی محلول ( Conjugate Solution) کہتے ہیں۔ اس کے علاوہ ایتھر۔ انیلین، کاربن ڈائی سلفائیڈ۔ میتھائیل الکوحل، انیلین۔ ہکزین جزوی حل پذیر مائع جوڑیاں ہیں۔

### 2.2.3 مکمل ناحل پذیر مائعات (Completely Immiscible Liquids)

ثنائی مائع آمیزے کی کئی مثالیں ہیں جن میں آمیزے کی ترکیب کے مکمل دائرے میں بھی دو مائعات کسی بھی تناسب میں حل پذیری کا اظہار نہیں کرتے۔ مثلاً پانی میں کاربن ڈائی سلفائیڈ کسی بھی تناسب میں حل پذیر نہیں ہوتا۔ اسی کو مکمل ناحل پذیر مائعات کی جوڑی کہتے ہیں۔

## 2.3 رؤلٹ کا کلیہ (مائع۔مائع آمیزہ) (Raoult's Law of Liquid – Liquid Solution)

رؤلٹ کے کلیئے کے مطابق مائع آمیزے میں مائع کا جزوی بخاری دباؤ اس کے مول کسر (Mole traction) کے متناسب ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ایک ثنائی آمیزہ مائعات A اور B پر مشتمل ہے۔ مائعات کے جزوی بخاری دباؤ بالترتیب $P_B, P_A$ اور مول کسر $X_B, X_A$ ہیں۔ مائع آمیزہ کا جملہ بخاری دباؤ 'P'، $P_A$ اور $P_B$ کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔

$$P_A \ \alpha \ X_A$$
$$P_A = P_A^0 X_A$$
$$P_B \ \alpha \ X_B$$
$$P_B = P_B^0 X_B$$

جہاں $P_A^0$ اور $P_B^0$ خالص مائعات کا بخاری دباؤ ہے۔

$$P = P_A + P_B \text{ (جملہ بخاری دباؤ)}$$

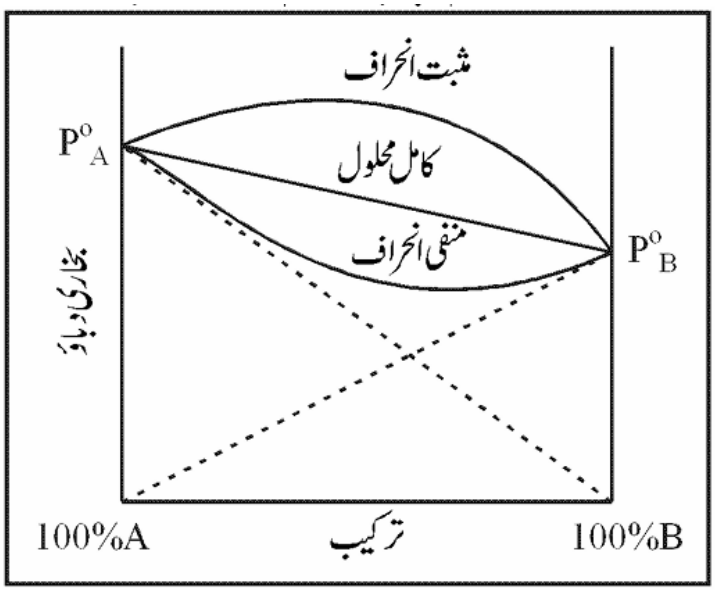
$$P = P_A^0 X_A + P_B^0 X_B \quad \text{-------2.1}$$

## 2.3.1 : رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف، کامل اور غیر کامل محلول

ایسا آمیزہ جو کسی بھی ترکیب یا تناسب پر رؤلٹ کے کلئے کے تابع ہوتا ہیں، کامل یا مثالی نظام (Ideal System) کہلاتا ہے۔ یعنی آمیزہ کا جملہ دباؤ، مائعات کے جزوی دباؤ کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔

$$P = P_A^0 X_A + P_B^0 X_B$$

رؤلٹ کے کلیہ کے مطابق بخاری دباؤ اور مول کسر کے درمیان ترسیم کھینچنے پر خط مستقیم حاصل ہوتا ہے۔




شکل 2.1 : بخاری دباؤ اور مول کسر کے درمیان ترسیم

ایسے نظام کی تعداد محدود ہے جو ارتکاز کے تمام دائرے میں رؤلٹ کے کلیے کے مطابق ہوتے ہیں ترسیم کھینچنے پر مثبت اور منفی انحراف کی منحنیاں حاصل ہوئیں جن کو اوپر شکل میں ظاہر کیا گیا ہے۔ مثبت انحراف کا اظہار کرنے والے نظام $CCl_4$ + n-Heptane، ڈائی ایتھائیل ایتھر +ایسٹیون، n-Heptane+ ایتھائیل الکوحل ہیں۔ منفی انحراف کا ظہار کرنے والے نظام ایسٹیک ترشہ +Pyridine، کلوروفام-ایسٹیون ہیں۔

## 2.3.2 رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کی وجوہات

1. مائعات کے اندرونی دباؤ میں زیادہ فرق

2. مائعات کی قطبیت میں نمایاں فرق

3. ہائیڈروکاربن کی زنجیر کی لمبائی میں زیادہ فرق

4. سالمات میں اتحاد یا ائتلاف (Association)

5. مائعات کے جزوی دباؤ میں زیادہ فرق

6. ثنائی آمیز کے بننے کے دوران حرارت جذب یا خارج ہوتی ہے یعنی $\Delta H = 0$

7. ثنائی آمیز کے حجم میں تبدیلی نہیں ہونی چاہیے یعنی حجم میں اضافہ یا کمی نہ ہونی چاہیے $\Delta V = 0$۔

## 2.4 کامل اور غیر کامل محلول کے بخاری دباؤ۔ ترکیب اور تپش۔ ترکیب منحنیاں اور تشریح

ہم جانتے ہیں کہ مائع۔ مائع ثنائی آمیزہ جو رؤلٹ کے کلیے کے تابع ہوتا ہے۔ کامل یا مثالی محلول کہلاتا ہے۔ اس آمیزے میں A–B کے درمیان بین سالمی قوت کشش، A–A اور B–B بین سالماتی کشش کے برابر ہوتی ہے۔ (A اور B دو مختلف مائعات ہیں جو ثنائی آمیزہ بناتے ہیں)۔

### کامل محلول کی مثالیں

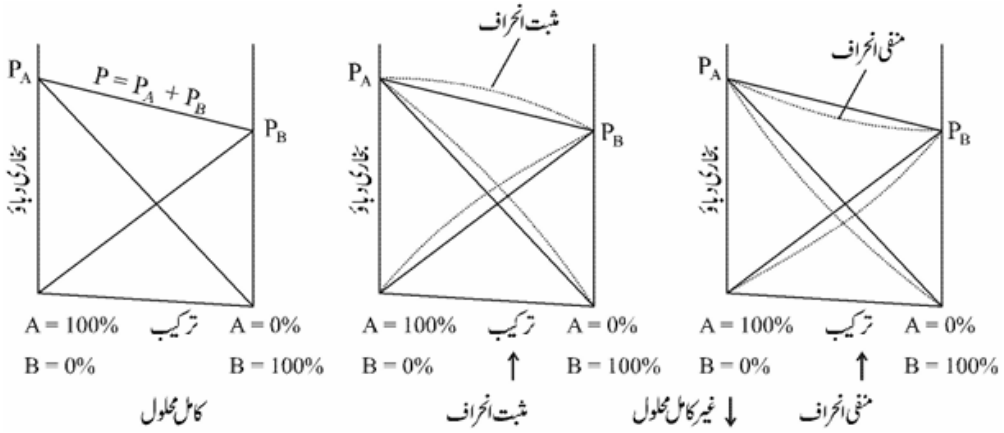
Ethylene bromide + Ethylene chloride، n–Heptane+n–Hexane، Toluene+Benzene ہیں۔

مائع۔ مائع ثنائی آمیزہ جو رؤلٹ کے کلیے سے انحراف کرتا ہے 'غیر کامل محلول (non Ideal Solution) کہلاتا ہے۔ ایک غیر کامل محلول بننے کے دوران حرارت جذب یا خارج ہوتی ہے $\Delta H \neq 0$ اور حجم میں تبدیلی واقع ہوتی ہے یعنی $\Delta V \neq 0$

اس آمیزے میں A–B کی بین سالمی کشش، A–A اور B–B بین سالماتی کشش سے مختلف ہوتی ہے۔ غیر کامل آمیزوں میں مثبت یا منفی انحراف واقع ہوتا ہے۔

### بخاری دباؤ۔ ترکیب کی منحنیاں

کامل ثنائی آمیزہ کے لیے بخاری دباؤ۔ ترکیب کی ترسیم کھینچنے پر خط مستقیم حاصل ہوتا ہے جب کہ غیر کامل آمیزوں کے لیے منحنیاں (Curves) حاصل ہوتی ہیں۔ کامل محلول اور غیر کامل محلول کے مثبت اور منفی انحراف کے منحنیوں کو ذیل میں بتلایا گیا ہے۔




شکل2.2 : بخاری دباؤ۔ ترکیب منحنیاں۔ کامل محلول، رؤلٹ کے کلیئے سے مثبت اور منفی انحراف

**بخاری دباؤ۔ تپش کی منحنیاں** (Vapour Pressure–Temperature Curves)

ایک متجانس آمیزہ میں نقط جوش تک تپش میں اضافہ کے ذریعے طیران پذیر (Volatile) اجزاء کی علاحدگی کشید (Distillation) کہلاتی ہے۔

مثلاً Acetone اور Benzene کے آمیزے کی تپش میں اضافہ کرنے پر $56^0C$ تپش پر Acetone اور $80^0C$ پر Benzene پر علاحدہ ہوتا ہے۔ $56^0C$ تپش پر acetone بخارات کی شکل میں علاحدہ ہونے لگتا ہے اور بچے ہوئے آمیزے میں Benzene کی مقدار زیادہ ہوتی ہے۔ یہ عمل اس وقت تک جاری رہتا ہے جب تک تمام Acetone علاحدہ نہ ہو جائے۔

مائع۔ مائع آمیزوں کے نقط جوش اور ترکیب کو ترسیم کی شکل میں پیش کیا جاتا ہے۔ Y محور پر نقط جوش اور x محور پر ترکیب کو لیا جاتا ہے۔ اس طرح دو منحنی حاصل ہوتے ہیں ایک منحنی مائع اور دوسری منحنی بخارات کی ترکیب کو بتلاتی ہے۔ بالائی منحنی بخارات کی منحنی کہلاتی ہے اور نچلی منحنی، مائع کی منحنی کہلاتی ہے۔ بخارات میں زیادہ طیران پذیر جزو (کم نقطہ جوش والا جزو) کی مقدار زیادہ ہوتی ہے۔ جب کہ کم طیران پذیر جزو (زیادہ نقط جوش والا جزو) کی مقدار کم ہوتی ہے۔

تجرباتی نتائج کی ترسیم کھینچنے پر تین مختلف قسم کے منحنی حاصل ہوتے ہیں۔

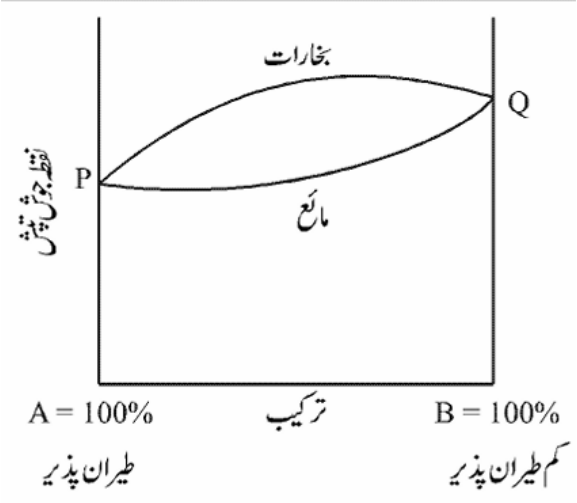
**1۔ پہلی قسم:** جس میں نقط جوش میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔

**2۔ دوسری قسم:** جس میں نقط جوش اعلیٰ ترین ہوتا ہے۔

**3۔ تیسری قسم:** جس میں نقط جوش اعظم ترین ہوتا ہے۔

## 1۔ پہلی قسم: نقطہ جوش میں بتدریج اضافہ

نقطہ جوش۔ ترکیب کی منحنی کو ذیل کی شکل میں ظاہر کیا گیا ہے۔

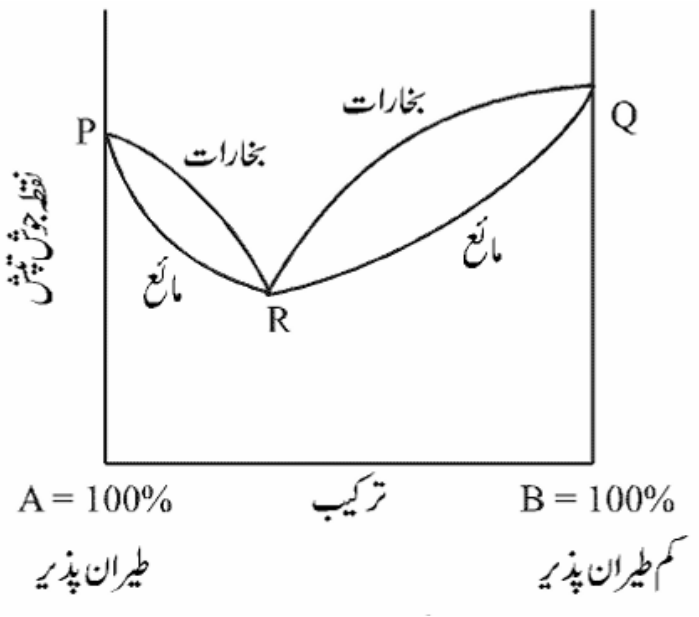



شکل 2.3: مائع آمیزہ-نقطہ جوش میں بتدریج اضافہ

بالائی منحنی بخاری حصہ کی ترکیب اور نچلی منحنی مائع حصہ کی ترکیب کو ظاہر کرتی ہے۔ بخارات میں کم نقطہ جوش جزو کی مقدار زیادہ ہوتی ہے۔ پانی۔ ایسٹیون، ایتھر۔ ایسٹیون، کلورو نیزین۔ برومو نبزین نظام اس کی مثالیں ہیں۔

## 2۔ دوسری قسم: اعلیٰ ترین نقطہ جوش

نقطہ جوش۔ ترکیب کی منحنی کو ذیل میں دیا گیا ہے۔



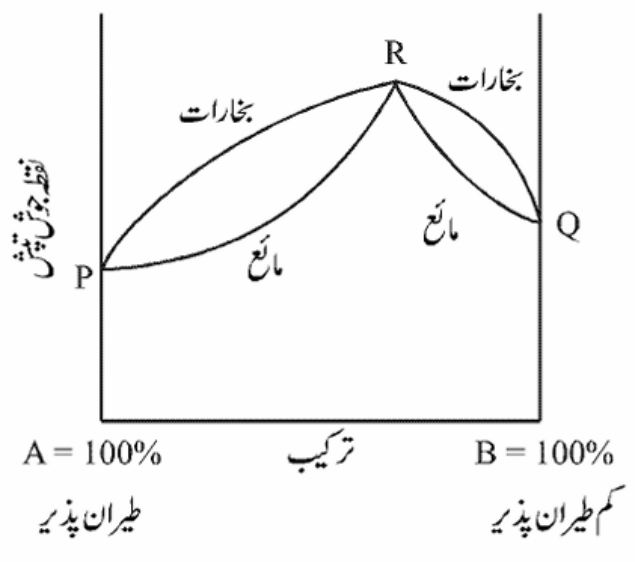

شکل2.4: مائع آمیزہ-اعلی ترین نقطہ جوش

بالائی منحنی بخارات اور نچلی منحنی مائع کو ظاہر کرتی ہے۔ یہ دونوں نقط 'R' پر ملتے ہیں جو اعلیٰ ترین نقط جوش کے آمیزے کو ظاہر کرتا ہے۔ اس تپش پر تعادل کی حالت میں مائع اور بخارات کی ترکیب مساوی ہوتی ہے۔ اس نقط پر موجود مائع مستقل تپش کو ظاہر کرتا ہے۔ ترکیب میں تبدیلی کے بغیر مکمل طور پر کشید ہوتا ہے۔ اس طرح کا آمیزہ جو بغیر کسی ترکیب کے کشید ہوتا ہے۔ ہم کشید آمیزہ ( Azeotropic Mixture) کہلاتا ہے۔ اس طرح کے آمیزوں کی ترکیب اور نقط جوش دباؤ کے ساتھ تبدیل ہوتے ہیں ایتھائیل الکوحل۔ نبزین، ایسٹیون ۔کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ، میتھائل الکوحل۔ کلوروفام نظام اس کی مثالیں ہیں۔

### 3۔ تیسری قسم: اعظم ترین نقط جوش

اس قسم میں بھی بالائی منحنی بخارات اور نچلی منحنی مائع کو ظاہر کرتی ہے۔ دونوں منحنی اعظم ترین نقطہ R پر ملتے ہیں یہاں پر بھی 'R' سے منسلک آمیزہ، ہم کشید آمیزہ کہلاتا ہے۔ ہم کشید آمیزے کو کشید کے ذریعے دو خالص اجزاء میں علاحدہ کرنا ممکن نہیں ہے۔ صرف ایک جزو جو ہم کشید آمیزے کی درکار مقدار سے زیادہ ہے حاصل کرنا ممکن ہے۔

$C_2H_5OH - H_2O, HCl + H_2O$ نظام اس کی مثالیں ہیں۔ نقطہ جوش ترکیب کی منحنی کو ذیل کی شکل میں دیا گیا ہے۔




شکل 2.5: مائع آمیزہ-اعظم ترین نقطہ جوش

## 2.5 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم درجہ ذیل کے بارے میں معلومات حاصل کی ہیں۔

1۔مائع۔مائع محلول اوران کی مثالیں۔

2۔رؤلٹ کا کلیہ اور انحراف۔

3۔کامل محلول یامثالی محلول وہ ہے جو رؤلٹ کے کلیہ تابع ہو۔

4۔ محلول جو رؤلٹ کے کلیے سے انحراف کرتے ہیں، غیر کامل محلول کہلاتے ہیں۔

5۔غیر کامل محلول میں مثبت انحراف اور منفی انحراف ہوتا ہے۔اس طرز عمل کی وجوہات کی جانکاری

6۔ایک کامل محلول جب اجزاءء ملانے سے حاصل ہوتا ہے تو اس دوران نہ حرارت خارج اور نہ جذب ہوتی ہے۔یعنی $\Delta H = 0$ اسی طرح حجم میں اضافہ یا کمی واقع نہیں ہوتی $\Delta V = 0$

7۔متجانس ثنائی مائع۔مائع آمیزوں کی کشید میں

(a) نقط جوش میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔

(b) نقط جوش اقل ترین ہوتا ہے۔

(c) نقط جوش اعظم ترین ہوتا ہے۔

## 2.6 کلیدی الفاظ

**طیران پذیر:** کم نقطہ جوش والا جز

**حل پذیری:** ایک شئے (منحل) کا دوسری شئے (محلل) میں حل ہونا

**سیر شدہ محلول:** ایسا محلول جس میں مزید منحل کو حل کرنے کی گنجائش نہ ہو

**نقطہ جوش:** وہ تپش جس پر مائع کا بخاری دباؤ کرہ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہوتا ہے

**آبی محلول:** وہ محلول جس میں پانی محلل ہو

**کامل محلول:** وہ ثنائی محلول جو رؤلٹ کے کلیئے کے تابع ہو

## 2.7 نمونہ امتحانی سوالات

**معروضی جوابات کے حامل سوالات**

1۔مائع۔مائع آمیزہ جو کسی بھی تناسب (ترکیب) پر رولٹ کے کلیئے کے تابع ہوتا ہے۔

(a) کامل محلول (b) حقیقی محلول (c) آبی محلول (d) زوجی محلول

2۔مائع۔مائع کا نظام جن کا پیمائش کردہ بخاری دباؤ، اصل بخاری دباؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

(a) کامل نظام (b) مثبت انحراف کا نظام (c) منفی انحراف کا نظام (d) حقیقی نظام

3۔مندرجہ ذیل میں سے کون سا جوڑا مثالی محلول کے لیے صحی ہے۔

(a) ایتھایل الکوحل اور پانی (b) ایسیٹون اور کلاروفارم (c) میتھایل الکوحل اور پانی
(d) بینزین اور ٹالوین

4۔مندرجہ ذیل میں سے کون سا جوڑا مثالی محلول کے لیے صحی نہیں ہے۔

(a) ایتھایل الکوحل اور پانی (b) ایسیٹون اور کلاروفارم

(c) میتھایل الکوحل اور پانی (d) بینزین اور ٹالوین

5۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا جوڑا غیر مثالی محلول کے لیے صحی ہے۔

(a) بینزین اور ٹالوین (b) ایسیٹون اور کلوروفارم

(c) ہیکزین اور ہیپٹین (d) ایتھایل برومایڈ اور ایتھایل کلورایڈ

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ رؤلٹ کا کلیہ بیان کیجیے اور حسابی شکل لکھیئے۔

2۔ رؤلٹ کے کلیہ کے انحراف کی وجوہات بیان کیجیئے۔

3۔ مثالی محلول کی تعریف دو مثالوں کے ساتھ لکھیئے۔

4۔ غیر مثالی محلول کی تعریف لکھیے اور ان کی شرطوں کو بھی لکھیئے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ مثالی اور غیر مثالی محلول میں فرق مع مثالوں کے کیجیئے۔

2۔ کامل محلول اور غیر کامل محلول کیا ہیں؟ بخاری دباؤ۔ ترکیب کی ترسیم کھینچ کر وضاحت کیجیئے۔

3۔ ترکیب۔ تپش کی ترسیم کھینچ کر تین مختلف قسم کے مائع۔ مائع نظام کی تشریح کیجیئے۔

# اکائی 3 : محلول کی کیمیاء- III

(Unit-3: Chemistry of Solution - III)

اکائی کے اجزا


3.0 تمہید

3.1 مقاصد

3.2. مائع کا بخاری دباؤ اور ثنائی آمیزے میں مائع کا جزوی دباؤ

3.3 متجانس ثنائی آمیزہ کی کشید۔ ہم کشید آمیزے

3.4 مائع آمیزے کی خالص اجزاء میں علاحدگی۔ کسری کشید

3.5 بھاپ کشید اور اس کی افادیت

3.6 اکتسابی نتائج

3.7 کلیدی الفاظ

3.8 نمونہ امتحانی سوالات


## 3.0 تمہید

جیسا کہ پہلے بیان کیا جاچکا ہے کہ محلول دو یا زائد اجزاء کا متجانس آمیزہ ہے۔ محلول کے دو اہم اجزاء محلل (Solvent) اور منحل (solute) ہیں۔ محلول کے اجزاء ٹھوس، مائع یا گیس ہو سکتے ہیں۔ محلول میں موجود زائد مقدار جز محلل اور کم مقدار میں موجود جز منحل کہلاتا ہے۔ مثلاً ٪20 الکوحل محلول میں 20 حصے الکوحل اور 80 حصہ پانی ہے یعنی پانی محلل اور الکوحل منحل ہے۔ ٪ 70 الکوحل محلول میں 70 حصے الکوحل اور 30 حصہ پانی ہے۔ یعنی الکوحل محلل اور پانی منحل ہے۔ ثنائی محلول دو اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ محلول میں اس کے اجزاء کے خصوصیات موجود رہتی ہیں۔ یہ بات ذہن نشین کرنی چاہیئے کہ محلول ایک آمیزہ ہے۔ مرکب نہیں محلول میں اجزاء کسی بھی تناسب میں

ہوسکتے ہیں جب کہ مرکب میں اجزاء کا تناسب معین ہوتا ہے۔ جیسے $H_2O$ میں ہائیڈروجن اور آکسیجن کا تناسب 2:1 ہے جب کہ $H_2O_2$ میں تناسب 1:1 ہے۔

محلول کے اجزاء کو مختلف طریقوں سے علاحدہ کیا جاسکتا ہے۔ مائع نامیاتی مرکبات اور پانی کے آمیزے غیر متجانس اور ناحل پذیر یا جزوی حل پذیر ہوتے ہیں اور دو ہیتیں (Phases) بناتے ہیں۔

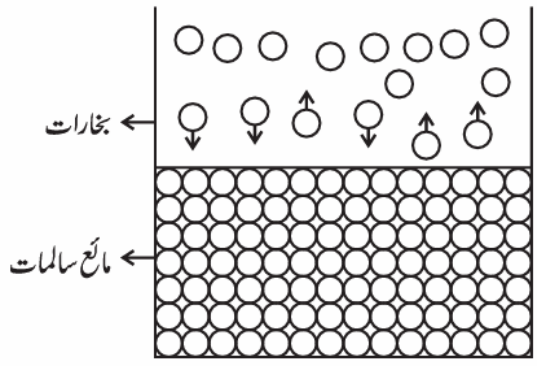
## 3.1 مقاصد

اس اکائی کو مکمل کر لینے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے۔

- محلول کا ادراک۔
- مائع کا بخاری دباؤ اور آمیزے میں جزوی دباؤ۔
- مائع کے اجزاء کی علاحدگی کے طریقے۔
- کشید، کسری کشید، بھاپ کشید اور افادیت۔
- ہم کشید آمیزے

## 3.2 مائع کا بخاری دباؤ اور ثنائی آمیزے میں مائع کا جزوی دباؤ

مائع کے سالمات بھی گیس کے سالمات کی طرح مسلسل حالت حرکت میں رہتے ہیں چوں کہ مائع کی سطح کھلی ہوتی ہے۔ چند سالمات مائع کے اوپری کھلے حصے میں پہونچ جاتے ہیں اگر برتن بند ہو تو سالمے مائع کے اوپر جمع ہونے لگتے ہیں۔ سالمے کی تعداد میں اضافے کے ساتھ سالمے مائع حالت کو لوٹنے کا رجحان رکھتے ہیں۔ مائع کو چھوڑ کر سطح کے اوپر جمع ہونے والے سالمات کی تعداد اور واپس ہونے والے سالمات کی تعداد مساوی ہو تو ایسے مائع کی اوپری فضاء کو مائع کے بخارات کے ساتھ سیر ہونا کہتے ہیں یعنی ایک تعادل کی کیفیت حاصل ہوتی ہے۔




شکل 3.1: مائع بخارات کا تعادل

کسی بھی تپش پر مائع کی سطح پر پیدا ہونے والے دباؤ کو مائع کا بخاری دباؤ (Vapour Pressure) کہتے ہیں۔ بخاری دباؤ کا انحصار تپش پر ہوتا ہے اور مائع کی سطح کے رقبہ سے آزاد ہوتا ہے۔ تعادل کی حالت میں مائع میں اکائی حجم میں پائے جانے والے سالمات کی تعداد، سیر شدہ بخارات کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔ ایسے سالمات، بخارات میں تبدیل ہوتے ہیں جن میں قابل لحاظ توانائی پائی جاتی ہے۔

اگر $n_1$ اور $n_2$ بخارات اور مائع میں سالمات کی تعداد یا مول فی اکائی حجم ہو تو

$$\frac{n_1}{n_2} = e^{-\Delta E / RT} \quad .....3.1$$

جہاں پر $\Delta E$ = اوسط توانائی بالقوہ فی مول کا فرق، R= گیس کا مستقل T= تپش مطلق ہے۔ تپش کے ساتھ -03 میں زیادہ تبدیلی واقع نہیں ہوتی لیکن $\frac{n_1}{n_2}$ کی قیمت میں اضافہ ہوتا ہے۔ کیوں کہ $n_1$ کی قیمت میں قابل لحاظ اضافہ ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ تپش میں اضافہ سے بخاری دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے۔ اس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ کسی دی گئی تپش کے تحت مائع سالمات اپنے بخارات سے تعادل کی حالت میں ہوتے ہیں۔

دو مائعات کا آمیزہ ایک ثنائی آمیزہ کہلاتا ہے۔ اگر ایک مائع میں دوسرا مائع ملایا جائے تو ثنائی آمیزہ میں نقطۂ جوش، اس کے اجزاء کے انفرادی نقط جوش سے زیادہ ہوتا ہے جب کہ بخاری دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔ نقط جوش وہ تپش ہے جس پر بخاری دباؤ اور کرہ ہوائی کا دباؤ مساوی ہوتا ہے۔

رؤلٹ کے کلیے کے مطابق مائع آمیزے میں جملہ بخاری دباؤ، اس کے اجزاء کے جزوی بخاری دباؤ کا مجموعہ ہوتا ہے۔ اور یہ مائعات کا نظام یا مثالی نظام (Ideal System) کہلاتا ہے۔

## 3.3 متجانس ثنائی آمیزہ کی کشید۔ ہم کشید آمیزے

ایک متجانس آمیزہ میں نقط جوش تک تپش میں اضافہ کے ذریعہ ظیران پذیر یا کم نقط جوش والے اجزاء کی علاحدگی کشید (Distillation) کہلاتی ہے۔ ثنائی آمیزے کو تپش میں اضافہ کر کے اجزاء کو علاحدہ کیا جاتا ہے۔ ابتدا میں طیران پذیر مائع بخارات کی شکل میں علاحدہ ہونے لگتا ہے اور بچے ہوئے آمیزے میں کم طیران پذیر جز زیادہ مقدار میں ہوتا ہے۔ یہ عمل اس وقت تک جاری رہتا ہے جب تک دونوں مائع اجزاء مکمل طور پر علاحدہ نہ ہو جائیں۔

تپش کے اضافے سے مستقل دباؤ (فضائی دباؤ) پر اجزاء کے علاحدہ کرنے کو زیادہ اہمیت دی جاتی ہے۔ مستقل تپش پر مائع آمیزے کے اجزاء کی علاحدگی یا کشید کو ہم تپش کشید (Isothermal Distillation) کہتے ہیں۔

نقطہ جوش (تپش) ۔ ترکیب کی منحنیوں اور تجربات سے معلوم ہوا کہ تمام ثنائی آمیزوں کو ان کے اجزاء میں علاحدہ کرنا مشکل ہے۔

نقطہ جوش۔ترکیب کی منحنیوں کی اساس پر ثنائی آمیزوں کو تین زمروں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

1۔ ثنائی آمیزے جن کے نقطہ جوش میں بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔ بخارات میں کم نقطہ جوش والے جزو کی مقدار زیادہ ہوتی ہے اور یہ عمل جاری رہتا ہے جب تک یہ طیران پذیر (کم نقطہ جوش) مکمل طور پر علاحدہ نہ ہو جائے۔

مثلاً: پانی-ایسٹیون، کلوروفارم-کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ، بنزین-ٹالوبن یہہ آمیزے، غیر ہم کشید آمیزے (Zeotropic Mixtures) کہلاتے ہیں۔

2۔ ثنائی آمیزے جن کا نقطہ جوش اقل ترین ہوتا ہے۔ اس نقطہ پر ترکیب میں تبدیلی کے بغیر مکمل طور پر کشید واقع ہوتی ہے۔ اس طرح کے ثنائی آمیزے یا نظام بغیر کسی ترکیب کے کشید ہوتے ہیں۔ ان کو ہم کشید آمیزے (Azeotropic Mixture) کہتے ہیں۔

مثلاً: ایتھائیل الکوحل۔بنزین، متھائیل الکوحل-کلوروفارم، ایسٹیون، کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ

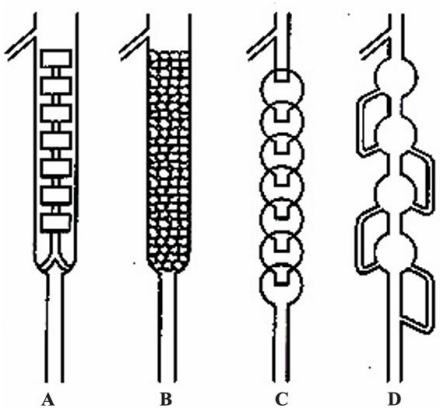
3۔ ثنائی آمیزے جن کا نقطہ جوش اعظم ترین ہوتا ہے۔ اس نقطہ جوش پر بھی ترکیب میں تبدیلی کے بغیر کشید کا عمل جاری رہتا ہے۔ یہ آمیزے بھی ہم کشید آمیزے کہلاتے ہیں۔

مثلاً: $H_2O + HCl$، $H_2O + HNO_3$، $C_2H_5OH + H_2O$ وغیرہ

## 3.4 مائع آمیزے کی خالص اجزاء میں علاحدگی۔ کسری کشید (Fractional Distillation)

وہ عمل جس میں آمیزے میں موجود دو یا زائد مائعات کے نقطہ جوش میں کم فرق ہو۔ تبخیر اور تکثیف کے دوہرائے علاحدہ کیا جاتا ہے، کسری کشید کہلاتا ہے۔ سادہ کشید میں مائعات کے نقطہ جوش میں قابل لحاظ فرق ہوتا ہے۔

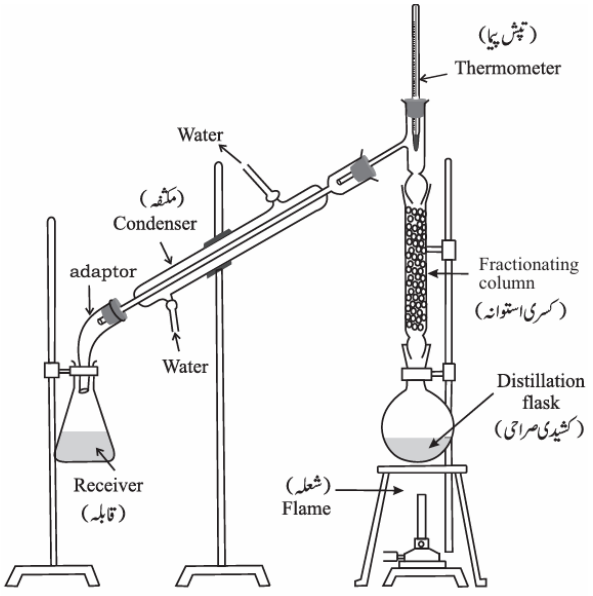
اس کے لیے کسری استوانے (Fractionating Columns) استعمال کئے جاتے ہیں جو خاص قسم کے گلاس سے بنائے جاتے ہیں۔ ان میں جوفے اور نلیاں ہوتی ہیں۔ جو اوپر جانے والے بخارات اور نیچے آنے والے مائع کی حرکت کو کنٹرول کرتی ہیں۔ ان کو نیچے بتلایا گیا ہے۔




شکل 3.2 : کسری استوانے

مائع آمیزے کو ایک کشیدی صراحی (Distillation Flask) میں لیا جاتا ہے جو ایک گول پیندے والی صراحی ہوتی ہے اس میں کسری استوانے، تپش پیما اور مکثفہ (Condenser) لگے ہوتے ہیں۔ صراحی کو گرم کرنے پر طیران پذیر مائع کے بخارات اور کم طیران پذیر مائع کے بخارات اوپر کی جانب حرکت کرتے ہیں اور کم طیران پذیر مائع کے بخارات کی تکثیف ہوتی ہے اور یہ نیچے کی جانب حرکت کرتے ہیں۔ بخارات میں اس مائع کی مقدار زیادہ وہتی ہے جس کا نقطہ جوش کم ہو۔ زائد طیران پذیر مائع کے بخارات اوپر کی جانب حرکت کرتے ہوئے مکثفہ (Condenser) میں مائع کی شکل میں قابلہ (Receiver) میں جمع ہوتے ہیں جب کہ کم طیران پذیر مائع کشیدی صراحی میں بچا رہتا ہے۔

کسری کشید کے عمل کو آمیزہ میں موجود دو یا زائد اجزاء کی علاحدگی کے لیے استعمال کیا جاتا ہے پٹرولیم صنعت میں کسری کشید کو پٹرولیم، کولی تار اور خام الکوحل کو علاحدہ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔




شکل 3.3 : کسری کشید (Fractional Distillation)

## 3.5 بھاپ کشید(Steam Distillation)اور اس کی افادیت

ناحل پذیر مائعات(Immiscible Liquids)کا جملہ دباؤ اس کے اجزاء کے جزوی بخاری دباؤ کا مجموعہ ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ دو ناحل پذیر مائعات A اور B ہیں اور ان کا جزوی دباؤ $P_A$ اور $P_B$ ہے تو جملہ دباؤ 'P' کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$P = P_A + P_B \quad .....3.2$$

ہم جانتے ہیں کہ نقطہ جوش وہ تپش ہے جس پر بخاری دباؤ، کرہ ہوائی دباؤ کے برابر ہوتا ہے یعنی کرہ ہوائی کا دباؤ $P = P_A + P_B$

اس طرح دو ناحل پذیر مائعات کے آمیزے کا نقطہ جوش، جزو مائعات کے نقطہ جوش سے کم ہوتا ہے۔ جب آمیزے کو گرم کیا جاتا ہے تو جملہ بخاری دباؤ اور نقطہ جوش میں تبدیلی نہیں ہوتی اور ایک جزو مائع کی کشید ہوتی ہے۔

اس اصول کو بھاپ کشید میں استعمال کیا جاتا ہے اور ایک جزو مائع پانی ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ $P_w$ اور Po پانی اور نامیاتی مائع کے بخاری دباؤ ہیں

$P_w + P_0 = P$ (کرہ ہوائی دباؤ)

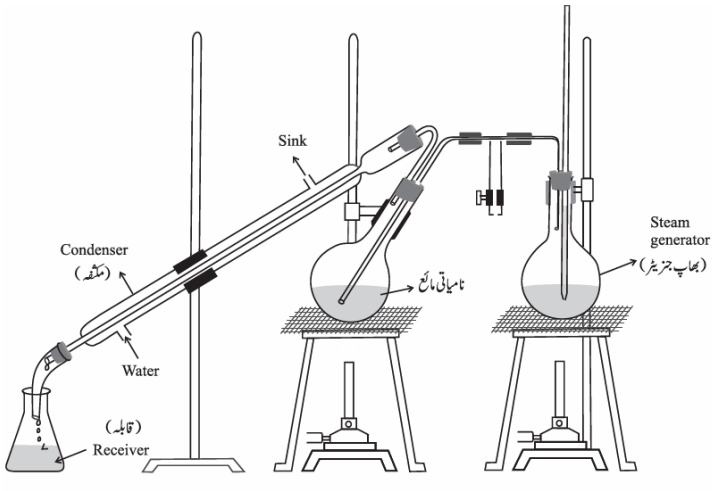
$$P_o = P - P_w \quad .....3.3$$

نامیاتی مائع کا بخاری دباؤ 'P' سے کم ہوتا ہے یعنی نامیاتی مائع پست کردہ دباؤ(Reduced Pressure)پر جوش کھاتا ہے۔ یعنی اس کی نقطہ جوش تپش کم ہوگی اور $100^0C$ تپش سے کم ہوگی۔

مثلاً: انیلین کا نقطہ جوش $183^0C$ ہے لیکن بھاپ کی موجودگی میں اس کا نقطہ جوش $98.5^0C$ ہوتا ہے۔ بھاپ کی موجودگی میں کرہ ہوائی کا دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ نامیاتی مائع اور پانی کی مقدار کو جب ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\frac{\text{نامیاتی مائع کا وزن}}{\text{پانی کا وزن}} = \frac{18 \times P_w}{\text{نامیاتی مائع کا سالمی وزن} \times P_o}$$

غیر خالص نامیاتی مائع کو ایک صراحی میں لے کر گرم کیا جاتا ہے اور بھاپ جنریٹر(Steam Generator)سے بھاپ کی رو گذاری جاتی ہے۔ آمیزے میں جوش پیدا ہوتا ہے اور بھاپ + خالص نامیاتی مائع کے بخارات مکثفہ میں گذارے جاتے ہیں۔ جس کی وجہ سے بخارات پانی اور خالص نامیاتی مائع میں تبدیل ہو کر آمیزہ بناتے ہیں۔ ان کو فارقی قیف(Separating Funnel)سے علاحدہ کیا جاتا ہے۔




شکل 3.4 : بھاپ کشید

**افادیت**

بھاپ کشید کو نامیاتی مائعات کو صاف یا پاک (Pure) کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ جب یہ مائعات

(i) پانی میں ناحل پذیر ہو۔ (ii) بھاپ میں طیران پذیر ہو (iii) ان کے سالمی وزن زیادہ ہو

(iv) طیران پذیر لوثین ہو (v) پانی کے نقطہ جوش پر زیادہ بخاری دباؤ ہو

## 3.6 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم درجہ ذیل کا مطالعہ کیے ہیں۔

1۔ مائع کا بخاری دباؤ اور ثنائی آمیزے میں مائع کا جزوی دباؤ۔

2۔ کسری کشید اور کشید میں فرق۔

3۔ بھاپ کشید کا اصول اور طریقہ عمل۔

4۔ غیر ہم کشید آمیزے اور ہم کشید آمیزے۔

## 3.7 کلیدی الفاظ

**کشید:** ایسا عمل جس میں آمیزے کو گرم کر کے طیران پذیر جزو کو علاحدہ کیا جاتا ہے۔

**کسری کشید:** ایسا عمل جس میں نقطۂ جوش میں کم فرق والے مائعات کو علاحدہ کیا جاتا ہے۔

**بھاپ کشید:** اس عمل میں نامیاتی مائعات کو بھاپ کی رؤ گذار کر علاحدہ کیا جاتا ہے۔

**محلول کی فاضل تپش:** وہ تپش جس پر دو نا حل پذیر مائعات مکمل حل پذیر ہو جاتے ہیں اور ایک متجانس آمیزہ (ایک پرت) بناتے ہیں۔

**محلول کی بالائی فاضل تپش:** محلول کی فاضل تپش سے زیادہ تپش جس پر دو نا حل پذیر مائعات حل پذیر ہو جاتے ہیں۔

**محلول کی زیرین فاضل تپش:** محلول کی فاضل تپش سے کم تپش جس سے متجانس آمیزہ حاصل ہوتا ہے۔

**درجہ افتراق:** مرکب کا کسری حصہ جس میں افتراق واقع ہو۔

**درجہ ائتلاف:** مرکب کا کسری حصہ جس میں ائتلاف واقع ہو۔

## 3.8 نمونہ امتحانی سوالات

### معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ تپش جس پر جزوی حل پذیر مائعات حل پذیر ہو جاتے ہیں۔

(a) ہم کشید تپش (b) محلول کی فاضل تپش (c) نارمل تپش (d) نقطہ جوش

2۔ کشید کا عمل جس میں نامیاتی مرکبات کو بھاپ گذار کر علاحدہ کیا جاتا ہے۔

(a) کشید (b) کسری کشید (c) بھاپ کشید (d) کوئی نہیں

3۔ فینول۔پانی نظام ہے۔

(a) بالائی فاضل تپش (b) زیریں فاضل تپش (c) زیرین۔بالائی فاضل تپش (d) کوئی نہیں

4۔ ایک منحل مائعات A اور B میں تقسیم ہو کر مائع 'B' میں سہہ ترکیب (Trimer) اور مائع A میں سالمی حالت یکساں رہتی ہے۔ اگر $C_A$ اور $C_B$ منحل کے ارتکاز A اور B میں ہو تو

(a) $K_D = \frac{C_A}{C_B}$ (b) $K_D = \frac{C_B}{C_A}$ (c) $K_D = \frac{C_A}{\sqrt[3]{C_B}}$ (d) $K_D = \frac{C_A}{\sqrt{3}C_B}$

5۔ زیرین۔بالائی فاضل تپش کی مثال ہے۔

(a) ٹرائی ایتھائیل امین۔پانی نظام (b) فینول۔پانی نظام

(c) نکوٹین۔پانی نظام (d)کوئی نہیں

6۔ نرنسٹ کے کلیہ کا اطلاق اس وقت ہوتا ہے جب

(a) تپش مستقل ہو (b)منحل کی سالمی حالت تبدیل نہ ہو

(c) دونوں مائعات ناحل پذیر ہو (d) تمام عوامل ہو

7۔ نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ کون سی مائعات جوڑی کے لیئے کار آمد ہے۔

(a) پانی۔نبزین (b) پانی۔الکوحل (c) نبزین۔نائٹرونبزین (d) پانی۔امونیا

8۔ محلول کی فاضل تپش کے مطالعہ کے لیئے کون سی ترسیم استعمال ہوتی ہے۔

(a) کشید (b) ترکیب۔ تپش (c) دباؤ۔ تپش (d) ترکیب۔دباؤ

9۔ نامیاتی مرکبات کی علاحدگی کے لیئے کون سا عمل زیادہ کار آمد ہے۔

(a) کشید (b) تقطیر (c) کسری کشید (d) بھاپ کشید

10۔مائع۔مائع محلول جو کچھ حد تک حل پذیر ہیں۔

(a) ہم کشید محلول (b) زوجی محلول (c) متجانس محلول (d) کوئی نہیں

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ مائع کا بخاری دباؤ اور آمیزے میں مائع کا جزوی دباؤ کی وضاحت کیجیئے۔

2۔ جزوی حل پذیر مائعات کے طرز عمل پر تپش کے اثر کو مختصراً بیان کیجیئے۔

3۔ ہم کشید اور غیر ہم کشید آمیزے کیا ہیں؟مثالیں دیجیئے۔

4۔ لیڈ(Lead) کی نقرہ براری(Desilverisation of Lead) پر مختصر نوٹ لکھیئے۔

5۔ نرنسٹ کے تقسیمی کلیہ سے درجہ افتراق اور درجہ ائتلاف کی تخمین بیان کیجیے۔

6۔ فاضل تپش، محلول کی بالائی فاضل تپش اور محلول کی زیرین فاضل تپش کی تشریح کیجیے۔

7۔ کسری کشید سے کیا مراد ہے؟ شکل کے ذریعے اس کے عمل کی تشریح کیجیے۔

8۔ نرنسٹ کے تقسیمی کلیہ کے کوئی دو استعمالات بیان کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ بیان کیجیے اور اس کے محدودات بیان کیجیے۔

2۔ بھاپ کشید کے عمل اور اصول کو بیان کیجیے۔

3۔ جزوی حل پذیر مائعات پر تپش کا اثر بیان کیجیے۔ محلول کی فاضل تپش کی اساس پر جزوی مائعات کے نظام کے تین اقسام کیا ہیں؟ ترسیم کھینچ کر تشریح کیجیے۔

4۔ مختلف قسم کے مائع ثنائی آمیزوں کے طرز عمل کو تفصیل سے بیان کیجیے۔

5۔ ایک نامیاتی مرکب کو $25^0$C تپش پر پانی اور نامیاتی محلل میں حل کیا گیا۔ تعادل پر منحل کا پانی میں ارتکاز 0.04 گرام فی 10 ملی لیٹر اور نامیاتی محلل میں ارتکاز 0.013 گرام فی 10 ملی لیٹر معلوم کیا گیا۔ منحل کا نامیاتی محلل میں افتراق واقع ہوا۔ منحل کا درجہ افتراق محسوب کیجیے۔ $K_D = 5.38$

# اکائی 4 : محلول کی کیمیاء- IV

(Unit-4: Chemistry of Solution - IV)

اکائی کے اجزا


4.0 تمہید

4.1 مقاصد

4.2 جزوی حل پذیر مائعات۔ محلول کی فاضل تپش، فینول۔ پانی نظام، ٹرائی ایتھائیل امین۔ پانی نظام، نکوٹین، پانی نظام اور تپش کا اثر

4.3 نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ

4.4 نرنسٹ تقسیمی کلیہ کے استعمالات

4.5 اکتسابی نتائج

4.6 کلیدی الفاظ

4.7 نمونہ امتحانی سوالات


## 4.0 تمہید

جیسا کہ پہلے بیان کیا جاچکا ہے کہ محلول دو یا زائد اجزاء کا متجانس آمیزہ ہے۔ محلول کے دو اہم اجزاء محلل (Solvent) اور منحل (solute) ہیں۔ محلول کے اجزاء ٹھوس، مائع یا گیس ہوسکتے ہیں۔ محلول میں موجود زائد مقدار جز محلل اور کم مقدار میں موجود جز منحل کہلاتا ہے۔ مثلاً ٪20 الکوحل محلول میں 20 حصے الکوحل اور 80 حصہ پانی ہے یعنی پانی محلل اور الکوحل منحل ہے۔ ٪ 70 الکوحل محلول میں 70 حصے الکوحل اور 30 حصہ پانی ہے۔ یعنی الکوحل محلل اور پانی منحل ہے۔ ثنائی محلول دو اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ محلول میں اس کے اجزاء کے خصوصیات موجود رہتی ہیں۔ یہ بات ذہن نشین کرنی چاہیئے کہ محلول ایک آمیزہ ہے۔ مرکب نہیں محلول میں اجزاء کسی بھی تناسب میں

ہوسکتے ہیں جب کہ مرکب میں اجزاء کا تناسب معین ہوتا ہے۔ جیسے $H_2O$ میں ہائیڈروجن اور آکسیجن کا تناسب 2:1 ہے جب کہ $H_2O_2$ میں تناسب 1:1 ہے۔

محلول کے اجزاء کو مختلف طریقوں سے علاحدہ کیا جاسکتا ہے۔ مائع نامیاتی مرکبات اور پانی کے آمیزے غیر متجانس اور ناحل پذیر یا جزوی حل پذیر ہوتے ہیں اور دو ہیتیں (Phases) بناتے ہیں۔

## 4.1 مقاصد

اس اکائی کو مکمل کر لینے کے بعد طلبہ نے مندرجہ ذیل جانکاری حاصل کرینگئے۔

- جزوی حل پذیر مائعات اور ان پر تپش کے اثر کا مطالعہ۔
- محلول کی فاضل تپش (Critical Solution Temperature C.S.T)، بالائی فاضل تپش (Upper CST)، زیریں فاضل تپش (Lower CST) کا مطالعہ۔
- نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ، افادیت اور استعمالات، تقسیمی شرح (Partition coefficient) کا مطالعہ۔

## 4.2 جزوی حل پذیر مائعات۔ محلول کی فاضل تپش، فینول۔ پانی نظام، ٹرائی ایتھائیل امین۔ پانی نظام، نکوٹین، پانی نظام اور تپش کا اثر

زوجی محلول کی دو پرتیں مخصوص تپش پر ایک دوسرے میں مل کر ایک ہی پرت بناتی ہیں وہ تپش جس پر دو جزوی حل پذیر مائعات مکمل طور پر حل پذیر ہوتی ہیں۔ محلول کی فاضل تپش Consolute temperature یا Critical solution temperature کہلاتی ہے۔ محلول کی فاضل تپش ایک نظام کی امتیازی خاصیت ہے اور لوثون کی موجودگی میں اس پر اثر پڑتا ہے۔ اس خاصیت کو مائعات کی نظام کی خالص پن (Purity) کی جانچ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

کئی مائعات زوجی محلول کی جوڑیاں بناتی ہیں جیسے ایتھر۔ پانی، انیلین۔ پانی وغیرہ

یہ ضروری نہیں ہے کہ ایک جزو پانی ہو۔ نامیاتی مائعات بھی زوجی محلول کی جوڑیاں بناتے ہیں۔ مثلاً انیلین۔ ہکزین، کاربن ڈائی سلفائیڈ۔ میتھائیل الکوحل وغیرہ۔ ایک نامیاتی مائع اور غیر نامیاتی پگھلا ہوا مائع بھی جزوی حل پذیر مائع جوڑیاں بنا سکتا ہے۔ بعض نامیاتی مائعات، مائع سلفر اور مائع فاسفورس کے ساتھ جزوی حل پذیر مائع جوڑیاں بناتے ہیں۔

محلول کی فاضل تپش کی اساس پر جزوی حل پذیر مائعات کی جماعت بندی تین اقسام یا نظام میں کی جاتی ہے۔

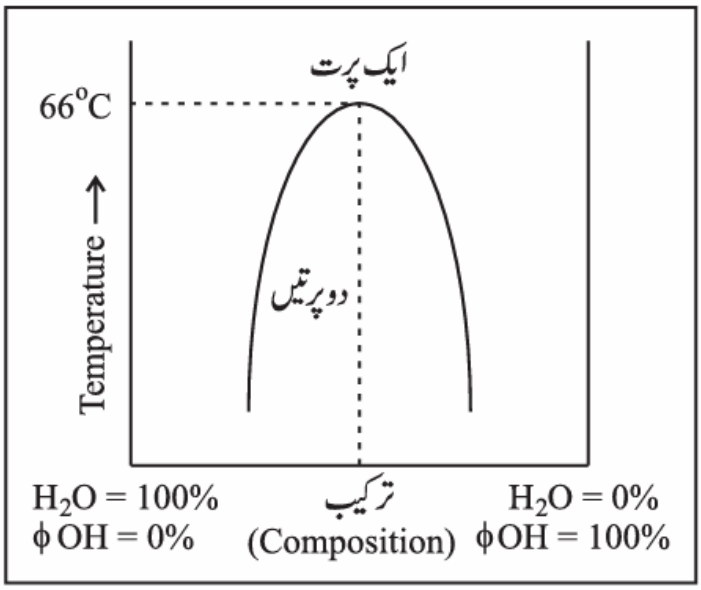
1۔ فینول۔ پانی نظام

2۔ ٹرائی ایتھائیل امین۔ پانی نظام

3۔ نکوٹین۔ پانی نظام

**1۔ فینول۔ پانی نظام: محلول کی بالائی فاضل تپش** (Upper Critical Solution Temperature, Upper CST)

اگر مساوی مقدار میں فینول اور پانی کو ملایا جائے دو پرتیں (Layers) حاصل ہوتی ہیں۔ ایک پرت پانی میں فینول اور دوسری پرت فینول میں پانی پر مشتمل ہوتی ہے۔ اگر آمیزے کو گرم کیا جائے تو فینول میں پانی اور پانی میں فینول کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے $66^0C$ تپش پر دو پرتیں ایک ہی متجانس پرت بناتے ہیں۔ یعنی پانی اور فینول مکمل حل پذیر ہوتے ہیں اگر ترکیب کو X محور اور تپش کو Y محور پر کھینچ کر ایک ترسیم کھینچی جائے تو ایک مکافی منحنی (Parabolic curve) حاصل ہوتی ہے۔



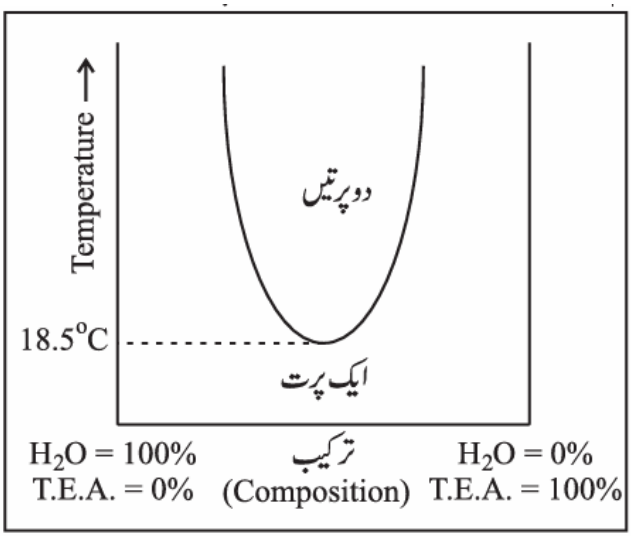

شکل 4.1: فینول۔ پانی نظام: محلول کی بالائی فاضل تپش

ترسیم سے یہ ظاہر ہے کہ $66^0C$ (CST) سے اوپر کی تپش پر دو پرتیں مکمل طور پر حل پذیر ہیں محلول کی فاضل تپش سے زیادہ تپش جس پر دو مائعات حل پذیر ہوتے ہیں ، محلول کی بالائی فاضل تپش ( Upper Critical Solution Temperature / Upper CST) کہلاتی ہے۔

اس قسم کے نظام کی دوسری مائعات جوڑیاں انیلین۔ یکزین، متھائیل الکوحل۔ سائکلوہکزین وغیرہ ہیں۔

**2۔ٹرائی ایتھائیل امین۔پانی نظام: محلول کی زیرین فاضل تپش** ( Lower Critical Solution Temperature or Lower CST)

اگر مساوی مقدار میں ٹرائی ایتھائیل امین (TEA) اور پانی ملایا جائے تو کم تپش پر متجانس آمیزہ یا ایک پرت حاصل ہوتی ہے۔یعنی تپش میں کمی سے مائعات کی باہم حل پذیری زیادہ ہوتی ہے اور تپش میں اضافہ سے حل پذیری میں کمی واقع ہوتی ہے اور دو پرتیں حاصل ہوتی ہیں۔ترکیب کو-X محور پر اور تپش کو-Y محور پر لے کر ترسیم کھینچی جائے تو حسب ذیل منحنی حاصل ہوتی ہے۔




شکل 4.2 : ٹرائی ایتھائیل امین۔پانی نظام: محلول کی زیرین فاضل تپش

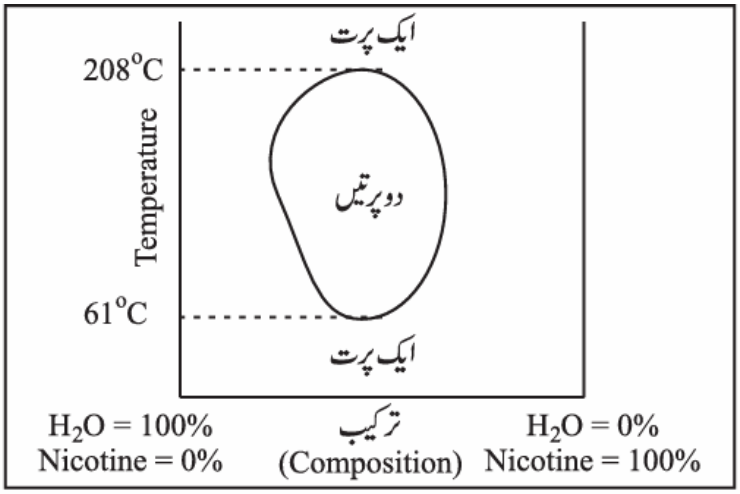
ترسیم سے یہ ظاہر ہے کہ کم تپش پر TEA اور پانی مکمل حل پذیر ہیں۔18.5°C تپش پر دونوں مائعات ایک پرت بناتے ہیں اور تپش میں اضافے سے دو پرتیں حاصل ہوتی ہیں۔محلول کی فاضل تپش 18.5°C ہے۔

محلول کی فاضل تپش سے کم تپش جس پر دو مائعات حل پذیر ہوتے ہیں، محلول کی زیرین فاضل تپش( Lower CST or Lower Critical Solution Temperature) کہلاتی ہے۔

**3۔نکوٹین۔پانی نظام: محلول کی بالائی اور زیرین فاضل تپش نظام**

(Upper and Lower Critical Solution Temperature System)

اس نظام میں دو مائعات کی باہم حل پذیری میں تپش کے اضافہ اور کمی سے اضافہ واقع ہوتا ہے۔ نظام بالائی اور زیرین فاضل تپش کا اظہار کرتا ہے۔ ترکیب۔ تپش کی ترسیم سے حسب ذیل شکل حاصل ہوتی ہے۔




شکل 4.3 : نکوٹین۔پانی نظام: محلول کی بالائی اور زیرین فاضل تپش نظام

ترسیم سے ظاہر ہے کہ دونوں مائعات نکوٹین اور پانی کمرہ کی تپش پر مکمل حل پذیر ہیں تپش میں اضافہ سے حل پذیری میں کمی واقع ہوتی ہے۔ مزید گرم کرنے پر $2.08^0$C تپش پر مائعات حل پذیر ہوتے ہیں۔ یعنی یہ نظام بالائی اور زیرین فاضل تپش کا اظہار کرتا ہے۔ اس قسم کے نظام کی دوسری مثالیں میتھائیل۔ کیٹون-پانی، پانی۔β-Picoline، گلیسرال(Glycerol)۔m۔ٹالویڈین وغیرہ ہیں۔

## 4.3 نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ (Nernst's Distribution Law)

نرنسٹ نے معلوم کیا کہ دو ناحل پذیر مائعات میں منحل کی تقسیم معین ہوتی ہے یعنی ارتکاز کی نسبت مستقل ہوتی ہے۔ اس کلیئے کے مطابق مستقل تپش پر دو ناحل پذیر مائعات میں منحل اس طرح تقسیم ہوتا ہے کہ مائعات میں منحل کے ارتکاز کی نسبت مستقل ہوتی ہے اور منحل کے جملہ ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتی اگر A اور B دو ناحل پذیر مائعات ہیں اور ان میں منحل کا ارتکاز $C_A$ اور $C_B$ ہو تو $\frac{C_A}{C_B}$ کی نسبت مستقل ہوتی ہے۔

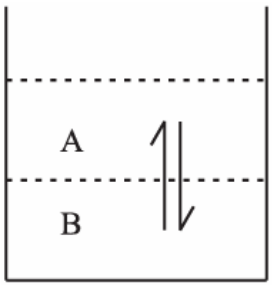
حسابی طریقہ سے اس کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$K \text{ or } K_D = \frac{C_A}{C_B} \text{.....4.1}$$

$K \text{ or } K_D$ = تقسیمی شرح (Partition or Distribution Coefficient)

$C_A$ منحل کا ارتکاز مائع A میں

$C_B$ منحل کا ارتکاز مائع B میں




شکل 4.4 : نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ

**محدودات** (Limitations)

نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ کے محدودات ذیل میں دیئے گئے ہیں ورنہ کلیہ سے انحراف واقع ہوتا ہے۔

1۔ نظام کی تپش مستقل ہونی چاہیئے۔

2۔ منحل کی سالمی حالت ایک ہی ہونی چاہیے یعنی منحل میں افتراق (Dissociation) یا ائتلاف (Association) نہ ہو۔

3۔ دونوں مائعات ناحل پذیر یا کچھ حد تک جزوی حل پذیر ہو۔

4۔ منحل کا ارتکاز دونوں مائعات میں کم ہونا چاہئے۔

5۔ جب منحل دونوں مائعات میں تعادل (Equilibrium) میں ہو تو منحل کا ارتکاز معلوم کیا جائے۔

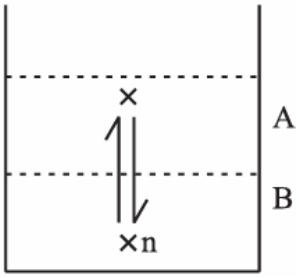
## نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ جب منحل میں افتراق یا ائتلاف ہو (سالمی حالت میں تبدیلی)

**Case–I :** اگر منحل میں ائتلاف ہو (When Solute Undergoes Association)

فرض کرو کہ منحل ' X ' محلل ' B ' میں ائتلاف کر کے $X_n$ بناتا ہے اور محلل ' A ' میں یکساں سالمی حالت میں ہے۔

اگر $C_A$ اور $C_B$ منحل کا ارتکاز A اور B میں ہو تو تقسیم کی شرح ذیل سے ظاہر کی جاتی ہے۔

$$K_D = \frac{C_A}{\sqrt[n]{C_B}}$$




شکل4.5 : نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ جب منحل میں افتراق یا ائتلاف ہو(سالمی حالت میں تبدیلی)

مثال کے طور پر نبزویک ترشہ(Benzoic acid)کو پانی اور نبزین(Benzene) کے آمیزے میں ملایا جائے تو نبزویک ترشہ، محلل نبزین میں دوترکیبہ(Dimer)بناتا ہے۔

$$K_D = \frac{C_w}{\sqrt{C_B}} .....4.2$$

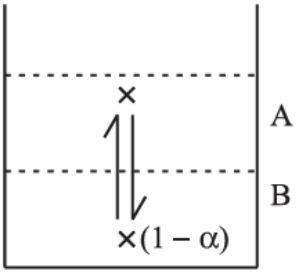
$C_w$ نبزوئیک ترشہ کا پانی میں ارتکاز

$C_B$ نبزوئیک ترشہ کا نبزین میں ارتکاز

اس طرح یہ کلیہ ایک مرکب کے ائتلاف کے درجے(Degree of Association)کو معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

**Case–II :** اگر منحل میں افتراق ہو(When Solute Undergoes Dissociation)

فرض کرو کہ منحل 'X' کا محلل 'B' میں افتراق واقع ہوتا ہے اور 'α' درجہ افتراق ہو




شکل4.6 : نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ -اگر منحل میں افتراق ہو

اس صورت میں تقسیمی کلیہ کو درجہ ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$K_D = \frac{C_A}{C_B(1-\alpha)} .....4.3$$

جہاں پر $C_A$ ، $C_B$ منحل کے ارتکاز کو محلل A اور B میں ظاہر کرتے ہیں اور 'α' منحل کا درجہ افتراق ہے۔ اس طرح یہ کلیہ ایک مرکب کے درجہ افتراق کو معلوم کرنے کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے۔

## 4.4 نرنسٹ تقسیمی کلیہ کے استعمالات

### 1۔ آبی محلول سے حل شدہ اشیاء کا حصول (Solvent Extraction)

اس طریقے میں آبی محلول سے نامیاتی مرکبات کو علاحدہ کیا جاتا ہے۔ آبی محلول میں ناحل پذیر نامیاتی محلل جیسے ایتھر یا نبزین کو ملا کر خوب ہلایا جاتا ہے۔ نامیاتی مرکبات ایتھر یا نبزین میں حل ہو جاتے ہیں اور ان کو آبی محلول سے علاحدہ کیا جاتا ہے۔ اگر نامیاتی محلل کو تھوڑی مقدار میں استعمال کریں تو یہ طریقہ زیادہ موثر ہوتا ہے اس کو کثیر حصول (Multiple Extraction) کہتے ہیں۔

### 2۔ حل پذیری کی تخمین (Determination of Solubility)

تقسیمی کلیہ کو ٹھوس مرکب کی ایک محلل میں حل پذیری معلوم کرنے کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے۔ ٹھوس ایوڈین کی بنزین میں حل پذیری معلوم کرنے کے لیئے ایوڈین (Iodine) کو نبزین اور پانی میں ملا کر خوب ہلایا جاتا ہے۔

تعادل (Equilibrium) حاصل ہونے پر ایوڈین کا ارتکاز نبزین اور پانی میں تجربے سے حاصل کیا جاتا ہے۔

فرض کرو کہ ایوڈین کا ارتکاز نبزین اور پانی میں بالترتیب $C_B$ اور $C_A$ ہے۔ تقسیمی شرح $(K_D)$ کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$K_D = \frac{C_B}{C_w}$$

یا

$$K_D = \frac{S_B}{S_w} \ldots\ldots 4.4$$

$S_B$ ایوڈین کی نبزین میں حل پذیری

$S_w$ ایوڈین کی پانی میں حل پذیری

$K_D$ اور $S_w$ کی قیمتیں مساوات میں درج کر کے ایوڈین $(I_2)$ کی نبزین میں حل پذیری $(S_B)$ محسوب کی جاتی ہے۔

### 3۔لیڈ کی نقرہ براری (De-silverisation of Lead) "پارکس کا طریقہ" (Parkes Process)

لیڈ سے چاندی (Argertiferrous Lead) کو Zn کو پگھلی ہوئی حالت میں ملا کر علاحدہ کیا جاتا ہے۔Zn اور Pb دو نا حل پذیر پرتیں بناتے ہیں اور ان میں تقسیمی نسبت 300 ہوتی ہے۔چاندی کی زیادہ مقدار Zn کی پرت میں حل ہوتی ہے۔ٹھنڈا کرنے پر Zn-Ag کی بھرت حاصل ہوتی ہے۔بھرت سے چاندی کو عمل کشید سے علاحدہ کیا جاتا ہے۔

### 4۔مرکب کے درجہ ائتلاف وافتراق کی تخمین

درجہ ائتلاف وافتراق کو 1.7 میں نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ کے تحت Case-I اور Case-II میں بیان کیا گیا ہے۔

## 4.5 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم درجہ ذیل کا مطالعہ کیے ہیں۔

1۔ جزوی حل پذیر مائعات پر تپش کا اثر کا مطالعہ کیا۔

2۔ محلول کی فاضل تپش، محلول کی بالائی فاضل تپش اور محلول کی زیرین فاضل تپش اور ان میں فرق کا مطالعہ کیا۔

3۔ نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ اور تقسیمی شرح کا مطالعہ کیا۔

4۔ نرنسٹ کے کلیئے کے محدودات اور اس کے استعمالات کا مطالعہ کیا۔

5۔ نرنسٹ کے کلیہ سے حل پذیری، آبی محلول سے نامیاتی مرکبات کا حصول اور مرکب کے درجہ ائتلاف و درجہ افتراق کی تخمین کا مطالعہ کیا۔

## 4.6 کلیدی الفاظ

**محلول کی فاضل تپش:** وہ تپش جس پر دو نا حل پذیر مائعات مکمل حل پذیر ہو جاتے ہیں اور ایک متجانس آمیزہ (ایک پرت) بناتے ہیں۔

**محلول کی بالائی فاضل تپش:** محلول کی فاضل تپش سے زیادہ تپش جس پر دو نا حل پذیر مائعات حل پذیر ہو جاتے ہیں۔

**محلول کی زیرین فاضل تپش:** محلول کی فاضل تپش سے کم تپش جس سے متجانس آمیزہ حاصل ہوتا ہے۔

**درجہ افتراق:** مرکب کا کسری حصہ جس میں افتراق واقع ہو۔

**درجہ ائتلاف:** مرکب کا کسری حصہ جس میں ائتلاف واقع ہو۔

## 4.7 نمونہ امتحانی سوالات

### معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ تپش جس پر جزوی حل پذیر مائعات حل پذیر ہو جاتے ہیں۔

(a) ہم کشید تپش (b) محلول کی فاضل تپش (c) نارمل تپش (d) نقطہ جوش

2۔ کشید کا عمل جس میں نامیاتی مرکبات کو بھاپ گذار کر علاحدہ کیا جاتا ہے۔

(a) کشید (b) کسری کشید (c) بھاپ کشید (d) کوئی نہیں

3۔ فینول۔پانی نظام ہے۔

(a) بالائی فاضل تپش (b) زیریں فاضل تپش

(c) زیرین۔بالائی فاضل تپش (d) کوئی نہیں

4۔ ایک منحل مائعات A اور B میں تقسیم ہو کر مائع 'B' میں سہہ ترکیب (Trimer) اور مائع A میں سالمی حالت یکساں رہتی ہے۔ اگر $C_A$ اور $C_B$ منحل کے ارتکاز A اور B میں ہو تو

(a) $K_D = \frac{C_A}{C_B}$ (b) $K_D = \frac{C_B}{C_A}$ (c) $K_D = \frac{C_A}{\sqrt[3]{C_B}}$ (d) $K_D = \frac{C_A}{\sqrt{3}C_B}$

5۔ زیرین۔بالائی فاضل تپش کی مثال ہے۔

(a) ٹرائی ایتھائیل امین۔پانی نظام (b) فینول۔پانی نظام

(c) نکوٹین۔پانی نظام (d) کوئی نہیں

6۔ نرنسٹ کے کلیہ کا اطلاق اس وقت ہوتا ہے جب

(a) تپش مستقل ہو (b) منحل کی سالمی حالت تبدیل نہ ہو

(c) دونوں مائعات ناحل پذیر ہو (d) تمام عوامل ہو

7۔ نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ کون سی مائعات جوڑی کے لیئے کار آمد ہے۔

(a) پانی۔ نبزین (b) پانی۔ الکوحل

(c) نبزین۔ نائٹرونبزین (d) پانی۔ امونیا

8۔ محلول کی فاضل تپش کے مطالعہ کے لیئے کون سی ترسیم استعمال ہوتی ہے۔

(a) کشید (b) ترکیب۔ تپش

(c) دباؤ۔ تپش (d) ترکیب۔ دباؤ

9۔ نامیاتی مرکبات کی علاحدگی کے لیئے کون سا عمل زیادہ کار آمد ہے۔

(a) کشید (b) تقطیر

(c) کسری کشید (d) بھاپ کشید

10۔ مائع۔مائع محلول جو کچھ حد تک حل پذیر ہیں۔

(a) ہم کشید محلول (b) زوجی محلول

(c) متجانس محلول (d) کوئی نہیں

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ مائع کا بخاری دباؤ اور آمیزے میں مائع کا جزوی دباؤ کی وضاحت کیجیئے۔

2۔ جزوی حل پذیر مائعات کے طرز عمل پر تپش کے اثر کو مختصراً بیان کیجیئے۔

3۔ ہم کشید اور غیر ہم کشید آمیزے کیا ہیں؟ مثالیں دیجئے۔

4۔ لیڈ (Lead) کی نقرہ براری (Desilverisation of Lead) پر مختصر نوٹ لکھیئے۔

5۔ نرنسٹ کے تقسیمی کلیہ سے درجہ افتراق اور درجہ ائتلاف کی تخمین بیان کیجیئے۔

6۔ فاضل تپش، محلول کی بالائی فاضل تپش اور محلول کی زیرین فاضل تپش کی تشریح کیجیے۔

7۔ کسری کشید سے کیا مراد ہے؟ شکل کے ذریعے اس کے عمل کی تشریح کیجیے۔

8۔ نرنسٹ کے تقسیمی کلیہ کے کوئی دو استعمالات بیان کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ بیان کیجیے اور اس کے محدودات بیان کیجیے۔

2۔ بھاپ کشید کے عمل اور اصول کو بیان کیجیے۔

3۔ جزوی حل پذیر مائعات پر تپش کا اثر بیان کیجیے۔ محلول کی فاضل تپش کی اساس پر جزوی مائعات کے نظام کے تین اقسام کیا ہیں؟ ترسیم کھینچ کر تشریح کیجیے۔

4۔ مختلف قسم کے مائع ثنائی آمیزوں کے طرز عمل کو تفصیل سے بیان کیجیے۔

5۔ ایک نامیاتی مرکب کو $25^0C$ تپش پر پانی اور نامیاتی محلل میں حل کیا گیا۔ تعادل پر منحل کا پانی میں ارتکاز 0.04 گرام فی 10 ملی لیٹر اور نامیاتی محلل میں ارتکاز 0.013 گرام فی 10 ملی لیٹر معلوم کیا گیا۔ منحل کا نامیاتی محلل میں افتراق واقع ہوا۔ منحل کا درجہ افتراق محسوب کیجیے۔ $K_D = 5.38$

# اکائی 5 : ارتباطی (مقداری) خصوصیات - I

(Unit-5: Colligative Properties - I)

اکائی کے اجزا


5.0 تمہید

5.1 مقاصد

5.2 مائع کا بخاری دباؤ' بخاری دباؤ میں پستی

5.2.1 بخاری دباؤ میں اضافی پستی ' رؤلٹ کا کلیہ

5.2.2 رؤلٹ کے کلیہ کے تحدیدات

5.3 بخاری دباؤ میں اضافی پستی کی تخمین کے طریقے

5.3.1 واکر اور آسولڈ کا حرکی طریقہ

5.3.2 بارپیمائی طریقہ

5.3.3 دباؤ پیمائی طریقہ

5.3.4 ہم طنابیت کا طریقہ

5.4 اکتسابی نتائج

5.5 کلیدی الفاظ

5.6 نمونہ امتحانی سوالات

## 5.0 تمہید

عام طور پر مادہ کے تین اقسام کے خصوصیات ہوتے ہیں۔ اضافی خصوصیات جن میں اجزاءء وغیرہ جیسے NaOH کا سالمی وزن اس کے جو ہروں کے وزن کا مجموعہ 40 (1 + 16 + 23) ہے۔ ساختی خصوصیات جو مادہ کی ساخت پر منحصر ہوتی ہیں اور مقدار سے آزاد ہوتی ہیں جیسے کثافت نقطہ جوش' نقطہ اماعت' انعطاف نماوغیرہ۔

## 5.1 مقاصد

- اس اکائی میں آپ حسب ذیل کے بارے میں جان کاری حاصل کر سکیں گے۔
- ارتباطی خصوصیات مادہ کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہیں۔
- مائع یا گسیی ہیئت میں مائع کا دباؤ جب مائع اور بخارات میں تعادل ہو 'بخاری دباؤ کہلاتا ہے۔
- ایک غیر طیران پذیر منحلی کے محلول کا بخاری دباؤ 'P' اس کے محلل کے بخاری دباؤ 'P' ہے کم ہوتا ہے۔
- محلل اور محلول کے بخاری دباؤ کا فرق $(P^0 - P)$ بخاری دباؤ میں پستی کہلاتا ہے۔
- بخاری دباؤ میں پستی اور محلل کے بخاری دباؤ کی نسبت $\left(\frac{P^0 - P}{P^0}\right)$ بخاری دباؤ میں اضافی پستی کہلاتا ہے۔

## 5.2 مائع کا بخاری دباؤ' بخاری دباؤ میں پستی

مائعات بھی گیسوں کی طرح سالمات پر مشتمل ہوتے ہیں اور مختلف رفتار سے حرکت کرتے ہیں۔ زیادہ توانائی بالحرکت (Kinetic Energy) والے مالمات فضاء میں داخل ہوتے ہیں اور بخاری سالمات مائع حالت میں واپس آتے ہیں۔ ابتداً زیادہ سالمات مائع سطح کو چھوڑتے ہیں اور کم مقدار میں بخاری حالت سے مائع حالت میں واپس ہوتے ہیں۔ بخاری ہیئت سے مائع ہیئت میں واپس آنے کے احکامات زیادہ ہوتے ہیں۔ اس مرحلہ پر بخاری ہیئت میں موجود سالموں کا دباؤ مستقل ہو جاتا ہیں جو ایک خاص تپش پر واقع ہوتا ہے۔ اس دباؤ کو مائع کا بخاری دباؤ کہتے ہیں۔

کسی بھی دی گئی تپش پر مائع کا دباؤ مستقل ہوتا ہے اور یہہ مائع کی مقدار یا حجم پر منحصر نہیں ہوتا۔ ایل۔ وانی بیبو (L.VonBabo) نامی سائنسداں نے مختلف تپش پر مختلف مرکبات کے آبی محلول کا بخاری دباؤ معلوم کیا۔ نتائج سے معلوم ہوا کہ محلول کا بخاری دباؤ محلل کے بخاری دباؤ سے کم ہوتا ہے مثلاً شکر کے محلول کا بخاری دباؤ خالص پانی سے کم ہوتا ہے۔

جب غیر طیران پذیر مرکب کو محلل میں حل کیا جاتا ہے تو منحل۔ محلل بین سالمای کشش ہوتی ہے۔ مائع (محلول) کی سطح پر منحل (مرکب) کے سالمات موجود ہوتے ہیں جو بخاری دباؤ میں کمی کا باعث بنتے ہیں اگر کسی محلول کا بخاری دباؤ 'P' ہو تو بخاری دباؤ میں فرق بخاری دباؤ میں پستی (کمی) (Lowering of Vapour Pressure) کہلاتا ہے۔

حسابی طریقے سے اس کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\Delta P = \quad P^0 - P \quad \text{بخاری دباؤ میں پستی}$$

## 5.2.1 بخاری دباؤ میں اضافی پستی 'رؤلٹ کا کلیہ

ہم جانتے ہیں کہ محلول کا بخاری دباؤ محلل کے بخاری دباؤ سے کم ہوتا ہے۔ بخاری دباؤ کا فرق بخاری دباؤ میں پستی کہلاتا ہے اگر ' P ' اور $P^0$ محلول اور محلل کے بخاری دباؤ ہو تو بخاری دباؤ میں پستی $\left(P^0 - P\right)$ ہے بخاری دباؤ میں پستی اور محلل کے بخاری دباؤ کی نسبت بخاری دباؤ میں اضافی پستی کہلاتی ہے۔ اس کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{\Delta P}{P^0} \quad \text{.....5.1} \quad \text{بخاری دباؤ میں اضافی پستی (Relative Lowering of Vapour Pressure)}$$

**رؤلٹ کا کلیہ** (Raoult's Law)

رؤلٹ نے مختلف ارتکاز کے آبی محلول کے بخاری دباؤ کا مطالعہ کیا اور محلول کے رجحانات کو بیان کیا۔ رؤلٹ نے نامیاتی محللوں میں نامیاتی منحل کے محلولوں کا مطالعہ کیا اور ایک کلیہ کی شکل میں پیش کیا جس کو رؤلٹ کا کلیہ کہتے ہیں۔

رؤلٹ کے کلیہ کے مطابق ''محلول کے بخاری دباؤ میں اضافی پستی منحل کے مول کسر یا سالمی کسر کے برابر ہوتی ہے''۔

کلیہ کو حسب ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad \text{.....5.2}$$

جہاں پر P = محلول کا بخاری دباؤ $P^0$ محلل کا بخاری دباؤ'

$n_1$ = منحل کے مول کی تعداد - $n_2$ 03 محلل کے مول کی تعداد

اگر $X_1$ اور $X_2$ منحل اور محلل کی مول کسر ہو تو

$X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$.....5.3 منحل کی مول کسر

$X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$.....5.4 محلل کی مول کسر

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = X_1$$

اوپر کی مساوات کے دونوں طرفین کو '1' سے تفریق کرنے پر

$$\frac{P}{P^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = X_2$$

$$\frac{P}{P^0} = X_2$$

$$P = P^0 X_2$$

$$P\alpha\ X_2 .....5.5$$

مساوات 5.5 سے ظاہر ہے کہ محلول کا بخاری دباؤ' اس کے محلل کے مول کسر $(X_2)$ کے راست متناسب ہوتا ہے۔ یہ رؤلٹ کے کلیئے کی دوسری شکل ہے۔

## ہلکا یا محلول کے لیئے رؤلٹ کا کلیہ

اگر w اور W منحل اور محلل کے وزن ہو اور بالترتیب سالمی وزن ہو تو

$n_1 = \frac{w}{m}$.....5.6

$n_2 = \frac{W}{M}$.....5.7

اوپر کی قیمتیں رولٹ کے کلیئے میں درج کرنے پر

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{w/m}{w/m + W/M} .....5.8$$

ہلکا یا محلول کے لیئے w/m کی قیمت قابل نظر انداز ہوتی ہے۔

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{w \times M}{m \times W} \quad \text{-----5.9}$$

## 5.2.2 رؤلٹ کے کلیہ کے تحدیدات

1۔ یہ صرف ہلکا یا محلول کے لیئے قابل اطلاق ہے اور مرتکز محلول کے لیئے منحل۔ محلل کے مابین کشش کی وجہ سے انحراف کرتا ہے۔

2۔ یہ کلیہ کا اطلاق صرف غیر طیران پذیر منحمل کے لیئے ہے۔ طیران پذیر منحل سے محلول کے بخاری دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے۔

3۔ یہ ضروری ہے کہ منحل کا محلل میں ائتلاف یا افتراق نہ ہو۔

4۔ کلیہ کا اطلاق صرف غیر برق پاشیدوں (Non-Electrolytes) کے لیئے ہے کیوں برق پاشیدوں میں رواں یاذرات کی تعداد میں اضافہ یا کمی ہوتی ہے اور کلیہ سے انحراف ہوتا ہے۔

### عبارتی سوالات

1۔ $50^0C$ تپش پر 18.2 گرام یوریا کو 100 گرام پانی میں حل کیا گیا۔ بخاری دباؤ میں پستی 5 ملی میٹر واقع ہوئی۔ یوریا کا سالمی وزن یا سالمی کمیت معلوم کرو۔ پانی کا بخاری دباؤ $50^0C$ تپش پر 92 ملی میٹر ہے۔

حل: رؤلٹ کا کلیہ: $\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{wxM}{mxW}$

$w$ = 18.2 گرام

$m$ = ؟

$W$ = 100 گرام

$P^0$ = 92 ملی میٹر

$P^0 - P$ = 5 ملی میٹر

قیمتیں درج کرنے پر

$$\frac{5}{92} = \frac{18.2 \times 18}{m \times 100}$$
$$m = \frac{18.2 \times 18 \times 92}{5 \times 100} = 60.27 g/mol$$

2۔ 100 گرام سُکروز (سالمی وزن 342) کو 1000 گرام پانی میں حل کیا گیا۔ اس تپش پر پانی کا بخاری دباؤ 23.8 ملی میٹر ہے۔ محلول کے بخاری دباؤ میں پستی معلوم کیجئے۔

حل: رؤلٹ کا کلیہ: $\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{wxM}{mxW}$

w = 100 گرام

m = 342

W = 1000 گرام

M = 18

$P^0$ = 23.8 ملی میٹر

$P^0 - P$ = ؟

قیمتیں درج کرنے پر

$$\frac{P^0 - P}{23.8} = \frac{100 \times 18}{342 \times 1000}$$
$$P^0 - P = \frac{100 \times 18 \times 23.8}{342 \times 1000} = 0.125 g/mol$$

3۔ K293 تپش پر ایتھر (سالمی کمیت = 74 ) کا بخاری دباؤ 442 ملی میٹر ہے۔ 50 گرام ایتھر میں ایک مرکب 'A' کے 3 گرام کو حل کیا گیا جس سے محلول کا بخاری دباؤ 426 ملی میٹر حاصل ہوا۔ مرکب 'A' کا سالمی وزن محسوب کیجئے۔

حل: رؤلٹ کا کلیہ:

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{wxM}{mxW}$$

w = 3 گرام

$m$ = ؟

$W$ = 50 گرام

$M$ = 74

$P^0$ = 442 ملی میٹر

$P$ = 426 ملی میٹر

$P^0 - P$ = 442 - 426 = 16 ملی لیٹر

قیمتیں درج کرنے پر

$$\frac{442-426}{442} = \frac{3\times 74}{m\times 50}$$

$$\frac{16}{442} = \frac{3\times 74}{m\times 50}$$

$$m = \frac{442\times 3\times 74}{16\times 50} = 122.65 g/mol$$

## 5.3 بخاری دباؤ میں پستی کی تخمین کے طریقے

(Methods of Determinattion of Lowering of Vapour Pressure)

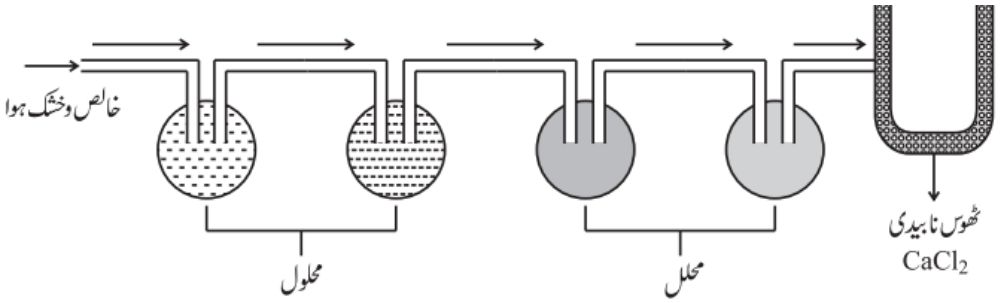
### 5.3.1 واکر اور آسولڈ کا حرکی طریقہ (Walker and Ostwald's dynamic Method) یا ہوا اور نجارات کا اخراجی طریقہ (Air Transpiration Method)

اس طریقے میں دو جوفوں کے سلسلے لیے جاتے ہیں جن میں محلول (A) اور محلل (B) بھرا جاتا ہے۔ اس سلسلے کو انجذابی 'U' نما نلی سے جوڑا جاتا ہے۔ محلل رنجذابی نلی (Absorption Tube) میں نابیدہ کیلشیم کلورائیڈ ($CaCl_2$) لیا جاتا ہے جو فوں A اور B کا وزن معلوم کیا جاتا ہے۔

خشک ہوا کو پہلے محلول میں سے گذارا جاتا ہے۔ خشک ہوا پانی کے نجارات سے سیر شدہ ہو جاتی ہے نجارات یا رطوبت کی تعداد محلول کے بخاری دباؤ 'P' کے راست متناسب ہوتی ہے۔ اس ہوا کو اب ملل (B) میں سے گذارا جاتا ہے۔ نجارات کی جذب شدہ مقدار نجاری دباؤ میں

پستی $(P^0 - P)$. کے راست متناسب ہوتی ہے۔ جو فوں سے نجارات کے خشک ہوا میں جذب ہونے سے جو فوں 'A' اور B کے وزن میں کمی واقع ہوتی ہے۔

پہلے جو فوں (A) کا نقصان وزن محلول کے نجاری دباؤ 'P' کے راست تناسب ہوتا ہے جب کے جو فوں (B) کا نقصان وزن نجاری دباؤ میں پستی $(P^0 - P)$. کے تناسب ہوتا ہے۔ انجذابی نلی کے وزن میں نجارات کے انجذاب کی وجہ سے اضافہ ہوتا ہے اور یہہ A+B کے نقصان وزن کے برابر ہوتا ہے۔




شکل 5.1 : واکر اور آسولڈ کا حرکی طریقہ

جو فہ (بلب) 'A' کا نقصان وزن $\alpha$ P

جو فہ (بلب) 'B' کا نقصان وزن $\alpha$ $P^0 - P$

جو فوں A+B کا نقصان وزن $\alpha$ $P^0$

انجذابی نلی کے وزن میں اضافہ $\alpha$ $P^0$

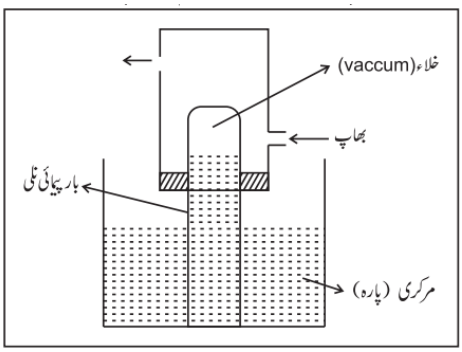
$$\frac{\text{بخاری دباؤ میں اضافی پستی}}{P^0} = \frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{\text{جوفہ B کا نقصان وزن}}{\text{جوفوں A+B کا نقصان وزن}} \quad \text{-----5.10}$$

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{\text{جوفہ 'B' کا نقصان وزن}}{\text{انجذابی نلی کے وزن میں اضافہ}}$$

### 5.3.2 بارپیائی طریقہ (Barometric Method)

ایک بارپیائی نلی کو پارہ بے بھرے برتن میں اُلٹا رکھا جاتا ہے۔ پارہ کی سطح کا نلی میں خاص حد تک اضافہ ہوگا جو کرہ ہوائی کے دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ محلل کی معلوم مقدار کو خلاء (Vacuum) میں داخل کیا جاتا ہے اور بارپیا کو بھاپ گذار کر گرم کیا جاتا ہے۔ پارہ کی سطح نلی میں کم

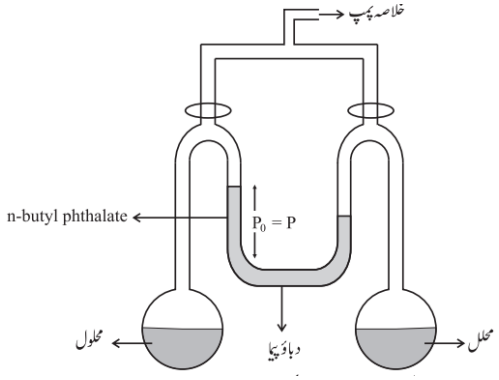
ہو جائے گی جو محلل کے نجاری دباؤ ($P$) کو ظاہر کرتا ہے۔ تجربہ کو محلول لے کر دوہرایا جاتا ہے اور محلول کا نجاری دباؤ (P) معلوم کیا جاتا ہے $P^0 - P$ سے نجاری دباؤ کی پستی معلوم کی جاتی ہے۔




شکل 5.2 : بارپیائی طریقہ (Barometric Method)

### 5.3.3 دباؤپیائی طریقہ (Manometric Method)

اس طریقے میں استعمال ہونے والے آلہ کو ذیل میں بتلایا گیا ہے۔




شکل 5.3 : دباؤپیائی طریقہ (Manometric method)

اس آلے میں استعمال ہونے والا مائع n–butyl Phthalate ہے۔ ایک جوفے میں محلل اور دوسرے جوفے میں محلول کو لیا جاتا ہے۔ آلے کو گرم پانی جنتر (Hot Water bath) میں رکھا جاتا ہے جس سے نجارات (محلل اور محلول کے) حاصل ہوتے ہیں۔ 'U' نما نلی میں جو جوفوں سے جڑی ہوتی ہے' جانبی نلیوں میں دباؤپیما کے مائع کے سطحوں میں فرق نجاری دباؤ کی پستی کو ظاہر کرتا ہے۔

### 5.3.4 ہم طنابیت کا طریقہ (Isopiestic Method)

محلول جن کے نجاری دباؤ مساوی ہوتے ہیں 'ہم طنابی محلول(Isopiestic or Isotonic Solution) کہلاتے ہیں۔ بخارات زیادہ دباؤ سے کم دباؤ والے محلول میں گذرتے ہیں۔ یہہ عمل اس وقت تک جاری رہتا ہے جب تک دونوں محلول توازن میں نہ ہو جائیں اس توازن پر محلول کا ارتکاز مختلف تجزیوں سے معلوم کیا جاتا ہے۔ اس طرح ایک محلول کا بخاری دباؤ مختلف ارتکاز پر معلوم ہو تو دوسرے محلول کا بخاری دباؤ اور ارتکاز محسوب کیا جاتا ہے۔ پوٹاشیم کلورائیڈ (KCl) اور Mannitol (الکوحل) کے محلول کو پیمانہ بندی کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے کیوں کہ ان محلولوں کے بخاری دباؤ مختلف ارتکاز پر معلوم ہیں اس طریقے کا نقص یہہ ہے کہ توازن کے لیئے زیادہ وقت درکار ہوتا ہے۔ اس وجہہ سے KCl کا ارتکاز ایسے بخاری دباؤ پر قائم کیا جاتا ہے جو تجرباتی محلول کے بخاری دباؤ کے بالکل قریب ہو۔

## عبارتی سوال

1۔ خشک ہوا کو ایک بلب میں گذارا گیا جس میں ایک محلول (75 گرام پانی میں 7.5 گرام نامیاتی مرکب) لیا گیا تھا۔ اس خشک ہوا کو دوسرے بلب میں سے گذارا گیا جس میں خالص پانی ہے۔ محلول کے بلب (جوفے) کا نقصان وزن 2.18 گرام اور محلل کے بلب (جوفے) کا نقصان وزن 0.054 گرام معلوم کیا گیا۔ نامیاتی مرکب کا سالمی وزن معلوم کیجئے۔ (پانی کا سالمی وزن = 18)

حل:

$$\frac{P^{o}-P}{P^{o}} = \frac{\text{محلول کے جوفے کا نقصان وزن}}{\text{محلل + محلول کے جوفون کا نقصان وزن}}$$

$$P^{0}-P = 0.054 \text{ گرام}$$

$$P = 2.81 \text{ گرام}$$

$$\frac{P^{0}-P}{P^{0}} = \frac{0.054}{2.18+0.054} = \frac{0.54}{2.864} = 0.0188$$

w= 7.5 گرام

m= ؟

W= 75 گرام

M= 18

$$\frac{P^{o}-P}{P^{o}}=\frac{w\times M}{m\times W}$$

$$0.0188=\frac{7.5\times 18}{m\times 75}$$

$$m=\frac{7.5\times 18}{0.0188\times 75}=93.6 \quad g/mol$$

2. خشک ہوا کو دو جوفوں میں سے گذارا گیا جس میں بالترتیب محلول اور محلل رکھے تھے محلول کے جوفے کا نقصان وزن 0.645 گرام اور محلل کے جوفے کا نقصان وزن 0.345 گرام معلوم کیا گیا۔ محلول کی بخاری دباؤ میں اضافی پستی محسوب کیجئے۔

حل:

$$\text{بخاری دباؤ میں اضافہ پستی}=\frac{P^{0}-P}{P^{0}}=\frac{\text{محلول کا نقصان وزن}}{\text{محلل + محلول کا نقصان وزن}}=\frac{0.0345}{0.845+0.345}=0.0507$$

## 5.4 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں طلباء نے درجہ ذیل کے بارے میں مطالعہ کیئے ہیں۔

1۔ ارتباطی یا مقداری خصوصیات ذرات کی تعداد پر ہوتی ہیں۔

2۔ بخاری دباؤ میں پستی اور اضافی پستی' ولوجی دباؤ' نقطہ جوش میں ارتقاع' نقطہ انجماد میں کمی ارتباطی خصوصیات ہیں۔

3۔ رؤلٹ کا کلیہ' ہلکا یا محلول کے بخاری دباؤ میں اضافی پستی اور منحل کے سالمی یا مولار کسر میں رشتہ ظاہر کرتا ہے۔

4۔ پانی کا ہلکا یا محلول سے مرتکز محلول میں خود رؤ (Spontaneous) بہاؤ ولوج کہلاتا ہے جب کہ دونوں محلول ایک نفوذ پذیر جھلی سے جُدا کیے گئے ہوں۔

5۔ ولوجی دباؤ وہ زائد دباؤ ہے جو ایک مرتکز محلول پر لگایا جائے تاکہ ولوج کے عمل کو روک سکے۔

6۔ کامل محلول وہ محلول ہے جو رؤلٹ کے کلیہ کے تابع ہوتا ہے۔

7۔ ولوجی دباؤ کی پیائش کے طریقے اور ولوجی دباؤ کے کلیات۔

8۔ بخاری دباؤ میں پستی کی پیائش کے طریقے اور منحل کے سالمی وزن کی تخمین۔

9۔ ہم طنابی محلول کے ولوجی دباؤ مساوی ہوتے ہیں۔ اس حالت میں بھی پانی کا بہاؤ دونوں محلول میں واقع ہوتا ہے لیکن محلول کا ارتکاز تبدیل نہیں ہوتا۔

10۔ بخاری دباؤ میں پستی ولوجی دباؤ کے راست متناسب ہوتی ہے۔

11۔ برق پاشیدہ محلول میں افتراق ہوتا ہے اور رواں یاذرات کی تعداد میں اضافہ ہوتا ہے اور ارتباطی طریقہ پیمائش سے مشاہدہ کردہ سالمی وزن مختلف ہوتا ہے جالبی یا اصلی سالمی وزن کے۔

12۔ رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کی وجہہ منحل کا محلول میں ائتلاف یا افتراق ہے۔

13۔ رؤلٹ کا کلیہ طیران پذیر منحلی کے لیے قابل اطلاق نہیں ہے کیوں کہ منحلی کے بخارات میں کا اخراج ہوتا ہے جو بخاری دبگاؤ میں پستی کو متاثر کرتا ہے۔

14۔ کسی دی گئی تپش پر مائع کا دباؤ مستقل ہوتا ہے اور مائع کی مقدار پر منحصر نہیں ہوتا۔

15۔ ایک محلول میں منحل۔ محلل کے سالمات کے درمیان کشش ہوتی ہے جس کی وجہ سے محلول کا بخاری دباؤ کم اور نقطہ جوش زیادہ ہوتا ہے۔

## 5.5 کلیدی الفاظ

1۔ **ولوج :** محلل کے سالمات کا ہلکا یا محلول سے مرتکز محلول میں نیم نفوذ پذیر جھلی میں سے بہاؤ۔

2۔ **ہم طنابی محلول:** ایک ہی ولوجی دباؤ یا ارتکاز کے محلول

3۔ **کامل محلول:** محلول جو رؤلٹ کے کلیہ کے تابع طرز عمل کا اظہار کرتا ہے

4۔ **ارتباطی خصوصیات:** ذرات یا رواں کی تعداد پر منحصر خصوصیات

5۔ **غیر کامل محلول:** محلول جو رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کرتا ہے۔

6۔ **بخاری دباؤ میں پستی:** محلل اور محلول کے بخاری دباؤ کا فرق

7۔ **بخاری دباؤ میں اضافی پستی:** محلل اور محلول کے بخاری دباؤ میں فرق اور محلل کے بخاری دباؤ میں نسبت

8۔ **نیم نفوذ پذیر جھلی:** جھلی جس میں سے صرف محلل کے سالمات محلول میں منتقل ہوتے ہیں

9۔ **وینٹ ہاف مساوات:** P = CTS

10۔ **افتراق وائتلاف:** مرکب کارواں میں ٹوٹ جانا / مرکب سالمات کا متحد ہونا

## 5.6 نمونہ امتحانی سوالات

**معروضی جوابات کے حامل سوالات**

1۔ولوجی دباؤ ہے۔

(a) اضافی خصوصیت (b) ساختی خصوصیت (c) ارتباطی خصوصیت (d) سیالی خصوصیت

2۔ہم طنابی محلول ہیں۔

(a) 0.1 M گلوکوز۔0.1 M سوڈیم کلورائیڈ (b)0.1 M گلوکوز 0.1 M سکروز

(c) 0.1 M سوڈیم کلورائیڈ۔0.1 M سوڈیم سلنیٹ (d)کوئی نہیں۔

3۔بخاری دباؤ میں اضافی پستی اور منحل کی مول کسر میں رشتہ

(a) رؤلٹ کا کلیہ (b) وینٹ ہاف کلیہ (c) ہنیری کا کلیہ (d) نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ

4۔ محلل کے سالمات کی نیم نفوذ پذیر جھلی میں سے کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز والے محلول میں بہاؤ کہلاتا ہے۔

(a) ولوج (b) نفوذ پذیری (c) معاکس ولوج (d) شہری بہاؤ(Capillary flow)

5۔کاملی یا طبعی محلول میں منحل کس حالت میں ہوتا ہے۔

(a) طبعی یا اصلی حالت (b) افتراقی حالت (c) ائتلافی حالت (d) افتراقی اور ائتلافی حالت

6۔مثالی طرز عمل کے لیے

(a) محلول ہلکا یا ہونا چاہئے (b) منحل غیر طیران پذیر ہو

(c) منحل۔ محلل سالمات میں تفاعل نہ (d) تمام خصوصیات

7۔ہلکا یا محلول میں منحل کے سالمات گیسی سالمات کی طرح طرز عمل ظاہر کرتے ہیں

(a) وینٹ ہاف کا کلیہ (b) رؤلٹ کا کلیہ (c) گراہم کا کلیہ (d) ہنیری کا کلیہ

8۔ ارتباطی خصوصیات کس پر منحصر ہوتی ہیں؟

(a) ذرات کی تعداد (b) ذرات کی نوعیت (c) ذرات کی جسامت (d) کوئی نہیں

9۔ بخاری دباؤ میں پستی اور ولوجی دباؤ میں حسب ذیل رشتہ ہے۔

(a) $\Delta P \alpha \pi$ (b) $\Delta P \alpha \frac{1}{\pi}$ (c) $\Delta P = \pi$ (d) $\Delta P = \frac{1}{\pi}$

10۔ ارتباطی خاصیت نہیں ہے۔

(a) بخاری دباؤ میں پستی (b) نقطہ جوش ' نقطہ انجماد (c) نقطہ جوش میں ارتقاع (d) نقطہ انجماد میں پستی

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ رؤلٹ کا کلیہ اور اس کے محدودات بیان کیجیے۔

2۔ ولوج ' ولوجی دباؤ اصطلاحات کی تشریح کیجیے۔

3۔ محلول کا ولوجی دباؤ معلوم کرنے کے لیئے کوئی ایک طریقہ تفصیل سے بیان کیجیے۔

4۔ محلول کے بے قاعدہ طرز عمل کی وجوہات کی تشریح کیجیے۔

5۔ ارتباطی خصوصیات کیا ہیں؟ مثالیں دیجیے۔

6۔ ولوجی دباؤ کی پیائش کے لیئے برکلے۔ہارٹلیز کا طریقہ بیان کیجیے۔

7۔ ایک نامیاتی مرکب کے 0.60 گرام کو 100 ملی لیٹر پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کا ولوجی دباؤ محسوب کیجیے جبکہ تپش oC27 ہے (S = 0.0821 لیٹر۔کرہ ہوائی $K^{-1} - mol^{-1}$ (مرکب کا سالمی وزن = 180)

8۔ 0.1 M سوڈیم کلورائیڈ محلول کا ارتباطی خاصیت ولوج کے ذریعے حاصل کردہ سالمی وزن حسابی یا اصلی سالمی وزن سے کم حاصل ہوا جب کہ نبزین / بنزویک ترشہ محلول میں بنزویک ترشہ کا سالمی وزن اصلی و من سے زیادہ حاصل ہوا۔ تشریح کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ ولوجی دباؤ کی تعریف کیجئے۔ ولوجی دباؤ کے کلیات بیان کیجیے۔

2۔ (a) بخاری دباؤ اور ولوجی دباؤ میں رشتہ اخذ کیجیے۔

(b) ایک مرکب کے 14 گرام کو ایک لیٹر پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کا ولوجی دباؤ 2.586 حاصل ہوا جب کہ تپش $27^0C$ ہے۔ مرکب کا سالمی وزن محسوب کیجیے۔

3۔ کامل محلول اور غیر کامل محلول سے کیا مراد ہے۔ محلول کے بے قاعدہ طرز عمل کی وجوہات تفصیل سے بیان کیجیے۔

4۔ بخارات کے اخرابی طریقے سے بخاری دباؤ میں اضافی پستی کی تخمین کو صاف خاکہ کھینچ کر بیان کیجیے۔

5۔ (a) بخاری دباؤ میں پستی اور بخاری دباؤ میں اضافی پستی سے کیا مُراد ہے؟

(b) 10 گرام غیر طیرانی پذیر مرکب کو 100 گرام پانی میں $20^0C$ تپش پر حل کیا گیا جس سے بخاری دباؤ 17.5 ملی لیٹر سے 17.41 ملی لیٹر حاصل ہوا۔ مرکب کی سالمی کمیت معلوم کیجیے۔

# اکائی6 : ارتباطی (مقداری) خصوصیات- II

(Unit-6: Colligative Properties - II)

اکائی کے اجزا


6.0 تمہید

6.1 مقاصد

6.2 ولوج اور ولو جی دباؤ۔ ولو جی دباؤ کے کلیات

6.2.1 ولو جی دباؤ کی پیمائش

6.2.2 ولو جی دباؤ اور بخاری دباؤ میں پستی کا رشتہ

6.3 ہم طنابی محلول، محلول کا بے قاعدہ طرز عمل

6.3.1 کامل اور غیر کامل محلول' غیر کامل محلول کے طرز عمل کی وجوہات

6.4 اکتسابی نتائج

6.5 کلیدی الفاظ

6.6 نمونہ امتحانی سوالات


## 6.0 تمہید

ارتباطی خصوصیات مادہ کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہیں اور ذرات کی نوعیت و ساخت سے آزاد ہوتی ہیں مثلاً بخاری دباؤں میں پستی' ولو جی دباؤ' نقطہ جوش میں ارتفاع' نقطہ انجماد میں پستی وغیرہ۔

ایک خالص محلل میں غیر ویران پذیر نحل ملایا جائے تو نقطہ جوش میں اضافہ یا بخاری دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔ اگر منحل ذرات کی تعداد زیادہ ہو تو اسی لحاظ سے نقطہ جوش میں اضافہ اور بخاری دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔

## 6.1 مقاصد

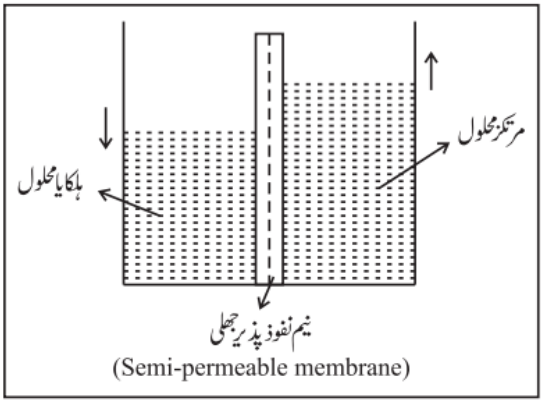
اس اکائی میں آپ حسب ذیل کے بارے میں جان کاری حاصل کر سکو گے۔

- ایسا عمل جس میں محلل کے سالمات کم ارتکاز کے محلول سے نیم نفوذ پذیر جھلی (Semi-Permeable membrane) سے زیادہ ارتکاز محلول میں منتقل ہوتے ہیں' ولوج کہلاتا ہے۔
- وہ دباؤ جو محلل کے سالمات کو کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز والے محلول میں منتقلی ہوتے سے روکتا ہے ولوجی دباؤ کہلاتا ہے جب کہ دونوں محلول نیم لفظ پذیر جھلی سے جدا ہو۔
- رؤلٹ کا کلیہ بخاری دباؤ میں اضافی پستی اور محلل و منحل کے مول کی تعداد میں رشتہ ظاہر کرتا ہے۔
- ایسے محلول جن کے ولوجی دباؤ ایک ہوں' ہم طنابی محلول (Isotonic Solutions) کہلاتے ہیں
- محلول کے بے قاعدہ طرز عمل کی وجہ منحلی کا محلول میں ائتلاف یا افتراق ہونا ہے۔

## 6.2 ولوج' ولوجی دباؤ' ولوجی دباؤ کے کلیات

یہ مشاہدہ کیا گیا کہ ایک صراحی میں محلول بھر کر اس کے مُنہ کو حیوانی جھلی (Animal bladder) سے بند کر کے پانی میں ڈبو یا جائے تو جھلی بتدریج پھولتی وار بعض مرتبہ پھٹ جاتی ہے۔ اس کی وجہہ جھلی میں سے پانی کا محلول میں بہاؤ ہے محلول کا بہاؤ جھلی میں سے پانی میں نہیں ہوتا۔ صراحی میں دباؤ کا اصافہ پانی کے بہاؤ کی وجہہ سے واقع ہوتا ہے اور جھلی پھولتی اور پھٹ جاتی ہے۔

اسی طرح اگر دو مختلف ارتکاز کے محلولوں کو نیم نفوذ پذیر جھلی سے علاوہ کیا جائے تو پانی کے سالمات ہلکاؤ محلول (کم ارتکاز) سے مرتکز محلول میں منتقل ہوتے ہیں اور یہہ عمل اس وقت تک جاری رہتا ہے جب تک کہ دونوں محلول کے ارتکاز مساوی نہ ہو جائے۔




شکل 6.1 : ولوج

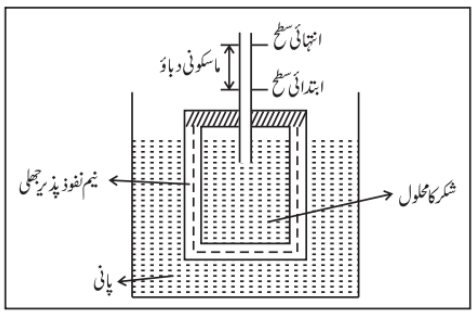
**ولوج:**

محلل کے سالمات کا کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز محلول میں نیم نفوذ پذیر جھلی میں سے بہاؤ ولوج (Osmosis) کہلاتا ہے۔

اگر مرتکز محلول پر ولوجی دباؤ سے زیادہ بیرونی دباؤ لگایا جائے تو محلل کے سالمات کا مرتکز محلول سے ہلکا یا محلول میں نفوذ پذیر جھلی میں سے بہاؤ واقع ہوتا ہے۔ اس مظہر کو متعاکس ولوج (Reverse Osmosis) کہتے ہیں۔

**ولوجی دباؤ** (Osmotic Pressure)

ایک مسامدار برتن کی دیواروں پر کاپر فیروسیانائیڈ نفوذ پذیر جھلی لگایئے اور اس میں گلاس کی لاتبی نلی فٹ کیجئے۔ مسامدار برتن میں شکر کا محلول لے کر برتن کو کشیدہ پانی کے بڑے لگن (Trough) میں رکھیئے۔ ولوج کی وجہ سے نلی میں مائع کی سطح میں اضافہ ہوتا ہے (ولوج کی وجہ سے پانی (محلل) شکر محلول میں منتقل ہوتا ہے اور کچھ بلندی پر جاکر رُک جاتا ہے اس کی وجہ یہہ ہے کہ پانی کا ماسکونی دباؤ (Hydro static Pressure) پانی کے بہاؤ کو روک دیتا ہے۔ یہہ دباؤ ولوجی دباؤ کے مساوی ہوتا ہے۔




شکل 6.2 : ولوجی دباؤ

1۔ ولوجی دباؤ وہ بیرونی دباؤ ہے جو محلول پر لگایا جاتا ہے تاکہ محلل کا بہاؤ نیم نفوذ پذیر جھلی سے مرتکز محلول کی طرف رُک جائے (ولوج واقع نہ ہو)' ولوجی دباؤ کہلاتا ہے۔

2۔ ولوجی دباؤ وہ ماسکونی دباؤ ہے جو ایک مرتکز محلول پر لگایا جاتا ہے تاکہ محلول کا بہاؤ ہلکا یا محلول سے مرتکز محلول میں رُک جائے اور دونوں محلول نفوذ پذیر جھلی سے علاحدہ کیئے گئے ہوں۔

3۔ وہ زائد دباؤ جو ایک محلول پر لگایا جاتا ہے تاکہ اس کا دباؤ محلول کے دباؤ کے مساوی ہو جائے' ولوجی دباؤ کہلاتا ہے جب کہ محلل اور محلول نفوذ پذیر جھلی سے علاحدہ کیئے گئے ہوں۔

**ولوجی دباؤ کے کلیات** (Laws of Osmotic Pressure)

وینٹ ہاف نظریے (Vant Hoff's Theory) کے مطابق ہلکا یا محلول میں منحل کے ذرات' گیسی حالت میں گیس سالمات کی طرح طرز عمل رکھتے ہیں اس طرح گیس کے کلیات کا ہلکا یا محلول پر اطلاق ہوتا ہے۔ ان کلیات کو ولوجی دباؤ کے کلیات کہتے ہیں۔

1۔ **وینٹ ہاف بائیل کا کلیہ** (Vant Hoff-Boyle's Law)

اس کلیہ کے مطابق متقل تپش پر ہلکا یا محلول کا ولوجی دباؤ اس کے ارتکاز کے راست متناسب ہوتا ہے یا حجم کے بالعکس متناسب ہوتا ہے۔ (مستقل تپش) $\pi \ \alpha \ C$ ولوجی دباؤ

$$\pi \ \alpha \ \frac{1}{V} \quad \text{یا}$$

$$\pi = KC \ldots\ldots\ldots 6.1$$

C = محلول کا ارتکاز

p = ولوجی دباؤ

K = تناسبی متقل

2۔ **وینٹ ہاف۔ چارلس کا کلیہ** (Vant Hoff - Charle's Law)

اس کلیہ کے مطابق مستقل ارتکاز پر ہلکا یا محلول کا ولوجی دباؤ راست متناسب ہوتا ہے تپش مطلق کے۔

(مستقل ارتکاز) $\pi \ \alpha \ T$ ولوجی دباؤ

$$\pi = KT \text{.....6.2}$$

T= تپش مطلق' $\pi$ = ولوجی دباؤ' K =تناسب کا مستقل

3۔ **ہلکا یا محلول کی عام مساوات (وینٹ ہاف مساوات)**

یہ مساوات وینٹ ہاف۔ بائیل کا کلیہ اور وینٹ ہاف۔ چارلس کا کلیہ کے اتحاد سے حاصل ہوتی ہے

وینٹ ہاف۔ بائیل کا کلیہ $\pi \ \alpha \ C$.....6.3

وینٹ ہاف۔ چارلس کا کلیہ $= \pi \ \alpha \ T$.....6.4

مساوات (6.3) اور (6.4) کو ملانے پر

$$\pi \ \alpha \ C \times T$$
$$\pi = SCT \text{.....6.5}$$

جہاں پر S= محلول کا مستقل یا گیس کا مستقل

'S' کی قیمتیں اور اکائیاں ذیل میں دی گئی ہیں

$$\left.\begin{aligned} S &= 0.0821 \text{ lit} - \text{atm} - K^{-1} - \text{mol}^{-1} \\ S &= 8.31 \times 10^{7} \text{ ergs} - K^{-1}.\text{mol}^{-1} \\ S &= 8.31 \text{ J} - K^{-1} - \text{mol}^{-1} \\ S &= 1.987 \text{ or } 2 \text{ Cals.} - K^{-1}.\text{mol}^{-1} \end{aligned}\right\} \quad \text{-----6.6}$$

$$\left.\begin{aligned} S &= 0.0821 \text{ lit} - \text{atm} - K^{-1} - \text{mol}^{-1} \\ S &= 8.31 \times 10^{7} \text{ ergs} - K^{-1}.\text{mol}^{-1} \\ S &= 8.31 \text{ J} - K^{-1} - \text{mol}^{-1} \\ S &= 1.987 \text{ or } 2 \text{ Cals.} - K^{-1}.\text{mol}^{-1} \end{aligned}\right\} \quad \text{-----6.7}$$

**وینٹ ہاف کے کلیات کے محدودات**

1۔ ان کا اطلاق صرف ہلکا یا محلول پر ہوتا ہے۔

2۔ اگر منحل اور محلل میں تعامل ہو تو کلیات ناکام ہو جاتے ہیں

3۔ اگر منحل کا محلل میں ائتلاف یا افتراق واقعے ہو تو ان کلیات کا اطلاق نہیں ہوتا۔

4۔ طاقتور برق پاشیدوں کے محلول کے لیے کلیات کا اطلاق نہیں واقع ہوتا ہے۔

### 6.2.1 ولوجی دباؤ کی پیمائش (Measurement of Osmotic Pressure)

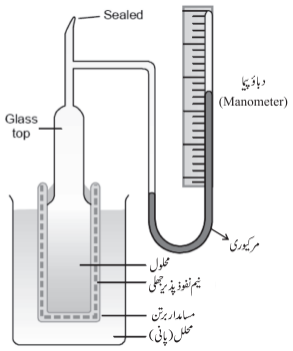
ولوجی دباؤ کی پیمائش کے مختلف طریقے ذیل میں بیان کیئے گیئے۔

**1۔فیفر کا طریقہ** (Pfeffer's Method)

اس طریقے میں ایک مسامدار برتن لیا جاتا ہے جس کی دیواریں نیم نفوذ پذیر جھلی سے ڈھکی جاتی ہیں اس کے ساتھ ایک شیشے کا برتن اوپر کی جانب منسلک ہوتا ہے۔ اس کو جانبی نل (Side tube) کے ذریعے دباؤ پیما سے جوڑا جاتا ہے۔ اوپر کی نلی کے ذریعے محلول کو مسامدار برتن میں بھرا جاتا ہے اور پھر نلی کو بند کیا جاتا ہے تاکہ برتن میں ہوا داخل نہ ہو سکے۔

اب برتن کو کشیدہ پانی میں مستقل تپش پر رکھا جاتا ہے۔ ولوج کی وجہ سے پانی نفوذ پذیر ہر جھلی میں سے مسامدار برتن میں پہونچتا ہے اور دباؤ پیما سے دباؤ کو معلوم کیا جاتا ہے جو ولوجی دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔

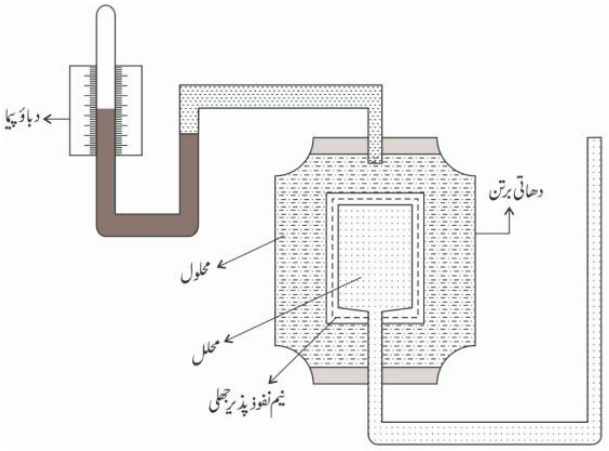
یہہ طریقہ عام طور پر استعمال نہیں کیا جاتا ہے کیوں کہ اعلیٰ ولوجی دباؤ کے لیئے زیادہ مدت درکار ہوتی ہے۔ اس کا دوسرا نقص یہہ ہے کہ اعلیٰ ولوجی دباؤ پر مسامدار برتن کے پھٹ جانے کا امکان ہوتا ہے۔




شکل 6.3: فیفر کا طریقہ

2۔ **مورسے فریزر کا طریقہ** (Morse-Frazer's Method)

اس طریقے میں طاقتور نیم نفوذ پذیر جھلی کا استعمال کیا جاتا ہے۔ ایک مسامدار برتن جس کی دیواروں پر نیم نفوذ پذیر جھلی لگی رہتی ہے۔ دھاتی استوانے میں فِٹ (Fit) کیا جاتا ہے۔ اس کو دباؤ پیمائے جوڑا جاتا ہے۔ اندرونی برتن میں محلل (پانی) اور بیرونی برتن میں محلول لیا جاتا ہے ولوج کی وجہہ سے محلل (پانی) نیم نفوذ پذیر جھلی سے محلول میں منتقل ہوتا ہے دباؤ پیما سے ولوجی دباؤ کی پیائش کی جاتی ہے۔



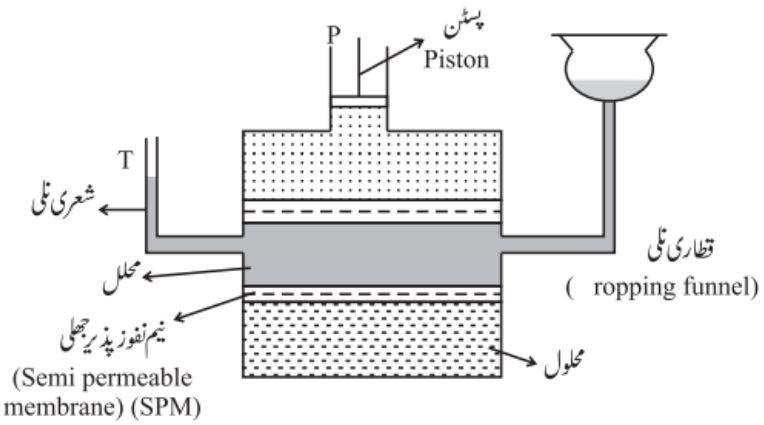

شکل 6.4 : مورسے فریزر کا طریقہ

**بیرکلے۔ بارٹلیز طریقہ** (Berkeley-Heartley's Method)

یہہ طریقہ دوسرے طریقوں سے مختلف ہے۔ اس سے تیز اور صحیح نتائج حاصل ہوتے ہیں اس طریقے میں بیرونی (زائد) دباؤ محلول پر لگایا جاتا ہے تاکہ ولوج کا عمل رُک جائے۔

اس میں ایک مسامدار برتن (Porous pot) استعمال ہوتا ہے جس کی دیواروں پر نیم نفوذ پذیر جھلی لگی رہتی ہے اور یہ برتین دونوں سِروں پر کھُلا ہوتا ہے۔ ایک میرے سے شعری نلی (Capillary tube) اور دوسرے سے قطاری نلی (Dropping Funnel) منسلک ہوتی ہے۔ اس کو ایک بیرونی دھاتی برتن میں رکھا جاتا ہے جس کے ساتھ پسٹن اور دباؤ پیما جُڑے ہوتے ہیں۔ اندرونی برتن میں محلل اور بیرونی برتن میں محلول ہوتا ہے۔

ولوج کے عمل کے دوران محلل کے سالمات محلول میں منتقل ہوتے ہیں پسٹن (Piston) سے محلول پر اتنا دباؤ ڈالا جاتا ہے تاکہ ولوج کا عمل رُک جائے۔ اس کی وجہہ سے شعری نلی میں سطح 'T' پر قائم رہتی ہے۔ بیرونی دباؤ سے ولوجی دباؤ معلوم کیا جاتا ہے۔




شکل 6.5 : برکلے۔ بارٹلیز کا طریقہ

## عبارتی سوالات

1۔ $20^0C$ تپش پر 34.2 گرامی فی لیٹر ارتکاز کے سُکروز (سالمی وزن 342) کا ولوجی دباؤ معلوم کیجئے۔

$$\left(lit-atm-K^{-1}mol^{-1}0.0821=S\right)$$

حل:

$$0.1=\frac{34.2}{342}=C$$
$$293K=273+20=T$$
$$0.082=S$$
$$\pi=CTS$$
$$\pi=0.1\times293\times0.082$$
$$\pi=2.4atm$$

2۔ $27^0C$ تپش پر ٪ 5 محلول کا ولوجی دباؤ 6.84 کرہ ہوائی (Atm) ہے منحل (Solute) کا سالمی وزن محبوب کیجئے۔

$$\left(lit-atm-K^{-1}mol^{-1}0.0821=S\right)$$

حل : فرض کرو کہ منحل کا سالمی وزن = $M_w$

$$\frac{50}{m} = \frac{5}{m} \times \frac{1000}{100} = C$$
$$300K = 273 + 27 = T$$
$$0.0821 = S$$

$\pi = 6.84$ کرہ ہوائی (Atm)

$$6.84 = \frac{50}{M_w} \times 300 \times 0.0821 = C$$
$$M_w = \frac{50 \times 300 \times 0.0821}{6.84} = 180$$
$$M_w = 180 g / mol$$

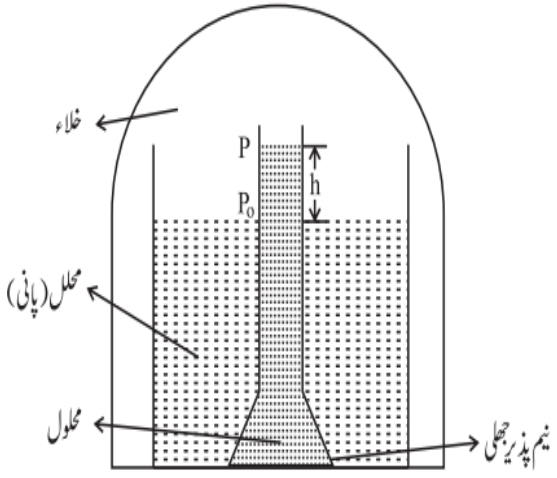
## 6.3 ولوجی دباؤ اور بخاری دباؤ میں پستی کا رشتہ

(Relationship between Osmotic Pressure and Lowering of Vapour pressure)

ولوجی دباؤ اور بخاری دباؤ میں پستی ارتباطی خصوصیات ہیں اور بخاری دباؤ میں پستی اور ولوجی دباؤ راست متناسب ہوتے ہیں۔

ایک کنول قیف نلی (Thistle funnel) میں محلول لے کر اس کے مُنہ کو نیم نفوذ پذیر جھلی سے بند کیا جاتا ہے اس کو ایک پانی کے لگن (Trough) میں اُلٹا رکھا جاتا ہے۔

اس کو ایک بند استوانے میں رکھا جاتا ہے جس میں خلاء پیدا کیا گیا ہے۔




شکل 6.6 : ولوجی دباؤ اور بخاری دباؤ میں پستی کا رشتہ

ولوج کی وجہ سے محلول کی بلندی میں اضافہ (h) ہوتا ہے اور کچھ دیر بعد مستقل ہو جاتا ہے ولوجی دباؤ p اور ماسکونی دباؤ (Hydro Static Pressure) برابر ہو جاتے ہیں

$$\pi = hDg \quad \text{.....6.8} \qquad (\text{ولوجی دباؤ})$$

جہاں پر d = محلول کی کثافت ' g = اسراع بوجہ جاذبہ h = محلول کی بلندی اگر $P^0$ محلل کا بخاری دباؤ ہو تو محلول کا بخاری دباؤ اس بلندی پر P ہو گا۔ کیوں کہ بلندی میں اونچائی سے بخاری دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔

بخاری دباؤ میں فرق پانی کے بحارات کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے

$$P^0 - P = hDg \quad \text{.....} \quad 6.9$$

جہاں پر D = پانی کے بخارات کی کثافت ' $P^0$ = پانی کا بخاری دباؤ ' P = محلول کا بخاری دباؤ

مساوات (6.8) کو (6.9) سے تقسیم کرنے پر

$$\frac{P^0 - P}{\pi} = \frac{hDg}{hdg} = \frac{D}{d} \qquad \text{-------6.10}$$

$$P^0 - P = \pi \times \frac{D}{d} \quad \text{...}$$

$$\text{مستقل} = \frac{D}{d} \qquad \text{-------6.11}$$

$$(P^0 - P) \alpha\ \pi$$

اوپر کی مساوات سے ظاہر ہے کہ بخاری دباؤ میں پستی ہلکا یا محلول کے لیئے ولوجی دباؤ کے راست متناسب ہوتی ہے۔

## 6.4 ہم طنابی محلول ' محلول کا بے قاعدہ طرز عمل

**ہم طنابی محلول** (Isotonic Solution)

دو محلول جن کے ارتکاز اور ولوجی دباؤ ایک ہو ' ہم طنابی محلول کہلاتے ہیں۔ ان کی وجہ سے نامعلوم مرکبات کے سالمی وزن معلوم کیئے جاتے ہیں۔

ایک محلول جس کا ولوجی دباؤ زیادہ ہو' بیش طنابی یا بیش تنشی (Hypertonic) محلول کہلاتا ہے اور کم ولوجی دباؤ کا محلول زیر طنابی یا زیر تنشی (Hypotonic) محلول کہلاتا ہے۔

**محلول کا بے قاعدہ طرز عمل** (Abnormal Behaviour Solution)

ارتباطی خصوصیات جیسے بخاری دباؤ میں پستی' ولوجی دباؤ' نقطہ جوش میں ارتفاع' نقطہ انجماد میں پستی غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن معلوم کرنے کے لیے کار آمد ہیں۔ ان تمام صورتوں میں یہہ تصور کیا گیا کہ منحل کسی بھی محلول میں اپنی طبعی حالت میں موجود رہتے ہیں مگر یہہ طریقے ہر محلول کے لیے صحیح ثابت نہ ہو سکے۔

بعض محلول میں منحل افتراق کر کے رواں میں بٹ جاتے ہیں اور بعض محلول میں منحل متحد ہو کر کثیر ترکیبے بناتے ہیں مثلاً NaCl محلول میں افتراق ہوتا ہے اور $Cl^-, Na^+$ رواں حاصل ہوتے ہیں اسی طرح بنزویک ترشہ ($C_6H_5COOH$) بنزین میں دوترکیبہ (Dimer) بناتا ہے یہ محلول غیر کامل محلول (Non-ideal Solution) کہلاتے ہیں اور یہ عمل بے قاعدہ طرز عمل کہلاتا ہے۔

## 6.4.1 کامل اور غیر کامل محلول غیر کامل محلول کے طرز عمل کی وجوہات

**کامل محلول** (Ideal Solution)

ہم جانتے ہیں کہ ارتباطی خصوصیات سے منحل کے سالمی وزن معلوم کیئے جاتے ہیں۔ نتائج بتلاتے ہیں کہ بعض منحل کے سالمی وزن صحیح حاصل نہ ہو سکے۔ اس غیر مطمئن طرز عمل کو بے قاعدہ طرز عمل کہتے ہیں۔ ایسے محلول جو رؤلٹ کے کلیہ کو تابع کرتے ہوں حسب ذیل خواص رکھتے ہوں۔

1۔ محلول بہت ہلکا یا ہونا چاہئیے۔

2۔ منحل غیر طیران پذیر ہونا چاہئیے

3۔ منحل اور محلل کے سالمات میں کوئی تفاعل نہ ہو۔

4۔ محلول میں منحل کی طبعی حالت ایک ہی ہونی چاہئے یعنی منحل میں افتراق اور ائتلاف نہ ہو۔ عام طور پر ایسے محلول جو رؤلٹ کے کلیہ اور منحل کے ارتکاز و ارتباطی خصوصیات میں رشتہ بتلانے والی مساوات کے تابع ہوتے ہیں کامل محلول کہلاتے ہیں لیکن مکمل محلول کو رولٹ کے کلیہ کی اصطلاح میں بیان کرنا چاہیے نہ کہ ارتباطی خصوصیات کی مساوات میں۔

## غیر کامل محلول اور غیر کامل محلول کے طرز عمل کی وجوہات

ہم مطالعہ کر چکے ہیں کہ ارتباطی خصوصیات ولوجی دباؤ' بخاری دبگاؤ میں اضافی پستی وغیرہ کی پیمائش سے معلوم کیئے گئے منحلی کے سالمی وزن کی قیمت حسابی سالمی وزن سے مختلف تھی اس سے یہہ ظاہر ہوا کہ محلول میں منحل کی طبعی حالت مختلف ہے یعنی طبعی حالت میں افتراق یا ائتلاف واقع ہوا ہے۔ نامیاتی مرکبات اور برق پاشیدہ منحل کے سالمی وزن' ان کے حقیقی (حسابی) سالمی وزن سے مختلف تھے۔

مثال کے طور پر 0.1 M گلوکوز' سُکروز اور NaCl کے محلول کے ولوجی دباؤ مساوی ہونا چاہیئے کیوں کہ ولوجی دباؤ ایک ارتباطی خاصیت ہے جو سالمات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے اور منحل کی نوعیت سے آزاد ہوتی ہے۔

0.1 M گلوکوز' سکروز اور NaCl محلول میں منحل کے ذرات کی تعداد مساوی ہے کیوں کہ ان کی مولاریٹی برابر ہے۔ ارتباطی خصوصیات جیسے ولوجی دباؤ سے حاصل شدہ قیمتیں بتلائی ہیں کہ گلوکوز اور سکروز کی قیمتیں بربر ہیں لیکن 0.1 M سوڈیم کلورائیڈ کی قیمت زیادہ ہے۔ اس طرح تبرویک ترشہ کو بترین میں حل کیا گیا اور ارتباطی خصوصیت سے حاصل شدہ کم حاصل ہوئی یہہ تجرباتی نتائج ظاہر کرتے ہیں کہ محلول' کامل طرز عمل سے انحراف کرتے ہیں غیر کامل محلول کے طرز عمل کے وجوہات:

محلول کے کامل طرز عمل سے انحراف کے دو بڑے وجوہات ذیل میں بیان کی گئی ہیں۔

1۔ محلول کے دونوں اجزاء (منحل اور محلل) دیئے گئے ارتکاز پر کامل طرز عمل نہیں رکھتے۔ ایک جُز کے سالمات دوسرے جز کے بین سالماتی قوتوں پر اثر انداز ہوتے ہیں۔ بعض مرتبہ ایک جُز کے سالمات دوسرے جُز کے بین سالماتی قوتوں کو اس حد تک متاثر کرتے ہیں کہ چند سالمے بچے نکلنے کا رجحان رکھتے ہیں جس سے بخاری دباؤ میں تبدیلی ہو جاتی ہے اور محلول رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کرتا ہے۔

2۔ محلول میں منحل کے سالمے کی نوعیت اس کی اصلی طبعی حالت سے مختلف ہوتی ہے۔ محلول میں منحل کے سالمات میں اتحاد یا افتراق ہوتا ہے۔ منحل اور محلل کے سالمات کے درمیان مرکب کی تکوین (Compound Formation) بھی ہو سکتی ہے۔

## ولوجی دباؤ اور بخاری دباؤ (Osmotic Pressure and Vapour Pressure)

فرض کرو کہ محلل اور محلول کو مستقل تپش پر ایک نیم نفوذ پذیر جھلی سے علاحدہ کیا گیا ہے۔ تعادل کی حالت میں محلل اور محلول کا بخاری دباؤ بالترتیب $P^{o}$ اور P ہے۔

تعادل کی حالت میں ولوجی دباؤ مساوی ہوتا ہے $(P^o-P)$ کے۔ کیوں کہ ولوجی دباؤ وہ زائد دباؤ ہے جو محلول پر لگایا جاتا ہے تا کہ محلل کا بہاؤ محلول میں نہ واقع ہو۔ مائع اور بخارات ایک دوسرے سے توازن میں ہیں' اس لیے $P^o$ اور P میں رشتہ ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$RT\ell n\frac{P^o}{P}=\bar{V}(P^o-P) \qquad \text{-----6.12}$$

جہاں پر $\bar{V}$ محلول میں جزوی مولار حجم (Partial Molar Volume) ہے چوں کہ $(P^o-P)$ کی قیمت ولوجی دباؤ کے متناسب ہوتی ہے اس لیے مساوات (6.12) مساوات (6.13) کی شکل میں دیا جا سکتا ہے۔

| | |
|---|---|
| $RT\ell n=\frac{P^o}{P}=\bar{V}\pi$ | ------6.13 |

اس مساوات کا اطلاق اس وقت ہوتا ہے جب کہ محلل کے بخارات کا طرز عمل کامل ہو۔

## 6.5 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے درجہ ذیل کے بارے میں مطالعہ کیئے ہیں۔

1۔ پانی کا ہلکا یا محلول سے مرتکز محلول میں خود رو (Spontaneous) بہاؤ ولوج کہلاتا ہے جب کہ دونوں محلول ایک نفوذ پذیر جھلی سے جُدا کیے گئے ہوں۔

2۔ ولوجی دباؤ وہ زائد دباؤ ہے جو ایک مرتکز محلول پر لگایا جائے تا کہ ولوج کے عمل کو روک سکے۔

3۔ کامل محلول وہ محلول ہے جو رؤلٹ کے کلیہہ کے تابع ہوتا ہے۔

4۔ ولوجی دباؤ کی پیائش کے طریقے اور ولوجی دباؤ کے کلیات۔

5۔ بخاری دباؤ میں پستی کی پیائش کے طریقے اور منحل کے سالمی وزن کی تخمین۔

6۔ ہم طنابی محلول کے ولوجی دباؤ مساوی ہوتے ہیں۔ اس حالت میں بھی پانی کا بہاؤ دونوں محلول میں واقع ہوتا ہے لیکن محلول کا ارتکاز تبدیل نہیں ہوتا۔

7۔ بخاری دباؤ میں پستی راست متناسب ہوتی ہے ولوجی دباؤ کے۔

8۔ برق پاشیدہ محلول میں افتراق ہوتا ہے اور رواں یاذرات کی تعداد میں اضافہ ہوتا ہے اور ارتباطی طریقہ پیمائش سے مشاہدہ کردہ سالمی وزن مختلف ہوتا ہے جالبی یا اصلی سالمی وزن کے۔

9۔ رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کی وجہہ منحل کا محلول میں ائتلاف یا افتراق ہے۔

10۔ رؤلٹ کا کلیہ طیران پذیر منحلی کے لیے قابل اطلاق نہیں ہے کیوں کہ منحلی کے بخارات میں کا اخراج ہوتا ہے جو بخاری دبگاؤ میں پستی کو متاثر کرتا ہے۔

11۔ کسی دی گئی تپش پر مائع کا دباؤ مستقل ہوتا ہے اور مائع کی مقدار پر منحصر نہیں ہوتا۔

12۔ ایک محلول میں منحل۔ محلل کے سالمات کے درمیان کشش ہوتی ہے جس کی وجہ سے محلول کا بخاری دباؤ کم اور نقطہ جوش زیادہ ہوتا ہے۔

## 6.6 کلیدی الفاظ

1۔ **ولوج:** محلل کے سالمات کا ہلکا یا محلول سے مرتکز محلول میں نیم نفوذ پذیر جھلی میں سے بہاؤ۔

2۔ **ہم طنابی محلول:** ایک ہی ولوجی دباؤ یا ارتکاز کے محلول۔

3۔ **کامل محلول:** محلول جو رؤلٹ کے کلیہ کے تابع طرز عمل کا اظہار کرتا ہے۔

4۔ **ارتباطی خصوصیات:** ذرات یا رواں کی تعداد پر منحصر خصوصیات۔

5۔ **غیر کامل محلول:** محلول جو رؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کرتا ہے۔

6۔ **بخاری دباؤ میں پستی:** محلل اور محلول کے بخاری دباؤ کا فرق۔

7۔ **بخاری دباؤ میں اضافی پستی:** محلل اور محلول کے بخاری دباؤ میں فرق اور محلل کے بخاری دباؤ میں نسبت۔

8۔ **نیم نفوذ پذیر جھلی:** جھلی جس میں سے صرف محلل کے سالمات محلول میں منتقل ہوتے ہیں۔

9۔ **وینٹ ہاف مساوات:** P = CTS

10۔ **افتراق وائتلاف:** مرکب کارواں میں بٹ جانا' مرکب سالمات کا متحد ہوتا۔

## 6.7 نمونہ امتحانی سوالات

**معروضی جوابات کے حامل سوالات**

1۔ولوجی دباؤ ہے۔

(a) اضافی خصوصیت (b) ساختی خصوصیت (c) ارتباطی خصوصیت (d) سیالی خصوصیت

2۔ہم طنابی محلول ہیں۔

(a) 0.1 M گلوکوز۔0.1 M سوڈیم کلورائیڈ (b) 0.1 M گلوکوز 0.1 M سکروز

(c) 0.1 M سوڈیم کلورائیڈ۔0.1 M سوڈیم سلنیٹ (d) کوئی نہیں۔

3۔بخاری دباؤ میں اضافی پستی اور منحل کی مول کسر میں رشتہ

(a) رؤلٹ کا کلیہ (b) وینٹ ہاف کلیہ (c) ہنیری کا کلیہ (d) نرنسٹ کا تقسیمی کلیہ

4۔ محلل کے سالمات کی نیم نفوذ پذیر جھلی میں سے کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز والے محلول میں بہاؤ کہلاتا ہے۔

(a) ولوج (b) نفوذ پذیری (c) معاکس ولوج (d) شہری بہاؤ(Capillary flow)

5۔کاملی یا طبعی محلول میں منحل کس حالت میں ہوتا ہے۔

(a) طبعی یا اصلی حالت (b) افتراقی حالت (c) ائتلافی حالت (d) افتراقی اور ائتلافی حالت

6۔مثالی طرز عمل کے لیے

(a) محلول ہلکا یا ہونا چاہئے (b) منحل غیر طیران پذیر ہو (c) منحل۔ محلل سالمات میں تفاعل نہ (d) تمام خصوصیات

7۔ہلکا یا محلول میں منحل کے سالمات گیسی سالمات کی طرح طرز عمل ظاہر کرتے ہیں

(a) وینٹ ہاف کا کلیہ (b) رؤلٹ کا کلیہ (c) گراہم کا کلیہ (d) ہنیری کا کلیہ

8۔ ارتباطی خصوصیات کس پر منحصر ہوتی ہیں؟

(a) ذرات کی تعداد (b) ذرات کی نوعیت (c) ذرات کی جسامت (d) کوئی نہیں

9۔ بخاری دباؤ میں پستیاور ولوجی دباؤ میں حسب ذیل رشتہ ہے۔

(a) $\Delta P \alpha \pi$ (b) $\Delta P \alpha \frac{1}{\pi}$ (c) $\Delta P = \pi$ (d) $\Delta P = \frac{1}{\pi}$

10۔ ارتباطی خاصیت نہیں ہے۔

(a) بخاری دباؤ میں پستی (b) نقطہ جوش' نقطہ انجماد (c) نقطہ جوش میں ارتقاع (d) نقطہ انجماد میں پستی

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ رؤلٹ کا کلیہ اور اس کے محدودات بیان کیجیئے۔

2۔ ولوج' ولوجی دباؤ اصطلاحات کی تشریح کیجیئے۔

3۔ محلول کا ولوجی دباؤ معلوم کرنے کے لیئے کوئی ایک طریقہ تفصیل سے بیان کیجیئے۔

4۔ محلول کے بے قاعدہ طرز عمل کی وجوہات کی تشریح کیجیئے۔

5۔ ارتباطی خصوصیات کیا ہیں؟ مثالیں دیجیئے۔

6۔ ولوجی دباؤ کی پیمائش کے لیئے برکلے۔ہارٹلیز کا طریقہ بیان کیجیئے۔

7۔ ایک نامیاتی مرکب کے 0.60 گرام کو 100 ملی لیٹر پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کا ولوجی دباؤ محسوب کیجیے جبکہ تپش $27\ ^{o}C$ ہے ($0.0821 = atm\ K^{-1} - mol^{-1}$) (مرکب کا سالمی وزن = 180)

8۔ 0.1 M سوڈیم کلورائیڈ محلول کا ارتباطی خاصیت ولوج کے ذریعے حاصل کردہ سالمی وزن حسابی یا اصلی سالمی وزن سے کم حاصل ہوا جب کہ نبزین / بنزویک ترشہ محلول میں بنزویک ترشہ کا سالمی وزن اصلی و من سے زیادہ حاصل ہوا۔ تشریح کیجیئے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ ولوجی دباؤ کی تصریف کیجئے۔ ولوجی دباؤ کے کلیات بیان کیجئے۔

2۔ (a) بخاری دباؤ اور ولوجی دباؤ میں رشتہ اخذ کیجئے۔

(b) ایک مرکب کے 14 گرام کو ایک لیٹر پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کا ولوجی دباؤ 2.586 atm حاصل ہوا جب کہ تپش $27^0C$ ہے۔ مرکب کا سالمی وزن محسوب کیجئے۔

3۔ کامل محلول اور نحیر کامل محلول سے کیا مراد ہے۔ محلول کے بے قاعدہ طرز عمل کی وجوہات تفصیل سے بیان کیجئے۔

4۔ بخارات کے اخرابی طریقے سے بخاری دباؤ میں اضافی پستی کی تخمین کو صاف خاکہ کھینچ کر بیان کیجئے۔

5۔ (a) بخاری دباؤ میں پستی اور بخاری دباؤ میں اضافی پستی سے کیا مُراد ہے؟

(b) 10 گرام غیر طیرانی پذیر مرکب کو 100 گرام پانی میں $20^0C$ تپش پر حل کیا گیا جس سے بخاری دباؤ 17.5 mm سے 17.41mm حاصل ہوا۔ مرکب کی سالمی کمیت معلوم کیجئے۔

# اکائی7 : ارتباطی (مقداری) خصوصیات- III

(Unit-7: Colligative Properties - III)

اکائی کے اجزا


7.0 تمہید

7.1 مقاصد

7.2 نقطہ انجماد میں پستی۔نقطہ انجماد میں پستی اور غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن میں رشتہ۔

7.3 اکتسابی نتائج

7.4 کلیدی الفاظ

7.5 نمونہ امتحانی سوالات


## 7.0 تمہید

ہم جانتے ہیں کہ مادہ کی اہم تین حالتیں ٹھوس، مائع اور گیس ہیں۔ ہر حالت کے امتیازی خصوصیات ہیں۔ ان میں گیس کا دباؤ ایک امتیازی خاصیت ہے یعنی گیس پر دباؤ کا اثر ٹھوس اور مائع سے زیادہ ہوتا ہے۔ گیس کا دباؤ اس وقت تک مستقل رہتا ہے جب تک تپش مستقل ہو۔

گیسوں کی طرح مائع بھی سالمات پر مشتمل ہوتے ہیں۔ تپش میں اضافہ سے مائع کی بخارات میں تبدیلی ہوتی ہے اور بخاری دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے۔ جب مائع کا بخاری دباؤ، کرہ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہوتا ہے مائع جوش کھاتا ہے۔ وہ تپش جس پر مائع کا بخاری دباؤ اور کرہ ہوائی کا دباؤ برابر ہو تو اس کو نقطہ جوش کہتے ہیں۔ ایک طیران پذیر منحل کو پانی (محلل) میں ملا کر گرم کیا جائے تو نقطہ جوش میں اضافہ ہوتا ہے۔ محلول اور محلل کے نقطہ جوش میں فرق، نقطۂ جوش میں ارتفاع (Elevation of Boiling Point) کہلاتا ہے۔ نقطۂ جوش میں ارتفاع یا اضافہ منحل کے سالمات کی تعداد (مقدار) پر ہوتا ہے۔ اس طرح یہ ایک ارتباطی خاصیت ہے۔

بخاری دباؤ میں پستی سے نقطہ جوش میں اضافہ ہوتا ہے۔ اگر ایک مائع کو ٹھنڈا کیا جائے تو سالمات کے ٹکراؤ میں کمی ہوتی ہے اور بخاری دباؤ بھی کم ہونے لگتا ہے کیوں کہ سالمات کی توانائی بالحرکت کم ہوتی جاتی ہے۔ ایک خاص تپش سے مائع کے بخارات اور اس کے ٹھوس میں تعادل ہوتا ہے۔ یہ تپش مائع کا نقطہ انجماد (Freezing Point) کہلاتی ہے۔ ایک غیر طیران پذیر منحل کو محلل میں ملا کر محلول ٹھنڈا کیا جائے تو نقطہ انجماد میں کمی واقع ہوتی ہے۔ محلل اور محلول کے نقطہ انجماد میں فرق، نقطہ انجماد میں پستی (Depression of Freezing Point) کہلاتا ہے۔ محلول کے نقطہ انجماد میں پستی کا مطالعہ انجماد نمائی (Cryoscopy) کہلاتا ہے۔ نقطہ جوش میں اضافہ کی طرح نقطہ انجماد میں پستی بھی منحل کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ یعنی یہ بھی ارتباطی خاصیت ہے۔ ارتباطی خصوصیات جیسے بخاری دباؤ میں پستی اور ولوجی دباؤ کا مطالعہ آپ اکائی 3- میں کر چکے ہیں۔

## 7.1 مقاصد

اس اکائی کو مکمل کر لینے کے بعد طلبہ حسب ذیل کے بارے میں جان کاری حاصل کریں گے۔

- ایک محلول کا نقطہ انجماد اس کے محلل کے نقطہ انجماد سے کم ہوتا ہے۔ نقطہ انجماد میں فرق کو نقطہ انجماد میں پستی (Depression of Freezing Point) کہتے ہیں۔
- نقطہ جوش میں اضافہ اور نقطہ انجماد میں کمی راست متناسب ہوتی ہے بخاری دباؤ میں پستی کے۔
- نقطہ جوش میں اضافہ اور نقطہ انجماد میں پستی سے غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن کی تخمین۔
- نقطہ جوش اور انجماد کی پیمائش کے مختلف طریقے۔
- سالمی کمیت یا سالمی وزن میں بے قاعدگی کے وجوہات۔
- وینٹ ہاف مساوات۔ وینٹ ہاف جز (ED-)۔

## 7.2 نقطہ انجماد میں پستی، نقطہ انجماد میں پستی اور غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن میں رشتہ

(Depression of Freezing Point, Relationship Between Depression of Freezing Point and Molecular Weight of Non-volatile Solute)

مائع کے سالمات گیس کے سالمات کی طرح مختلف سمت میں حرکت کرتے ہیں اور توانائی بالحرکت کو وجہہ سے سالمے فضا میں بھی حرکت کرتے ہیں۔ سالمات کی تپش میں کمی سے توانائی بالحرکت اور رفتار میں کمی واقع ہوتی اور سالمات کے انجماد شروع ہوتا ہے۔ ایک خاص تپش پر ٹھوس اور مائع حالت تعادل میں ہوتے ہیں اور دونوں ہیتوں کے بخاری دباؤ برابر یا مساوی ہوتے ہیں۔ اس تپش کو نقطہ انجماد (freezing point) کہتے ہیں۔

محلول کا نقطہ انجماد اس کے محلل سے کم ہوتا ہے۔ محلول اور محلل کے نقطہ انجماد میں فرق، نقطہ انجماد میں کمی یا پستی کہلاتا ہے۔ یہ فرق منحل کے سالمات کی تعداد پر ہوتا ہے۔ اس لیے یہ ایک ارتباطی خصوصیات ہے۔

نقطہ انجماد میں پستی = محلل کا نقطہ انجماد - محلول کا نقطہ انجماد

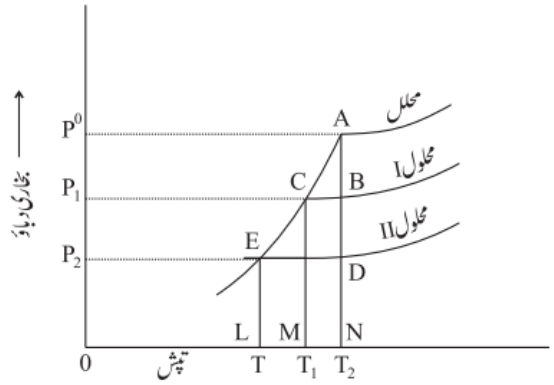
نقطہ انجماد میں پستی سے غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن کی تخمین، ترسیمی طریقہ سے کی جاتی ہے۔

**ترسیمی طریقہ** (Graphical Method)

ایک معلوم وزن کے محلل کو انجماد تلی میں لے کر ٹھنڈا کیا جاتا ہے۔ تپش میں کمی سے بخاری دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔ جب ٹھوس اور مائع کے تعادل میں موجود مائع کے بخاری دباؤ برابر ہوتے ہیں۔ یہ تپش محلل کے نقطہ انجماد کو ظاہر کرتی ہے۔

تپش کو X محور پر اور بخاری دباؤ کو Y محور پر لے کر ترسیم کھینچی جاتی ہے۔

اسی طرح دو مختلف ارتکاز کے محلول I اور II کے لیے ترسیم کھینچی جاتی ہے۔




شکل 7.1 : محلل - محلول کے بخاری دباؤ - تپش کے منحنی

ترسیم سے یہ ظاہر ہے کہ محلل کا بخاری دباؤ اور نقطہ انجماد دونوں محلولوں سے زیادہ ہے۔ مثلقات مشابہ ہیں۔ABC and ADE مشابہ ہیں۔

$$\frac{BC}{DE} = \frac{AB}{AD}$$

$$\frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} = \frac{P^0 - P_1}{P^0 - P_2}$$

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$$

یا

$$\Delta T_f \alpha \Delta P \ldots\ldots\ldots\ldots 7.1$$

$\Delta T_1 = T_0 - T_1$ محلول کے نقطہ انجماد میں پستی $\Delta P_1 = P^0 - P_1$ محلول I کے بخاری دباؤ میں پستی

$\Delta T_2 = T_0 - T_2$ محلول II کے نقطہ انجماد میں پستی $\Delta P_2 = P^0 - P_2$ محلول II کے بخاری دباؤ میں پستی

مساوات (7.1) سے ظاہر ہے کہ نقطہ انجماد میں، رات متناسب ہوتی ہے بخاری دباؤ میں پستی کے

رؤلٹ کے کلیئے کے مطابق

$$\frac{\Delta P}{P^0} = \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$$

$$\Delta P = P^0 \times M \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$$

نقطہ انجماد پر P اور M مستقل ہیں۔

$$\Delta P \alpha \frac{w}{m} \times \frac{1}{W} \quad \ldots\ldots\ldots 7.2$$

مساوات (7.1) اور (7.2) تقابل کرنے پر

$$\Delta T_f \alpha \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$$

$$\Delta T_f = K \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W} \ldots\ldots\ldots 7.3$$

جہاں، = w منحل کا وزن، = m منحل کا سالمی وزن، = W محلل کا وزن، = K انجماد نمائی کا مستقل یا نقطۂ انجماد کا مستقل

$\Delta T$ = نقطۂ انجماد میں پستی

اگر $\frac{1}{W} = 1$ اور W = 1000gm

اوپر کی قیمتیں مساوات (7.3) میں درج کرنے پر

$$\Delta T_f = K \times 1 \times \frac{1}{1000}$$

$$K = \frac{K}{1000} = K_f$$

$$4\ K = 1000K_f \quad .....7.4$$

K کی قیمت مساوات (7.3) سے مساوات (7.4) میں درج کرنے پر

$$\Delta T_f = 1000K_f \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W} .....7.5$$

$K_f$ = مولال پستی کا مستقل یا نقطہ انجماد کا مستقل،

$\Delta T_f$ = نقطہ انجماد میں پستی،

w = منحل کا وزن، m = منحل کا سالمی وزن،

W = محلل کا وزن

## مولال انجماد پستی کا مستقل

(Cryoscopic Constant or Molal Depression or Modal Freezing Point Constant '$K_f$')

مولال انجماد کا مستقل یا نقطہ انجماد کا مستقل نقطہ انجماد میں پستی کے برابر ہے جب ایک مول منحل کو 1000 گرام محلل میں حل کیا جائے۔

$$\Delta T_f = 1000K_f \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$$

اگر $\frac{w}{m}=1$، W = 1000

$$\Delta T_f = 1000 \times K_f \times 1 \times \frac{1}{1000}$$
$$\Delta T_f = K_f$$

مولال پستی کا مستقل ($K_f$) ایک محلل کی امتیازی خاصیت ہے۔ اس کی درجہ ذیل مساوات سے محسوب کیا جاتا ہے۔

$$K_f = \frac{0.002T^2}{L_f} \ldots\ldots 7.6$$

T=نقطہ انجماد کی تپش مطلق، $L_f$= محلل کی انجماد کی حرارت مخفی

**عبارتی سوالات**

1۔ 0.44 گرام مرکب کو 22.2 گرام نبزین میں حل کیا گیا جس سے نقطہ انجماد میں $0.567^0C$ کمی واقع ہوئی۔ مرکب کا سالمی وزن محسوب کیجیے۔ $(Kf = 5.12k/m)$

**حل :**

$$\Delta T_f = 1000K_f \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$$
$$0.567 = \frac{1000 \times 5.12 \times 0.44}{m \times 22.2}$$
$$m == \frac{1000 \times 5.12 \times 0.44}{0.567 \times 22.2}$$
$$m = 179g/mol$$

2۔ 1.25 گرام نامیاتی مرکب کو 52.5 گرام نبزین میں حل کیا گیا محلول نقطہ انجماد 277.515 K حاصل ہوا۔ نبزین کا نقطہ انجماد 278.495 ہو تو نامیاتی مرکب کا سالمی وزن معلوم کیجیے۔ ($K_f$ = 5.1k/m)

**حل :** $\Delta T_f = 1000K_f \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$

$$\Delta T_f = 1000K_f \times \frac{w}{m} \times \frac{1}{W}$$

$$0.98 = \frac{1000 \times 5.11 \times 1.25}{m \times 52.8}$$

$$m = 123g/mol$$

3۔ پانی کا نقطہ جوش $100^0$C اور پانی کے بخارات کی حرارت 1 مخفی 540 حرارے فی گرام ہے۔ پانی کے $K_b$ کی قیمت معلوم کیجیے۔

**حل :**

$$K_b = \frac{0.002 \times T_b^2}{L_v}$$

$$373K = 273 + 100 = T_b$$

$L_v$ 540 = حرارے فی گرام

$$K_b = \frac{0.002 \times 373 \times 373}{540} = 0.515$$

$$K_b = 0.515$$

## 7.3 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے حسب ذیل کے بارے میں معلومات حاصل کیجیے۔

1۔ مولال نقطہ انجماد کا مستقل، نقطہ انجماد میں پستی کے مساوی ہوتا ہے جب ایک مول منحل کو 1000 گرام محلل میں حل کیا جائے۔

2۔ مولال ارتفاع کا مستقل (Kb) محلل کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے اور منحل کی نوعیت سے آزاد ہوتا ہے۔

3۔ مولال انجماد کا مستقل (Kf) محلل کی نوریت پر منحصر ہوتا ہے اور منحل کی نوعیت سے آزاد ہوتا ہے۔

4۔ ارتباطی خصوصیات سے مشاہدہ کردہ سالمی وزن بعض مرکبات کے لیے حسابی سالمی وزن سے مختلف ہوتا ہے۔ اس کو سالمی کمیت یا سالمی وزن میں بے قاعدگی کہتے ہیں۔

5۔ راسٹ کے طریقے میں محلل کے طور پر ٹھوس مرکبات جیسے کافور یا بینتھ لین استعمال کیے جاتے ہیں۔

6۔ مولال ارتفاع کا مستقل($K_b$) محلل کے بخارات کی حرارت مخفی($L_v$)اور نقطہ جوش($T_b$)میں رشتہ ذیل کی مساوات سے دیا جاتا ہے۔

$$K_b = \frac{0.002\,T^2}{L_v}$$

7۔ ایک ہی ارتکاز کے یوریا اور $CaCl_2$ محلول کے نقطہ جوش برابر نہیں ہوتے کیوں کہ $CaCl_2$ میں روانیت واقع ہوتی ہے۔

8۔ بیکن تپش پیما سے کم سے کم $0.001^0C$ تپش نوٹ کی جاسکتی ہے۔

## 7.4 کلیدی الفاظ

1۔ **نقطہ انجماد میں پستی:** محلول اور محلل کے نقطہ انجماد میں فرق۔

2۔ **وینٹ ہاف جز:** حسابی سالمی وزن اور مشاہدہ کردہ سالمی وزن میں نسبت۔

3۔ **پر گرم محلول**(Superheated solute): محلول جس کی پیمائش، نقطہ جوش سے زیادہ ہو۔

## 7.5 نمونہ امتحانی سوالات

### معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ نقطہ جوش میں ارتفاع راست متناسب ہوتا ہے۔

(a) بخاری دباؤ میں پستی کے (b) بخاری دباؤ میں اضافہ پستی کے

(c) محلل کے بخاری دباؤ کے (d) کرہ ہوائی دباؤ کے

2۔ منحل کے ذرات کی تعداد 'n' اور سالمی وزن 'm' میں رشتہ ہے۔

(a) $m \alpha \frac{1}{n}$ (b) $m \alpha\ n$ (c) $m = n$ (d) $m + n = 1$

3۔ $\Delta T_b = K_b$

(a) 1 مول منحل کو 1000 گرام محلل میں ملایا جانے پر (b) ایک منحل کو 100 گرا محلل میں ملایا جانے پر
(c) ایک گرام منحل کو 100 گرام محلل میں ملایا جانے پر (d) ایک گرام منحل کو 1000 گرام محلل میں حل

4۔ محلول جس میں منحل اپنی طبعی حالت میں یا غیر افتراق یا غیر ائتلاف حالت میں ہو۔

(a) طبعی محلول کا حل محلول (b) غیر طبعی محلول (c) زوجی محلول (d) کوئی نہیں

5۔ ایک منحل کا ارتباطی خاصیت سے مشاہدہ کردہ سالمی وزن 42 ہے اور حسابی سالمی وزن 75 ہے۔ وینٹ ہاف جز(i) کی قیمت ہے۔

(a) 1.786 (b) 0.56 (c) 1 (d) 17.86

6۔ راسٹ کے طریقے میں نقطہ انجماد میں پستی معلوم کرنے کرنے کے کون سا محلل استعمال ہوتا ہے۔

(a) کافور (b) پانی (c) الکوحل (d) نبزین

7۔ ایک برق پاشیدہ $A_3B_2$ کا محلول میں افتراق ہوتا ہے۔ اگر درجہ افتراق 'α' ہو تو ذرات کی تعداد روانیت کے بعد ہے۔

(a) $(1+4\alpha)$ (b) $(1-\alpha)$ (c) $(1+5\alpha)$ (d) $(1-4\alpha)$

8۔ ایک منحل جزوی ائتلاف (اتحاد) کے بعد سہ ترکیبہ $A_3$ بناتا ہے۔ اگر 'α' درجہ ائتلاف ہو تو 'i' کی قیمت ہے۔

(a) $\left(1-\frac{\alpha}{3}\right)$ (b) $(1-\alpha)$ (c) $\left(1-\frac{2\alpha}{3}\right)$ (d) $\left(1+\frac{\alpha}{3}\right)$

9۔ ارتباطی خاصیت سے محلول میں منحل کا سالمی وزن (مشاہدہ کردہ) حسابی وزن سے زیادہ حاصل ہو اس کی وجہ ہے۔

(a) پانی + یوریا (b) پانی + الکوحل (c) بینزین + نیرویک ترشہ (d) پانی + Nacl

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ بخاری دباؤ، نقطہ جوش میں ارتفاع اور نقطہ انجماد میں پستی کی تعریف کیجیے۔

2۔ کسی حل شدہ مرکب کے سالمی وزن کی تخمین کے لیے نقطہ انجماد میں پستی کا بیکمین کا طریقہ بیان کیجیے۔

3۔ سالمی کمیت (سالمی وزن) میں بے قاعدگی کے وجوہات کی تشریح کیجیے۔

4۔ نقطہ جوش میں ارتفاع کی تخمین کے لیے کاٹریل کا طریقہ (Cottrell's method) بیان کیجیے۔

5۔ پانی میں یوریا کے محلول کا نقطہ انجماد $-0.4^0C$ مشاہدہ کیا گیا۔ محلول کا نقطہ جوش معلوم کیجیے۔ $(K_b = 0.51, K_f = 1.86)$

6۔ درجہ افتراق، درجہ ائتلاف کی تعریف کیجیے۔ کس طرف یہ منحل کے سالمی وزن پر اثر انداز ہوتے ہیں۔

7۔ نبزین کا مولال نقطہ جوش ارتفاع کا مستقل 2.67 ہے۔ اس بیان کی تشریح کیجیے۔

8۔ وینٹ ہاف مساوات اور وینٹ ہاف جز(i) کیا ہیں؟ مختصر بیان کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ نقطہ جوش میں ارتفاع اور منحل کے سالمی وزن میں رشتہ اخذ کیجیے۔

2۔ نقطہ انجماد میں پستی اور مرکب کے سالمی وزن میں رشتہ اخذ کیجیے۔

3۔ حل شدہ مرکب (منحل) کا سالمی وزن معلوم کرنے کے لیے نقطہ جوش میں ارتفاع کے مختلف طریقے بیان کیجیے۔

4۔ سالمی وزن کی تجرباتی اور نظریاتی (حسابی) قیمتوں اور وینٹ ہاف جز(i) میں رشتہ بتانے والی مساوات اخذ کیجیے۔

5۔ (a) نقطہ جوش میں ارتفاع اور بخاری دباؤ میں کمی میں کیا رشتہ ہے؟

(b) 1.8 گرام گلوکوس (سالمی وزن 180) کو 100 گرام پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کا نقطہ انجماد اور نقطہ جوش محسوب کیجیے۔

$(K_b = 0.51, K_f = 1.86)$

# اکائی8 : ارتباطی (مقداری) خصوصیات- IV

(Unit-8: Colligative Properties - IV)

اکائی کے اجزا


8.0 تمہید

8.1 مقاصد

8.2 نقطہ انجماد میں پستی کی تخمین کے تجرباتی طریقے

8.3 سالمی کمیت یا سالمی وزن میں بے قاعدگی۔ منحل کا افتراق اور ائتلاف

8.3.1 وینٹ ہاف مساوات، وینٹ ہاف جز(ED-)۔ افتراق کا درجہ، ائتلاف کا درجہ

8.4 اکتسابی نتائج

8.5 کلیدی الفاظ

8.6 نمونہ امتحانی سوالات


## 8.0 تمہید

ہم جانتے ہیں کہ مادہ کی اہم تین حالتیں ٹھوس، مائع اور گیس ہیں۔ ہر حالت کے امتیازی خصوصیات ہیں۔ ان میں گیس کا دباؤ ایک امتیازی خاصیت ہے یعنی گیس پر دباؤ کا اثر ٹھوس اور مائع سے زیادہ ہوتا ہے۔ گیس کا دباؤ اس وقت تک مستقل رہتا ہے جب تک تپش مستقل ہو۔

گیسوں کی طرح مائع بھی سالمات پر مشتمل ہوتے ہیں۔ تپش میں اضافہ سے مائع کی بخارات میں تبدیلی ہوتی ہے اور بخاری دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے۔ جب مائع کا بخاری دباؤ، کرہ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہوتا ہے مائع جوش کھاتا ہے۔ وہ تپش جس پر مائع کا بخاری دباؤ اور کرہ ہوائی کا دباؤ برابر ہو تو اس کو نقطہ جوش کہتے ہیں۔ ایک طیران پذیر منحل کو پانی (محلل) میں ملا کر گرم کیا جائے تو نقطہ جوش میں اضافہ ہوتا ہے۔ محلول

اور محلل کے نقطہ جوش میں فرق، نقطۂ جوش میں ارتفاع (Elevation of Boiling Point) کہلاتا ہے۔ نقطۂ جوش میں ارتفاع یا اضافہ منحل کے سالمات کی تعداد (مقدار) پر ہوتا ہے۔ اس طرح یہ ایک ارتباطی خاصیت ہے۔

بخاری دباؤ میں پستی سے نقطہ جوش میں اضافہ ہوتا ہے۔ اگر ایک مائع کو ٹھنڈا کیا جائے تو سالمات کے ٹکراؤ میں کمی ہوتی ہے اور بخاری دباؤ بھی کم ہونے لگتا ہے کیوں کہ سالمات کی توانائی بالحرکت کم ہوتی جاتی ہے۔ ایک خاص تپش سے مائع کے بخارات اور اس کے ٹھوس میں تعادل ہوتا ہے۔ یہ تپش مائع کا نقطہ انجماد (Freezing Point) کہلاتی ہے۔ ایک غیر طیران پذیر منحل کو محلل میں ملا کر محلول ٹھنڈا کیا جائے تو نقطہ انجماد میں کمی واقع ہوتی ہے۔ محلل اور محلول کے نقطہ انجماد میں فرق، نقطہ انجماد میں پستی (Depression of Freezing Point) کہلاتا ہے۔ محلول کے نقطہ انجماد میں پستی کا مطالعہ انجماد نمائی (Cryoscopy) کہلاتا ہے۔ نقطہ جوش میں اضافہ کی طرح نقطہ انجماد میں پستی بھی منحل کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ یعنی یہ بھی ارتباطی خاصیت ہے۔ ارتباطی خصوصیات جیسے بخاری دباؤ میں پستی اور ولوجی دباؤ کا مطالعہ آپ اکائی- 6 میں کر چکے ہیں۔

## 8.1 مقاصد

اس اکائی کو مکمل کر لینے کے بعد طلبہ حسب ذیل کے بارے میں جان کاری حاصل کریں گے۔

- نقطہ جوش میں اضافہ اور نقطہ انجماد میں پستی، ارتباطی خصوصیات ہیں جن کا انحصار ذرات کی تعداد پر ہوتا ہے۔
- نقطہ جوش میں اضافہ اور نقطہ انجماد میں کمی راست متناسب ہوتی ہے اسکی بخاری دباؤ میں پستی کے۔
- نقطہ جوش میں اضافہ اور نقطہ انجماد میں پستی سے غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن کی تخمین۔
- نقطہ جوش اور انجماد کی پیمائش کے مختلف طریقے۔
- سالمی کمیت یا سالمی وزن میں بے قاعدگی کے وجوہات۔
- وینٹ ہاف مساوات۔ وینٹ ہاف جز (ED-)

## 8.2 نقطہ انجماد میں پستی کی تخمین کے تجرباتی طریقے

(Experimental Determination of Depression of Freezing Point)

نقطہ انجماد میں پستی کی پیمائش کے لیے حسب ذیل دو اہم طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔

**1۔ بیکمین کا طریقہ** (Beckmann's Method)

اس میں استعمال ہونے والا آلہ ایک انجماد نلی (Freezing tube) پر مشتمل ہوتا ہے۔ جس سے ایک جانبی جڑی ہوتی ہے۔ اس جانبی نلی کے ذریعے منحل کو نلی میں ڈالا جاتا ہے۔ انجماد نلی میں ہلانی (Stirrer) اور بیکمین تپش پیما بھی منسلک ہوتے ہیں۔

اس کو ایک بیرونی شیشے کی نل میں رکھا جاتا ہے اس طرح سے کہ دونوں برتنوں کے درمیان تھوڑا فاضلہ رہے آلہ کو انجمادی آمیزے کے برتن میں رکھا جاتا ہے۔

ایک معلوم وزن کے محلل کو انجماد نلی میں لیا جاتا ہے اور انجمادی آمیزہ میں رکھ کر ٹھنڈا کیا جاتا ہے اور نقطہ انجماد کو نوٹ کیا جاتا ہے۔

اب معلوم وزن کے منحل کو محلل میں ملا کر محلول تیار کیا جاتا ہے۔

محلول کا نقطہ انجماد بیکمین تپش پیما سے معلوم کیا جاتا ہے۔ محلل اور محلول کے نقطہ انجماد کا فرق نقطہ انجماد میں پستی ظاہر کرتی ہے۔




شکل 8.1 : بیکمین کا طریقہ

**2۔ روسٹ کا طریقہ** (Rast's Method)

یہ طریقہ ٹھوس منحل اور ٹھوس محلل جیسے کافور (Camphor) یا نیپھ تھلین (Naphthalene) کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یعنی ایسے منحل جو جافور یا نیپھ تھلین وغیرہ میں حل پذیر ہوتے ہیں۔

اس طریقہ میں غلطی کا امکان بہت کم ہوتا ہے کیوں کہ کافور کا مولالی پستی کا مستقل بہت زیادہ ہوتا ہے۔ مولال پستی کا مستقل تقریبا 40 ہوتا ہے۔ جب کہ پانی کے مولال پستی کا مستقل 1.86 ہے۔ منحل اور کافور (محلل) کے محلول میں پستی بمقابلہ پانی کے 21.5 گنا ہوتی

ہے۔ خالص کافور کا سفوف بنا کر شعری نلی میں داخل کیا جاتا ہے۔ اس کو بیکمین تپش پیما کے ساتھ مرتکز -03 کے جنتر (bath) میں رکھا جاتا ہے۔ کافور کا نقطہ جوش معلوم کیا جاتا ہے جو کافور کا نقطہ انجماد ہوتا ہے یا کافور کو منجمد کر کے تپش نوٹ کی جاتی ہے جو نقطہ انجماد ہے۔

اب معلوم وزن کے منحل (مرکب) اور کافور کا آمیزہ شعری نلی (Capillary tube) میں لے کر محلل اور محلول کے نقطہ انجماد کا فرق نقطہ انجماد میں پستی ظاہر کرتا ہے۔

**فائدے**

(1) بیکمین تپش پیما کے بجائے عام تپش پیما بھی استعمال کیا جا سکتا ہے کیوں کہ کافور کی مولال انجماد پستی کی قیمت بہت زیادہ ہوتی ہے۔

(2) یہ بہت حساس طریقہ ہے جس میں غلطی کے کم امکان ہیں۔

(3) منحل کی کم مقدار کی ضرورت ہوتی

## 8.3 سالمی کمیت یا سالمی وزن میں بے قاعدگی۔ منحل کا افتراق اور ائتلاف (Abnormal Molecular Mass or Weight-Dissociation and Association of Solute)

ارتباطی خصوصیات جیسے ولوجی دباؤ سے معلوم کردہ بعض مرکبات کے سالمی وزن کی قیمت حسابی یا اصلی سالمی وزن سے مختلف حاصل ہوئے۔ اس کو سالمی وزنی میں بے قاعدگی یا بے قاعدہ طرز عمل کہتے ہیں۔

ہم جانتے ہیں کہ

$\Delta T_b or\ \Delta T_f\ \alpha P\ \alpha osmotic pressure \alpha$ ذرات کی تعداد

$$\text{سالمی وزن}\ \alpha \frac{1}{\Delta T} \alpha\ \frac{1}{\text{ذرّات کی تعداد}} \quad \text{-----8.1}$$

یا

$$\text{سالمی وزن}\ \alpha\ \frac{1}{\text{ذرّات کی تعداد}}$$

ولوجی دباؤ اور دوسری خصوصیات جیسے بخاری دباؤ میں پستی، نقطہ جوش میں ارتفاع، نقطہ انجماد میں پستی، منحل کے ذرات پر منحصر ہوتی ہے۔ اور منحل کی کیمیائی نوعیت سے آزاد ہوتے ہیں۔ اوپر کی مساوات سے یہ ظاہر ہے کہ ذرات کی تعداد میں کمی سے سالمی وزن میں اضافہ ہوتا ہے اور ذرات کی تعداد میں اضافہ سے سالمی وزن میں کمی ہوتی ہے۔ اس کی وجہ منحل میں ائتلاف یا افتراق ہے۔

**روانیت یا افتراق** (Ionisatian or Dissociation)

مرکبات جیسے NaCl، $AgNO_3$، Kv، HCl وغیرہ کلی محلول میں روانیت ہوتی ہے جس سے رواں یا ذرات میں اضافہ ہوتا ہے اور سالمی وزن میں کمی واقع ہوتی ہے۔ عام طور پر یہ مرکبات روانی یا برق پاشیدے ہوتے ہیں۔

مثلاً $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$ روانیت کے بعد 2 رواں یا ذرات خارج کرتا ہے۔

$K_2SO_4 \rightleftharpoons 2K^+ + SO_4^{2-}$ روانیت کے بعد '3' رواں یا ذرات دیتا ہے۔

اس طرح ذرات کی تعداد میں اضافے سے سالمی وزن میں کمی واقع ہوتی ہے۔ مرکب کا کسری حصہ جس میں روانیت یا افتراق واقع ہو، روانیت کا درجہ یا افتراق کا درجہ ($\alpha$) کہلاتا ہے۔ '$\alpha$' کی قیمت ہمیشہ '1' سے کم ہوتی ہے۔

**ائتلاف** (Association)

بعض مرکبات کے سالمات جیسے فینول (Phenol) آپس میں متحد ہو کر ترکیبے بناتے ہیں جیسے بنزوویک ترشہ (Benzoic acid) کو بنزین میں حل کرنے پر دوترکیبہ (Dimer) بناتا ہے۔ اس طرح سالمات یا ذرات کی تعداد میں کمی ہوتی ہے اور ان کے سالمی وزن سے عام طور پر یہ مرکبات شریک گرفتی یا غیر روانی ہوتے ہیں۔

$$\frac{\text{ائتلاف یا روانیت سے پہلے ذرات کی تعداد}}{\text{ائتلاف یا روانیت کے بعد ذرات کی تعداد}} = \frac{\text{تجرباتی مشاہدہ کردہ سالمی وزن}}{\text{نظریاتی یا حسابی سالمی وزن}} \quad \text{-----8.2}$$

### 8.3.1 وینٹ ہاف مساوات (Vant-Half Equation)، وینٹ ہاف جز (Vant-Half Factor)

ہم جانتے ہیں کہ تجرباتی طور پر مشاہدہ کردہ نمک کے محلول کا دباؤ CTS = $\pi$ مساوات سے محسوب کردہ دباؤ سے مختلف ہوتا ہے۔ اس انحراف کی درستگی اور تجرباتی و حسابی قیمت کی مطابقت میں ہم آہنگی کے لیے وینٹ ہاف نے ایک جز (factor) کو تعارف کروایا۔ جسے وینٹ ہاف جز کہتے ہیں۔ اس کے لے ارتباطی خاصیت کی مساوات میں ترمیم کی گئی یہ مساوات وینٹ ہاف مساوات کہلاتی ہے۔

مثلاً ولوجی دباؤ کے لیے مساوات $\pi = 2CTS$ دی گئی۔

مشاہدہ کردہ (تجرباتی) ولوجی دباؤ اور حسابی ولوجی دباؤ میں نسبت 'i' کہلاتی ہے۔

$$i = \frac{\text{تجرباتی ولوجی دباؤ}}{\text{حسابی ولوجی دباؤ}} \quad \text{-----8.3}$$

'i' کی قیمت کو درجہ ذیل مساواتوں سے حاصل کیا جاتا ہے۔

$$i = \frac{\text{حسابی سالمی وزن}}{\text{تجرباتی سالمی وزن}} = \frac{\text{ائتلاف یا روانیت سے بعد ذرات کی تعداد}}{\text{ائتلاف یا روانیت کے پہلے ذرات کی تعداد}} \quad \text{------8.4}$$

ایسے مرکبات جن میں روانیت واقع ہوتی ہے، ذرات کی تعداد میں اضافہ تجرباتی سالمی وزن میں کمی ہوتی ہے۔ اور '2' کی قیمت '1' سے زیادہ ہوتی ہے۔

ایسے مرکبات جن میں ائتلاف ہوتا ہے، ذرات کی تعداد میں کمی اور تجرباتی سالمی وزن میں اضافہ ہوتا ہے۔ اور 'i' کی قیمت '1' سے کم ہوتی ہے۔

## 1۔ وینٹ ہاف جز اور روانیت یا افتراق کا درجہ

مرکب کا کسری حصہ جس میں روانیت یا افتراق واقع ہو، روانیت یا افتراق کا درجہ کہلاتی ہے۔ اس کو 'a' سے ظاہر کیا جاتا ہے 'a' کی قیمت '1' سے کم ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ ایک مول برق پاشیدہ AB روانیت کے بعد $A^+$ اور $B^+$ میں تبدیل ہوتا ہے اور 'α' اس کی روانیت کا درجہ ہے۔

$$\underset{\text{'1'}}{\text{مول}} \quad \underset{\text{'}\alpha\text{'}}{} \qquad \underset{(1-\alpha)}{AB} \rightleftharpoons \underset{\alpha}{A^+} + \underset{\alpha}{B^-}$$

روانیت سے پہلے ذرات کی تعداد = 1

روانیت کے بعد ذرات کی تعداد $= 1-\alpha+\alpha+\alpha = 1+\alpha$

$$\frac{\text{روانیت کے بعد ذرات کی تعداد}}{\text{روانیت سے پہلے ذرات کی تعداد}} = i$$

$$\frac{1+\alpha}{1} = i$$

یا $\alpha = 2 - i$

فرض کرو کہ ایک مول برق پاشیدہ روانیت کے بعد 'n' رواں بناتا ہے اور 'α' روانیت کا درجہ ہے

روانیت سے پہلے ذرات کی تعداد = 1

روانیت کے بعد ذرات $= 1 - \alpha + n\alpha$

$$\frac{1-\alpha+n\alpha}{1} = 2 \qquad \text{------8.5}$$

$$i - 1 = \alpha(n-1)$$

$$\alpha = \frac{i-1}{n-1}$$

**2۔ وینٹ ہاف جز(i) اور ائتلاف کا درجہ**

وینٹ ہاف جز(i) کی قیمت ایسے محلولوں کے لیے بھی محسوب کی جاتی ہے جن میں ائتلاف یا اتحاد واقع ہوتا ہے۔ اس صورت میں ذرات کی تعداد کم ہو جاتی ہے۔

فرض کرو کہ ایک سالمہ 'A' میں اتحاد ہوتا ہے اور وہ دو ترکیبہ ($A_2$) بناتا ہے یعنی ذرات کی تعداد نصف ہو گی۔ اگر درجہ ائتلاف 'α' ہو تو

$$\underset{(1-\alpha)}{\overset{1}{\underset{\alpha}{A}}} \rightleftharpoons \underset{\frac{\alpha}{2}}{\frac{1}{2}A_2}$$

اتحاد یا ائتلاف سے پہلے ذرات کی تعداد = 1

اتحاد کے بعد ذرات کی تعداد $= \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) = 1 - \alpha + \frac{\alpha}{2} =$

$$i = \frac{1 - \alpha/2}{1} = 1 - \alpha/2$$

اگر منحل 'A' محلول میں کثیر ترکیبہ $A_n$ بناتا ہو تو

$$nA \rightleftharpoons A_n$$

$$\underset{(1-\alpha)}{\overset{1}{\overset{\alpha}{A}}} \rightleftharpoons \frac{1}{n}\underset{\frac{\alpha}{n}}{A_n}$$

غیر ائتلافی سالموں کی تعداد $= (1-\alpha)$

ائتلاف سالموں کی تعداد $= \frac{\alpha}{n}$

سالموں کی جملہ تعداد $= 1-\alpha+\frac{\alpha}{n}$

سالموں کی جملہ تعداد $= 1-\alpha\left(1-\frac{1}{n}\right)$

$$i = \frac{\text{ائتلاف کے بعد جملہ سالموں کی تعداد}}{\text{ائتلاف سے پہلے سالموں کی تعداد}}$$

$$i = \frac{1-\alpha\left(1-\frac{1}{n}\right)}{1}$$

$$i = 1-\alpha\left(1-\frac{1}{n}\right)$$

$$\alpha = \frac{1-i}{\left(1-\frac{1}{n}\right)} \quad \text{------8.6}$$

**عبارتی سوالات**

1۔ 1000 گرام پانی میں 5 گرام KCl کے حل شدہ محلول کا نقطہ جوش $100.065^0C$ حاصل ہوا۔

پانی کے مولال ارتفاع کا مستقل 0.54 ہے۔ تجربے سے KCl کا سالمی وزن مشاہدہ کیا گیا۔ KCl کا درجہ روانیت معلوم کیجیے۔

**حل :**

$0.54 = K_b, 0.065 = 100 - 100.065 = \Delta T_b$، ؟ =m، 1000 گرام =W، 5 گرام =w

$$m = \frac{1000 K_b \times w}{\Delta T_b \times w}$$

$$m = \frac{1000 \times 0.54 \times 5}{0.065 \times 1000} = 41.6 \quad g/mol$$

KClکا حسابی سالمی وزن = 35.5 + 39 = 74.5

KClکا مشاہدہ کردہ سالمی وزن = 41.6

فرض کرو کہ KClکا درجہ روانیت 'α' ہے۔

$$\underset{(1-\alpha)}{\overset{1}{\underset{\alpha}{KCl}}} \rightleftharpoons \underset{\alpha}{K^+} \; \underset{\alpha}{Cl^-}$$

روانیت سے پہلے رواں یا ذرات کی تعداد = 1

روانیت کے بعد ذرات کی تعداد $= 1-\alpha+\alpha+\alpha = 1+\alpha$

$$1.793 = \frac{74.5}{41.6} = \frac{\text{حسابی سالمی وزن}}{\text{تجرباتی سالمی وزن}} = i$$

$$\frac{1+\alpha}{1} = \frac{\text{روانیت کے بعد ذرات کی تعداد}}{\text{روانیت سے پہلے ذرات کی تعداد}} = i$$

$$1+\alpha = 1.792$$

$$\alpha = 1.792 - 1 = 0.792 \text{ یا } 79.2\%$$

2۔ ایک نامیاتی مرکب پانی میں دوترکیہ (Dimer) بناتا ہے۔ نقطہ انجماد میں پستی سے اس کا سالمی وزن 138.5 حاصل ہوا۔ نامیاتی مرکب کا حسابی سالمی وزن 94 ہے۔ نامیاتی مرکب کا درجہ ائتلاف (Degree of Association) محسوب کیجیے۔

**حل :**

$$0.6785 = \frac{94}{138.5} = \frac{\text{حسابی سالمی وزن}}{\text{تجرباتی سالمی وزن}} = i$$

فرض کرو کہ نامیاتی مرکب کا درجہ ائتلاف 'α' ہے۔

$$\underset{(1-\alpha)}{\overset{1}{\underset{\alpha}{A}}} \rightleftharpoons \frac{1}{2}\underset{\alpha/2}{A_2}$$

ائتلاف سے پہلے ذرات کی تعداد = 1

ائتلاف کے بعد ذرات کی تعداد $= 1-\frac{\alpha}{2} = 1-\alpha+\frac{\alpha}{2}$

$$\frac{\text{ائتلاف کے بعد ذرات کی تعداد}}{\text{ائتلاف سے پہلے ذرات کی تعداد}} = i$$

$$\frac{1-\alpha/2}{1} = 0.6785$$

$$1-\alpha/2 = 0.6785$$

$$\frac{\alpha}{2} = 1-0.6785$$

$$\frac{\alpha}{2} = 0.3213$$

$$\therefore\ \alpha = 2\times 0.3213$$

$$\alpha = 0.6426$$

## 8.4 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے حسب ذیل کے بارے میں معلومات حاصل کیجیے۔

1۔ مولال نقطہ انجماد کا مستقل، نقطہ انجماد میں پستی کے مساوی ہوتا ہے جب ایک مول منحل کو 1000 گرام محلل میں حل کیا جائے۔

2۔ نقطہ جوش میں ارتفاع اور نقطہ انجماد میں پستی سے غیر طیران منحل کا سالمی وزن معلوم کیا جاتا ہے۔

3۔ مولال ارتفاع کا مستقل (Kb) محلل کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے اور منحل کی نوعیت سے آزاد ہوتا ہے۔

4۔ مولال انجماد کا مستقل (Kf) محلل کی نوریت پر منحصر ہوتا ہے اور منحل کی نوعیت سے آزاد ہوتا ہے۔

5۔ نقطہ جوش میں اضافہ اور نقطہ انجماد میں پستی، محلول کی مولالیٹی کے راست متناسب ہوتا ہے۔

6۔ ارتباطی خصوصیات سے مشاہدہ کردہ سالمی وزن بعض مرکبات کے لیے حسابی سالمی وزن سے مختلف ہوتا ہے۔ اس کو سالمی کمیت یا سالمی وزن میں بے قاعدگی کہتے ہیں۔

7۔ سالمی وزن کی بے قاعدگی کے لیے وینٹ ہاف جز(i) کا استعمال کیا جاتا ہے۔

$$(i) = \frac{\text{تجرباتی ولوجی دباؤ}}{\text{حسابی ولوجی دباؤ}} = \frac{\text{حسابی سالمی وزن}}{\text{تجرباتی سالمی وزن}} = \frac{\text{ائتلاف یا روانیت کے بعد ذرات کی تعداد}}{\text{ائتلاف یا روانیت سے پہلے ذرات کی تعداد}}$$

15۔ برق پاشیدہ کے لیے 'i' کی قیمت '1' سے زیادہ ہوتی ہے۔

16۔ وینٹ ہاف جز 'i' اور درجہ افتراق (روانیت) و درجہ ائتلاف میں رشتہ حسب ذیل ہے۔

روانیت کے لیے $\alpha = \frac{i-1}{n-1}$

ائتلاف کے لیے $\alpha = \frac{1-i}{\left(1-\frac{1}{n}\right)}$

8۔ راسٹ کے طریقے میں محلل کے طور پر ٹھوس مرکبات جیسے کافور یا بینتھ لین استعمال کیے جاتے ہیں۔

9۔ مولال ارتفاع کا مستقل ($K_b$) محلل کے بخارات کی حرارت مخفی ($L_v$) اور نقطہ جوش ($T_b$) میں رشتہ ذیل کی مساوات سے دیا جاتا ہے۔

$$K_b = \frac{0.002\,T^2}{L_v}$$

10۔ ایک ہی ارتکاز کے یوریا اور $CaCl_2$ محلول کے نقطہ جوش برابر نہیں ہوتے کیوں کہ $CaCl_2$ میں روانیت واقع ہوتی ہے۔

11۔ بیکن تپش پیما سے کم سے کم $0.001^0C$ تپش نوٹ کی جاسکتی ہے۔

## 8.5 کلیدی الفاظ

1۔ **نقطہ جوش میں ارتفاع:** محلول اور محلل کے نقطہ جوش میں فرق

2۔ **نقطہ انجماد میں پستی:** محلول اور محلل کے نقطہ انجماد میں فرق

3۔ **سالمی کمیت میں بے قاعدگی:** ارتباطی خاصیت سے مشاہدہ کردہ سالمی کمیت (وزن) کا حسابی سالمی وزن میں فرق یا انحراف

4۔ **وینٹ ہاف جز:** حسابی سالمی وزن اور مشاہدہ کردہ سالمی وزن میں نسبت

5۔ **پر گرم محلول (Superheated solute):** محلول جس کی پیمائش، نقطہ جوش سے زیادہ ہو۔

## 8.6 نمونہ امتحانی سوالات

### معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ نقطہ جوش میں ارتفاع راست متناسب ہوتا ہے۔

(a) بخاری دباؤ میں پستی کے (b) بخاری دباؤ میں اضافہ پستی کے

(c) محلل کے بخاری دباؤ کے (d) کرہ ہوائی دباؤ کے

2۔ منحل کے ذرات کی تعداد 'n' اور سالمی وزن 'm' میں رشتہ ہے۔

(a) $m\alpha\frac{1}{n}$ (b) $m\alpha\, n$ (c) $m = n$ (d) $m + n = 1$

3۔ $\Delta T_b = K_b$

(a) 1 مول منحل کو 1000 گرام محلل میں ملایا جانے پر (b) ایک منحل کو 100 گرا محلل میں ملایا جانے پر

(c) ایک گرام منحل کو 100 گرام محلل میں ملایا جانے پر (d) ایک گرام منحل کو 1000 گرام محلل میں حل

4۔ محلول جس میں منحل اپنی طبعی حالت میں یا غیر افتراق یا غیر ائتلاف حالت میں ہو۔

(a) طبعی محلول کا حل محلول (b) غیر طبعی محلول (c) زوجی محلول (d) کوئی نہیں

5۔ ایک منحل کا ارتباطی خاصیت سے مشاہدہ کردہ سالمی وزن 42 ہے اور حسابی سالمی وزن 75 ہے۔ وینٹ ہاف جز (i) کی قیمت ہے۔

(a) 1.786 (b) 0.56 (c) 1 (d) 17.86

6۔ راسٹ کے طریقے میں نقطہ انجماد میں پستی معلوم کرنے کرنے کے کون سا محلل استعمال ہوتا ہے۔

(a) کافور (b) پانی (c) الکوحل (d) نبزین

7۔ ایک برق پاشیدہ $A_3B_2$ کا محلول میں افتراق ہوتا ہے۔ اگر درجہ افتراق 'α' ہو تو ذرات کی تعداد روانیت کے بعد ہے۔

(a) $(1+4\alpha)$ (b) $(1-\alpha)$ (c) $(1+5\alpha)$ (d) $(1-4\alpha)$

8۔ ایک منحل جزوی ائتلاف (اتحاد) کے بعد سہ ترکیبہ $A_3$ بناتا ہے۔ اگر 'α' درجہ ائتلاف ہو تو 'i' کی قیمت ہے۔

(a) $\left(1-\frac{\alpha}{3}\right)$ (b) $(1-\alpha)$ (c) $\left(1-\frac{2\alpha}{3}\right)$ (d) $\left(1+\frac{\alpha}{3}\right)$

9۔ ارتباطی خاصیت سے محلول میں منحل کا سالمی وزن (مشاہدہ کردہ) حسابی وزن سے زیادہ حاصل ہو اس کی وجہ ہے۔

(a) پانی + یوریا (b) پانی + الکوحل (c) نبزین + نیرویک ترشہ (d) پانی + Nacl

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ بخاری دباؤ، نقطہ جوش میں ارتفاع اور نقطہ انجماد میں پستی کی تعریف کیجیے۔

2۔ کسی حل شدہ مرکب کے سالمی وزن کی تخمین کے لیے نقطہ انجماد میں پستی کا بیکمین کا طریقہ بیان کیجیے۔

3۔ سالمی کمیت (سالمی وزن) میں بے قاعدگی کے وجوہات کی تشریح کیجیے۔

4۔ نقطہ جوش میں ارتفاع کی تخمین کے لیے کاٹریل کا طریقہ (Cottrell's method) بیان کیجیے۔

5۔ پانی میں یوریا کے محلول کا نقطہ انجماد $-0.4^0C$ مشاہدہ کیا گیا۔ محلول کا نقطہ جوش معلوم کیجیے۔ $(0.51 = K_b, 1.86 = K_f)$

6۔ درجہ افتراق، درجہ ائتلاف کی تعریف کیجیے۔ کس طرف یہ منحل کے سالمی وزن پر اثر انداز ہوتے ہیں۔

7۔ نبزین کا مولال نقطہ جوش ارتفاع کا مستقل 2.67 ہے۔ اس بیان کی تشریح کیجیے۔

8۔ وینٹ ہاف مساوات اور وینٹ ہاف جز (i) کیا ہیں؟ مختصر بیان کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ نقطہ جوش میں ارتفاع اور منحل کے سالمی وزن میں رشتہ اخذ کیجیے۔

2۔ نقطہ انجماد میں پستی اور مرکب کے سالمی وزن میں رشتہ اخذ کیجیے۔

3۔ حل شدہ مرکب (منحل) کا سالمی وزن معلوم کرنے کے لیے نقطہ جوش میں ارتفاع کے مختلف طریقے بیان کیجیے۔

4۔ سالمی وزن کی تجرباتی اور نظریاتی (حسابی) قیمتوں اور وینٹ ہاف جز (i) میں رشتہ بتانے والی مساوات اخذ کیجیے۔

5۔ (a) نقطہ جوش میں ارتفاع اور بخاری دباؤ میں کمی میں کیا رشتہ ہے؟

(b) 1.8 گرام گلوکوس (سالمی وزن 180) کو 100 گرام پانی میں حل کیا گیا۔ محلول کا نقطہ انجماد اور نقطہ جوش محسوب کیجیے۔

$(0.51 = K_b, 1.86 = K_f)$

# اکائی 9 : گیسی کلیات کا جایزہ

(Unit-9: Brief review of the Gas Laws)

اکائی کے اجزا


9.1 تمہید

9.2 مقاصد

9.3 گیسوں کی قابل پیائش خصوصیات

9.4 گیسی حالت

9.5 گیس کلیات (Gas Laws)

9.5.1 بائیل کا کلیہ (دباؤ- حجم تعلق)

9.5.2 چارلس کا کلیہ (درجہ حرارت- حجم تعلق)

9.5.3 گیلیوسیک کا کلیہ (دباؤ-درجہ حرارت کا تعلق)

9.5.4 ایوگاڈرو کا کلیہ (حجم اور مقدار کے درمیان تعلق)

9.5.5 کامل یا مثالی گیس مساوات

9.5.6 متحدہ گیس کلیہ یا مساوات

9.5.7 گیس کی کثافت اور سلمی کمیت کے درمیان تعلق

9.5.8 سکڑاؤ عامل یا پچکاؤ عامل

9.5.9 گیس مستقل R کے ابعاد

9.5.10 R کی قیمت مطلق اکائی میں

9.5.11 بولٹزمن مستقل K

9.5.12 گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری

9.5.13 ڈالٹن کا جزوی دباؤ کا کلیہ

9.6 اکتسابی نتائج

9.7 کلیدی الفاظ

9.8 نمونہ امتحانی سوالات

## 9.1 تمہید

گیسی حالت کی مخصوص خاصیت یہ ہے کہ نہ تو ان کی معین شکل ہوتی ہے اور نہ ہی حسامت یعنی کسی گیس کے لیے جتنی بھی جگہ موجود ہو اسے وہ گھیر لیتی ہے مائع کے برخلاف گیس کی کوئی سطح نہیں ہوتی جب ہم گیسوں کے حجم کے بارے میں تذکرہ کرتے ہیں تو اس سے مراد برتن کا وہ حجم ہے جس میں کہ گیس پائی جاتی ہے۔ گیسوں میں پھیلنے اور سکڑنے کی صلاحیت بہت زیادہ ہوتی ہے تپش اور دباؤ کی تبدیلی کے ساتھ گیس کے حجم میں آسانی سے تبدیلی رونما ہوتی ہے تھوڑی سی تپش اور دباؤ کی تبدیلی کے نتیجے میں گیس کے حجم میں قابل لحاظ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اسطرح سے گیس مادہ کی دوسری شکلوں سے بہت تمیز رکھتی ہے ایک لحاظ سے کہا جاسکتا ہے کہ گیس مادہ کی سب سے سادہ شکل ہے گیس سے مائع اور مائع سے ٹھوس کی جانب دیکھا جائے تو پیچیدگی میں اضافہ ہوتا ہے۔

## 9.2 مقاصد

اس اکائی کا مقصد یہ ہے کہ طلبہ کو گیسوں کے طرز عمل کو بیان کرنے والے عملی کلیات کے بارے میں آگاہ کرنا ہے اور اس اکائی کے اختتام پر طلبہ اس قابل ہو جائینگے۔

1۔ گیسی کلیات' عملی مشاہدات کے نتیجہ میں اخذ کردہ حقائق ہیں کسی گیس کے طرز عمل کو سمجھانے کے لیے درکار چار قیمتیں یعنی گیس کی مقدار' دباؤ' حجم اور تپش ہیں۔

2۔ ہائیل کا کلیہ کسی گیس کے دباؤ اور حجم کے درمیان پائے جانے والے رشتہ کو بیان کرتا ہے جبکہ مول کی تعداد اور تپش مستقل ہو۔

3۔ چارلس کا کلیہ گیس کے حجم اور تپش کے رشتہ کو بیان کرتا ہے جبکہ مول کی تعداد اور دباؤ مستقل ہو۔

4۔ گیلیو سیاکس کا کلیہ گیس کے دباؤ اور تپش کے رشتہ کو مستقل مول کی تعداد اور حجم کے تحت بیان کرتا ہے۔

5۔ ایوگاڈرو کا کلیہ مستقل تپش اور دباؤ پر کسی گیس کے حجم اور مول کی تعداد کے رشتے کو بیان کرتا ہے۔

6۔ گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری گیسوں کی نفوذ پذیری اور کسی گیس کے سالمی وزن اور شرح نفوذ پذیری کے درمیان کے رشتے کو پیش کرتا ہے۔

7۔ ڈالٹن کا کلیہ انفرادی گیس دباؤ اور آمیزہ میں موجود گیسوں کے جملہ مجموعی دباؤ کے درمیان رشتہ کو ظاہر کرتا ہے۔

## 9.3 گیسوں کی قابل پیائش خصوصیات

ہر وہ چیز جو کمیت رکھتی ہو اور جگہ گھیرتی ہو مادہ کہلاتی ہے۔ مادہ تین مختلف حالتوں میں ہوتا ہے اور وہ ہیں ٹھوس، مائع اور گیس۔ مثال کے طور پر برف ٹھوس ہے پانی مائع اور بھانپ گیس (بخارات) حالت میں ہوتی ہے۔ ٹھوس کی ایک خاص شکل ہوتی ہے اور یہ کم حجم گھیرتا ہے۔ جب کہ مائع کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی ہے یہ جس برتن میں ہوتا ہے اس کی شکل اختیار کرلیتا ہے۔ گیسوں کی کوئی مخصوص شکل نہیں ہوتی اور یہ جس برتن میں ہوتی ہے اسی کی شکل اختیار کرلیتی ہے۔ گیسوں کی قابل پیائش خصوصیات حجم، دباؤ اور تپش ہیں۔ گیسوں کی تپش عام طور پر تھرمامیٹر کے ذریعہ معلوم کی جاتی ہے۔ جب تھرمامیٹر کو گیس میں رکھا جاتا ہے تو پارہ کی سطح کی بلندی تپش کو ظاہر کرتی ہے ۔اس کو سلسیس ڈگری-03 یا کیلون ڈگری-03 میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

گیس دباؤ ڈالتی ہے اور جگہ گھیرتی ہے دباؤ دراصل قوت فی اکائی رقبہ ہوتا ہے۔ بارہ پیما وہ آلہ ہے جس کے ذریعہ گیس کا دباؤ معلوم کیا جاتا ہے۔ عام حالات میں سطح سمندر کے قریب گیس کا دباؤ 76 سم یا 760 ملی میٹر پارہ کی لمبائی کے مساوی ہوتا ہے اس دباؤ کو ایک کرہ داب کہا جاتا ہے۔ دباؤ کی پیائش کرہ داب اکائیوں میں کی جاتی ہے۔

ایک کرہ داب 76 = سینٹی میٹر (cm) یا ایک کرہ داب 760 = ملی میٹر (mm) یا ایک کرہ داب = اٹار (1 torr)

گیس کے معلوم کمیت والے حجم کو آسانی سے دبایا جاسکتا ہے گیس کی خاص مقدار کے حجم کا دباؤ کے اضافہ سے کم ہو جاتا ہے۔ اس حجم کے کم ہونے والے عمل کو ایجاز پذیری کہتے ہیں۔ گیس کے حجم کو مکعب سینٹی میٹر میں یا لیٹر اکائی سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ گیسوں میں ایک اور خاصیت ہوتی ہے جس کو نفوذ پذیری کہتے ہیں۔ گیسوں میں نقل مقام کی خاصیت ہوتی ہے اور وہ ایک دوسرے میں مکمل طور پر گھل مل جاتی ہیں اسی خاصیت کو نفوذ پذیری کہتے ہیں۔ برف پانی اور بخارات کی طبعی خصوصیات بالکل مختلف ہوتی ہیں۔ ان تینوں حالتوں میں پانی کی کیمائی ترکیب یکساں یعنی $-03$ رہتی ہے۔

## 9.4 گیسی حالت

مادہ کی سب سے سادہ حالت گیسی حالت ہوتی ہے۔ عام حالات جیسا کہ عام درجہ حرارت اور دباؤ پر پائے جانے والی گیسوں کی تعداد دوری جدول پر نظر ڈالنے سے معلوم ہوتا ہے کہ صرف گیارہ عناصر ہی ایسی حالت میں پائے جاتے ہیں۔ اور وہ ہیں ہائیڈروجن، ہیلیم، نائیٹروجن، آکسیجن، فلورین، کلورین، نیون، آرکان، کرپٹان، زینان اور ریڈان گیسی حالت کی طبعی خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں۔

1۔ ٹھوس اور مائع کے مقابلے گیسوں کی کثافت بہت کم ہوتی ہے۔

2۔ گیسوں کی شکل نہیں ہوتی ہے برتن کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔

3۔ گیسوں کا حجم متعین نہیں ہوتا یہ برتن کے حجم کو اختیار کر لیتے ہیں۔

4۔ گیسوں کا دباؤ تمام سمتوں میں یکساں ہوتا ہے۔

5۔ گیسوں پر بہت زیادہ دباؤ ڈالا جاتا ہے۔

6۔ گیسوں کے سالموں کے درمیان باہمی عملی قوتیں بہت کم برائے نام ہوتی ہیں اسی وجہ سے گیسوں کی نوعیت سادہ ہوتی ہے۔

گیسوں کا طرز عمل ان کے عام کلیات کے مطابق ہوتا ہے یہ کلیات کی دریافت ان کے تجرباتی مطالعے سے حاصل ہوتی ہیں یہ کلیات گیسوں کے قابل پیائش خصوصیات جیسے کہ دباؤ، حجم، درجہ حرارت اور کمیت پر مشتمل ہیں۔ ان خصوصیات کے متغیرات میں باہم تعلق گیس کی حالت کو بیان کرتا ہے۔ ان متغیرات کے باہمی انحصار سے گیس کے کلیات واضح ہوتے ہیں۔ مختلف گیسی کلیات کو مندرجہ ذیل بیان یا گیا ہے۔

## 9.5 گیس کلیات (Gas Laws)

گیسوں کی طبعی خصوصیات کے متعلق تحقیق کا نتیجہ گیس کے کلیات ہیں جن کو بائیل کا کلیہ، چارلس کا کلیہ، گیسلو ساک کا کلیہ، آوگاڈرو کا کلیہ وغیرہ وغیرہ ہیں۔ جن کے تعلق سے مختصر طور پر نیچے بیان کیا گیا ہے۔

### 9.5.1 بائیل کا کلیہ (دباؤ-حجم تعلق)

گیسوں کے حجم اور ان کے دباؤ میں پائے جانے والے گیسوں کی خصوصیات کے تعلق پر پہلی معتبر پیمائش اینگلو آئرش (Anglo Irish Scientist) سائنسدان رابرٹ بائیل (Robert Boyle) نے 1662ء میں کی تھی۔ جس کو بائیل کا کلیہ کہا جاتا ہے۔ رابرٹ بائیل نے اپنے کئی تجربات و تحقیقات کے ذریعہ اس نتیجہ پر پہونچا کہ ایک متعین مقدار گیس کا دباؤ مستقل تپش پر اس گیس کے حجم کے بالعکس تناسب ہوتا ہے۔ یعنی کسی گیس کی خاص مقدار کا حجم ایک مستقل تپش پر اس کے دباؤ کے ساتھ معکوس تناسب رکھتا ہے۔ اس بیان کو بائیل کا کلیہ کہا جاتا ہے۔ اس کلیہ کو حسابی طور پر مندرجہ ذیل طریقہ سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ یعنی اگر مستقل تپش T ہے حجم V اور دباؤ P ہو تو بائیل کے کلیہ کے مطابق،

$V\alpha\frac{1}{P}$ یا $P\alpha\frac{1}{V}$ (مستقل تپش T اور مقدار پر) پر ہو گا ------9.1

یا

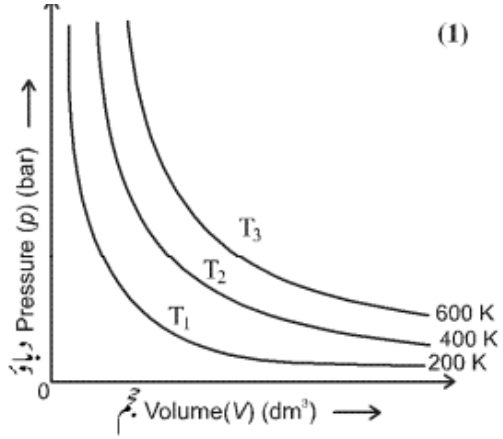
$$P = K\frac{1}{V} \quad \text{یا} \quad \text{------9.2}$$

$$V = K\frac{1}{P}$$

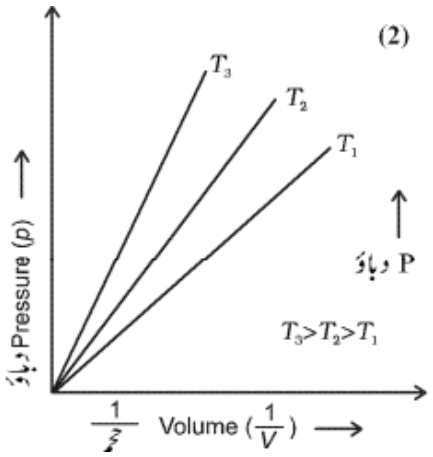
یہاں پر K ایک تناسبی مستقل ہو گا تناسبی مستقل k کی قیمت گیس کی مقدار، درجہ حرارت (T)، دباؤ (P) اور حجم (V) کی اکائیوں پر منحصر ہو گا، اوپر دیے گئے مساوات (9.1) یا (9.2) کو اس طریقہ سے بھی لکھا جاسکتا ہے۔

PV= K ....9.3 مساوات (9.3) سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ایک مستقل درجہ حرارت پر ایک مقدار کی گیس کے دباؤ اور حجم کا حاصل قرب مستقل ہوتا ہے۔ اگر متعینہ مقدار کی ایک T مستقل تپش پر لی گئی ہو اور جس کا دباؤ $P_1$ اور حجم $V_1$ ہو اور اس گیس کا پھیلاؤ اس طرح ہو کہ دباؤ $P_2$ اور حجم $V_2$ ہو ہو جائے تو بائیل کلیہ کے مطابق $P_1V_1 = K$ اور $P_2V_2 = K$ ہو گا یعنی $P_1V_1 = P_2V_2 = K$.....9.4 ہو گا یا $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$.....9.5 لکھا جاسکتا ہے۔ غرض بائیل کے کلیہ کے مطابق مستقل PV=K ہو گا یعنی کسی دی گئی تپش پر گیس کی خاص

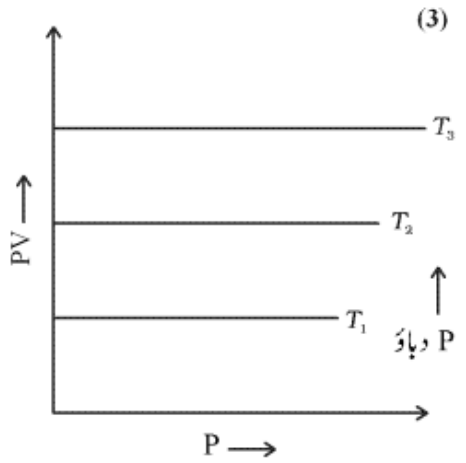
مقدار کے لیے PV مستقل ہو گا۔ بائیل کے کلیہ کو مستقل تپش پر دباؤ اور حجم کے درمیان گراف یعنی ترسیم کھینچ کر ظاہر کر سکتے ہیں جس سے حاصل شدہ مخنی ایک مستقل نما بزلونی (Hyperbota) ہوتا ہے جسکو مندرجہ ذیل شکل میں بتایا گیا ہے۔




شکل- 9.1 : بائیل کا کلیہ




شکل-9.2 : (دباؤ- حجم تعلق)




شکل-9.3 : (دباؤ-حجم تعلق)

شکل (9.1) مختلف درجہ حرارت پر ایک گیس کے دباؤP پر حجم V کی ترسیم، شکل (9.2) کسی گیس کے دباؤP کا $\left(\frac{1}{V}\right)$ کے ساتھ گراف مختلف درجہ حرارت پر شکل (9.3) کسی گیس کے لیے دباؤ اور حجم کا حاصل قرب (PV) کا دباؤ (P) کے ساتھ گراف مختلف درجہ حرارت پر شکل (9.1) مختلف درجہ حرارت پر گیس کے دباؤP اور حجم V گراف ہے۔ ہر ایک منحنی کے لیے K کی قیمت مختلف ہے کیونکہ کسی گیس کی دی گئی مقدار کے لیے یہ درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے ہر منحنی مختلف مستقل درجہ حرارت کو دکھاتا ہے اور اس کو مستقل درجہ حرارت کی ترسیم یا Isotherm کہتے ہیں۔ اونچے منحنی زیادہ درجہ حرارت کو دکھاتے ہیں۔ یہ دیکھا جاتا ہے کہ جب دباؤ آدھا ہو جاتا ہے۔ تو حجم دوگنا ہو جاتا ہے۔

شکل (9.2) میں دباؤ P اور حجم $\left(\frac{1}{V}\right)$ کے درمیانی گراف ڈالا گیا ہے۔ یہ ایک سیدھی لائن ہوتی ہے جو مبدا (origin) سے گذرتی ہے زیادہ دباؤ پر گیس بائیل کے کلیہ سے انحراف کرتی ہے۔ ایسی صورت میں گراف میں سیدھی لائن حاصل نہیں ہوتی۔ شکل (9.3) کسی گیس کے دباؤ (P) اور حجم (V) کے حاصل ضرب یعنی (PV) کے دباؤ P کے داتھ مختلف درجہ حرارت پر گراف بتایا گیا ہے کہ PV کی قیمت P کے مستقل ہوتی ہے یعنی PV=K کی تصدیق ہوتی ہے۔ بائیل کے تجربات مقداری طور پر یہ ثابت کرتے ہیں کہ گیس کافی حد تک دبائی جاسکتی ہے۔ جب ایک دی گئی ہوئی کمیت کی گیس کو دبایا جاتا ہے تو سالموں کی وہی تعداد چھوٹی جگہ گھیرتی ہے جس کی وجہ سے اونچے دباؤ پر گیس زیادہ کثیف ہو جاتی ہے۔ اسی لیے بائیل کے کلیہ کو استعمال کرتے ہوئے گیس کے دباؤ اور اس کی کثافت میں تعلق اخذ کیا جاسکتا ہے۔ ہمیں معلوم ہے کہ کمیت (m) اور حجم (V) کے تناسب (ratio) کو کثافت (density) کہا جاتا ہے۔ یعنی $d = \frac{m}{V}$ اگر ہم اس مساوات کو بائیل کے کلیہ کی مساوات میں رکھ دیں تو مندرجہ ذیل تعلق حاصل ہو گا۔

$$d = K'P \quad ...(13.6) \text{ یا } d = \left(\frac{m}{k}\right).p \text{ یا } d = m.\frac{p}{k} \text{ یا } \frac{1}{V} = \frac{p}{k} \text{ یا } V = \frac{k}{p} \text{ ، } d = \frac{m}{V} \text{ ،PV=K}$$

$$d = K'P \quad \text{------9.6}$$

جہاں پر K'ایک نیا مستقل ہے۔ غرض یہ کہ مندرجہ بالا مساوات یہ ظاہر کرتی ہے کہ مستقل درجہ حرارت پر ایک متعین مقدار کی گیس کا دباؤ(P)اس گیس کی کثافت کے بالراست(direct)متناسب ہوتا ہے۔یعنی $d \propto p$

## 13.5.2 چارلس کا کلیہ (درجہ حرارت-حجم تعلق)

جیکوئس چارلس(Jacques Charles)نے 1787ء میں مستقل دباؤ پر ایک متعین مقدار کی گیس کے حجم اور درجہ حرارت کے تعلق کو اخذ کیا جس میں یہ معلوم ہوتا ہے کہ درجہ حرارت کے بڑھانے پر حجم میں اضافہ ہوتا ہے اور ٹھنڈا کرنے پر حجم میں کمی واقع ہوتی ہے۔ چارلس اپنے تحقیقات کے ذریعہ یہ بتایا کہ گیس کا حجم پر ایک ڈگری درجہ حرارت بڑھانے پر $0^0C$ پر گیس کی ابتدائی حجم کا $\left(\frac{1}{273}\right)$ حصہ بڑھ جاتا ہے لہذا اگر کسی گیس کا حجم $0^0C$ پر $V_0$ ہے اور ایک ڈگری درجہ حرارت بڑھانے پر اس کا حجم ہو جائیگا۔ $V_1 = V_0 + \frac{1}{273}.V_0$

دوڈگری بڑھانے پر حجم ہو گا $V_2 = V_0 + \frac{2}{273}.V_0$

تین ڈگری بڑھانے پر حجم ہو گا $V_3 = V_0 + \frac{3}{27}.V_0$

اسی طریقہ سے tڈگری بڑھانے پر حجم ہو گا $V_t = V_0 + \frac{t}{273}.V_0$

یعنی $V_t = V_0 + \left(1 + \frac{t}{273}\right)$ یا

$V_t = V_0 + \left(\frac{273 + t}{273}\right)$ یا ---9.7

یہاں پر $V_t = \left(\frac{V_0}{273}\right).T$ ، $T = t + 273$ ---9.8

یعنی (273 + t)ایک نئے درجہ حرارت کے پیمانے کو ظاہر کرتا ہے جس کو ہم کیلون درجہ حرارت پیمانہ( Kelvin Temperature Scale)یا مطلق درجہ حرارت پیمانہ(Absolute Temprature Scale)کہتے ہیں۔ اسی طرح سیلسیس پیمانے پر $0^0C$ درجہ حرارت

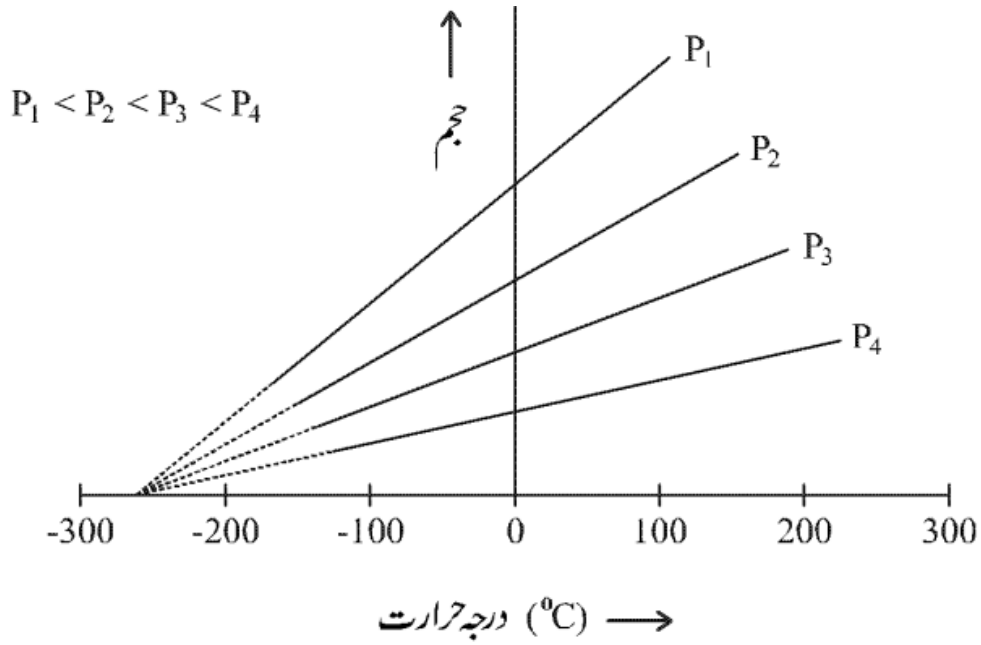
مطلق پیمانے کے 273K کے برابر ہوتا ہے۔ یاد رکھیں کہ درجہ حرارت کو مطلق پیمانے پر ظاہر کرتے وقت ڈگری کے نشان کو استعمال نہیں کیا جاتا درجہ حرارت کا کیلون پیمانہ حرحرکیاتی پیمانہ (Thermodynamic scale) بھی کہا جاتا ہے۔ یاد رہے کہ درجہ حرارت اگر سیلسیس پیمانے میں دیا گیا ہو تو اس کو مطلق پیمانے میں تبدیل کر لینا چاہیے اور اس کے لیے سیلسیس درجہ حرارت میں 273 جمع کر لینا چاہیے ۔مثال کے طور پر اگر سیلسیس پیمانے میں $27^0C$ درجہ حرارت ہے تو اس کا مطلق پیمانے میں درجہ حرارت ہو گا $(273 + 27) = 300K$ اسی طرح سے $0^0C$ سیلسیس درجہ حرارت مطلق درجہ پیمانے میں 273K ہو گا۔ جس کو ہم T کہہ سکتے ہیں غرضیکہ اوپر دئے گئے مساوات کو ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$\left(\frac{V}{V_0}\right)=\left(\frac{T}{T_0}\right)$ یا $V=\frac{V_0}{T_0}.T$ یا $V_t=\left(\frac{V_0}{273}\right).T$ اس طرح ایک عام مساوات لکھا جا سکتا ہے $\left(\frac{V}{T}\right)=\left(\frac{V_0}{T_0}\right)$ یہاں پر $\left(\frac{V_0}{T_0}\right)$ کی قیمت مستقل ہوتی ہے جس کی وجہ سے یہ مساوات ہو جائیگا مستقل $\left(\frac{V}{T}\right)=k$ یا

$$V = k.T \quad \text{------9.9}$$

یہاں پر k مستقل ہے جس کی قیمت گیس کے دباؤ گیس کی مقدار اور حجم کی اکائی ظاہر ہو سکتی ہے۔

چارلس کے کلیہ کا ریاضیاتی یا حسابی اظہار اوپر دئے گئے ہوئے مساوات سے کیا جا سکتا ہے۔ چارلس کا کلیہ کی تعریف اس طرح کی جا سکتی ہے کہ مستقل دباؤ پر ایک متعینہ مقدار کی گیس کا حجم اس کے مطلق درجہ حرارت کے بالراست تناسب ہوتا ہے غرض حسابی طور پر یہ ہو گا $V \alpha T$ مستقل دباؤ پر چارلس نے یہ مشاہدہ کیا کہ تمام گیسوں کے لیے کسی بھی دباؤ پر حجم درجہ حرارت (سیلیس پیمانے پر) گراف ایک شکل 9.4 خط مستقیم ہوتا ہے اور اگر اس کو صفر حجم تک بڑھایا جائے تو ہر خط درجہ حرارت کے محور کو $-273^0C$ یہ قطع کرتی ہے مختلف دباؤ پر حاصل ہونے والی خطوط کے ڈھلان (slope) مختلف ہونگے مگر صفر حجم پر تمام لائین درجہ حرارت محور پر $-273^0C$ پر ملتی ہیں۔ اس طرح حاصل شدہ حجم بمقابلہ درجہ حرارت گراف کا ہر ایک خط آئسوبار ہم دباؤ ترسیم (Isobar) کہلاتا ہے۔



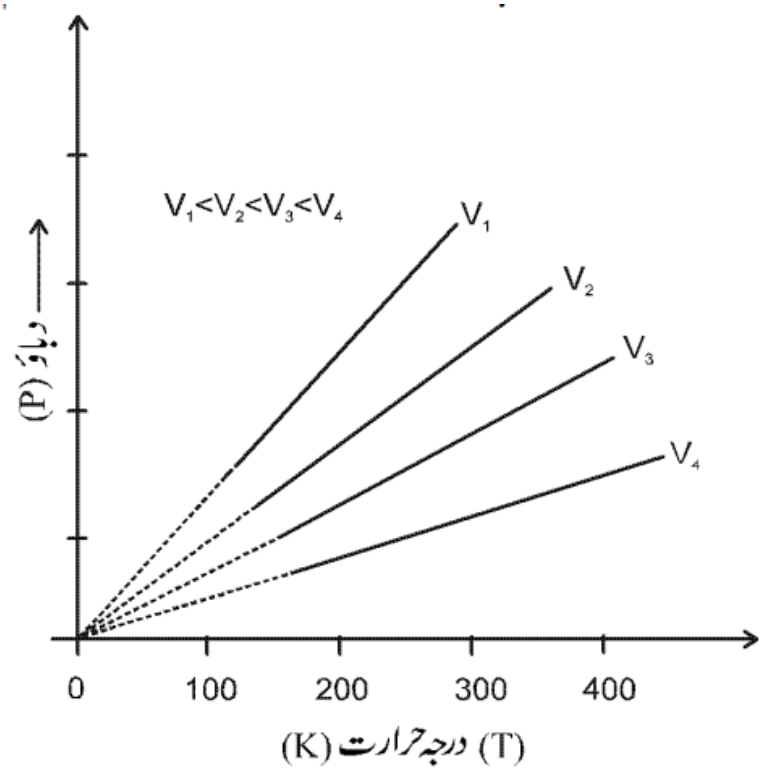

شکل9.4 : گیس کے حجم(V) اور درجۂ حرارت کے درمیان گراف

اگر مساوات $V_t = V_0 + \left(\frac{273+t}{273}\right)$ میں t کی قیمت $273^0$C– رکھیں تو حجم صفر ہو جائیگا اس کا مطلب ہو گا کہ گیس کا وجود نہیں ہو گا۔ حقیقت میں تمام گیس اس درجہ حرارت پر پہنچنے سے پہلے ہی مائع میں تبدیل ہو جاتی ہیں۔ کم سے کم مفروضہ درجہ حرارت( Assumed Temperature) جس پر گیسوں کا حجم صفر مانا جاتا ہے ۔ مطلق صفر (Absolute Zero) کہلاتا ہے۔ غرض کم دباؤ اور اونچے درجہ حرارت پر چارلس کے کلیہ کا اطلاق ہوتا ہے–03 تپش کو تپش مطلق یا کیلون پیمانے کا صفر کہا جاتا ہے۔

## 9.5.3 گیلیوسیک کا کلیہ (دباؤ–درجہ حرارت کا تعلق)

جوسیف گیلیوسک(Joseph Gay Lussac)نے 1802ء میں جو کلیہ دیا تھا اس کے مطابق مستقل حجم پر کسی متعین مقدار کی گیاس کا دباؤ درجہ حرارت کے بالراست تناسب ہوتا ہے یعنی ریاضی طور پر $P \alpha T$ جبکہ حجم مستقل ہے ۔ یا س کو اس طرح بھی لکھا جاتا ہے۔ P=kT مستقل حجم پر۔ یہاں پر k تناسبی مستقل ہے یا $\frac{P}{T} = k$ بھی ہو سکتا ہے۔ اس گیلیوسک کے تعلق مساوات کو بائیل کلیہ یا چارلس کے کلیہ سے بھی اخذ کیا جاسکتا ہے۔ دراصل چارلس کا کلیہ اور گیلیوسک کا کلیہ دونوں ایک ہی ہیں فرق صرف اتنا ہے کہ چارلس کلیہ میں گیاس کا دباؤ مستقل رکھا جاتا ہے اور گیلیوسک کے کلیہ گیس کا حجم مستقل ہوتا ہے۔ چارلس کا کلیہ مستقل دباؤ پر حجم اور درجہ حرارت کے درمیان کا رشتہ ظاہر کرتا ہے۔ جب کہ گیلیوسک کا کلیہ مستقل حجم پر گیس کے دباؤ اور درجۂ حرارت کے درمیان کا رشتہ ظاہر کرتا ہے۔

گیلیوسک کے کلیہ کے ذریعہ گیس کے دباؤ اور درجہ حرارت کے درمیان گراف ڈالا جائے جب کہ مولی مستقل حجم ہو تو شکل 9.5 میں دکھایا گیا گراف حاصل ہوتا ہے۔ اس گراف کی ہر ایک لائین کو آئسو کھوریا ہم حجم ترسیم کہا جاتا ہے۔




شکل 9.5 : گیلیوسیک کا کلیہ (دباؤ-درجہ حرارت کا تعلق)

### 9.5.4 ایوگاڈرو کا کلیہ (Avogadro Law) (حجم اور مقدار کے درمیان تعلق (Volume-Amount Relationship))

اٹلی کا سائنسدان ایوگاڈرو نے 1811ء میں ایک کلیہ پیش کیا جس کے مطابق یکساں درجہ حرارت اور دباؤ کی حالت میں تمام گیسوں کے مساوی حجم میں سالموں کی تعداد مساوی ہوتی ہے یعنی مشتقل درجہ حرارت اور دباؤ پر گیس کا حجم اس کے سالموں کی تعداد کے بالراست تناسب ہوتا ہے اور اس طرح وہ گیس کی مقدار پر منحصر ہوتا ہے ریاضی طور پر اس کو اس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے ۔ یکساں T اور P پر $V \alpha n$ جہاں پر V گیس کا حجم ہے اور n گیس کے سالموں کی تعداد ہے T درجہ حرارت اور P گیس کا دباؤ ہے۔ جو مستقل ہونگے۔ ایک مول گیس میں سالمات کی تعداد $6.023 \times 10^{23}$ ہوتی ہے' جسے ایوگاڈرو کا مستقل کہتے ہیں۔ ہمیں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ایک مول (سلم) میں سالموں کی تعداد یہی ہوتی ہے۔ یہ بھی ہمیں یاد رکھنا چاہیے کہ معیاری درجہ حرارت (273K) یا $0^0$C اور دباؤ (ایک بار Bar یعنی قطعی

$10^5$ پاسکل یا یک کرہ داب(1 atm) پر ہر ایک گیس کا حجم یکساں ہوتا ہے جس کو ہم سلمی حجم (molar volume) کہتے ہیں اور جس کی قیمت عام طور پر 22.4 لیٹر فی سلم ہوتی ہے۔ مندرجہ ذیل ضابطہ کو استعمال کرتے ہوئے کسی گیس کے سلموں (Moles) کی تعداد محسوب کر سکتے ہیں۔ $n = \frac{m}{M}$ ..... 9.10 یہاں پر n = سالموں کی تعداد، m= گیس کی قیمت اور M= سالمی کمیت گیس کی جیسا کہ اوپر دیا گیا ہے۔ $V \alpha n$ یعنی $V \alpha \left(\frac{m}{M}\right)$ یا $M \alpha \left(\frac{m}{V}\right)$ یا $M \alpha d$ جہاں پر $d = \left(\frac{m}{V}\right)$ یعنی کثافت گیس کی ہوگی۔ غرض یہ نتیجہ اخذ کیا جاتا ہے کہ کسی گیس کی سلمی کمیت اس کی کثافت کے باالرست متناسب ہوتی ہے۔ اس کو بھی ایوگاڈرو کے کلیہ کی ایک اور تعریف کہا جاسکتا ہے۔

## 9.5.5 کامل یا مثالی گیس مساوات

ایسی گیس جو گیس کلیات یعنی بائیل کا کلیہ، چارلس کا کلیہ اور ایوگاڈرو کا کلیہ کی پابند اور تابع ہوتی ہو اس گیس کو کامل گیس یا مثالی گیس (Ideal Gas) یا (Perfect Gas) کہتے ہیں۔ یہ تینوں کلیات کو یکجا کر کے ایک مساوات اخذ کیا جاتا ہے جسے کامل یا مثالی گیس مساوات کہتے ہیں اس مساوات کو مندرجہ طریقہ سے اخذ کیا جاسکتا ہے۔ بائیل کے کلیہ کے مطابق مستقل تپش (T) اور سلموں کی تعداد (n) پر $V \alpha \left(\frac{1}{P}\right)$ ہے۔ اس طریقہ سے چارلس کا کلیہ مستقل دباؤ (P) اور سلموں کی تعداد (n) پر $V \alpha T$ ہوگا۔ ایوگاڈرو کلیہ کے مطابق مستقل تپش (T) اور مستقل دباؤ (P) پر Van ہوگا۔ اگر ان تینوں کلیات کو یکجا ملا دیا جائے تو $V \alpha \frac{nT}{P}$ حاصل ہوگا۔ اس مساوات میں تناسبی نشان کو ہٹا کر تناسبی مستقل استعمال کیا جائے تو $V = R\frac{nT}{P}$ حاصل ہوگا۔ یہاں پر R کو تناسبی مستقل یا کائیناتی آفاقی گیس مستقل کہا جاتا ہے۔ اوپر دی گئی مساوات کی ترتیب بدل کر PV=nRT لکھا جا سکتا ہے۔ اس مساوات کو بدل کر ایسا بھی لکھا جاسکتا ہے $R = \left(\frac{PV}{nT}\right)$ جیسا کہ بتایا گیا ہے کہ R کو جو تناسبی مستقل ہے اس کو گیس مستقل کہتے ہیں۔ یہ چیز ذہن نشین کرلیں کہ R کی قیمت تمام گیسوں کے لیے یکساں ہوتی ہے۔ اس لیے R کو کائناتی یا آفاقی گیس مستقل (Universal Gas Constant) بھی کہتے ہیں۔ غرض یہ کہ PV=nRT ... 9.11 مساوات کو کامل یا مثالی گیس مساوات کہا جاتا ہے۔

## 9.5.6 متحدہ گیس کلیہ یا مساوات

کامل گیس مساوات چار متغیرات کے درمیان تعلق ظاہر کرتی ہیں۔ اور یہ کسی بھی گیس کی حالت کو بیان کرتی ہے۔ اس لیے اس مساوات کو حالت کی مساوات (Equation of Slate) بھی کہا جاتا ہے۔ مثالی گیس مساوات میں ان متغیرات میں ایک ساتھ ہونے والی

تبدیلیوں کا تعلق ہوتا ہے۔ اگر کسی گیس کی متعین مقدار کا تپش (درجہ حرارت) دباؤ اور حجم $P_1, T_1$ اور $V_1$ سے $P_2, T_2$ اور $V_2$ میں تبدیل ہو رہے ہوں تو ان کے لیے مساوات ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔ $\frac{P_1V_1}{T_1} = nR$ اور $\frac{P_2V_2}{T_2} = nR$ اگر ان دونوں مساوات کو جوڑ دیا جائے تو ہمیں مندرجہ ذیل مساوات حاصل ہو گا۔ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ .....9.12 اسی مساوات کو متحدہ گیس مساوات یا کلیہ کہتے ہیں۔ اس مساوات میں چھ متغیرات ہیں اگر ان چھ میں سے کوئی پانچ کی قیمت معلوم ہو تو نامعلوم چھٹے متغیر کی قیمت اس مساوات کو استعمال کرتے ہوئے محسوب کر سکتے ہیں۔ یہ ایک بہت ہی مفید مساوات ہے اوپر والے مساوات $\frac{PV}{T} = R$ کو حالت کی مساوات کہا جاتا ہے۔

## 9.5.7 گیس کی کثافت اور سلمی کمیت کے درمیانی تعلق

مثالی گیس مساوات PV=nRT کو اس ترتیب میں بھی لکھا جا سکتا ہے۔ $\left(\frac{n}{V}\right) = \frac{P}{RT}$ .....9.13 سلموں (mole) کی تعداد (n) ہوتی ہے۔ غرض یہ کہ اوپر کی مساوات (9.13) کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

03-

$$\frac{\text{گیس کی کمیت}}{\text{گیس کا سالمی وزن}} = \frac{m}{\mathrm{M}} = n \quad \text{--------9.14}$$

غرض یہ کہ اوپر کے مساوات (9.14) کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$\frac{m}{\mathrm{MV}} = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{RT}} \quad \text{---------9.15}$$

$$\text{گیس کی کثافت} = \frac{\text{گیس کی کمیت}}{\text{گیس کی حجم}}$$

مگر ہمیں اس بات کا علم ہے کہ، یعنی $d = \left(\frac{m}{v}\right)$ ہوتی ہے۔ مساوات (9.15) کو مساوات (9.14) میں داخل کرنے پر ہمیں حاصل ہو گا $\frac{d}{M} = \frac{P}{RT}$ یا $M = \frac{dRT}{P}$.....9.16 یہ مساوات (9.14) سے گیس کے سالمی وزن (M) اور گیس کی کثافت (d) کے درمیان کا تعلق یا رشتہ اخذ ہوتا ہے۔

## 9.5.8 سکڑاؤ عامل یا پچکاؤ عامل (Compresiblity - Factor)

ایک کامل یا مثالی گیس کی مساوات ہوتی ہے PV=nRT یا اگر اس مساوات کو اس طرح لکھیں کہ -03 مساوات کی اس مقدار یعنی $\frac{PV}{nRT}=1$ کو پچکاؤ عامل کہتے ہیں۔ اور اس کو

$$Z=\frac{PV}{nRT}. \quad \text{-------9.17}$$

سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ عام طور پر ایک کامل یا مثالی گیس کے لیے Z کی قیمت ایک ہوتی ہے جن گیسوں میں Z کی قیمت ایک سے منحرف یا انحراف کرتی ہو تو ایسی گیس کو غیر کامل یا غیر مثالی گیس (Non Ideal Gas) کہا جاتا ہے۔ $Z=\frac{PV}{nRT}=\frac{PV_m}{RT}$ یہاں پر $V_m$ مولار یا سلمی حجم (Molar volume) ہے۔

## 9.5.9 گیس مستقل R کے ابعاد

R گیس مستقل کے لیے مساوات ہو گا۔ $R=\frac{PV}{nT}$ طبعی کیمیاء میں R کی قیمت کئی مسائل کو حل کرنے میں استعمال ہوتی ہے اور بہت ہی اہمیت رکھتی ہے۔ گیس مستقل کے ابعاد مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیے جاسکتے ہیں۔

$$R=\frac{\text{Pressure}\times\text{Volume}}{\text{Degree}\times\text{mole}}=\frac{\text{حجم} \times \text{دباؤ}}{\text{مول(سلم)} \times \text{ڈگری}}$$

$$\frac{\text{Force}}{\text{Area}} \quad \text{یعنی} \quad \frac{\text{قوت}}{\text{رقبہ}} = \text{مگر دباؤ}$$

اس لیے اوپر کی مساوات ہو گی۔

$$R=\frac{\left(\frac{\text{Force}}{\text{Area}}\right)\times\text{volume}}{\text{degree}\times\text{mole}} \qquad R=\frac{\left(\frac{\text{قوت}}{\text{رقبہ}}\times\text{حجم}\right)}{\text{مول}\times\text{ڈگری}}$$

ہمیں معلوم ہے کہ $\text{Area}=(\text{Lenght})^2$ $\text{رقبہ}=(\text{لمبائی})^2$

اور $\text{Volume}=(\text{Length})^3$ $\text{حجم}=(\text{لمبائی})^3$ یعنی

غرض اوپر کی مساوات ہو گی۔

$$R = \frac{\left[\frac{\text{Force}}{(\text{length})^2} \times (\text{length})^3\right]}{\text{Degree} \times \text{mole}}$$

$$R = \frac{\left[\frac{\text{قوت}}{(\text{لمبائی})^2} \times (\text{لمبائی})^3\right]}{\text{مول} \times \text{ڈگری}}$$

$$= \frac{\text{Force} \times \text{Length}}{\text{Degree} \times \text{mole}} = \left(\frac{\text{لمبائی} \times \text{قوت}}{\text{مول} \times \text{ڈگری}}\right)$$

$$R = \frac{\text{Energy}}{(\text{Degree} \times \text{mole})} = \frac{\text{توانائی}}{\text{مول} \times \text{ڈگری}} \qquad \text{---------9.18}$$

اوپر کی ریاضی بحث سے ظاہر ہوتا ہے کہ R کی ابعاد توانائی فی ڈگری فی مول ہوتی ہے ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب (PV) کے ابعاد بھی توانائی کے مساوی ہوتے ہیں۔ R کی مختلف اکائیوں میں قیمت مندرجہ ذیل طریقہ سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

## 9.5.10 R کی قیمت مختلف اکائیوں میں

**(1) R کی قیمت مطلق اکائی میں:** اگر ایک مول کامل گیس کو معیاری حالت میں لیا جائے تو اس کا دباؤ ہوگا ایک کرہ داب (P=1 atm) اور تپش ہوگی 273k اور ہر ایک مول گیس کا حجم معیاری حالت میں (STP) پر 22.4 لیٹر ہوگا۔ عام طور پر مطلق اکائی میں P = hdg یعنی دباؤ = بلندی پارہ کی اونچائی × پارہ کی کثافت × اسراع بوجہ جاذبہ زمین یعنی

P = Height of mercury column × density of Mercury × Acceleration due to gravity

سی جی ایس (CGS) نظام اکائی میں $\text{dynm}/\text{cm}^2$ میں P=76×13.6x980، V=22.4lit=22400 cm3 مکعب سمر کیلون T=273k ہو تو R کی قیمت اس طرح محسوب کی جائیگی۔

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{76 \times 13.6 \times 980 \times 22400}{1 \times 273}$$

ڈائین سمر فی ڈگری فی مول، ایک ڈائین × ایک سمر = ایک ارگ ہوتا ہے۔ اسی لیے

$R = 8.314 \times 10^7$ erg per degree per mole -03 ارگ(one erg) فی ڈگری فی مول

یعنی $R = 8.314 \times 10^7 \text{ergs} \,.\, \text{deg}^{-1}\ \text{mole}^{-1}$

(2) اگر R کی قیمت جولس (Joles) میں ظاہر کیا جائے ہمیں معلوم ہے کہ ایک جول $(1\ joule) = 10^7$ ارگس ہوتا ہے تو غرض جو لس میں R کی قیمت ہوگی $R = 8.314 \text{Joules.}\ \text{deg}^{-1}\ \text{mole}^{-1}$ یعنی R=8.314 جولس فی ڈگری فی مول یا سلم

(3) اسی طریقہ سے R کی قیمت حراروں (Calories) میں بتانا ہو تو یہ بھی ہمیں معلوم ہے کہ 4.184 joules جولس ایک حرارے کے برابر ہوتا ہے یعنی 4.184 J = 1 calories ہوتا ہے۔ تو R کی قیمت حراروں میں یا Calories میں ہوگی۔

$$R = 1.987 \text{ Calories deg}^{-1}\text{ mole}^{-1} \text{ یا } R = \frac{8.314}{4.184} \text{ calories deg}^{-1}\text{ mole}^{-1}$$

R = 1.987 حرارے فی ڈگری فی مول ہوگی۔

## (4) R کی قیمت Lit.atms میں

یہاں پر P=1 atm، V=22.4 Lit اور T273=k ہوگا۔

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1atm \times 22.4lit}{1mole \times 273\text{K}} = 0.0821\ 1\ lit\ atm\ \text{deg}^{-1}\ mole^{-1}$$

## (5) SI اکائی میں R کی قیمت

SI اکائی میں = 1 atm Pressure ایک کرہ داب، $P = 1.01325 \times 10^5\ \text{Nm}^{-2}$ نیوٹن (N) فی مربع میٹر، $V = 22.4 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

T = 273 k، مول n = 1

$$(1\text{dm}^3 = 1 \times 10^{-3}\text{m}^3 = 1000\text{cm}^3 = 1\ \text{litre})$$

غرض $R = \frac{PV}{nT}$

$$= \frac{(1.01325\times10^{5}\ \mathrm{Nm^{-2}})\ (22.4\times10^{-3}\times \mathrm{m^{3}})}{(1\,\mathrm{mole})\times(273\mathrm{K})}$$

$$= 8.314\ \mathrm{Nm\ deg^{-1}.mole^{-1}}$$

یہاں پر ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ 1 Nm = 1 جول (Joule) ہوتا ہے تو R کی قیمت ہو گی۔

$$R = 8.314\ \mathrm{Nm\ \ deg^{-1}.mole^{-1}}$$

$$R = 8.314\ \mathrm{J\ \ deg^{-1}.mole^{-1}}$$ یا

R کی قیمت یا مختلف اکائیوں میں کیا ہوتی اس کی اچھی طرح سے واقفیت ہونا چاہیے اور ہر طالب علم کو ان قیمتوں کو ذہن نشین کرنا ہو گا اور یاد رکھنا ہو گا کہ کئی حالات میں کونسی قیمت استعمال کرنا ہو گا۔

## 13.5.11 بولٹز من مستقل K (Boltzmann Constant)

گیس کا مستقل فی سلم (Gas Constant per mole) کو آفاقی فی مستقل R (Universal Gas Constant) کہا جاتا ہے جبکہ گیس کا مستقل اگر فی سالمہ (Gas constant per molecule) ہو تو اس کو بولٹز من مستقل k (Boltzmann Constant k) کہا جاتا ہے۔ ہمیں پتہ ہے کہ ایک سلم میں (one mole) میں ایوگاڈرو وعدد سالمے (Avogadro No. of molecules) یعنی $6.023 \times 10^{23}$ mol ہوتے ہیں اگر ایک سلم (one mole) گیس کا مستقل R ہے تو ایک سالمے (one molecule) گیس کا مستقل ہو گا

$$\left(\frac{R}{N}\right) = k \quad \text{------ 9.19}$$

جہاں پر N ایوگاڈر عدد یعنی 03- ہے۔ اگر R کی قیمت جولس فی ڈگری فی سالمہ میں لی جائے تو بولٹز من مستقل کی قیمت ہو گی۔

$$\text{Boltzmann constant } K = \frac{R}{N} = \frac{8.314\ \mathrm{J\ k^{-1}\ mol^{-1}}}{6.023\mathrm{X}10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}}$$

$$= 1.38\ \mathrm{X}\ 10^{-23}\ \mathrm{J.\ per\ degree}$$

اگر R کی قیمت ارگس فی ڈگری فی سالمہ لے جائے تو بولٹز من مستقل کی قیمت ہو گی۔

$$K = \frac{R}{N}$$
$$= \frac{8.314 \times 10^{7}\ \text{ergs} \cdot \text{deg}^{-1}\,\text{mole}^{-1}}{6.023 \times 10^{23}\ \text{mole}^{-1}}$$
$$= 1.38 \times 10^{-16}\ \text{erg} \cdot \text{deg}^{-1}$$

## 9.5.12 گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری

**نفوذ پذیری:** یہ ایک ایسی خصوصیت ہوتی ہے جس کی وجہ سے اس کو دستیاب تمام جگہ کو گھیرنے کی خاصیت رکھتی ہے۔ نفوذ پذیری کے عمل کو ٹھوس، مائع اور گیس اشیاء ظاہر کرتی ہیں۔ مگر یہ عمل گیسوں کی صورت یا حال میں زیادہ تیز ہوتا ہے۔ غرض یہ کہ گیسوں میں یہ صلاحیت ہوتی ہے کہ یہ وہ نقل مقام کر سکتی ہیں۔ مثال کے طور پر عطر کی بوتل کھولنے پر اس کی مہک پورے کمرے میں چاروں طرف پھیل جاتی ہے اسی طریقہ سے اگر امونیا گیس کی بوتل کھول دیں تو کچھ ہی منٹوں میں اس کی چبھتی ہوئی بو پورے کمرے میں محسوس کی جاتی ہے کیونکہ امونیا گیس میں ایک مقام سے دوسرے مقام تک منتقل ہونے کی صلاحیت موجود ہے۔ گیسوں کی اس صلاحیت کو نفوذ پذیری کہا جاتا ہے۔ یہ بات بہت ہی اہمیت کی حامل ہے اور آپ اس کو ذہن نشین کر لیں اور اچھی طرح یاد رکھیں کہ تمام گیسوں کی نفوذ پذیری کی شرح یکساں نہیں ہوتی بلکہ ایک ہلکی گیس بھاری گیس کے مقابلے یا بہ نسبت بہت تیز ہوتی ہے۔ ہلکی گیس جس کا سالمی وزن کم ہو وزن گیس جس کا سالمی وزن زیادہ ہو کے مقابلے میں تیزی سے نفوذ پذیری کرتی ہے۔ گیسوں کی اس خاصیت کا خیال رکھتے ہوئے ایک انگریز سائنسداں تھامس گراہم 1827ء میں مختلف گیسوں کی نفوذ پذیری کی شرح کے فرق کو واضح کیا اور نفوذ پذیری کا کلیہ بیان کیا جو کہ مندرجہ ذیل میں مختلف طریقوں سے بیان کیا گیا ہے۔ یاد رہے کہ نفوذ پذیری کے عمل پر جاذبہ زمیں کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔

### گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری (Graham's Law of Diffusion)

1۔ یکساں دباؤ اور تپش پر گیسوں کی نفوذ پذیری کی شرح (r) ان کی کثافتوں (Densities) کے جذر المربع کے معکوس تناسب ہوتی ہے۔

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}} \quad \text{-------} \ 9.20$$

مستقل دباؤ اور تپش پر

2۔ اگر دو مختلف گیسوں کی نفوذ پذیری کی شرحیں $r_1$ اور $r_2$ ہوں اور ان کی کثافت بالترتیب $d_1$ اور $d_2$ ہو تو کلیہ کو اس طرح سے ظاہر

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \text{---- 9.21}$$

کیا جا سکتا ہے۔

3۔ کسی گیس کی کثافت زیادہ ہو تو اس کی نفوذ پذیری کی شرح کم ہوتی ہے ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ ایک گیس کی کثافت اس کے سالمی وزن پر منحصر ہوتی ہے۔ اس لیے ہم یہ کلیہ کو سالمی وزن استعمال کر کے بھی اس طرح بیان کر سکتے ہیں۔ یکساں دباؤ اور تپش پر کسی گیس کی نفو ذ پذیری کی شرح (r) اس کے سالمی وزن (M) کے جذر المربع کے معکوس تناسب ہوتی ہے جس کو حسابی طور پر اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$r \alpha \frac{1}{\sqrt{M}} \quad \text{-----9.22}$$

P اور T مستقل پر

4۔ اگر دو مختلف گیسوں کی نفوذ پذیری کی شر حیں $r_1$ اور $r_2$ ہوں اور ان کے سالمی اوزان بالترتیب $M_1$ اور $M_2$ ہوں تو کلیہ کو حسابی طور پر مندرجہ ذیل طریقہ سے لکھا جا سکتا ہے۔

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \text{-------- 9.23}$$

**نوٹ:** ایک گیس کی سلمی کمیت اس سکی کثافت کے بالراست تناسب ہوتی ہے۔

$M \ \alpha \ d$ اس طرح گیسوں کی شرح نفوذ پذیری ان کی سلمی کمیتوں کے جذر المربع کے بالعکس تناسب ہوتی ہے۔)

5۔ ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ ایک گیس کی سلمی کمیت اس کی بخاری کثافت (vapour density) کے بھی تناسب ہوتی ہے یعنی

$M \ \alpha (VD)$ اور ہمیں سلمی کمیت اور گیس کی بخاری دباؤ کے درمیان رشتہ بھی معلوم ہے یعنی $M = 2 \times (VD)$ غرض گراہم کے کلیہ کو بخاری

کثافت کی شکل میں ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ -03 اس طرح ہم اسی کلیہ کو مختلف حسابی طریقوں میں ظاہر کر سکتے

$$r \alpha \frac{1}{\sqrt{(VD)}} \quad \text{--------} \ 9.24$$

ہیں جو مندرجہ ذیل دیا گیا ہے۔

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{(VD)_2}{(VD)_1}}$$

$$r \alpha \frac{1}{\sqrt{d}} \alpha \frac{1}{\sqrt{M}} \alpha \frac{1}{\sqrt{(VD)}}$$ مستقل T اور P پر

6۔ شرح نفوذ پذیری سے مراد اکائی وقت میں کسی گیس کے کچھ حجم کی نفوذ پذیری ہوتی ہے

یعنی نفوذ پذیری کی شرح = (r)

$$\frac{V}{t} = r \quad \text{یعنی} \quad \frac{\text{گیس کا نفوذ پذیری شدہ حجم (V)}}{\text{نفوذ پذیری کا وقت (t)}} \quad \text{-------} \ 9.25$$

(a) اگر وہ مختلف گیسوں کے حجم $V_1$ اور $V_2$ ہو اور نفوذ پذیری کا وقت $t_1$ اور $t_2$ ہو تو ان کی نفوذ پذیری کی شرح $r_1$ اور $r_2$ اس طرح ہو گی۔

$$r_1 = \left(\frac{V_1}{t_1}\right) \quad \text{اور} \quad r_2 = \left(\frac{V_2}{t_2}\right) \quad \text{اور} \quad \text{یا} \quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{\left(\frac{V_1}{t_1}\right)}{\left(\frac{V_2}{t_2}\right)}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{V_1 t_2}{V_2 t_1} \quad \text{---------} \ 9.26$$

(b) اگر یکساں حجم (V) رکھنے والی دو مختلف گیسوں کا نفوذی وقت $t_1$ اور $t_2$ ہو تو ان کی نفوذ پذیری کی شرح اس طرح ہو گی $r_1 = \left(\frac{V}{t_1}\right)$ اور

$$، r_2 = \left(\frac{V}{t_2}\right)$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{t_2}{t_1} \quad \text{---- 9.27}$$

(c) اگر V1 اور $V_2$ حجم والی دو مختلف گیسوں کی یکساں وقت (t) پر نفوذ پذیری ہو تو ان کی شرح نفوذ پذیری $r_1$ اور $r_2$ اس طرح ہو گی۔-03،-

$$r_1 = \left(\frac{V_1}{t}\right)، r_2 = \left(\frac{V_2}{t}\right)$$ اور

$$\frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad \text{----- 9.28}$$

غرض مندرجہ بالا مساواتوں سے دو مختلف کلیوں کی نفوذ پذیری کی شرح کو حسابی طور پر اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{(VD)_2}{(VD)_1}} = \frac{V_1 t_2}{V_2 t_1} = \frac{V_1}{V_2}(t_1 = t_2) = \frac{t_2}{t_1}(V_1 = V_2) \quad \text{------- 9.29}$$

بہاؤ(Effusion) : ایک باریک سوراخ کے ذریعہ ایک گیس کا زیادہ دباؤ والے خطہ سے خلاء میں اخراج بہاؤ کہلاتا ہے۔ بہاؤ ایک سمتی مظہر ہے جبکہ نفوذ پذیری ایک غیر سمتی مظہر ہے۔ گراہم کے کلیہ نفوذ پذیری کا اطلاق بہاؤ پر بھی ہوتا ہے۔

## 9.5.13 ڈالٹن کا جزوی دباؤ کا کلیہ (Dalton's Law of Partal Pressure)

جان ڈالٹن نے 1801ء میں یہ کلیہ پیش کیا اس کلیہ کے مطابق غیر تعاملی یعنی آپس میں تعامل نہ کرنے والی گیسوں کے آمیزہ کا جملہ دباؤ یا مجموعی دباؤ کے حاصل جمع کے برابر ہوتا ہے یا مساوی ہوتا ہے۔ یعنی گیسوں کے آمیزے کا جملہ دباؤ انفرادی گیسوں کے ظاہر کردہ دباؤ کا مجموعہ ہوتا ہے۔ گیسوں کے آمیزے میں ہر ایک منفرد گیس کا دباؤ جزوی دباؤ کہلاتا ہے۔ یعنی جزوی دباؤ سے مراد دی ہوئی تپش پر وہ دباؤ ہے جو گیس کے جملہ آمیزے کے حجم کو گھیرتا ہے حسابی طور پر ڈالٹن کے اس کلیہ کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے۔

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

مستقل تپش اور حجم پر یہاں پر P گیسوں کے آمیزے کا جملہ دباؤ ہے۔ اور $P_1$ ، $P_2$ ، $P_3$ وغیرہ گیس کے آمیزے میں موجود گیسوں کے جزوی دباؤ ہے فرض کرو کے ایک گیسی آمیزہ میں جزو 1 کے $n_1$ سلم (mole) جزو 2 کے $n_2$ سلم اور جزو 3 کے $n_3$ سلم وغیرہ موجود ہوں اور یہ بھی سمجھا جائے کہ آمیزہ کی تپش پر اس کو V حجم والے برتن میں لیا گیا ہے۔ اگر صرف اس برتن میں جزو 1 والی گیس ہی موجود ہو تو وہ V حجم

کو گھیرتی ہے اور اس جزو 1 کا جزوی دباؤ ہو گا۔ $P_1$ اسی طرح $P_2$ اور $P_3$ بالترتیب جزو 2 اور جزو 3 کے جزوی دباؤ ہونگے۔ اگر تمام گیسوں کا آمیزہ لیا جائے تو آمیزہ کا جملہ دباؤ P ہو گا اور ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کے مطابق اس طرح لکھا جائے گا،

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

بائیل، چارلس کے کلیات کی طرح تمام گیس ڈالٹن کے اس کلیہ کے مکمل طور پر تابع نہیں ہوتے بلکہ یہ کہا جاتا ہے کہ اس کا اطلاق صرف کامل گیسوں پر ہوتا ہے۔ اس لیے یہ فرض کر لیا جائے کہ آمیزے میں موجود تمام گیس کامل گیسوں کے طرز عمل کو ظاہر کرتی ہیں تو

$$P_1 V = n_1 RT \text{ ، } P_2 V = n_2 RT \text{ اور } P_3 V = n_3 RT$$

وغیرہ ہو گا اگر ان مساوات کو جمع کیا جائے تو

$P_1V + P_2V + P_3V + \ldots\ldots = n_1RT + n_2RT + n_3RT$ ہو گا یعنی

$$(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots.) V = (n_1 + n_2 + n_3 + \ldots\ldots)RT$$

اس مساوات میں اگر $P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

اور $P = n_1 + n_2 + n_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

ہو تو اوپر والی مساوات ہو گی $PV = nRT$

ان مساوات کو استعمال کرتے ہوئے ہم یہ لکھ سکتے ہیں کہ

$\left(\frac{P_1V}{PV}\right) = \left(\frac{n_1RT}{nRT}\right)$ یعنی $\frac{P_1}{P} = \left(\frac{n_1}{n}\right)$ یا $P_1 = P\left(\frac{n_1}{n}\right)$ حاصل ہو گا.

اس طریقہ سے $P_2 = P\left(\frac{n_2}{n}\right)$ اور $P_3 = P\left(\frac{n_3}{n}\right)$ ہو گا۔

$$\left(\frac{n_3}{n}\right), \left(\frac{n_2}{n}\right), \left(\frac{n_1}{n}\right)$$

وغیرہ کو انفرادی جزو کے کسر سلم یا کسر مول کہتے ہیں۔ غرض یہ کہ یہ آمیزہ کے کسی جزو کے کسر مول سے مراد اس جزو کے مول اور جملہ اجزا کے مول کے درمیان کی نسبت ہوتی ہے اوپر والے مساوات کو استعمال کر کے جزوی دباؤ محسوب کیا جا سکتا ہے۔

غرض جزوی دباؤ= جملہ دباؤ× مول کسر یعنی

$$n_i \times P = P_i \quad \text{----- 9.30}$$

جہاں پر i = , 1, 2, 3 وغیرہ۔ عام طور پر گیس پانی کے اوپر جمع کی جاتی ہیں لہذا وہ مرطوب ہوتی ہیں۔ مرطوب گیس میں پانی کے بخارات بھی شامل ہو جاتے ہیں اسی لیے سیر شدہ بخارات کا دباؤ مرطوب گیس میں جمع ہوتا ہے اسی لیے خشک گیس کا دباؤ جب معلوم کرنا ہو تو مرطوب گیس کا جملہ دباؤ میں سے پانی کے سیر شدہ بخارات کے دباؤ جس کو آبی دباؤ یا آبی تناؤ (Aqueous tension) کہتے ہیں۔ گھٹایا جائے تو خشک گیس کا دباؤ حاصل ہوتا ہے یعنی خشک گیس کا دباؤ(P)= جملہ دباؤ($P_T$)- آبی تناؤ یعنی

$$P = P_T - P_{aq.} \text{ ، } (P_{dry\,gas} = P_{Total} = \text{Aqueous Tension}) \quad \text{------ 9.31}$$

غرض خشک گیس کے دباؤ کو آبی بخارات کے دباؤ کو فضائی دباؤ سے تفریق کرنے پر حاصل ہوتا ہے جب کہ تپش میں کوئی تبدیلی نہ ہو۔

## 9.6 اکتسابی نتائج

اس اکائی یعنی گیس کلیات کا جائزہ میں طلبہ نے مندرجہ ذیل چیزوں کا مطالعہ کیا ہیں۔

1۔ **بائیل کا کلیہ:** مستقل کمیت اور تپش پر گیس کے دباؤ اور حجم کے درمیان کا رشتہ۔

2۔ **چارلس کا کلیہ:** مستقل کمیت اور دباؤ پر کسی گیس کے حجم اور تپش کے درمیان کا رشتہ۔

3۔ **گیلیوسک کا کلیہ:** مستقل کمیت اور حجم کے تحت کسی گیس کے دباؤ اور تپش کے درمیان کا رشتہ۔

4۔ **ایوگاڈرو کا کلیہ:** مستقل تپش اور دباؤ پر کسی گیس کے حجم اور مول یا سلم کی تعداد کے درمیان کا رشتہ۔

5۔ **کامل یا مثالی گیس مساوات کا اخذ کرنا:** بائیل ' چارلس اور ایوگاڈرو کلیات کو ملا کر کامل یا مثالی گیس مساوات اخذ کی گئی جس کو ہم حالات کی مساوات کہتے ہیں یہ مساوات گیس کے دباؤ' حجم ' تپش اور مول کی تعداد کے درمیان رشتہ ظاہر کرتے ہیں۔

6۔ گیس مستقل R کے ابعاد اور مختلف اکائیوں میں اس کی قیمت محسوب کی گئی۔

7۔ گراہم کا نفوذ پذیری کلیہ مختلف طریقوں میں سمجھایا کیا ہے۔

8۔ ڈالٹن کا جزوی دباؤ کلیہ اور اس کی اطلاق سیکھا گیا۔

## 9.7 کلیدی الفاظ

1. **بائیل کا کلیہ (Boyle's Law) :** متعین مقدار گیس کا دباؤ مستقل تپش پر اس کی حجم کے بالعکس تناسب ہوتا ہے۔

2. **چارلس کا کلیہ (Charle's Law) :** مستقل دباؤ پر گیس کا حجم اس کے مطلق درجہ حرارت کے بالراست تناسب ہوتا ہے۔

3. **ایوگاڈرو کا کلیہ (Avogadro's Law):** مستقل درجہ حرارت اور دباؤ پر گیس کا حجم اس کے سالموں کی تعداد کے بالراست تناسب ہوتا ہے۔

4. **کامل یا مثالی گیس (Ideal or Perfect Gas):** وہ گیس جو گیسی کلیات کے تابع ہوتی ہے۔

5. **کائناتی یا آفاقی گیس مستقل (Universal Gas Constant) :** گیس کا مستقل R فی سلم یا مول جس کی قیمت الگ الگ اکائیوں میں مختلف ہوتی ہے۔

6. **نفوذ پذیری کی شرح (Rate of Diffraction):** یکساں تپش اور دباؤ پر شرح گیس کی کثافت کے جذرالمربع کے معکوستناسب ہوتی ہے۔

7. **بولٹزمن مستقل (Boltzmann Constant):** گیس کا مستقل فی سالمہ K بولٹزمن منتقل ہوتا ہے۔

## 9.8 نمونہ امتحانی سوالات

### معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ کسی گیس کے لیے جو گراف سنٹی گریڈ یا سیلشیس پیمانہ میں تپش اور حجم کے درمیان میں کھینچا جائے تو تر سیم تپش کے محور (axis) پر کہاں کاٹے گی؟

$-0^0$ C (a) $273^0$C (b) $-273^0$C (c) $-546^0$C (d)

2۔ مندرجہ ذیل میں کون سا ضابطہ ایوگاڈرو کا کلیہ ظاہر کرتا ہے۔

(a) $V = \frac{nRT}{P}$ جب کہ n اور T مستقل ہوں۔

(b) $V = \frac{nRT}{P}$ جب کہ n اور P مستقل ہوں۔

(c) $V = \frac{nRT}{P}$ جب کہ P اور T مستقل ہوں۔

(d) $V = \frac{nRT}{P}$ جب کہ P، n اور T مستقل ہوں۔

3۔ معیاری تپش اور دباؤ پر ایک مول کامل گیس کا حجم ہو گا۔

(a) 22.4 لیٹر (b) 2.24 لیٹر (c) 224 ملی لیٹر (d) 2240 ملی لیٹر

4۔ اگر کسی گیس کا حجم $0^0C$ پر 546 ملی لیٹر ہو تو $4^0C$ تپش بڑھانے پر گیس کا حجم کتنا ہو گا؟

(a) 2 ملی لیٹر (b) 4 ملی لیٹر (c) 6 ملی لیٹر (d) 8 ملی لیٹر

5۔ اگر کسی گیس کا دباؤ مستقل تپش پر دوگنا بڑھایا جائے تو اس گیس کا حجم کیا ہو گا؟

(a) دوگنا بڑھے گا۔ (b) وہی رہے گا۔ (c) آدھے کو گھٹے گا۔ (d) ایک چوتھائی کو گھٹ جائے گا۔

6۔ ایک کامل گیس کا پچکاؤ یا سکڑاؤ عامل کیا ہو گا؟

(a) 0 (b) 1 (c) 2 (d) لامتناہی (infinity)

7۔ اگر کسی گیس کے تمام عوامل مستقل رکھ کر اس کی کثافت 9 گنا بڑھا دی جائے تو اس گیس کی نفوذ پذیری کی شرح ہو گی۔

(a) وہی رہے گی۔ (b) 9 گنا بڑھے گی۔ (c) 3 گنا گھٹے گی۔ (d) 3 گنا بڑھے گی۔

8۔ تین گیسوں A، B اور C کے آمیزہ کا مجموعی دباؤ 2 کرۂ داب (Atmosphere) ہے اور اس آمیزہ میں گیس A کا مول کسر 0.7 ہے، B گیس کا مول کسر 0.2 ہے اور C گیس کا مول کسر 0.1 ہے تو A اور B دونوں گیسوں کا جملہ جزوی دباؤ کتنا ہو گا؟

(a) 0.9 کرہ داب (b) 1.8 کرہ داب (c) 1.6 کرہ داب (d) 1.2 کرہ داب

9۔ ایک متعین مقدار کی گیس کا دباؤ(P) اس گیس کی کثافت(d) کے بالراست متناسب(directly proportional) ہوتا ہے یہ بیان کیسا ہے؟

(a) صحیح ہے۔ (b) غلط ہے۔ (c) کبھی صحیح کبھی غلط ہے۔ (d) نامناسب بیان ہے۔

10۔ گیس مستقل R کی قیمت مندرجہ ذیل میں سے کون سی غلط ہے؟

(a) $R = 8.314 \times 10^7$ ارگ فی ڈگری فی مول (b) R 0.0821 لیٹر کرہ داب فی ڈگری فی مول

(c) $R = 8.314 \times 10^7$ مول فی ڈگری فی مول (d) R = 8.314 نیوٹن میٹر فی ڈگری فی مول

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ مثالی یا کامل گیس کس کو کہتے ہیں ایک کامل گیس کے لیے گیس مساوات اخذ کیجیے۔

2۔ گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری کو مختلف طور پر بیان کیجیے اور اس کی تشریح کیجیے۔

3۔ ڈالٹن کا کلیہ جزوی دباؤ کو بیان کیجیے اور اس کی تشریح کیجیے۔

4۔ گیس مستقل R کیا ہے اس کی قیمتیں مختلف اکائیوں میں لکھیے۔

5۔ گیسوں کے قابل پیمائش خصوصیات کو مختصر طور پر بیان کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ گیس کے کلیات کو بیان کیجیے اور ایک کامل گیس کے لیے مساوات ان کلیات کے ذریعہ اخذ کیجیے۔

2۔ کائناتی گیس مستقل کیا ہے؟ اس کی قیمتیں مختلف اکائیوں میں کس طرح حاصل کرتے ہیں لکھیے۔

3۔ بائیل کلیہ کی تعریف کیجیے اور اس کی تشریح و وضاحت تفصیل سے لکھیے۔

4۔ (a) چارلس کلیہ اور اس کی تشریح تفصیل سے لکھیے۔

(b) ڈالٹن کا کلیہ جزوی دباؤ کو تفصیل سے بیان کیجیے۔

5۔ درج ذیل کے بارے میں نوٹ لکھیے۔

(a) ایوگاڈرو کا کلیہ (b) بولٹز من مستقل (c) متحدہ گیس کلیہ

# اکائی 10 : گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ

(Unit-10: Kinetics Molecular Theory of Gases)

اکائی کے اجزا


10.0 تمہید

10.1 مقاصد

10.2 گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ

10.2.1 حرکی سالمی نظریہ کے مفروضات

10.2.2 مثالی گیس کی حرکی گیس مساوات کا اخذ کرنا

10.3 حرکی گیس مساوات سے گیسی کلیات کو اخذ کرنا

10.3.1 بائیل کا کلیہ

10.3.2 چارلس کا کلیہ

10.3.3 ایوگاڈرو کا کلیہ

10.3.4 گراہم کا کلیۂ نفوذ پذیری

10.3.5 ڈالٹن کا کلیۂ جزوی دباؤ

10.4 سالمی رفتاروں کی میکسول-بولٹزمن کے مطابق تقسیم

10.5 سالمی رفتاروں کی اقسام

10.5.1 اوسط سالمی رفتار $(\overline{C})$

10.5.2 اعظم امکانی رفتار $(C_{mp})$

10.5.3 اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع (C)

10.5.4 سالمی رفتاروں کے درمیان رشتہ یا تعلق

10.6 اوسط توانائی بالحرکت

10.7 توانائی کی مساوی تقسیم کا کلیہ

10.8 درجہ آزادی اور گیسی حراری گنجائش

10.8.1 درجہ آزادی

10.8.2 حرارتی گنجائش

10.8.3 گیس سالموں کے Cp اور Cv کی نسبت

10.9 اکتسابی نتائج

10.10 کلیدی الفاظ

10.11 نمونہ امتحانی سوالات

## 10.0 تمہید

تجرباتی کھوج کے نتیجہ میں وجود میں آنے والے گیس کلیات یعنی بائیل کا کلیہ ' چارلس کا کلیہ ' ایوگاڈرو کا کلیہ ' گراہم کا کلیہ ' نفوذ پذیری ' ڈالٹن کا جزوی دباؤ کلیہ وغیرہ جن کو اکائی 14 میں بیان کیا گیا ہے اگرچہ کہ یہ حقیقی گیس کے طرز عمل کے مشاہدات کے نتیجہ میں حاصل کیے گئے ہیں لیکن صحیح طور پر دیکھا جائے تو یہ صرف کامل گیسوں کے مفروضات کے تابع ہیں گیس ان کلیات کی محدودیت اور خاص حالت کے تحت ہی تابع ہوتے ہیں دوسرے حالات میں یہ کامل گیسوں کے طرز عمل سے واضح طور پر انحراف کرتے ہیں اس لیے یہ انتہائی ضروری ہے کہ ایسا نظریہ چاہئے جو عملی کلیات کے لیے بنیاد فراہم کرتا ہے۔

اس اکائی میں ہم گیسوں کا سالمی حرکی نظریہ اس کی بنیاد پر یا اس کے مفروضات کی بنیاد پر گیسوں کا حرکی مساوات اخذ کرنا' اور اس مساوات کے ذریعہ گیس کلیات کو اخذ کرنا' اور اوسط توانائی بالحرکت کے لیے مساوات اخذ کرنا اور توانائی کی مساوی تقسیم کا کلیہ کے تعلق بحث کیا گیا ہے یہاں پر سالمی رفتاروں کی تقسیم درجہ آزادی اور حراری گنجائش بھی بیان کیا جاتا ہے۔

## 10.1 مقاصد

اس اکائی کا مقصد طلبہ کو کامل گیس کا نظریاتی نمونہ دینا ہوتا ہے اور گیس کے طرز عمل کو سمجھانے والی مساوات کو اخذ کرنا ہے اس اکائی کو مکمل کرنے بعد طلبہ اس قابل ہو جائینگے کہ:

1۔ گیسوں کا حرکی نظریہ ایک نمونہ ہے جس کے مفروضات گیسوں کے طرز عمل کے مختلف کلیات کو مربوط (اخذ) کرنے میں معاون ہوتے ہیں۔

2۔ حرکی نظریہ سے اخذ کردہ ریاضی مظہر گیسوں کی حرکی مساوات کہلاتی ہے۔

3۔ کسی گیس کے تمام سالمات ایک ہی رفتار سے حرکت نہیں کرتے ہیں اس کے برخلاف سالمی رفتاروں کی تقسیم اقل ترین سے اعظم ترین رفتار ہوتی ہے۔

4۔ اعظم امکانی رفتار Most Probable Velocity ($C_{mp}$) سے مراد وہ رفتار ہے جو دوسرے رفتاروں کے مقابلے زیادہ سے زیادہ سالمات رکھتے ہیں۔

5۔ اوسط رفتار $(\overline{C})$ (Mean or Average Velocity) سے مراد کسی گیس میں پائے جانے والے تمام سالموں کی رفتاروں کا اوسط ہے۔

6۔ اوسط مربع جذر المربع رفتار (C) (Root Mean Square Velocity) کی تعریف کی جاتی ہے اور ان تینوں رفتاروں کے درمیان کا رشتہ بیان کیا جاتا ہے۔

7۔ اوسط توانائی بالحرکت اور توانائی کی مساوی تقسیم کے کلیہ کے تعلق سے واقفیت کروایا جاتا ہے۔

8۔ درجہ آزادی (Degree of Freedom) اور حراری گنجائش (Heat Capacity) کے متعلق طلبہ کو سکھایا جائے گا ہے۔

## 10.2 گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ (Kinetic Molecular Theory of Gases)

گیسوں کا حرکی سالمی نظریہ کامل گیسوں کی خصوصیات کے متعلق چند اہم مفروضات کو پیش کرتا ہے۔ جس کے ذریعہ ہم ایک حسابی حرکی گیس مساوات اخذ کرتے ہیں جو گیس کلیات کو منسلک کرنے میں معاون ثابت ہوتا ہے۔ چند قابل ذکر شخصیات جنہوں نے گیسوں کے حرکی نظریہ پر کام کیا ہے وہ یہ ہیں۔ J.J Water stone 1845، D. Bernoullis 1856، A. Konig 1859، Clousrus اور دیگر سائنسدان ۔ اس نظریہ کے مفروضات کو ریاضی یا حسابی شکل میں پیش کرنے والے تھے۔ 1850ء میں Maxwell اور Clark اور 1868ء میں L. Boltzman رہے ہیں یہ اس وقت میں پیش کیا گیا جب کہ سالمہ کی اصطلاح اور مادہ کی برقی نوعیت کے متعلق علم نہیں تھا۔ یہ نظریہ ہمار مشاہدات کو بہتر طور پر سمجھنے میں مدد کرتا ہے غرضیکہ وہ نظریہ جو گیسوں کے طرز عمل کی تشریح کرتا ہے حرکی سالمی نظریہ کہلاتا ہے۔

### 10.2.1 حرکی سالمی نظریہ کے مفروضات

گیسوں کے حرکی سالمی نظریہ کے اہم مفروضات مندرجہ ذیل میں بیان کیے گئے جس میں یہ مفروضات پر سالمے سے متعلق ہے جن کو دیکھ نہیں سکتے۔ مگر یہ کہا جاسکتا ہے کہ یہ گیسوں کے خوردبینی نمونے کی تصویر ظاہر کرتے ہیں۔

**مفروضات**

1۔ ہر گیس لاتعداد چھوٹے چھوٹے ذرات پر مشتمل ہوتی ہے۔ یہ ذرات سالمات کے طور پر جانے جاتے ہیں یہ ذرات مکمل طور پر لچکدار ہوتے ہیں اور تمام سمتوں میں حرکت کرتے رہتے ہیں۔

2۔ گیسوں کے سالمات کی مسلسل حرکت کی وجہ یہ ایک دوسرے سے تصادم کرتے ہیں اور ساتھ ہی یہ سالمات برتن کی دیواروں سے بھی تصادم کرتے ہوتے۔

3۔ چونکہ سالمے مکمل طور پر لچکدر ہوتے ہیں اسی لیے برتن کی دیواروں سے جب ٹکراتے ہیں تو تصادم لچکدار ہوتے ہیں۔ اور یہی گیس کے دباؤ کے ذمہ دار ہوتے ہیں اگر اسی گیس کو اصل برتن سے بدل کر کم حجم والے برتن میں داخل کیا جائے تو تصادم بڑھ جاتے ہیں جس کہ نتیجہ میں گیس کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔

4۔ اگر جس برتن میں گیس لی گئی ہے اس کا حجم مستقل رکھا جائے اور تپش میں اضافہ کیا جائے تو سالمات کی رفتار یا حرکت تیز ہو جائیگی۔ جس کی وجہ سے دباؤ میں اضافہ واقع ہو گا۔

5۔ کامل گیسوں کے سالمات کے درمیان کوئی قوت کشش نہیں ہوتی ہے یا قوت کشش قابل نظر انداز ہوتی ہے۔

6۔ گیس کے سالمات اتنے چھوٹے ہوتے ہیں کہ ان کا اصل حجم گیس کے حجم کے مقابلے قابل نظر انداز ہوتا ہے۔ گیس کے حجم سے مراد اس برتن کا حجم ہے جس میں گیس لی گئی ہو۔

7۔ عام درجہ حرارت اور دباؤ پر گیس کے ذرات کے درمیان کوئی قوت کشش نہیں ہوتی ہے یا قابل نظر انداز ہوتی ہے۔

8۔ گیس ذرات ہمیشہ ایک مستقل رفتار کے ساتھ بے ترتیبی سے گردش یا حرکت کرتے ہیں۔

9۔ گیس کے ذرات ایک سیدھی لائن میں ہر ممکن سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ وہ آپس میں اور برتن کی دیواروں سے ٹکراتے ہیں۔

10۔ گیس کے سالمے آپس میں ٹکرانے سے پہلے اور ٹکرانے کے بعد ان کی کل توانائی یکساں رہتی ہے البتہ ان کے درمیان توانائی کا تبادلہ ہو سکتا ہے۔ مگر جملہ توانائی یکساں رہتی ہے۔

11۔ کسی خاص وقت ہر گیس کے مختلف سالمات یا ذرات کی رفتار مختلف ہوتی ہے لہذا ان کی حرکی توانائی مختلف ہوتی ہے اگر ایک سالمہ کی رفتار تغیر پذیر ہے تو اس کی حرکی توانائی بھی تغیر پذیر ہوتی اسی وجہ سے ہم صرف اوسط حرکی توانائی کی بات کرتے ہیں۔

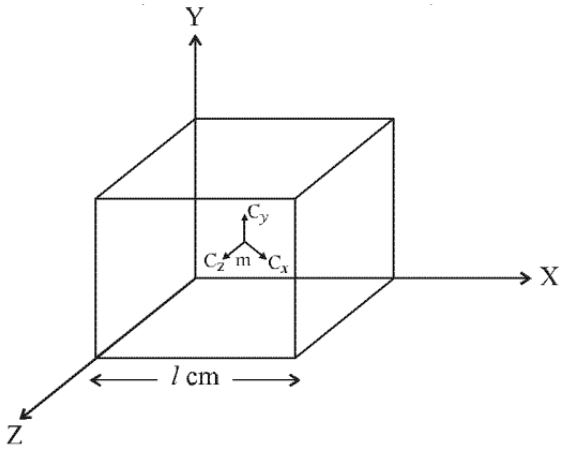
12۔ حرکی نظریہ میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ گیس کے سالموں کی اوسط حرکی توانائی مطلق درجہ حرارت کے بالراست تناسب ہوتی ہے۔

غرض گیسوں کا حرکی نظریہ ہمیں گیسوں کے تمام کلیات کو نظریاتی طور پر حاصل کرنے میں مدد کرتا ہے اور اسی کی بنیاد پر کی گئی تمام تحسیبات اور پیشگویاں تجرباتی مشاہدات کے ساتھ متفق پائی گئی ہیں۔

### 10.2.2 مثالی گیس کی حرکی گیس مساوات کا اخذ کرنا

اوپر بیان کردہ مفروضات کی مدد سے ہم کسی مثالی یا کامل گیس کے دباؤ کے لیے مساوات کی شکل میں رشتہ اخذ کر سکتے ہیں جس کو حرکی گیس مساوات کہا جاتا ہے۔ اس حرکی گیس مساوات کے ذریعہ تمام گیس کلیات کو اخذ کیا جاسکتا ہے۔ یہ حرکی گیس مساوات ہو گا $PV = \frac{1}{3}mnc^2$ جس کو مندرجہ ذیل طریقہ سے اخذ کیا جاتا ہے۔ فرض کرو کہ ایک گیس ایک مکعب برتن میں لی گئی ہے مکعب برتن کا

طول l سم سمجھا جائے اس برتن میں گیس کے سالموں کی تعداد 'n' اور ہر سالمے کی کمیت 'm' سمجھی جائے۔ مکعب برتن کا حجم V ہے اور اس کا ہر بازو کا طول l سم ہے۔ جیسا کہ مندرجہ ذیل شکل 10.1 میں بتایا گیا ہے۔




شکل 10.1 : مثالی گیس کی حرکی گیس مساوات کا اخذ کرنا

تمام گیس سالمات بے قاعدہ حالت حرکت میں ہوتے ہیں۔ جو مختلف رفتاروں سے تمام سمتوں میں حرکت کرتے رہتے ہیں۔ فرض کرو کہ ایک دیے گئے ہوئے سالمہ کی رفتار c سمرفی سکنڈ ہو تو اس رفتار کو تین اجزاء میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ یہ تین اجزاء تین محوری سمتیں X, Y اور Z ظاہر کرتے ہیں۔ جو مکعب کے کناروں کے متوازی اور باہمی طور پر زاویہ قائمہ بناتے ہیں۔ جس کی بنیاد پر رفتار کو اس طرح قرارداد (Resolve) کیا جا سکتا ہے۔

$$C^2 = C_x^2 + C_y^2 + C_z^2 \quad \text{-----10.1}$$

جہاں پر $C_x$ ، $C_y$ اور $C_z$ طئے شدہ سالمہ کی رفتار X, Y اور Z محوروں پر ہو گی اور $C^2$ رفتاروں کے مربع کو ظاہر کرتا ہے۔ جسکی قیمت ہمیشہ مثبت ہوتی ہے۔ حقیقت میں C کسی بھی خاص سالمہ کی رفتار نہیں ہے اور نہ ہی سالمات کی رفتاروں کا اوسط ہے چونکہ رفتار سمتی مقدار ہوتی ہے اسی لیے اوسط رفتار صفر بھی ہو سکتی ہے اس کے برخلاف C ایسی مقدار ہے جو جملہ سالمات کی انفرادی رفتاروں کے مربع کا اوسط جذر المربع ہے اور ہمیں یہ معلوم ہے کہ مربع ہمیشہ مثبت ہوتا ہے غرض C کو اوسط جذر المربع رفتار یا صرف RMS رفتار کہتے ہیں۔

اگر گیس کے مختلف سالموں کی رفتاریں $C_1$ ، $C_2$ ، $C_3$ $C_4$ وغیرہ ہیں تو ان کی اوسط جذر المربع رفتار 'C' کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$C = \sqrt{C^2} = \sqrt{\frac{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + ..... + C_n^2}{n}} \quad \text{----------10.2}$$

برتن کی دیواروں پر ہونے والے تصادم یا ٹکراؤلچکدار ہوتے ہیں۔ اس لیے تصادم سے پہلے اور بعد میں رفتار کی قیمت میں تبدیلی نہیں ہوتی لیکن سمت میں تبدیلی کی وجہ سے رفتار کی علامت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ پیش نظر ایک سالمہ X سمت میں حرکت کرتا ہے جس کی رفتار $C_x$ ہے۔ اگر تصادم سے پہلے رفتار $C_x$ ہو تو تصادم کے بعد اس کی رفتار $-C_x$ ہو گی۔ نتیجہ یہ ہو گا کہ تصادم سے پہلے معیار حرکت (momentum) $mC_x$ ہو گی اور تصادم کے بعد میں معیار حرکت $m(-C_x) = -mC_x$ ہو گی۔ x سمت میں برتن کی دیواروں پر تصادم میں معیار حرکت کی تبدیلی $mC_x - (-mC_x) = 2mC_x$ ہو گی۔ مکعب کا طول l سر ہے اس لیے x سمت کے عمودی دو دیواروں پر تصادم یا ٹکراؤ کی تعداد $\left(\frac{C_x}{l}\right)$ سمر ہو گی۔ اس طرح سے اس سمت میں ٹکراؤ کے نتیجہ میں فی سکنڈ میں معیاری حرکت کی تبدیلی فی سکنڈ اس طرح ہو گی $2mC_x \times \left(\frac{C_x}{l}\right) = \frac{2mC_x^2}{l}$ یہ شرح معیار حرکت کی تبدیلی (Rate of change of momentum) ہو گی۔ اس طرح سے دوسرے دو سمتوں Y اور Z کی جانب شرح معیار حرکت کی تبدیلی بالترتیب $\left(\frac{2mC_y^2}{l}\right)$ اور $\left(\frac{2mC_z^2}{l}\right)$ ہو گی۔ اس طرح سے ایک سالمہ کے تمام چھ رخوں پر ٹکراؤ کی وجہ سے ہونے والی معیار حرکت کی جملہ تبدیلی ہو گی۔

$$\text{ایک سالمہ کے لئے معیار حرکت کی جملہ تبدیلی} = \frac{2mC_x^2}{l} + \frac{2mC_y^2}{l} + \frac{2mC_z^2}{l} = \frac{2m}{l}\left(C_x^2 + C_y^2 + C_z^2\right) \quad \text{------10.3}$$

مساوات (10.1) سے ہمیں معلوم ہے کہ $C_x^2 + C_y^2 + C_z^2 = C^2$ اس لیے مساوات (10.3) کو اس طرح لکھا جائیگا،

$$\text{ایک سالمہ کے لئے معیار حرکت کی جملہ تبدیلی} = \frac{2mC^2}{l} \quad \text{-----10.4}$$

مساوات (10.4) ایک سالمہ کے لیے جملہ معیار حرکت کی تبدیلی ظاہر کرتا ہے۔ چونکہ برتن میں سالمات کی تعداد n ہے اس تمام n سالمات کی جملہ معیار حرکت کی تبدیلی ہو گی۔

$$\text{n سالمات کے لئے معیار حرکت کی جملہ تبدیلی} = \frac{2mC^2}{l} \times n = \frac{2mnC^2}{l} \quad \text{-----10.6}$$

سالمات کے لئے معیار حرکت کی جملہ تبدیلی

نیوٹن کے دوسرے کلیہ حرکت کے بموجب معیار حرکت میں تبدیلی کی شرح اس پر عمل کرنے والی قوت کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی

$$\left(\frac{2mnC^2}{l}\right) \quad \text{جملہ قوت} \text{------} 10.7$$

یا

$$\text{دباؤ} = \frac{\text{قوت}}{\text{رقبہ}} \quad \text{Pressure} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}} \quad \text{---------} 10.8$$

لیکن ہمیں معلوم ہے کہ

ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ، $6 \times l^2 =$ مکعب کا کل سطحی رقبہ (Total Surface Area of cube) -----10.9

غرض کہ اگر مساوات (10.6) اور (10.8) کو مساوات (10.7) میں داخل کیا جائے تو حاصل ہو گا۔

$$\text{دباؤ} = P = \left(\frac{\frac{2mnc^2}{l}}{6l^2}\right) = \frac{2mnc^2}{6l^3}$$

$$P = \frac{mnc^2}{l^3}\frac{1}{3} \quad \text{-----} 10.10$$

$$l \times l \times l = l^3 = V \quad \text{مکعب حجم}$$

مساوات (10.10) کو اوپر کی مساوات میں داخل کیا جائے تو حاصل ہو گا۔

$$P = \frac{1}{3}\frac{mnC^2}{V}$$

$$\boxed{PV = \frac{1}{3}mnC^2} \quad \text{------} 10.11$$

مساوات (10.11) کو کامل گیسوں کے لیے حرکی مساوات کہتے ہیں۔

## 10.3 حرکی مساوات سے گیسی کلیات کو اخذ کرنا

## 10.3.1 بائیل کا کلیہ

حرکی گیس مساوات کے مطابق مساوات 10.11 $PV = \frac{1}{3}mnC^2$ کو اس طرح سے بھی لکھا جا سکتا ہے

$$PV = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}mnC^2\right) \quad \text{--------10.12}$$

ہمیں یہ معلوم ہے کہ ایک گیس کے n سالمات کی حرکی توانائی (Kinetic Energy) کی مساوات ہوتی ہے۔

$$KE = \frac{1}{2}mnC^2 \quad \text{-------10.13}$$

حرکی سالمی نظریہ کے مفروضات کے مطابق گیسوں کی ہر حرکی توانائی تپش مطلق (Absolute Temperature) کے راست متناسب ہوتی ہے۔

یعنی $(KE) = \frac{1}{2}mnC^2 \propto T$

یا

$$\frac{1}{2}mnC^2 = kT \quad \text{-------10.14}$$ ہوتا ہے۔

یہاں پر k تناسبی مستقل سے مساوات (10.12) میں مساوات (10.14) درج کریں تو حاصل ہو گا۔

$$PV = \frac{2}{3}.kT \quad \text{--------10.15}$$

مستقل درجہ حرارت T پر PV مستقل ہو گا یعنی PV=RT ہو گا جہاں پر R ایک مستقل ہے جس کی قیمت ہو گی $R = \frac{2}{3}k$ مساوات PV=RT ہی بائیل کے کلیہ کی مساوات ہے جس کو ہم نے حرکی گیسی مساوات سے اخذ کیا ہے۔

نوٹ: 1860ء میں J.C Maxwell کے نظریہ کے مطابق یہ ہے کہ ایک مول کامل گیس کی حرکی توانائی تپش مطلق کے راست تناسب ہوتی ہے اور یہ حرکی نظریہ کا انتہائی اہم اور مفید نکتہ ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ تمام گیسی سالمات کی حرکی توانائی یکساں ایک ہی تپش پر

مساوی ہوتی ہیں۔ اس لیے مستقل تپش پر گیس کے لیے حرکی توانائی (Kinetic Energy) مستقل ہوتی ہے۔ سالمات کی حرکی توانائی (Kinetic Energy) کے لیے مساوات ہوتی ہے۔

$$KE = \frac{1}{2}mnC^2 \qquad -------10.13$$

## 10.3.2 چارلس کا کلیہ

چارلس کلیہ کے مطابق اگر کسی گیس کا دباؤ مستقل رکھا جائے تو اس گیس کا حجم تپش مطلق (Absolute Temperature) کے راست متناسب ہوتا ہے۔ یعنی مستقل دباؤ P پر $V \alpha T$ ہوتا ہے اس کو حرکی مساوات کو استعمال کرتے ہوئے مندرجہ ذیل طریقہ سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ گیس کی حرکی مساوات

$$\boxed{PV = \frac{1}{3}mnC^2} \qquad ------10.11$$

اس مساوات کو اس طرح بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$PV = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}mnC^2\right) \qquad --------10.12$$

جیسا کہ اوپر بائیل کے کلیہ میں لکھا گیا ہے۔ ہمیں معلوم ہے کہ $\left(\frac{1}{2}mnC^2\right)$ گیس کی حرکی توانائی ہوتی ہے اور یہ گیس کے تپش مطلق کے راست متناسب ہوتی ہے یعنی $\left(\frac{1}{2}mnC^2\right) \alpha T$ یا

$$\frac{1}{2}mnC^2 = kT \qquad -------10.14$$ ہوتا ہے۔

جہاں k ایک تناسبی مستقل ہے مساوات 10.13 کو مساوات (10.14) میں درج کیا جائے تو حاصل ہوگا۔

$$PV = \frac{2}{3}.kT \qquad --------10.15$$

یہاں پر $\left(\frac{2}{3}.k\right)$ قیمت مستقل ہوگی۔ غرضیکہ مساوات (10.15) ہوگا۔

$$PV = \text{مستقل} \times T \ldots\ldots\ldots (10.16)$$

مساوات (10.16) اس طرح بھی لکھا جا سکتا ہے۔ یعنی

$$V = \left( \frac{\text{مستقل}}{P} \right) \times T \quad \text{-------10.17}$$

چونکہ چارلس کے کلیہ میں دباؤ P مستقل ہوتا ہے اس لیے مساوات (10.17) میں $\left(\frac{\text{مستقل}}{P}\right)$ کی قیمت بھی مستقل ہو گی۔ یعنی مساوات (10.17) کو اس طرح لکھا جائے $V = k \times T$ یا $V = (\text{دوسرا مستقل}) \times T$ یا $V \propto T$

جبکہ گیس کا دباؤ مستقل ہو بس یہی چارلس کا کلیہ ہے۔ جس کو حرکی گیسی مساوات سے حاصل کیا گیا ہے۔

## 10.3.3 ایوگاڈرو کا کلیہ

ایوگاڈرو کے کلیہ کے مطابق اگر یکساں تپش اور یکساں دباؤ پر دو مختلف گیسوں کے حجم مساوی ہوں تو ان دونوں گیسوں میں سالمات کی تعداد بھی مساوی ہوتی ہے۔ اس کو ہم مندرجہ ذیل طریقہ سے حرکی گیس مساوات سے حاصل کر سکتے ہیں۔ اگر دو گیسوں کو لیا جائے تو پہلی گیس کے لیے حرکی گیس مساوات ہو گا۔

$$P_1 V_1 = \frac{1}{3} m_1 n_1 C_1^2 \quad \text{------10.18}$$

دوسری گیس کے لیے حرکی گیسی مساوات ہو گا

$$P_2 V_1 = \frac{1}{3} m_2 n_2 C_2^2 \quad \text{------10.19}$$

چونکہ دونوں گیسوں کے دباؤ اور حجم یکساں ہیں تو ہمیں حاصل ہو گا۔

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ یعنی $P_1 = P_2$ اور $V_1 = V_2$ ہے۔ -------10.20

اوپر کے مساوات(10.8) اور(10.19) سے حاصل ہو گا۔

$$\frac{1}{3}m_1n_1C_1^2 = \frac{1}{3}m_2n_2C_2^2$$

$$m_1n_1C_1^2 = m_2n_2C_2^2 \qquad \text{-----10.21}$$

یعنی

جیسا کہ اوپر بیان کی اگیاہے کہ دونوں گیسوں کا درجہ حرارت یعنی تپش مطلق مساوی ہے لہذا ان دونوں گیسوں کی حرکی توانائی فی سالمہ بھی یکساں ہوتی ہے۔

$(KE)_1 = \frac{1}{2}m_1C_1^2$ پہلی گیس کی حرکی توانائی فی سالمہ -------10.22

$(KE)_2 = \frac{1}{2}m_2C_2^2$ دوسری گیس کی حرکی توانائی فی سالمہ ------10.23

اوپر کے بیان کے مطلق $(KE)_1 = (KE)_2$

یعنی $\frac{1}{2}m_1C_1^2 = \frac{1}{2}m_2C_2^2$ ----------10.24

مساوات(10.21) کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے، تو حاصل ہو گا۔

$$n_1\left(\frac{1}{2}m_1C_1^2\right) = n_2\left(\frac{1}{2}m_2C_2^2\right)$$

اس مساوات میں مساوات(10.24) استعمال کیا جائے تو حاصل ہو گا۔ $n_1 = n_2$

غرضیکہ یکساں درجہ حرارت اور دباؤ پر دو مساوی الحجم گیسوں میں سالمات کی تعداد مساوی ہوتی ہے اور یہی ایو گاڈرو کا کلیہ ہے۔

## 10.3.4 گراہم کا کلیۂ نفوذ پذیری

گراہم کے کلیۂ نفوذ پذیری کے مطابق گیس کی RMS رفتار یا گیس کی نفوذ پذیری شرح اس گیس کی کثافت کے جذر المربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔ یعنی مساوات 10.25 $r \alpha \frac{1}{\sqrt{d}}$ یا $C \alpha \frac{1}{\sqrt{d}}$ یہ ہوگی۔ اس نفوذ پذیری کے کلیہ کو حرکی گیس مساوات کو استعمال کرتے ہوئے اخذ کیا جا سکتا ہے۔ حرکی گیس مساوات کے مطابق 10.11 $PV = \frac{1}{3}mnC^2$ اس مساوات میں n سالمات کی تعداد ہے اور m ہر ایک سالمہ کی کمیت تو (mn) گیس کی کمیت کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر mn گیسوں میں ایوگاڈرو عدد کے برابر سالمات کی تعداد موجود ہو تو mn گیس کے گرام سالمی کمیت M کے مساوی ہوگا۔

غرض 10.26 ..... $M = mn$ ہوگا۔ مساوات (10.26) کو مساوات (10.25) میں درج کیا جائے تو حاصل ہوگا۔

$$PV = \frac{1}{3}MC^2 \quad \text{یا} \quad C^2 = \frac{3PV}{M} \quad \text{یا} \quad \text{..... } 10.27$$

$$C = \sqrt{\frac{3PV}{M}} \qquad \text{------10.28}$$

$$\frac{1}{\text{گیس کی کثافت}} = \frac{1}{d} = \frac{\text{گیس کی گرام سالمی حجم}}{\text{گیس کی گرام سالمی کمیت}} = \frac{V}{M} \qquad \text{----10.29}$$

مساوات (10.29) کو مساوات (10.28) میں رکھا جائے تو حاصل ہوگا۔

$$C = \sqrt{\frac{3P}{d}} \quad \text{.....(14.30)} \qquad \text{-----10.30}$$

مستقل دباؤ پر مساوات (10.30) ہوگی $C = \left(\frac{\text{مستقل}}{\sqrt{d}}\right)$ یعنی

$$C \alpha \frac{1}{\sqrt{d}} \qquad \text{-------10.31}$$

چونکہ شرح نفوذ پذیری (r) RMS رفتار کے راست متناسب ہوتا ہے اسی لیے $r \alpha C$ ہوتا ہے غرض مساوات کو اس طرح لکھا جا سکتا ہے

$$r \alpha \frac{1}{d} \qquad \text{-------10.32}$$

مساوات (10.31) اور (10.32) گراہم کے کلیۂ نفوذ پذیری کو ظاہر کرتے ہیں۔

## 10.3.5 ڈالٹن کا کلیہ جزوی دباؤ

ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کے مطابق مستقل حجم اور تپش پر غیر تعاملی گیسوں کے آمیزے سے ظاہر کردہ کل دباؤ انفرادی گیسوں کے جزوی دباؤ کے حاصل جمع کے برابر ہوتا ہے گیسوں کے آمیزے میں ہر ایک منفرد گیس کا دباؤ جزوی دباؤ کہلاتا ہے۔

حسابی طور پر 10.33 ..... $P_{Total} = P_1 + P_2 + P_3$ مستقل حجم اور تپش پر ہوتا ہے۔

$P_{Total}$ = آمیزے کا جملہ دباؤ، $P_1$ ، $P_2$ ، $P_3$ وغیرہ گیسوں کے جزوی دباؤ ہیں۔

فرض کرو کہ پہلی گیس (گیس-1) کے $n_1$ سالمات کی کمیت $m_1$ ہے اور اس کی رفتار کا جذر المربع (RMS) $C_1$ ہو اگر V حجم گھیرتے ہیں تو اس گیس کے دباؤ $P_1$ کو مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$P_1 = \frac{1}{3}\frac{m_1 n_1 C_1^2}{V} \quad \text{------ 10.34}$$

اسی طریقہ سے اگر گیس 2 کے $n_2$ سالمات جن کی ہر ایک کی کمیت $m_2$ ہے اور RMS رفتار $C_2$ ہو اور مساوی حجم V گھیرتے ہیں تو اس گیس کے دباؤ $P_2$ کو اس طرح مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے:

$$P_2 = \frac{1}{3}\frac{m_2 n_2 C_2^2}{V} \quad \text{-----10.35}$$

اسی طریقہ سے انہیں وجوہات کے تحت مساوی حجم کو گھیری ہوئی مختلف گیسوں کے دباؤ کے لیے مساوات لکھے جاسکتے ہیں۔ یعنی گیس (3) کے لیے

$$P_3 = \frac{1}{3}\frac{m_3 n_3 C_3^2}{V} \quad \text{------- 10.36}$$ وغیرہ وغیرہ۔

اسی طرح اگر تمام گیسیں ایک ہی حجم V گھیرتی ہوں تو جملہ دباؤ ($P_{Total}$) کے لیے مساوات ہوگا۔

$$P_{Total} = \frac{1}{3}\frac{m_1 n_1 C_1^2}{V} + \frac{1}{3}\frac{m_2 n_2 C_2^2}{V} + \frac{1}{3}\frac{m_3 n_3 C_3^2}{V} \quad \text{-----10.37}$$

یعنی $P = P_1 + P_2 + P_3$ ۔ -------10.33

یہ مساوات ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کو پیش کرتی ہیں۔ غرض ڈالٹن کے کلیہ جزوی دباؤ بھی گیسی حرکی مساوات کے ذریعہ اخذ کیا جاسکتا ہے۔

## 10.4 سالمی رفتاروں کی میکسول-بولٹز من کے مطابق تقسیم

گیسی سالمات مسلسل حرکت میں ہوتے ہیں اسی دوران بین سالماتی تصادم اور برتن کی دیواروں سے تصادم واقع ہوتا ہے جس کے نتیجہ میں توانائی کی از سر نو تقسیم ہوتی ہے۔ سالمات کے درمیان مسلسل معیار حرکت کا تبادلہ عمل آتا ہے۔ اس لیے رفتاروں میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ یہ اس وقت بھی ہوتا ہے جب کہ ابتدائی حالت میں تمام سالمات متوازی خطوط میں یکساں رفتار سے حرکت کرتے ہیں قوت جاذب زمین اور دوسری طاقتوں کی وجہ سے ہموار حرکت بے ترتیب حرکت میں تبدیل ہو جاتی ہے جو کہ گیسی حالت کی خصوصیات ہے۔ J.C Maxwell نے پہلی مرتبہ گیس کے سالمات کی رفتاروں کے تعین کا طریقہ معلوم کیا جس کی قیمتیں صفر سے اعظم ترین ہوتی ہیں۔ اس لیے میکسول نے سالموں کی مختلف ممکنہ رفتاروں کی تقسیم امکانی کلیہ کو استعمال کرتے ہوئے اخذ کیا۔ اور نتیجہ کو اس نے حسابی شکل میں ظاہر کیا جس کو مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاسکتا ہے،

$$\frac{dn_c}{n} = 4\pi\left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} . e^{-\frac{Mc^2}{2RT}} . C^2 . dc \qquad \text{------10.38}$$

اوپر کے مساوات (10.38) میں $dn_c$ سے مراد سالموں کو وہ تعداد ہے جنکی رفتار c اور (c+dc) کے درمیان (range) میں ہو n گیس میں موجود جملہ سالموں کی تعداد M گیس کا سالمی وزن T تپش مطلق ہے R گیس کا مستقل ہے۔

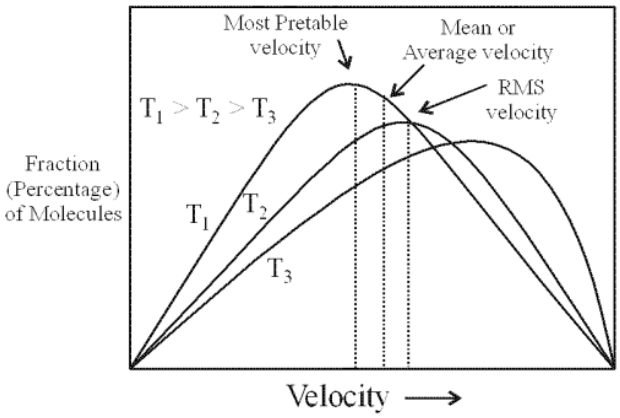
e لوگارتم کا اساس ہے۔ range C کی ایک خاص اقل ترین رفتار اور dc اقل ترین سے اعظم ترین رفتاروں کا فرق اس سے یہ محسوب کرنا ممکن ہے کہ سالمات کی کتنی کسر وہ رفتار رکھتی ہے۔ اس مرحلہ پر اتنا جاننا کافی ہے۔ کہ گیس کے سالمات تمام ممکن رفتار رکھتے ہیں۔ اسی کو ہم سالمی رفتاروں کی تقسیم کا کلیہ کہتے ہیں۔ اس کلیہ سے معلوم مقداریں جیسے کہ گیس کا سالمی وزن M گیس کا مستقل R اور تپش مطلق T کے ذریعہ سالمات کی کسر کی رفتاروں کا پتہ لگانا ممکن ہے۔

اوپر دیے گئے ہوئے مساوات (1) کو اگر dc سے تقسیم کیا جائے جو حاصل ہو گا۔

$$\frac{1}{n}.\left(\frac{dn_c}{dc}\right) = 4\pi\left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} e^{-\frac{MC^2}{2RT}} . C^3 \qquad \text{----10.39}$$

مساوات (10.39) کو سالمی رفتاروں کی تقسیم کا میکسول کا کلیہ کہتے ہیں۔ اس مساوات میں بائیں طرف موجود C رفتار رکھنے والے سالموں کی امکانی حالت کو ظاہر کرتا ہے۔ جو سالموں کسر جنکی رفتار C ہو ظاہر کرتا ہے۔ گیس کے سالمی وزن M اگر معلوم ہو تو کسی بھی تپش پر سالموں کے سالمی وزن M اگر معلوم ہو تو کسی بھی تپش پر سالموں کے کسر کی قیمت جن کی رفتار C ہو محسوب کر سکتے ہیں۔

مندرجہ ذیل خاکہ میں میکسول کے کلیہ کے نتائج کو ترسیم کی شکل میں پیش کیا گیا ہے۔ جہاں پر X- محور پر سالموں کی رفتاروں کو پیش کیا گیا ہے۔ اور Y- محور پر سالموں کے مختلف رفتاروں کی فیصد کسر کو ظاہر کیا گیا ہے۔ عام طور پر جو منحنی شکل حاصل ہوتی ہے وہ مندرجہ ذیل میں پیش کی گئی ہے۔




شکل 10.2: سالمی رفتاروں کی میکسول -بولٹز من کے مطابق تقسیم

اوپر دی گئی شکل 10.2 سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جیسا جیسا سالموں کی رفتار بڑھتی ہے ویسا ویسا سالموں کی کسر جن کی رفتار پہلے صفر سے بڑھتی ہوئی اعظم ترین چوٹی کو پہنچ کر پھر دوسری جانب صفر کی طرف گرتی ہے۔ یا کم ہوتی ہے۔ ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ سالموں کی کسر جن کی رفتار بہت کم یا بہت زیادہ ہے بالکل ہی کم یا اقل ترین ہے۔ اسی طریقہ سے ایک دوسری اہم بات یہ معلوم ہوتی ہے ایک ایسی رفتار سالموں کی ہوتی ہے جہاں پر سالموں کی کسر اعظم ترین ہوتی ہے۔

## 10.5 سالمی رفتاروں کے اقسام

سالمی رفتاروں کی عام طور پر تین قسمیں ہوتی ہیں جن کا بیان نیچے پیش کیا گیا ہے۔

### 10.5.1 اوسط سالمی رفتار (Average Molecular Velocity)

گیسی سالمات مسلسل حرکت میں ہوتے ہیں اور تمام سالمات کی رفتار اور توانائی ہر وقت یکساں نہیں ہوتی اسی لیے ہم سالمات کے رفتار کی صرف اوسط رفتار محسوب کر سکتے ہیں۔ اگر دیے گئے ہوئے گیس کے نمونے میں سالمات کی تعداد 'n' ہو اور ان کی انفرادی رفتاریں $c_n$ $c_3, c_2, c_1$.....وغیرہ ہوں تو سالمات کی اوسط رفتار کو اس طرح محسوب کیا جا سکتا ہے۔

$$\overline{c} = \left( \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \ldots\ldots + c_n}{n} \right) \quad \text{-----10.40}$$

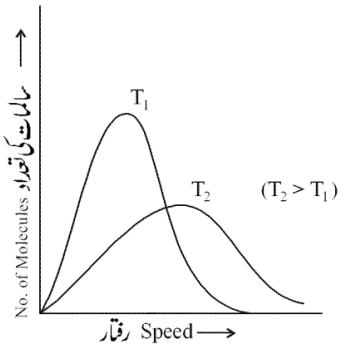
یہاں پر $\overline{C}$ کو اوسط سالمی رفتار کہتے ہیں۔

میکسول اور بولٹز من نے بتایا کہ سالمی رفتاروں کی حقیقی تقسیم کا انحصار ایک گیس کے درجہ حرارت اور سالمی کمیت پر ہوتا ہے غرض ایک گیس کے درجہ حرارت T اور سالمی وزن M کو استعمال کرتے ہوئے اوسط سالمی رفتار کے لیے مندرجہ ذیل مساوات پیش کیا جاتا ہے۔

$$\overline{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8PV}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8P}{\pi d}} \quad \text{-----10.41}$$

## 10.5.2 اعظم امکانی رفتار (Most Probable Velocity)

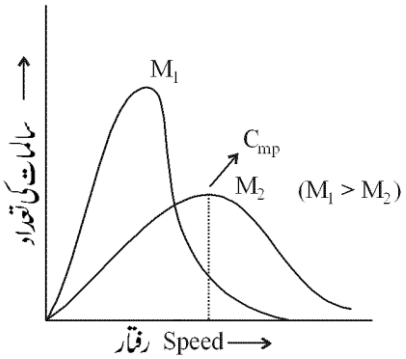
میکسول اور بولٹز من نے بتایا کہ سالمی رفتاروں کی حقیقی تقسیم کا انحصار ایک گیس کے درجہ حرارت اور سالمی کمیت پر ہوتا ہے۔ مندرجہ ذیل شکل 10.3 کے مطابق ذیل کی ترسیم میں سالمات کی رفتار دو مختلف درجہ حرارت $T_1$ اور $T_2$ پر سالماتی رفتار کے مقابلہ کو بتایا گیا ہے۔ یہاں پر $T_1$ سے $T_2$ بلند تر ہے ($T_2 > T_1$) اس ترسیم میں دکھائی گئی رفتاروں کی تقسیم کو میکسول بولٹز من رفتاروں کی تقسیم (Maxwell Botlzmann Distribution of molecule) کہا جاتا ہے۔




شکل 10.3 : میکسول-بولٹز من-سالمی رفتاروں کی تقسیم

اس ترسیم میں دکھایا گیا ہے کہ نہایت بلند رفتار اور انتہائی کم رفتار رکھنے والے المات کی تعداد بہت کم ہے۔

منحنی کی انتہا اس رفتار کو ظاہر کرتی ہے جو سالمات کی کثیر تعداد میں پائی جاتی ہے۔ یہ رفتار اعظم امکانی رفتار کہلاتی ہے۔ غرض یہ کہ اعظم امکانی رفتار وہ رفتار ہوتی ہے جو سالموں کی کثیر تعداد ایک مختص درجہ حرارت پر پائی جاتی ہے۔ اور یہ ترسیم میں انتہائی چوٹی کو ظاہر کرتی ہے۔ یہ رفتار درجہ حرارت میں اضافے سے بڑھتی ہے۔ لہذا بلند درجہ حرارت پر رفتار کی تقسیم منحنی پھیلتی ہے۔ جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ انتہائی زیادہ رفتار سے حرکت کرنے والے سالمات میں اضافہ ہوتا ہے۔ ایک اور ضروری بات یہ ہے کہ رفتاری تقسیم سالمات کی کمیت پر بھی منحصر ہوتی ہے۔ یعنی یکساں درجہ حرارت پر زیادہ کمیت رکھنے والی گیس سالمات کی رفتار ہلکے گیسی سالمات سے کم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر یکساں درجہ حرارت پر کلورین کے وزنی سالمات سے نائیٹروجن کے ہلکے سالمات تیزی سے حرکت کرتے ہیں لہذا دیے گئے کسی بھی درجہ حرارت پر کلورین کے مقابلے میں نائیٹروجن کے سالمات میں اعظم امکانی رفتار کی قیمت بہت زیادہ ہوتی ہے۔




شکل10.4: اعظم امکانی رفتار

اعظم امکانی رفتار کو محسوب کرنے کے لیے جو ضابطہ استعمال ہوتا ہے مندرجہ ذیل میں دیا گیا ہے۔

$$C_{mp} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{2PV}{M}} = \sqrt{\frac{2P}{d}} \qquad \text{-----10.42}$$

### 10.5.3 اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع (c) (Root Mean Square Velocity)

اگر ایک گیس میں n سالمات ہیں جن کی رفتار بالترتیب $c_1, c_2, c_3, \ldots\ldots, c_n$ ہے تو ان رفتاروں کا مربع ہو گا

اگر اوسط مربع $c^2 = \frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + .....+ c_n^2}{n}$ اور تمام سالمات اوسط مربع رفتار ہو گی۔ $c_1^2 ، c_2^2 ، c_3^2 ..... c_n^2$

رفتار کا جذر المربع نکالا جائے تو اس کو کہتے ہیں اوسط مربعی فرتار کا جذر المربع (r.m.s) (root mean square velocity) کہتے ہیں اور اس کو مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$c = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + .....+ c_n^2}{n}} \qquad \text{----10.43}$$

اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع کے محسوب کرنے کے لیے جو ضابطہ استعمال ہوتا ہے یا ہوتے ہیں مندرجہ ذیل درج ہیں۔

$$c = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + .....+ c_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3PV}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{d}} \qquad \text{----10.44}$$

جہاں پر M گیس کا سالمی وزن ہے، R گیس مستقل، T تپش مطلق یا درجہ حرارت کیلون پیمانہ پر P گیس کا دباؤ، V گیس کا حجم، اور $\left(\frac{M}{V}\right) = d$ گیس کی کثافت ہے۔

## 10.5.4 سالمی رفتاروں کے درمیان رشتہ یا تعلق

سالمی رفتاروں کی تین قسم ہوتی ہیں:

1۔ اوسط رفتار (Average or Mean velocity $\overline{C}$)

2۔ اعظم امکانی رفتار (Most Probable velocity $C_{mp}$)

3۔ اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع (Root Mean Square velocity $c_{rms}$ orc)

یہ تینوں رفتاروں کو محسوب کرنے کے مختلف ضابطے مندرجہ ذیل ہیں

1۔ اوسط رفتار $= \overline{c} = \sqrt{\frac{8P}{\pi d}} = \sqrt{\frac{8PV}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8RT}{M}}$ ------10.40

2۔ اعظم امکانی رفتار $= c_{mp} = \sqrt{\frac{2P}{d}} = \sqrt{\frac{2PV}{M}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$ ------10.41

3۔ اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع $c_{rms}$ یا $c = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3PV}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{d}}$ -----10.44

اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع ($C_{rms}$) اوسط رفتار (c) اور اعظم امکانی رفتار ($c_{mp}$) کی ترتیب درجہ ذیل میں دی گئی۔

$$c_{rms} > \bar{c} > c_{mp} \quad \text{or} \quad c_{mp} < \bar{c} < c_{rms} \qquad \text{----10.45}$$

گیسی سالمات کی تینوں قسم کی رفتاروں میں نسبت یا رشتہ کو حسب ذیل مساوات کی مدد سے حاصل کیا جا سکتا ہے۔

$$c_{mp} : \bar{c} : c_{rms} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} : \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} : \sqrt{\frac{3RT}{M}} \qquad \text{-----10.46}$$

$$= \sqrt{2} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{3}$$

$$= 1.414 : 1.595 : 1.732$$

$$c_{mp} : \bar{c} : c_{rms} = 1.000 : 1.128 : 1.224 \qquad \text{--------10.47}$$

1۔ اوسط رفتار $(\bar{C})$ اور اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع $(C_{mp})$ کے درمیان رشتہ اس طرح ہوتا ہے۔

اوسط رفتار $(\bar{c}) = c_{rms} \times (0.9213)$ -------10.48

2۔ اعظم مکانی رفتار $(C_{mp})$ اور اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع $(C_{rms})$ کے درمیان کا رشتہ ہو گا۔

اعظم مکانی رفتار $(c_{mp}) = c_{rms} \times (0.8166)$ -------10.49

3۔ $\left[c_{mp} \times (1.224)\right] = c_{rms}$ ------10.50

4۔ $\left[\bar{c} \times (1.086)\right] = c_{rms}$ -------10.51

5۔ یکساں درجہ حرارت یا تپش مطلق پر دو مختلف گیسوں کے اوسط مربعی رفتار کا جذر المربع کی نسبت ہو گی۔

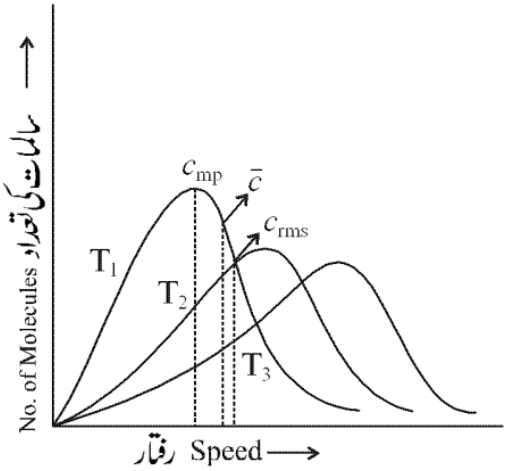
$$\frac{(c_{rms})_1}{(c_{rms})_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \text{یا} \quad \frac{(c_{rms})_1}{\sqrt{M_2}} = \frac{(c_{rms})_2}{\sqrt{M_1}} \quad \cdots \text{--------10.52}$$

6۔ ایک ہی گیس کی اوسط مربعی رفتار کا جذرالمربع کی رفتار دو مختلف درجہ حرارت یا تپش مطلق T اور پر ہو گی۔

$$\frac{(c_{rms})_1}{(c_{rms})_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \quad \text{یا} \quad \frac{(c_{rms})_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{(c_{rms})_2}{\sqrt{T_2}} \qquad \text{-------10.53}$$

7۔ ایک گیس جس کی تپش مطلق T ہو اور سالمی وزن M ہو تو اس کی اوسط مربعی رفتار کا جذر لمربع سمرفی سکنڈ میں ہو گی۔

$$c_{rms} = 1.58\times10^4\sqrt{\frac{T}{M}}\ \text{cm/sec} \quad \text{سمرفی سیکنڈ} \qquad \text{------10.54}$$




شکل 10.5: سالمی رفتاروں کے درمیان رشتہ یا تعلق

**جدول (I) :** Table I : Average velocities of some gases at $0^0$C in meter/sec

| Gas گیس | اوسط رفتار $\bar{c}$ | Gas گیس | اوسط رفتار $\bar{c}$ |
|---|---|---|---|
| Hydrogen | 1692 | Argon | 380.8 |
| Helium | 1204 | Methane | 600.6 |
| Nitrogen | 454.2 | Ammonia | 582.7 |
| Oxygen | 425.1 | Carbon dioxide | 362.5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chlorine | 285.6 | Carbon Monoxide | 454.5 |

## 10.6 اوسط توانائی بالحرکت (Average Kinetic Energy)

ایک خاص وقت پر گیس کے مختلف ذرات کی رفتار مختلف ہوتی ہے۔لہذا ان کی حرکی توانائی مختلف ہوتی ہے۔اسی معقول مفروضہ کے مطابق اگر ایک سالمہ کی رفتار تغیر پذیر ہے تو اس کی حرکی توانائی بھی تغیر پذیر ہو گی۔ان حالات میں ہم صرف اوسط حرکی توانائی کی ہی بابت کر سکتے ہیں۔حرکی نظریہ میں ایک اہم مفروضہ یہ ہے کہ سالموں کی اوسط حرکی توانائی مطلق درجہ حرارت یعنی تپش مطلق کے بالراست متناسب ہوتی ہے۔یعنی

$(\overline{KE}) \alpha T$ ------10.55 ہمیں معلوم ہے کہ حرکی گیسی مساوات کے مطابق $PV = \frac{1}{3}mnc^2$ ------10.11 ہے ایک سلم گیس کے n سالموں کی تعداد ایوگاڈروعدد کے مساوی ہوتا ہے اور اس طرح "m n" ایک گیس کی سلمی کمیت M یعنی M=mn کو ظاہر کرتا ہے۔

$$PV = \frac{1}{3}mnc^2 = \frac{2}{3}.\left(\frac{1}{2}mnc^2\right) = \frac{2}{3}.\left(\frac{1}{2}Mc^2\right) \quad \text{--------10.56}$$

ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ حرکی توانائی کا ضابطہ $\left(\overline{KE}\right) = \frac{1}{2}Mc^2$ ------10.57 ہوتا ہے مساوات (10.57) کو مساوات (10.56) میں درج کیا جائے تو حاصل ہوتا ہے $PV = \frac{2}{3}.\left(\overline{KE}\right)$ 10.58---- یہاں پر $\left(\overline{KE}\right)$ اوسط توانائی بالحرکت ہے۔ہمیں یہ بھی معلوم ہے ایک مثالی گیس کے لیے گیسی مساوات ہوتی ہے PV=RT یہاں پر R گیس مستقل اور T تپش مطلق ہے۔مساوات (10.58) اور (PV = RT) کے ذریعہ ہمیں مندرجہ ذیل مساوات حاصل ہوتا ہے۔

$$RT = \frac{2}{3}.(\overline{KE}) \quad \text{یا} \quad (\overline{KE}) = \frac{3}{2}RT \quad \text{--------10.59}$$

یہاں پر KE گیس کے ایک سلم کی توانائی بالحرکت کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر ایک گیس میں 'n' سلموں کی تعداد موجود ہو تو اس کے لیے یہ مساوات ہوگی۔ $(\overline{KE}) = \frac{3}{2}nRT$ -------10.59 اس لیے کہ n سلموں کے لیے مثالی گیس مساوات ہوگی PV=nRT غرض ایک سلم مثالی گیس کے سالموں (one mole of molecules) یا (Avogadro No. of molecules) کی اوسط توانائی بالحرکت کے لیے مساوات ہوگی $(\overline{KE}) = \frac{3}{2}RT$ اور n سلموں کے لیے مساوات ہوگی $(\overline{KE}) = \frac{3}{2}nRT$ جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے کہ تپش مطلق پر توانائی بالحرکت درجہ حرارت کے راست متناسب ہوتی ہے یعنی -03 اس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ دیے گئے درجہ حرارت پر کسی بھی گیس کے ایک سلم کی توانائی بالحرکت یکساں ہوتی ہے۔ کسی گیس کے ایک سلم کے لیے توانائی بالحرکت اس طرح ہوگی۔

$$\left[\frac{(KE)}{M}\right] = \frac{3}{2}.\left(\frac{R}{N}\right)T = \frac{3}{2}kT \quad \text{-----.10.60}$$

یہاں پر $\left(\frac{R}{N}\right) = k$ ہے جس کو بولٹز من مستقل کہا جاتا ہے۔ بولٹز من مستقل (R/N) کو گیس مستقل فی سالمہ کہتے ہیں۔ بولٹز من مستقل کی قیمتیں اس طرح ہوتی ہیں۔

$$k = \frac{8.314\times10^{7}}{6.023\times10^{23}} = 1.38\times10^{-16}\ \text{erg.k}^{-1}\ \text{molecule}^{-1} \quad \text{یا}$$

$$k = \frac{8.314\ \text{joules deg}^{-1}.\text{mole}^{-1}}{6.023\times10^{23}} = 1.38\times10^{-23}\ \text{Joule k}^{-1}\ \text{molecule}^{-1}$$

ہوتی ہے ہمیں R کی قیمتیں معلوم ہیں یعنی $R = 8.314\times10^{7}$ اور جولس میں $R = 8.314\ \text{joules deg}^{-1}.\text{mole}^{-1}$ اس لیے کہ $1\times10^{7}\ \text{ergs} = 1\text{Joule}$ اور اسی طرح ایوگاڈرو تعداد N ہوتی ہے $6.023\times10^{23}\ \text{molecules}$

## 10.7 توانائی کی مساوی تقسیم کا کلیہ (Law of Equipartition of Energy)

گیس سالمات مسلسل حرکت میں رہتے ہیں اور ان کی حرکت ہر سمت میں ہوتی ہے۔ اسی لیے ہم سالمات کے رفتار کی صرف اوسط رفتار لیتے ہیں کسی ایک خاص وقت پر گیس کے مختلف سالمات کی رفتار مختلف ہوتی ہے لہذا انکی حرکی توانائی بھی مختلف ہوتی ہے۔ اس لیے جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے کہ سالموں کی حرکی تونائی بھی مختلف ہوتی ہے اسی لیے ہم صرف اوسط حرکی توانائی کی بات کرتے ہیں اور محسوب کرتے ہیں۔ ہم یہاں پر اوسط رفتار نہیں بلکہ اوسط مربعی جذالمربع کا استعمال کرتے ہوئے توانائی بالحرکت کا ضابطہ اخذ کیے ہیں۔ جو کہ

$KE = \frac{1}{2}mnc^2$ یا $KE = \frac{1}{2}Mc^2$ یا $KE = \frac{3}{2}RT$ ہوتا ہے۔ یہاں پر (KE) توانائی بالحرکت ہے M گیس کا سالمی وزن ہے اور c گیس کے سالموں کی اوسط مربع جذرالمربع رفتار ہے۔ اگر $c_x, c_y$ اور $c_z$ رفتار کے تینوں سمتوں یعنی x، y اور z سمتوں میں حصے ہیں تو جیسا کہ پہلے بتایا گیا ہے کہ رفتار کو اس طرح سے قرار داد کیا جاسکتا ہے۔

$$c^2 = c_x^2 + c_y^2 + c_z^2$$

چونکہ گیس کے سالموں کو ہر سمت میں یکساں رفتار کے ساتھ حرکت ہوتی ہے اسی لیے ممکنہ طور پر سمت میں رفتار مساوی ہوتی ہے۔ یعنی

$$c_x^2 = c_y^2 = c_z^2 = \frac{c^2}{3} \quad \text{-----10.61}$$

اس بنیاد پر X سمت میں توانائی بالحرکت ہوگی $(KE)_x = \frac{1}{2}Mc_x^2$ اسی طریقہ سے $(KE)_y = \frac{1}{2}Mc_y^2$ اور $(KE)_z = \frac{1}{2}Mc_z^2$

جملہ توانائی بالحرکت تینوں سمتوں میں ہوگی۔

$$KE = (KE)_x + (KE)_y + (KE)_z \quad \text{-------10.62}$$

$$= \frac{1}{2}Mc_x^2 + \frac{1}{2}Mc_y^2 + \frac{1}{2}Mc_z^2$$

$$(KE) = \frac{1}{2}M(c_x^2 + c_y^2 + c_z^2)$$

$$(KE) = \frac{1}{2}Mc^2$$

مگر جملہ KE کا ضابطہ ہم نے اخذ کیا ہے کہ

$$(KE) = \frac{3}{2}RT$$

یعنی $(KE) = \frac{1}{2}RT + \frac{1}{2}RT + \frac{1}{2}RT$

$$= (KE)_x + (KE)_y + (KE)_z \quad \text{------10.63}$$

اگر تینوں سمتوں کی توانائی بالحرکت الگ کر دیا جائے تو حاصل ہوگا

$$\frac{1}{2}RT = (KE)_x = (KE)_y = (KE)_z \quad \text{-------10.64}$$

یعنی گیس کا ہر سالمہ کی توانائی بالحرکت تینوں سمتوں میں مساوی طور پر تقسیم ہو جاتی ہے اور ہر سمت اس کی قیمت $\frac{1}{2}RT$ کے برابر ہوتی ہے۔ اسی کلیہ کو توانائی کے مساوی تقسیم کا کلیہ کہتے ہیں۔

## 10.8 درجہ آزادی (Degree of Freedom) اور گیسی حراری گنجائش (Heat Capacity of Gas)

### 10.8.1 درجہ آزادی

گیس کا درجہ آزادی وہ عدد ہے جو گیس پر اثر انداز ہونے والے عوامل کی تعداد کو بتلاتا ہے۔ اگر یہ خیال کیا جائے کہ گیس کے سالمات کی حرکت صرف ایک ہی سمت میں ممکن ہے تو ایسے گیسی نظام کو ایک درجہ آزادی والا گیسی نظام کہیں گے۔ اگر دو سمتوں پر گیسی سالموں کی حرکت مشتمل ہو تو اس کو دو درجہ آزادی والا نظام اور اسی طریقہ سے تینوں سمتوں میں ممکن ہو تو تین درجہ آزادی والا گیسی نظام کہیں گے۔

### 10.8.2 حرارتی گنجائش

حراری گنجائش وہ حرارت کی مقدار ہوتی ہے جو ایک مول گیس یا ایک سلم گیس کو گرم کیا جائے تو ابتدائی تپش مطلق $T_1$ سے انتہائی تپش مطلق $T_2$ تک گرم ہو اور اس مرحلے میں جذب شدہ حرارت کو حراری گنجائش کہتے ہیں۔ حراری گنجائش دو قسم کی ہوتی ہیں ایک ہوتی ہے مستقل حجم پر جس کو $C_V$ سے ظاہر کیا جاتا ہے اور دوسری قسم ہوتی ہے مستقل دباؤ پر جسکو $C_P$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

جب ایک مول یا سلم گیس کو مستقل حجم یعنی $(\Delta V = 0)$ پر تپش مطلق $T_1$ سے تپش مطلق $T_2$ تک گرم کیا جاتا ہے تو جذب شدہ حرارت کو مستقل حجم ہر کسی کی پر حراری گنجائش کہتے ہیں۔ حرحرکیات کے پہلے کلیہ کے مطابق ہمیں معلوم ہے کہ

$Q_v = \Delta E + P\Delta V$ -----10.65 چونکہ حجم مستقل ہے۔ اس لیے $\Delta V = 0$ اور یہ مساوات ہو گا $Q_v = \Delta E$ اور مستقل حجم پر حراری گنجائش کا ضابطہ ہو گا

$$\frac{Q_v}{(T_2 - T_1)} = C_v \quad \text{----10.65} \quad \text{یا}$$

$$Q_v = C_v.dT \quad \text{----10.66} \quad \text{یا}$$

$$\left(\frac{\Delta E}{\Delta T}\right) = C_v \quad \text{----10.67}$$

یہاں پر DE مستقل حجم پر جذب شدہ حرارت ہے۔ $Q_V$ = حرارت کی مقدار مستقل حجم پر، $\Delta E$ = اندرونی توانائی میں فرق

اسی طریقہ سے جب ایک سلم گیس کو مستقل دباؤ یعنی (DP = 0) پر تپش مطلق $T_1$ سے تپش مطلق $T_2$ تک گرم کیا جائے تو جذب شدہ حرارت کو مستقل دباؤ پر گیس کی حراری گنجائش کہا جاتا ہے۔

یعنی $Q_p = \Delta H$ یہاں پر 10.68------

$$\frac{Q_p}{(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta H}{(T_2 - T_1)} C_p \quad \text{------10.69} \quad \text{یا}$$

$$\Delta H = C_p.\Delta T \quad \text{------10.70}$$

غرض $\left(\frac{\Delta H}{\Delta T}\right)_p = C_p$ ------10.71

$$C_p = \left(\frac{dH}{dT}\right)_p \quad \text{-------10.72}$$

یا

حرحرکیات کے پہلے کلیہ سے ہمیں معلوم ہے کہ اینتھاپی (Enthapy) کو H سے ظاہر کرتے ہیں اور اس کی تعریف حسابی طور پر اس طرح کی جاتی ہے (10.72 ).....H=E+PV اس سے ہم $C_P$ اور $C_V$ میں فرق محسوب کر سکتے ہیں جو گیسی مستقل R کے برابر ہوتا ہے۔ جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے۔

$$\Delta H = \Delta E + P\Delta V \quad \text{-------10.73}$$

$$dH = dE + PdV \quad \text{-------10.74}$$

$$\left(\frac{dH}{dT}\right)_p = \left(\frac{dE}{dT}\right)_v + P\left(\frac{dV}{dT}\right) \quad \text{-------10.75}$$

$$\left(\frac{dH}{dT}\right)_p = \left(\frac{dE}{dT}\right)_v + P\left(\frac{dV}{dT}\right) \quad \text{-------10.76}$$

مگر ہم مندرجہ ذیل طریقہ سے ثابت کر سکتے ہیں کہ $P.\left(\frac{dV}{dT}\right)$ کو قیمت R کے برابر ہوتی ہے۔

دباؤ پر جب تفریق (Diffrentiate) کیا جائے، $PV = RT$ مستقل

$$P.dV = R\,dT$$

$$P\left(\frac{dV}{dT}\right) = R \quad \text{----- 10.77 یا}$$

مساوات (10.77) کو مساوات (10.76) درج کیا جائے تو حاصل ہو گا۔

$$C_p = C_v + R \quad \text{یا}$$

$$C_p - C_v = R \quad \text{-----10.78}$$

## 10.8.3 گیس سالموں کے $C_P$ اور $C_V$ کی نسبت

عام طور پر ایک جو ہری گیس سالمے کے لیے $C_V$ کی قیمت ہوگی $C_v = \frac{3}{2}R$ -------10.79 اور $C_P$ کی $C_p = \frac{5}{2}R$ .....(14.83) اگر گیسی سالموں میں مشکلی عامل (پیچیدہ عامل) (complexed factor) آگیا تو ان کی قیمتیں ہو گی -03 اور $C_v = \frac{3}{2}R + x$ ----- 10.80 اور $C_p = \frac{5}{2}R + x$ 10.81----- -03 جہاں پر x ایک پیچیدہ عامل ہے۔ گیسوں کی کی نسبت کی قیمت ہمیں معلوم کرواتی ہے کہ گیس ایک جوہری ہے، یا دو جوہری یا تین جوہری اور اس نسبت کو $\gamma$ سے ظاہر کیا جاتا ہے یعنی

$$\gamma = \left(\frac{C_p}{C_v}\right) = \left[\frac{\frac{5}{2}R + x}{\frac{3}{2}R + x}\right] \text{ یعنی } \gamma = \left(\frac{C_p}{C_v}\right) \quad \text{--------10.82}$$

1۔ اگر ایک جوہری گیس سالمے ہوں تو پیچیدہ عامل x ہو گا صفر یعنی x = 0

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R + 0}{\frac{3}{2}R + 0} = \frac{5}{3} = 1.66 \quad \text{---------10.83}$$

2۔ اگر دو جوہری گیس سالمے ہوں تو ان کا پیچیدہ عامل ہو گا۔ x = R یعنی

$$\gamma = \left(\frac{C_p}{C_v}\right) = \frac{\frac{5}{2}R + R}{\frac{3}{2}R + R} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{7}{5} = 1.40 \quad \text{---------10.84}$$

3۔ اسی طریقہ سے تین جوہری گیسی سالموں کے معاملے میں پیچیدہ عامل x ہو گا $x = \frac{3}{2}R$ اور ایسی صورت میں

$$\gamma = \left(\frac{C_p}{C_v}\right) = \frac{\frac{5}{3}R + \frac{3}{2}R}{\frac{3}{2}R + \frac{3}{2}R} = \frac{\frac{8}{2}R}{\frac{6}{2}R} = \frac{4}{3} = 1.33 \quad \text{---------10.85}$$

اور اگر کثیر سالمی گیسی سلم ہوں تو g کی قیمت اور کم ہو جائیگا۔ غرض $C_P$ اور $C_V$ کی نسبت g کی گیسوں کی سالمی کے تعلق سے بہت اہمیت رکھتی ہے۔

**جدول-II: مختلف گیسوں کے Cv،Cp کی قیمتیں، ان کی نسبت اور جوہریت**

Table -II: Cp , Cv values, This ratio and Atomicity of Different Gases

| Sr.No | گیس (gas) | قیمت $C_P$ (Value) | قیمت $C_V$ (Value) | $C_P - C_V$ قیمت(Value) | قیمت $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ (Value) | جوہریت (Atomicity) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ہیلیم | 5.00 | 3.09 | 1.91 | 1.66 | 1 |
| 2 | آرگان | 4.98 | 2.99 | 1.99 | 1.67 | 1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | پارہ بخارات | 4.97 | 2.98 | 1.99 | 1.67 | 1 |
| 4 | نائٹروجن | 6.90 | 4.92 | 1.98 | 1.40 | 2 |
| 5 | آکسیجن | 6.92 | 4.84 | 2.08 | 1.42 | 2 |
| 6 | ہائیڈروجن | 6.33 | 4.32 | 2.01 | 1.46 | 2 |
| 7 | ہائیڈروجن کلورائیڈ | 7.07 | 5.01 | 2.06 | 1.41 | 2 |
| 8 | کاربن ڈائی آکسائیڈ | 8.75 | 6.71 | 2.04 | 1.30 | 3 |
| 9 | نائٹرس آکسائیڈ | 8.84 | 6.66 | 2.05 | 1.30 | 3 |
| 10 | سلفر ڈائی آکسائیڈ | 9.70 | 7.52 | 2.18 | 1.29 | 3 |

## 10.9 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے یہ مطالعہ کیا ہیں کہ

1۔ گیسوں کے طرز عمل کو سمجھانے کے لیے تحرکی سالمی نظریہ کا قابل قبول نمونہ

2۔ تحرکی نظریہ کے مفروضات اور ان کی بنیاد پر تحرکی مساوات اخذ کرنا

3۔ تحرکی مساوات کو استعمال کرتے ہوئے گیس کلیات کے مساوات اخذ کرنا جیسا کہ بائیل کا کلیہ ' چارلس کا کلیہ ' ایوگاڈرو کا کلیہ ' گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری ڈالٹن کا جزوی دباؤ کلیہ ' اوسط توانائی بالحرکت کے لیے مساوات وغیرہ کا اخذ کرنا۔

4۔ سالمی رفتاروں کی تقسیم کا نظریہ ' اعظم امکانی تصاویر غیرہ کا سمجھنا۔

5۔ سالمی رفتاروں کے درمیان رشتہ یا تعلق ' درجہ آزادی اور حراری گنجائش کی تعریف اور حراری گنجائش کا رشتہ اور انکے درمیان کی نسبت اور جوہریت کا تعارف کیا گیا ہے۔

## 10.10 کلیدی الفاظ

**1.اوسط جذرالمربع رفتار:** اگرnسالمات کی رفتاریں $c_1, c_2, c_3, \ldots\ldots$وغیرہ ہوں۔ان اوسط جذرالمربع رفتار ہوتی ہے۔

$$c = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \ldots\ldots c_n^2}{n}}$$

**2.معیار حرکت:** کمیت اور رفتار کا حاصل ضرب معیار حرکت کہلاتا ہے۔

**3.مکعب کا کل سطحی رقبہ:** $6l^2$ جہاں پر $l$ مکعب کا طول ہے۔

**4.حرکی گیس مساوات:** $PV = \frac{1}{3}mnc^2$ ہے۔

**5.تحرکی توانائی یاتوانائی باالحرکت:** تحرکی توانائی یاتوانائی باالحرکت کو $\left(KE = \frac{3}{2}nRT\right)$ $\overline{KE} = \frac{3}{2}nRT$ مساوات سے ظاہر کرتے ہیں۔

**6.اوسط سالمی رفتار:** $\overline{C}$ کو اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔ $\overline{C} = \left(\frac{c_1 + c_2 + c_3 + \ldots\ldots + c_n}{n}\right)$

یہاں پر، $c_1, c_2$ وغیرہ انفرادی سالموں کی رفتاریں ہیں۔

**10۔اعظم امکانی رفتار:** جو سالمات کی کثیر تعداد میں پائی جاتی ہے اس رفتار کو اعظم امکانی رفتار کہتے ہیں۔

## 10.11 نمونہ امتحانی سوالات

### معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ مثالی گیس کی حرکی گیس مساوات کا فارمولا ہوتا ہے۔

(a) $PV = \frac{1}{2}mnc^2$ (b) $PV = \frac{1}{3}mnc^2$ (c) $PV = \frac{2}{3}mnc^2$ (d) $PV = \frac{2}{3}\frac{mnc^2}{RT}$

2۔ ایوگاڈرو کلیہ کی بنیاد پر یکساں درجہ حرارت اور دباؤ پر مساوی الحجم دو گیسوں A اور B میں سالمات کی تعداد کس طرح ہوتی ہے؟

(a) گیس A میں گیس B سے زیادہ (b) گیس A میں کم اور گیس B میں زیادہ

(c) دونوں گیسوں A اور B میں مساوی (d) کچھ نہیں کہہ سکتے۔

3۔ $\sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$ کس قسم کی رفتار کا ضابطہ ہے؟

(a) اعظم امکانی رفتار (b) اوسط مربعی رفتار کا جذرالمربع

(c) اوسط سالمی رفتار (d) ان میں سے کوئی نہیں

4۔ مندرجہ ذیل میں سے اعظم امکانی رفتار کا فارمولا کون سا ہے؟

(a) $\sqrt{\frac{3PV}{M}}$ (b) $\sqrt{\frac{2PV}{M}}$ (c) $\sqrt{\frac{8PV}{\pi M}}$ (d) $\sqrt{\frac{3P}{d}}$

5۔ n مولس کے لیے اوسط توانائی بالحرکت کا ضابطہ ہوتا ہے۔

(a) $\overline{K.E.} = \frac{3}{2}nRT$ (b) $\overline{K.E.} = \frac{2}{3}nRT$ (c) $\overline{K.E.} = \frac{3}{2}nKT$ (d) $\overline{K.E.} = \frac{2}{3}nKT$

6۔ مستقل حجم پر حراری گنجائش $C_V$ اور مستقل دباؤ پر $C_V$ ہو تو ان کا فرق $(C_P - C_V)$ برابر ہوتا ہے۔

(a) گیس مستقل R کے (b) بولٹزمن مستقل K کے (c) دونوں A اور B صحیح (d) دونوں A اور B غلط

7۔ ایک جوہری گیسوں کے سالموں کے لیے $C_P$ اور $C_V$ کی نسبت کی قیمت ہوتی ہے۔

(a) 1.33 (b) 1.40 (c) 1.66 (d) 1.0

8۔ گیسی سالمات کی تینوں قسم کی رفتاروں میں مندرجہ ذیل میں سے کون سا رشتہ صحیح ہے؟

(a) $\sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{\frac{8}{\pi}}$ (b) $\sqrt{2} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{3}$

(c) $\sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{3} : \sqrt{2}$ (d) $\sqrt{3} : \sqrt{2} : \sqrt{\frac{8}{\pi}}$

9۔ بولٹز من مستقل کا صحیح عدد ہے۔

(a) $1.38\times10^{23}\,JK^{-1}\,molecule^{-1}$ (b) $1.38\times10^{-23}\,JK^{-1}\,molecule^{-1}$

(c) $1.38\times10^{16}\,ergK^{-1}\,molecule^{-1}$ (d) $8.314\times10^{7}\,JK^{-1}\,mole^{-1}$

10۔ نائٹروجن کے لیے $y=\frac{c_p}{c_p}$ کا عدد ہوتا ہے۔

(a) 1.66 (b) 2.05 (c) 1.30 (d) 1.40

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ حرکی سالمی نظریہ کے مفروضات بیان کیجیے۔

2۔ مثالی گیس کی مساوات حرکی گیس مساوات سے اخذ کیجیے۔

3۔ حرکی گیس مساوات کے ذریعہ (a) ایوگاڈروکلیہ اور (b) گراہم کا کلیہ نفوذ پذیری کو حاصل کیجیے۔

4۔ سالمی رفتاروں کی میکسول۔بولٹز من کے مطابق تقسیم کے تعلق سے لکھیے۔

5۔ حرکی گیس مساوات سے (a) ڈالٹن جزوی دباؤ کلیہ اور (b) اوسط توانائی بالحرکت کے لیے مساوات اخذ کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ گیسوں کے حرکی سالمی نظریہ کے مفروضات تفصیل سے لکھیے۔

2۔ حرکی گیس مساوات کو حرکی سالمی نظریہ کی بنیاد پر اخذ کیجیے۔

3۔ حرکی گیس مساوات کے ذریعہ مختلف گیسی کلیات کو حاصل کیجیے۔

4۔ سالمی رفتاروں کے اقسام اور ان کے درمیان رشتے لکھیے۔

5۔ اوسط توانائی بالحرکت اور توانائی کی مساوی تقسیم کے کلئے کو بیان کیجیے۔

# اکائی 11 : حقیقی گیسوں کا طرز عمل

(Unit-11: Behaviour of Real Gases)

اکائی کے اجزا


11.0 تمہید

11.1 مقاصد

11.2 کامل گیسوں کے طرز عمل سے انحراف

11.3 دباؤ کے ساتھ مختلف گیسوں کے لئے پچکاؤ عامل میں تغیر

11.4 کامل گیسوں کے طرز عمل سے انحراف کی وجوہات

11.5 وینڈروال مساوات کی مساوات اخذ کرنا

11.5.1 اندرونی دباؤ کے لئے تصحیح

11.5.2 گیس کے اصل حجم کے لئے تصحیح

11.5.3 وینڈروال مساواتِ حالت

11.5.4 وینڈروال کے مستقل اور ان کی اکائیاں

11.6 وینڈوال مساوات کی موزونیت

11.6.1 ادنیٰ یا کم دباؤ کے تحت

11.6.2 اعلیٰ یا بہت زیادہ دباؤ کے تحت

11.6.3 بہت ہی کم یا انتہائی کم دباؤ کے تحت

11.6.4 بہت زیادہ تپش کے تحت

11.6.5 ہائیڈروجن اور ہیلیم کا استثنائی طرزِ عمل

11.7 دیگر حالتی مساوات

11.7.1 برتھیلاٹ مساوات

11.7.2 ڈائیٹرسی مساوات

11.7.3 کلاشیس مساوات

11.7.4 وائیریل مساوات

11.8 اکتسابی نتائج

11.9 کلیدی الفاظ

11.10 نمونہ امتحانی سوالات

## 11.0 تمہید

گیس کلیات جیسے بائیل کا کلیہ 'ایک تجرباتی کلیہ ہے۔ جو کہ گیسوں کے طرز عمل کو سمجھانے کے لئے تحرکی سالمی نظریہ بطور تمثیل کے قبول کیا جاتا ہے۔ تحرکی مساوات سے اخذ کیئے گئے گیس کلیات سختی سے کسی گیس کو اپنے تابع نہیں کرتے۔ زیر مطالعہ کامل طرز عمل سے انحراف کرتی ہے۔ مثال کے طور پر کسی دی گئی گیس کی کمیت کا دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب (P×V) تمام تپش اور دباؤ کے تحت مستقل نہیں ہوتا ہے 'بلکہ معمولی انحراف بتلاتا ہے۔ ہمیں ان انحرافات کے وجوہات کا پتہ لگانا ہے۔

## 11.1 مقاصد

اس اکائی کا اہم مقصد حقیقی گیسوں کا مثالی یا کامل گیسوں کے طرز عمل سے انحراف کے بارے میں بحث کرنا ہے اور ساتھ ہی ان انحرافات کی وجوہات کو بھی بتانا ہے اور یہ کہ حاصل ہونے والے نتائج یا ماخذ حقیقی گیسوں کے طرز عمل کو کس طرح سمجھانا ہے۔ اس اکائی کو مکمل کر لینے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

1۔ دراصل تحرکی نظریہ مثالی یا کامل گیسوں کے لئے پیش کیا گیا ہے۔ لیکن گیسیں کاملیت سے بہت دور ہوتے ہیں اور مثالی یا کامل طرز عمل سے قابل لحاظ انحراف کرتی ہیں۔

2۔ فرضی یا خیالی کامل گیسوں کے خلاف حقیقی گیسوں کے سالمات کے درمیان قابل ذکر قوتیں پائی جاتی ہیں اور ساتھ میں سالمات کا اصل حجم گیسیں کے حجم کا قابل لحاظ کسر ہوتا ہے۔

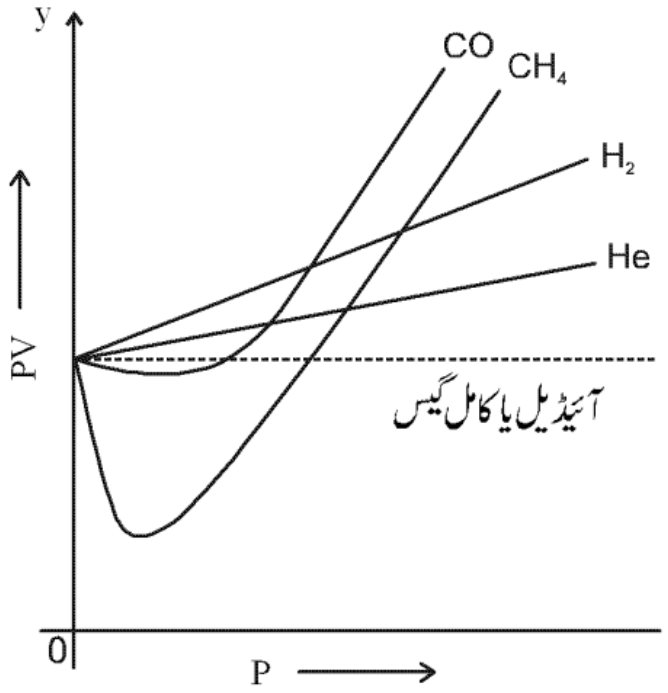
3۔ یہ دونوں مشاہدات زیادہ دباؤ اور کم تپش پر نمایاں طور پر ظاہر ہوتے ہیں۔

گیسوں کے طرز عمل کو سمجھانے کے لئے دیئے گئے مختلف مساوات میں ایک مساوات وینڈروال مساوات (Van Der Waal Equation) کی ہے جو کہ بہت ہی سادہ ہے۔ حقیقی گیس کے سالمات کے درمیان پائے جانے والی کشش اور سالمات کے اصل حجم اور دباؤ کی تصحیح کرتے ہوئے کامل گیس کی مساوات کو تبدیل کیا گیا ہے۔ اس کے باوجود اس مساوات کا اطلاق محدود ہے۔ وینڈروال کے مستقل اور اسکی موزونیت کے تعلق سے بحث کیا گیا۔ کئی دیگر مساوات حالت کا بھی ذکر کیا گیا ہے۔

## 11.2 کامل گیسوں کے طرز عمل سے انحراف (Deviation from Ideal Gas Behaviour)

اگر سختی سے کوئی گیس گیسی کلیات کے مکمل طور پر تابع ہوتی ہے تو ایسی گیس کو کامل یا مثالی گیس (Ideal Gas) کہتے ہیں۔ حقیقت میں پائی جانے والی گیس کامل یا مثالی نہیں ہوتی ہیں اور مثالیت سے بہت دور ہوتی ہیں جیسا کہ پہلے ہی تذکرہ کیا جا چکا ہے کامل گیس صرف خیالی یا فرضی ہوتی ہیں۔ مثالی یا کامل گیس سے دوری کی وجہ سے حقیقی گیس کا طرز عمل کامل گیس کے طرز عمل سے قابل غور انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔ ایک مول گیس کے لئے اخذ کردہ گیسی مساوات $PV=RT$ کم دباؤ اور زیادہ تپش کے تحت قابل قبول ہوتی ہے۔ لیکن جوں ہی دباؤ میں اضافہ یا تپش میں کمی واقع ہوتی ہے تو کامل طرز عمل میں واضح انحراف کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ اس کو مستقل تپش کے تحت کسی گیس کے مختلف دباؤ پر دباؤ اور حجم کے حامل ضرب (PV) کے درمیان ترسیم (Graph) سے ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ اگر یہ گیس بائیل کلیہ کے تابع ہو تو اور کامل گیس ہو تو مستقل تپش پر اور مختلف دباؤ پر PV کا حاصل ضرب مستقل ہونا چاہیے۔ جس کے نتیجے میں PV اور P گراف میں دباؤ کے محور کے متوازی (Parallel) خط مستقیم حاصل ہونا چاہیے۔ جس کو مندرجہ ذیل شکل 11.1 میں شکستہ خط (DottedLine) سے ظاہر

کیا گیا ہے۔ یعنی P–PV گراف تیار کرنے پر کیونکہ مستقل درجہ حرارت پر PV مستقل ہو جاتا ہے اور تمام گیسوں کے لئے PV بمقابلہ P گراف x محور کے متوازی سیدھی لائن ہونی چاہیے۔ مندرجہ ذیل شکل میں 273k درجہ حرارت پر مختلف گیسوں کے لئے حقیقی اعداد و شمار کی مدد سے تیار کے لئے پلاٹ کو بتایا گیا ہے۔




شکل 11.1 : P – PV کے درمیان گراف

شکل 11.1 میں یہ بہت آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے کہ مستقل درجہ حرارت پر حقیقی گیسوں کے لئے PV بمقابلہ P گراف ایک سیدھی لائن نہیں ہے۔ مثالی گیسوں کے نظریہ سے انحراف اہم ہے۔ دو طرح کے منحنی نظر آرہے ہیں۔ ڈائی ہائیڈروجن اور ہیلیم کے لئے جیسے جیسے P بڑھتا ہے اسی طرح PV کی قدر بھی بڑھتی ہے۔ دوسری گیسوں میں جیسے کہ کاربن مونو آکسائیڈ اور میتھین کے معاملے میں دوسری قسم کا گراف حاصل ہوتا ہے۔ ان گیسوں میں پہلے حقیقی گیسوں سے منفی انحراف ہے۔ دباؤ بڑھنے کے ساتھ PV کی قیمت گھٹتی ہے اور کمترین قیمت پر پہنچ جاتی ہے جو کسی گیس کی مخصوص قیمت ہے۔ اس کے بعد PV کی قیمت میں اضافہ ہوتا ہے۔ اور اس کے بعد میں منحنی مثالی گیس کی لائن کو پار کرتا ہے۔ اور اس کے بعد مسلسل مثبت انحراف دکھاتا ہے۔ اس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ حقیقی گیسیں تمام حالت میں مثالی گیس کے طرز عمل کا اتباع نہیں کرتی ہیں۔ شکل 11.1 سے یہ بھی ظاہر ہوتا ہے کہ دوسرے گیسوں کے بر خلاف ہائیڈروجن اور ہیلم کا طرز عمل مختلف ہے۔ دباؤ کے اضافہ کے ساتھ ہائیڈروجن اور ہیلم کے PV کی قیمت میں مسلسل اضافہ ہوتا ہے جب کہ دوسری گیسوں کے لئے ابتدا میں کمی ہوتی ہے لیکن بعد میں اضافہ واقع ہوتا ہے۔

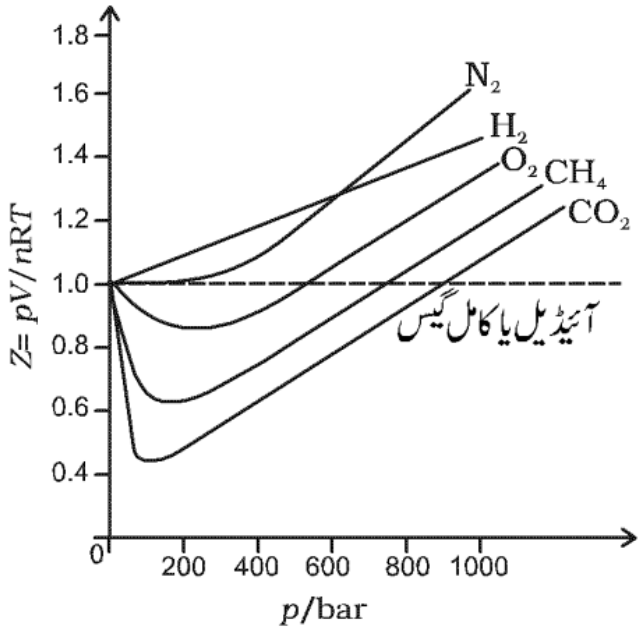
اسی طرح کسی گیس کے طرز عمل سے انحراف کو بیان کرنے کے لئے تپش اہم عامل ہے چارلس اور ایو گاڈرو کے کلیات سے حقیقی گیسوں کی صورت میں قابل لحاظ انحراف واقع ہوتا ہے۔ ایک عام مشاہدہ یہ ہے کہ آسانی سے مائع میں تبدیل ہونے والی گیس زیادہ انحراف کا مظاہرہ کرتی ہے۔

## 11.3 دباؤ کے ساتھ مختلف گیسوں کے لئے پچکاؤ عامل میں تغیر

(Change of Compressibility Factor of Different Gases with Pressure)

مثالی طرز عمل سے انحراف کی پیمائش پچکاؤ عامل (Compressibilty – Factor) Z کی اصطلاح میں کی جاتی ہے۔ یہ PV کے حاصل ضرب اور nRT کے درمیان پائی جانے والی نسبت ہوتی ہے یعنی $Z = \frac{PV}{nRT}$ ---- 11.1 حقیقی گیس کے لئے تمام درجہ حرارت اور دباؤ کے لئے Z=1 ہوتا ہے کیونکہ PV=nRT کا P کے ساتھ گراف ایک خط مستقیم میں ہوگی جو کہ دباؤ محور کے متوازی ہی ہوگی جیسا کہ مندرجہ ذیل شکل 11.2 میں بتایا گیا ہے ان گیسوں کے لئے جو مثالی طرز عمل سے انحراف کرتی ہیں Z کی قیمت اکائی سے انحراف کرے گی۔

بہت کم دباؤ پر وہ تمام گیسیں جو دکھائی گئی ہیں ان کا Z=I ہوگا اور وہ مثالی گیس کی طرح عمل کرتی ہیں زیادہ دباؤ پر تمام گیسوں کے لئے Z>I ہے ان کو دبانا زیادہ مشکل ہے درمیانی دباؤ پر زیادہ تر گیسوں کے لئے Z<I ہوتا ہے لہٰذا گیسیں مثالی طرز عمل کا اس وقت ظاہر کرتی ہیں جب ان کے ذریعہ گھیرا گیا حجم اتنا زیادہ ہو کہ اس کے مقابلے میں سالموں کے لئے حجم نظر انداز کیا جاسکے یعنی گیسوں کا طرز عمل اس وقت مثالی ہو جاتا ہے۔ جب دباؤ بہت کم ہو جاتا ہے کسی گیس پر کس حد تک مثالی گیس کلیہ کا اطلاق ہوتا ہے۔ اس کا انحصار گیس کی ماہیت اور درجہ حرارت پر ہے۔ وہ درجہ حرارت جس پر کوئی حقیقی گیس کسی دباؤ کے قابل قبول حد تک حقیقی گیس کی طرح عمل کرتی ہے بائیل درجہ حرارت یا بائیل پوائنٹ (Boyle Temp or Point) کہلاتا ہے۔ کسی گیس کا بائیل پوائنٹ اس کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے۔ بائیل پوائنٹ سے اوپر حقیقی گیس آئیڈیل طرز عمل سے مثبت انحراف کرتی ہیں اور Z کی قیمت ایک سے زیادہ ہوتی ہے۔




شکل11.2: مختلف گیسوں کے لئےZمیں تغیر

سالموں کے درمیان قوت کشش بہت کمزور ہوتی ہے بائیل پوائنٹ سے نیچے حقیقی گیس پہلے دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے اورZ کی قیمت میں کمی واقع ہوتی ہے۔ جو ایک کمترین قیمت تک پہنچ جاتا ہے۔ دباؤ مزید بڑھانے سے Z کی قیمت مسلسل بڑھتی ہے غرضیکہ مندرجہ بالا وضاحت سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کم دباؤ اور زیادہ درجہ حرارت پر گیسیس مثالی یعنی آئیڈیل طرز عمل کا اظہار کرتی ہیں۔ یہ حالات مختلف گیسوں کے لئے مختلف ہوتے ہیں۔

اگر ہم مندرجہ ذیل استحصال(Derivation) کو دیکھیں توZ کی اہمیت میں زیادہ وضاحت ہو گی۔

**03-**

اگر گیس مثالی طرز عمل ظاہر کرتی ہے تو11.2 ---- $Z = \frac{PV_{real}}{nRT}$ مساوات(11.2) میں -03 کی قیمت رکھنے پر حاصل ہو گا۔ $\frac{nRT}{\rho}$ مساوات11.3------ $Z = \left(\frac{V_{real}}{V_{ideal}}\right)$ سے دیکھ سکتے ہیں کہ پچکاؤ عمل کسی گیس کے حقیقی سلمی حجم اور اسکے مثالی سلمی حجم کی نسبت پر ہوتا ہے یعنی جبکہ گیس کا درجہ حرارت اور دباؤ مثالی حالات پر ہو۔

## 11.4 کامل گیسوں کے طرز عمل سے انحراف کی وجوہات

(Reasons for Deviations from Ideal Gas Behaviour)

حقیقی گیسوں کے طرز عمل کو مثالی گیسوں کے طرز عمل سے انحراف کو سمجھانے کے لئے سائینسداں وینڈروال نے گیسیس کے تحرکی نظریہ کے مفروضات میں تھوڑے شرائط کو ضروری سمجھا۔ وینڈر وال کے مطابق تحرکی نظریہ میں دو مفروضات بعض حالات میں ناقابل قبول ہیں اور ان کی تصیح ہونا ضروری سمجھا گیا۔ یعنی یہ دیکھا گیا ہے کہ حقیقی گیسیس پر تمام حالات میں بائیل کلیہ ' چارلس کلیہ اور ایوگاڈرو کا کلیہ کا مکمل طور پر اطلاق نہیں ہوتا۔ اگر ہم حرکی نظریہ کے مفروضات پر ایک بار غور سے پھر نظر ڈالیں تو ہمیں معلوم ہو گا کہ حرکی نظریہ کے دو مفروضات صحیح نہیں ہیں وہ دو مفروضات یہ ہیں۔

(1) گیس کے سالموں کے درمیان کوئی قوت کشش نہیں ہے۔ اور

(2) گیس کے سالموں کا حجم ان کے ذریعہ گھیرے گئے حجم کے مقابلے میں قابل نظر انداز ہے۔ بعض حالات کے تحت یہ مفروضات نظر انداز نہیں کیئے جاسکتے۔

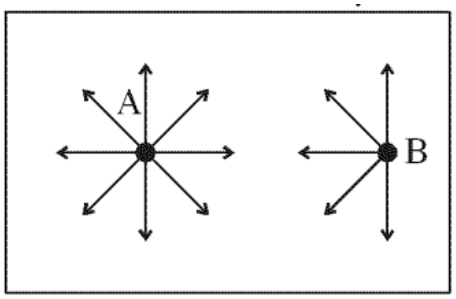
اگر اوپر بیان شدہ مفروضہ (1) صحیح ہے تو گیس کبھی بھی مائع میں تبدیل نہیں ہو گی گیسوں کا مائعات میں تبدیل ہونا اس بات کا ثبوت ہے کہ گیسی سالمات ایک دوسرے سے کشش کرتے ہیں اور سالمات کے درمیان موجود کشش ' اتصالی قوت( Cohesive Forces) فراہم کرتی ہے۔ یہ کشش گیس میں بھی موجود ہوتی ہے یہ دو تحرکی نظریہ کے مفروضات حقیقی گیس کے لئے اختلاف رکھتے ہیں اور حقیقی گیسوں کی کاملیت سے انحراف کا باعث اور وجہ بنتے رہیں۔ غرض اس لئے یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ ان دو عوامل کو مد نظر رکھتے ہوئے کامل گیس مساوات PV=RT میں تبدیلی لائی جائے۔ تاکہ اس کو حقیقی گیسوں کے طرز عمل کو سمجھانے میں معاون بنایا جائے۔

## 11.5 وینڈروال کی مساوات اخذ کرنا (Derivation of Vanderwaal Equation)

وینڈروال نامی اس سائنسداں نے اس سمت میں کی جانے والی مختلف کوششوں میں سب سے سادہ اور شستہ کوشش 1837ء میں کی ہے اس مسلۂ کو سمجھانے اور حل کرنے کے لئے وینڈروال نے دو مفروضات کی تصحیح کی جس میں ایک ہے اندرونی دباؤ کی تصحیح اور دوسری ہے گیس کے اصل حجم کی تصحیح۔

### 11.5.1 (1) اندورنی دباؤ کے لئے تصحیح

فرض کرو کہ ایک برتن لیا جائے اور اس میں گیس لی جائے یہ بھی فرض کیا جائے کہ گیس کا ایک سالمہ A گیس کے اندورنی حقہ میں موجود ہے یہ سالمہ A اطراف سے تمام رخوں پر دوسرے سالمات سے یکساں طور پر گھرا ہوتا ہے۔ اس لئے جو کچھ بھی اس سالمہ A پر کشش عمل کرتی ایک دوسرے سے رد ہو جاتی ہے اور نتیجتاً اس سالمہ A پر کوئی حاصل قوت عمل نہیں کرتی۔ جیسا کہ شکل 11.3 میں بتایا گیا ہے۔ اسکے برخلاف اگر سالمہ برتن کی دیوار کے قریب پہونچتا ہے تو حالت میں قومی تبدیلی واقع ہوتی ہے سالمہ ' اب ' اسکو B سے اگر ظاہر کیا گیا تو دوسرے سالمات سے یکساں طور پر گھر ہوا نہیں ہے۔ پیش نظر سالمہ کے اطراف صرف تینوں سمتوں میں سالمات پائے جاتے ہیں اس کے نتیجہ میں گیس کے سالمات کی اندرونی جانب کے سالمات کی کشش کی وجہ سے اندرونی جانب کھینچنے کی کشش زیادہ غلبہ رکھتی ہے۔ دیگر الفاظ میں سالمہ جب برتن کی دیوار سے ٹکرانے کے قریب ہوتا ہے۔ جس سے دباؤ پیدا ہوتا ہے جو جملہ دباؤ کا جزوی حصہ ہوگا اور سالمہ کو اندرونی سالمے کھینچنے لگتے ہیں اس کے نتیجے میں اس کا دباؤ اصل دباؤ P کا مل دباؤ یعنی وہ دباؤ جبکہ سالمہ پر دوسرے سالموں کی کشش کی وجہ سے حرکت نہ ہو ' سے کم ہو جاتا ہے۔ اس لئے ان کشش کی طاقتوں کو ملحوظ رکھتے ہوئے صحیح مقدار کا تعارف ضروری ہو جاتا ہے۔




شکل 11.3: برتن میں گیس کے سالمات

برتن کی دیواروں سے ٹکرانے کے قریب سالمہ پر کی کشش کی قوت راست متناسب ہوتی ہے دو چیزوں پر (i) اس گیس کے اندرونی حصہ میں موجود سالمات کی تعداد فی اکائی حجم کے اور (ii) برتن کی دیواروں سے ٹکرانے والے سالمات کی تعداد بھی اس اعداد سے متناسب ہوتی ہے۔ یعنی یوں کہا جاسکتا ہے کہ دباؤ کا تصحیح عامل گیس کی کثافت کے جذر پر بالراست متناسب ہوتی ہے یعنی $P' \alpha d^2$ یہاں پر P' کا دباؤ میں تصحیح ہے اور d گیس کی کثافت۔

اگر ہم اس عدد کو n فرض کریں تو ٹکرانے کے قریب سالمات پر کی جملہ کشش $n \times n = n^2$ کے متناسب ہوگی۔ اگر فرض کریں کہ گیس کا حجم V ہے 'n' معکوس متناسب ہوگا V کے اور کشش کی قوت متناسب ہوگی $\left(\frac{1}{V^2}\right)$ کے اوپر بیان شدہ چیزوں کو حسابی طور پر اسطرح ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$P' \alpha d^2$ مگر ہمیں معلوم ہے $d \alpha \frac{1}{V}$ یعنی $P' \alpha n^2 \times \frac{1}{V^2}$ یا $P' = \frac{n^2 a}{V^2}$ ----- 11.4 یہاں پر 'a' ایک مستقل ہے جسکو وینڈر وال مستقل کہتے ہیں اور P' تصحیح کردہ دباؤ کی قیمت غرض ایک مول گیس کے لئے دباؤ میں تصحیح اور پر کے مساوات سے ظاہر کرتے ہیں اور اگر n مولس گیس لی جائے تو دباؤ میں تصحیح کا عامل ہو گا $P' \alpha n^2 d^2$ یا $P' \alpha n^2 \times \frac{1}{V^2}$ یا $P' = \frac{n^2 a}{V^2}$ ----- 11.5 یہاں n گیس کے n مولس کو ظاہر کرتا ہے غرض مثالی گیس کے مقابلے میں حقیقی گیس کا ڈالا گیا دباؤ کم ہوتا ہے اور اسکی تصحیح کا ضابطہ ہو گا۔

$$\left[ P_{\underset{(\text{کامل})}{\text{ideal}}} = P_{\underset{(\text{حقیقی})}{\text{real}}} + \frac{n^2 a}{V^2} \right] \text{---- 11.6}$$ n مولس گیس کے لئے:

$$\left[ P_{\underset{(\text{کامل})}{\text{ideal}}} = P_{\underset{(\text{حقیقی})}{\text{real}}} + \frac{a}{V^2} \right] \text{ ----- 11.7}$$ 1 مول گیس کے لئے:

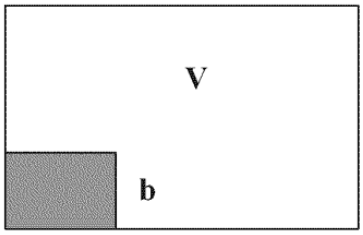
Ideal Pressure = (تصحیح کردہ قیمت) + (مشاہداتی قیمت)

Ideal Pressure = P + P' .....(11.8)

## 11.5.2 گیس کے اصل حجم کے لئے تصحیح

گیسوں کا مثالی طرز عمل سے انحراف کی وجہ ایک یہ بتائی گئی ہے کہ حرکی نظریہ کا یہ مفروضہ کہ گیس کے سالموں کا حجم ان کے ذریعہ گھیرے گئے حجم کے مقابلے میں قابل نظر انداز ہوتا ہے۔ یہ تب ہی ممکن ہے کہ جبکہ گیس کا دباؤ کم ہو اور تپش یا درجہ حرارت زیادہ ہو۔ تمام حالات میں یہ مفروضہ صحیح نہیں ہے۔ وینڈر وال نے اس لئے یہ بتایا کہ جب گیس کا دباؤ زیادہ ہو اور درجہ حرارت کم ہو تو گیسوں کے سالمے ایک دوسرے کے بہت نزدیک ہو جاتے ہیں۔ دافعی قوتیں (Repulsive Forces) بھی اہم ہو جاتی ہیں۔ خطوط قوت دافع (Lines of Repulsive Forces) کم فاضلاتی ہو جاتے ہیں اور یہ اس وقت اہم ہو جاتے ہیں جب سالمے تقریباً ایک دوسرے کی قربت میں ہوں۔ دافعی قوتیں سالموں کو چھوٹے لیکن ناقابل دخول کرّوں (Impenetrable and incompressible forces) کی طرح عمل کرنے کی وجہ بنتی ہیں۔ سالموں کے ذریعہ گھیرا گیا حجم بھی اہم ہو جاتا ہے۔ جس برتن میں گیس لی گئی ہے اسکا حجم V سمجھا جائے تو سالموں کی حرکت کم دباؤ اور زیادہ تپش پر پورے حجم V میں ممکن تھی مگر اب جبکہ زیادہ دباؤ اور کم تپش حالات پر اصل گیس کے سالموں کا حجم اگر b سمجھا جائے تو اور سالموں کی حرکت حجم V میں کرنے کی بجائے (V-b) حجم میں محدود ہو جائیگی یہاں پر b خود سالموں کے ذریعہ

گھیرا گیا تقریباً جملہ حجم ہے۔ اور یہاں پر b ایک مستقل ہے۔ اور اس کو شریک حجم (Co-Volume) کہا جاتا ہے یا اس کو خارج شدہ حجم (Excluded Volume) بھی کہا جاتا ہے۔




شکل 11.4

(V = برتن کا حجم، b = شریک حجم (co volume) یا Excluded volume یا خارج شدہ حجم)

**فی سالمے کے لئے Excluded Volume کی قیمت مندرجہ ذیل طریقہ سے محسوب کیا جاتا ہے۔**

$$\text{Excluded volume per molecule} = \frac{2}{3}\pi\sigma^3 = \frac{2}{3}\pi(2r)^3 = \frac{2}{3}\pi\times 8r^3 \quad (\because \sigma = 2r)$$

$$= \frac{16}{3}\pi r^3 = 4\times\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)$$

(خارج شدہ حجم فی سالمہ)

$$= 4\times\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \quad \text{----11.9}$$

(4 times the actual volume of the gas molecule) گیس سالمہ کے حقیقی حجم سے 4 گنا

یہاں پر $\sigma$ = سالمہ کا قطر ہے اور r سالمہ کا نصف قطر اور $\sigma = 2r$ ہوتا ہے۔

$$= N\times 4\times\frac{4}{3}\pi r^3 = b \quad \text{-----11.10}$$

خارج شدہ حجم گیس کے فی مول یا سلم

(Excluded volume per mole of the gas)

### 11.5.3 وینڈر وال مساواتِ حالت (Van der Waal Equation of State)

اس طرح تصحیح کردہ وینڈر وال کی مساواتِ حالت جو حقیقی گیسوں کے لئے ہے نیچے دیا گیا ہے۔ ایک مول گیس کے لئے یہ مساوات ہو گا

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT \quad \text{-----11.11}$$

اورnمولس گیس کے لئے اس مساوات کو اسطرح لکھا جاتا ہے:

$$\left(P+\frac{n^2a}{V^2}\right)(V-nb)=nRT \quad \text{-----11.12}$$

اس مساوات میں n گیس کے سلم کی تعداد ظاہر کرتا ہے 'a' اور 'b' مستقل ہیں جنہیں وینڈروال مستقلات کہتے ہیں اور ان کی قیمت گیس کی خصوصیت پر منحصر ہوتی ہے۔

## 11.5.4 وینڈروال کے مستقل اور ان کی اکائیاں (Van der waals Constants and Their Units)

ایک مول گیس کے لئے وینڈروال مساوات حالت ہوتا ہے۔

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT \quad \text{-----11.11}$$

اورnمولس گیس کے لئے وینڈروال مساوات حالت اسطرح لکھا جاتا ہے۔

$$\left(P+\frac{n^2a}{V^2}\right)(V-nb)=nRT \quad \text{------11.13}$$

اس مساوات میں P دباؤ ہے V گیس کا حجم ہے R گیس مستقل ہے اور T تپش مطلق ہوتا ہے n گیس کے مولس کی تعداد ہے ان کے علاوہ 'a' اور 'b' جو ہیں انہیں وینڈروال مستقلات کہتے ہیں۔ اور ان کی قیمت گیس کی خصوصیت پر منحصر ہوتی ہے۔ 'a' کی قیمت گیس کے اندر بین سالماتی قوت کشش کی پیمائش پر ہوتی ہے اور یہ درجہ حرارت اور دباؤ پر منحصر نہیں ہوتی۔ جبکہ 'b' کی قیمت گیس کے سالمات کے حجم سے منسلک ہے۔ ان مقداروں کو مختلف طریقوں سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اگر دباؤ کرہ ہوائی میں اور حجم لیٹر میں ہو تو 'a' کی اکائی ہوگی $^2$لیٹر کرہ ہوائی $^{-2}$سلم یعنی ($Liter^2\ atm^1\ mole^{-2}$) اور 'b' کی اکائی ہوگی $Litre.mole^{-1}$یعنی لیٹر سلم $^{-1}$ یا لیٹر فی سلم جیسا کہ پہلے بتایا گیا ہے،

$$P'\alpha n^2d^2\alpha n^2.\frac{1}{V^2} \quad (i.e.)\ P'=\frac{an^2}{V^2}$$

یعنی $a = \frac{P' . V^2}{n^2}$ یعنی اکائیاں ہو گی $\frac{Litre^2 . atm}{mole^2}$ یعنی $Litre^2 . atm. Mole^{-2}$ یا $(dm^3)^2 . atm. Mole^{-2}$ یا $dm^6 .atms.$ $mole^{-2}$ ایسا بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

چونکہ b ایک مول گیس کے ناقابل دباؤ (Incompressible) حجم کے برابر ہوتی ہے اس لئے اس کی اکائی ہوتی ہے۔

$Litre.mole^{-1}$ یعنی لیٹر فی سلم یا $dm^3 . mol^{-1}$ ہوتی ہے۔ حقیقی طور پر تذکرہ کیا جائے تو 'a' اور 'b' کی مقداریں مکمل طور پر مستقل نہیں ہوتی ہیں یہ تپش کے ساتھ متغیر ہوتی ہیں اسی وجہ سے وینڈروال کی مساوات کا اطلاق محدود ہو جاتا ہے۔ لیکن پھر بھی کامل طرز عمل کی تصیح کے لئے 'a' اور 'b' رکن کی قیمتوں کو تقریباً مستقل لیا جاتا ہے۔

**جدول-1:** چند گیسوں کے لئے 'a' اور 'b' کی قیمتیں مندرجہ ذیل جدول میں دی گئی ہیں۔

| سلسلہ نمبر | گیس | (a) $Lit^2 . atm. Mole^{-2}$ | (b) $Lit.mole^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| 1 | امونیا | 4.17 | 0.0371 |
| 2 | آرگان | 1.35 | 0.0322 |
| 3 | کاربن ڈائی آکسائیڈ | 3.59 | 0.0427 |
| 4 | کاربن مونو آکسائیڈ | 1.49 | 0.0399 |
| 5 | کلورین | 6.49 | 0.0562 |
| 6 | ایتھین (Ethane) | 5.49 | 0.0638 |
| 7 | ایتھیلین (Ethylene) | 4.47 | 0.0571 |
| 8 | ہیلیم (Helium) | 0.034 | 0.0237 |
| 9 | ہائیڈروجن | 0.024 | 0.0266 |
| 10 | ہائیڈروجن کلورائیڈ | 3.67 | 0.0408 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 | ہائیڈروجن برومائیڈ | 4.45 | 0.0443 |
| 12 | میتھین(Methane) | 2.25 | 0.0428 |
| 13 | نیان(Neon) | 0.21 | 0.0171 |
| 14 | نائٹرک آکسائیڈ | 1.34 | 0.0279 |
| 15 | نائٹروجن | 1.39 | 0.0279 |
| 16 | آکسیجن | 1.36 | 0.0318 |
| 17 | سلفر ڈائی آکسائی | 6.71 | 0.0564 |
| 18 | پانی | 5.46 | 0.0305 |

## 11.6 وینڈروال مساوات کی موزوینت

اگرچہ کے وینڈروال کی مساوات حقیقی گیسوں کے طرز عمل کو مکمل طور پر نہیں سمجھاتی مگر پھر بھی یہ ایک ترقی یافتہ کوشش ہے۔ اب ہم حقیقی گیسوں کے انحراف کو کامل گیسوں کے طرز عمل سے مختلف حالات دباؤ' تپش وغیرہ کے تحت وینڈروال مساوات کے اطلاق کے بارے میں بحث کرینگے اور اسکی موزونیت پر روشنی ڈالینگے۔

### 11.6.1 ادنیٰ یا کم دباؤ کے تحت

جب گیس کا دباؤ بہت زیادہ نہ ہو یعنی کم ہو یا ادنیٰ ہو تو گیس کا حجم (V) زیادہ ہو جائے گا اور اسکے مقابلے میں b کی قیمت بہت ہی کم ہو گی اور اس حالت میں b نظر انداز کیا جاسکتا ہے یعنی $V - b) \approx V$ ہو گی اگر وینڈروال مساوات میں 'b' مقدار کو V کے مقابلے میں نظر انداز کیا جائے تو مساوات کی تخفیف اسطرح ہو گی،

$$\left(P + \frac{1}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad \text{-----11.11}$$

یہ مساوات ہو گا۔

$$\left(P+\frac{1}{V^2}\right)V=RT$$

$$PV+\frac{a}{V}=RT$$ یا

$$PV=RT-\frac{a}{V}$$ یعنی -----11.14

غرض کم دباؤ کے تحت PV کی قیمت RT کے مقابلہ $\left(\frac{a}{V}\right)$ کے برابر کم ہوتی ہے۔ اگر دباؤ بڑھایا جائے تو V کی قیمت کم ہو گی، $\left(\frac{a}{V}\right)$ کی قیمت زیادہ ہو گی اور نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ PV کی قیمت گھٹتی جاتی ہے۔ یہ بحث سے اس چیز کی تشریح ہوتی ہے کہ CO اور $CH_4$ جیسے گیسوں کے ہم تپش (isotherm) جو PV-P گراف کی شکل میں ان کی منحنی کے جھکاؤ کی تشریح کرتی ہے۔

## 11.6.2 بہت زیادہ یا اعلیٰ دباؤ کے تحت

جب گیس کا دباؤ اعلیٰ یا بہت زیادہ ہو تو اسکا حجم بہت ہی کم ہو جائیگا b کی قیمت کو ہم نظر انداز نہیں کر سکتے۔ مگر P چونکہ بہت زیادہ اور V بہت ہی کم ہو P کے مقابلہ میں $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ کی قیمت بہت کم ہو جائیگی اور قابل نظر انداز ہو گی P کے مقابلے میں مساوات (11.11) اسطرح ہے۔

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT$$ -----11.11

اگر مساوات (1) میں P کے مقابلے $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ کو نظر انداز کیا جائے تو حاصل ہو گا

$$P(V-b)=RT$$

$$PV-Pb=RT$$ یعنی یا

$$PV=RT+Pb$$ .....(11.15)

مساوات (11.15) سے ظاہر ہوتا ہے کہ بہت زیادہ دباؤ پر PV کی قیمت RT کے مقابلے Pb کے برابر زیادہ ہے۔ اور اسکی قیمت میں دباؤ کے ساتھ اضافہ ہوتا ہے۔ PV-P کے خاکہ میں جو پہلے بتایا گیا ہے ظاہر کرتا ہے کہ PV کی منحنی کے نشیب کے بعد فراز رکن b کی تشریح کرتا ہے جو سالمہ کے حجم کی وجہ سے ہوتا ہے یعنی یہ معلوم ہوتا ہے کہ PV کی قیمت جب پورے نشیب میں آجاتی ہے تو پھر اسکے بعد دباؤ کے اضافہ کے ساتھ بڑھتی ہے جیسا کہ (PV-P) خاکہ میں بتایا جا چکا ہے۔

## 11.6.3 بہت ہی کم یا انتہائی کم دباؤ کے تحت

جب دباؤ انتہائی کم ہو گا تو اس کا حجم V بہت زیادہ ہو گا مساوات میں V کے مقابلے میں b کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے تو چونکہ V کی قیمت بہت زیادہ تو $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ کی قیمت بہت ہی یا انتہائی کم ہوئی اور قابل نظر انداز ہو گی۔ جب b اور $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ مساوات (11.12) میں نظر انداز کئے جاتے ہیں تو ان حالات میں مساوات (11.11) ہو جائے گا PV=RT جو کہ کامل گیس مساوات ہے۔ اس طرح سے بہت کم دباؤ پر گیسیں کامل گیس کے کلیہ کے تابع ہو جاتے ہیں۔ اسکی تشریح اس طرح کی جاتی ہے کہ انتہائی کم دباؤ پر حجم بہت زیادہ ہو جاتا ہے اور گیس کے جملہ حجم کے مقابلے میں سالمات کا اصل حجم قابل نظر انداز ہو جاتا ہے اس کے علاوہ سالمات اتنی دوری ہوتے ہیں کہ عملی طور پر ان کے درمیان کوئی کشش نہیں ہوتی۔

## 11.6.4 بہت زیادہ تپش کے تحت

اگر گیس کے دئے گئے ہوئے دباؤ پر تپش بہت زیادہ ہے تو اس گیس کا حجم بھی بہت زیادہ ہو جائیگا جسکی وجہ سے $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ کی قیمت قابل نظر انداز ہو گی اور انہی حالات میں V حجم کے مقابلے میں b کی قیمت بھی بہت ہی کم اور قابل نظر انداز ہو گی ایسے حالات میں وینڈروال مساوات تبدیل ہو جائیگا کامل گیس مساوات میں یعنی $\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT$ مساوات بدل جائیگا PV=RT میں۔ اس لئے کہ $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ اور b دونوں میں بھی نظر انداز کئے گئے ہیں بہت زیادہ تپش کی حالت میں۔ اس بحث سے ثابت ہوتا ہے کہ گیسوں کا انحراف بہت ہی کم ہو جائیگا زیادہ تپش والی حالت میں اور گیس کا طرز عمل کامل گیس جیسا ہو گا۔

## 11.6.5 ہائیڈروجن اور ہیلیم کا استثنائی طرز عمل

چونکہ ہائیڈروجن اور ہیلیم گیسوں کی سلمی کمیت بہت کم ہوتی ہے اس لئے ان گیسوی میں ان کے سالموں کے درمیان قوت کشش بہت ہی کم ہوتی ہے یعنی کششی عامل (attracting factor) کا تصیحی رکن $\left(\frac{a}{V^2}\right)$ عام تپشی حالت پر قابل نظر انداز ہوتا ہے اس لئے وینڈروال مساوات ہو جائیگا۔ $P(V-b) = RT$ یا $PV = RT + Pb$ اس لئے یہ دونوں گیسوں کے معاملے میں دباؤ کے اضافہ کے ساتھ PV میں مسلسل اضافہ ہوتا ہے تپش کی عام حالت پر جیسا کہ خاکہ P-PV میں بتایا گیا ہے غرض یہ کہ حقیقی گیسیس کے لئے وینڈروال مساوات تسلی بخش تشریح پیش کرتا ہے۔

### 11.6.6 بائیل تپش یادرجہ حرارت(Boyle Temperature)

وہ درجہ حرارت جس پر ایک حقیقی گیس بائیل کے کلیہ کے تابع ہوتی ہے یا اتباع کرتی ہے اس درجہ حرارت کو بائیل درجہ حرارت کہتے ہیں(Temp at which a real gas obeys Boyls' Law)بائیل درجہ حرارت کو حسابی یا ریاضی طور پر اس طرح لکھا جاتا ہے.

$T_B = \frac{a}{bR}$ جہاں a اور b وینڈروال مسقلات ہیں R گیس مستقل ہے اور -03 کو بائیل تپش یادرجہ حرارت کہتے ہیں۔

## 11.7 دیگر حالتی مساوات (Others Equations of State)

حقیقی گیسوں کے لئے وینڈروال مساوات کافی تسلّی بخش تشریح پیش کرتی ہے۔ لیکن مقداری طور پر نامکمل ہے اسکی ایک وجہ یہ ہے کہ رکنی a اور b مکمل طور پر مستقل نہیں ہوتے بلکہ تپش کے ساتھ تبدیل ہوتے ہیں اسی لئے وینڈروال کی مساوات کی اصلاح کے لئے کئی کوششیں کی گئی ہیں اور تقریباً 100 مساواتیں پیش کی گئی ہیں لیکن کوئی بھی مساوات وینڈروال کی مساوات کی طرح سادہ نہیں ہے۔ بعض مساوات کئی امتحان مستقل کے ساتھ انتہائی پیچیدہ ہیں ان حالات کے تحت وینڈروال کی مساوات کو حقیقی گیسوں کے طرز عمل کو سمجھانے کے لئے تسلّی بخش مانا جاسکتا ہے اور یہ حقیقی گیسوں کے طرز عمل کے خصوصیات کو سمجھانے کے لئے موزوں ہیں۔

کئی دیگر حالتی مساوات جو پیش کیے گئے ہیں ان میں سے بہت ہی اہم مندرجہ ذیل میں درج کیے گئے ہیں۔

### 11.7.1 برتھیلاٹ مساوات (Berthelots Equation)

حقیقی گیسوں کے طرز عمل کو سمجھانے کے لئے برتھیلاٹ نامی سائنسدان نے مندرجہ ذیل مساوات کو پیش کیا جسکوں برتھیلاٹ مساوات کہتے ہیں۔

$$\left(P + \frac{a}{TV^2}\right)(V - b) = RT \qquad \text{-------11.16}$$

یہ مساوات کئی گیسوں کے لئے تسلّی بخش ہے مگر تمام گیسوں کے لئے یہ مساوات تشفی بخش نتائج نہیں حاصل کرتا ہے اس مساوات میں P دباؤ ہے ' T درجہ حرارت، V حجم ' a اور b وینڈروال مسقلات اور R گیس مستقل ہیں۔

### 11.7.2 ڈائیٹرسی مساوات (Dieterici Equation)

ڈائیٹر سی نامی سائنسداں کے مندرجہ ذیل حالتی مساوات پیش کیا ہے،

$$P(V-b) = RTe^{-\frac{a}{RTV}} \quad \text{--------11.17}$$

بتایا جاتا ہے کہ یہ مساوات زیادہ دباؤ کی حالت میں تشفی بخش نتائج دیتا ہے۔ وینڈروال کی مساوات کے مقابلے میں یہاں پر P دباؤ' V حجم' T تپش 'a'b' وینڈروال مستقل' R گیس مستقل اور e لاگرا تھم (قدرتی) کا اساس ہے۔

### 11.7.3 کلاشیس مساوات (Claussius Equation)

کلاشیس نامی سائینسدان نے وینڈروال کے مساوات کی ترمیم کرتے ہوئے مندرجہ ذیل مساوات کو پیش کیا ہے جو تپش کے ساتھ وینڈروال مستقل a کی تبدیلی یا تغیر کو سمجھاتا ہے۔

$$\left(P + \frac{a}{T(V+c)^2}\right)(V-b) = RT \quad \text{--------11.18}$$

یہ مساوات بھی کئی گیسوں کے لئے تشفی بخش نتیجے دیتا ہے مگر تمام گیسوں کے لئے یہ مساوات کافی نہیں ہے۔ یہاں پر C ایک نیا مستقل ہے۔

### 11.7.4 وائیریل مساوات (Virial Equation)

وائیریل مساوات کو کمّرلنگ۔ اونس (Kammerling Onnes) نامی سائینسدانوں نے پیش کیا اسی لئے اس مساوات کو کمّر لنگ۔ اُونس مساوات بھی کہتے ہیں۔ اس مساوات کو مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاتا ہے

$$PV = A + BP + CP^2 + DP^3 + \text{.....} \quad (11.19)$$

یہاں پر A، B، C، D وغیرہ کو اول' دوم' سوم' چہارم عوامل یا Coefficients کہتے ہیں۔

## 11.8 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے مندرجہ ذیل چیزوں کے بارے میں مطالعہ کیا۔

1۔ حقیقی گیسوں کا طرز عمل سے انحراف۔

2۔ کامل گیس کے طرز عمل سے انحراف کے وجوہات اور وینڈروال کی مساوات۔

3۔ کامل گیسوں کی مساوات کی تبدیلی' وینڈروال کی مساوات کے طور پر یہ جس میں دباؤ اور حجم کے لئے تصحیح مقداریں لی گئیں۔

4۔ وینڈروال مساوات کی موزوہیت۔

5۔ ہائیڈروجن اور ہیلیم کا استثنائی طرز عمل۔

6۔ دباؤ کے ساتھ مختلف گیسوں کے لئے پچکاؤ عامل میں تغیر۔

7۔ وینڈروال کے مستقل 'a' اور 'b' اور ان کی اکائیاں۔

8۔ دیگر حالتی مساوات جیسے کہ برتھیلاٹ مساوات' ڈائیٹرس مساوات' کلاشیس مساوات' وائیریئل مساوات وغیرہ۔

## 11.9 کلیدی الفاظ

1۔**کامل گیسوں کے طرز عمل سے انحراف:** گیس کا دباؤ زیادہ اور تپش کم ہو تو کامل گیسوں کے طرزِ عمل میں انحراف ہوتا ہے۔

2۔ **پچکاؤ عامل** :اس کو $\frac{PV}{nRT} = Z$ سے ظاہر کیا جاتا ہے اور کامل گیسوں کے لیے اس کی قیمت 1 ہوتی ہے۔

3۔**انحراف کے وجوہات** :زیادہ دباؤ اور کم تپش پر گیس کے اصل حجم اور اندرونی سالمی کشش کو نظر انداز نہیں کیا جاسکتا۔

4۔ **حجم کی تصحیح** :وینڈروال نے حجم کی تصحیح کر کے حقیقی گیس کا حجم V کی بجائے (V-b) لیا جاتا ہے۔

5۔ **دباؤ میں تصحیح** :دباؤ کی تصحیح میں اندرونی سالمی کشش کے دباؤ کو P کی بجائے $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)$ لیا جاتا ہے۔

6۔ **بائیل تپش یا درجہ حرارت** :وہ تپش جس پر ایک حقیقی گیس بائیل کے کلیہ کے تابع ہوتی ہے۔

## 11.10 نمونہ امتحانی سوالات

**معروضی جوابات کے حامل سوالات**

1۔ کامل گیسوں کے لیے پچکاؤ عامل کی قدر ہوتی ہے۔

(a) 0 (b) 1 (c) 2 (d) لامتناہی (infinity)

2۔ سب سے زیادہ تپش جس پر ایک شئے مائع کی حالت میں رہ سکتی ہے۔

(a) کامل تپش (b) بائیل تپش (c) کامل تپش (d) معکوس تپش

3۔ پچکاؤ عامل کو ظاہر کرنے کے لیے مساوات ہوتا ہے۔

(a) $Z = \frac{nRT}{PV}$ (b) $Z = \frac{PT}{nRT}$ (c) $Z = \frac{PV}{nRT}$ (d) $Z = \frac{nPR}{VT}$

4۔ وہ درجہ حرارت جس پر ایک حقیقی گیس بائیل کے کلیہ کے تابع ہوتی ہے' اس کو کہتے ہیں۔

(a) معکوس تپش (b) کامل تپش (c) جول۔تھامسن تپش (d) بائیل تپش

5۔ بائیل تپش ($T_B$) کا فارمولا ہوتا ہے۔

(a) $T_B = \frac{a}{bR}$ (b) $T_B = \frac{aR}{b}$ (c) $T_B = \frac{ab}{R}$ (d) $T_B = \frac{b}{aR}$

6۔ n مولس گیس کے لیے وینڈروال مساوات ہوگا۔

(a) $nRT = \left(P + \frac{a}{n^2V^2}\right)(V - nb)$ (b) $nRT = \left(P + \frac{n^2V^2}{a}\right)(V - ab)$

(c) $nRT = \left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb)$ (d) $nRT = \left(P + \frac{n^2a^2}{V^2}\right)(V - nb)$

7۔ بہت زیادہ اعلیٰ دباؤ کے تحت وینڈروال کا مساوات ہوگے۔

(a) PV = RT + Pb (b) PV − RT = P (c) PV − Pb = RT (d) یہ تمام مساوات

8۔ وینڈروال مستقل 'b' کی اکائی ہوتی ہے۔

(a) لیٹر فی مول (b) مول فی لیٹر (c) دونوں (d) کوئی بھی نہیں

9۔ وہ گیس جو گیسی کلیات کے مکمل طور پر تابع نہیں ہوتی' اس کو کہتے ہیں۔

(a) مثالی گیس (b) کامل گیس (c) حقیقی گیس (d) یہ تمام

10۔ دیگر حالتی مساوات مندرجہ ذیل میں سے کون سا ہے؟

(a) برتھیلاٹ مساوات (b) ڈائیٹرسی مساوات (c) کلاشیس مساوات (d) یہ تمام مساوات

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ کامل گیسوں کے طرزِ عمل سے انحراف کے متعلق مختصر لکھیئے۔

2۔ وینڈروال نے گیس کے حجم میں جو تصحیح کیا ہے، مختصر بیان کرو۔

3۔ وینڈروال کے مستقلات 'a' اور 'b' کی اکائیوں کو کس طرح سمجھایا جاتا ہے؟

4۔ ہائیڈروجن اور ہیلیم گیسوں کا استثنائی طرزِ عمل مختصر لکھیئے۔

5۔ گیسوں کے پچکاؤ عامل کے بارے میں مختصر لکھیئے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ حقیقی گیسوں کے لیے وینڈروال مساوات اخذ کیجیئے۔

2۔ وینڈروال مساوات کی موزونیت مختلف حالات کی تحت کس طرح سمجھاؤ گے، تفصیل سے لکھیئے۔

3۔ کامل گیسوں کے طرزِ عمل سے انحراف اور ان کے وجوہات لکھیئے۔

4۔ دیگر حالتی مساوات کے تعلق سے لکھیئے۔

# اکائی 12 : فاضل مظہرات

(Unit-12: Critical Phenomenon)

اکائی کے اجزا


12.0 تمہید

12.1 مقاصد

12.2 فاضل مظہرات۔ اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس پر تجربات

12.3 فاضل مستقلات

12.3.1 فاضل تپش یا درجۂ حرارت

12.3.2 فاضل دباؤ

12.3.3 فاضل حجم

12.4 حالات کا سلسلہ

12.5 وینڈروال کے مستقل اور فاضل مستقل کے درمیان رشتہ اخذ کرنا۔

12.5.1 پچکاؤ یا سکڑاؤ عامل $Z_c$

12.5.2 فاضل حالات میں

12.6 تناظر حالتوں کے کلیہ

12.7 اکتسابی نتائج

12.8 کلیدی الفاظ

## 12.0 تمہید

اس اکائی میں اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس پر تجربات کا ذکر ہے۔ اینڈروس نے جو مختلف ہم تپش ترسیم کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس کے لئے حجم اور دباؤ کے درمیان کھینچے ہیں' اسکو ایک خاکہ کی شکل میں بتایا گیا ہے۔ ان ترسیموں سے ہمیں معلوم ہوتا ہے ایک ایسی تپش حاصل ہوتی جیسا کہ کاربن ڈائی آکسائیڈ کے لئے $31.1^0C$ ہے' جس کو فاضل تپش کہا جاتا ہے' اسی تپش سے زیادہ تپش پر گیس کو مائع میں تبدیل نہیں کیا جا سکتا ہے' چاہے جتنا بھی زیادہ دباؤ استعمال کریں۔ گیس کا وہ دباؤ جو فاضل تپش پر ہو گا اور گیس کو مائع میں تبدیل کرنے کے لئے درکار ہو گا' اسے فاضل دباؤ کہتے ہیں۔ ایک مول گیس کا حجم جو فاضل تپش اور فاضل دباؤ پر ہو گا' اسے فاضل حجم کہتے ہیں۔ اینڈروس کے یہ ہم تپش ترسیموں کے ذریعہ ہمیں گیس حالت کے سلسلہ کا علم ہوتا ہے۔ فاضل تپش' فاضل دباؤ اور فاضل حجم کو فاضل مستقلات کہتے ہیں۔ وینڈروال کے مساوات کو استعمال کرتے ہوئے وینڈروال کے مستقلات اور فاضل مستقلات کے درمیان حسابی رشتہ اخذ کیا جاتا ہے۔ بالآخر انہیں حسابی مساوات کو استعمال کرتے ہوئے ایک تخفیفی وینڈروال مساوات اخذ کیا جاتا ہے' جس کو متناظر حالتوں کا کلیہ بھی کہا جاتا ہے۔

## 12.1 مقاصد

اس اکائی کو پڑھنے اور سمجھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائینگے کہ:

(i) اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس پر تجربہ سے جو ہم تپش ترسیمات حاصل ہوئے ہیں' ان کی اہمیت کا علم ہو گا۔

(ii) فاضل تپش کیا ہے' اسکی تعریف ہو گی اور اس کی بنیاد پر فاضل حجم اور فاضل دباؤ کے متعلق معلوم ہو گا۔

(iii) وینڈروال مساوات میں جو وینڈروال مستقل ہیں' ان کے اور فاضل مستقلات کے درمیان جو رشتہ ہوتا ہے۔ وہ حسابی طریقہ سے اخذ کیا جاتا ہے اور اس کی اچھی طرح پہچان ہو گی۔

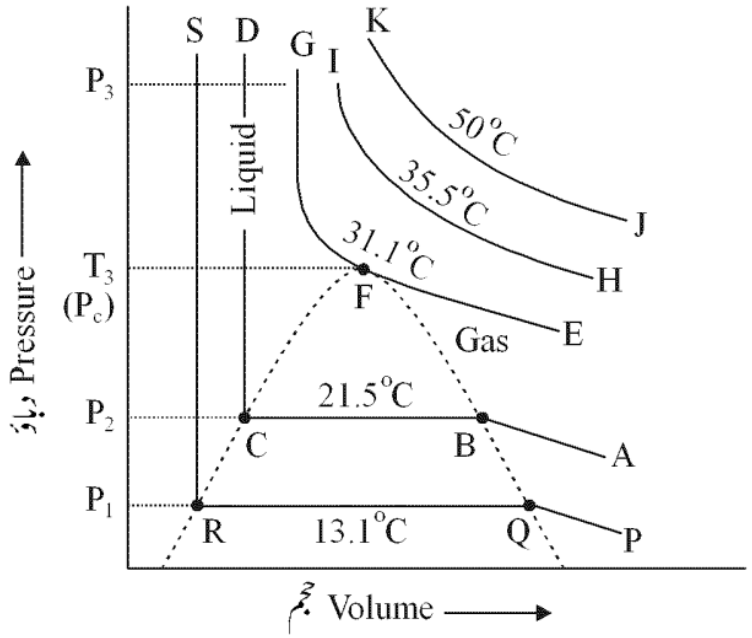
(iv) آخر کار وینڈروال کا تخفیفی مساوات حاصل شدہ مساوات کے استعمال سے اخذ کرینگے اور اسی کو متناظر حالتوں کا کلیہ کہتے ہیں اور اس کلیہ کے ذریعہ گیس کے متناظر حالتوں کو ثابت کیا جاتا ہے۔

(v) فاضل حالت میں گیسوں کا سکڑاؤ یا پچکاؤ کے عمل کا بھی ذکر ہو گا۔

## 12.2 فاضل مظہرات۔ اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ پر تجربات

(Critical Phenomenon's : Andrews Experiments on Carbon Dioxide)

کسی شئے کے دباؤ' حجم درجہ حرارت کے تعلق سے متعلق مکمل اعداد و شمار' گیس اور مائع حالت کے لئے مائع حالت میں سب سے پہلے تھا مسن اینڈرو نے 1889ء میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کے لئے حاصل کئے تھے۔ اس طرح سے اینڈروس نے اپنے مشہور تجربات کاربن ڈائی آکسائیڈ کے P-V-T کے رشتہ کے ذریعہ مستقل کہلائے جانے والی گیسوں (Permanent Gases) کی مائعات میں تبدیلی کے لئے درکار حالات کی دریافت کی۔ اس نے مختلف درجہ حرارت پر کاربن ڈائی آکسائیڈ کے ہم تپش خطوط یا خطوط مساوی حرارت (Isotherms) ترسیم (Plot) کیے جیسا کہ مندرجہ ذیل شکل 12.1 میں بتلایا گیا ہے۔ بعد میں یہ پایا گیا کہ حقیقی گیسیں بالکل اسی طرح کا طرز عمل کرتی ہیں جیسا کہ کاربن ڈائی آکسائیڈ ۔




شکل 12.1 :فاضل مظہرات۔ اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ ترسیم

ابتدا میں استعمال کی گئی تپش پر کاربن ڈائی آکسائیڈ مکمل طور پر گیس ہے' دباؤ کے اضافہ کے نتیجہ میں حجم میں کمی واقع ہوتی ہے جس کو Isotherm کے PQ حصّہ سے ظاہر کیا گیا ہے۔ یہ واقعی بائیل کے کلیہ کے مطابق ہے' لیکن Q پر گیس مائع میں تبدیل ہونے لگتی ہے

اور حجم میں تیزی سے کمی واقع ہونے لگتی ہے اور زیادہ سے زیادہ گیس اعلیٰ کثافت کے ساتھ مائع میں تبدیل ہونے لگتی ہے۔ نقطۂ R پر مائع میں تبدیلی کا عمل مکمل ہوتا ہے اور یہ کھڑی منحنی خط (RS (Curve کو ظاہر کرتا ہے کہ مائع تھوڑا یا بہت ناقابل ہچک ہے اس لئے دباؤ میں اضافہ کرنے پر حجم میں کسی طرح کی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ Isotherm میں اہم نکتہ یہ ہے کہ یہ تین حصّوں پر مشتمل ہوتا ہے PQ حصّہ صرف گیس کو پیش کرتا ہے' حصّہ RS صرف مائع کو' لیکن QR کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک مائع اور گیس ساتھ ساتھ تعادل میں پائے جاتے ہیں۔ اس لئے دباؤ مستقل ہوتا ہے۔ یہ دباؤ مخصوص تپش پر مائع کا بخاری دباؤ ہے Q سے R تک حالات میں تبدیلی لائی جائے تو مائع میں اضافہ ہوتا ہے جب کہ گیس گھٹتی ہے' ترسیم میں کسی بھی نقطہ 'O' پر مائع سے گیس کی نسبت کو OR اور OQ کے درمیان نسبت سے پیش کر سکتے ہیں۔ $21.5^0C$ پر خطوط مساوی حرارت $13.1^0C$ کے مشابہہ ہے فرق اتنا ہے کہ مائع میں تبدیل ہونے والا افقی حصّہ کم ہوتا ہے۔ شکل 12.1 میں یہ ABCD کو ظاہر ہوتا ہے' تپش میں اور اضافہ کے ساتھ Isotherm کا یہ حصّہ مزید گھٹنے لگتا ہے اور $31.1^0C$ پر افقی حصّہ (Horizontal Plain) ہوتا ہی نہیں یعنی یہاں پر مائعات میں تبدیلی نہیں ہوتی۔ حقیقت میں یہ Isotherm بائیل کے کلیہ کے مطابق ہے۔ غرض Andrews نے یہ معلوم کیا کہ $31.1^0C$ سے زیادہ تپش پر کسی بھی صورت میں کاربن ڈائی آکسائیڈ مائع میں تبدیل نہیں ہونی چاہے' کتنا بھی زیادہ دباؤ ہو۔ اس کے برخلاف $31.1^0C$ یا اس سے کم تپش پر مائع میں تبدیلی کے لئے 75 کرّہ ہوائی دباؤ کافی ہے۔

غرض 75 فضائی دباؤ یا کرّہ ہوائی دباؤ پر پہلی مرتبہ مائع کاربن ڈائی آکسائیڈ نظر آتی ہے درجہ حرارت $31.1^0C$ کاربن ڈائی اکسائیڈ کا فاضل درجہ حرارت (Critical Temperature) کہلاتا ہے۔ یہ وہ زیادہ سے زیادہ درجہ حرارت ہے جس پر مائع کاربن ڈائی آکسائیڈ حاصل ہوتا ہے۔ اس درجہ حرارت سے اوپر یہ گیس گیسی حالت میں ہوتی ہے فاضل درجہ حرارت پر کسی گیس کے ایک سلم کا حجم فاضل حجم (Critical Volume) اور اس درجہ حرارت پر دباؤ فاضل دباؤ (Critical Press – Pc) کہلاتا ہے فاضل درجہ حرارت ($T_c$) فاضل دباؤ ($P_C$)3 اور فاضل حجم ($V_C$) کو فاضل مستقل کہتے ہیں۔

بعد میں یہ معلوم کیا گیا کہ 'تمام گیس کاربن ڈائی آکسائیڈ کی طرح عمل کرتی ہیں۔ یعنی ہر گیس کی ایک مخصوص تپش ہوتی ہے' جس سے زائد تپش پر گیسوں کی مائعات میں تبدیلی ممکن نہیں ہوتی ہے چاہے کتنا ہی زیادہ دباؤ ہو۔ اس تپش کا انحصار گیسوں کی نوعیت پر ہوتا ہے غرض اب یہ معلوم یا واضح ہو گیا ہے کہ کیونکہ مستقل کہلائے جانے والی گیس پہلے مائع میں تبدیل نہیں کی گئیں اماعت کے دوران دباؤ کے اضافہ سے پہلے ان کو کافی حد تک سرد نہیں کیا گیا تھا۔

چند اشیاء کے فاضل مستقل مندرجہ ذیل جدول میں دیئے گئے ہیں۔

جدول-1: **چند اشیاء کے فاضل مستقل** (Critical Constants of Some Substances)

| اشیاء (Substances) | فاضل تپش ($T_C$) (کیلوین اکائی میں) | فاضل دباؤ ($P_C$) کرّۂ ہوائی میں (Atms میں) | فاضل دباؤ ($V_C$) (لیٹر فی مول میں) |
|---|---|---|---|
| ہائیڈروجن | 33.2 | 12.8 | 0.068 |
| ہیلیم | 5.3 | 2.29 | 0.058 |
| نائٹروجن | 126.0 | 33.5 | 0.090 |
| آکسیجن | 154.3 | 49.7 | 0.074 |
| کاربن ڈائی آکسائیڈ | 304.5 | 73.9 | 0.096 |
| ہائیڈروجن کلورائیڈ | 324.5 | 81.5 | 0.089 |
| امونیا | 405.5 | 112.3 | 0.073 |
| کلورین | 416.1 | 76.1 | 0.124 |
| سلفر ڈائی آکسائیڈ | 430.3 | 77.6 | 0.125 |
| پانی | 647.3 | 220.6 | 0.045 |

اوپر جدول میں دئے گئے مواد سے یہ واضح ہو جاتا ہے کہ مستقل کہلانے والی گیسیس جیسے ہائیڈروجن' نائیٹروجن' آکسیجن کمرہ کی تپش پر دباؤ میں اضافہ کے باوجود کیوں مائع میں تبدیل نہیں ہوتے ہیں۔ ان تمام کا فاضل تپش 300K سے کم ہے۔ ہم پانی کو صرف مائع کے طور پر لیتے ہیں لیکن 647.3K یعنی $374.3^0C$ سے زائد تپش پر مائع صورت میں باقی نہیں رہتا چاہے کتنا ہی دباؤ کیوں نہ ڈالا جائے۔

## 12.3 فاضل مستقلات (Critical Constants)

فاضل تپش یا درجہ حرارت (Critical Temperature) فاضل دباؤ (Critical pressure) اور فاضل حجم (Critical volume) ان تینوں کو ملا کر فاضل مستقلات (Critical constants) کہتے ہیں۔ ان کی تعریف ذیل میں بیان کی گئی ہے۔

### 12.3.1 فاضل تپش یا درجہ حرارت (Critical Temperature) $T_c$

وہ اعظم ترین تپش جس پر کسی گیس کی مائع میں تبدیلی کی جاسکتی ہے اور جس سے زائد تپش پر مائع حالت میں نہیں پائی جاسکتی' اس کو فاضل تپش کہتے ہیں۔

### 12.3.2 فاضل دباؤ (Critical Pressure) $P_c$

فاضل تپش پر گیس کی مائع میں تبدیلی کے لئے درکار دباؤ کو فاضل دباؤ کہتے ہیں۔

### 12.3.3 فاضل حجم (Critical Volume) $V_c$

فاضل تپش اور فاضل دباؤ کے تحت ایک سلم یا مول شئے کا حجم فاضل حجم کہلاتا ہے۔ فاضل خط ہم تپش کو Critical isotherm کہتے ہیں اور جیسا کہ اینڈروس کے تجربے کو شکل 12.3 میں بتایا گیا ہے کہ کاربن ڈائی آکسائیڈ کا فاضل خط ہم حرارت سے باہم تپش EFG سے ظاہر کیا گیا ہے' جس میں فاضل تپش $CO_2$ گیس کے لئے $31.1^0C$ ہوتی ہے۔ اس نقطۂ حرارت پر گیس کو فاضل حالت (critical state) میں موجود ہے کہا جاتا ہے تپش سے منسلک دباؤ اور حجم کی قیمتیں فاضل ہیں فاضل تپش سے کم تپش پر پائے جانے والی گیس یا گیسی شئے بخارات کہلاتی ہے بخارات تو صرف دباو کے اضافہ کے ذریعہ مائع میں تکثیف (Condense) کر سکتے ہیں۔

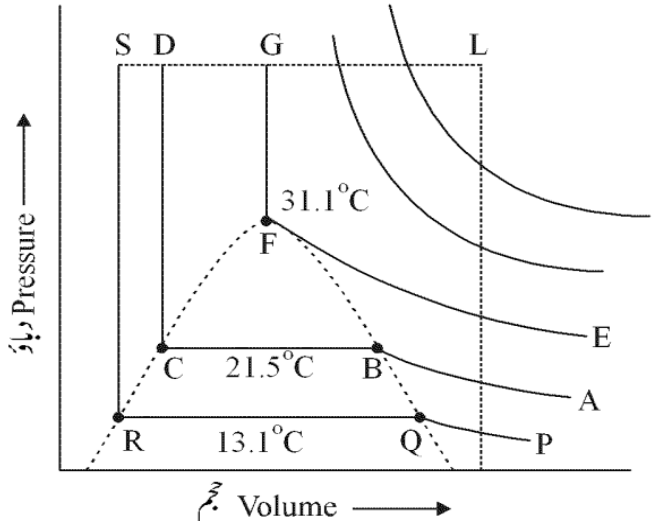
## 12.4 حالات کا سلسلہ (Continuity of State)

عام طور پر مائع حالت سے بخارات میں بل عکس تبدیلی کسی حد تک ایک دم ہوتی ہے یہ دو حالتیں آسانی سے ایک دوسرے سے کافی حد تک امتیاز رکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر جیسا کہ شکل 12.3 میں کے ہم تپش منحنی سے یہ ظاہر ہوتا ہے لیکن جب تپش میں اضافہ کیا جاتا ہے اور یہ فاضل تپش کی قیمت کے قریب پہنچنے لگتی ہے تو مائع اور سیر شدہ بخارات کی کثافتیں قریب ہونے لگتی ہیں اور فاضل نقطہ پر یہ بالکل مساوی ہو جاتی ہیں۔ دوسرے الفاظ میں فاضل نقطۂ پر مائع اور گیس کی کوئی تفریق نہیں ہوتی۔ یہ حقیقت اس مشاہدہ کے مطابق ہے کہ فاضل نقطۂ پر مائع اور گیس کے حدود میں فرق ختم ہو جاتا ہے' اس لئے یہ کہہ سکتے ہیں کہ مائع سے بخارات میں بتدریج تبدیلی واقع ہوتی ہے چونکہ فاضل تپش سے تھوڑا زائد یا کم پر عملی طور پر مائع اور بخارات میں کوئی فرق نہیں ہوتا اس لئے مائع سے بخارات میں اس بتدریج تبدیلی کو حالت کا سلسلہ (Continuity of State) کہا جاتا ہے۔

حالت کے سلسلہ کے خیال کو سمجھنے کے لئے حجم (V) اور دباؤ (P) کا ہم تپش منحنی معاون ہوتا ہے۔ ثبوت کے طور پر شکل 12.2 کے ہم تپش منحنی PQRS کو لیا جائے' اگر گیس کو دباؤ P پر پچکایا جائے (جبکہ تپش فاضل تپش سے کم ہو) QR کے ساتھ گیس سے مائع کی جانب مسلسل تبدیلی واقع ہوتی ہے جہاں پر دونوں حالتیں ایک ساتھ پائے جاتے ہیں۔

کم درجہ حرارت پر صرف افقی خط کی لمبائی بڑھتی ہے اور جیسا جیسا درجہ حرارت میں اضافہ کیا جاتا ہے اور فاضل درجہ حرارت یا فاضل تپش پر یعنی فاضل نقطۂ پر آئیسوتھرم یا ہم تپش منحنی کا افقی حصّہ ایک نقطۂ میں ضم (Merge) ہو جاتا ہے' لہذا ہم دیکھتے ہیں کہ 12.1 کی شکل میں ایک نقطۂ A گیسی حالت ظاہر کرتا ہے' اور ایک نقطۂ D مائع حالت کو ظاہر کرتا ہے اور ایک نقطۂ چوگنبد کی شکل کے علاقہ کے اندر ہوتا ہے گیس یعنی کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مائع اور گیس حالت میں توازن کو ظاہر کرتا ہے۔

شکل 12.2 میں بتایا گیا ہے کہ اگر حجم (V) کو مستقل رکھا جائے اور تپش میں نقطۂ P سے L تک کا اضافہ کیا جائے' تو دباؤ میں اضافہ ہوگا اور اگر اب دباؤ کو مستقل رکھا جائے' اور تپش میں کمی لائی جائے جب تک کہ حجم گھٹ کر S نہ ہو جائے' تو ہم مشاہدہ کرتے ہیں کہ شئے جو P پر مکمل طور پر گیس تھی اب S پر مائع ہوتی ہے۔ اور P'S دونوں بھی ایک ہی ہم تپش منحنی پر واقع ہیں اس طرح سے تسلسل میں گیس مائع میں تبدیل ہوتی ہے۔ L اور S کے درمیان گیس کا مائع میں تبدیل ہونے کا عمل ہوتا ہے۔ جس کے دوران پچکاؤ واقع ہوتا ہے فاضل ہم تپش منحنی میں دائیں جانب شئے گیس حالت میں ہوتی ہے جب کہ بائیں جانب مائع کی حالت میں ہوتی ہے اصل میں گیس سے مائع کی تبدیلی نقطۂ G پر ہوتی ہے جب نظام L سے S کی جانب حرکت کرتا ہے تو تپش گھٹتی ہے اس لئے گیس کی کثافت بڑھ جاتی ہے نقطۂ G پر مائع میں تبدیلی واقع ہوتی ہے لیکن یہ مانا جاسکتا ہے کہ گیس سے مائع کی حالت میں تبدیلی کا عمل بتدریج ہوتا ہے یعنی تبدیلی حالت کے سلسلہ کو ظاہر کرتی ہے اسی لئے اس کو حالات کا سلسلہ کہتے ہیں۔



شکل12.2: حالات کا سلسلہ کی ترسیم

## 12.5 وینڈروال کے مستقل اور فاضل مستقل کے درمیان رشتہ اخذ کرنا

(Derivation of Relationship Between Van der Wall Constants & Critical Constants)

ایک سلم یا مول گیس کے لئے وینڈروال کی حالتی مساوات حسب ذیل دی گئی ہے،

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT \qquad \text{-------12.1}$$

اس مساوات میں P دباؤ ہے' V حجم' T تپش' R گیسی مستقل' 'a' اور 'b' وینڈروال مستقل ہیں۔ مساوات (12.1) اس طرح بھی لکھا جا سکتا ہے،

$$\left(\frac{PV^2+a}{V^2}\right)(V-b)=RT \qquad \text{------12.2}$$

مساوات (12.2) کے دو حصّوں کو ضرب کیا جائے تو حاصل ہو گا،

$$\left(\frac{PV^3+aV-PbV^2-ab}{V^2}\right)=RT$$

$$PV^3-PbV^2+aV-ab=RTV^2 \qquad \text{یا}$$

$$PV^3-PbV^2-RTV^2+aV-ab=0 \qquad \text{-----12.3} \quad \text{یا}$$

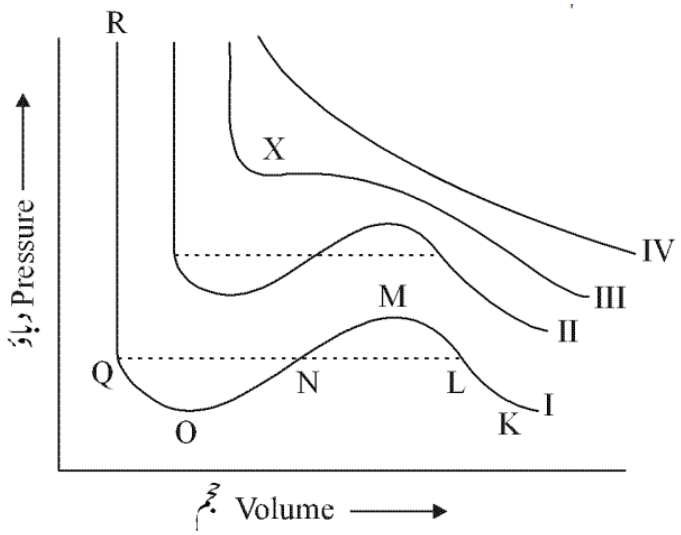
مساوات (12.3) کو P سے تقسیم کیا جائے تو حاصل ہو گا

$$V^3-bV^2-\frac{RT}{P}V^2+\frac{aV}{P}-\frac{ab}{P}=0$$

یا اس مساوات کو اسطرح بھی لکھا جا سکتا ہے:

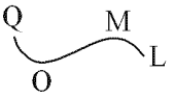
$$V^3-\left(b+\frac{RT}{P}\right)V^2+\frac{aV}{P}-\frac{ab}{P}=0 \qquad \text{------12.4}$$

مساوات (12.4) کا ایک مکعبی مساوات (Cubic Equation) ہے جس میں دئے گئے ہوئے 'a' اور b کے لئے V کی تین جذرالمکعب (Cubic roots) قیمتیں ہوگی اس میں یہ تینوں جذرالمکعب قیمتیں حقیقی ہوسکتی ہیں یا ان میں ایک حقیقی اور دو خیالی یا مجازی ہوسکتے ہیں کسی متعین دباؤ اور درجہ حرارت پر اگر مساوات (12.4) کے نظریاتی خیال کے ذریعہ دی گئی مستقل تپش T پر حجم V اور دباؤ P کے درمیان گرفت یا ترسیم کھینچی جائے تو مندرجہ ذیل میں مشکل حاصل ہوگی جس کو شکل (12.3) میں ہم تپش منحنی خط I سے ظاہر کرسکتے ہیں۔




شکل 12.3 : وینڈروال کے مستقل اور فاضل مستقل کے درمیان رشتہ کی ترسیم

یہاں دیکھا جاسکتا ہے کہ ایک معینہ دباؤ پر V کی تین قیمتیں جن کو N'L اور Q سے نشان دی گئی ہے' تپش میں اضافہ کرنے پر پہلی منحنی I کی طرح ایک اور منحنی II حاصل ہوتی ہے۔ اس منحنی میں سوائے اس کے کہ V کی تین قیمتیں قریب ہو جاتی ہے۔ اس طرح ایک مخصوص تپش پر حجم V بعد دباؤ P کے اوپر کی منحنی III حاصل ہوتی ہے۔ جس میں V کے تین جذر یکساں ہوتے ہیں۔ جسکو X نقطہ سے نشان دہی کی گئی ہے اور زیادہ تپش پر ایک ایسی منحنی IV حاصل ہوتی ہے۔ جس میں صرف ایک حقیقی قیمت حاصل ہوتی ہے اور دوسرے دو قیمتیں خیالی یا مجازی ہوتے ہیں۔ اگر ہم اوپر کی شکل کے نظریاتی ہم تپش منحنی کا تساہل (مقابلہ) کاربن ڈائی آکسائیڈ کے لئے اینڈروس کے ہم تپش کے منحنی سے کریں جیسا کہ پہلے شکل 12.1 میں بتایا گیا ہے تو معلوم ہوتا ہے کہ ان دونوں شکلوں کے درمیان بہت زیادہ مشابہت دیکھی جاسکتی ہے فرق صرف اتنا ہے کہ نظریاتی منحنی کے مقام پر تجرباتی منحنی کے افقی حصّہ میں موجی)




شکل سے تبدیل ہو جاتے ہیں جو شکل 12.3 میں اوپر LM اور OQ ظاہر کئے گئے ہیں۔ نظریاتی شکل اور تجرباتی شکل میں فاضل ہم تپش منحنی مماثل ہوتے ہیں۔ ان حقائق کو فاضل مستقل کے ذریعہ وینڈروال کے مستقل اخذ کرنے کے لئے مندرجہ ذیل طریقہ

سے استعمال کیا جاتا ہے جیسا کہ اوپر والی شکل میں دیکھا جاسکتا ہے کہ فاضل نقطہ پر V کی قیمتیں فاضل حجم ($V_C$) کے مساوی ہو جاتی ہیں یعنی V $= V_1 = V_2 = V_3$ ہوتی ہیں اور $V = V_C$ ہوتا ہے۔ غرض

$$\text{یا} \quad V = V_C$$

$$(V - V_c) = 0 \quad \text{.....} \quad (12.5)$$

اگر مساوات (12.5) کہ مکعبی مساوات میں تبدیل کرنا ہو تو اسطرح کر سکتے ہیں،

$$(V - V_c)^3 = 0 \quad \text{.....} \quad (12.6)$$

$$V^3 - 3V^2V_c + 3V V_c^2 - V_c^3 = 0 \quad \text{.....} \quad \text{یعنی} (12.7)$$

مساوات (12.4) میں P اور T کے لئے $P_C$ اور $T_C$ درج کر کے ترتیب دینے پر مندرجہ ذیل مساوات حاصل ہو گا،

$$V^3 - V^2\left(b + \frac{RT_c}{P_c}\right) + \frac{aV}{P_c} - \frac{ab}{P_c} = 0 \quad \text{.....} \quad (12.8)$$

یہاں پر $P_C$ فاضل دباؤ اور $T_C$ فاضل تپش ہے۔

مساوات (12.8) اور مساوات (12.7) بالکل مشابہہ ہیں ان مساوات میں مماثلت کے تقابل سے حاصل ہوتا ہے۔

$$3V_c = \left[b + \frac{RT_c}{P_c}\right] \quad \text{------12.9}$$

$$3V_c^2 = \left(\frac{a}{P_c}\right) \quad \text{------12.10}$$

$$V_c^3 = \left(\frac{ab}{P_c}\right) \quad \text{------12.11}$$

مساوات (12.11) کو مساوات (12.10) سے تقسیم کیا جائے تو حاصل ہو گا،

$$\frac{V_c^3}{3V_c^2} = \frac{\left(\frac{ab}{P_c}\right)}{\left(\frac{a}{P_c}\right)}$$

$$\frac{V_c}{3} = b \quad \text{یعنی}$$

$$\boxed{V_c = 3b} \quad \text{----12.12 یا}$$

اگر مساوات(12.12) کو مساوات(12.10) میں درج کیا جائے تو حاصل ہو گا،

$$3(3b)^2 = \frac{a}{P_c}$$

$$27b^2 = \frac{a}{P_c} \quad \text{یعنی}$$

$$\boxed{P_c = \frac{a}{27b^2}} \quad \text{یا} \quad \text{-------12.13}$$

مساوات(12.12) اور(12.13) کو مساوات(12.9) میں درج کرنے سے حاصل ہو گا،

$$3(3b) = b + \frac{R\,T_c}{\left(\frac{a}{27b^2}\right)}$$

$$(9b - b) = \frac{RT_c \,.\, 27b^2}{a} \quad \text{یا}$$

$$8b = \frac{27R\,T_c\,b^2}{a} \quad \text{یا}$$

$$T_c = \frac{8ab}{27Rb^2} = \frac{8a}{27Rb} \quad \text{یعنی}$$

$$\therefore \quad \boxed{T_c = \frac{8a}{27Rb}} \qquad \text{-----12.14} \qquad \text{غرض}$$

اس طرح سے مساوات (12.12)' (12.13) اور (12.14) کسی شئے کے فاضل مستقل کو وینڈروال کے مستقل a 'b اور گیس مستقل R کے رکن میں ظاہر کرتے ہیں a اور b کے ذریعہ فاضل مستقل کے تعین کے ذریعہ وینڈروال کی مساوات کے اطلاق کو پرکھنے کے لئے یہ رشتہ بہت مفید ہے۔

## 12.5.1 فاضل پچکاؤ یا سکڑاؤ عامل $Z_c$

وینڈروالن گیس کے لئے فاضل پچکاؤ یا سکڑاؤ عامل $Z_C$ کو مندرجہ طریقہ ذیل سے محسوب کیا جاتا ہے۔

$$Z_c = \frac{P_c V_c}{RT_c} = \frac{\left(\frac{a}{27b^2}\right)(3b)}{R\left(\frac{8a}{27Rb}\right)} = \frac{a.3b.27Rb}{27\,b^2.\,R8a} \ldots\ldots\ldots\ldots (12.15)$$

$$= \frac{3}{8} = 0.375$$

## 12.5.2 فاضل حالات میں

سوال: وینڈروال کے مساوات کو استعمال کرتے ہوئے ثابت کیجئے کہ $\mathbf{P_c . V_c = \frac{3}{8}.RT}$ ہوتا ہے۔

جواب: فاضل حالات میں وینڈروال مساوات ہوگا۔

$$\left(P_c + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT_c$$

$$V^3 - \left(b + \frac{RT_c}{P_c}\right)V^2 + \frac{a}{P_c}.V - \frac{ab}{P_c} = 0 \qquad \text{------12.8یا}$$

ہمیں معلوم ہے کہ فاضل حجم $V_C$ برابر ہوگا 3b کے یعنی

$$b = \left(\frac{V_c}{3}\right) \qquad \text{یا} \quad V_c = 3b \quad \text{12.12-------}$$

ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ $(V - V_C)^3 = 0$

$$V^3 - 3V^2 V_c + 3V V_c^2 - V_c^3 = 0 \quad \text{یا12.7-----}$$

مساوات(12.8) اور(12.7)کے ذریعہ حاصل ہو گا۔

$$b + \frac{RT_c}{P_c} = 3V_c \quad \text{--------12.9}$$

مساوات(12.9) میں مساوات(2)درج کریں تو حاصل ہو گا،

$$\left(\frac{V_c}{3}\right) + \frac{RT_c}{P_c} = 3V_c \quad \text{..}$$

-----12.10

$$3V_c - \left(\frac{V_c}{3}\right) = \frac{RT_c}{P_c}$$

$$\left(\frac{9V_c - V_c}{3}\right) = \frac{RT_c}{P_c}$$

$$\frac{8V_c}{3} = \frac{RT_c}{P_c}$$

$$\boxed{P_c.V_c = \frac{3}{8}RT_c} \quad \text{یا 12.11-------}$$

## 12.6 متناظر حالتوں کا کلیہ

وینڈروال نے بتایا کہ اگر کسی گیس کے اصل دباؤ(P) ، حجم(V) اور تپش(T) کو ان کے فاضل مستقل یعنی فاضل دباؤ($P_C$) فاضل حجم($V_C$)اور فاضل تپش($T_C$)میں ظاہر کیا جائے تو'ایک دوسرا بہت ہی اہم عام کلیہ والا مساوات حاصل ہو گا جس کو متناظر حالتوں کا کلیہ کہا جاتا ہے۔

اگر اصل دباؤ(P) اور فاضل دباؤ($P_C$) کی نسبت $\left(\frac{P}{P_c}\right)$ کو P سے ظاہر کیا جائے یعنی $\left(\frac{P}{P_c}\right) = \pi$ اور اسی طرح اصل حجم(V) اور فاضل حجم($V_C$) کی نسبت کو $\left(\frac{V}{V_c}\right) = \phi$ اور اصل تپش T اور فاضل تپش $T_C$ کی نسبت $\frac{T}{T_c} = \theta$ سمجھ لیا جائے تو یہاں پر $\pi$ کو تخفیفی دباؤ(Reduced pressure) کو تخفیفی حجم (Reduced volume) $\phi$ اور کو تخفیفی تپش(Reduced temperature) کہا جاتا ہے غرض ان نسبتوں سے ہمیں حاصل ہو گا۔

$$P = P_c.\pi \quad \text{یا} \quad \frac{P}{P_c} = \pi \qquad \text{----12.12}$$

$$\frac{V}{V_c} = \phi \quad \text{یا} \quad V = V_c.\phi \qquad \text{-----12.13}$$

اس طرح

اور اگر $\frac{T}{T_c} = \theta$ ہو تو $\left(\frac{T}{T_c}\right) = \theta$.....12.14

ایک اصول یا سلم گیس کے لئے وینڈروال مساوات ہے۔

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \qquad \text{------12.15}$$

اگر وینڈروال مساوات(12.15) میں مساوات(12.13)' (12.14)' (12.12) P'V اور T کے لئے درج کریں تو ہمیں مساوات ہو جائیگا

$$\left[P_c\pi + \frac{a}{V_c^2\phi^2}\right]\left[V_c\phi - b\right] = RT_c.\theta \qquad \text{یعنی 12.16------}$$

مگر ہمیں فاضل حجم ' فاضل دباؤ اور فاضل تپش کی قیمتیں وینڈروال مستقل اور گیس مستقل کی شکل میں معلوم ہیں یعنی

$$V_C = 3b \quad \text{.....12.12}$$

$$P_c = \frac{a}{27b^2} \text{.....12.13}$$

$$T_c = \frac{8a}{27Rb} \text{.....12.14} \qquad \text{اور}$$

غرض مساواتیں(12.12) ’(12.13)اور(12.14) کو مساوات(12.15) میں درج کریں۔

$$\left[\frac{a}{27b^2}.\pi+\frac{a}{(3b)^2\phi^2}\right]\left[3b\phi-b\right]=\cancel{R}.\frac{8a\theta}{27\cancel{R}B}$$

$$a\left[\frac{\pi}{27b^2}+\frac{a}{(3b)^2\phi^2}\right]\left[3b\phi-b\right]=\frac{8a\theta}{27b}$$

$$\frac{\cancel{ab}}{\cancel{27}b^2}\left[\pi+\frac{3}{\phi^2}\right]\left[3\phi-1\right]=\frac{8\cancel{a}\theta}{\cancel{27}b}$$

---12.16

اس مساوات کو متناظر حالتوں کے کلیہ کی مساوات کہتے ہیں۔ اسکو وینڈروال کا تخفیفی حالت کی مساوات بھی کہتے ہیں۔ اس مساوات میں غور سے دیکھئے وینڈروال کے مستقل'a' اور'b' گیس مستقل R موجود نہیں ہیں' اسی لئے یہ تمام اشیاء کے لیے استعمال میں آسکتا ہے۔ اور یہ ایک عام مساوات ہے غرض مساوات(12.16) کو وینڈروال کی حالت کی تخفیفی مساوات کہتے ہیں۔ یہ مکمل طور پر عام مساوات ہے جو تمام اشیاء کے لئے قابل اطلاق ہے۔ فرض کرو کہ دو یا زائد اشیاء ایک تخفیفی دباؤ اور تخفیفی تپش پر ہیں' تو مساوات(12.16) سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ان تمام کے تخفیفی حجم ایک ہی ہونگے۔ اشیاء جو ایک ہی تخفیفی دباؤ' تخفیفی حجم اور تخفیفی تپش کے تحت پائے جاتے ہیں متناظر حالتوں میں کہلاتے ہیں' اسی لئے مساوات(12.16) کو متناظر حالتوں کا کلیہ کے طور پر لیا جاسکتا ہے۔ اس کلیہ کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ "اگر دو یا زائد اشیاء ایک ہی تخفیفی دباؤ اور تخفیفی تپش پر ہوں تو ان تخفیفی حجم بھی یکساں ہوتے ہیں"۔

## 12.7 اکتسابی نتائج

اس اکائی میں ہم نے مندرجہ ذیل کے متعلق مطالعہ کیا ہے۔

1۔ فاضل مظہرات کے تعلق سے بحث کی گئی ہے۔

2۔ اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس پر تجربات ہیں اور ان سے حاصل جو حجم اور دباؤ کے درمیان مختلف مستقل درجہ حرارت پر ہم تپش منحنیاں حاصل ہیں۔ ان کی بنیاد پر فاضل مظہرات کو سمجھایا گیا ہے۔

3۔ فاضل مظہرات یعنی فاضل تپش (Critical Temperature $T_c$) فاضل دباؤ (Critical Pressure $P_c$) اور فاضل حجم (Critical Volume $V_c$) کیا ہوتے ہیں۔ ان کی تعریف کی گئی ہے۔

4۔ گیسی حالات کے تسلسل (Continuing of State) کو بیان کیا گیا ہے۔

5۔ وینڈروال کے مستقل 'a' اور 'b' اور فاضل مستقلات $T_c$، $P_c$ اور $V_c$ کے درمیان کے رشتہ کو حسابی طور پر اخذ کیا گیا ہے۔

6۔ تخفیفی تپش (Reduced Temperature $\theta$) ، تخفیفی دباؤ (Reduced Pressure $\pi$) اور تخفیفی حجم (Reduced Volume $\phi$) کیا ہوتے ہیں' بتایا گیا ہے۔

7۔ وینڈروال کا تخفیفی مساواتِ حالت (Van der waal Reduced Equation of State) جس کو متناظر حالتوں کے کلیہ کا مساوات (Law of Corresponding states) کہا جاتا ہے۔ اس کو اخذ کیا گیا ہے اور اس کی اہمیت کا ذکر ہے۔

## 12.8 کلیدی الفاظ

1. **فاضل تپش ($T_C$)** :اعظم ترین تپش جس پر کسی گیس کو مائع میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

2. **فاضل دباؤ ($P_C$)** : فاضل تپش پر گیس کو مائع میں تبدیلی کے لئے درکار دباؤ۔

3. **فاضل حجم ($V_C$)** :فاضل تپش اور فاضل دباؤ کے تحت ایک مول گیس کا حجم۔

4. **آئسوتھرم** : ہم تپش ترسیم یا خطوط جس میں مستقل تپش پر کسی گیس کے حجم اور دباؤ کے درمیان گراف کھینچا جاتا ہے۔

5. **خفیفی تپش ($\theta$)** : اصل تپش اور فاضل تپش کی نسبت $\theta = \frac{T}{T_c}$

6. **تخفیفی دباؤ ($\pi$)** : اصل دباؤ اور فاضل دباؤ کی نسبت $\pi = \frac{P}{P_c}$

7. **تخفیفی حجم ($\phi$)** : اصل حجم اور فاضل حجم کی نسبت $\phi = \frac{V}{V_c}$

8. **فاضل پچکاؤ یا سکڑاؤ عامل ($Z_c$)** : اس کا ضابطہ یہ ہے $Z_c = \frac{P_c V_c}{RT_c}$

اور اس کی قیمت $\frac{3}{8} = 0.375$ ہے۔

## 12.9 نمونہ امتحانی سوالات

## معروضی جوابات کے حامل سوالات

1۔ وہ منحنیاں جو مستقل تپش پر گیس کے حجم اور دباؤ کے درمیان میں کھینچی گئی ہوں' انھیں کہتے ہیں۔

(a) آئسوتھرم (Isotherm) (b) آئسوبار (Isobar)

(c) آئسوکور (Isochore) (d) آئسوڈائیفرس (Isodiapher)

2۔ وہ تپش جس سے زیادہ تپش پر کی گیس کو مائع میں تبدیل نہیں کیا جاسکتا چاہے دباؤ کتنا بھی زیادہ کرلیں، اس تپش کو کیا کہتے ہیں۔

(a) فاضل تپش (b) کامل تپش (c) بائیل تپش (d) تپش بالمعکوس

3۔ اینڈروس نے کاربن ڈائی آکسائیڈ پر تجربہ کرکے اس گیس کا فاضل تپش کتنا بتایا ہے؟

(a) $13.1^0C$ (b) $21.5^0C$ (c) $31.1^0C$ (d) $35.5^0C$

4۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا فاضل حجم کو ظاہر کرتا ہے؟

(a) $\frac{8a}{27Rb}$ (b) $\frac{a}{27b^2}$ (c) 3b (d) $\frac{3}{8}RT_c$

5۔ فاضل تپش کو ظاہر کرنے والا ضابطہ کون سا ہے؟

(a) $\frac{8a}{27Rb}$ (b) $\frac{a}{27b^2}$ (c) 3b (d) $\frac{3}{8}RT_c$

6۔ مندرجہ ذیل میں وہ ضابطہ جو فاضل دباؤ کا ہوتا ہے۔

(a) $\frac{8a}{27Rb}$ (b) $\frac{a}{27b^2}$ (c) 3b (d) $\frac{3}{8}RT_c$

7۔ وینڈروال کی تخفیفی مساوات یا متناظر حالات کا کلیہ کی مساوات کون سی ہے؟

(a) $PV = RT$ (b) $\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT$

$\left(\pi+\frac{3}{\phi}\right)(3\phi-1)=80$ (c)　　(d) ان میں سے کوئی نہیں

8۔ فاضل پچکاؤ یا سکڑاؤ عامل کے لیے فارمولا ہو گا۔

$Z_c=\frac{RT_c}{P_cV_c}$ (a)　　$Z_c=\frac{T_cV_2}{RP_c}$ (b)　　$Z_c=\frac{RP_c}{T_cV_c}$ (c)　　$Z_c=\frac{P_cV_c}{RT_c}$ (d)

9۔ فاضل حالات میں وینڈر روال مساوات کو استعمال کرتے ہوئے کون سا ضابطہ ثابت ہے؟

$P_cV_c=\frac{3}{8}RT_c$ (a)　　$P_cV_c=\frac{8}{3}RT_c$ (b)　　$RT_c=\frac{3}{8}P_cV_c$ (c)　　$RP_c=\frac{8}{3}T_cV_c$ (d)

10۔ وینڈر روال کے مطابق 'کسی گیس کی اصل تپش اور فاضل تپش کی نسبت کو کیا کہتے ہیں؟

(a) مطلق تپش　　(b) کیلون تپش　　(c) تخفیفی تپش　　(d) مثالی تپش

## مختصر جوابات کے حامل سوالات

1۔ فاضل مستقلات کیا ہیں؟ ان کی تعریف کیجیے۔

2۔ گیسوں میں حالات کا تسلسل کس طرح سمجھایا جاتا ہے، لکھیے۔

3۔ وینڈر روال کے تخفیفی مساوات (Vander Waal's Reduced Equation) کو اخذ کیجیے۔

4۔ فاضل حالات میں وینڈر روال کے مساوات کو استعمال کرتے ہوئے ثابت کیجیے کہ ہوتا ہے۔

5۔ اینڈروس کے کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس پر تجربات کو مختصر بیان کیجیے۔

## طویل جوابات کے حامل سوالات

1۔ وینڈر روال کے مستقلات اور فاضل مستقلات کے درمیان رشتہ کو اخذ کیجیے۔

2۔ کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس کے ہم تپش ترسیمات (Isotherms of Carbon dioxide) اور فاضل مظہرات کو تفصیل سے لکھیے۔

3۔ وینڈروال کے متناظر حالات کے کلیہ (Law of Corresponding States) کو اخذ کیجیے اور اس کی اہمیت بیان کیجیے۔

4۔ ایک گیس کا تخفیفی حجم 10.2 اور تخفیفی تپش 0.7 ہیں تو اس گیس کا دباؤ محسوب کیجیے جب کہ اس کا فاضل دباؤ 42 atm ہے۔

5۔ کسی گیس کے فاضل تپش اور فاضل دباؤ بالترتیب 304K اور 73 کرۂ دباو ہیں' تو اس گیس کے لیے وینڈروال مستقلات 'a' اور 'b' محسوب کیجیے جب کہ $R = 0.0821\ LAtmK^{-1}\ mol^{-1}$ ہے۔

## مزید مطالعے کے لیے تجویز کردہ اکتسابی مواد

1. Principles of Physical Chemistry by Prutton and Marron

2. Essentials of Physyical Chemistry by Bahl and Tuli

3. Physical Chemistry Through Problems by S.K. Dogra

4. Text Book of Physical Chemistry by K.L. Kapoor

5. Text Book of Physical Chemistry by Puri and Sharma

6. Text Book of Physical Chemistry Soni and Dharmahra

# مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

# MAULANA AZAD NATIONAL URDU UNIVERSITY

## B. Sc. III Semester Examination

## Paper Title: Physical Chemistry – 1

## پرچہ: طبعی کیمیا -1

## Paper Code – BNCH301DCT

**Time :** 3 Hrs **Maximum Marks :** 50

**ہدایات:**

یہ پرچہ سوالات تین حصوں پر مشتمل ہے: حصہ اول، حصہ دوم، حصہ سوم۔ ہر جواب کے لئے لفظوں کی تعداد اشارہ ہے۔ تمام حصوں سے سوالوں کا جواب دینالازمی ہے

1. **حصہ اول میں** 10 لازمی سوالات ہیں جو کہ معروضی سوالات / خالی جگہ پر / کرنا / مختصر جواب والے سوالات ہیں۔ ہر سوال کا جواب لازمی ہے۔ ہر سوال کے لیے 01 نمبر مختص ہے۔ (1 x 10 = 10 Marks)
2. **حصہ دوم میں** چھ 6 سوالات ہیں۔ اس میں سے طالب علم کو کوئی 4 سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً سو (100) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے05 نمبرات مختص ہیں۔ (4 x 5 =20 Marks)
3. **حصہ سوم میں** 3 سوالات ہیں۔ اس میں سے طالب علم کو کوئی 2 سوال کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً ڈھائی سو (250) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 10 نمبرات مختص ہیں۔ (2 x 10 = 20 Marks )

---

## حصہ اول

سوال 1

i. ایک لیٹر محلول میں منحل کے مول کی تعداد ہے کو کی کہتے ہیں۔

ii. مثالی محلول کے جوڑے کی ایک مثال دیجیئے۔

iii. کشید کا عمل جس میں نامیاتی مرکبات کو بھاپ گذار کر علاحدہ کیا جاتا ہے۔ کیا کہلاتا ہے؟

iv. بخاری دباؤ میں اضافی پستی اور منحل کی مول کسر میں رشتہ کو کیا کہتے ہیں؟

v. ارتباطی خصوصیات کس پر منحصر ہوتی ہیں؟

vi. ایسا محلول جس میں منحل اپنی طبعی حالت میں یا غیر افتراق یا غیر ائتلاف حالت میں ہو کیا کہلاتا ہے؟

vii. معیاری تپش اور دباؤ پر ایک مول کامل گیس کا حجم کیا ہو گا ؟

viii. مثالی گیس کی حرکی گیس مساوات کا فارمولا ہوتا ہے۔

ix. وہ گیس جو گیسی کلیات کے مکمل طور پر تابع نہیں ہوتی' اس کو کہتے ہیں۔

x. وینڈروال کے مطابق کسی گیس کی اصل تپش اور فاضل تپش کی نسبت کو کیا کہتے ہیں؟

## حصہ دوم

2. رؤلٹ کا کلیہ بیان کیجیے اور حسابی شکل لکھیے۔

3. ہم کشید اور غیر ہم کشید آمیزے کیا ہیں؟ مثالیں دیجئے۔

4. ارتباطی خصوصیات کیا ہیں؟ مثالیں دیجیے۔

5. سالمی کمیت (سالمی وزن) میں بے قاعدگی کے وجوہات کی تشریح کیجیے۔

6. سالمی رفتاروں کی میکسول۔ بولٹزمن کے مطابق تقسیم کے تعلق سے لکھیے۔

7. وینڈروال کے تخفیفی مساوات (Vander Waal's Reduced Equation) کو اخذ کیجیے۔

## حصہ سوم

8. بھاپ کشید کے عمل اور اصول کو بیان کیجیے۔

9. ولوجی دباؤ کی تعریف کیجئے۔ ولوجی دباؤ کے کلیات بیان کیجیے۔

10. بائیل کلیہ کی تعریف کیجیے اور اس کی تشریح و وضاحت تفصیل سے لکھیے۔

☆☆

# طبعی کیمیا-1

(Physical Chemistry-1)

# لیاب مینول

(Lab Manual)

# اکائی-1۔ غیر طیران پذیر منحل کے سالمی وزن کا راسٹ کے اصول پر تخمینہ

(Unit-1: Determination of molecular weight of a Non-Volatile Solute-Rast's Method)


اکائی کے اجزا

مقصد

اصول

درکار آلات اور کیمیائی اشیاء

طریقہ کار

کافور کے $K_f$ کی تخمینہ

آمیزہ (کافور میں نیفتھالین) کا نقطہ اماعت کا جدول

خالص کافور کا نقطہ اماعت کا جدول (حصہ اول)

حسابات۔ I (Calculation I)

نامعلوم منحل کے سالمی وزن کا تخمینہ

حصہ دوم کا مشاہدات (Observation)

خالص کافور کا نقطہ اماعت کا جدول (حصہ دوم)

احتیاطی تدابیر

نتیجہ یا رپورٹ


## مقصد

تجربہ: راسٹ کے طریقہ عمل کے مطابق کسی نامعلوم منحل کے سالمی وزن کا تخمینہ لگانا۔

## اصول

کسی طیران پذیر محلل میں جب غیر طیران پذیر محل شامل کیا جاتا ہے, تو محلول کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ کسی بھی محلوں کی ایسی خصوصیت، مربوط خصوصیات(colligative properties) کہلاتی ہے۔ ایسی خصوصیات. جن کا تعلق بخاراتی دباؤ کے کم ہونے سے ہے ,ان میں سے، نقطہ انجماد میں تخفیف بھی ایک خصوصیت ہے۔

یہ خصوصیات منحل کے ذرات پر منحصر ہے، ان کی نوعیت پر نہیں۔ لہذا نقطہ انجماد میں تخفیف(Depression in freezing point) بھی منحل کے سالمات کی فطرت کے مقابلے ان کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ محلول کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی تخفیف خالص محلل کے مقابلے نقطہ انجماد میں تخفیف کا باعث ہوتی ہے۔ راولٹ کے کلیہ کے مطابق جب, کسی غیر طیران پذیر ٹھوس مادہ کو محلل میں ملایا جاتا ہے، تو اس کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔

بالفرض اگر مان لیا جائے کہ خالص محلل کا نقطہ انجماد $T_f^0$ ہے اور اس میں ایک غیر طیران پذیر نحل ملایا جائے تو اس کا نقطہ انجماد $T_f$ ہے۔ تب نقطہ انجماد میں کمی حسب ذیل ہو گی۔

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f \quad .....(2.1)$$

$\Delta T_f$ کو نقطہ انجماد میں تخفیف کہتے ہیں۔

ڈائی لیوٹ محلول کے لئے نقطہ انجماد میں تخفیف ( $\Delta T_f$ ) بھی محلول کی مولالیٹی(molality) یعنی 'm' کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\Delta T_f \alpha\, m$$

$$\Delta T_f = K_f\, m \quad .....(2.2) \text{یا}$$

تناسبیت کا مستقلہ ( $K_f$ )جو کہ محلل کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے نقطہ انجماد پر تخفیف کا مستقلہ یا مولال تخفیف کا مستقلہ( Cryoscopic Constant) کہلاتا ہے۔ $K_f$ کی اکائی K Kg mol ہے۔

اگر $M_2$ مولر کمیت والے $W_2$ گرام منحل جو کہ $W_1$ گرام محلل میں موجود ہے اور محلل کے نقطہ انجماد میں تخفیف $\Delta T_f$ ہے تو منحل کی(molality) مندرجہ ذیل مساوات(2.3) کے ذریعے ہو گی۔

$$m = \frac{W_2 / M_2}{W_1 / 1000} \quad .....(2.3)$$

مولالیٹی کی اس قدر کو مساوات(ii) میں رکھنے پر

$$\Delta T_f = \frac{K_f \times W_2 \times W_1}{W_2 \times 1000} \quad .....(2.4)$$

$$K_f = \frac{\Delta T_f \times M_2 \times W_1}{W_2 \times 1000} .....(2.5)$$

$$M_2 = \frac{K_f \times W_2 \times 1000}{\Delta T_f \times W_1} .....(2.6)$$

جہاں $K_f$ = نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ

$W_2$ = منحل کا وزن

$W_1$ = محلل کا وزن

$\Delta T_f$ = نقطہ انجماد میں تخفیف

$M_2$ = منحل کی مولر کمیت

## درکار آلات اور کیمیائی اشیاء

نقطہ اماعت کی شعری نالیاں، نقطہ انجماد کا جنتر، حساس تپش پیما($360\ ^0C$)، تولن نلی مع ڈھکن، کوھن دستہ، بیکر۔ کیمیائی اشیاء پیرافین تیل، خالص کافور کا سفوف نیفتھالین اور وہ غیر طیران پذیر مرکب جس کا سالمی وزن معلوم کرنا ہے۔

## طریقہ کار

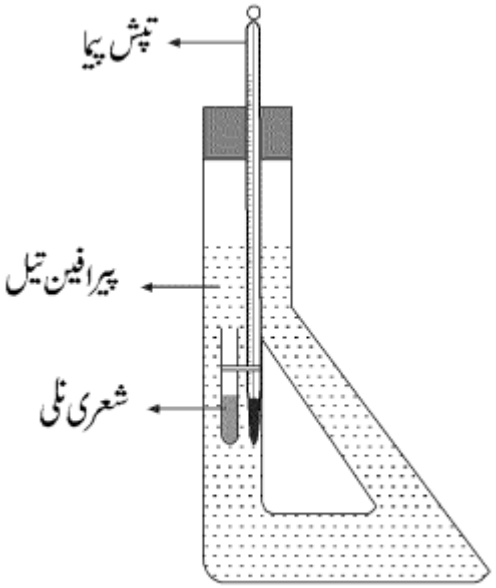
### کافور کے $K_f$ کی تخمینہ

ایک صاف خشک تولن نالی (Weighing botlle) کا کیمیائی میزان (Weighing balance) سے صحیح وزن ($W_1$) معلوم کرنے کے بعد اس میں تقریباً 200mg خشک نیفتھالین (Naphtalene) منحل ڈال لیں اور تلی کو دوبارہ وزن کریں ($W_2$)۔ پھر اس میں تقریبا 2 gm خالص خشک کافور کا سفوف ملائیں اور صحیح طور پر وزن کریں ($W_3$) تولن نلی کو گلاس کے ڈھکن سے بند کر دیں۔ اب اس نالی کو جس میں میفتھالین اور کافور کا آمیزہ ہے ایک پیرافین تیل کے جنتر میں جس کی تپش میزہ ہے ایک پیرافین تیل کے جنتر میں جس کی تپش 200C° ہو, پر رکھ دیں۔ نلی کے اجزاء کو فوری طور پر پگھلنے دیں اور علی کو متواتر گھماتے رہیں تا کہ مائع مادہ متجانس ہو جائے۔ اب ملی کو کمرے کی تپش تک ٹھنڈا کریں تا کہ متجانس ٹھوس آمیزہ حاصل ہو۔ بعد از آں اس آمیزہ کے کچھ حصے کو دستے (Pestle) کی مدد سے سفوف میں تبدیل کریں تا کہ متجانس سفوف (کافور نیفتھالین) حاصل ہو۔ اس صفوف کو ایک نقطہ اماعت ملی (شعری نالی) میں بھر لیں۔ چونکہ کافور کی مولال پستی کا مستقلہ بہت زیادہ ہوتا ہے، لہذا نقطہ انجماد میں تخفیف بھی زیادہ ہو گی۔ اس لیے اس کو ایک عام تپش پیما (Thermometer) سے جانچا جا سکتا ہے۔ لہذا ایک تپش پیما کے جوفہ کو شعری ملی کے ساتھ دھاگے یا ربر کی پٹی (Rubber Band) سے باندھ دیں اور اس تپش پیما (Thermometer) کو شعری ملی کے ساتھ پیرافین تیل سے بھرے جنتر میں (شکل 1) کے مطابق رکھ دیں۔ اب اس جنتر کو آہستہ آہستہ ایک خورد شعلہ (Micro Burner) سے احتیاط کے ساتھ گرم کر لیں۔ گرم کرتے وقت شعری نلی میں سفوف کے پگھلنے کا انتظار کریں۔ جب یہ سفوف مکمل طور پر پگھل کر، اس کی ٹھوس ہیت سے مکمل طور پر تبدیل ہو جائے۔ تو تپش پیما کی تپش نوٹ کر لیں۔ شعلہ دار برنر کو جنتر کے نیچے سے ہٹالیں اور جنتر کو کمرہ کی تپش تک ٹھنڈا کریں۔ جب شعری تلی میں پگھلا ہوا مادہ مکمل طور پر ٹھوس مادے میں تبدیل ہو جائے تو تپش پیما کی تپش نوٹ کریں۔ مذکورہ اشیاء کے گرم کرنے، ٹھنڈا کرنے اور تپش پیما کی تپش نوٹ

کرنے کے عمل کو کئی بار دہرائیں۔ مذکورہ طریقہ عمل کو صرف کافور کے ساتھ بھی علاحدہ دہرائیں او تپش نوٹ کریں۔ اس سے خالص کافور کا انقطہ ءاماعت ( انجماد ) حاصل ہوتا ہے۔

کافور کا وزن( $W_c$ ) ، نیفتھالین کا وزن $W_n$ اور کافور میں نیفتھالین کے آمیزہ کا نقطہ اماعت ( $T_f$ ) معلوم کریں۔

اور تمام مشاہدوں کو نوٹ کریں۔




شکل 1: نقطۂ انجماد کا جنتر

حصہ اول کا مشاہدات

**آمیزہ (کافور میں نیفتھالین) کا نقطہ اماعت کا جدول۔I۔**

| سلسلہ نمبر | آمیزہ کا نقطہ اماعت ($^oC$) | آمیزے کا نقطہ اماعت کا اوسط ($T_f$) $^oC$ |
|---|---|---|
| 1۔ | $t_1$..... .....$^0C$ | |
| 2۔ | $t_2$..... .....$^0C$ | $T_f = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4}$ |
| 3۔ | $t_3$..... .....$^0C$ | |
| 4۔ | $t_4$..... .....$^0C$ | |

**خالص کافور کا نقطہ اماعت کا جدول (حصہ اول)**

| سلسلہ نمبر | آمیزہ کا نقطہ اماعت ($^oC$) | آمیزے کا نقطہ اماعت کا اوسط ($T_f$) $^oC$ |
|---|---|---|
| 1۔ | $t_1^0$..... .....$^0C$ | |

| | | |
|---|---|---|
| -2 | $t_2^0 \ldots\ldots\ldots\ldots {}^0C$ | $T_f^0 = \frac{t_1^0 + t_2^0 + t_3^0 + t_4^0}{4}$ |
| -3 | $t_3^0 \ldots\ldots\ldots\ldots {}^0C$ | |
| -4 | $t_4^0 \ldots\ldots\ldots\ldots {}^0C$ | |

**حسابات-II**

تولن نلی کاوزن($W_1$) =----------گرام

تولن نلی اور نامعلوم منحل کاوزن($W_A$) = ($W_2$-$W_1$) =----------گرام

نامعلوم منحل کاوزن($W_1$) =----------گرام

تولن نلی اور منحل اور کافور آمیزہ کاوزن($W_3$) =----------گرام

کافور کاوزن($W_C$) = ($W_3 - W_2$) =----------گرام

آمیزے کا نقطۂ اماعت کا اوسط $T_f$ = ----------گرام

خالص کافور کا نقطہ اماعت کا اوسط ($T_f^0$)=----------گرام

نقطہ اماعت میں پستی = $\Delta T_f^{`} = T_f^0 - T_f^{`}$ ----------گرام

**حسابات III**

ا۔کافور کا مولال پستی مستقلہ $K_f$(تجربے کے پہلے حصے سے حاصل شدہ)

$\Delta T_f$, $W_N$, $W_C$ اور $W_N$ کی قیمتیں درج کر کے $K_f$ قیمت محسوب کریں۔

$M_N$ نیفتھالین کی مولر کمیت ہے۔128 gm/mol

$$K_f = \frac{\Delta T_f \times M_N \times W_C}{W_N \times 1000}$$

$K_f$ = _____ $K\,kg\,mol^{-1}$

**حسابات IV**

۲۔نقطہ اماعت میں پستی (تجربے کے دوسرے حصے سے حاصل شدہ):

$\Delta T_f^{`}$، $W_C$، $K_f$ اور $W_A$ کی قیمتیں درج کر کے $M_A$ کی قیمت محسوب کریں۔

نامعلوم منحل کا سالمی وزن($M_A$) = ..... gm/mol

$$M_A = \frac{K_f \times W_A \times 1000}{\Delta T_f^{'} \times W_C^{'}}$$

$$M_A = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ gm/mol}$$

**نتیجہ:** نامعلوم ٹھوس مادے کا سالمی وزن ($M_A$) = ..... gm/mol ہے۔

## احتیاطی تدابیر

۱۔ تپش پیما $0.1\ ^{o}C$ کے اضافے تک کے لیے حساس ہونا چاہیے۔

۲۔ کافور کا سفوف خالص اور خشک ہونا چاہیے۔

۳۔ تولن نلی کو استعمال سے پہلے ایسی ٹون (Acetone) سے دھو کر گرم کر کے خشکالہ میں ٹھنڈا ہونے کے لیے رکھ دیں اور کمرے کی درجہ حرارت تک آنے پر ہی استعمال میں لائیں۔

## نتیجہ یا رپورٹ

(i) نیفتھالین منحل کو استعمال کر کے کافور محلل کا مولال پستی کا مستقل $K_f$ =

(ii) نامعلوم طیران پذیر منحل کا سالمی وزن ($M_A$) = .....

# اکائی-2 : آسٹوالڈ ویسکومیٹر کے ذریعہ کسی مائع کی ویسکاسٹی شرح کی تخمین

(Unit-2: Determination of Coefficient of Viscosity of a Liquid Using Ostwalds Viscometer)

اکالی کے اجزا

مقصد

اصول

ویس کاٹی گتانک (Coefficient of Viscosity) کی اکائی اور اصول

درکارآلات اور کیمیائی اشیاء

طریقہ عمل

مائع کی کثافت کی تخمین کا طریقہ مائع کی کثافت کی تخمین کے لیے حسابات

مائع کے بہاؤ کا وقت (Time of Flow) معلوم کرنا

نتیجہ یا رپورٹ

احتیاطی تدابیر

## مقصد

کسی دئے ہوئے مائع کی ویسکاسٹی یا گاڑھا یا چپچپا مائع کی گتانک (Coefficient) کی تخمین آسٹو الڈ وسیکومیٹر (Ostwald Viscometer) کے استعمال کے ذریعہ کرنا۔

اس تجربہ کے نظریہ کو پڑھنے اور عملی تجربہ کرنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائینگے کہ،

(i) مائع کی کثافت معلوم کرنے کا تجرباتی طریقہ کس طرح کیا جاتا ہے۔

(ii) پائیزیلی مساوات (Poiseulle's Equation) کو استعمال کرتے ہوئے شعری ملی میں مائعات کے بہاؤ اور ان کے بہاؤ کے اوقات (Time of flow) کو معلوم کرتے ہوئے مائع کی ویسکاٹی کے گتانک کو کس طرح محسوب کیا جاتا ہے اسکی واقفیت ہو گی۔

## اصول

ہر سیال یا مائع کے بہاؤ کی مزاحمت کا چپچپا یا گاڑھا یا ویس کاسٹی (Viscocity) ایک اہم پیمانہ ہوتا ہے۔ حرکت پذیر سیال یا مائع کے اندر رگڑ کی وضاحت مزاحمت کرتا ہے کیونکہ یہ اپنی سالماتی ساخت کی وجہ سے اندرونی رگڑ دیتا ہے۔ کم ویسکاسٹی والے سیال آسانی سے بہتے

ہیں اور زیادہ ویسکاسٹی والے سیال کی رفتار کم ہوتی ہے جسکی وجہ بہاؤ کی مزاحمت زیادہ ہوتی ہے۔ ویس کاسٹی گستانک (Coefficient of Viscosity) کو عام طور پر $\eta$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ویسکاسٹی کو متاثر کرنے والے چند عوامل یہ ہیں کہ،

(i) جب درجہ حرارت زیادہ ہوتی ہے تو ویسکاسٹی کم ہو جاتی ہے ایک درجہ حرارت کے زیادہ ہونے پر تقریباً 20 ویسکاسٹی کم ہو جاتی ہے۔

(ii) زنجیری مرکبات (Chain Compounds) قطبی مرکبات (Polar Compounds)، سونتی نظام والے مرکبات کی ویسکاسٹی زیادہ ہوتی ہیں۔ (Colloidal System Compounds)

(iii) یکساں قسم کے مرکبات میں اگر سالمی وزن زیادہ ہو تو اسے مرکبات کی ویسکاسٹی بھی زیادہ ہوگی۔ وغیرہ وغیرہ پوائسزیلی مساوات (Poiseiulle Equation)

(کو استعمال کرتے ہوئے بہاؤ طریقہ (Flow method) سے کسی سیال یعنی مائع کی ویسکوسٹی (Viscosity) معلوم کیا جاتا ہے۔ پوائیزیلی مساوات یہ ہے۔

$$\eta = \frac{\pi r^4 t}{8vl} \quad .....(4.1)$$

جہاں $\eta$ = ویسکاسٹی گستانک، V = شعری نلی میں بہتا ہوا مائع کا حجم، t = سکنڈز میں وقت، r = شعری نلی کا نصف قطر، l = ٹیوب یعنی نلی کی لمبائی، P = نلی کا مستقل دباؤ۔

پانی کے مقابلے میں اگر کسی مائع کی ویسکاسٹی معلوم کریں تو مائع کی اضافی ویسکانسٹی Relative Viscosity of Liquid حاصل ہوگی۔ دو مائعات جو لیے جاتے ہیں ان میں ایک وہ مائع ہوتا ہے جسکی ویسکاسٹی گستانک $\eta_1$ معلوم کرنا ہے اور دوسرا مائع عام طور پر پانی لیا جاتا ہے جسکی ویسکاسٹی گستانک ماویسکاسٹی گستانک $\eta_2$ دی گئی ہے دونوں مائعات کا بہاؤ وقت تجربہ سے معلوم کیا جاتا ہے جنکی کثافتیں $d_1$ اور $d_2$ ہیں اور بہاؤ وقت $t_1$ اور $t_2$ ہے مائع کے بہاؤ کا وقت $t_1$ کے لیے فارمولا ہوگا،

$$t_1 \alpha \frac{\eta_l}{h d_1 g} \quad .....(4.2)$$

جہاں h = نلی میں مائع کی اونچائی کا فرق اور پانی کے بہاؤ یعنی دوسرے مائع کے بہاؤ کا وقت $t_2$ کے لئے ضابطہ ہوگا۔

$$t_2 \alpha \frac{\eta_2}{h d_2 g} \quad .....(4.3)$$

یہاں پر g ہوگا کشش ثقل (Acceleration due to gravity) کی وجہ سہ سرعت $d_2$ = دوسرا مائع یعنی پانی کی کثافت مساوات (2) اور (3) سے حاصل ہوگا،

$$\boxed{\eta_l = \frac{t_1 d_1}{t_2 d_2} \times \eta_2} \quad .....(4.4) \qquad \text{یا} \quad \frac{\eta_l}{\eta_2} = \frac{t_1 d_1}{t_2 d_2} \quad \text{یا} \quad \frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{\eta_l \cdot d_2}{\eta_2 \cdot d_1}\right) \quad \text{یا} \quad \frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{\frac{\eta_l}{h d_1 g}}{\frac{\eta_2}{h d_2 g}}\right)$$

## ویسکاسٹی گتانک (Coefficient of Viscosity) کی اکائی اوراصول

(i) ویسکاسٹی کے گتانک کی اکائی سی جی ایس یونٹ میں پوائز(Poise)ہوتی ہے۔ایک پوائز(Poise) مساوی ہوتا ہے ایک ڈائن۔ سکنڈ فی $cm^2$(سنٹی میٹر) کے۔یعنی($dyne-sec/cm^2$) کے۔

(ii) SIیونٹ میں اکائی ہے۔کے جی میٹر $^{-1}$سکنڈ یا کے جی فی میٹر فی سکنڈ(Kilogram per meter per second) ( $Kg.m^{-1}.$) $(Sec^{-1})$ یا $NS\ m^{-2}$یا $NSm^{-2}$نیوٹن سکنڈ $^{-2}$(میٹر) یاپاسکل سکنڈ(Pa.S)

ویسکاسٹی گتانک کی تجرباتی تخمین دو مرحلوں پر مشتمل ہوتی ہے پہلے مرحلہ میں مائع کی کثافت معلوم کرنا ہوتا ہے۔کثافت معلوم کرنے کے لیے کثافت بوتل(Density Bottle) اور کیمیائی ترازو اوزان کے ساتھ یا الکٹرانک ترازو استعمال ہوتے ہیں کمرہ تپش پر پانی کو ایک معیاری حوالہ مائع کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے جسکی کثافت ایک معین تپش پر کیمیائی کتابی مواد(Chemical Literature) سے حاصل کیا جاتا ہے۔ دوسرے مرحلہ میں دئے ہوئے سیال یا مائع کی ویسکاٹی گتانک (Viscosity Coefficient) آسٹوالڈ ویسکو میٹر(Ostwald Viscometer) کو استعمال کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔ آسٹوالڈ ویسکو میٹر سے اس میں موجود شعری ملی کے ذریعہ مائع کو دو معین نشانوں سے گزارا جاتا ہے۔ اور مائع کے ان دو نشانوں کے درمیان گزرنے کے لیے جو وقت لگتا ہے اسے مائع کے بہاؤ کا وقت( Time of flow of liquid) کہا جاتا ہے ویسکو میٹر کو اچھی طرح صاف کر کے اور خشک کر کے پہلے پانی کے بہاؤ کا وقت اور پھر دوبارہ ویسکو میٹر کو صاف اور خشک کر کے دئے ہوئے نامعلوم مائع کے بہاؤ کا وقت معلوم کیا جاتا ہے کمرہ کی تپش پر پانی کی ویسکاسٹی کی قیمت کیمیائی ادبی مواد کے جدول سے حاصل کی جاتی ہے اور جیسا کہ ویسکاٹی کے نظریہ میں بیان کیا گیا ہے اسکے فارمولا یا ضابطہ سے نامعلوم مائع کی ویسکاسٹی گتا تک محسوب کی جاتی ہے۔اس میں استعمال ہونے والا ضابطہ مندرجہ ذیل میں دیا گیا ہے۔

$$\eta_1 = \frac{t_1 d_1}{t_2 d_2} \times \eta_2 \quad .....(4.4)$$

یہاں $\eta_1$اور $\eta_2$ بتدریج مائع اور پانی کے ویسکاسٹی گتانک کی قیمتیں ہیں۔ $t_1$اور $t_2$ بہاؤ کے اوقات، $d_1$اور $d_2$ کثافتیں ہیں۔

## درکار آلات اور کیمیائی اشیاء

آسٹوالڈ وسیکو میٹر' کلیمپ والا استادہ' اسٹاپ گھڑی' کثافت بوتل' کیمیائی ترازو' کیمیائی ترازو کے اوزان کا صندوق( Weight Box)یا الکٹرانک ترازو' درجہ دار ناچہ 'کشید شدہ پانی' مائع جس کی ویسکاسٹی کا گتانک معلوم کرنا ہے

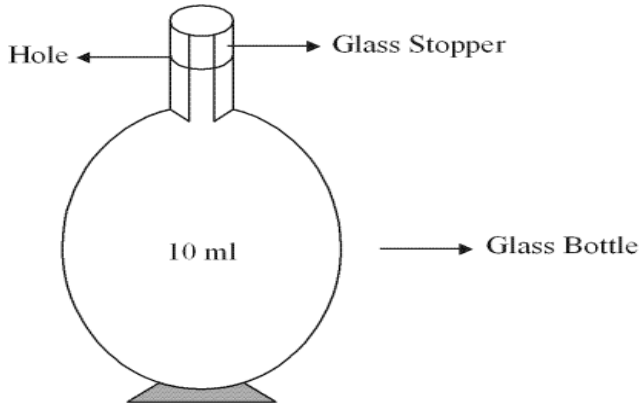
## طریقہ کار

اس تجربہ کا طریقہ عمل دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے

(i) پہلے حصہ میں دئے گئے مائع کی کثافت کی تخمین کرنا ہوتا ہے اور

(ii) دوسرے حصہ میں دئے گئے مائع کی ویسکاسٹی گتانک (Coefficient of Viscosity) کی تخمین ہوتی ہے۔ مندرجہ ذیل میں یہ دو حصوں کے طریقوں کو تفصیل سے بیان کیا گیا ہے۔

## مائع کی کثافت کی تخمین کا طریقہ




شکل 1 : کثافت بوتل Figure 1 : Density Bottle

کثافتی بوتل کو شکل 1 (Figure (1) میں بتایا گیا ہے ایک معین حجم جیسا کہ 10 ملی لیٹر والے کثافتی بوتل کو لیا جاتا ہے۔ کثافتی بوتل کو نوعی کشش ثقل بوتل (Specific Gravity Bottle) بھی کہا جاسکتا ہے۔ جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے کثافتی بوتل کے اوپر منہ والے حصہ کو شعری ڈاٹ (Capillery Stopper) کے ذریعہ اچھی طرح نسب (Fit) کیا جاتا ہے کثافتی بوتل اور شعری ڈاٹ بہت اچھی طرح پانی سے صاف کرلیں اور اسکے بعد میتھائیل الکوحل یا ایسٹون سے دھو کر خشک ہوا کے ذریعہ خشک کرلیں۔ اسکے بعد شعری ڈاٹ سے جڑے ہوئے۔

کثافتی بوتل کا وزن کیمیائی ترازو کے ذریعہ یا الکٹرانک ترازو کے ذریعہ صحیح وزن معلوم کریں اور نوٹ کرلیں۔ فرض کرو کہ یہ وزن $W_1$ گرام ہے۔ اسکے بعد کثافت بوتل میں کشیدہ پانی اسطرح ڈالیں کہ بوتل پر ہو جائے اور اسکے منہ پر لگی شعری ڈاٹ سے قطرہ بہنے لگے شعری ڈاٹ کے اوپر کی سطح کو سوکھے کپڑے سے یا تقطیری کاغذ کے ذریعہ خشک کرلیں۔ یاد رہے کہ یہ سب کاروائی کمرہ تپش پر ہی کریں اور تپش میں کسی قسم کی تبدیلی نہ آنے دیں کمرہ تپش بھی نوٹ کرلیں۔ اب کثافت بوتل جو کشیدہ پانی سے بھری ہوئی ہے اسکا وزن معلوم کرلیں فرض کرو کہ یہ وزن $W_2$ گرام ہے۔

کثافت بوتل سے پانی کو نکال دیں خالی بوتل کو اچھی طرح صاف کر کے خشک کریں اور اس کو اس مرتبہ دئے ہوئے مائع سے اسی طریقہ سے بھر دیں جیسا کہ پانی سے کیا گیا تھا۔ اب کثافت بوتل جو مائع سے پر ہے اور شعری ڈاٹ جڑا ہوا ہے اس کا وزن معلوم کریں۔ اور نوٹ کریں فرض کرو کہ یہ وزن $W_3$ گرام ہے۔ ان اور ان کی بنیاد پر مندرجہ ذیل طریقہ سے مائع کی کثافت محسوب کریں۔

## مائع کی کثافت کی تخمین کے لیے حسابات

★ خالی کثافت بوتل مع شعری ڈاٹ کا وزن = $W_1$ گرام=.....

★ کثافت بوتل مع شعری ڈاٹ + کشیدہ پانی کا وزن = $W_2$ گرام=.....

★ کثافت بوتل مع شعری ڈاٹ + دئے ہوئے مائع کا وزن = $W_3$ گرام=.....

★ کشیدہ پانی کا وزن = $(W_2 - W_1)$ گرام=.....

★ دئے گئے مائع کا وزن = $(W_3 - W_1)$ گرام=.....

★ کمرہ کی تپش پر پانی کثافت (کیمیائی کتابوں سے لی گئی قیمت) = $d_2$ گرام=فی ملی لیٹر.....

☆ دئے ہوئے مائع کی کثافت $(d_1)$ = $\frac{\text{مائع کا وزن}}{\text{یکساں حجم والے پانی کا وزن}}$ × پانی کی کثافت

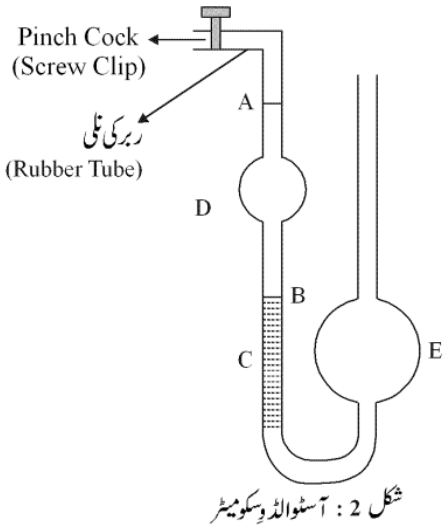
$$d_2 \times \frac{(W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)} = d_1 \quad .....(4.5)$$

★ اگر کمرہ کی تپش پر پانی کثافت $(d_2)$ ایک گرام فی نلی ملی لیٹر ہو تو $d_2$ = 1 اور تب ضابطہ ہو گا،

$$1 \times \frac{(W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)} = d_1 \quad .....(4.6)$$

## مائع کے بہاؤ کا وقت (Time of Flow) معلوم کرنا

دئے گئے مائع اور دوسرا معیاری یا حوالہ مائع یعنی یہاں پر پانی کے شعری نلی میں سے بہاؤ کا وقت (Time of Flow) معلوم کرنے کے لیے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے اسکو آسٹوالڈ ویسکو میٹر (Ostwald's Viscometer) کہتے ہیں جو شکل 2 (Figure 2) میں بتایا گیا ہے۔ آسٹوالڈ ویسکو میٹر ایک U شکل کا گلاس کا آلہ ہوتا ہے جیسا کہ شکل 4.2 میں بتایا گیا ہے۔ جس کے دو بازوؤں میں گلاس نلیوں (Glass Tubes) سے جڑے ہوئے دو بلب ہوتے ہیں جن کو D اور E سے نشاندہی کیا گیا ہے۔ بائیں بازو والا بلب D نالیجہ نما ہوتا ہے جس میں دو معین نشان A اور B ہوتے ہیں نشان A بلب کے اوپر کے حصہ میں ہوتا ہے اور بلب کے نیچے کے حصہ میں B نشان ہے اس بلب D کے نیچے والے نشان B کے نیچے ایک شعری نلی (Capillary Tube) جو تقریباً 10 سم لمبی ہوتی ہے۔




شکل 2 : آسٹوالڈ وِسکومیٹر

(Figure 4.2 : Ostwald's Viscometer)

شکل ویسکو میٹر کے دائیں بازو میں جو بلب ہے اسے E سے ظاہر کیا گیا ہے۔ بائیں والا بلب D دائیں والے بلب E کے مقابلے میں چھوٹا ہوتا ہے دائیں والا بلب E جو بڑا ہوتا ہے اس میں مائعات ( یعنی پہلے کشیدہ پانی اور اسکے بعد نا معلوم مائع ) درجہ دار ناچلے یا ظرفک کے ذریعہ ڈالا جاتا ہے ہر مرتبہ ویسکو میٹر کو اچھی طرف سے صاف کر لیں بائیں بلب D کے اوپر والی چینی نلی کو ربر نلی فٹ کر دی جاتی ہے اس ربر نلی کے ذریعہ مائع کو D بلب میں اسطرح کھینچا جائے کہ مائع دباؤ کی وجہ D بلب کے اوپر والے نشان A سے تھوڑی اوپر تک آئے۔ اور دائیں بلب E میں مائع بلب کے پیندے کو آجائے جب بائیں بلب کے اوپر والے نشان A تک مائع آجائے تو اسکو نشان B تک پہنچنے میں جو وقت لگتا ہے اسکو مائع کے بہاؤ ہر کا وقت (Time of Flow of Liquid) کہا جاتا ہے۔ اس بہاؤ۔ جاتا ہے۔ اس بہاؤ کے وقت نوٹ کیا جاتا ہے تجربہ تقریباً تین یا چار بار دہرایا جاتا ہے اوبار جو بہاؤ کا وقت آتا ہے اسے نیچے دئے گئے جدول میں نوٹ کر لیں ایک مائع یعنی پانی سے تجربہ ہونے کے بعد نا معلوم مائع کا بھی تجربہ اسی طرح کریں اور بہاؤ کا وقت نوٹ کریں غرض اس تجربہ میں مائع کو بائیں بلب D کے اوپر والے نشان A سے بلب کے نیچے والے نشان B تک شعری ملی کے ذریعہ گذرنے کا وقت ہی مائع کے بہاؤ کا وقت ہوتا ہے جسکو اسٹاپ واچ کے ذریعہ نوٹ کر لیا جاتا ہے تقریباً 4 مرتبہ دہرایا جاتا ہے اور چاروں کا اوسط نکالا جاتا ہے حاصل شدہ بہاؤ کے اوقات کو مندرجہ ذیل جدول میں درج کیا جاتا ہے۔ یہ یادرہے کہ تجربہ کے دوران دونوں بازوں میں مائع کی سطح یکساں ہونی چاہیے۔

جدول I: مائعات کے بہاؤ کے اوقات۔ کثافت اور ویسکاسٹی گتانک

(Table I : Time of Flow, Density and Coefficient of Viscosity of Liqiuid)

| ویسکاسٹی گتانک (Coefficient of Viscosity) | کثافت (Density) | اوسط وقت (Average of flow Time) | مائع کے بہاؤ کا وقت (سیکنڈ میں) (Flow Time in Sec. of Liquid) | | | | مائعات (Liquids) | سلسلہ نمبر (S.No) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | پانی | | | | | | | |
| 2 | مطلوبہ مائع | | | | | | | |

**حسابات**

دئے ہوئے ل نامعلوم کی مطلق ویسکاسٹی(Absolute Viscosity) $\eta_1 = \eta_2 \times \frac{t_1 d_1}{t_2 d_2}$

اس ضابطہ میں

$\eta_1$ = مائع کی ویسکاسٹی روم تپش پر

$\eta_2$ = میعاری مائع یعنی پانی کی ویسکاسٹی کمرہ کی تپش پر

$d_1$ = دئے ہوئے مائع کی کثافت کمرہ تپش پر

$d_2$ = میعاری مائع جیسا کہ پانی کی کثافت کمرہ تپش پر

$t_1$ = بہاؤ کا وقت نامعلوم مائع کا

$t_2$ = معیاری مائع جیسا کہ پانی کے بہاؤ کا وقت

یہاں پر معیاری مائع یعنی پانی کی ویسکاسٹی کمرہ کی تپش پر( $\eta_2$ )اور کثافت کمرہ تپش پر( $d_2$ ) کی قیمتیں کیمیائی ادب کے مواد سے حاصل کی جاتی ہے اور دی جاتی ہے۔ $t_1$, $d_1$ اور $t_2$ کو تجربے کے ذریعہ حاصل کیا جاتا ہے۔ اور $\eta_1$ جو دئے مائع کی ویسکاسٹی گتانک ہے محسوب کیا جاتا ہے۔

## نتیجہ یا رپورٹ

(i) دئے ہوئے نامعلوم معائع کی کثافت = ..... گرام فی ملی لیٹر

(ii) دئے ہوئے نامعلوم مائع کی ویسکاسٹی گتانک = ..... سنٹی پوائس(cp)

(کمرہ کی درجہ حرارت پر)

## احتیاطی تدابیر

(i) ویسکو میٹر کو اچھی طرح صاف کرنا چاہیے۔

(ii) کثافت بوتل کی صفائی کا بھی خاص خیال رکھیں۔

(iii) تجربہ کے دوران ویسکو میٹر کو عمودی(Ventrical) رکھیں۔

(iv) معیاری مائع پانی اور نامعلوم مائع دونوں کا حجم یکساں ہونا چاہیے۔

(v) ایسا مائع تجربے کے لیے نہ لیں جس کے بہاؤ کا وقت ایک منٹ سے کم ہو۔

(vi) ویسکومیٹر کو اور کثافت بوتل کو کرومک ترشہ (Chromic Acid) سے اچھی طرح صاف کریں اور پھر کشیدہ پانی سے دھولیں۔ اس کے بعد آخر میں میتھائیل الکوحال یا ایسٹون سے صاف کر کے خشک کریں۔

## جدول۔II

### پانی کی کثافت اور ویسکاسٹی گتانک مختلف درجہ حرارت پر

Density of Water (d) and Coefficient Viscosity($\eta$) at Different Temperature

| سلسلہ نمبر (S.No.) | تپش یا درجہ حرارت (Temperature) °C | کثافت (Density) $kg.m^{-3}\times10^{3}$ $gm.per\,ml\,(or)\,gm.cm^{-3}$ | ویسکاسٹی ($\eta$) $kg.m^{-1}.sec^{-1}\times10^{3}$ or Poise × $10^{-2}$ or centipose (cp) |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 0.9982 | 1.0050 |
| 2 | 22 | 0.9978 | 0.9579 |
| 3 | 25 | 0.9971 | 0.8937 |
| 4 | 27 | 0.9965 | 0.8545 |
| 5 | 30 | 0.9967 | 0.8007 |
| 6 | 32 | 0.9950 | 0.7679 |
| 7 | 35 | 0.9941 | 0.7225 |
| 8 | 37 | 0.9934 | 0.6947 |
| 9 | 38 | 0.9930 | 0.6814 |
| 10 | 40 | 0.9922 | 0.6560 |

## جدول۔III

### مختلف مائعات (مرکبات) کی کثافت اور ویسکاسٹی گتانک

| سلسلہ نمبر (S.No) | مرکب کا نام (Name of compound) | کثافت (Density) $g/cm^3$ | ویسکاسٹی گتانک (Coefficient of Viscosity) kg. per meter per second × $10^4$ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 20 °C | 30 °C | 40 °C |
| 1 | Aniline | 1.0262 | 42.7 | 31.1 | 23.6 |
| 2 | Benzene | 0.8842 | 6.47 | 5.61 | 4.92 |
| 3 | n-Butyl alcohol | 0.8134 | 29.48 | 23.0 | ---- |
| 4 | Isobutyl alcohol | 0.8020 | --- | --- | --- |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| --- | --- | 3.63 | 1.2706 | Carbondisulfide | 5 |
| 7.46 | 8.48 | 9.75 | 1.6037 | Carbon tetrachloride | 6 |
| 4.64 | 5.10 | 5.63 | 1.4985 | Chloroform | 7 |
| 8.34 | 10.03 | 12.00 | 0.7896 | Ethyl alcohol | 8 |
| 2.708 | --- | 3.26 | 0.6678 | n-Hexane | 9 |
| --- | --- | --- | 1.1664 | Glycerol | 10 |
| 4.71 | 5.25 | 5.90 | 0.8716 | Toulene | 11 |
| --- | --- | --- | 0.8804 | o-Xylene | 12 |

# اکائی-3۔بنزین اور پانی کے مابین بینزوک ترشہ کی تقسیمی شرح کی تخمین

(Unit-3: Determination of Distribution or Partition Coefficient of Benzoic Acid between Benzene and Water)

اکائی کے اجزا

مقصد

اصول

درکارآلات اور کیمیائی اشیاء

طریقہ عمل

نتیجہ

احتیاطی تدابیر

## مقصد

نرنسٹ تقسیمی کلیہ(Nernst Distribution Law) کے ذریعہ بنزین اور پانی کے مابین بنزوک ترشہ کی تقسیمی شرح کی تخمین بنزین میں دو( Organic Solvent) تجرباتی طور پر کرنا ہے اور یہ ثابت کرنا ہے کہ اس نظام میں محل(Solute) بنزوک ترشد نامیاتی محلل(Solvent)ترکیبیہ(Dimer) بناتا ہے۔

اس تجربے کو مکمل کر لینے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائینگے کہ

(i ) زیر مطالعہ نظام کے حاصل کردہ نتائج کی روشنی کی بنیاد پر منحل بنزوک ترشہ نامیاتی محلل بنزین میں دو ترکیبیہ بناتا ہے۔

(ii) طلبہ کو یہ معلوم ہو جائیگا کہ یہ نظام سادہ نہیں بلکہ پیچیدہ ہے۔

(iii) اگر نظام سادہ نہ ہو تو حاصل کردہ نتائج کو تقسیمی کلیہ کی مساوات میں اندراج کر کے پیچیدگی نوعیت کی تو پیچیدگی نوعیت کی تخمین کی جاتی ہے۔

(iv) تجربہ مکمل ہو جانے کے بعد طلبہ کو یہ معلوم ہوگا کہ کون سی ہیئت یعنی نامیاتی یا آبی میں منحل کی پیچیدگی یعنی ائتلاف(Association) یاانفتراق(Dissociation) واقع ہوتی ہے۔

## اصول

نرنسٹ مسیحی کلیہ کے مطابق اگر ایک ایسا منحل (Solute) جو دو نا حل پذیر محلات (Solvents) کے آمیزے میں ڈالا جائے تو یہ منحل دونوں محلات میں کچھ نہ کچھ حد تک حل پذیر ہوتا ہے ایک مستقل تپش پر اس منحل کے محلولوں کے ارتکاز کی نسبت مستقل ہوتی ہے۔ ابھی جو نظام مطالعہ میں ہے اس میں منحل بنزوک ترشہ ہے اور دو محلل میں ایک پانی اور دوسرا بنزین ہے۔ بنزوک ترشہ ( منحل ) کو جب بنزین ( محلل 1 ) اور پانی ( محلل 2 ) کے آمیزہ میں ملایا جائے تو یہ دونوں محلات (بنزین اور پانی میں تقسیم ہوتا ہے بنزوک ترشہ پانی میں سادہ سالمہ (A) کی طرح موجود رہتا ہے اور بنزین میں دو ترکیبیہ (Dimers) بناتا ہے لہذا بنزوک ترشہ کے سادہ ارتکاز کی نسبت دو محلات (Solvents) میں مستقل نہیں ہوتی عام طور پر ایک منحل دونوں محلوں میں سادہ سالمیت میں ہو تو نرنسٹ کلیہ کے حساب سے دو محلات میں سادہ ارتکاز کی نسبت مستقل ہوتی ہے۔ یعنی اگر اگر $C_1$ اور $C_2$ سادہ ارتکاز ہیں تو $K = \frac{C_1}{C_2}$ ہوتا ہے مگر موجودہ نظام میں رموجودہ نظام میں بنزوک ترشہ کا ارتکاز C2 دونوں محللوں میں سادہ نہیں ہے یعنی پانی محل میں سادمل میں سادہ سالمہ (A) اور بنزین محلل میں دو ترکیبہ (A2) ہے اسی لیے $\left(\frac{C_1}{C_2}\right)$ یا $\left(\frac{C_0}{C_w}\right)$ مستقل نہیں ہو گا بنزین میں بنزوک ترشہ کا ائتلاف (Association) ہوتا ہے اسکے تعادل کو حسب ذیل مساوات سے ظاہر کرتے ہیں۔

$2A \rightleftharpoons A_2$ یعنی $[\text{Benzoic Acid}]_2 \rightleftharpoons [\text{Benzoic Acid}]_2$ یا (بنزوک ترشہ) $\rightleftharpoons$ (بنزوک ترشہ)2 ہو گا۔

یہاں A سادہ سالمہ ہے اور $A_2$ ائتلافی سالمہ۔

اگر ائتلاف نامی اتی محلل (بنزین) میں واقع ہو اور بنزوک ترشہ ارتکاز بنزین میں $C_1$ اور $C_0$ (Corganic) اور پانی میں بنزوک ترشہ سادہ سالمہ اور اسکا ارتکاز یا $C_w$ (Cwater) ہو تو $\left(\frac{C_0}{C_w}\right)$ کی نسبت کے بجائے $\left(\frac{C_0^{1/2}}{C_w}\right)$ یعنی $\left(\frac{\sqrt{C_0}}{C_w}\right)$ کی نسبت مستقل ہو گی تقسیمی شرح کو تجرباتی طریقہ سے حاصل کیا جاتا ہے اور ارتکاز محسوب کیا جاتا ہے۔ غرض عام طور پر اگر منحل نامیاتی محلل میں ائتلاف کرتا ہے تو $\frac{n\sqrt{C_0}}{C_w}$ مستقل ہوتا ہے اور اگر منحل آبی پرت میں ائتلاف کرتا ہے تو $\frac{C_0}{n\sqrt{C_w}}$ مستقل ہوتا ہے جہاں پر (n) ایک سادہ صحیح عدد 1، 2، 3 ہوتا ہے۔ غرض دونوں پرتوں یعنی آبی پرت اور نامیاتی پرت میں ارتکاز محسوب کیا جاتا ہے $\left(\frac{n\sqrt{C_0}}{C_w}\right)\left(\frac{C_0}{C_w}\right)$ اور $\frac{C_0}{\sqrt{C_w}}$ کی نسبت کو تجرباتی طریقہ سے حاصل کردہ ارتکاز سے معلوم کیا جاتا ہے اگر $\frac{\sqrt{C_0}}{C_w}$ مستقل ہو تو منحل نامیاتی محلل میں ائتلاف کرتا ہے اور اگر $\left(\frac{\sqrt{C_0}}{C_w}\right)$ مستقل ہو تو منحل کا ائتلاف آبی محلل میں ہوتا ہے غرض (n=2) ہو تو دو ترکیبیہ سازی (n=3) سہ ترکیبیہ سازی اور (n=4) ہو تو چار ترکیبیہ سازی ہو گی۔

موجودہ زیر مطالعہ نظام میں $\left(\frac{\sqrt{C_0}}{C_w}\right)$ مستقل ہوتا ہے۔اس لیے بنزین محلل میں بنزوکترشہ دوترکیبیہ سالمہ (Dimer) ہوتا ہے اور پانی محلل میں سادہ سالمہ ہے۔

## درکارآلات اور کیمیائی اشیاء

دوعدد ظرفک 50 ملی لیٹر والے' 250 ملی لیٹر والے 5 متعمل کانچ کے بوتل' 5 ملی لیٹر اور 10 ملی لیٹر والے ناپچے 'ملی لیٹر والا پیپائش استوانہ' ظرفک استادہ' پورسیلین تختی یا چینی کی تختی' مخروطی صراحی 250 ملی لیٹر والے' خالص بینزین' خالص بینزویک ایسیڈ' بینزین میں بینزویک ایسیڈ کا سیر شدہ محلول اور 0.1 M کا سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کا محلول۔

## طریقہ عمل

### بنزین میں سیر شدہ بنزوک ترشہ کے محلول کی تیاری

(Preparation of Saturated Solution of Benzoic acid in Benzene)

**تجربہ کا حصہ (1)**

ایک 250 ملی لیٹر کی ڈاٹ دار کانچ کی بوتل لے کر اس میں پیپائشی استوانے کی مدد سے 100 ملی لیٹر بنزین ملائیں۔خشک خالص بنزوک ترشہ کے سفوف کو تھوڑی تھوڑی مقدار میں بنزین میں ملائیں۔بنزوک ترشہ کی ہر تھوڑی مقدار ملانے کے بعد بوتل کو اچھی طرح ہلائیں تاکہ ترشد مکمل طور پر حل ہو جائے کوئی ٹھوس بنزوک ترشہ یا اسکے ذرات بوتل میں نہیں ہونے چاہیے۔ترشے کو ملانے اور ہلانے کا عمل اس وقت تک جاری رکھیں جب تک کہ کچھ ٹھوس ذرات مستقل طور پر بوتل میں باقی رہیں۔بوتل میں حاصل شدہ محلول بنزوک ترشہ کا بنزین میں سیر شدہ محلول کہلاتا ہے۔اس محلول کو ایک دوسرے ڈاٹ لگے ہوئے کانچ کی بوتل میں تقطیری کاغذ (Filter paper) کی مدد سے تقطیر کریں اس دوسری بوتل میں حاصل شدہ صاف محلول بنزوک ترشہ کا بنزین میں سیر شدہ محلول ہوگا اس سیر شدہ محلول کو تجربے کے دوسرے حصوں میں استعمال کریں۔

**تجربہ کا حصہ (2)**

چار 250 ملی لیٹر کے صاف ڈاٹ لگے ہوئے کانچ کے بوتل لیں۔اور ان کو بوتل نمبر I، II، III اور IV کے طور پر نشاندہی یا لیبل (Label) کرلیں۔ہر بوتل میں بنزوک ترشہ کا سیر شدہ محلول بنزین اور پانی کا آمیزہ تیار کرلیں جیسا کہ نیچے جدول I (Table I) میں بتایا گیا ہے۔

**جدول۔ I**

| بوتل نمبر | حجم ملی لیٹر میں | | پانی کا حجم ملی لیٹر میں | آمیزے کا جملہ حجم لیٹر میں |
|---|---|---|---|---|
| | سیر شدہ محلول | خالص بنزین | | |
| I | 20 | 0 | 40 | 60 |
| II | 15 | 05 | 40 | 60 |
| III | 10 | 10 | 40 | 60 |
| IV | 05 | 15 | 40 | 60 |

بوتلوں کو ڈاٹ سے اچھی طرح بند کریں ہر بوتل کے محلول کو اچھی طرح ہلائیں اور تقریبا ایک گھنٹے کے لیے رکھ چھوڑیں۔ اس گھنٹے کے دوران ہر پندرہ منٹ بعد بوتلوں کے اجزاء کو اچھی طرح ہلاتے رہیں اب بوتلوں کو تجربے کے مکمل ہونے تک بغیر ہلائے کمرے کی تپش پر ہی رکھیں تقریباً آدھے گھنٹے کے بعد دیکھیں گے کہ بنزین اور پانی کی پرتیں (Layers) بوتل میں علحیدہ ہوگئی ہونگی چونکہ بنزین کی کثافت پانی سے کم ہوتی ہے اس لیے اوپر کی پرت بنزین اور نیچے کی پرت پانی کی ہوگی۔

**تجربہ کا حصہ (3)**

اب ہر بوتل سے 5 ملی لیٹر بنزین پرت ( اوپر کی پرت) کے محلول کو ناچلہ کی مدد سے ایک صاف مخروطی صراحی میں لیا جائے جس میں تقریباً 10 ملی لیٹر کشید کیا ہوا پانی موجود ہو اور دو قطرے فنا تھلین (Phenolpthalein) نمائندہ محلول ملائیں ایک صاف 50 ملی لیٹر والے ظرفک کو 0.1 سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ محلول سے صفر نشان تک پر کیا جائے اور ظرفک استادہ کی مدد سے اسکو فکس کیا جائے ظرفک کے نیچے مخروطی صراحی جس میں بنزین پرت والا محلول ہے رکھیں اور ظرفک سے 0.1 سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ محلول آہستہ آہستہ مخروطی صراحی میں ڈال کر معائزہ کریں۔ مخروطی صراحی کو اچھی طرح ہلاتے رہیں جب تک پھیکے گلابی رنگ مستقل ظاہر نہ ہو جائے اس کو ختمی نقطہ (End Point) کہا جاتا ہے اس نقطہ کو نوٹ کر لیا جاتا ہے اس تجربہ کو دوبارہ نئے 5 ملی لیٹر بنزین پرت کو لے کر دوہرائیں تاکہ مستقل نتائج حاصل ہوں۔ اسی طریقہ سے ہر بوتل کے بنزین پرت کے 5 ملی لیٹر محلول کو لے کر معائزہ کیا جائے۔ اور حاصل شدہ نتائج مندرجہ ذیل میں بتائی گئی جدول II میں درج کریں اور بنزین پرت میں موجود بنزوک ترشہ کا ارتکاز محسوب کریں۔

**جدول نمبر II : بنزین پرت کے معائیرے کے نتائج** (Table-II: Results of Benzene Layer Titration)

| بوتل نمبر | سلسلہ نمبر | بنزین پرت میں بنزوک ترشہ کا حجم ملی لیٹر | بنزین پرت میں بنزوک ترشہ ارتکاز $C_1$ | ظرفک کی درجہ خوانی | | NaOH کا 0.1M حجم $V_2$ | NaOH محلول کا ارتکاز $C_2$ | بنزین پرت میں بنزوک ترشہ کا ارتکاز $C_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ابتدائی Initial | انتہائی Final | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | میں $V_1$ | | |
| $C_1C_1 = C_2V_2$<br>$C_1 = \frac{C_2V_2}{V_1} = \frac{0.1\times V_2}{5}$<br>= | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 1 | I |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 2 | |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 3 | |
| $C_1 = \frac{C_2V_2}{V_1} = \frac{0.1\times V_2}{5}$<br>= | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 1 | II |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 2 | |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 3 | |
| $C_1 = \frac{C_2V_2}{V_1} = \frac{0.1\times V_2}{5}$<br>= | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 1 | III |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 2 | |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 3 | |
| $C_1 = \frac{C_2V_2}{V_1} = \frac{0.1\times V_2}{5}$<br>= | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 1 | IV |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 2 | |
| | 0.1 M | | | 0 | ? | 5 | 3 | |

**تجربہ کا حصہ (4)**

اب اس حصہ میں پانی کی پرت کا معائیرہ کرینگے۔ ہر بوتل سے 10 ملی لیٹر پانی کا پرت یا آبی پرت ( نیچے کی پرت ) کے محلول کو 10 ملی لیٹر کے ناچہ کی مدد سے ایک صاف مخروطی صراحی میں لیں اور دو قطرے فنا پھتھلین نمائندہ محلول کو ملائیں۔ یہاں پر 50 ملی لیٹر والے ظرفک میں 0.01 سوڈیم ہائیڈرآکسائیڈ صفر نشان تک بھر لیں۔ مخروطی صراحی میں موجود آبی پرت کے محلول کو ظرفک میں موجود 0.01 سوڈیم ہائیڈ رآکسائیڈ کے محلول سے معائیرہ کریں۔ پھیکے گلابی رنگ کا مستقل طور پر ظاہر ہونا ختمی نقطہ کو ظاہر کرتا ہے اسی نقطہ کو نوٹ کر لیں ہر بوتل کے آبی پرت کو اسی طریقہ سے معائزہ کریں اور دہرائیں تا کہ حاصل شدہ نتائج مستقل ہوں۔ ان نتائج کو مندرجہ ذیل میں بتائے گے جدول 111 میں درج کریں اور آبی پرت میں حل شدہ بنزوک ترشہ کے ارتکاز کو محسوب کریں اور جدول III میں درج کریں۔

## جدول : III آبی پرت یا پانی کے پرت کے معائیرہ کے نتائج:

Table III: Results of Aqueous or Water Layers Titrations

| بوتل نمبر | سلسلہ نمبر | آبی پرت میں بنزوک ترشہ کا حجم ملی لیٹر میں $V_3$ | آبی پرت میں بنزوک ترشہ ارتکاز $C_3$ | ظرفک کی درجہ خوانی | | NaOH 0.01M کا حجم $V_4$ | محلول NaOH کا ارتکاز $C_4$ | آبی پرت میں بنزوک ترشہ کا ارتکاز $C_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ابتدائی Initial | انتہائی Final | | | |
| I | 1 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | $C_3V_3 = C_4V_4$ $C_3 = \frac{C_4V_4}{V_3} = \frac{0.1 \times V_4}{10}$ = |
| | 2 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| | 3 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| II | 1 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | $C_3 = \frac{C_4V_4}{V_3} = \frac{0.01 \times V_4}{10}$ = |
| | 2 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| | 3 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| III | 1 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | $C_3 = \frac{C_4V_4}{V_3} = \frac{0.01 \times V_4}{10}$ = |
| | 2 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| | 3 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| IV | 1 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | $C_3 = \frac{C_4V_4}{V_3} = \frac{0.01 \times V_4}{10}$ = |
| | 2 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |
| | 3 | 5 | ? | 0 | | | 0.1 M | |

## تجربہ کا حصہ (5) : حسابات

اوپر درج شدہ نتائج سے ہمیں بنزوک ترشہ کا ارتکاز بنزین پرت یا نامیاتی پرت میں جسکو ہم Co یعنی Corganic سے ظاہر کرینگے اور بنزوک ترشہ کا ارتکاز آبی پرت یا پانی کے پرت میں جس کو ہم C یعنی ($C_{water}$) سے ظاہر کرینگے۔ ($C_{organic}$) کے نتائج ہمیں جدول II سے ($C_{water}$) (C کے نتائج ہمیں جدول III سے حاصل ہونگے ان نتائج کو مندرجہ ذیل جدول IV میں درج کر کے مختلف حسابات کرینگے Partition Coefficient or Distribution( اور ارتکاز کی نسبت کی بنیاد پر بنزین اور پانی کے مابین بنزوک ترشہ کی سیمی شرح(Coefficient محسوب کرینگے ہر بوتل کے لیے $C_0$ بنزین پرت میں ارتکاز اور $C_w$ آبی پرت یا پانی کی پرت میں ارتکاز کو استعمال کرتے ہوئے $\left(\frac{C_0}{C_W}\right), \left(\frac{\sqrt[n]{C_0}}{C_W}\right)$ اور $\left(\frac{C_0}{n\sqrt{C_W}}\right)$ جہاں پر کی قیمت 2 رکھ کر مصوب کریں او مندرجہ ذیل جدول ۱۷ میں حسابات کئے ہوئے نتائج کا اندراج کریں۔

### جدول : IV ارتکاز کی نسبت نامیاتی اور آبی پرتوں میں محسوب کرنا

Table IV: Calculation of Concentration Rates of Organic and Aquous Layers

| بوتل نمبر | $C_0$ بینزین پرت میں ارتکاز | $C_W$ بینزین پرت میں ارتکاز | $K = \frac{C_0}{C_W}$ | n= اگر $K = \frac{\sqrt[n]{C_0}}{C_W}$ <br> $K = \frac{\sqrt{C_0}}{C_W}$ ہوتو 2 | n= 2 اگر $K = \frac{\sqrt[n]{C_0}}{C_W}$ ہو تو <br> $K = \frac{C_0}{\sqrt{C_W}}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | | | | | |
| II | | | | | |
| III | | | | | |
| IV | | | | | |

مندرجہ بالا جدول IV کے حسابات سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ $\left(\frac{\sqrt[n]{C_0}}{C_W}\right)$ کے کالم میں (n= 2) یعنی $\left(\frac{\sqrt{C_0}}{C_W}\right)$ کی قیمتیں مستقل ہیں اس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ بنزوک ترشہ بنزین محلل میں دو سالمے ائتلاف پاتے (2 Molecules Associate) ہیں اور دو ترکیبہ (Dimer) بناتا ہے۔

## نتیجہ

اوپر بیان شدہ نرنسٹ تقسیمی کلیہ کے تجربے سے مندرجہ ذیل نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

(i) غرض بنزین اور پانی کے مابین بنزوک ترشہ کی اوسط تقسیمی شرح کی قیمت $\frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{4}$ ہے۔

(ii) تجربہ سے ثابت ہوتا ہے کہ بنزین پرت میں بنزوک ترشہ کی سالمیت دوتر کیبہ ہوتی ہے۔

## احتیاطی تدابیر

(i) سیر شدہ بنزوک ترشہ کا محلول اور محلل پانی بنزین ہر بوتل میں ملانے کے بعد تقریباً ایک گھنٹہ تک ہلا کر چھوڑیں۔ تا کہ ہر بوتل میں تقسیمی توازن حاصل ہو۔

(ii) تقسیمی توازن حاصل ہونے کے بعد محلول کے بوتلوں کو تقریباً آدھا گھنٹہ رکھ چھوڑنا چاہیے۔ تا کہ نامیاتی اور آبی پرت مکمل طور پر علحیدہ ہو جائیں۔

(iii) معائیرے کے لیے نامیاتی پرت اور آبی پرت کو ناچہ کی مدد سے بہت ہوشیاری کے ساتھ نکال کر مخروطی صراحی میں ڈالنا چاہے چاہیے۔

(iv) نامیاتی پرت کا محلول ہر بوتل سے 5 ملی لیٹر لیا جاتا ہے اور 0.1 M سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ محلول سے معائزہ کیا جاتا ہے معائزہ کے دوران مخروطی صراحی کو مسلسل ہلاتے رہنا چاہیے۔

(v) آبی پرت کا محلول ہر بوتل سے 10 ملی لیٹر لینا چاہیے اور 0.01 M سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ کے محلول سے معائزہ کرنا چاہیے۔ اور معائیرہ کے دوران مخروطی صراحی کو مسلسل ہلاتے رہنا چاہیے۔

# اکائی- 4: مائع کے سطحی تناؤ کی تخمین اسٹالگمو میٹر کے ذریعہ

(Unit-4: Determination of Surface Tention of a Liquid Using Stalagmometer)

اکائی کے اجزا

مقصد

اصول

درکار آلات اور کیمیائی اشیاء

طریقہ عمل

پہلا مرحلہ (1) مائعات کی کثافت کے تعین یا تخمین کا طریقہ

مائع کی کثافت کی تخمین کے لیے حسابات

دوسرا مرحلہ (2) مطلوبہ مائع کے سطحی تناؤ کی تخمین

نتیجہ

احتیاطی تدابیر

## مقصد

اسٹالیمو میٹر (Stalagmo meter) کا استعمال کرتے ہوئے کشیدہ پانی (Distilled Water) کے حوالے سے دئے گئے مائع کی سطحی تناؤ(Surface Tension) کی تخمین کرنا۔

اس تجربہ کے نظریہ اور اصول کو پڑھنے سمجھنے اور عملی طور پر تجربہ کرنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائینگے کہ،

(i ) مائع کی کثافت تجرباتی طور پر کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

(ii)اسٹالیمو میٹر (Stalagmometer) کو استعمال کرتے ہوئے مائعات کی سطح کے تناؤ کی پیائش ایک شیشے کی نلی (Glass Tube) میں نشانات A اور B کے درمیان گرنے والے مائع کے قطروں کی تعداد کو شمار کر کے کسی طرح تعین کیا جاتا ہے۔

## اصول

مائع کی سطح سے دور واقع ایک سالمہ ہمسایہ مائع سالموں کے ذریعہ مربوط قوتوں (Cohesive Forces) کی وجہ سے ہر سمت یکساں طور پر کھینچا جاتا ہے جس کے نتیجے میں خالص قوت صفر ہوتی ہے مگر سطح پر موجود سالموں کے تمام اطراف میں ایک جیسے سالے نہیں

ہوتے اور اس لیے وہ اندر کی طرف کھینچے جاتے ہیں اس سے کچھ اندرونی دباؤ پیدا ہوتا ہے اور مائع سطحوں کو کم سے کم علاقے کو سکڑنے پر مجبور کرتا ہے کسی مائع کی سطحی کی خاصیت جو اسے اپنے سالموں کی مربوط نوعیت کی وجہ سے کسی بیرونی قوت کے خلاف مزاحمت کرنی اجازت دیتی ہے مائع سالموں کے درمیان مربوط قوتیں اس رجحان کے لیے ذمہ دار ہیں جسے سطحی تناؤ کہا جاتا ہے۔ اسٹالیکمو میٹر ایک ایسا آلہ ہے جو سطحی تناؤ کی تحقیقات کے لیے استعمال ہوتا ہے اسٹالیکمو میٹر میں ایک شیشے کی شعری نلی (Capillary Tube) ہوتی ہے جس کا درمیان حصہ چوڑا ہوتا ہے اسٹالیمو میٹر کی بناوٹ سے قطرہ یا ڈراپ کا حجم پہلے سے طئے کیا جاسکتا ہے۔ ٹیوب یعنی نلی کے نچلے سرے کو تنگ کیا جاتا ہے تاکہ سیال یعنی مائع کو قطرہ کے طور پر ٹیوب سے آہستہ آہستہ عمودی سمت (Vertical direction) کرتے ہیں اسٹالیموں میٹر میں موجود ایک نشان سے دوسرے نشان تک جملہ قطروں کی گنتی ہوتی ہے اور نوٹ کی جاتی ہے سطحی تناؤ کا اس سے حساب لگایا جاسکتا ہے سیال کا سطحی تناؤ عام طور پر پانی کے حوالہ جات سے کیا جاتا ہے اگر پانی کا سطحی تناؤ معلوم ہو جو 72 ڈائن فی سینٹی میٹر ہے تو ہم مندرجہ ذیل مساوات کو استعمال کر کے مخصوصی سیال کی سطحی تناؤ کا حساب لگا سکتے ہیں اس طریقہ اسٹالیکلو میٹر ڈراپ کونٹ (Stalagnometer Drop Count) یا اسالیمو میٹر قطرہ گفتی طریقہ کہتے ہیں۔

$$\gamma_2 = \frac{n_1 d_2}{n_2 d_1} \times \gamma_1 \qquad .....(3.1)$$

یہاں پر

$\gamma_1$ = حوالہ جات مائع پانی کا سطحی تناؤ

$n_1$ = پانی کے قطروں کی تعداد

$d_1$ = پانی کی کثافت

$\gamma_2$ = مطلوبہ مخصوص سیال یعنی مائع کا سطحی تناؤ

$n_2$ = مخصوص سیال کے قطروں کی تعداد

$d_2$ = مخصوص سیال کی کثافت

سطحی تناؤ (Surface Tension) کی تجرباتی تخمین دو مرحلوں پر منحصر ہوتی ہے جس میں پہلا مرحلہ ہوتا ہے مائعات کی کثافت معلوم کرنا تجربہ خانہ کی تپش پر اور دوسرے مرحلہ میں سطحی تناؤ کے لیے جو آلہ اسٹالیمو میٹر استعمال ہوتا ہے اس کے ذریعہ دونشانوں کے درمیان مائع کے بہاؤ میں جتنے قطرے گرتے ہیں ان کی گنتی کرنا ہے۔

پانی جو بطور حوالہ مائع کے طور پر استعمال ہوتا ہے اسکی کثافت اور سطحی تناؤ کی قیمتیں یا قدریں کیمیائی کتابی امواد (Chemical Literature) سے کمرہ درجہ حرارت پر انکی جدولوں سے حاصل کی جاتی ہیں اسی تجربہ میں جو مطلوب نامعلوم مائع ہوتا ہے اسکی کثافت اور بالآخر سطحی تناؤ کمرہ تپش پر معلوم کرنا ہے۔ کثافت کے تعین کے لیے کثافت بوتل ( (Density Bottleلی جاتی ہے جس کو اچھی طرح

صاف کیا جاتا ہے اور خشک کر کے اسکا خالی وزن اور پھر مائع کے ساتھ وزن معلوم کیا جاتا ہے ان حاصل شدہ اور ان کی مدد سے اور معلوم شدہ پانی کی کثافت کو استعمال کرتے ہوئے امتحانی مائع کی کثافت محسوب کی جاتی ہے جیسا کہ حسابات میں بتایا گیا ہے۔ مطلوبہ خصوصی مائع جسکا سطحی تناؤ کا تجرباتی تعیین کرنا ہے اس لیے ایک چینی کا آلہ لیا جاتا ہے جسکو شکل میں بتایا گیا ہے اور جس میں چینی کی شعری ملی ( Capillary Tube) بھی ہوتی ہے جسکے ذریعہ حوالہ مائع کو اور مطلوبہ مائع کو گزارا جاتا ہے۔

اس آلہ کو اسٹالیمو میٹر (Stalagmo meter) (کہتے ہیں مائعات کو دو متعین نشانوں کے درمیان گزارا جاتا ہے اور اوپر کے نشان سے نیچے کے نشان تک مائعات کے بہاؤ کے قطروں کی گنتی کی جاتی ہے اس تجربہ کو پانی اور مطلوبہ مائع دونوں کے ساتھ کیا جاتا ہے اور تقریباً تین یا چار بار دہرایا جاتا ہے اور جدول میں نوٹ کر لیا جاتا ہے اسی لیے اسی طریقہ کار کو ڈراپ کاؤنٹ یعنی قطروں کی گنتی ( Drop Count) کا طریقہ کہتے ہیں مندرجہ ذیل ضابطہ کو استعمال کرتے ہوئے مطلوبہ مائع کا سطحی تناؤ( $\gamma_1$ ) معلوم کیا جاتا ہے۔

$$\gamma_2 = \frac{n_1 d_2}{n_2 d_1} \times \gamma_1 \quad \ldots\ldots\ldots (3.2)$$

جہاں پر $d_1, n_1$ اور $\gamma_1$ بتدریج یا سلسلہ وار پانی کے قطروں کی تعداد اسکی کثافت اور سطحی تناؤ ہیں۔ اور $d_2, n_2$ اور $\gamma_2$ بتدریج یا سلسلہ وار مطلوبہ مائع کے قطروں کی تعداد اسکی کثافت اور سطحی تناؤ میں غرض $\gamma_2$ کو تجرباتی طور پر محسوب کر کے تخمین کیا جاتا ہے۔

## درکار آلات اور کیمیائی اشیاء

کثافت بوتل' کیمیائی ترازو' اوزان صندوق یا الکٹرانک ترازو' اسٹالیمو میٹر' ظرف استادہ' منقارہ یا بیکر' پورسیلین تختی یا چینی کی تختی' درجہ دار نالچہ' دھون بوتل' اسٹاپ گھڑی' کشیدہ پانی' مائع جس کا سطحی تناؤ تعین کرنا ہے۔

## طریقہ عمل

مائعات کے سطحی تناؤ کی تجرباتی تخمین کا طریقہ عمل دو اہم مرحلوں پر مشتمل ہوتا ہے جیسا کہ اس تجربے کے اصول میں بیان کیا گیا ہے پہلے مرحلہ میں مائعات کی کثافت کثافتی بوتل کے استعمال کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ اور دوسرے مرحلہ میں مائعات کے سطحی تناؤ کی تخمین ہوتی ہے اس مرحلہ میں جو آلہ استعمال ہوتا ہے اسکو اسٹالیمو میٹر کہتے ہیں دونوں مرحلوں کے تجرباتی طریقہ کار کو تفصیل سے مندرجہ ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔

### پہلا مرحلہ (1) مائعات کی کثافت کے تعین یا تخمین کا طریقہ

### مائع کی کثافت کی تخمین کا طریقہ

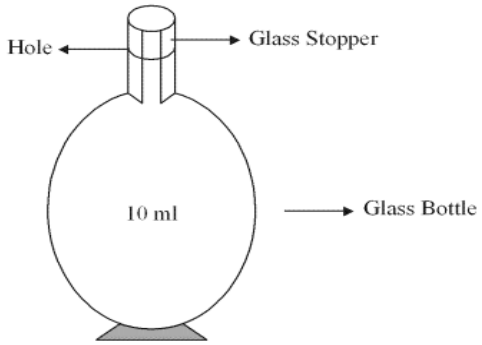



Figure 1 : Density Bottle شکل 1 : کثافت بوتل

کثافتی بوتل کو شکل 1 (Figure (1) میں بتایا گیا ہے ایک معین حجم جیسا کہ 10 ملی لیٹر والے کثافتی بوتل کو لیا جاتا ہے۔ کثافتی بوتل کو نوعی کشش ثقل بوتل (Specific Gravity Bottle) بھی کہا جا سکتا ہے۔ جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے کثافتی بوتل کے اوپر منہ والے حصہ کو شعری ڈاٹ (Capillery Stopper) کے ذریعہ اچھی طرح نسب (Fit) کیا جاتا ہے کثافتی بوتل اور شعری ڈاٹ بہت اچھی طرح پانی سے صاف کر لیں اور اسکے بعد میتھائیل اسکوحال یا ایسٹون سے دھو کر خشک ہوا کے ذریعہ خشک کر لیں۔ اسکے بعد شعری ڈاٹ سے جڑے ہوئے کثافتی بوتل کا وزن کیمیائی ترازو کے ذریعہ یا الکٹرانک ترازو کے ذریعہ صحیح وزن معلوم کریں اور نوٹ کر لیں۔ فرض کرو کہ یہ وزن $W_1$ گرام ہے۔ اسکے بعد کثافت بوتل میں کشیدہ پانی اسطرح ڈالیں کہ بوتل پر ہو جائے اور اسکے منہ پر لگی شعری ڈاٹ سے قطرہ بہنے لگے شعری ڈاٹ کے اوپر کی سطح کو سوکھے کپڑے سے یا تقطیری کاغذ کے ذریعہ خشک کر لیں۔ یاد رہے کہ یہ سب کاروائی کمرہ تپش پر ہی کریں اور تپش میں کسی قسم کی یا تبدیلی نہ آنے دیں کمرہ تپش بھی نوٹ کر لیں۔ اب کثافت بوتل جو کشیدہ پانی سے بھری ہوئی ہے اسکا وزن معلوم کر لیں فرض کرو کہ یہ وزن نہ کمر کر $W_2$ گرام ہے۔

کثافت بوتل سے پانی کو نکال دیں، خالی بوتل کو اچھی طرح صاف کر کے خشک کریں اور اس کو اس مرتبہ دئے ہوئے مائع سے اسی طریقہ سے بھر دیں جیسا کہ پانی سے کیا گیا تھا۔ اب کثافت بوتل جو مائع سے پر ہے اور شعری ڈاٹ جڑا ہوا ہے اس کا وزن معلوم کریں۔ اور نوٹ کریں فرض کرو کہ یہ وزن $W_3$ گرام ہے۔ ان اوزان کی بنیاد پر مندرجہ ذیل طریقہ سے مائع کی کثافت محسوب کریں۔

## مائع کی کثافت کی تخمین کے لیے حسابات

- خالی کثافت بوتل مع شعری ڈاٹ کا وزن = $W_1$ گرام = .....
- کثافت بوتل مع شعری ڈاٹ + کشیدہ پانی کا وزن = $W_2$ گرام = .....
- کثافت بوتل مع شعری ڈاٹ + دئے ہوئے مائع کا وزن = $W_3$ گرام = .....
- کشیدہ پانی کا وزن = $(W_2 - W_1)$ گرام = .....
- دئے گئے مائع کا وزن = $(W_3 - W_1)$ گرام = .....

- کمرہ کی تپش پر پانی کثافت (کیمیائی کتابوں سے لی گئی قیمت) = $d_1$ گرام =فی ملی لیٹر

.....

$$\text{دیے ہوئے مائع کی کثافت } (d_1) = \frac{\text{مائع کا وزن}}{\text{یکساں حجم والے پانی کا وزن}} \times \text{پانی کی کثافت}$$

$$d_2 \times \frac{(W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)} = d_1 \quad .....(3.2)$$

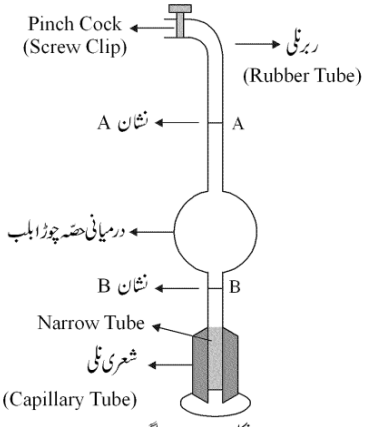
- اگر کمرہ کی تپش پر پانی کثافت($d_2$)ایک گرام فی ملی لیٹر ہو تو1 = $d_2$ گرام اور تب ضابطہ ہو گا۔

$$1 \times \frac{(W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)} = d_1 \quad .....(3.3)$$

## دوسرا مرحلہ(2) مطلوبہ مائع کے سطحی تناؤ کی تخمین

اسٹالیگمو میٹر کا طریقہ یا ڈراپ کاونٹ قطروں کی گنتی(Drop Count)کا طریقہ:

اس تجربہ میں جو آلہ استعمال ہوتا ہے اسے اسٹالیگمو میٹر (Stalagmometer) کہتے ہیں اس آلہ کو ڈراپ پیپٹ یا قطرہ نالچہ (Drop Pipette) بھی کہا جاتا ہے۔اس کو شکل2 ( Figure) میں بتایا گیا ہے۔




شکل 3.2 : اسٹالیگمومیٹر

Figure 3.2 : (Stalagmometer)

اسکی بناوٹ ایک نالچہ( Pipette) نما ہی ہوتی ہے مگر اس کا نچلا حصہ شعری نلی (Capillary tube) جیسا ہوتا ہے اور درمیانی حصہ چوڑا ہوتا ہے جو ایک بلب کے مانند ہے بلب کے اوپر اور نیچے دو نشان ہوتے ہیں اوپر والا نشان A اور نیچے والا B ہے ربر ٹیوب اور پیچ کاک(Pinch Cock) کو اوپر کے حصہ میں لگایا جاتا ہے تاکہ مائع کو اسٹالیمو میٹر میں کھینچا جاسکے پنچ کاک (اسکرو کلپ) کی مدد سے قطروں کے گرنے کی شرح کو کنٹرول کیا جاتا ہے یہ احتیاط برتا جاتا ہے کہ قطرے میں 10 یا 12 سے زیادہ نہ گریں اسٹالیگمو میٹر میں اچھی طرح کشیدہ پانی سے اوپر کے نشان A تک بھر لیں۔ آلہ کے نیچے ایک منقارہ یعنی بیکر رکھیں تاکہ اوپر سے چھوڑا ہوا پانی نیچے بیکر میں جا گرے۔ پانی جب اسٹالیمو میٹر میں اوپر کے نشان A سے گرنا شروع ہو جائے تو گرتے ہوئے قطروں کو گنا شروع کر دیں اور یہ عمل جب تک جاری رکھیں جب تک کہ پانی کی سطح نیچے کا نشان B تک نہ آجائے۔ غرض نشان A سے نشان B تک گرے ہوئے پانی کے قطروں کی تعداد نوٹ کر لیں اس

عمل کو تین یا چار مرتبہ دہرائیں اور ہر مرتبہ کے قطروں کی تعداد کو جدول میں لکھ لیں اور ان کا اوسط نکال لیں اسی طریقہ سے اب پانی کی بجائے مطلوبہ مائع جسکا سطحی تناؤ پہچاننا ہے اسکو اسٹالیگمیو میٹر میں بھر لیں اور بہت ہی احتیاط کے ساتھ جب مائع نشان A سے گرنا شروع ہو تو قطروں کی گنتی کرنا شروع کر دیں یہاں تک کہ مائع کی سطح نیچے کے نشان B تک پہنچ جائے اس مرتبہ نشان A سے نشان B تک گرے ہوئے قطروں کی تعداد نوٹ کریں اس تجرباتی عمل کو تین یا چار مرتبہ دہرائیں اور ہر مرتبہ جو گنتی آئیگی اسکو جدول میں نوٹ کر لیں۔ غرض اس مرحلہ 2 میں پانی اور مطلوبہ مائع کے قطروں کی تعداد جو نشان A سے نشان B تک کرتے ہیں معلوم کر کے جدول میں لکھ لیتے ہیں۔ مکمل تجربہ کے دوران جو تجربہ خانہ یا کمرہ کی درجہ حرارت ہے وہ مستقل ہونا چاہیے اس درجہ حرارت پر پانی کی جو کثافت ہوتی ہے اور سطحی تناؤ ہوتا ہے اسے ہم کیمیائی معیاری مواد (Chemical Literature Standard) کے جدول سے حاصل کریں مطالعہ شدہ مائع کی کثافت پہلے مرحلہ میں معلوم کر چکے ہیں ان قدروں کو استعمال کرتے ہوئے مندرجہ ذیل فارمولے کے ذریعہ مطلوبہ مائع کے سطحی تناؤ محسوب کریں۔

$$\gamma_2 = \frac{n_1 d_2}{n_2 d_1} \times \gamma_1 \quad \text{یا} \quad \left(\frac{\gamma_2}{\gamma_1}\right) = \left(\frac{n_1 d_2}{n_2 d_1}\right) \quad .....(3.4)$$

یہاں پر

$\gamma_1$ = حوالہ جات مائع پانی کا سطحی تناؤ

$n_1$ = پانی کے قطروں کی تعداد

$d_1$ = پانی کی کثافت

$\gamma_2$ = مطلوبہ مخصوص سیال یعنی مائع کا سطحی تناؤ

$n_2$ = مخصوص سیال کے قطروں کی تعداد

$d_2$ = مخصوص سیال کی کثافت جو محسوب کی گئی ہے کمرہ درجۂ حرارت پر

**جدول۔I**

کثافت اور سطحی تناؤ(Density and Surface Tension)

مائعات کے قطروں کی تعداد(No. of Drops of Liquids)

| سلسلہ نمبر (S.No) | مائعات (Liquids) | مائعات کے قطروں کی تعداد (No. of Drops of Liquids) | | | | | کثافت (Density) | سطحی تناؤ (Surface Tension) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | اوسط(Average) | | |
| 1 | پانی | | | | | = $n_1$ | = $d_1$ | $r_1$ |
| 2 | امتحانی مائع | | | | | = $n_2$ | = $d_2$ | $r_2$ |

## حسابات

یہاں جدول میں درج شدہ قدروں کو استعمال کرتے ہوئے اوپر جو فارمولا دیا گیا ہے، اس کے ذریعہ مطلوبہ مائع کے سطحی تناؤ کو محسوب کریں۔ کثافت کی اکائی گرام فی ملی لیٹر (g/ml) ہوتی ہے اور سطحی تناؤ کی اکائی CGS نظام میں ڈائن فی سینٹی میٹر (Dyne/cm) ہوتی ہے۔

## نتیجہ

(i) مطالعہ شدہ نامعلوم مائع کی کثافت =..... گرام فی ملی لیٹر

(ii) مطالعہ شدہ نامعلوم مائع کا سطحی تناؤ =..... ڈائن فی سینٹی میٹر

## احتیاطی تدابیر

(i) اسٹالیگمو میٹر کو عمودی طور پر (Ventrical Position) میں رکھا جائے۔

(ii) اسٹالیگمو میٹر کو تیل یا گریس (Oil or Grease) وغیرہ سے صاف رکھیں۔

(iii) اسٹالیگمو میٹر کے استعمال سے پہلے اسکی صفائی کا خاص خیال رکھیں۔

(iv) ) اسٹالیگمو میٹر سے گرنے والے قطروں کی شرح 10 یا 12 قطرے فی منٹ سے زیادہ نہیں ہونا چاہئے۔

(v) قطروں کے گرنے کو ربر ٹیوب کے لگے پنچ کلپ (Punch Clip) سے کنٹرول کریں۔

**جدول۔II : پانی کی کثافت اور سطحی تناؤ مختلف درجہ حرارت پر**

(Density and Surface Tension of Water at Difference Temperature)

| سلسلہ نمبر (S.No) | درجہ حرارت (Temperature) | پانی کی کثافت, گرام فی ملی لیٹر (Density of Water, gm/ml) | سطحی تناؤ, ڈائن فی سینٹی میٹر (Surface Tension , Dyne/cm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 °C | 0.9982 | 72.75 |
| 2 | 22 °C | 0.9978 | 72.44 |
| 3 | 25 °C | 0.9971 | 71.94 |
| 4 | 27 °C | 0.9965 | 71.69 |
| 5 | 30 °C | 0.9967 | 71.18 |
| 6 | 32 °C | 0.9951 | 70.86 |
| 7 | 35 °C | 0.9941 | 70.86 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 69.56 | 0.9922 | 40 °C | 8 |

## جدول III مختلف درجہ حرارت پر مختلف مائعات کا سطح تناؤ

Table III : Surface Tension of Different Liquids at Different Temperature

| سلسلہ نمبر S.No | مائع کا نام (Liquid Name) | مختلف درجہ حرارت (Different Temperature) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $20^0$C | $30^0$C | $40^0$C |
| 1 | بنزین | 28.85 | 27.66 | 24.93 |
| 2 | کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ | 26.95 | 25.33 | --- |
| 3 | ایتھائیل الکوحل | 22.27 | 21.43 | 30.60 |
| 4 | ٹولین | 28.50 | 27.40 | --- |
| 5 | N۔بیوٹائیٹ الکوحل | 24.60 | --- | --- |
| 6 | کاربن ڈائی سلفائیڈ | 32.33 | --- | --- |
| 7 | کلوروفارم | 27.14 | --- | --- |
| 8 | ہکزین (Hexane) | 18.40 | --- | --- |

# مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

## MAULANA AZAD NATIONAL URDU UNIVERSITY

**B. Sc. III Semester Examination**

**Paper Title: Physical Chemistry – 1**

## پرچہ: طبعی کیمیا -1

**Paper Code: BNCH301DCP**

**Time: 2 Hours** **Maximum Marks: 10**

1۔ دئے ہوئے مائع کی ویسکاسٹی یا گاڑھا یا چپچپا پن کی گتانک (Coefficient) کی آسٹوالڈ وسیکومیٹر (Ostwald Viscometer) کے استعمال کے ذریعہ تخمین کیجیئے۔

2۔ دئے گئے مائع کی سطحی تناؤ (Surface Tension) کی اسٹالیمومیٹر (Stalagmo meter) کا استعمال کرتے ہوئے کشیدہ پانی (Distilled Water) کے حوالے سے تخمین کیجیئے۔

3۔ زبانی امتحان

4۔ ریکارڈ فائیل