

रसायनशास्त्र - I

(प्रयोगशाला नियमपुस्तिकेसह)

लेखक:
मनीषा अग्रवाल

अनुवादक:
डॉ. अर्चना निमकर

पुनरावलोकनकर्ता:
ज्योती राणी कलगी



KHANNA BOOK PUBLISHING CO. (P) LTD.

PUBLISHER OF ENGINEERING AND COMPUTER BOOKS

4C/4344, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi-110002

Phone: 011-23244447-48

Mobile: +91-99109 09320

E-mail: contact@khannabooks.com

Website: www.khannabooks.com

Dear Readers,

To prevent the piracy, this book is secured with HIGH SECURITY HOLOGRAM on the front title cover. In case you don't find the hologram on the front cover title, please write us to at contact@khannabooks.com or whatsapp us at +91-99109 09320 and avail special gift voucher for yourself.

Specimen of Hologram on front Cover title:



Moreover, there is a SPECIAL DISCOUNT COUPON for you with EVERY HOLOGRAM.

How to avail this SPECIAL DISCOUNT:

Step 1: Scratch the hologram

Step 2: Under the scratch area, your "coupon code" is available

Step 3: Logon to www.khannabooks.com

Step 4: Use your "coupon code" in the shopping cart and get your copy at a special discount

Step 5: Enjoy your reading!

ISBN: 978-93-5538-016-6

Book Code: UG054MA

Chemistry-I by Manisha Agarwal
[Marathi Edition]

First Edition: 2021

Published by:

Khanna Book Publishing Co. (P) Ltd.

Visit us at: www.khannabooks.com

Write us at: contact@khannabooks.com

CIN: U22110DL1998PTC095547

To view complete list of books,
Please scan the QR Code:



Printed in India.

Copyright © Reserved

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior permission of the publisher.

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade, be lent, re-sold, hired out or otherwise disposed of without the publisher's consent, in any form of binding or cover other than that in which it is published.

Disclaimer: The website links provided by the author in this book are placed for informational, educational & reference purpose only. The Publisher do not endorse these website links or the views of the speaker/ content of the said weblinks. In case of any dispute, all legal matters to be settled under Delhi Jurisdiction only.



प्रो. अनिल डी. सहस्रबुद्धे
अध्यक्ष
Prof. Anil D. Sahasrabudhe
Chairman



सत्यमेव जयते

अखिल भारतीय तकनीकी शिक्षा परिषद्

(भारत सरकार का एक सांविधिक निकाय)

(शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार)

नेल्सन मंडेला मार्ग, वसंत कुंज, नई दिल्ली-110070

दूरभाष : 011-26131498

ई-मेल : chairman@aicte-india.org

ALL INDIA COUNCIL FOR TECHNICAL EDUCATION

(A STATUTORY BODY OF THE GOVT. OF INDIA)

(Ministry of Education, Govt. of India)

Nelson Mandela Marg, Vasant Kunj, New Delhi-110070

Phone : 011-26131498

E-mail : chairman@aicte-india.org

प्रास्ताविक

शतकानुशतके भारतीय समाजाच्या प्रगती आणि विस्तारामध्ये अभियांत्रिकीने अत्यंत महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे. भारतीय उपखंडात उगम पावलेल्या अभियांत्रिकी संकल्पनांचा जगावर प्रभाव पडला आहे.

ऑल इंडिया कौन्सिल फॉर टेक्निकल एज्युकेशन (एआयसीटीई) 1987 मध्ये स्थापनेपासून तंत्रशास्त्राच्या विद्यार्थ्यांना शक्य त्या सर्व प्रकारे मदत करण्यात नेहमीच आघाडीवर असते. एआयसीटीईचे ध्येय तांत्रिक शिक्षणाला प्रोत्साहन देणे आणि त्याद्वारे उद्योगाला अधिक उंचीवर नेणे आणि शेवटी आपल्या प्रिय मातृभूमी भारताला आधुनिक विकसित राष्ट्र बनण्याचे आहे. येथे हे नमूद करणे योग्य ठरेल की अभियंते आधुनिक समाजाचा कणा आहेत – चांगले अभियंते, म्हणजे चांगले उद्योग आणि चांगले उद्योग म्हणजे चांगला देश.

NEP 2020 मध्ये प्रादेशिक भाषांमध्ये सर्वांना शिक्षणाची कल्पना मांडण्यात आली आहे, ज्यामुळे प्रत्येक विद्यार्थी पुरेसा सक्षम होईल आणि राष्ट्रीय विकासासाठी योगदान देण्याच्या स्थितीत येईल याची खाली होईल.

एआयसीटीई गेल्या काही वर्षांपासून अविरतपणे काम करत असलेल्या क्षेत्रांपैकी एक म्हणजे सर्व अभियांत्रिकी विद्यार्थ्यांना विविध प्रादेशिक भाषांमध्ये तयार केलेल्या आंतरराष्ट्रीय दर्जाची पुस्तके माफक किमतीमध्ये उपलब्ध करून देणे. ही पुस्तके सोप्या भाषेत, वास्तविक जीवनातील उदाहरणे, समृद्ध सामग्री आणि बदलत्या जगाच्या उद्योगाच्या गरजा लक्षात घेऊनच तयार केलेली आहेत. ही पुस्तके अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञानासाठी एआयसीटीई मॉडेल अभ्यासक्रम – 2018 नुसार आहेत.

संपूर्ण भारतातील प्रख्यात, उत्तम ज्ञान आणि अनुभव संपन्न प्राध्यापकांनी शैक्षणिक क्षेत्राच्या सोईसाठी ही पुस्तके लिहिली आहेत. एआयसीटीईला विश्वास आहे की ही पुस्तके त्यांच्या समृद्ध सामग्रीसह तांत्रिक विद्यार्थ्यांना अधिक सहजतेने आणि गुणवत्तेसह विषयांवर प्रभुत्व मिळविण्यात मदत करतील.

या अभियांत्रिकी विषयांना अधिक सुबक बनविण्याच्या प्रयत्नांसाठी एआयसीटीई मूळ लेखक, समन्वयक आणि अनुवादकांच्या मेहनतीचे कौतुक करते.

(Anil D. Sahasrabudhe)

ऋणनिर्देश

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञानाच्या विद्यार्थ्यांसाठी तांत्रिक पुस्तक प्रकाशित करण्यासाठी सूक्ष्म नियोजन आणि अंमल बजावणी केल्याबद्दल लेखक एआयसीटीईचे आभारी आहेत.

या पुस्तकाचे समीक्षक डॉ. विमल राह यांनी हे पुस्तक विद्यार्थ्यांसाठी अनुकूल आणि कलात्मक पद्धतीने उत्तम बनवण्यासाठी मोलाचे योगदान दिल्याबद्दल आम्ही त्यांचे आभारी आहोत.

आम्ही अत्यंत सन्मानाने सांगू इच्छितो की हे पुस्तक एआयसीटीईच्या आदर्श अभ्यासक्रमानुसार असून राष्ट्रीय शिक्षण धोरण (NEP)-2020 च्या मार्गदर्शक तत्वांनुसार आहे. प्रादेशिक भाषांमध्ये शिक्षणाचा प्रसार करण्यासाठी हे पुस्तक अनुसूचित भारतीय प्रादेशिक भाषांमध्ये अनुवादीत केले जात आहे.

डॉ. सौ. अर्चना निमकर यांनी हे पुस्तक मराठी भाषेत अनुवाद करून दिलेल्या योगदानाबद्दल तसेच ज्योती राणी कलगी यांनी समीक्षा केल्याबद्दल त्यांचे आभार मानू इच्छितो.

श्री. बुद्धा चंद्रशेखर, CCO NEAT AICTE, ज्यांचे AI आधारित अनुवादक साधन भाषांतराच्या उद्देशाने वापरले गेले, त्यांना आम्ही विनम्र अभिवादन करू इच्छितो.

शेवटी, आम्हाला मे. खन्ना बुक पब्लिशिंग कंपनी प्रायव्हेट लिमिटेड, नवी दिल्ली या प्रकाशन संस्थेचे प्रामाणिकपणे आभार व्यक्त करायला आवडतील, ज्यांची संपूर्ण टीम प्रकाशनाच्या सर्व बाबींवर एक अप्रतिम अनुभव देण्यासाठी नेहमी सहकार्य करण्यास तयार होती.

मनीषा अग्रवाल

प्रस्तावना

विषय रसायनशास्त्र उपयुक्त कौशल्ये आणि ज्ञान शिकवते. हे दैनंदिन जीवनात, अनेक उद्योगांच्या विकास आणि वाढीसाठी महत्त्वाची आणि उपयुक्त भूमिका बजावते. जसे आपण खात असलेले अन्न, आपण श्वास घेत असलेली हवा, आपण वापरत असलेले विविध स्वच्छता घटक, अगदी मानवी भावना देखील कधीकधी आपल्या शरीरातील रासायनिक अभिक्रियांचे परिणाम असतात.

“रसायनशास्त्र-1” (सिद्धांत आणि प्रयोगशाळा) वरील पाठ्यपुस्तक 21 व्या शतकातील तरुणांच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी तयार केलेले आहे. त्यातील सैद्धांतिक संकल्पना आणि व्यावहारिक उपयुक्तता संबंधित सामग्रीच्या उदाहरणांसह सर्व विषयांमध्ये समाविष्ट आहे. नवीन राष्ट्रीय शिक्षण धोरणानुसार विद्यार्थीकेंद्रित आणि स्वयं-शिक्षण उपक्रमांचा समावेश असलेल्या AICTE आदर्श अभ्यासक्रमाशी पुस्तक काटेकोरपणे निगडित आहे. या आदर्श अभ्यासक्रमाची ठळक वैशिष्ट्ये अशा प्रकारे तयार केली गेली आहेत की ती नववक्तृपति आणि संशोधनाला प्रोत्साहन देते. एकूण क्रेडिट्सची संख्या कमी करण्यात आली आहे आणि अनेक नवीन अभ्यासक्रम उद्योग तज्ञांशी सल्लामसलत करून समाविष्ट करण्यात आले आहेत. अभ्यासक्रमाची रचना अशाप्रकारे करण्यात आली आहे जिथे विद्यार्थी उद्योगाच्या गरजा समजू शकतील आणि प्रत्यक्ष अनुभव घेऊ शकतील. विद्यार्थी समस्या सोडवण्याचा दृष्टिकोन विकसित करतील आणि भविष्यातील आव्हानांचा सामना करण्यास सक्षम होतील.

वरील ध्येय आणि उद्दिष्टे पूर्ण करण्यासाठी, हे पुस्तक अभियांत्रिकीच्या पदवीपूर्व विद्यार्थ्यांसाठी लिहिले आहे. पुस्तकात सात युनिट्स आहेत. प्रत्येक युनिटचा प्रवाह तर्क, पूर्व-आवश्यकता आणि युनिट परिणामांपासून सुरू होतो. ‘मनोरंजक तथ्ये’, ‘ई-रिसोर्सेस’, ‘आयसीटीचा वापर’, ‘केस स्टडीज आणि प्रोजेक्ट्स’ प्रत्येक विषयानंतर नमूद केले आहेत. जे विद्यार्थ्यांना त्या विशिष्ट विषयांमागील महत्त्व आणि प्रयत्नांची जाणीव करून देण्यासाठी एक चौकट प्रदान करते. विषय पूर्ण झाल्यानंतर युनिट्सचा सारांश सांगितला जातो. वर्णनात्मक आणि वस्तुनिष्ठ प्रश्न प्रत्येक युनिटमध्ये योग्य पर्यायांच्या अभिप्रायासह स्वाध्यायात समाविष्ट केले आहेत. एका विशिष्ट विषयाची अतिरिक्त वाचन माहिती “अधिक जाणून घ्या” विभागात सामायिक केली आहे, जेणेकरून अतिरिक्त माहिती मिळवण्यासाठी शिक्षक आणि विद्यार्थ्यांना प्रोत्साहित केले जाईल.

स्वतंत्र अध्याय विभाग सर्व अध्यायांच्या शेवटी उद्धृत केला आहे. परिशिष्ट, प्राप्ती आणि अंतर विश्लेषण, मूल्यांकनासाठी प्रयोग आणि रुब्रिक्सचा अहवाल देण्यासाठी सूचक रूपरेखा यांसह पुस्तक संपते.

मला आशा आहे की हे पुस्तक विद्यार्थ्यांचे कौशल्य आणि ज्ञान वाढवण्यासाठी फायदेशीर ठरेल. जरी चुकीची छापे आणि चुका टाळण्यासाठी प्रत्येक काळजी घेतली गेली असली तरी परिपूर्णतेचा दावा करणे कठीण आहे. वाचकांनी काही लुटी सांगितल्या तर मी त्यांची आभारी आहे. पुस्तकाच्या पुढील सुधारणेसाठी सूचना, सुधारणा आणि अभिप्राय कृतज्ञतेने मान्य केले जातील.

मनीषा अग्रवाल

फलित आधारित शिक्षण

आऊटकम बेस्ड एज्युकेशनच्या अंमलबजावणीसाठी सर्वप्रथम आऊटकम बेस्ड अभ्यासक्रम विकसित करून आऊटकम बेस्ड अससेसमेंट पद्धतीचा शिक्षण पद्धतीत अंतर्भाव होणे गरजेचे आहे. आऊटकम बेस्ड अससेसमेंट पद्धतीच्या वापरामुळे विद्यार्थ्यांनी निर्धारित निष्पत्ती साध्य केल्याचे मूल्यमापन निश्चित निकषांद्वारे मोजता येईल. आऊटकम बेस्ड एज्युकेशनच्या सुयोग्य अंमलबजावणीमुळे सर्व विद्यार्थी एकसमान किमान कौशल्ये साध्य करू शकतील अशी मानके निर्धारित करता येतील. आऊटकम बेस्ड एज्युकेशनवर आधारित अभ्यासक्रम पूर्ण केल्यानंतर विद्यार्थी खालील निष्पत्ती साध्य करू शकतील.

प्रोग्राम आऊटकम्स (ग्रॅज्युएट अट्रिब्युट्स)

- PO-1: अभियांत्रिकी ज्ञान:** गणित, विज्ञान, अभियांत्रिकीचे मुलभूत आणि शाखा विशिष्ट ज्ञानाचा उपयोग अभियांत्रिकीच्या गुंतागुंतीच्या समस्यांच्या निराकरणासाठी करणे.
- PO-2: समस्यांचे विश्लेषण:** गणित, नैसर्गिक विज्ञान आणि अभियांत्रिकी ज्ञानाचा आणि तत्त्वांचा वापर करून गुंतागुंतीच्या अभियांत्रिकी समस्यांची माडणी, पुनरावलोकन, संशोधनाचा आढावा, आणि विश्लेषण करून निष्कर्षपर्यंत पोहोचणे.
- PO-3: उपाय विकसित करणे:** गुंतागुंतीच्या अभियांत्रिकी समस्यासाठी उपाय विकसित करणे आणि सामाजिक आरोग्य आणि सुरक्षितता, संस्कृतिक, सामाजिक आणि पर्यावरणाचा विचार करून प्रणालीचा एखादा भाग किंवा प्रक्रीयेचे डिझाईन करणे.
- PO-4: किचकट समस्यांचे अन्वेषण करणे:** संशोधनावर आधारित ज्ञानाचा वापर आणि संशोधनाच्या पद्धती जसे की, डिझाईन ऑफ एक्स्पेरिमेंट, माहितीचे विश्लेषण, वैध निष्कर्ष प्रदान करण्यासाठी माहितीचे संश्लेषण यासह संशोधन पद्धती.
- PO-5: आधुनिक साधनांचा वापर:** गुंतागुंतीच्या अभियांत्रिकी समस्यासाठी आधुनिक अभियांत्रिकी आणि माहिती तंत्रज्ञान साधने तयार करणे, निवड करणे आणि योग्य तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून मर्यादांचे पालन करीत मॉडेलिंग आणि प्रेडिक्शन करणे.
- PO-6: अभियंता आणि समाज:** सामाजिक, आरोग्य, सुरक्षा, कायदेशीर आणि सांस्कृतिक समस्या आणि परिणामी व्यावसायिक अभियांत्रिकी पद्धतीशी संबंधित जबाबदाऱ्यांचे मूल्यांकन करण्यासाठी संदर्भित ज्ञानाद्वारे माहितीच्या आधारे तर्क लागू करणे.
- PO-7: पर्यावरण आणि शाश्वत विकास:** सामाजिक आणि पर्यावरणीय संदर्भात व्यावसायिक अभियांत्रिकी उपायांचा परिणाम समजून घेऊन शाश्वत विकासासाठी गरज ओळखणे.
- PO-8: नीतिमत्ता:** नैतिकतेचा अवलंब करणे आणि व्यावसायिक नीतिमत्ता आणि जबाबदाऱ्या आणि अभियांत्रिकी पद्धतीच्या नियमांना वचनबद्ध राहणे.
- PO-9: वैयक्तिक आणि सांघिक कार्य:** एक व्यक्ती म्हणून, आणि वैविध्यपूर्ण संघांमध्ये सदस्य किंवा नेता म्हणून आणि बहुविध रचनांमध्ये प्रभावीपणे कार्य करणे.

- PO-10: संभाषण:** अभियांत्रिकी समुदायाशी आणि समाजाबरोबर गुंतागुंतीच्या अभियांत्रिकी उपक्रमांवर प्रभावीपणे संवाद साधणे, जसे की, प्रभावी अहवाल आणि डिझाइन दस्तऐवज समजून घेण्यास आणि लिहिण्यास सक्षम असणे, प्रभावी सादरीकरण करणे आणि स्पष्ट सूचना देणे आणि प्राप्त करणे.
- PO-11: प्रकल्प व्यवस्थापन आणि वित्त:** अभियांत्रिकी आणि व्यवस्थापन तत्वांचे ज्ञान आणि समज दर्शवणे आणि प्रकल्पांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी आणि बहुविध वातावरणात सदस्य आणि नेता म्हणून स्वतःच्या कामामध्ये हे लागू करणे.
- PO-12: आयुष्यभर शिकत राहणे:** तंत्रज्ञानातील बदलांच्या व्यापक संदर्भात आयुष्यभर स्वतंत्रपणे शिकण्याची/स्वयं अध्ययनाची तयारी आणि क्षमता निर्माण करणे.

अभ्यासक्रमाचे परिणाम

अभ्यासक्रम पूर्ण केल्यानंतर विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील:

CO-1: आण्विक आणि रेण्विक कक्षिका तसेच आंतर रेण्विय बलांच्या दृष्टीने सूक्ष्म रसायनशास्त्राचे विश्लेषण करणे.

CO-2: थर्मोडायनामिक अभ्यासाचा वापर करून प्रमुख गुणधर्म आणि प्रक्रिया यांचा तर्कसंगत विचार करणे.

CO-3: विविध स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्रांमध्ये विविध रेण्विक ऊर्जा पातळींना उत्तेजित करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमच्या श्रेणींमध्ये फरक करणे.

CO-4: आयनीकरण क्षमता, विद्युत ऋणता, आणि ऑक्सिडेशन अवस्था यासारख्या आवर्ती गुणधर्मांचा तर्कसंगत विचार करणे.

CO-5: रेणूच्या संश्लेषणात वापरल्या जाणाऱ्या प्रमुख रासायनिक अभिक्रियांची यादी करणे.

कोर्स आऊटकमचे प्रोग्राम आऊटकमसह संभावित मानचित्रण

कोर्स आऊटकम	प्रोग्राम आऊटकमसह संभावित मानचित्रण (1- दुर्बल; 2- मध्यम सहसंबंध; 3- मजबूत सहसंबंध)											
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7	PO-8	PO-9	PO-10	PO-11	PO-12
CO-1	3	1		2								
CO-2	3		2	2					2			
CO-3	3	2			1	2	1		2			
CO-4	3	3	1			2					1	
CO-5	3	2	2		1	3						1

संक्षिप्तरूपे आणि चिन्हे

चिन्हे	तपशील
ψ	वेव्ह फंक्शन
H	हॅमिलटोनियन ऑपरेटर
σ	σ - बॉन्डिंग कक्षीका
σ^*	σ - अँटी बॉन्डिंग कक्षीका
π	π - बॉन्डिंग कक्षीका
π^*	π - अँटीबॉन्डिंग कक्षीका
Δ_o	अष्टफलकीय संकुलासाठी ऊर्जा
Δ_t	चतुष्फलकीय संकुलासाठी ऊर्जा
μ	चुंबकीय आघुर्ण
τ	ताऊ
δ	डेल्टा
λ	लॅम्बडा

आकृत्यांची यादी

युनिट 1: आण्विक आणि रेण्विक संरचना

आकृती 1.1:	बॉक्सच्या आत P.E. = 0 आणि बॉक्सच्या भिंतीवर आणि बॉक्सच्या बाहेर P.E. = ∞ असलेल्या एक-आयामी बॉक्समधील कण	5
आकृती 1.2:	पहिल्या चार वेव्हफंक्शनसाठी $\psi_n(x)$ $\psi_n(x)$ चा आलेख	5
आकृती 1.3:	3D बॉक्समधील कण तीन लांबीसह: a, b आणि c	5
आकृती 1.4:	क्वांटम संख्यांमधून प्राप्त झालेल्या कक्षिका आणि उप- कक्षिकांचे आकार	7
आकृती 1.6:	बॉडिंग आणि अँटी-बॉडिंग कक्षिका निर्मिती	10
आकृती 1.7:	हायड्रोजन रेणूसाठी रेण्विक कक्षीय आकृती	11
आकृती 1.8:	N_2 आणि त्या खालील रेणूसाठी ऊर्जेचा क्रम	12
आकृती 1.9:	O_2 आणि त्या वरील रेणूसाठी उर्जेचा क्रम	12
आकृती 1.10:	1, 3-ब्यूटाडाईन रेणूमध्ये बॉडिंग आणि अँटीबॉडिंग कक्षिका	14
आकृती 1.11:	बेझिनसाठी MOT आकृती	16
आकृती 1.12:	सायक्लोब्यूटाडीनमध्ये एंटी - एरोमॅटिसिटीचे स्पष्टीकरण	16
आकृती 1.13:	बेझिनमध्ये एरोमॅटिसिटीचे स्पष्टीकरण	16
आकृती 1.14:	संकुलाच्या विविध भूमितींमध्ये मध्य धातू आयनचे CFT	18
आकृती 1.15:	d-ऑर्बिटल t_{2g} आणि e_g चे कोनीय अवलंबित फलन	18
आकृती 1.16:	उच्च आणि कमी स्पिन मध्ये d ऑर्बिटलचे विभाजन	19
आकृती 1.17:	अष्टफलकीय संकुलामध्ये विभाजन स्थिरीकरणाचे परिमाण	20
आकृती 1.18:	चतुष्फलकीय संकुलामध्ये विभाजन स्थिरीकरणाचे परिमाण	20
आकृती 1.19:	अष्टफलकीय आणि चतुष्फलकीय संकुलामध्ये CFSE	21
आकृती 1.20:	वाहक, विद्युतरोधक आणि अर्धवाहक	24
आकृती 1.21:	आंतरिक अर्धवाहक	25
आकृती 1.22:	बाह्य अर्धवाहक	25
आकृती 1.23:	n-टाइप डोपिंग	26
आकृती 1.24:	p-टाइप डोपिंग	26

युनिट 2: स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्र आणि अनुप्रयोग

आकृती 2.1:	विद्युत चुंबकीय किरणांचे क्षेत्र	36
आकृती 2.2:	जबलोन्स्की आकृती	37

आकृती 2.3:	विविध ऊर्जापातळीतील स्पेक्ट्रमचे संक्रमण $E_R < E_V < E_E$	39
आकृती 2.4:	इलेक्ट्रॉनिक ऊर्जापातळी आणि इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण	39
आकृती 2.5:	2-हायड्रॉक्सी पायरार्डिन; पायरिड -2-वन	40
आकृती 2.6:	सेंद्रीय रेणूचे प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम	43
आकृती 2.7:	घूर्णन ऊर्जा पातळी	44
आकृती 2.8:	IR स्पेक्ट्रमधील क्रियात्मक गट क्षेत्र आणि फिंगर प्रिंट क्षेत्र	45
आकृती 2.9:	IR स्पेक्ट्रममधील फिंगर प्रिंट क्षेत्र	46
आकृती 2.10:	इथेनॉलचा IR स्पेक्ट्रम	46
आकृती 2.11:	इथेनॉलचा ^1H एनएमआर स्पेक्ट्र	49
आकृती 2.12:	बुटान-1-ओएल चा एनएमआर स्पेक्ट्र	50
आकृती 2.13:	बुटॅनोनाचा एनएमआर स्पेक्ट्र	50
आकृती 2.14:	मेंदूची MRI प्रतिमा	52
आकृती 2.15:	हृदयाची MRI प्रतिमा	52
आकृती 2.16:	उदराची MRI प्रतिमा	52
आकृती 2.17:	चांदीच्या नॅनोकॉम्पोसिट्स आणि चांदीच्या नॅनोक्रिस्टल्सद्वारे एक्स-रे विवर्तन पॅटर्न	54
युनिट 3: आंतररेणू बले आणि स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभूमी		
आकृती 3.1:	HF मधील हायड्रोजन बंधन	65
आकृती 3.2:	NH_3 आणि H_2O मधील हायड्रोजन बंधन	65
आकृती 3.3:	p - नायट्रोफेनॉल	66
आकृती 3.4:	O- नायट्रोफेनॉल आणि O- हायड्रॉक्सी बेंझोइक एसिड	66
आकृती 3.5:	पाणी आणि बर्फातील हायड्रोजन बंध	67
आकृती 3.6:	वायुच्या रेणु दरम्यानचे आकर्षण बल	70
आकृती 3.7:	क्रांतिक बिंदू	72
आकृती 3.8:	थॉमसनची CO_2 ची समताप रेषा	73
आकृती 3.9:	सहसंयुज बंधाचा स्थितिज ऊर्जेचा वक्र	75
युनिट 4: रासायनिक समतोलात मुक्त उर्जेचा वापर		
आकृती 4.1:	एन्ट्रॉपी, यादृच्छिकतेचे प्रमाण	89
आकृती 4.2:	G, S आणि H मधील संबंध	91
आकृती 4.3:	गिब्स मुक्त उर्जा, आकारमान आणि एंट्रॉपीमधील संबंध	92
आकृती 4.4:	विद्युतरासायनिक घट	93

आकृती 4.5: घटाचे समीकरण	93
आकृती 4.6: पाण्याच्या रेणूतील संयुग्मीत आम्ल आणि संयुग्मीत आम्लारी जोड्या	97
आकृती 4.7: Fe_2O_3 आणि कार्बन मोनो-ऑक्साइड दरम्यान रेडॉक्स अभिक्रिया	99
आकृती 4.8: पाण्याची रचना	100
आकृती 4.9: (अ) लोखंडाचे क्षरण (काळा आणि पिवळा क्षरण) (ब) तांब्यावर क्षरण (हिरवा थर)	103
आकृती 4.10: इलिंगहॅम आकृती	105

युनिट 5: आवर्ती गुणधर्म

आकृती 5.1: इलेक्ट्रॉन आणि केंद्रका दरम्यानच्या परस्परक्रियेमुळे परिरक्षण प्रभाव	117
आकृती 5.2: अणूकक्षीकांचे आकार	119
आकृती 5.3: इलेक्ट्रॉनी संरूपण	121
आकृती 5.4: इलेक्ट्रॉनी संरूपण – लोह	122
आकृती 5.5: हायड्रोजन अणूची सहसंयोजक लिज्या	123
आकृती 5.6: क्लोरीन आणि आर्गॉनच्या व्हॅनडरवालची लिज्या	124
आकृती 5.7: चतुष्फलक भूमिती	132
आकृती 5.8: वर्ग समतल भूमिती	132
आकृती 5.9: समन्वय क्रमांक 6 च्या भूमिती	132
आकृती 5.10: ऑक्टाहेड्रल भूमिती	132

युनिट 6: लिमितीय रसायनशास्त्र आणि सेंद्रिय अभिक्रिया

आकृती 6.1: वेज-डॅश नोटेशनचे प्रतिनिधित्व	144
आकृती 6.2: न्यूमॅन प्रोजेक्शन सांतरित आणि ग्रहण रूपे	145
आकृती 6.3: इथेनचे सॉर्हॉर्स प्रक्षेपण सूत्र	145
आकृती 6.4: फिशर प्रोजेक्शनचे प्रतिरूपण	146
आकृती 6.5: चक्रीय वेज-डॅश नोटेशनचे प्रतिरूपण	146
आकृती 6.6: हॉवर्थ प्रोजेक्शन चे प्रतिरूपण	146
आकृती 6.7: चेअर कॉन्फॉर्मेशनचे प्रतिरूपण	147
आकृती 6.8: श्रृंखला समसूत्रता	148
आकृती 6.9: स्थिति समसूत्रता	148
आकृती 6.10: क्रियात्मक समसूत्री	148
आकृती 6.11: वर्गीय समसूत्रता	149
आकृती 6.12: चलसमघटकता	149

आकृती 6.13: वलय-श्रृंखला समसूत्रता	149
आकृती 6.14: सिस-ट्रांस समसूत्री	149
आकृती 6.15: कार्बन मधील काइरल केंद्र	150
आकृती 6.16: सममितीचे प्रतल	150
आकृती 6.17: सममितीचे केंद्र	150
आकृती 6.18: लॅक्टिक एसिड	151
आकृती 6.19: लॅक्टिक एसिडचे दोन एनानशिओमर्स	151
आकृती 6.20: टार्टरिक एसिडमध्ये समसूत्रता	151
आकृती 6.21: 3-ब्रोमो-2-ब्युटॅनॉल मधील एनानशिओमर्स आणि डायस्टेरियोमर्स	152
आकृती 6.22: इथेन चे समाविन्यास	155
आकृती 6.23: n-ब्यूटेन चे समाविन्यास	156
आकृती 6.24: n ब्यूटेनमध्ये मध्यवर्ती C-C बंधाच्या भोवती रोटेशन दरम्यान ऊर्जा बदल	156
युनिट 7: सेंद्रिय अभिक्रिया आणि औषधि रेणूचे संश्लेषण	
आकृती 7.1: अल्किनची समावेशी अभिक्रिया	168
आकृती 7.2: कार्बोनिल गटांना जोडणे	168
आकृती 7.3: ऑक्सिडन	170
आकृती 7.4: क्षपण	170
आकृती 7.5: अल्डीहाइड आणि केटोन्स मधील क्षपण अभिक्रिया	171
आकृती 7.6: डायल्स अल्डर अभिक्रिया	172
आकृती 7.7: वलय उघडणे अभिक्रिया	173
आकृती 7.8: एस्पिरिनचे संश्लेषण	173
आकृती 7.9: पॅरासिटामॉलचे संश्लेषण	174
आकृती 7.10: आयबुप्रोफेनचे संश्लेषण	174

तक्त्याची सूची

युनिट 1: आण्विक आणि रेण्विक संरचना

तक्ता 1.1: ऐतिहासिक वेळ-रेषा	7
तक्ता 1.2: बॉन्डिंग आणि अँटीबॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका	10
तक्ता 1.3: N_2 आणि O_2 रेणूसाठी उर्जेचा क्रम	11

युनिट 2: स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्र आणि अनुप्रयोग

तक्ता 2.1: द्विअणुक रेणूची ऊर्जा	37
----------------------------------	----

युनिट 3: आंतररेणू बले आणि स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभूमी

तक्ता 3.1: आदर्श आणि वास्तव वायूमधील फरक	69
--	----

युनिट 5: आवर्ती गुणधर्म

तक्ता 5.1: धातू आयनची समन्वय संख्या	130
-------------------------------------	-----

युनिट 7: सेंद्रिय अभिक्रिया आणि औषधि रेणूचे संश्लेषण

तक्ता 7.1: SN_1 आणि SN_2 अभिक्रियांमधील फरक	167
तक्ता 7.2: E_1 आणि E_2 अभिक्रियाधील फरक	169

शिक्षकांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे

आउटकम बेस्ड एज्युकेशन (OBE) लागू करण्यासाठी विद्यार्थ्यांचे ज्ञान स्तर आणि कौशल्य संच वाढवले पाहिजे. OBE च्या योग्य अंमलबजावणीसाठी शिक्षकांनी मोठी जबाबदारी स्वीकारली पाहिजे. OBE प्रणालीतील शिक्षकांसाठी काही जबाबदाऱ्या (मर्यादित नाहीत) खालीलप्रमाणे असू शकतात:

- वाजवी मर्यादित, त्यांनी त्यांचा वेळ सर्व विद्यार्थ्यांच्या फायद्यासाठी वापरला पाहिजे
- त्यांनी विद्यार्थ्यांच्या क्षमतेचे मूल्यांकन केवळ परिभाषित निकषावर आणि कोणत्याही पक्षपात आणि भेदभावाशिवाय केले पाहिजे.
- त्यांनी हे सुनिश्चित करण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे की सर्व विद्यार्थ्यांना त्यांचे शिक्षण पूर्ण झाल्यानंतर पुरेसे दर्जेदार ज्ञान तसेच त्यांच्या मुख्य शिस्तीशी जुळणारी क्षमता प्राप्त होईल.
- त्यांनी विद्यार्थ्यांना त्यांची अंतिम कामगिरी क्षमता विकसित करण्यासाठी नेहमी प्रोत्साहित केले पाहिजे.
- त्यांनी नवीन दृष्टीकोन एकत्रित करण्यासाठी गट कार्य आणि सांघिक कार्य सुलभ केले पाहिजे आणि प्रोत्साहित केले पाहिजे.
- त्यांनी मूल्यांकनाच्या प्रत्येक भागात ब्लूम वर्गीकरण पाळावे.

ब्लूम वर्गीकरण

स्तर	शिक्षकांनी तपासावे	विद्यार्थी सक्षम असावा	मूल्यांकनाची संभाव्य पद्धत
निर्माण करणे	विद्यार्थी तयार करण्याची क्षमता	डिझाइन करा किंवा तयार करा	सूक्ष्म प्रकल्प
मूल्यमापन	विद्यार्थ्यांचे औचित्य सिद्ध करण्याची क्षमता	वाद घालणे किंवा बचाव करणे	असाइनमेंट
विश्लेषण करणे	विद्यार्थ्यांमध्ये फरक करण्याची क्षमता	फरक किंवा भेद करा	प्रकल्प/प्रयोगशाळा पद्धती
अर्ज करणे	विद्यार्थ्यांची माहिती वापरण्याची क्षमता	चालवा किंवा प्रात्यक्षिक करा	तात्त्विक सादरीकरण/ प्रात्यक्षिक
समजून घेणे	विद्यार्थ्यांची कल्पना स्पष्ट करण्याची क्षमता	स्पष्ट करा किंवा वर्गीकृत करा	सादरीकरण / परिसंवाद
आठवणे	विद्यार्थ्यांची आठवण करण्याची क्षमता (किंवा लक्षात ठेवणे)	व्याख्या करा किंवा आठवा	प्रश्नमंजुषा

विद्यार्थ्यांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे

OBE लागू करण्यासाठी विद्यार्थ्यांनी समान जबाबदारी घ्यावी. OBE प्रणालीतील विद्यार्थ्यांसाठी काही जबाबदाऱ्या (मर्यादित नाहीत) खालीलप्रमाणे आहेत:

- प्रत्येक कोर्समध्ये युनिट सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक UO ची चांगली माहिती असावी.
- अभ्यासक्रम सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक CO ची चांगली माहिती असावी
- अभ्यासक्रम सुरू होण्यापूर्वी विद्यार्थ्यांना प्रत्येक PO ची चांगली माहिती असावी
- विद्यार्थ्यांनी योग्य चिंतन आणि कृतीसह गंभीर आणि वाजवी विचार केला पाहिजे.
- विद्यार्थ्यांचे शिक्षण व्यावहारिक आणि वास्तविक जीवनातील परिणामांशी जोडलेले आणि समाकलित केले पाहिजे.
- विद्यार्थी OBE च्या प्रत्येक स्तरावर त्यांची क्षमता जाणून घ्या.

अनुक्रमणिका

प्रास्ताविक.....	iii
ऋणनिर्देश.....	v
प्रस्तावना	vii
फलित आधारित शिक्षण.....	ix
अभ्यासक्रमाचे परिणाम	xi
संक्षिप्तरूपे आणि चिन्हे	xii
आकृत्यांची यादी	xiii
तक्त्याची सूची	xvii
शिक्षकांसाठी मार्गदर्शक तत्त्वे	xviii
विद्यार्थींच्या साठी मार्गदर्शक तत्त्वे	xviii
1. आण्विक आणि रेण्विक संरचना	1-34
युनिट विशिष्ट	1
प्रस्तावना	1
पूर्व आवश्यकता	1
शिकण्याचे निष्पत्ती	1
1.1 क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राची (क्वांटम यांत्रिकी) ओळख	2
1.1.1 क्वांटम स्थितिगतिशास्त्र म्हणजे काय?	2
1.1.2 क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राचा उगम	2
1.1.3 क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राची मूलभूत माहिती	3
1.1.4 एक-आयामी बॉक्स (One dimensional box) मधील कणांसाठी क्वांटम यांत्रिकी अभ्यास-मॉडेल प्रणाली	4
1.1.5 क्वांटम यांत्रिकी आणि अणू संरचना	6
1.2 क्वांटम यांत्रिकी आणि रासायनिक बंधन	8
1.2.1 रेण्विक कक्षीय सिद्धांत (Molecular Orbital Theory) (MOT)	9
1.2.2 VBT आणि MOT ची ठळक वैशिष्ट्ये	9
1.2.3 अणू कक्षीकांचे रेखीय संयोजन (Linear Combination of Atomic Orbitals) (LCAO)	9
1.2.4 ऊर्जा पातळी आकृती	11
1.2.5 बंध क्रम (Bond Order)	12

1.2.6	बॉण्ड ऑर्डरद्वारे केलेले विश्लेषण	13
1.3	चुंबकीय वर्तणूक	13
1.3.1	विदुआण्विक रेणू ऑक्सिजन	13
1.4	ब्यूटाडाईन (butadiene) ची - रेण्विक कक्षीका	14
1.4.1	HOMO आणि LUMO	14
1.5	बेझिन ची π -रेण्विक कक्षीका आणि ऍरोमॅटिसिटी	15
1.6	हकलचा नियम: ऍरोमॅटिसिटीसाठी निकष	15
1.7	क्रिस्टल फिल्ड सिद्धांत (Crystal Field Theory, CFT)	17
1.7.1	मूलभूत संकल्पना	17
1.7.2	CFT चे गृहीततत्त्वे	17
1.7.3	कक्षीय विभाजन	18
1.7.4	हे विभाजन खालील घटकांमुळे प्रभावित होते	19
1.7.5	अष्टफलकीय संकुल (Octahedral Complexes)	19
1.7.6	चतुष्फलकीय संकुल (Tetrahedral Complexes)	20
1.8	क्रिस्टल फिल्ड स्थिरीकरण ऊर्जा (Crystal Field Stabilisation Energy, CFSE)	21
1.9	संक्रमण धातू संकुलांचे चुंबकत्व	22
1.9.1	चुंबकत्वाची वैशिष्ट्ये	22
1.10	घन पदार्थाची बंड संरचना आणि बंड संरचनेवर डोपिंगची भूमिका	24
1.10.1	डोपिंग	25
	सारांश	27
	स्वाध्याय	29
	डिझाईन इनोव्हेटिव्ह / प्रोजेक्ट्स / ॲक्टिव्हिटीज	32
	अधिक जाणून घ्या	32
	सुचविलेले वाचन	34
2.	स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्र आणि अनुप्रयोग	35-62
	युनिट विशिष्ट	35
	प्रास्ताविक	35
	पूर्व आवश्यकता	35
	शिकण्याचे निष्पत्ती	35
	परिचय	36
	ऐतिहासिक वेळरेषा	36

2.1	स्पेक्ट्रोस्कोपीची मूलभूत तत्त्वे	36
2.1.1	बोर्न ओपेनहीमर निकटन	36
2.1.2	फ्रँक-कॉन्डन तत्त्व	37
2.1.3	जबलोन्स्की आकृती: उत्तेजित अवस्थेतील रेणूसाठी विश्रांतीची यंत्रणा	37
2.2	इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी (Electronic Spectroscopy)	38
2.2.1	इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाचे प्रकार	39
2.2.2	इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपीचे अनुप्रयोग	40
2.2.3	इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणासाठी निवड नियम	41
2.3	प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपी (Fluorescence Spectroscopy)	42
2.3.1	तत्त्व	42
2.3.2	अनुप्रयोग	42
2.4	घूर्णन आणि कंपन स्पेक्ट्रोस्कोपी (Rotational and Vibrational Spectroscopy)	43
2.4.1	घूर्णन संक्रमणाची ऊर्जा	44
2.4.2	घूर्णन संक्रमणासाठी निवड नियम आहे,	44
2.4.3	कंपन संक्रमण (अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी) (Vibrational Transitions))	44
2.4.4	इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपीचे सिद्धांत:	44
2.4.5	कंपन संक्रमणासाठी निवड नियम	45
2.4.6	आय.आर. स्पेक्ट्रोस्कोपीचे अनुप्रयोग	45
2.5	न्यूक्लीय चुंबकीय संस्पंदन स्पेक्ट्रोस्कोपी (NMR)	47
2.5.1	केंद्रकाचे निव्वळ आभ्रम (I) निश्चित करण्यासाठी नियम	47
2.5.2	एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपीचा सिद्धांत	47
2.5.3	रासायनिक विस्थापन (Chemical Shift)	48
2.5.4	एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपीचा अनुप्रयोग	48
2.6	मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंग (Magnetic Resonance Imaging (MRI))	52
2.6.1	MRI चे अनुप्रयोग	52
2.7	एक्स-रे डिफ्रॅक्शन एनालिसिस (X-Ray Diffraction) (XRD Analysis)	53
2.7.1	एक्स-रे डिफ्रॅक्शनची (एक्सआरडी) तत्त्वे	53
2.7.2	अनुप्रयोग	53
	सारांश	54
	स्वाध्याय	55
	उद्दीष्ट प्रकार प्रश्न	57
	नवीन अभिनव कार्यपद्धती / प्रकल्प / क्रियाकलाप डिझाइन करा	59

अधिक जाणून घ्या	59
विशिष्ट प्रोटॉन रसायनिक पाळी	60
सुचविलेले वाचन	62
3. आंतररेणू बले आणि स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभूमी	63-86
युनिट विशिष्ट	63
प्रस्तावना	63
पूर्व आवश्यकता	63
शिकण्याचे निष्पत्ती	63
3.1 परिचय	64
3.2 आंतर-रेणवीय बलाचे प्रकार	64
3.2.1 आयनिक परस्परक्रिया (Ionic Interaction) किंवा आयनिक बल	64
3.2.2 द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्परक्रिया (Dipole-Dipole Interaction)	64
3.2.3 हायड्रोजन बंध	65
3.2.4 वैशिष्ट्ये	65
3.2.5 हायड्रोजन बंधाचे प्रकार	65
3.2.6 दैनंदिन जीवनात हायड्रोजन बंधाचे महत्त्व	66
3.2.7 व्हॅनडरवाल्स बल	67
3.2.8 लंडन अपस्करण बल	68
3.3 वास्तव वायू समीकरण आणि क्रांतिक प्रक्रिया	68
3.3.1 आदर्श आणि वास्तव वायूमध्ये फरक	69
3.3.2 वास्तव वायूचे विचलन आणि व्हॅनडरवाल समीकरण	69
3.3.3 व्हॅनडरवाल्स स्थिरांकाचे महत्त्व	71
3.3.4 वायूचे द्रवीकरण आणि क्रांतिक तापमान	71
3.3.5 क्रांतिक बिंदू (The Critical Point)	71
3.3.6 क्रांतिक प्रक्रिया (Critical Phenomena)	72
3.3.7 क्रांतिक तापमान (T_c)	72
3.3.8 थॉमसनचा प्रयोग	73
3.3.9 ज्यूल - थॉमसन प्रभाव आणि व्यस्तन तापमान (T_i)	74
3.4 H_2 , H_2F , HCN ची स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग	74
3.4.1 स्थितिज ऊर्जा वक्र (1-D स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग)	75
3.4.2 प्रणालीची स्थितिज, गतिज आणि एकूण ऊर्जा	75

3.4.3	स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागाची आयामीता	76
3.4.4	स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागांचा अनुप्रयोग	76
	सारांश	77
	स्वाध्याय	77
	उद्दिष्ट प्रश्न	79
	प्रात्यक्षिक	80
	नवीन अभिनव / प्रकल्प / क्रियाकलाप डिझाइन करा	83
	अधिक जाणून घ्या	84
	सुचविलेले वाचन	85
4.	रासायनिक समतोलात मुक्त उर्जेचा वापर	87-115
	युनिट विशिष्ट	87
	प्रास्ताविक	87
	पूर्व आवश्यकता	87
	शिकण्याचे निष्पत्ती	87
4.1	प्रस्तावना	88
4.2	मुक्त ऊर्जा (ΔG)	88
4.2.1	एनथॅल्पी (ΔH)	89
4.2.2	एन्ट्रॉपी (ΔS)	89
4.3	तापमान, दाब आणि आकारमानामध्ये होणाऱ्या बदलासोबत आदर्श वायूचा एन्ट्रॉपी बदल	90
4.3.1	जेव्हा T आणि V हे चल मानले जातात	90
4.3.2	जेव्हा T आणि P हे चल मानले जातात	90
4.4	गिब्स मुक्त ऊर्जा (Gibb's Free Energy) (G)	91
4.4.1	G, S आणि V मधील संबंध	91
4.4.2	निर्मितीची गिब्स मुक्त ऊर्जा (Gibbs Free Energy of Formation)	92
4.5	घट विभव (Cell Potential)	92
4.5.1	विद्युतरासायनिक घट	93
4.5.2	घट आकृती अशाप्रकारे लिहिले जाऊ शकते	93
4.6	मानक घट विभव	94
4.6.1	मानक घट विभव उदाहरण	94
4.6.2	घट विभवतेची गणना करणे	95
4.7	नर्न्स्ट समीकरण (Nernst Equation)	95

4.8	आम्ल -आम्लारी सिद्धांत (Acid Base Theories)	96
4.8.1	मर्यादा	96
4.8.2	आम्ल आणि आम्लारीचा एरिनेयस सिद्धांत	96
4.8.3	सिद्धांताची मर्यादा	97
4.8.4	आम्ल आणि आम्लारीचा ब्रॉन्स्टेड-लोरी सिद्धांत	97
4.8.5	संयुग्मीत जोड्या (Conjugated Pair)	97
4.8.6	आम्ल आणि आम्लारीचा लेविस सिद्धांत	98
4.9	ऑक्सिडन आणि क्षपण	98
4.9.1	ऑक्सिडायझिंग आणि रेड्यूसिंग एजंट्स	99
4.10	जल रसायन	100
4.10.1	कठोरपणा	100
4.10.2	कठोरपणाचे प्रकार	101
4.10.3	CaCO ₃ मानक म्हणून निवडण्याचे कारण म्हणजे	101
4.11	क्षरण	102
4.11.1	क्षरणाची उदाहरणे	103
4.11.2	खाली नमूद केलेल्या तत्वांचा वापर करून क्षरणाला प्रतिबंध करता -	103
4.11.3	क्षरणाचे प्रकार	104
4.11.4	क्षरण दराला प्रभावित करणारे घटक	104
4.12	इलिंगहॅम डायग्राम -धातुविज्ञानाचे थर्मोडायनामिक्स	104
	सारांश	106
	स्वाध्याय	108
	प्रात्यक्षिक	109
	अधिक जाणून घ्या	114
	सुचविलेले वाचन	115
5.	आवर्ती गुणधर्म	116-142
	युनिट विशिष्ट	116
	प्रस्तावना	116
	पूर्व आवश्यकता	116
	शिकण्याचे निष्पत्ती	116
5.1	परिचय	117
5.2	प्रभावी केंद्रकीय प्रभार (Effective Nuclear Charge)	118

5.2.1	परिरक्षण प्रभाव (Shielding Effect)	118
5.3	कक्षीय अंतर्वेशन (Penetration of Orbitals)	118
5.3.1	आवर्तसारणीतील अणूची s, p, d, f कक्षीय ऊर्जा	119
5.3.2	अंतर्वेशन शक्ती (Penetration Power)	120
5.4	इलेक्ट्रॉनी संरूपण	120
5.5	इलेक्ट्रॉनी संरूपणावर आधारित मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण [s, p, d आणि f-खंड मूलद्रव्य]	122
5.6	अणुल्लिज्या	123
5.6.1	घटक ज्यावर अणू आकारमान अवलंबून असतो	123
5.6.2	सहसंयोजक लिज्या	123
5.6.3	धात्विक लिज्या (क्रिस्टल लिज्या)	124
5.6.4	व्हॅनडरवाल्सची लिज्या	124
5.6.5	आयनिक लिज्या	124
5.6.6	अणू लिज्यांचा आवर्तीकल	125
5.7	आयनीकरण ऊर्जा (Ionisation Energy) किंवा आयनीकरणविभव (Ionisation Potential)	125
5.7.1	प्रथम आयनीकरण ऊर्जा (IE)	125
5.7.2	घटक ज्यावर आयनीकरण ऊर्जा अवलंबून आहे	125
5.7.3	आयनीकरण ऊर्जेचा आवर्ती कल	125
5.8	इलेक्ट्रॉन आसक्ति (Electron Affinity)	126
5.8.1	क्रमिक इलेक्ट्रॉन आसक्ति	126
5.8.2	घटक ज्यांच्यावर इलेक्ट्रॉन आसक्ति अवलंबून आहे	126
5.8.3	इलेक्ट्रॉनिक आसक्तिचे आवर्ती कल	127
5.9	विद्युतरूपता (Electronegativity)	127
5.9.1	विद्युतरूपतेचे मापन	127
5.9.2	विद्युतरूपतेचा अनुप्रयोग	127
5.9.3	विद्युतरूपतेचा आवर्ती कल	128
5.10	ध्रुवीयता (Polarizability)	128
5.10.1	कमी प्रभार घनतेचे ॲनियन्स अधिक ध्रुवीकरणक्षम आहेत	128
5.10.2	ध्रुवीकरण याद्वारे वाढविले जाईल	128
5.10.3	ध्रुवीयतेवर प्रभाव पाडणारे घटक	129
5.10.4	ध्रुवीयतेचा कल	129
5.11	ऑक्सिडीकरण अवस्था	129
5.12	समन्वय क्रमांक आणि भूमिती	130

5.12.1 समन्वय क्रमांकाची गणना कशी करावी	131
5.13 हार्ड आणि सॉफ्ट एसिड आणि बेस (HSAB)	133
5.14 रेण्विय भूमिती	134
सारांश	136
स्वाध्याय	137
वस्तुनिष्ठ प्रकार प्रश्न	138
प्रात्यक्षिक	140
गट क्रियाकलाप	140
अधिक जाणून घ्या	141
सुचविलेले वाचन	142
6. लिमितिय रसायनशास्त्र आणि सेंद्रिय अभिक्रिया	143-164
युनिट विशिष्ट	143
प्रस्तावना	143
पूर्व आवश्यकता	143
शिकण्याचे निष्पत्ती	143
6.1 परिचय	144
6.1.1 तीन-आयामी प्रतिरूपण (Three-Dimensional Representations)	144
6.1.2 चक्रीय संरचना (Cyclic Structures)	146
6.2 समसूत्रता (Isomerism)	147
6.2.1 संरचनात्मक समसूत्रता (Structural Isomerism)	148
6.2.2 लिमितीय समसूत्रता (Ring-Chain isomerism)	149
6.2.3 प्रकाशीय समसूत्रता (Optical Isomerism)	150
6.3 एनानशिओमर्स आणि डायस्टेरियोमर्स	152
6.3.1 एनानशिओमर्स आणि डायस्टेरिओमर्समधील फरक	152
6.3.2 दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग	153
6.4 विन्यास	153
6.4.1 निरपेक्ष विन्यास	153
6.5 समाविन्यास (Conformations)	155
6.6 संक्रमण धातु संयुगामधील समसूत्रता	156
6.7 समन्वय संयुगांचे अनुप्रयोग	159
सारांश	160

स्वाध्याय	160
प्रात्यक्षिक	162
अधिक जाणून घ्या	163
सुचविलेले वाचन	164
7. सेंद्रिय अभिक्रिया आणि औषधि रेणूंचे संश्लेषण	165-179
युनिट विशिष्ट	165
प्रस्तावना	165
पूर्व आवश्यकता	165
शिकण्याचे निष्पत्ती	165
7.1 परिचय	166
7.2 प्रतिस्थापना अभिक्रिया (Substitution Reaction)	166
7.2.1 प्रतिस्थापना अभिक्रियेचे घटक	166
7.2.2 प्रतिस्थापना अभिक्रियेचे प्रकार	167
7.2.3 मुक्त मूलक प्रतिस्थापनेचे अनुप्रयोग	167
7.3 समावेशी अभिक्रिया	168
7.3.1 इलेक्ट्रोफिलिक समावेशी अभिक्रिया	168
7.3.2 न्यूक्लियोफिलिक समावेशी अभिक्रिया	168
7.3.3 मुक्त मूलक समावेशन	169
7.4 विलोपन अभिक्रिया	169
7.4.1 विलोपन अभिक्रिया क्रियाविधीचे प्रकार	169
7.5 ऑक्सिडन आणि क्षपण अभिक्रिया	170
7.5.1 ऑक्सिडन	170
7.5.2 स्पष्टीकरण	170
7.5.3 क्षपण	170
7.5.4 स्पष्टीकरण	171
7.5.5 सामान्य ऑक्सिडन आणि क्षपण अभिक्रिया	171
7.6 चक्रण आणि वलय उघडणे अभिक्रिया	172
7.6.1 चक्रीयकरण अभिक्रिया	172
7.6.2 चक्रीय करण अभिक्रियेचे प्रकार	172
7.6.3 वलय उघडणे अभिक्रिया (Ring opening reaction)	173
7.7 सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या औषध रेणूंचे संश्लेषण	173

7.7.1	एस्पिरिन	173
7.7.2	पॅरासिटामोल	174
7.7.3	आयबुप्रोफेन	174
	सारांश	175
	स्वाध्याय	175
	प्रात्यक्षिक	177
	अधिक जाणून घ्या	178
	सुचविलेले वाचन	179
परिशिष्ट		180-194
	परिशिष्ट-1	180
	परिशिष्ट-2	182
	परिशिष्ट-3	183
	परिशिष्ट-4	191
शब्दकोश		195-196

1

आण्विक आणि रेण्विक संरचना

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: श्रोडिंगर समीकरण, एक-आयामी बॉक्समधील कण, हायड्रोजनअणूचे वेव्ह-फंक्शन आणि आलेखाची रूपे, विद्वाण्विक आणि बहु केंद्रीय रेणूच्या रेण्विक कक्षिका, आण्विक आणि रेण्विक कक्षिकांचे समीकरणे आणि ऊर्जापातळी आकृत्या, ब्रूटाडाईनची π - रेण्विक कक्षिका, ऍरोमॅटिसिटी, CFT, बँड संरचना आणि डोपिंग

प्रस्तावना

अभियंत्यांना सर्व प्रकारच्या पदार्थ आणि त्यांच्या गुणधर्मांना सामोरे जावे लागते. वेगवेगळ्या प्रकारच्या पदार्थांच्या गुणधर्मांची समज सूक्ष्म समजातून उद्भवते. हे युनिट विविध प्रकारच्या पदार्थांच्या सूक्ष्म वर्तनांना समजून घेण्यासाठी विविध सिद्धांतांवर अंतर्दृष्टी प्रदान करेल. अणूचे क्वांटम यांत्रिकी मॉडेल आणि MOT माहिती असणे आवश्यक आहे. बेझिन सारख्या ऍरोमॅटिक संयुगांची अतिरिक्त स्थिरता स्पष्ट करण्यासाठी देखील MOT ची उपयोगिता वाढविली जाऊ शकते. घन पदार्थ हाताळताना क्रिस्टल फील्ड सिद्धांताची समज आवश्यक असू शकते जेणेकरून संकुल सारख्या अजैविक घन पदार्थांच्या गुणधर्मांचा अंदाज येईल; दुसरीकडे धातू आणि उपधातूंच्या गुणधर्मांचा सामना करण्यासाठी बँड सिद्धांताचे ज्ञान आवश्यक असू शकते.

पूर्व आवश्यकता

- रसायनशास्त्र: अणूची रचना, आवर्त सारणी, सेंद्रिय संयुगांचे नामकरण
- गणित: मूलभूत बीजगणित आणि त्रिकोणमितीय कार्य
- भौतिकशास्त्र: विद्युत प्रभार आणि परस्परक्रिया

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील-

U1-O1:	क्वांटम रसायनशास्त्राच्या वैचारिक स्पष्टीकरणाद्वारे श्रोडिंगर समीकरण लागू करणे.
U1-O2:	विद्वाण्विक रेणूसाठी ऊर्जा पातळी आकृती तयार करणे आणि रेण्विक कक्षीय सिद्धांत वापरून त्यांच्या गुणधर्मांचा अर्थ लावणे.
U1-O3:	सेंद्रिय संयुगांची ऍरोमॅटिकता त्यांच्या संरचनेतून ओळखणे आणि MO सिद्धांताशी परस्परसंबंध जोडणे.
U1-O4:	संक्रमण धातू आयनचे आकार वेगळे करणे आणि त्यांच्या चुंबकीय गुणधर्मांचा अंदाज लावणे.
U1-O5:	बँड सिद्धांत आणि डोपिंगच्या मदतीने वेगवेगळ्या अर्ध-वाहकांचे विश्लेषण करणे.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U1-O1	3		2		
U1-O2			3		
U1-O3			2		1
U1-O4	2				
U1-O5	1		2		

1.1 क्वांटम स्थितिगतशास्त्राची (क्वांटम यांत्रिकी) ओळख

क्वांटम स्थितिगतशास्त्र हा गेल्या शतकात विकसित झालेल्या समकालीन विज्ञानातील सर्वात उल्लेखनीय शोधांपैकी एक आहे. “क्वांटम स्थितिगतशास्त्र” हा शब्द मॅक्स बॉर्नने 1924 मध्ये तयार केला होता.

क्वांटम स्थितिगतशास्त्र शिकण्याचा रसायनशास्त्रज्ञाचा हेतू म्हणजे रासायनिक घटकांमध्ये (अणू किंवा रेणू असो)/मध्ये/दरम्यानची रचना, बंधन आणि अभिक्रिया समजून घेणे आहे, जे इलेक्ट्रॉन (सूक्ष्म पदार्थ) च्या वर्तनाद्वारे परिभाषित केले जाते.

1.1.1 क्वांटम स्थितिगतशास्त्र म्हणजे काय?

क्वांटम स्थितिगतशास्त्र हा शब्द क्वांटम + स्थितिगतशास्त्र या दोन शब्दांनी बनलेला आहे. “स्थितिगतशास्त्र” या शब्दाचा अर्थ वस्तूच्या गतीचे शास्त्र असा. दुसरा शब्द “क्वांटम” आहे जो “प्रमाण” साठी लॅटिन शब्द आहे आणि आधुनिक नियमांमध्ये कोणत्याही भौतिक मालमत्तेच्या सर्वात लहान संभाव्य स्वतंत्र युनिटचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी वापरला जातो.

क्वांटम स्थितिगतशास्त्र अणू किंवा अवआण्विक पातळीवर शास्त्रीय यांत्रिकीची जागा घेते (अणू आणि रेणूंमध्ये इलेक्ट्रॉन आणि केंद्रक). हे सूक्ष्म वस्तूच्या हालचालीचे नियम देते (शास्त्रीय यांत्रिकी ज्या प्रकारे मॅक्रोस्कोपिक वस्तूंसाठी देते). तर, आपण असे म्हणू शकतो की क्वांटम स्थितिगतशास्त्र हे सूक्ष्म पदार्थाचे सैद्धांतिक विज्ञान आहे.

1.1.2 क्वांटम स्थितिगतशास्त्राचा उगम

19 व्या शतकाच्या अखेरीपर्यंत क्लासिकल किंवा न्यूटोनियन यांत्रिकी हे एकमेव योग्य आणि निर्विवाद सैद्धांतिक विज्ञान मानले जात असे. पण लवकरच काही नवीन प्रायोगिक घटना दिसून आल्या ज्या क्लासिकल यांत्रिकी द्वारे स्पष्ट केल्या जाऊ शकत नाहीत. यामध्ये ब्लॅक बॉडी रेडिएशन, फोटो-इलेक्ट्रिक इफेक्ट, कॉम्प्टन इफेक्ट, अणू स्पेक्ट्रम, घन पदार्थाची उष्णता क्षमता आणि इत्यादींचा समावेश आहे. जागा आणि वेळेच्या कमतरतेमुळे, प्रत्येक प्रयोगात्मक घटनेबद्दल तपशीलवार चर्चा या लेखाच्या आवाक्याबाहेर आहे. एकूणच, वर नमूद केलेल्या प्रायोगिक घटनेचे योग्य अर्थ लावल्याने दोन महत्त्वाचे निष्कर्ष मिळाले:

1. ऊर्जा परिमाणीत आहे किंवा कोणी म्हणू शकते की ते फक्त क्वांटा नावाच्या स्वतंत्र पॅकेटमध्ये हस्तांतरित केले जाऊ शकते.
2. प्रकाश (किंवा विकिरण) कणासारखे वर्तन दर्शवितो.

या दोन नवीन संकल्पना क्वांटम स्थितिगतशास्त्राच्या क्षेत्राच्या उत्पत्तीचा आधार होत्या. क्लासिकल यांत्रिकी वर नमूद केलेल्या प्रायोगिक घटना स्पष्ट करण्यात अयशस्वी झाली कारण क्लासिकल यांत्रिकी विद्युतचुंबकीय विकिरणाला केवळ तरंग प्रक्रिया मानतात.

पण आता असे दिसते की विकिरण दुहेरी स्वभाव दर्शवते. काही प्रकरणांमध्ये, ते तरंग (प्रतिबिंब, अपवर्तन, विवर्तन, इत्यादी) सारखे वागते आणि कधीकधी ते स्वतःला कण म्हणून प्रकट करते, एक फोटॉन हे विद्युत चुंबकीय ऊर्जेचे एकच प्रमाण आहे किंवा फोटॉनला विद्युत चुंबकीय ऊर्जेचा क्वांटा म्हणू शकता [बहुवचन क्वांटम] याचा अर्थ आहे की ऊर्जा प्रमाणित आहे आणि फक्त स्वतंत्र $E = h\nu$ ऊर्जेच्या युनिट्स (किंवा पॅकेट्स) मध्ये ($h\nu$ च्या आकाराचे) हस्तांतरित केली जाऊ शकते. दोन्हीही गोष्टी चुकीच्या नाहीत.

1924 मध्ये लुईस डी ब्रोग्लीने या परिस्थितीला काही तर्क सुचवले. ब्रोग्ली म्हणाले की निसर्ग स्वतःला दोन रूपांमध्ये प्रकट करतो - पदार्थ आणि किरणे. आणि जर किरणोत्सर्गाचे दुहेरी वर्तन असेल, तर सममितीनुसार, पदार्थालाही दुहेरी वर्तन असावे. ब्रोग्लीने असे सुचवले की कणांमध्ये तरंग-लांबीचे गुणधर्म असतात, जसे की तरंगलांबी

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

जेथे λ तरंगलांबी (तरंग स्वरूप) आहे आणि p कणाची गती आहे ($p = mv$ कण स्वरूप)) पदार्थाच्या तरंग स्वरूपाची प्रथम पुष्टी डेव्हिसन आणि जर्मर यांच्या प्रयोगाने केली. यातून पदार्थांमधील **तरंग-कण द्वैत** (वेव्ह-पार्टिकल ड्युलिटी) ची स्थापना झाली.

पदार्थाच्या तरंग-कण द्वैत तसेच किरणोत्सर्गाच्या थेट परिणामामुळे **हायझेनबर्ग अनिश्चितता तत्त्वाचा** जन्म झाला. हे तत्त्व सांगते की कणांची स्थिती आणि गती एकाच वेळी स्वेच्छेनुसार अत्यंत अचूकतेने मोजली जाऊ शकत नाही.

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{4\pi}$$

जर आपण आजूबाजूला पाहिले तर, आपल्याला मोठे दृष्टिगोचर पदार्थ शोधण्यात आणि एकाच वेळी त्यांचा वेग निश्चित करण्यात कोणतीही अडचण येत नाही. तथापि, सूक्ष्म पदार्थांसाठी असे नाही. जेव्हा वस्तूशी टक्कर झाल्यानंतर प्रकाशाचा फोटॉन मानवी डोळ्यात प्रवेश करतो तेव्हा वस्तू दृश्यमान होते. अनिश्चिततेच्या विशिष्ट श्रेणीमध्ये कणांची स्थिती Δx जण्यासाठी, आपण अनिश्चिततेच्या श्रेणीपेक्षा लहान तरंगलांबीचा प्रकाश वापरला पाहिजे. परंतु डी ब्रोग्लीच्या संबंधावरून आपल्याला माहित आहे की तरंगलांबी जितकी लहान असेल तितका फोटॉनचा संवेग मोठा असेल. म्हणून, जेव्हा प्रकाश कणांवर आदळतो, तेव्हा तो कणात कणात काही प्रमाणात किंवा संपूर्ण संवेग सोडून देतो. परिणामी, कणाची गती अनिश्चित होईल, Δp_x . अशाप्रकारे, आपण कणांची स्थिती जितकी अचूकपणे ठरवू, तितकीच आपण त्याच्या गतीत (संवेग) व्यत्यय आणू. हाच हायझेनबर्ग अनिश्चिततेच्या आधार आहे.

हायझेनबर्गसह अनिश्चिततेचे तत्त्वासोबत ऑर्बिटलची संकल्पना आली. बोहरचे अणू मॉडेल हे एक मॉडेल होते ज्याचे मोठ्या प्रमाणावर कौतुक झाले परंतु नंतर अणूच्या क्वांटम सिद्धांताद्वारे बदलले गेले. बोहरने असे मत मांडले की अणूतील इलेक्ट्रॉन केंद्रबिंदूभोवती कक्षा (ORBITS) नावाच्या निश्चित वर्तुळाकार मार्गांभोवती फिरतात. कक्षाची ही संकल्पना हायझेनबर्ग अनिश्चितता तत्त्वाप्रमाणे वैध नाही कारण कणांच्या प्रक्षेपणाची व्याख्या तेव्हाच केली जाऊ शकते जेव्हा त्याची स्थिती आणि गती अचूकतेने एकाच वेळी ओळखली जाते. हायझेनबर्ग अनिश्चितता तत्त्वाचा एक महत्त्वाचा परिणाम असा आहे की कोणीही चल सूक्ष्म कणांचा मार्ग निर्धारित करू शकत नाही. बोहरची कक्षाची (ORBIT) संकल्पना अयशस्वी झाली आणि त्याची जागा कक्षिका (orbital) या संकल्पनेनी घेतली. अनिश्चितता तत्त्वाच्या दृष्टीने, एखादी व्यक्ती केवळ केंद्रकाच्या भोवतालच्या एका विशिष्ट प्रदेशात इलेक्ट्रॉन शोधण्याची संभाव्यता किंवा सापेक्ष शक्यतांचा अंदाज लावू शकते, म्हणजे एखादा इलेक्ट्रॉन कुठे सापडण्याची शक्यता आहे याचा फक्त अंदाज लावू शकतो.

1.1.3 क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राची मूलभूत माहिती

पदार्थाचे दुहेरी वर्तन आणि अनिश्चितता तत्त्वाने क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राला जन्म दिला. या कल्पनांनी श्रॉडिंगर आणि हायझेनबर्ग यांना प्रेरणा दिली आणि त्यांनी स्वतंत्रपणे 1925 मध्ये क्वांटम स्थितिगतिशास्त्र (श्रॉडिंगर - वेव्ह स्थितिगतिशास्त्र आणि हायझेनबर्ग - मॅट्रिक्स स्थितिगतिशास्त्र) तयार केले, सूक्ष्म पदार्थांच्या वर्तनाचा अभ्यास करण्यासाठी. पहिल्या दृष्टीक्षेपात, दोन दृष्टिकोन भिन्न दिसले परंतु, नंतर डिराक आणि न्यूमॅनने दर्शविले की थोडक्यात दोन संकल्पना गणितीयदृष्ट्या समतुल्य आहेत. येथे, आपण श्रॉडिंगर क्वांटम सिद्धांताच्या आधारावर चर्चा करणार आहोत.

श्रोडिंगर क्वांटम स्थितिगतशास्त्र (Schrödinger Quantum Mechanics): डी ब्रॉग्लीने सुचवल्याप्रमाणे कणांच्या तरंग स्वरूपाचा विचार करून सूक्ष्म कणांचे वर्तन स्पष्ट करण्यासाठी श्रोडिंगरने क्वांटम सिद्धांत मांडला. श्रोडिंगर क्वांटम सिद्धांत आंशिक विभेद समीकरणाभोवती फिरते ज्याला आता लोकप्रियपणे श्रोडिंगर समीकरण म्हणून ओळखल्या जाते जे सूक्ष्म कणांच्या वर्तनाचे वर्णन एका फलन/फंक्शनने करते ज्याला वेव्ह-फंक्शन ψ म्हणतात.

श्रोडिंगर समीकरणाचे दोन प्रकार आहेत: पहिला वेळ-अवलंबित आणि दुसरा वेळ-स्वतंत्र. वेळ-अवलंबित श्रोडिंगर समीकरणात वेव्ह-फंक्शन हे कणांच्या स्थितीचे आणि वेळेचे फलन आहे, $\psi(x, y, z, t)$, तर वेळ-स्वतंत्र श्रोडिंगर समीकरणात ते केवळ स्थितीचे फलन आहे $\psi(x, y, z)$. येथे श्रोडिंगरच्या वेळ-स्वतंत्र क्वांटम स्थितिगतशास्त्रावर चर्चा मर्यादित आहे.

वेळ स्वतंत्र श्रोडिंगर समीकरणाचे रूप आहे,

$$\hat{H}\psi = E\psi$$

जेथे हॅमिल्टोनियन \hat{H} ऑपरेटर वेव्ह-फंक्शन ψ वर कार्य करते आणि परिणाम समान वेव्ह-फंक्शन (स्थिर अवस्था) आणि प्रमाणता स्थिरांक, E , जे ψ अवस्थेची ऊर्जा आहे, च्या प्रमाणात असते.

वेव्ह-फंक्शन ψ (ज्याला स्टेट फंक्शन किंवा आयजेन फंक्शन देखील म्हणतात) हे माहितीचे भंडार आहे. श्रोडिंगर समीकरणाचे हृदय “वेव्ह-फंक्शन” आहे ज्यामध्ये त्याने वर्णन केलेल्या प्रणालीबद्दल सर्व माहिती आहे.

विशेष म्हणजे, वेव्ह-फंक्शनचा स्वतःला कोणताही स्पष्ट अर्थ नाही. मॅक्स बॉर्नने वेव्ह-फंक्शनचे योग्य सांख्यिकीय स्पष्टीकरण दिले ज्यासाठी त्याला 1954 मध्ये नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. बॉर्नच्या मते, ψ चे कोणतेही भौतिक महत्त्व नाही. हे केवळ प्रणालीच्या समन्वयांचे गणितीय फलन आहे. त्याने ψ ला **प्रोबॅबिलिटी ॲम्प्लिट्यूड** आणि ψ^2 किंवा $\psi \cdot \psi^*$ असे म्हटले आहे, सिस्टमची **प्रोबॅबिलिटी डेंसिटी** (जे महत्त्वाचे आहे). प्रणालीचा म्हणजे त्या क्षणी संभाव्यता घनतेचे मोजमाप (दिलेल्या जागेत कण शोधण्याची शक्यता) आहे.

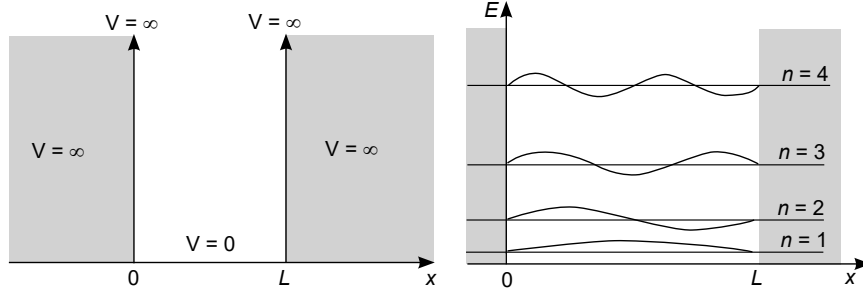
अणूच्या संदर्भात, अणू कक्षिका (ψ) हे केंद्रकाभोवती एक निमित्तीय क्षेत्र आहे ज्यामध्ये विशिष्ट ऊर्जा असलेले इलेक्ट्रॉन सापडण्याची संभाव्यता जास्तीत जास्त असते.

श्रोडिंगर समीकरणाच्या समाधानाच्या संख्येवर कोणतीही मर्यादा नाही. तथापि, वेव्ह-फंक्शनच्या भौतिक वास्तववादी समाधानासाठी अनेक अटी आवश्यक आहेत. तर, एक स्वीकार्य वेव्ह-फंक्शन ते आहे जे

- एकल मूल्यवान (Single valued)
- सतत आणि दुप्पट विकलनीय
- मर्यादित
- सीमा अटी पूर्ण करणारा (Satisfy Boundary Condition)
- सामान्यीकृत

वेव्ह-फंक्शन्स जे वरील अटी पूर्ण करतात त्यांना Well Behaved वेव्ह-फंक्शन्स म्हणतात

1.1.4 एक-आयामी बॉक्स (One Dimensional Box) मधील कणांसाठी क्वांटम यांत्रिकी अभ्यास-मॉडेल प्रणाली
समजा की वस्तुमान m चा कण एका आयामी चौकटीत बंद आहे (जेणेकरून आपल्याला त्याची स्थिती बॉक्सच्या सीमारेषेमध्ये आहे हे कळेल), समजा x अक्षाच्या बाजूने आणि अंतराळ क्षेत्रात $x = 0$ पासून ते $x = L$ पर्यंत फिरण्यास प्रतिबंधित आहे. आणि बॉक्समध्ये त्याची स्थितिज ऊर्जा ($P.E.$) स्थिर आहे आणि सोयीसाठी ती शून्याइतकी घेतली आहे.



आकृती 1.1: बॉक्सच्या आत P.E. = 0 आणि बॉक्सच्या भिंतीवर आणि बॉक्सच्या बाहेर P.E. = ∞ असलेल्या एक-आयामी बॉक्समधील कण.

श्रोडिंगर समीकरण:

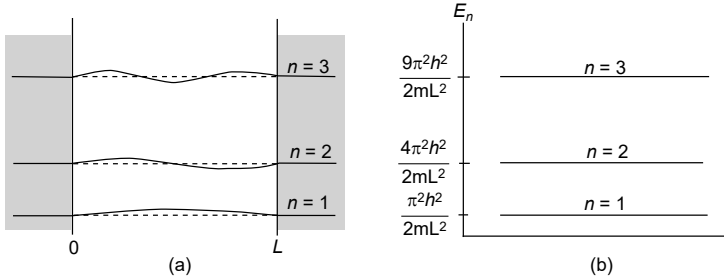
$$= \frac{-h^2}{8\pi^2m} \cdot \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) = E\psi(x)$$

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi}{L}x\right)$$

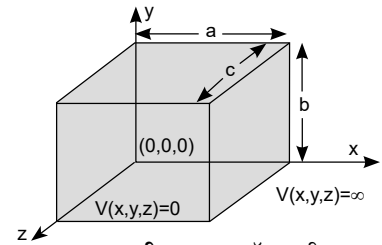
वरील समीकरण एका आयामी बॉक्समध्ये कणांसाठी सामान्यीकृत वेव्ह-फंक्शन (normalized wave-function) देते.

$$E = \frac{n^2 h^2}{8mL^2} \quad \text{जेथे } n = 1, 2, 3 \dots \text{ पण } n \neq 0$$

समीकरणाद्वारे दिलेल्या ऊर्जेच्या अनुमत मूल्यांना प्रणालीची **ऊर्जा पातळी** म्हणतात. येथे हे देखील लक्षात येते की एका आयामी बॉक्समधील कणांची ऊर्जा परिमाणित आहे. कणात असणारी किमान ऊर्जा **शून्य बिंदू ऊर्जा** किंवा **मूळ ऊर्जा** पातळी अवस्था E_0 म्हणतात. लक्षात ठेवा, जर $n = 0$ असेल तर, वेव्ह-फंक्शन सर्वत्र नाहीसे होते आणि आपण आपला कण गमावतो. बॉक्समधील कणांसाठी, किमान ऊर्जा मूल्य किंवा मूळ ऊर्जा पातळी अवस्था $n = 1$ साठी परिभाषित केली आहे, जेणेकरून $E_0 = \frac{h^2}{8mL^2}$.



आकृती 1.2: पहिल्या चार वेव्हफंक्शनसाठी $\psi_n(x)$ चा आलेख.



आकृती 1.3: 3D बॉक्समधील कण तीन लांबीसह: a , b आणि c

हे मॉडेल 3-आयामी बॉक्समध्ये विस्तारित केल्याने त्रिमितीय बॉक्समधील कणासाठी श्रोडिंगर समीकरण असे समीकरण मिळते:

$$-\left(\frac{h^2}{8\pi^2m}\nabla^2\right)\Psi = E\Psi$$

$$-\left(\frac{h^2}{8\pi^2m}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\right)\Psi = E\Psi$$

$$E = \frac{h^2}{8m}\left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} + \frac{n_z^2}{c^2}\right)$$

$$\Psi(x, y, z) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n_x \pi x}{a}\right) \sqrt{\frac{2}{b}} \sin\left(\frac{n_y \pi y}{b}\right) \sqrt{\frac{2}{c}} \sin\left(\frac{n_z \pi z}{c}\right)$$

क्वांटम यांत्रिकी पद्धतीने प्रणाली समजून घेण्यासाठी हि वागणूक संयुग्मित पॉलीन (conjugated polyenes) पर्यंत वाढविली आहे.

1.1.5 क्वांटम यांत्रिकी आणि अणू संरचना

क्वांटम यांत्रिकी पद्धतीने तपासलेली सर्वात सोपी रासायनिक प्रणाली आहे, हायड्रोजन अणू (दोन वस्तुची समस्या - एक इलेक्ट्रॉन आणि एक केंद्रक). या प्रणालीसाठी हॅमिल्टोनियनमध्ये तीन संज्ञा आहेत - इलेक्ट्रॉनसाठी गतिज ऊर्जा संज्ञा, केंद्रकासाठी गतिज ऊर्जा संज्ञा आणि इलेक्ट्रॉन - केंद्रक आकर्षण स्थितिज ऊर्जा.

या प्रणालीसाठी श्रोडिंगर समीकरण स्वरूप आहे,

$$\left[-\frac{h^2}{8\pi^2 \mu} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \Psi - \frac{ze^2}{4\pi \epsilon_0 r} \Psi \right] = E \Psi \text{ जिथे } \mu = \frac{1}{m_e} + \frac{1}{m_n}$$

हे श्रोडिंगर समीकरण वेगळे केले जाऊ शकत नाही कारण स्थितिज ऊर्जा संज्ञा कार्टेशियन सहनिर्देशकामध्ये समाधानास परवानगी देत नाही. म्हणून, हायड्रोजन अणूसाठी कार्टेशियन सहनिर्देशकातील हे श्रोडिंगर समीकरण अणूच्या गोलाकार सममितीमुळे गोलाकार ध्रुवीय सहनिर्देशका (r, θ, ϕ) मध्ये रूपांतरित होते आणि आपल्याला मिळते,

$$\left[\left[\left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right\} \right] + \frac{8\pi^2 \mu r^2}{h^2} [E_{ele} - V] \right] \Psi_{r\theta\phi} = 0$$

या प्रणालीसाठी वेव्ह-फंक्शन r, θ आणि ϕ वर अवलंबून असल्याचे आढळले आहे; आणि म्हणून ते रेडियल आणि कोनीय भागांचे उत्पादन म्हणून घेतले जाते.

$$\Psi_{r\theta\phi} = R(r) \cdot \Theta(\theta) \cdot \Phi(\phi)$$

रेडियल फलन $R(r)$ केंद्रकापासून विविध अंतरावर इलेक्ट्रॉन घनतेची माहिती देते

तर कोनीय फलन $(Y = \Theta(\theta) \cdot \Phi(\phi))$ कक्षिकांचे आकार आणि त्यांची अवकाशात अभिमुखता देते. अणूसाठी श्रोडिंगर समीकरणाच्या समाधानाचे सर्वात फायद्याचे परिणाम म्हणजे प्रत्येक वेळी सीमा अटी लागू करून तरंग समीकरण सोडविल्यास पूर्णांकाच्या संच (ज्याला क्वांटम संख्या म्हणतात) मिळतो. हायड्रोजन अणू श्रोडिंगर समीकरण सोडविल्यावर मिळालेल्या क्वांटम संख्या n (प्रिन्सिपल क्वांटम संख्या; $n = 1, 2, 3, \dots$), l (अझीमुथल क्वांटम संख्या; $l = 0, \dots, n - 1$) आणि m (चुंबकीय क्वांटम संख्या; $m = -l, \dots, 0, \dots, +l$).

तथापि, हॅमिल्टोनियनमध्ये इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन प्रतिकर्षण अटीच्या उपस्थितीमुळे बहु-इलेक्ट्रॉन प्रणालीसाठी श्रोडिंगर समीकरण नक्की सोडवता येत नाही. मूलभूत अडचण या वस्तुस्थितीमुळे उद्भवते की प्रत्येक इलेक्ट्रॉन प्रत्येक इतर इलेक्ट्रॉनला प्रतिकर्षित करतो जेणेकरून प्रत्येक इलेक्ट्रॉनची गती इतर सर्वांच्या गतीवर अवलंबून असते. तथापि, अंदाजे पद्धती वापरून वाजवी अचूकतेचे उत्तर मिळवता येतात. बहु-इलेक्ट्रॉन अणूसाठी एकूण वेव्ह-फंक्शन वेगवेगळ्या ऊर्जा असलेल्या अणू कक्षिकेतून तयार केले जाऊ शकते. हे अणू कक्षीय एका इलेक्ट्रॉनच्या सहनिर्देशकांचे कार्य आहेत आणि त्यांच्या कोनीय भागाचे हायड्रोजन अणूसारखेच स्वरूप आहे (l आणि m वर अवलंबून असते). तथापि, त्यांचा रेडियल भाग (n, l आणि केंद्रकीय प्रभार Z वर अवलंबून असतो) भिन्न आहेत, जे इलेक्ट्रॉनमधील परस्पर प्रतिकर्षण देखील विचारात घेते. एकूणच, हायड्रोजन अणूचे क्वांटम यांत्रिक समाधान आण्विक संरचनेचा पाया घालते. अशा प्रकारे परिभाषित केलेल्या क्वांटम संख्या एका कक्षेत उपस्थित इलेक्ट्रॉन नेमण्यात मदत करतात. अणूच्या विविध कक्षिकांमधील इलेक्ट्रॉनचे वितरण इलेक्ट्रॉनिक संरूपण देते.

	s ($\ell = 0$)	p ($\ell = 1$)			d ($\ell = 2$)				
	$m = 0$	$m = 0$	$m = -1$	$m = +1$	$m = 0$	$m = -1$	$m = +1$	$m = -2$	$m = +2$
	s	p_z	p_x	p_y	d_{z^2}	d_{xz}	d_{yz}	d_{xy}	$d_{x^2-y^2}$
$n = 1$									
$n = 2$									
$n = 3$									

आकृती 1.4: क्वांटम संख्यांमधून प्राप्त झालेल्या कक्षिका आणि उप-कक्षिकांचे आकार

औफबाऊच्या नियमाचा वापर करून आपण विविध मूलद्रव्यांतील इलेक्ट्रॉन कक्षिकांमध्ये भरू शकतो.

औफबाऊ नियम, असे सांगतो की अणू किंवा आयनच्या मूळ ऊर्जा पातळी अवस्था स्थितीत, इलेक्ट्रॉन उच्च पातळीवर कब्जा करण्यापूर्वी उपलब्ध असलेल्या सर्वात कमी ऊर्जेच्या आण्विक कक्षिकांना भरतात.

	<p>अशा प्रकारे इलेक्ट्रॉनिक कॉन्फिगरेशनचा अंदाज लावण्यास मदत करण्यासाठी दोन सामान्य नियमांचा वापर करून कक्षिका वाढत्या ऊर्जेच्या क्रमाने भरल्या जातात:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $(n + \ell)$ च्या वाढत्या मूल्याच्या क्रमाने इलेक्ट्रॉन कक्षिकांमध्ये नियुक्त केले जातात. 2. $(n + \ell)$ च्या समान मूल्य असलेल्या उप-कक्षिकांसाठी, इलेक्ट्रॉनला कमी n असलेल्या उप-कक्षिकांमध्ये प्रथम नियुक्त केले जातात.
--	--

आकृती 1.5: औफबाऊच्या नियमानुसार इलेक्ट्रॉन भरणे

अशाप्रकारे आता तुम्ही कोणत्याही अणूची रचना आणि कल्पनाचित्रण करू शकता !

कक्षिका आणि उप-कक्षिकांमध्ये किती आणि कोणत्या प्रकारचे इलेक्ट्रॉन आहेत हे तुम्हाला एकदा कळल्यावर, तुम्ही कोणत्याही अणूच्या क्वांटम यांत्रिकी मॉडेलची कल्पना करू शकता; स्पष्टपणे मध्यभागी लहान आणि दाट केंद्रक असते !

तक्ता 1.1: ऐतिहासिक वेळ-रेषा

वर्ष	वैज्ञानिक	योगदान
1600's	ह्यूजेन्स आणि न्यूटन	पदार्थाच्या दुहेरी स्वरूपाची कल्पना 1600 च्या काळापर्यंत जुनी आहे जेव्हा प्रकाशाचे दोन स्पर्धात्मक सिद्धांत, ह्यूजेन्स द्वारे (ज्यांनी प्रकाशामध्ये तरंग असतात असा प्रस्ताव ठेवला) आणि न्यूटन द्वारे (ज्यांनी प्रस्तावित प्रकाशामध्ये कण असतात असा प्रस्ताव ठेवला) मांडले होते.

वर्ष	वैज्ञानिक	योगदान
1900	मॅक्स प्लॅंक	“क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राची जन्मतारीख” म्हणून संबोधले जाते, या विशिष्ट तारखेप्रमाणे, मॅक्स प्लॅंकने जर्मन फिजिकल सोसायटीच्या बैठकीत ब्लॅक बॉडी रेडिएशनचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी समीकरण दिले.
1909	जेफ्री इनग्राम टेलर	जेफ्री इनग्राम टेलरने दाखवून दिले की जेव्हा देण्यात आलेली प्रकाश उर्जा फक्त एक फोटॉन (वेव्ह-पार्टिकल ड्युअलिटी दर्शवणारा) असते, तेव्हा देखील प्रकाशाच्या व्यतिकरण प्ररूप निर्माण केले जाते.
1911	लॉर्ड रदरफोर्ड	लॉर्ड रदरफोर्डने आण्विक संरचनेचा न्यूक्लीय सिद्धांत मांडला.
1913	नील्स बोहर	बोहरचे मॉडेल दिले, त्यानुसार, अणूचे इलेक्ट्रॉन जवळच्या वर्तुळाकार मार्गाने फिरते ज्याला कक्षा म्हणतात. प्रत्येक कक्षा एका निश्चित ऊर्जेशी संबंधित आहे. कक्षामध्ये फिरणारे इलेक्ट्रॉन ऊर्जा शोषत नाहीत किंवा उत्सर्जित करत नाहीत. हे बोहर मॉडेल हायड्रोजन अणू स्पेक्ट्रमचे यशस्वीरित्या स्पष्टीकरण देऊ शकते. तथापि, हे एकापेक्षा जास्त इलेक्ट्रॉन असलेल्या अणूंची सूक्ष्म रचना आणि अणू स्पेक्ट्रम स्पष्ट करू शकले नाही.
1923	लुईस डी ब्रोग्ली	1929 मध्ये नोबेल पारितोषिक विजेता, तरंग-कण द्वैत कणांपर्यंत वाढवला, की गतीशील इलेक्ट्रॉन तरंगांशी संबंधित असतात.
1925	वर्नर हायसेनबर्ग	यांना 1932 मध्ये “क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राच्या निर्मितीसाठी” भौतिकशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. त्याने मॅट्रिक्स स्थितिगतिशास्त्र आणि अनिश्चिततेचे तत्त्व तयार केले.
1926	एरविन श्रोडिंगर	क्वांटम स्थितिगतिशास्त्राचे संस्थापक. त्याने गणितीय पद्धतीने तरंग समीकरण विकसित केले, जे श्रोडिंगर समीकरण म्हणून प्रसिद्ध आहे. 1933 मध्ये त्यांना नोबेल पारितोषिक मिळाले.

ICT चा वापर

- https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_orbital
- [https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Laboratory_Experiments/Dry_Lab_Experiments/Simulation%3A_Probabilistic_Interpretation_of_Atomic_Orbitals_\(Dry_Lab\)](https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Laboratory_Experiments/Dry_Lab_Experiments/Simulation%3A_Probabilistic_Interpretation_of_Atomic_Orbitals_(Dry_Lab))

मनोरंजक माहिती

- **जीपीएस किंवा ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीम** - हे उपग्रहांचे जाळे आहे ज्यामुळे स्थाने आणि दिशानिर्देश शोधणे सोपे झाले आहे. जीपीएस नक्षत्रातील प्रत्येक उपग्रहात अणू घड्याळांचा समावेश असतो आणि ही अणू घड्याळे वेळ मोजण्यासाठी क्वांटम सिद्धांताची तत्त्वे वापरतात.
- **फ्लोरोसेंट लाइट** - आपल्याला ट्यूब किंवा त्या कुरळे बल्बमधून मिळणारा प्रकाश केवळ क्वांटम घटनेचा परिणाम आहे. फ्लोरोसेंट प्रकाशात, थोड्या प्रमाणात पारा वाष्प प्लाझ्मामध्ये उत्तेजित होते.

1.2 क्वांटम यांत्रिकी आणि रासायनिक बंधन

अणूंना एका रेणूमध्ये एकत्र ठेवणाऱ्या बलाला रासायनिक बंधन असे म्हणतात. रेणूमधील रासायनिक बंधन हे क्वांटम यांत्रिक पद्धतीने दोन लोकप्रिय सिद्धांतांद्वारे स्पष्ट केले जाते, जसे की, व्हॅलेन्स बॉण्ड सिद्धांत (VBT) आणि रेण्विक कक्षीय सिद्धांत (MOT). हे दोन्ही दृष्टिकोन अंदाज/अंदाजे वेव्ह-फंक्शन गृहीत धरतात परंतु भौतिक व्याख्या वेगळी आहे. व्हॅलेन्स बॉण्ड सिद्धांत अणू कक्षेत व्हॅलेन्स इलेक्ट्रॉनच्या आच्छादनाने बंध तयार करण्याचा विचार करते आणि संकरणाची संकल्पना देते. तर, रेण्विक कक्षीय सिद्धांत संपूर्ण अणूशी निगडित रेण्विक कक्षीय तयार करण्यासाठी आण्विक कक्षीकांचा संयोग आणि मांडणी या दृष्टीने बंधनाचे वर्णन करतो.

अशा प्रकारे क्वांटम यांत्रिकी वागणूक अधिक योग्य निकटनाद्वारे संयुग्मित जसे संकुल आणि पॉलिमर यासाठी वाढविली गेली आहे. (संयुग्मित रेणूच्या संरचनांचा अभ्यास करण्यासाठी एक लोकप्रिय दृष्टिकोन हकेल रेण्विक कक्षीय सिद्धांत आहे). विविध बहू-इलेक्ट्रॉन अणू आणि रेणूच्या क्वांटम मेकॅनिकल अंदाजापासून प्राप्त झालेले परिणाम/ट्रेंड प्रायोगिक परिणामांशी चांगले सहमत आहेत आणि या कारणास्तव, क्वांटम यांत्रिकी वेव्ह-फंक्शनच्या व्याख्यांना स्वीकार्यता मिळाली आहे.

1.2.1 रेण्विक कक्षीय सिद्धांत (Molecular Orbital Theory) (MOT)

He_2 रेणू का अस्तित्वात नाही आणि O_2 पॅरामॅग्नेटिक का आहे यासारख्या काही प्रश्नांची उत्तरे देण्यात वॉलेस बॉन्ड सिद्धांत अपयशी ठरते. म्हणून 1932 मध्ये एफ. हंड आणि आर. एस मल्लिकेन यांनी रेण्विक कक्षीय सिद्धांत म्हणून ओळखला जाणारा सिद्धांत मांडला.

रेण्विक कक्षीय सिद्धांतानुसार विविध अणू एकत्र येऊन रेण्विक कक्षीका तयार करतात, कारण अणूचे इलेक्ट्रॉन विविध अणू कक्षीकात असतात आणि अनेक केंद्रकांशी संबंधित असतात.

होमोन्यूक्लियर डायटॉमिक्स - रेणू ज्यामध्ये दोन समान अणू असतात - H_2, N_2, O_2, F_2 .

हेटेरोन्यूक्लियर डायटॉमिक्स - रेणू ज्यामध्ये दोन समान नसलेले अणू असतात - CO, NO, HF, LiF .

1.2.2 VBT आणि MOT ची ठळक वैशिष्ट्ये.

VBT ची वैशिष्ट्ये:

1. केंद्रीय धातू आयन कोऑर्डिनेट बंध तयार करण्यासाठी लिगेण्ड्सला रिक्त s, p आणि d कक्षीकांची संख्या प्रदान करते.
2. केंद्रीय धातू आयनद्वारे प्रदान केलेल्या रिक्त कक्षीकांची संख्या त्याच्या समन्वय संख्येइतकी असेल.

MOT ची वैशिष्ट्ये:

1. आण्विक कक्षीका एकमेकांशी विलीन होऊन रेण्विक कक्षीका बनते.
2. रेणूचे इलेक्ट्रॉन रेण्विक कक्षांच्या नवीन उर्जा अवस्थेत भरतात, ज्याप्रकारे आण्विक कक्षीकांच्या ऊर्जा अवस्थेत भरतात तसेच.

1.2.3 अणू कक्षीकांचे रेखीय संयोजन (Linear Combination of Atomic Orbitals) (LCAO)

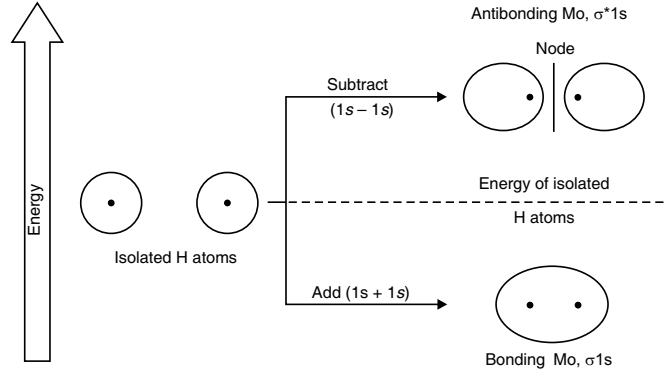
या पद्धतीनुसार कक्षीकाची निर्मिती आण्विक कक्षीकांच्या रेखीय संयोगामुळे (बेरीज किंवा वजाबाकी) होते जे एकत्रित होऊन रेणू बनते. A आणि B या दोन अणूंचा विचार करा ज्यात आण्विक कक्षीकांचे वर्णन वेव्ह फंक्शन्स Ψ_A आणि Ψ_B द्वारे केले गेले आहे. जर या दोन अणूंचे इलेक्ट्रॉन क्लाउड अतिव्याप्त झाले तर रेणूसाठी वेव्ह फंक्शन आण्विक कक्षीका Ψ_A आणि Ψ_B च्या रेखीय संयोगाने मिळू शकते. आण्विक कक्षीकांच्या वेव्ह फंक्शन्सची वजाबाकी किंवा बेरीज करून

$$\Psi_{MO} = \Psi_A + \Psi_B \quad \dots 1.6$$

वरील समीकरण दोन रेण्विक कक्षीका तयार करते

तक्ता 1.2: बॉन्डिंग आणि अँटीबॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका

बॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका	अँटी-बॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका
जेव्हा वेव्ह फंक्शनची बेरीज होते तेव्हा ते तयार होते. बॉन्डिंग रेण्विक कक्षिकासाठी समीकरण आहे $\Psi_{MO} = \Psi_A + \Psi_B$. त्यांच्यात आण्विक कक्षिकांपेक्षा कमी ऊर्जा असते. हे टप्प्याटप्प्याने होणाऱ्या रचनात्मक हस्तक्षेपासारखेच आहे कारण इलेक्ट्रॉन संभाव्यता घनता वाढते परिणामी बॉन्डिंग ऑर्बिटल तयार होते. बॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका खालील आकृतीत दाखवलेल्या दोन S कक्षिकांच्या आच्छादनामुळे तयार होते. हे σ द्वारे दर्शविले जाते.	जेव्हा वेव्ह फंक्शनच्या वजाबाकीने रेण्विक कक्षिका तयार होते तेव्हा ते तयार होते. अँटीबॉन्डिंग रेण्विक कक्षिकासाठी समीकरण आहे $\Psi_{MO} = \Psi_A - \Psi_B$. त्यांच्यात आण्विक कक्षिकांपेक्षा जास्त ऊर्जा असते. हे टप्प्याबाहेर उद्भवणाऱ्या विध्वंसक हस्तक्षेपासारखे आहे ज्यामुळे अँटीबॉन्डिंग कक्षिका तयार होतात. खाली दिलेल्या आकृतीत दाखवलेल्या दोन कक्षिकांच्या आच्छादन वजा करून रेण्विक कक्षिका निर्मिती. हे σ^* द्वारे दर्शविले जाते



आकृती 1.6: बॉन्डिंग आणि अँटी-बॉन्डिंग कक्षिका निर्मिती

म्हणून, दोन आण्विक कक्षिकांच्या संयोगामुळे (BMO) बॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका निर्मिती होते, तर इतर अँटी-बॉन्डिंग रेण्विक कक्षिका (ABMO) असते. BMO ची ऊर्जा कमी असते व म्हणून त्याची स्थिरता ABMO पेक्षा जास्त असते.

रेण्विक कक्षिकीय आकृत्या

इलेक्ट्रॉन भरणे

आता तीन मूलभूत नियम लागू करून MO आकृती कशी तयार करावी ते जाणून घेऊ.

- **औफबाऊ तत्त्व** असे सांगते की कक्षिका सर्वात कमी ऊर्जेच्या पातळीपासून भरल्या जातात.
- **पॉली अपवर्जन तत्त्व** असे सांगते की कक्षिकांना व्यापणारे जास्तीत जास्त दोन इलेक्ट्रॉन असतात, विरुद्ध आभ्राम सह.
- **हुंडचा नियम** असे सांगतो की जेव्हा समान ऊर्जा असलेले अनेक MO असतात, तेव्हा दोन इलेक्ट्रॉन एकाच MO वर कब्जा करण्यापूर्वी, एका वेळी एकाच MO वर कब्जा करतात.

1.2.4 ऊर्जा पातळी आकृती

रेण्विक कक्षिकांच्या सापेक्ष उर्जा ज्या घटकांवर अवलंबून असतात ते आहेत :

- (i) आण्विक कक्षिकांची ऊर्जा एकत्र करून रेण्विक कक्षिका तयार करतात.

(ii) आण्विक कक्षिकांदरम्यान ओव्हरलॅप होण्याची मर्यादा. ओव्हरलॅप जितका जास्त असेल तितकी जास्त बॉन्डिंग कक्षिका खाली येते आणि AOs च्या तुलनेत अँटी-बॉन्डिंग कक्षिकांच्या उर्जेमध्ये वाढ होते.

दोन अणूंच्या आण्विक कक्षिका (AOs), σ 1s आणि σ^* 1s असे दर्शविलेल्या दोन रेण्विक कक्षिका (MOs) तयार करतात. 2s आणि 2p कक्षिका (दोन अणूंचे आठ AOs) चार बॉन्डिंग MOs आणि चार अँटी-बॉन्डिंग MOs बनवतात:

बॉन्डिंग MOs: σ 2s, σ 2p_z, π 2p_x, π 2p_y

अँटी-बॉन्डिंग MOs: σ^* 2s, σ^* 2p_z, π^* 2p_x, π^* 2p_y

स्पेक्ट्रोस्कोपीचा वापर करून, या रेण्विक कक्षिकांची ऊर्जा पातळी प्रायोगिकपणे निर्धारित केली जाते. दोन अणूंच्या 1s, 2s आणि 2p कक्षिकांच्या संयोगाने मिळवलेल्या रेण्विक कक्षिकांची ऊर्जा वाढण्याचा क्रम आहे →

$$1s, \sigma^* \sigma 1s, \sigma 2s, \sigma^* 2s, \sigma 2p_z, 2p_x = \pi 2p_y, \pi^* \pi 2p_x = \pi^* 2p_y, \sigma^* 2p_z$$

(ऊर्जा डावीकडून उजवीकडे वाढते)

परंतु काही डायटोमिक रेणूसाठी प्रायोगिक पुराव्यांनी असे दर्शविले आहे की MOs च्या ऊर्जेच्या पातळीचा वरील क्रम सर्व रेणूसाठी योग्य नाही. उदाहरणार्थ, Li_2 , Be_2 , B_2 , C_2 , N_2 सारख्या दुसऱ्या गणातील मूलद्रव्यांचे होमोन्यूक्लियर डायटोमिक रेणू, σ 2p_z MOs हे π 2p_x आणि π 2p_y MOs पेक्षा ऊर्जेमध्ये जास्त असतात.

या अणूसाठी, क्रम आहे:

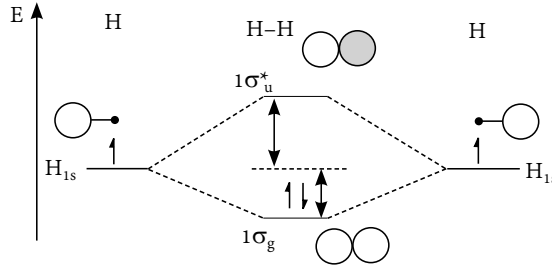
$$\sigma 1s, \sigma^* 1s, \sigma 2s, \sigma^* 2s, [\pi 2p_x = \pi 2p_y], \sigma 2p_z [\pi^* 2p_x = \pi^* 2p_y], \sigma^* 2p_z$$

उदाहरण 1. हायड्रोजन रेणू - H_2

अणू क्रमांक = 1

इलेक्ट्रॉनिक संरूपण - $1s^1$

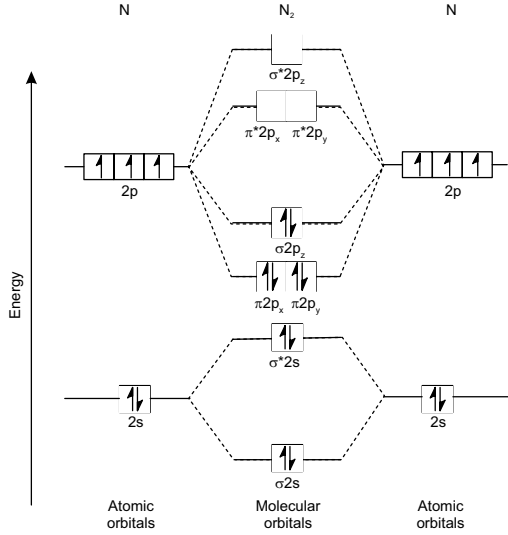
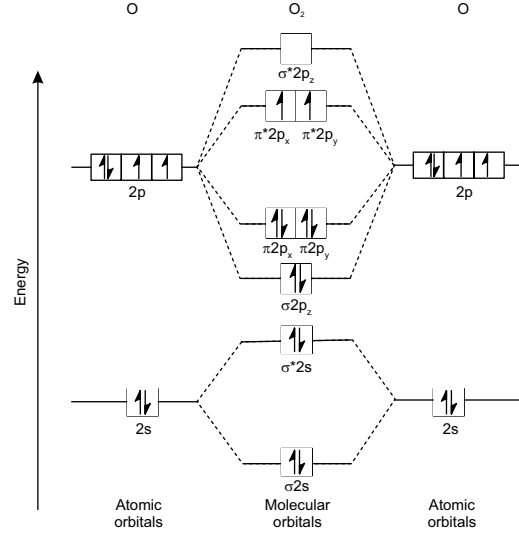
MO साठी ऊर्जेचा क्रम - σ 1s, σ^* 1s



आकृती 1.7: हायड्रोजन रेणूसाठी रेण्विक कक्षीय आकृती

तक्ता 1.3: N_2 आणि O_2 रेणूसाठी उर्जेचा क्रम

N_2 आणि त्या खालील रेणू	O_2 आणि त्या वरील रेणू
नायट्रोजनचा अणूअंक = 7	ऑक्सिजनचा अणूअंक = 8
इलेक्ट्रॉनिक संरूपण - $1s^2, 2s^2, 2p^3$	इलेक्ट्रॉनिक संरूपण - $1s^2, 2s^2, 2p^4$
MO साठी ऊर्जेचा क्रम -	MO साठी ऊर्जेचा क्रम -
$1s, \sigma^* \sigma 1s, \sigma 2s, \sigma^* 2s, [\pi 2p_x = \pi 2p_y],$	$1s, \sigma^* \sigma 1s, \sigma 2s, \sigma^* 2s, \sigma 2p_z, [\pi 2p_x = \pi 2p_y],$
$\sigma 2p_x [\pi^* 2p_x = \pi^* 2p_y], \sigma^* 2p_z$	$[\pi^* 2p_x = \pi^* 2p_y], \sigma^* 2p_z$

आकृती 1.8: N_2 आणि त्या खालील रेणूसाठी ऊर्जेचा क्रमआकृती 1.9: O_2 आणि त्या वरील रेणूसाठी ऊर्जेचा क्रम

स्पष्टीकरण

नायट्रोजनसह, आपण दोन रेण्विक कक्षांचे मिश्रण आणि ऊर्जा प्रतिकर्षण पाहतो. अधिक परिचित आकृतीवरून पुनर्व्यवस्थेसाठी हा तर्क आहे. लक्षात घ्या की $2p$ मधील σ मिसळल्यामुळे अधिक नॉनबॉण्डिंग सारखा वागतो, तसेच $2s$ σ सोबत होते. यामुळे $2p$ σ^* कक्षेत ऊर्जा मोठ्या प्रमाणात उडी मारते. विद्विआण्विक नायट्रोजनचा बंधक्रम तीन आहे आणि तो एक प्रतिक्रितीय रेणू आहे.

ऑक्सिजन, H_2 सारखाच सेटअप आहे, परंतु आता आपण $2s$ आणि $2p$ कक्षिकांचा विचार करतो. p कक्षिकामधून रेण्विक कक्षिका तयार करताना, लक्षात घ्या की तीन आण्विक कक्षिका तीन रेण्विक कक्षिकामध्ये विभागल्या गेल्या आहेत, एक सिंगल डीजेनरेट σ आणि डबल डीजेनरेट π कक्षिका. विद्विआण्विक ऑक्सिजनचा बंधक्रम दोन आहे आणि ऑक्सिजन हे समचुंबकीय विद्विआण्विक रेणूचे उदाहरण आहे,

1.2.5 बंध क्रम (Bond Order)

हे बॉण्डिंग कक्षिका आणि अँटीबॉण्डिंग कक्षिकामध्ये उपस्थित असलेल्या इलेक्ट्रॉनच्या संख्येतील फरकाच्या अर्धा म्हणून परिभाषित केले जाऊ शकते. म्हणजे,

$$\text{बाँड ऑर्डर (B.O.)} = \frac{BMO \text{ मधील इलेक्ट्रॉनची संख्या} - ABMO \text{ मधील इलेक्ट्रॉनची संख्या}}{2}$$

धनात्मक बंध क्रम असलेल्यांना स्थिर रेणू मानले जाते तर ऋणात्मक बंध क्रम किंवा शून्य बंध क्रम असणारे अस्थिर रेणू असतात.

सोडवलेले उदाहरण - विद्विआण्विक रेणू नायट्रोजन आणि ऑक्सिजनच्या बाँड ऑर्डरची गणना करा.

उपाय - बाँड ऑर्डरच्या गणनेसाठी वापरलेले सूत्र

$$\text{बाँड ऑर्डर (B.O.)} = \frac{BMO \text{ मधील इलेक्ट्रॉनची संख्या} - ABMO \text{ मधील इलेक्ट्रॉनची संख्या}}{2}$$

विद्विआण्विक नायट्रोजन रेणूसाठी

आकृती 1.9 वापरणे -

$$N_2 \text{ ची बाँड ऑर्डर} = (6 - 0) / 2$$

$$N_2 \text{ ची बाँड ऑर्डर} = 3$$

म्हणजे नायट्रोजनच्या दोन अणूंमध्ये तिहेरी बंध ($N \equiv N$) अस्तित्वात राहून नायट्रोजनचा एक रेणू, N_2 तयार होईल.

व्दिआण्विक ऑक्सिजन रेणूसाठी

आकृती 1.10- वापरणे

$$O_2 \text{ ची बाँड ऑर्डर} = (6 - 2) / 2$$

$$O_2 \text{ ची बाँड ऑर्डर} = 2$$

म्हणजे ऑक्सिजनच्या दोन अणूंमध्ये दुहेरी बंध ($O = O$) अस्तित्वात राहून एक ऑक्सिजन, O_2 रेणू तयार होईल

1.2.6 बाँड ऑर्डरद्वारे केलेले विश्लेषण

1. **स्थिरता:** जर बाँड ऑर्डरचे मूल्य धनात्मक असेल तर ते स्थिर रेणू दर्शवते आणि जर मूल्य ऋणात्मक किंवा शून्य असेल तर याचा अर्थ असा की रेणू अस्थिर आहे.
2. **बंध विचरण ऊर्जा:** रेणूची स्थिरता त्याच्या बंधन पृथक्करण ऊर्जेद्वारे मोजली जाते. परंतु बंध विचरण ऊर्जा बाँड ऑर्डरच्या थेट प्रमाणात असते. बाँड ऑर्डर जितके मोठे असेल तितके बंध विचरण ऊर्जा जास्त असते.
3. **बंधाची लांबी:** बाँडची ऑर्डर बंधाच्या लांबीच्या व्यस्त प्रमाणात असते. बाँड ऑर्डरचे मूल्य जितके जास्त असेल तितके बंधाची लांबी लहान असेल. उदाहरणार्थ, नायट्रोजन रेणूतील बंधाची लांबी ऑक्सिजन रेणूपेक्षा कमी असते.
4. **चुंबकीय वर्ण:** जर एखाद्या पदार्थाच्या रेणूतील सर्व इलेक्ट्रॉन युग्मित असतील, तर पदार्थ प्रतिकुंबकीय (डायमॅग्नेटिक) (चुंबकीय क्षेत्राद्वारे प्रतिकर्षित केला जातो). दुसरीकडे, जर रेणूमध्ये अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन असतील तर पदार्थ समचुंबकीय (पॅरामॅग्नेटिक) (चुंबकीय क्षेत्राद्वारे आकर्षित) असतो.

1.3 चुंबकीय वर्तणूक

जर प्रजातीमधील सर्व रेण्विक कक्षीय स्पिन युग्मित असतील तर पदार्थ प्रतिकुंबकीय असतो. परंतु जर एक किंवा अधिक रेण्विक कक्षीय एकट्याने व्यापलेले असतील तर ते समचुंबकीय असतो.

उदाहरण: व्दिआण्विक नायट्रोजनचे चुंबकीय गुणधर्म एक प्रतिकुंबकीय रेणू आहे जिथे ऑक्सिजन हे समचुंबकीय रेणूचे उदाहरण आहे.

व्दिआण्विक रेणू नायट्रोजन

नायट्रोजनच्या p बॉन्डिंग रेण्विक कक्षीकेत 6 इलेक्ट्रॉन असतात. p^* एंटीबॉन्डिंग कक्षीकेमध्ये रिक्त कक्षीय म्हणजे इलेक्ट्रॉन नसतात. p कक्षीका मध्ये उपस्थित असलेले सर्व 6 इलेक्ट्रॉन युग्मित अवस्थेत आहेत, अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनच्या अनुपस्थितीमुळे ते प्रतिकुंबकीय रेणूसारखे वागतात.

1.3.1 व्दिआण्विक रेणू ऑक्सिजन

ऑक्सिजनच्या p बॉन्डिंग रेण्विक कक्षीकेत 6 इलेक्ट्रॉन असतात. p^* एंटी बॉन्डिंग कक्षीकेमध्ये दोन अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन असतात म्हणजे p_x^* आणि p_y^* एंटी बॉन्डिंग ऑर्बिटल अर्ध्या इलेक्ट्रॉनने भरलेले असतात. अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनच्या उपस्थितीमुळे ते समचुंबकीय रेणूसारखे वागते.

1.4 ब्यूटाडाईन (Butadiene) ची π -रेण्विक कक्षिका

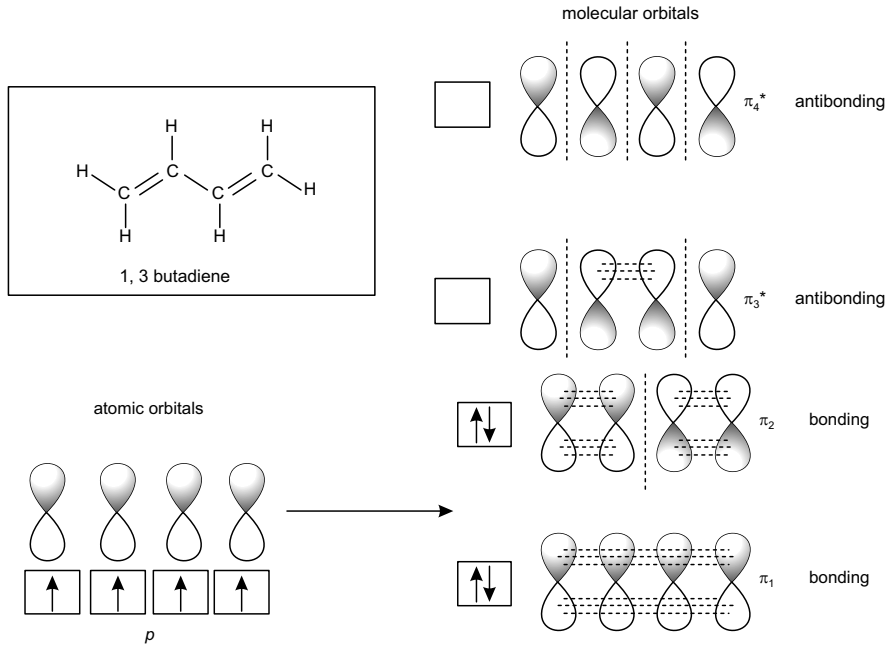
ब्यूटाडाईनची π -रेण्विक कक्षिका दोन एथिन रेणूंचे π -रेण्विक कक्षिका एकत्र केल्याचा परिणाम आहे. हे संयुग्मनाचा प्रभाव दर्शवते. दोन बंधक ब्यूटाडाईन रेण्विक कक्षांची एकूण ऊर्जा एथिनच्या साठी दोन रेण्विक कक्षांपेक्षा कमी आहे. याचा अर्थ असा की ब्यूटाडाईन जर त्याची रचना फक्त दोन विविक्त दुहेरी बंधनांची असती तेव्हा आपण जी अपेक्षा केली असती, त्यापेक्षा थर्मोडायनामिकली अधिक स्थिर आहे.

1.4.1 HOMO आणि LUMO

व्यापलेला MO सर्वात जास्त ऊर्जेने भरलेला असतो त्याला उच्चतम व्यापलेला रेण्विक कक्षीय किंवा HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) असे म्हणतात आणि त्याच्या अगदी वरच्या रिकाम्या MO ला नंतर सर्वात कमी रिक्त रेण्विक कक्षीय किंवा LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) म्हणतात. बॉन्डिंग MO मधील इलेक्ट्रॉनला बॉन्डिंग इलेक्ट्रॉन म्हणतात आणि अँटीबॉन्डिंग ऑर्बिटल मधील कोणत्याही इलेक्ट्रॉनला अँटीबॉन्डिंग इलेक्ट्रॉन म्हणतात.

स्पष्टीकरण

- एथिनसाठी असलेल्या HOMO च्या तुलनेत ब्यूटाडाईनसाठी असलेल्या HOMO ची ऊर्जा जास्त आहे. याचा अर्थ ब्यूटाडाईन न्यूक्लियोफाइलच्या दिशेने एथिनपेक्षा अधिक अभिक्रियाशील असावा.
- ब्यूटाडाईनसाठी असलेल्या LUMO ची ऊर्जा एथिनसाठी असलेल्या LUMO पेक्षा कमी आहे परिणामी, ब्यूटाडाईन एथिनपेक्षा न्यूक्लियोफाइलच्या दिशेने अधिक अभिक्रियाशील असेल अशी अपेक्षा केली जाईल.
- तर ब्यूटाडाईन दोन वेगळ्या दुहेरी बंधांपेक्षा अधिक स्थिर असताना, ते अधिक अभिक्रियाशील देखील आहे.
- एकत्रितपणे, हे अल्कायलेशनचे सीमावर्ती कक्षीय आहेत आणि ते प्रजातींचे रसायनशास्त्र नियंत्रित करतात.
- न्यूक्लियोफाइल LUMO सोबत आणि HOMO इलेक्ट्रोफाइल सोबत परस्परक्रिया करतील, MO च्या नवीन जोड्या तयार करतील.
- शेवटी, येथे चार p -कक्षिका पासून तयार केलेल्या सिस्टमसाठी MO आहेत: ब्यूटाडाईन, $CH_2 = CH - CH = CH_2$.



आकृती 1.10: 1, 3-ब्यूटाडाईन रेणूमध्ये बॉन्डिंग आणि अँटीबॉन्डिंग कक्षिका

सर्वात कमी ऊर्जा रेण्विक कक्षीय, π , मध्ये फक्त रचनात्मक परस्परक्रिया आणि शून्य नोड असतात. ऊर्जेमध्ये जास्त, परंतु तरीही पृथक p कक्षीका पेक्षा कमी, π ऑर्बिटलमध्ये एक नोड आहे परंतु दोन रचनात्मक परस्पर क्रिया आहेत, अशाप्रकारे ते एकंदरीत एक बॉन्डिंग कक्षीका आहे. दोन अँटीबॉन्डिंग कक्षीका बघता, π^* मध्ये दोन नोड्स आणि एक रचनात्मक परस्पर क्रिया आहे, तर π^* मध्ये तीन नोड्स आणि शून्य रचनात्मक परस्परक्रिया आहेत.

ब्यूटाडाईन मध्ये चार p इलेक्ट्रॉन असतात. दोन सर्वात कमी MO मध्ये जातात, आणि दोन पुढील MO मध्ये जातात सर्व इलेक्ट्रॉन्स अशा प्रकारे वैयक्तिक p कक्षीका पेक्षा कमी ऊर्जा असलेल्या कक्षीका व्यापतात आणि अशा प्रकारे दोन दुहेरी बंधांच्या परस्परक्रियामुळे रेणू स्थिर होतो.

1.5 बेंझिनची π -रेण्विक कक्षीका आणि ऍरोमॅटिसिटी

MO सिद्धांत स्पष्ट करते की बेंझिनसारखी ऍरोमॅटिक संयुगे बरीच स्थिर का आहेत. दिलेल्या सेंद्रीय संयुगाच्या संरचनेतून ऍरोमॅटिक आहे की नाही हे कसे ओळखायचे ते आपण प्रथम समजून घेऊ.

बेंझिन आणि इतर सेंद्रीय संयुगे काही वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म प्रदर्शित करतात जे त्यांना एलिफॅटिक संयुगांपासून वेगळे करतात. हे वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म जे बनवतात त्यांना ऍरोमॅटिक वर्ण किंवा ऍरोमॅटिसिटी म्हणतात.

1.6 हकलचा नियम: ऍरोमॅटिसिटीसाठी निकष

क्वांटम स्थितिगतशास्त्राच्या आधारावर ई. हकल यांनी 1931 मध्ये ऍरोमॅटिसिटीशी संबंधित एक नवीन नियम प्रस्तावित केला ज्याला हकलचा नियम म्हणतात, “एक चक्रीय संयुग्मित संयुग ऍरोमॅटिक असेल, जर त्याच्या वलयामध्ये $(4n + 2)$ π इलेक्ट्रॉन असतील”, जिथे n = संपूर्ण संख्या

संयुग ऍरोमॅटिक आहे का हे ठरवताना, खालील चेकलिस्टमधून जा. जर संयुग खालील सर्व निकष पूर्ण करत नसेल, तर त्याचे स्वरूप ऍरोमॅटिक नसण्याची शक्यता आहे.

1. रेणू चक्रीय आहे (अणूचे वलय).
2. रेणू समतलिय आहे (रेणूतील सर्व अणू एकाच प्रतलात असतात).
3. रेणू पूर्णपणे संयुग्मित आहे, म्हणजे सतत डिलोकलाइज्ड π इलेक्ट्रॉन (वलयामधील प्रत्येक अणूवर p कक्षीका).
4. रेणूमध्ये $(4n + 2)$ π इलेक्ट्रॉन असतात (जेथे n हा एक पूर्णांक आहे).

$(4n + 2)$ नियम लागू करण्यासाठी,

1. प्रथम रेणूतील π इलेक्ट्रॉनची संख्या मोजा.
2. नंतर, ही संख्या $4n + 2$ च्या बरोबरीने सेट करा आणि n साठी सोडवा.
3. हा एक पूर्णांक आहे (1, 2, 3, ...), नियम पूर्ण झाला आहे.

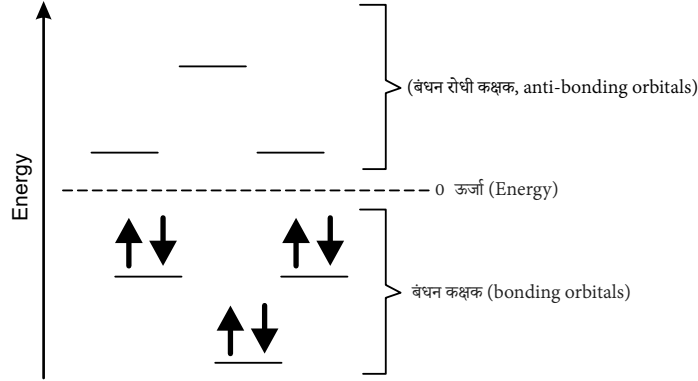
उदाहरणार्थ, बेंझिन मध्ये सहा π इलेक्ट्रॉन आहेत:

$$4n + 2 = 6$$

$$4n = 4$$

$$n = 1$$

बेंझिनसाठी, आपल्याला आढळले की $n = 1$, जे एक धनात्मक पूर्णांक आहे, म्हणून नियम पूर्ण केला जातो.

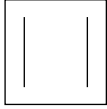


आकृती 1.11: बेझिनसाठी MOT आकृती

MO सिद्धांतानुसार, बेझिनमध्ये उच्च ऊर्जा पातळीचे अँटीबॉन्डिंग कक्षिका रिक्त आहेत कारण तेथे इलेक्ट्रॉन नाही. बेझिनचे p_i इलेक्ट्रॉन तीन रेण्विक कक्षिका व्यापतात, ते सर्व कमी ऊर्जेचे असतात आणि बेझिन रेणूला अतिशय स्थिर बनवतात.

एरोमॅटिक	अलिफॅटिक	एंटी - एरोमॅटिक
- चक्रीय, समतलिय, आणि pi इलेक्ट्रॉनचे सतत डिलोकलायझेशन. - $(4n + 2) \pi$ इलेक्ट्रॉन	एकतर चक्रीय नाही, किंवा समतलिय नाही किंवा pi इलेक्ट्रॉनचे सतत डिलोकलायझेशन नाही (π इलेक्ट्रॉन मोजण्याची गरज नाही!)	- चक्रीय, समतलिय, आणि pi इलेक्ट्रॉनचे सतत डिलोकलायझेशन. - $(4n) \pi$ इलेक्ट्रॉन

वाढती स्थिरता



सायक्लोबुटाडीनमध्ये 4 pi इलेक्ट्रॉन असतात
(उजवीकडे 2 दुहेरी बंध आहेत प्रत्येक दुहेरी बंध
2 pi इलेक्ट्रॉन म्हणून मोजला जातो)

$$4n + 2 = 4$$

n शोधा:

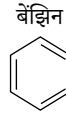
$$4n + 2 = 4$$

$$4n = 4 - 2$$

$$4n = 2$$

$$n = \frac{1}{2}$$

सायक्लोबुटाडीन एरोमॅटिक नाही
कारण n ही पूर्ण संख्या नाही. यात
4 n pi इलेक्ट्रॉन आहेत.
हे एंटी - एरोमॅटिक आहे



बेझिनमध्ये 6 pi इलेक्ट्रॉन असल्याने:

$$4n + 2 = 6$$

Find in:

$$4n + 2 = 6$$

$$4n = 6 - 2$$

$$4n = 4$$

$$n = 1$$

जर n शून्य किंवा धनात्मक पूर्ण
संख्येच्या बरोबरीचे असेल तर
एरोमॅटिक संयुग हकलच्या नियमाचे
पालन करतो. बेझिन एरोमॅटिक
आहे.

आकृती 1.12: सायक्लोबुटाडीनमध्ये एंटी - एरोमॅटिसिटीचे स्पष्टीकरण

आकृती 1.13: बेझिनमध्ये एरोमॅटिसिटीचे स्पष्टीकरण

अशाप्रकारे MOT बेझिन आणि इतर एरोमॅटिक संयुगांची अतिरिक्त स्थिरता स्पष्ट करते.

व्हिडिओ संसाधन:



मनोरंजक माहिती

- ऍरोमॅटिक संयुगे जीवसायनशास्त्रात आणि उद्योगात महत्वाची भूमिका बजावतात. सर्वात महत्वाचे ऍरोमॅटिक संयुग बेंझिन आहे.
- बेंझिन विविध ज्वलन चक्रांचे उपउत्पादन असल्यामुळे, प्रत्येक वेळी जेव्हा तुम्ही बाहेर जाता तेव्हा तुम्हाला थोड्या प्रमाणात त्याचा सामना करावा लागतो. स्लोतांमध्ये सिगारेटचा धूर, गॅस स्टेशन, कार एक्झॉस्ट आणि इतर औद्योगिक उत्सर्जन यांचा समावेश आहे.
- तुमच्या घरातील अनेक उत्पादनांमध्ये काही प्रमाणात बेंझिन असते. ग्लूज, पेंट्स, फर्निचर मेण आणि डिटेरजंट्समध्ये नियमितपणे बेंझिन घटक म्हणून असतो.
- फळे, भाज्या, मेवा, दुग्धजन्य पदार्थ, अंडी आणि मासे यासारख्या खाद्यपदार्थांमध्ये बेंझिनची अत्यंत कमी पातळी आढळली आहे. तथापि, हे खूपच सुरक्षित आहे. काही प्रक्रिया केलेल्या पदार्थांमध्ये काही प्रमाणात उच्च पातळी आढळली आहे.
- बेंझिनच्या दीर्घकालीन संपर्काने रक्ताशी संबंधित कर्करोग होऊ शकतो जसे ल्युकेमिया. ते त्वचेद्वारे, इनहेलेशनद्वारे किंवा सेवनातून थेट शोषणाद्वारे शरीरात प्रवेश करू शकते.

1.7 क्रिस्टल फिल्ड सिद्धांत (Crystal Field Theory, CFT)

1929 मध्ये भौतिकशास्त्रज्ञ हंस बेथे यांनी CFT प्रस्तावित केला होता. त्यानंतर 1935 मध्ये जे.एच. व्हॅन व्लेक यांनी परस्परक्रियेमध्ये काही प्रमाणात सहसंयुजेची परवानगी देण्यासाठी सुधारणा केली. क्रिस्टल फिल्ड सिद्धांत संकुलांचे महत्त्वपूर्ण गुणधर्म (चुंबकत्व, अवशोषण स्पेक्ट्रा, ऑक्सिडेशन स्टेट्स, समन्वय) वर्णन करण्यासाठी विकसित करण्यात आला.

1.7.1 मूलभूत संकल्पना

क्रिस्टल फिल्ड सिद्धांतामध्ये, असे मानले जाते की आयन हे साधे बिंदू प्रभार आहेत (एक सरलीकरण). जेव्हा सममितीय प्रभाराचे क्षेत्र असलेल्या अल्क धातूच्या आयनांना लागू केले जाते, तेव्हा बंध ऊर्जेची गणना साधारणपणे यशस्वी होते. हा दृष्टिकोन क्लासिकल स्थितिज उर्जा समीकरणे वापरतो जे प्रभारीत कणांमधील आकर्षण आणि प्रतिकर्षण परस्परक्रिया विचारात घेतात (म्हणजेच, कूलॉम्बच्या नियमातील परस्परक्रिया).

$$E \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \dots (1.8)$$

E = प्रभारामधील बंध ऊर्जा

q_1 आणि q_2 = परस्परक्रिया करणाऱ्या आयनचे प्रभार

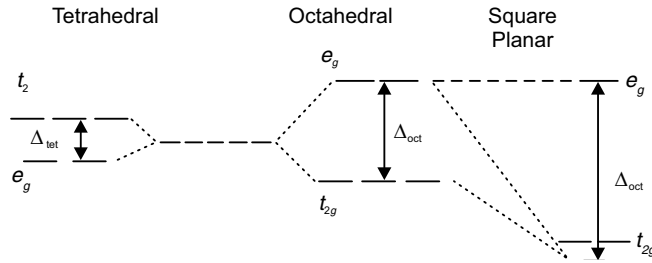
r = दूर करणारे अंतर

1.7.2 CFT चे गृहीतक

- संकुल निर्मितीमध्ये वापरले जाणारे लिगँड एकतर ऋणात्मक आयन उदा., F^- , Cl^- , Br^- , CN^- इ. किंवा द्विध्रुवीय उदासीन रेणू उदा NH_3 , H_2O इ. असतात.
- संकुल हा मध्य धातू आयन आणि मध्य धातू आयनच्या सभोवतालचा लिगँडचा समूह आहे.
- धातू आयन आणि लिगँड्सद्वारे संकुलाच्या निर्मितीच्या वेळी, लिगँड एक बिंदू प्रभार म्हणून ऋण प्रभारीत धातूच्या आयनकडे धातूच्या आयनच्या दिशेने जातात.
- बिंदू प्रभाराच्या स्वरूपातील लिगँड्स आणि मध्य धातू आयनमधील आकर्षण पूर्णपणे इलेक्ट्रोस्टॅटिक आहे. कक्षीकांदरम्यान आच्छादन होत नाही. म्हणून, तयार झालेले बंधन पूर्णपणे आयनिक असतात.

- जेव्हा लिगेण्ड मध्य धातू आयनकडे जातात तेव्हा धातू आयनच्या d -कक्षीकाची ऊर्जा वाढते.
- d -कक्षीकाच्या ऊर्जेमधील वाढ एकसमान नसते. कक्षीकाच्या ऊर्जेच्या तुलनेत लिगेण्डच्या मार्गात थेट आढळणाऱ्या कक्षीकाची ऊर्जा अधिक प्रमाणात वाढते.
- लिगेण्डचे स्वरूप, धातू आयनचे स्वरूप आणि लिगेण्डची संख्या या सर्व बाबी लिगेण्डच्या जवळ येण्याच्या पद्धतीवर परिणाम करतात.
- धातूच्या आयनच्या कक्षीकाची ऊर्जा असमान वाढल्यामुळे, धातू आयन कक्षीकाचे वेगवेगळ्या ऊर्जा संचात विभाजन होते. ऊर्जेचे हे विभाजन संकुलाच्या भूमितीवर अवलंबून असते जे अष्टफलकीय किंवा चतुष्फलकीय किंवा वर्ग समतलिय असू शकते.

जेव्हा धातू आयनांच्या d -ऑर्बिटलचे विभाजन होते तेव्हा ते आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन भागांमध्ये विभागले जाते उदा. e_g आणि t_{2g}

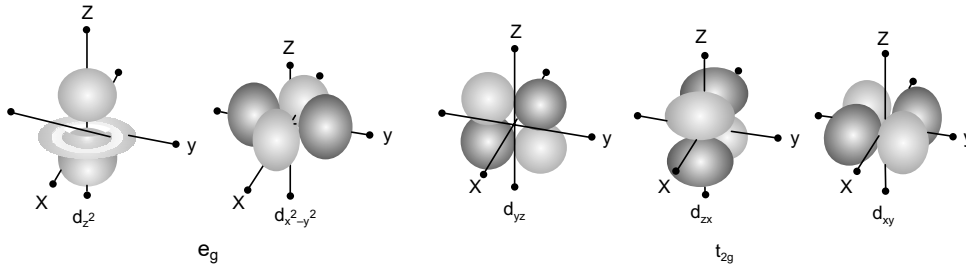


आकृती 1.14: संकुलाच्या विविध भूमितींमध्ये मध्य धातू आयनचे CFT

एकच संक्रमण धातू आयन तपासताना, पाच d -ऑर्बिटलमध्ये समान ऊर्जा असते. जेव्हा लिगेण्ड्स धातू आयनशी संपर्क साधतात, तेव्हा काहीना रेणूच्या भौमितिक रचनेवर आधारित इतरापेक्षा d -ऑर्बिटल इलेक्ट्रॉनचा अधिक विरोध होतो. लिगेण्ड वेगवेगळ्या दिशानिर्देशांपासून येत असल्याने, सर्व d -ऑर्बिटल थेट परस्परक्रिया साधत नाहीत. या परस्परक्रिया माल इलेक्ट्रोस्टॅटिक वातावरणामुळे विभाजन निर्माण करतात. कक्षीय अभिमुखतेच्या त्यांच्या अक्षांशी संबंधित दोन प्रकार आहेत.

अक्षीय अभिमुखता - या अभिमुखतेमध्ये कक्षीय लोब अक्षाच्या बाजूने असतात d_{z^2} आणि $d_{x^2-y^2}$ कक्षीय. गट सिद्धांतानुसार या कक्षीय गटाला e_g समूह म्हणतात आणि या कक्षीयांना e_g कक्षीय म्हणतात.

गैर-अक्षीय अभिमुखता - या अभिमुखतेमध्ये कक्षीय लोब अक्षाच्या दरम्यान आढळतात. d_{xy} , d_{xz} , आणि d_{yz} . गट सिद्धांतानुसार या कक्षीय गटाला t_{2g} गट आणि या कक्षीयांना t_{2g} कक्षीय म्हणतात.



आकृती 1.15: d -ऑर्बिटल t_{2g} आणि e_g चे कोनीय अवलंबित फलन

1.7.3 कक्षीय विभाजन

पाच d -ऑर्बिटलला d_{xy} , d_{zx} , d_{yz} , $d_{x^2-y^2}$ आणि d_{z^2} ही चिन्हे दिली आहेत. एका कॉम्प्लेक्समध्ये ते सर्व येणाऱ्या प्रभाराच्या सापेक्ष भिन्न संरेखित असतात. कॉम्प्लेक्सच्या भूमितीवर अवलंबून, काही d -ऑर्बिटल थेट लिगेण्ड्सकडे निर्देशित करतील, तर काही

त्यांच्या दरम्यान निर्देशित करतील. लिगँड्सकडे निर्देशित करणारे कक्षीका कमी स्थिर आणि ऊर्जेमध्ये जास्त असतील. आता सर्व d -कक्षीका यापुढे समतुल्य नाहीत, ज्यामुळे ऑर्बिटल स्प्लिटिंगच्या घटनेला जन्म मिळतो आणि जास्त आणि कमी प्रतिकर्षित केल्या गेलेल्या कक्षीकेमधील ऊर्जेतील फरकाला क्रिस्टल फील्ड स्प्लिटिंग पैरामीटर म्हणतात.

1.7.4 हे विभाजन खालील घटकांमुळे प्रभावित होते

- लिगँड्सचे स्वरूप. लिगँड जितका शक्तिशाली असेल तितके जास्त विभाजन होईल.
- मध्य धातू आयनची ऑक्सिडेशन स्थिती. उच्च ऑक्सिडेशन स्थितीमुळे जास्त विभाजन होते.
- d कक्षीकांचा आकार (म्हणजे, संक्रमण मालिका).
- संकुलाची भूमिती.

क्रिस्टल फील्ड स्प्लिटिंग ऊर्जेच्या परिमाणानुसार इलेक्ट्रॉन उच्च स्पिन (high spin) किंवा निम्न स्पिन (low spin) व्यवस्थेत जाऊ शकतात

उच्च स्पिन	निम्न स्पिन

आकृती 1.16: उच्च आणि कमी स्पिन मध्ये d ऑर्बिटलचे विभाजन

शक्तिशाली आणि कमकुवत फील्ड लिगँड्स- स्पेक्ट्रोकेमिकल मालिका ऊर्जेतील फरकानुसार Δ_0 लिगँडला त्यांच्या अष्टफलकीय संकुलामध्ये t_{2g} आणि e_g कक्षीकाच्यामध्ये स्थान देते. हा ऊर्जा फरक या स्तरांमधील वर्णक्रमीय संक्रमणामध्ये मोजले जाते, जे बऱ्याचदा स्पेक्ट्रमच्या दृश्यमान भागामध्ये असते आणि अंशतः भरलेल्या d -कक्षीका असलेल्या संकुलाच्या रंगासाठी जबाबदार असते. मोठे विभाजन निर्माण करणा-या लिगँडला शक्तिशाली फील्ड लिगँड म्हणतात आणि जे लहान विभाजन करतात त्यांना कमकुवत फील्ड लिगँड म्हणतात.

एक संक्षिप्त स्पेक्ट्रोकेमिकल मालिका आहे:

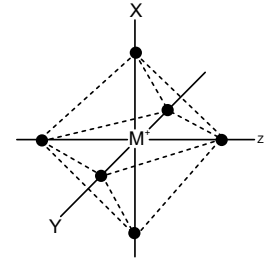
कमकुवत फील्ड $I^- < Br^- < Cl^- < NO^- < F^- < OH^- < H_2O < \text{Pyridine} < NH_3 < NO_2^- < CN^- < CO$
शक्तिशाली फील्ड लिगँड

1.7.5 अष्टफलकीय संकुल (Octahedral Complexes)

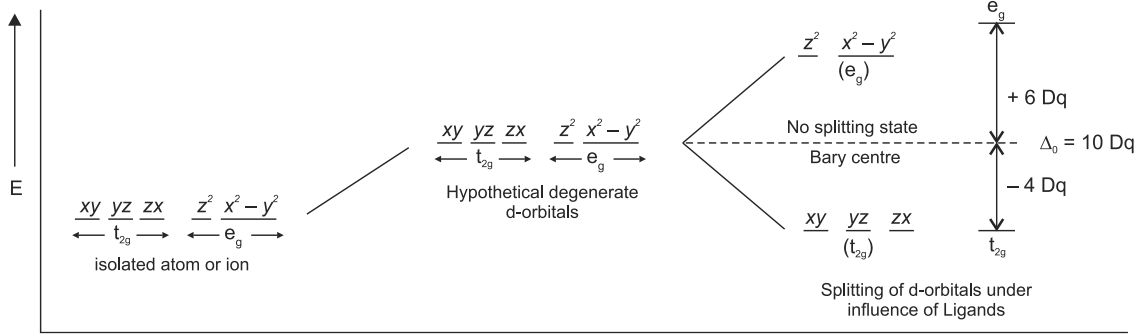
मध्य धातू आयनभोवती असलेल्या सहा लिगँड असलेली अष्टफलकीय व्यवस्था व्यवस्था खालील आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे आहे.

अष्टफलकीय संकुलात, धातू आयन केंद्रस्थानी आणि लिगँड्स सहा कोपऱ्यांवर आहेत. आकृतीमध्ये, x , y आणि z हे निर्देश अष्टफलकाच्या तीन समीप कोपऱ्यांकडे निर्देशित असतात. उदा. कक्षीकाचे e_g लोब ($d_{x^2-y^2}$ and d_{z^2}) x , y आणि z अक्षाच्या बाजूने निर्देशित असतात. तर कक्षीकाचे t_{2g} लोब (d_{xy} , d_{zx} आणि d_{yz}) अक्षांच्या दरम्यान निर्देशित. परिणामी x , y , z , $-x$, $-y$ आणि $-z$ दिशानिर्देशांच्या बाजूने सहा लिगँड्सच्या जवळ जाण्याने $d_{x^2-y^2}$ आणि d_{z^2} कक्षीकांची (जे लिगँडच्या दिशेने निर्देशित करते) ऊर्जा d_{xy} , d_{zx} आणि d_{yz} कक्षीकांपेक्षा (जे धातू - लिगँड बॉन्ड अक्षांच्या दरम्यान निर्देशित करतात) कितीतरी जास्त वाढते.

अशाप्रकारे, कक्षीकांमध्ये क्षेत्राच्या प्रभावाखाली, d कक्षीका कमी ऊर्जा असलेल्या तिप्पट डीजेनेरेट कक्षीकांमध्ये आणि दुसरे उच्च ऊर्जा असलेल्या दुप्पट डीजेनेरेट कक्षीकांमध्ये



विभागले जातात. कक्षीकांच्या या दोन संचांमधील मुख्य ऊर्जेची पातळी शून्य म्हणून घेतली जाते, ज्याला बारी केंद्र म्हणतात. दोन कक्षीकांदरम्यान विभाजनाला क्रिस्टल फील्ड स्प्लिटिंग म्हणतात. स्थिरीकरणाचे परिमाण $0.4 \Delta_0$ असेल आणि अस्थिरतेचे परिमाण $0.6 \Delta_0$ असेल.



आकृती 1.17: अष्टफलकीय संकुलामध्ये विभाजन स्थिरीकरणाचे परिमाण

t_{2g} आणि e_g कक्षीकांच्या विभाजनाचे परिमाण एका अष्टफलकीय संकुलापासून दुस-यापर्यंत बदलत असते. हे धातू आयनची ओळख, या आयनवरील प्रभार आणि धातू आयनशी समन्वित लिगेण्ड्सचे स्वरूप यावर अवलंबून असते.

1.7.6 चतुष्फलकीय संकुल (Tetrahedral Complexes)

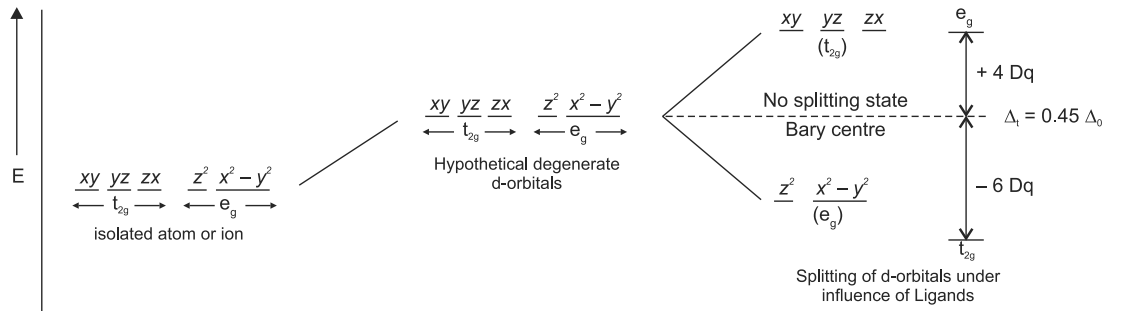
आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे धातूच्या आयनभोवती चार लिगेण्डची चतुष्फलकीय व्यवस्था आहे.

नियमित चतुष्फलक एक घन आहे. एक अणू घनाच्या केंद्रस्थानी असतो आणि घनाच्या आठ कोपऱ्यांपैकी चार लिगेण्ड्सने व्यापलेले असतात. दिशानिर्देश x, y आणि z पुष्ट केंद्रांकडे निर्देश करतात. $d_{x^2-y^2}$ आणि d_{z^2} कक्षीका x, y आणि z दिशानिर्देशांच्या दिशेने आणि d_{xy}, d_{zx} आणि d_{yz} कक्षीका x, y आणि z दिशानिर्देशांच्या दरम्यान निर्देश करतात.

लिगेण्डच्या जवळ येण्याची दिशा e_g किंवा t_{2g} ऑर्बिटल्स बरोबर एकरूप होत नाही. t_{2g} ऑर्बिटल्स त्या दिशेने निर्देशित होतात ज्या दिशेने e_g ऑर्बिटल्स लिगेण्ड्स दरम्यान पडलेले आहेत परिणामी, t_{2g} ऑर्बिटल्सची ऊर्जा e_g ऑर्बिटल्सच्या तुलनेत वाढते अशाप्रकारे, d ऑर्बिटल्स पुन्हा दोन सेटमध्ये विभाजित होतात- उच्च ऊर्जेच्या तिप्पट डीजेनरेट t_{2g} ऑर्बिटल्स आणि कमी ऊर्जेच्या दुप्पट डीजेनरेट e_g ऑर्बिटल्समध्ये. म्हणजे, t_{2g} ऑर्बिटल्सची ऊर्जा $0.4 \Delta_t$ ने वाढते आणि e_g ऑर्बिटल्स $0.6 \Delta_t$ ऊर्जेत स्थिर होतात.

ऑर्बिटल्सच्या दोन संचांमधील ऊर्जेचा फरक Δ_t अष्टफलकीय संकुलापेक्षा परिमाणाने जवळपास अर्धा असेल.

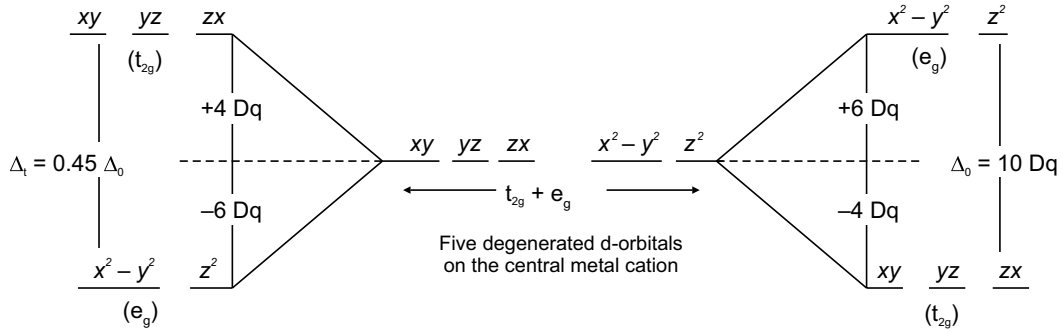
d -कक्षीका खाली दर्शविल्याप्रमाणे विभाजित होतील:



आकृती 1.18: चतुष्फलकीय संकुलामध्ये विभाजन स्थिरीकरणाचे परिमाण

1.8 क्रिस्टल फील्ड स्थिरीकरण ऊर्जा (Crystal Field Stabilisation Energy, CFSE)

क्रिस्टल फील्ड स्टॅबिलायझेशन एनर्जी (सीएफएसई) ही स्थिरता आहे जी लिगेण्ड्सच्या संचाद्वारे तयार केलेल्या क्रिस्टल फील्डमध्ये संक्रमण धातू आयन ठेवल्यामुळे येते. हे तेव्हा उद्भवते जेव्हा d -कक्षीका लिगेण्ड फील्डमध्ये (वर वर्णन केल्याप्रमाणे) विभाजित होतात, तेव्हा त्यातील काही बारी केंद्र म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या गोलाकार क्षेत्राच्या संदर्भात, ज्यामध्ये सर्व पाच d - कक्षीका डिजेनेरेट (समान ऊर्जा असलेले) असतात, पूर्वीपेक्षा कमी ऊर्जेचे बनतात. उदाहरणार्थ, अष्टफलकीय प्रकरणात, t_{2g} संच बारी केंद्रातील कक्षीकांपेक्षा ऊर्जेमध्ये कमी होतो. संकुलामधील d कक्षीकांच्या विभाजनमुळे, कमी ऊर्जेच्या d पातळीमध्ये भरलेल्या d इलेक्ट्रॉनच्या पुनर्रचनेमुळे सिस्टमला अतिरिक्त स्थिरता मिळते. परिणामी बाँडिंग ऊर्जेमध्ये झालेल्या वाढीला क्रिस्टल फील्ड स्टॅबिलायझेशन एनर्जी (CFSE) म्हणून ओळखले जाते.



आकृती 1.19: अष्टफलकीय आणि चतुष्फलकीय संकुलामध्ये CFSE

जर अष्टफलकीय क्षेत्रामध्ये d -कक्षीकाचे विभाजन Δ_{oct} असेल, तर तीन t_{eg} कक्षीका बारी केंद्राच्या तुलनेत $2/5 \Delta_{oct}$ द्वारे स्थिर होतात आणि e_g कक्षीका $3/5 \Delta_o$ द्वारे अस्थिर होतात.

अष्टफलकीय संकुलांसाठी, CFSE:

$$CFSE = -0.4 \times n(t_{2g}) + 0.6 \times n(e_g) \Delta_t$$

जिथे, $n(t_{2g})$ आणि $n(e_g)$ संबंधित स्तरांवर कब्जा करणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची संख्या.

चतुष्फलकीय संकुलांसाठी, CFSE:

$$CFSE = 0.4 \times n(t_{2g}) - 0.6 \times n(e_g) \Delta_t$$

चतुष्फलकीय क्रिस्टल फील्ड स्टॅबिलायझेशन एनर्जीची गणना अष्टहेड्रल क्रिस्टल फील्ड स्टॅबिलायझेशन एनर्जीप्रमाणे केली जाते. चतुष्फलकीय स्प्लिटिंग एनर्जीचे परिमाण अष्टफलकीय स्प्लिटिंग एनर्जीच्या फक्त $4/9$ किंवा $\Delta t = 4/9 \Delta_o$ आहे.

उच्च आणि निम्न स्पिन संकुलांसाठी नियमांचा सारांश

- 3d कॉम्प्लेक्स: लिगेण्ड (d^4 , d^5 , d^6 , d^7) वर अवलंबून उच्च किंवा निम्न स्पिन असू शकते
- 4d आणि 5d कॉम्प्लेक्स: नेहमी निम्न स्पिन, कारण Δ_o मोठा आहे.
- कमाल CFSE d^3 आणि d^8 प्रकरणांसाठी आहे (उदा., Cr^{3+} , Ni^{2+}) कमकुवत फील्ड लिगेण्ड (H_2O , O^{2-} , F^- , ...)
- सह आणि d^3 - d^6 साठी शक्तिशाली फील्ड लिगेण्ड्स (Fe^{2+} , Ru^{2+} , Os^{2+} , Co^{3+} , Rh^{3+} , Ir^{3+} , ...)

व्हिडिओ संसाधने



1.9 संक्रमण धातू संकुलांचे चुंबकत्व

चुंबकीय गुणधर्म:

बोहरच्या मॉडेलनुसार, इलेक्ट्रॉनची गती दोन प्रकारची असते.

1. **कक्षीय गती** - इलेक्ट्रॉन अणूमध्ये एका निश्चित कोनातून केंद्रकाभोवती फिरतो. यामुळे चुंबकीय क्षेत्र किंवा चुंबकीय आघूर्ण निर्माण होते. त्याला कक्षीय चुंबकीय आघूर्ण किंवा इलेक्ट्रॉनचा कक्षीय आघूर्ण म्हणतात.
2. **आभ्राम गती** - इलेक्ट्रॉन त्याच्या अक्षावर सतत फिरत असतो, यामुळे आभ्राम गतीला आभ्राम चुंबकीय आघूर्ण किंवा आभ्राम आघूर्ण म्हणतात.

या दोन आघूर्णांमुळे अणू लहान चुंबकाप्रमाणे वागतो. पदार्थाचे चुंबकीय गुणधर्म या आघूर्णांमुळे असतात.

संक्रमण धातूचे पूर्ण, रिकामे आणि अंशतः भरलेले d कक्षीय विविध चुंबकीय गुणधर्म दर्शवतात. ऑक्सिडेशन स्टेट, इलेक्ट्रॉनिक संरूपण आणि मध्यवर्ती धातूचा समन्वय क्रमांक यावर अवलंबून चुंबकीय गुणधर्मांची श्रेणी अपेक्षित केली जाऊ शकते. $(n - 1) d$ कक्षीकामधील अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन चुंबकीय गुणधर्मासाठी जबाबदार असतात.

1.9.1 चुंबकत्वाची वैशिष्ट्ये

- जेव्हा संकुलांमध्ये, विषम संख्येने इलेक्ट्रॉन असतात किंवा इलेक्ट्रॉन युग्मन अस्थिर होते तेव्हा अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन अस्तित्वात असतात.
 - जितके अधिक अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन, चुंबकीय गुणधर्म अधिक शक्तिशाली.
 - चतुष्फलकीय संकुलांमध्ये, कमकुवत विभाजन असते कारण कोणतेही लिगँड कक्षीकांच्या प्रतलात नसतात.
 - वर्ग समतलिय संयुगे नेहमी निम्न आभ्रामी (लो-स्पिन) असतात आणि म्हणून कमकुवत चुंबकीय गुण असतात.
 - द्वि-आणि बहू- धात्विक संकुलांमध्ये, इलेक्ट्रॉन लिगँडद्वारे युग्मीत होऊ शकतात, परिणामी कमकुवत चुंबक तयार होते किंवा ते एकमेकांचे चुंबकत्व वाढवू शकतात.
1. **प्रतिचुंबकत्व:** जेव्हा कोणताही पदार्थ बाह्य चुंबकीय क्षेत्रामध्ये ठेवला जातो, तेव्हा लागू केलेल्या क्षेत्राच्या विरोधात संरेखित निव्वळ चुंबकीय आघूर्ण निर्माण करणारे इलेक्ट्रॉनचे प्रेरित संचलन होते. हा प्रतिचुंबकीय प्रभाव आहे आणि हे नमुन्यामधील युग्मीत इलेक्ट्रॉनमधून उद्भवते. सर्व संयुगांमध्ये काही युग्मीत इलेक्ट्रॉन असतात, प्रतिचुंबकत्व हा पदार्थाचा सार्वत्रिक गुणधर्म आहे. जर एखाद्या पदार्थात फक्त युग्मीत इलेक्ट्रॉन असतील तर हा प्रभाव वर्चस्व गाजवेल, सामग्रीचे प्रतिचुंबकीय म्हणून वर्गीकरण केले जाईल आणि ते चुंबकीय क्षेत्राद्वारे थोडे प्रतिकर्षित केले जाईल.
 2. **समचुंबकत्व:** हे नमुन्यामधील अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनद्वारे निर्माण केले जाते. या इलेक्ट्रॉनच्या आभ्रामी आणि कक्षीय गती कायमस्वरूपी रेखिक चुंबकीय आघूर्णांला जन्म देतात, ज्यामुळे ते लागू केलेल्या क्षेत्राशी संरेखित करतात. डायमॅग्नेटिक

प्रभावापेक्षा खूप मोठे असल्यामुळे, पॅरामॅग्नेटिक प्रभाव, लागू केलेल्या क्षेत्र आणि नमुन्यातील युग्मीत इलेक्ट्रॉनमधील कोणत्याही प्रतिकर्षणांना रद्द करतो, अशा प्रकारे प्रत्येक रेणूमध्ये केवळ एक अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन असलेले पदार्थ देखील चुंबकीय क्षेत्रात शुद्ध आकर्षण दर्शवतात. पॅरामॅग्नेटिक प्रभाव केवळ बाह्य क्षेत्राच्या उपस्थितीत आढळून येतो. पॅरामॅग्नेटिझम इलेक्ट्रॉनच्या गती आणि आभ्रामामुळे होते. कक्षीय आघूर्णाचे योगदान नगण्य आहे. पॅरामॅग्नेटिझम तापमानावर अवलंबून असते आणि तापमान वाढीसह कमी होते. चुंबकीय क्षेत्रात पॅरामॅग्नेटिक पदार्थ आकर्षित होतात. अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनची संख्या n असल्यास, चुंबकीय आघूर्ण,

$$m = \sqrt{n(n+2)} \quad \dots(1.9)$$

अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनची संख्या चुंबकीय मापनाने मोजली जाते. d^{10} संरूपणासह क्युप्रस आयन प्रतचुंबकीय लवण बनवते. क्युप्रिक लवण पॅरामॅग्नेटिक आहेत. याचा अर्थ त्यात Cu^{2+} म्हणजे एक अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन साठी d^9 संरूपण आहे.

सोडवलेली उदाहरणे

चुंबकीय आघूर्ण आणि चुंबकीय गुणधर्माची गणना करा

- Cr^{2+} आयन
- Zn^{2+} आयन

उत्तर-

- Cr^{2+} आयन साठी

वापरलेले सूत्र $\mu = \sqrt{n(n+2)}$

बाह्यतम इलेक्ट्रॉनिक संरूपण $= 3d^4$

चुंबकीय आघूर्ण

$\mu = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{4(4+2)} = 4.89$

अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनच्या उपस्थितीमुळे Cr^{2+} आयन पॅरामॅग्नेटिक स्वरूपाचा असेल.

- Zn^{2+} आयन साठी

वापरलेले सूत्र $\mu = \sqrt{n(n+2)}$

बाह्यतम इलेक्ट्रॉनिक संरचना $= 3d^{10}$

अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनची संख्या $= 0$

चुंबकीय आघूर्ण

$\mu = \sqrt{0(0+2)} = 0$

अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनच्या अनुपस्थितीमुळे Zn^{2+} आयन डायमॅग्नेटिक स्वरूपाचा असेल

मनोरंजक माहिती

- डायमॅग्नेटिक लेव्हिटेशन तंत्राचा वापर जैविक अभ्यासामध्ये केला गेला आहे, जे प्रामुख्याने प्राणी, वनस्पती, भ्रूण आणि पेशींवर त्याचे परिणाम हाताळते.

- पॅरामॅग्नेटिक मटेरियल/मॅग्नेटचा वापर रेफ्रिजरेटर्स आणि फ्रीझर, स्टिरिओजमधील पॉवर स्पीकर्स, इयरफोन आणि टेलिव्हिजनच्या दरवाजांवर घट्ट सील करण्यासाठी केला जातो.
- ही सामग्री संगणकांमध्ये डेटा साठवण्यासाठी वापरली जाते आणि एमआरआय (मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजर्स) नावाच्या स्कॅनिंग मशीनमध्ये महत्त्वाची असतात, ज्याचा वापर डॉक्टर लोकांच्या शरीरात पाहण्यासाठी करतात.

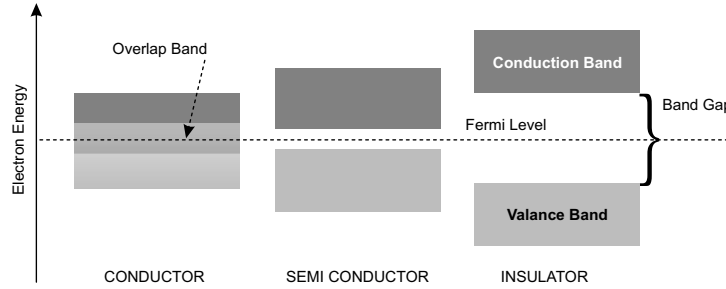
1.10 घन पदार्थांची बँड संरचना आणि बँड संरचनेवर डोपिंगची भूमिका

बोहर अणू मॉडेल नुसार, एका विविक्त अणूमधील कोणत्याही इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा तो ज्या कक्षामध्ये फिरत असतो त्याद्वारे निश्चित केली जाते. पण जेव्हा अणू एकत्र येऊन घन पदार्थ बनवतात तेव्हा ते एकमेकांच्या जवळ असतात. प्रत्येक इलेक्ट्रॉनची वेगळी ऊर्जा पातळी असते त्याला ऊर्जा पट्ट (ऊर्जा बँड) म्हणतात. याचे दोन प्रकार आहेत-

1. **संयुजा बँड** - ऊर्जा बँड ज्यामध्ये संयुजा इलेक्ट्रॉनच्या ऊर्जा पातळीचा समावेश असतो त्याला संयुजा बँड म्हणतात.
2. **वहन बँड** - संयुजा बँडच्या वरील ऊर्जा बँडला वहन बँड म्हणतात. साधारणपणे वहन बँड रिकामा असतो.

घन पदार्थांचे त्यांच्या विद्युत गुणधर्मांच्यानुसार वाहक, विद्युतरोधक, अर्धवाहक या तीन प्रकारात वर्गीकरण केले जाऊ शकते.

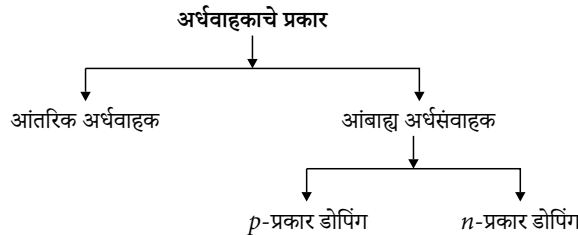
- a. **वाहक/कंडक्टर** - वाहकामध्ये, त्यांच्या संयुजा आणि वहन बँडमध्ये कोणतेही बँड अंतर नसते, कारण ते अतिव्याप्त होतात. या जवळच्या अंतरावर असलेल्या कक्षामध्ये इलेक्ट्रॉनची सतत उपलब्धता असते. या पदार्थातून वीज जाऊ शकते. उदाहरणे- धातू.



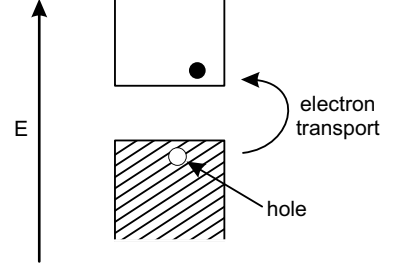
आकृती 1.20: वाहक, विद्युतरोधक आणि अर्धवाहक

- b. **विद्युतरोधक/इन्सुलेटर** - विद्युतरोधकामध्ये, संयुजा बँड व वहन बँडमधील बँड अंतर इतके मोठे असते की इलेक्ट्रॉन संयुजा बँडमधून वहन बँडमध्ये उडी मारू शकत नाहीत. या पदार्थातून वीज जाऊ शकत नाही. उदाहरण - लाकूड, अधातू, प्लास्टिक.
- c. **अर्धवाहक/सेमीकंडक्टर** - सेमीकंडक्टरमध्ये संयुजा बँड आणि वहन बँडमध्ये लहान ऊर्जा अंतर असते. इलेक्ट्रॉन वहन बँड पर्यंत उडी मारू शकतात, परंतु ते वाहकामध्ये जितके सहजतेने करतात तितक्या सहजतेने नाही. अर्धवाहक ही अशी वस्तू आहे ज्यांची विद्युतचालकता वाहक आणि इन्सुलेटर दरम्यान असते. उदाहरणे - सिलिकॉन आणि जर्मेनियम.

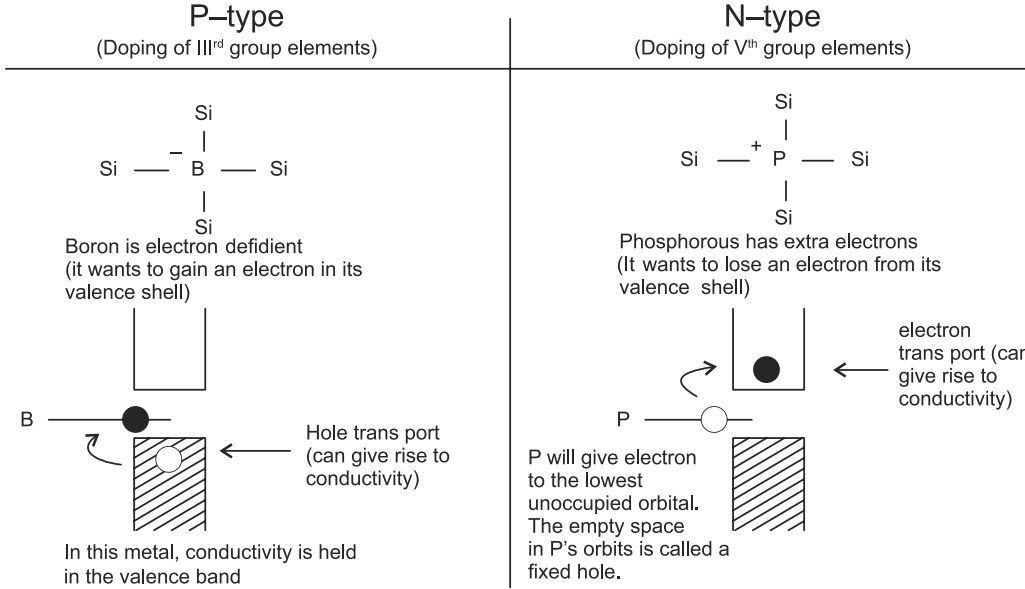
सेमीकंडक्टरचे दोन प्रकारात वर्गीकरण केले जाते:



- (i) **आंतरिक अर्धवाहक:** एक आंतरिक अर्धवाहक त्याच्या शुद्ध अवस्थेत अर्धवाहक आहे. कंडक्शन बँडमध्ये उडी मारणाऱ्या प्रत्येक इलेक्ट्रॉनसाठी, गहाळ इलेक्ट्रॉन एक छिद्र निर्माण करेल जो संयुजा बँडमध्ये मुक्तपणे फिरू शकेल. छिद्रांची संख्या उडी मारलेल्या इलेक्ट्रॉनच्या संख्येइतकी असेल.
- (ii) **बाह्य अर्धवाहक:** बाह्य अर्धवाहकांमध्ये, उद्देश्य पूर्ण हेतूने सामग्रीमध्ये लहान अशुद्धी जोडून हे बँड अंतर नियंत्रित केले जाते. या प्रक्रियेला डोपिंग म्हणतात. डोपिंग, किंवा जाळीमध्ये अशुद्धता जोडल्याने जाळीची विद्युत चालकता बदलू शकते आणि म्हणून अर्धवाहकची कार्यक्षमता बदलते. बाह्य अर्धसंवाहकांमध्ये, छिद्रांची संख्या उडी मारलेल्या इलेक्ट्रॉनच्या संख्येइतकी नसते. बाह्य अर्धसंवाहकांचे दोन भिन्न प्रकार आहेत, P -टाइप (पॉझिटिव्ह चार्ज डोप) आणि N -टाइप (नेगेटिव्ह चार्ज डोप).



आकृती 1.21: आंतरिक अर्धवाहक



आकृती 1.22: बाह्य अर्धवाहक

1.10.1 डोपिंग

डोपिंग म्हणजे अर्धवाहक क्रिस्टल मध्ये विशिष्ट वहनसुधारणेसाठी अशुद्धी मिसळणे.

डोपिंग दोन प्रकारे केले जाऊ शकते -

n -टाइप (n -Type) डोपिंग

जर टेट्राव्हेलेंट अर्धवाहक सिलिकॉन किंवा जर्मेनियम पेंटा व्हेलेंट घटकांसह (फॉस्फरस, आर्सेनिक) डोप केले तर त्याला n -टाइप डोपिंग म्हणतात.

5-व्हेलेंट डोपंटमध्ये सिलिकॉन अणूपेक्षा बाह्य इलेक्ट्रॉन जास्त आहे. चार बाह्य इलेक्ट्रॉन कधीही एका सिलिकॉन अणूसह एकत्र होतात, तर पाचवा इलेक्ट्रॉन हालचालीसाठी मुक्त असतो आणि चार्ज वाहक म्हणून काम करतो. या मुक्त इलेक्ट्रॉनला सिलिकॉनच्या आंतरिक वाहकतेला कारणीभूत असलेल्या इलेक्ट्रॉनांपेक्षा संयुजा बँडमधून कंडक्शन बँडमध्ये जाण्यासाठी खूप कमी ऊर्जा लागते. इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करणाऱ्या डोपंटला इलेक्ट्रॉन दाता म्हणून ओळखले जाते.

डोपंट्स ऋणात्मक प्रभार वाहकांच्या नुकसानीमुळे धनप्रभारीत बनतात आणि जाळी निर्मित होते, फक्त ऋणात्मक इलेक्ट्रॉन हालचाल करू शकतात. डोपड सेमीमेटल्स ज्यांची चालकता मुक्त (ऋणात्मक) इलेक्ट्रॉन वर आधारित आहे, ते n -प्रकार किंवा n - डोपड आहेत. मुक्त इलेक्ट्रॉन्सच्या अधिक संख्येमुळे त्यांना बहुसंख्य प्रभार वाहक म्हणून देखील नाव दिले जाते, तर मुक्त हालचाल करू शकणाऱ्या छिद्रांना अल्पसंख्याक प्रभार वाहक म्हणून नाव दिले जाते.

p – टाईप डोपिंग

जर टेट्राव्हेलेंट अर्धवाहक सिलिकॉन किंवा जर्मेनियमला त्रिसंयुजा मूलद्रव्यांसह (बोरॉन, अॅल्युमिनियम) डोप केले गेले तर त्याला p -टाईप डोपिंग म्हणतात.

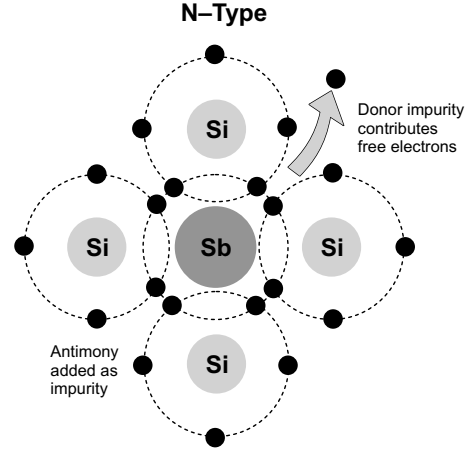
3-वॅलेंट डोपंट्स अतिरिक्त बाह्य इलेक्ट्रॉन पकडू शकतात, ज्यामुळे संयुजा बँडमध्ये छिद्र पडते. म्हणून संयुजा बँडमधील इलेक्ट्रॉन गतिशील बनतात. छिद्र इलेक्ट्रॉनच्या हालचालीच्या उलट दिशेने हालचाल करतात. इंडियमला डॉपंट म्हणून वापरतांना इलेक्ट्रॉनला त्याच्या ऊर्जेच्या पातळीवर उचलण्यासाठी आवश्यक ऊर्जा, केवळ 1% उर्जा आहे जी सिलिकॉनचे व्हॅलेंस इलेक्ट्रॉन कंडक्शन बँडमध्ये उचलण्यासाठी आवश्यक असते.

इलेक्ट्रॉनच्या समावेशासह, डोपंटवर धनप्रभारीत असतो अशा डोपंट्सना स्वीकारकर्ता म्हणतात. धनप्रभारीत छिद्रांमुळे या अर्धसंवाहकांना p -कंडक्टिव्ह किंवा p -डोपड म्हणतात. n -डोपड अर्धवाहक अनुरूप, छिद्र बहुसंख्य प्रभार वाहक आहेत, मुक्त इलेक्ट्रॉन अल्पसंख्यक प्रभार वाहक आहेत.

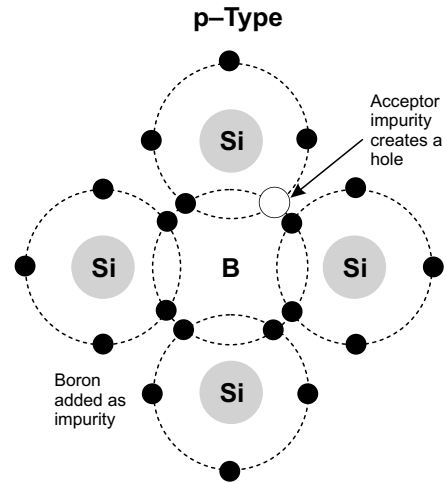
n -आणि p -डोपड अर्धवाहक विद्युत प्रवाहाच्या संबंधात जवळपास समान वागतात. डोपंट्सची मात्रा वाढविल्यास, अर्धवाहक क्रिस्टलमध्ये प्रभार वाहकांची संख्या वाढते.

मनोरंजक माहिती

- डायोड हे n -टाईप आणि p -टाईप अर्धवाहकचे एक संयोजन आहे जे रेक्टिफायर म्हणून मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते. nnp आणि pnp प्रकारचे ट्रान्झिस्टर रेडिओ किंवा ऑडिओ सिग्नल शोधण्यासाठी किंवा वाढवण्यासाठी वापरले जातात.
- आपण आजच्या दिवसात मोबाईल फोन, स्मार्टफोन, डिजिटल कॅमेरा, टेलिव्हिजन, वॉशिंग मशीन, रेफ्रिजरेटर आणि LED बल्ब इत्यादींमध्ये अर्धवाहक वापरत आहोत.
- भविष्यात, सिलिकॉनच्या जागी अर्धवाहक बनवण्यासाठी खालील गोष्टी वापरल्या जाऊ शकतात:
 - ग्राफीन:** सिलिकॉन पुनर्स्थित करण्याच्या ध्येयाने अतिशय नियमित जाळी असलेल्या कार्बन अणूंच्या मोनोएटोमिक शीटचा अभ्यास केला जात आहे.
 - गॅलियम नायट्राइड:** नवीन सामग्री गॅलियम नायट्राइड (GaN) मध्ये सिलिकॉनची जागा घेण्याची क्षमता आहे. गॅलियम नायट्राइड सिलिकॉनपेक्षा जास्त व्होल्टेज टिकवून ठेवू शकतो आणि त्यातून प्रवाह अधिक वेगाने वाहू शकतो.
 - ब्लॅक फॉस्फरस:** काळ्या फॉस्फरसपासून बनवलेली नवीन अर्धवाहक सामग्री भविष्यातील तंत्रज्ञानात सिलिकॉनची जागा घेण्यासाठी उमेदवार असू शकते.



आकृती 1.23: n -टाईप डोपिंग



आकृती 1.24: p -टाईप डोपिंग

व्हलडलओ संसलधने



Band Theory
of Metals and
Insulators



Fundamentals of
semiconductor
devices



Semiconductor
Device
Modeling

सलरलंश

1. श्रोडलंगर तरंग समीकरण -

- एका मलतलसलठी: $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - P.E)\Psi = 0$
- ललमलतलसलठी: $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - P.E)\Psi = 0$
- ललप्ललसलडन ऑपरलटरसलठी: $\Delta^2\Psi + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - P.E)\Psi = 0$
- हलडड्रोजन सलरखे अणू: $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} \left(E + \frac{e^2}{r} \right) \Psi = 0$

- बॉल्लडलंग रलवुक कक्षीकल - जेव्हल वेव्ह फंक्शनकी बेरीज होते तेव्हल तडलर होणलडल रलवुक कक्षीकलंकलडल डुरकलरललल बॉल्लडलंग रलवुक कक्षीकल म्हणतलत आणल ते $\Psi_{MO} = \Psi_A + \Psi_B$ दूरुवलले जलते
- अँटी-बॉल्लडलंग रलवुक कक्षीकल - जेव्हल रलवुक कक्षीकल वेव्ह फंक्शनकलडल वजललकीने बनते तेव्हल तडलर होणलडल कक्षीकलंकलडल डुरकलरललल अँटीबॉल्लडलंग रलवुक कक्षीकल म्हणतलत आणल ते $\Psi_{MO} = \Psi_A - \Psi_B$ दूरुवलले जलते

MO सलठी ऊर्जेकलडल डलतळीकल वलढतल कुरम -

$$\sigma 1s, \sigma^* 1s, \sigma 2s, \sigma^* 2s, [\pi 2p_x = \pi 2p_y], \sigma 2p_z [\pi^* 2p_x = \pi^* 2p_y], \sigma^* 2p_z$$

- हे बॉल्लडलंग कक्षीकल आणल अँटीबॉल्लडलंग कक्षीकलंकलडलडे उपस्थलत असलेलडल इलेक्ट्रॉनकलडल संख्येतील डुरकलडल अरुधल म्हणून डुरलडलषलत केले जलऊ शकते. म्हणजे,

$$\text{बॉल्लडल ऑर्डर (B.O.)} = \frac{BMO \text{ मधील इलेक्ट्रॉनकी संख्यल - } ABMO \text{ मधील इलेक्ट्रॉनकी संख्यल}}{2}$$

धनलतुडक डंध कुरम असलेलडलंनल स्थलर रेणू डलनले जलते तर कुरणलतुडक डंध कुरम कलंवल शून्य डंध कुरम असणलरे अस्थलर रेणू असतलत.

- एँरोडॅतलसलठी: जर संडुग खललील सरुव नलकष डूरुण करत नसेल, तर ते स्वरुडलत एँरोडॅतलक नसणुडलकी शकुडलतल आहे.
 - रेणू ककुरीड आहे (अणूके वलड)

- रेणू समतलिय आहे (रेणूतील सर्व अणू एकाच प्रतलात असतात)
- रेणू पूर्णपणे संयुग्मित आहे, म्हणजे सतत डिलोकलाइज्ड π इलेक्ट्रॉन (वलयामधील प्रत्येक अणूवर p कक्षीका)
- रेणूमध्ये $(4n + 2) \pi$ इलेक्ट्रॉन असतात (जेथे n ही एक पूर्ण संख्या असते).

6. CFT चे गृहीतके

- संकुल निर्मितीमध्ये वापरले जाणारे लिगँड एकतर ऋणात्मक आयन उदा., F^- , Cl^- , Br^- , CN^- इ. किंवा द्विध्रुवीय तटस्थ रेणू उदा NH_3 , H_2O इ. असतात.
- संकुल हा मध्यवर्ती धातू आयन आणि मध्य धातू आयनच्या सभोवतालचा लिगँडचा समूह आहे.
- धातू आयन आणि लिगँड्स द्वारे संकुलाच्या निर्मितीच्या वेळी, लिगँड एक बिंदू प्रभार म्हणून ऋण प्रभारीत धातूच्या आयनकडे धातूच्या आयनच्या दिशेने जातात.
- बिंदू प्रभाराच्या स्वरूपातील लिगँड्स आणि मध्य धातू आयन मधील आकर्षण पूर्णपणे इलेक्ट्रोस्टॅटिक आहे. कक्षीकांदरम्यान आच्छादन होत नाही. म्हणून, तयार झालेले बंध पूर्णपणे आयनिक असतात.
- जेव्हा लिगँड मध्य धातू आयनकडे जातात तेव्हा धातूच्या आयनच्या d -कक्षीकांची ऊर्जा वाढते.
- d -कक्षीकांच्या ऊर्जे मधील वाढ एकसमान नसते कक्षीकांच्या ऊर्जेच्या तुलनेत लिगँडच्या मार्गाने थेट आढळणाऱ्या कक्षीकांची ऊर्जा अधिक प्रमाणात वाढते.
- लिगँडचे स्वरूप, धातू आयनचे स्वरूप आणि लिगँडची संख्या या सर्व बाबी लिगँडच्या जवळ येण्याच्या पद्धतीवर परिणाम करते.
- धातूच्या आयनच्या कक्षीकांची ऊर्जा असमान वाढल्यामुळे, धातूच्या आयन कक्षीकांची वेगवेगळ्या ऊर्जा संचात विभाजन होते.

7. स्पेक्ट्रोकेमिकल मालिका - क्रिस्टल फील्ड स्प्लिटिंगचे वाढते मूल्य (Δ)

$I^- < Br^- < S_2^{2-} < SCN^- < Cl^- < N_3^- < F^- < urea, OH^- < ox, O_2^{2-} < H_2O < NCS^- < py, NH_3 < en < bipy, phen < NO_2^- < CH_3^-, C_6H_5^- < CN^-$

अष्टफलकीय संकुलाचे $CFSE = -0.4 \times n(t_{2g}) + 0.6 \times n(e_g) \Delta_0$

चतुष्फलकीय संकुलासाठी $= 0.4 \times n(t_{2g}) - 0.6 \times n(e_g) \Delta_t$

8. चुंबकीय गुणधर्म -

- डायमॅग्नेटिझम: युग्मीत इलेक्ट्रॉनच्या गती आणि आभ्रामामुळे
- पारामॅग्नेटिझम; अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनच्या गती आणि आभ्रामामुळे

$$\mu = \sqrt{n(n+2)}$$

9. वाहक - त्यांच्या संयुजा आणि वहन बँडमध्ये कोणतेही बँड अंतर नाही. उदाहरणे - धातू.
10. इन्सुलेटर्स - संयुजा बँड आणि वहन बँडमधील बँड अंतर इतके मोठे आहे की इलेक्ट्रॉन संयुजा बँडमधून कंडक्शन बँडपर्यंत उडी मारू शकत नाहीत. उदाहरण- लाकूड, धातू, प्लास्टिक.
11. सेमीकंडक्टर्स - सेमीकंडक्टर्समध्ये संयुजा बँड आणि वहन बँडमध्ये लहान उर्जा अंतर असते. इलेक्ट्रॉन वहन बँड पर्यंत उडी मारू शकतात, परंतु ते वाहकामध्ये जितके सहजतेने करतात तितक्या सहजतेने नाही.
12. डोपिंग म्हणजे डोपिंग म्हणजे अर्धवाहक क्रिस्टल मध्ये विशिष्ट वहनसुधारणेसाठी अशुद्धी मिसळणे. डोपिंग n -प्रकार डोपिंग आणि p -प्रकार डोपिंग केले जाऊ शकते.

स्वाध्याय

सब्जेक्टिव्ह प्रश्न

1. MO आकृतीच्या मदतीने, खालील रेणू/ आयन त्यांच्या बंधलांबीच्या वाढत्याक्रमाने व्यवस्थित करा.
 O_2 , O_2^- आणि O^{2-} .
2. श्रोडिंगर तरंग समीकरणाचे महत्त्व सांगा, श्रोडिंगर तरंग समीकरणांचे विविध प्रकार लिहा.
3. नायट्रोजन (N_2), हीलियम (He) आणि कार्बन मोनोऑक्साइड (CO) रेणूचे रेण्विक कक्षीय आकृती काढा.
4. $Co(NH_3)_6^{3+}$ आयन एक प्रतियुग्मकीय, निम्न-स्पिन संकुल, तर CoF_6^{3-} आयन एक समयुग्मकीय, उच्च-स्पिन संकुल का आहे ते स्पष्ट करा.
5. रेण्विक आयन N_2^+ साठी रेण्विक कक्षीय आकृती काढा. $2p$ रेण्विक कक्षेत इलेक्ट्रॉनच्या संख्येची गणना करा आणि N_2^+ आयनचा बंध क्रम शोधा.
6. निम्न स्पिन आणि उच्च स्पिनची परिस्थिती कधी उद्भवू शकते? CFT च्या मदतीने ते स्पष्ट करा आणि योग्य उदाहरण घेऊन आकृती काढा.
7. संयुजा कक्षीय आणि संयुजा इलेक्ट्रॉनचे महत्त्व सांगा? रेणू आणि आयनच्या बाबतीत ते कुठे लागू होऊ शकते?
8. योग्य उदाहरणांसह आंतरिक अर्धवाहक आणि बाह्य अर्धवाहकांमध्ये फरक करा.
9. ऍरोमॅटिसिटीची व्याख्या करा. बेंझिन इतर ऍरोमॅटिक संयुगापेक्षा अधिक स्थिर का आहे? MOT आणि ऍरोमॅटिसिटीचा संदर्भ घेऊन स्पष्ट करा.
10. $4n + 2\pi$ नियमाला नाव द्या. योग्य उदाहरण घेऊन या नियमाचे कोणतेही तीन मुद्दे लिहा.
11. अर्धवाहक म्हणून वापरल्या जाणाऱ्या धातूचे नाव सांगा. त्याची आवश्यकता काय आहे आणि कोणताही घटक अर्धवाहकमध्ये कसा बदलू शकतो.
12. डोपिंग म्हणजे काय? त्याचे किती प्रकार आहेत? अर्धवाहकमध्ये कोणी तिसरा किंवा पाचवा गण मूलद्रव्य मिसळतो तेव्हा काय होते?
13. क्रिस्टल फील्ड सिद्धांत कोणी शोधला? CFT ची ठळक वैशिष्ट्ये लिहा. धातू संकुलाच्या संरचनेच्या निर्धारामध्ये त्याच्या दोन वापराचा उल्लेख करा.
14. क्रिस्टल फील्ड स्थिरीकरण ऊर्जा म्हणजे तुम्हाला काय म्हणायचे आहे? धातू संकुलाची भूमिती स्पष्ट करण्यास ती कशी मदत करते? ऊर्जेच्या पातळीचे विभाजन करणारे ऑक्टाहेड्रल आणि चतुष्फलकीय संकुलाचे आरेख काढा.

संक्षिप्त उत्तर आणि वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. सिलिकॉन आणि जर्मेनियम हे दोन मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाणारे अर्धसंवाहक साहित्य का आहेत?
उत्तर कारण त्यांच्या व्हॅलेंस बँडमधून इलेक्ट्रॉन सोडण्यासाठी आवश्यक ऊर्जा (म्हणजे त्यांचे सहसंयोजक बंध तोडण्यासाठी) खूपच लहान आहे (Si साठी 1.12 eV आणि Ge साठी 0.72 eV).
2. तापमानात वाढ झाल्यामुळे अर्धवाहकच्या चालकतेचे काय होते? धातूच्या चालकतेशी तुलना करा.
उत्तर तापमानात वाढ झाल्यामुळे, प्रभार वाहकांची संहती वाढते परिणामी अर्धवाहकची चालकता वाढते. तापमानात वाढ झाल्याने धातूची चालकता कमी होते.

3. तुम्ही संयुजा बँड आणि वहन बँड मध्ये फरक कसा करता?

उत्तर संयुजा बँड हा उच्चतम बँड आहे ज्यामध्ये इलेक्ट्रॉन असतात आणि वहन बँड हा उच्चतम बँड असतो ज्यामध्ये इलेक्ट्रॉन नसतात.

4. इन्सुलेटरमधील ऊर्जेचे अंतर अर्धवाहकमधील ऊर्जेच्या अंतरापेक्षा लहान किंवा मोठे आहे का?

उत्तर मोठा

5. अर्धसंवाहकांमध्ये कोणत्या दोन पद्धती चालकता आणतात?

उत्तर इलेक्ट्रॉन वाहतूक आणि छिद्र वाहतूक

6. ऊर्जेचे अंतर लहान/मोठे असल्यास तुम्हाला वहन बँडमध्ये इलेक्ट्रॉन सापडण्याची शक्यता जास्त असते.

उत्तर लहान

7. ऊर्जेची मूल्ये ज्यासाठी श्रोडिंगरची स्थिर स्थिती समीकरण सोडवता येते त्याला म्हणतात

(a) ईजेन वैक्टर

(b) ईजेन मूल्ये

(c) ईजेन फंक्शन्स

(d) ऑपरेटर

[उत्तर (c)]

अभिप्राय - ईजेन मूल्ये ऊर्जेचे मूल्य आहेत ज्यासाठी श्रोडिंगरची स्थिर स्थिती समीकरण सोडवता येते. संबंधित वेव फंक्शनला ईजेन फंक्शन म्हणतात.

8. स्थिर स्थितीचे स्वरूप प्राप्त करण्यासाठी कोणत्या कार्याला वेळेपासून स्वतंत्र मानले जाते?

(a) Ψ

(b) $d\Psi/dt$

(c) $d^2\Psi/dx^2$

(d) PE

[उत्तर (d)]

अभिप्राय - कणांची संभाव्य ऊर्जा स्पष्टपणे वेळेवर अवलंबून नसल्याचे मानले जाते, त्यावर कार्य करणाऱ्या शक्ती, आणि म्हणून U केवळ स्थितीनुसार बदलतात.

9. खालील आयनांपैकी कशामधे $p\pi$ आणि $d\pi$ ओव्हरलॅप उपस्थित असू शकते -

(a) NO_2^-

(b) NO_3^-

(c) PO_4^{3-}

(d) CO_3^{2-}

[उत्तर (c)]

अभिप्राय - $P = O$ बॉन्ड मध्ये, π - बॉन्ड P चे d ऑर्बिटल आणि ऑक्सिजनचे p - ऑर्बिटल बाजूने ओव्हरलॅप करून तयार होतो -आणि. म्हणून, हे $p\pi$ आणि $d\pi$ ओव्हरलॅपिंगद्वारे तयार होते. नायट्रोजन आणि कार्बनमध्ये, रिक्त d -ऑर्बिटल उपस्थित नाही. म्हणून, ते $p\pi - d\pi$ बंध तयार करत नाहीत.

10. C_2 साठी खालीलपैकी योग्य इलेक्ट्रॉन संरूपण कोणते?

(a) $\sigma_{1s}^2 \sigma_{2s}^2 \pi_{2p_y}^2 \sigma_{1s}^* \sigma_{2s}^* \pi_{2p_y}^2$

(b) $\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^* \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^* \pi_{2p_y}^2 \pi_{2p_z}^1 \sigma_{2p}^1$

(c) $\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^* \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^* \pi_{2p_y}^2 \pi_{2p_z}^2$

(d) $\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^* \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^* \pi_{2p_y}^1 \pi_{2p_z}^1$

[उत्तर (c)]

अभिप्राय - कारण C_2 हे एक चुंबकीय संयुग आहे आणि C_2 मध्ये ($12e^-$ आहे, इलेक्ट्रॉनिक संरूपण $= \sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^* \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^* \pi_{2p_x}^2 = \pi_{2p_y}^2$, असेल. त्यात कोणतेही युग्मित इलेक्ट्रॉन नसतात.

11. O_2^+ मध्ये बाँड ऑर्डर काय आहे?

- (a) 3.5 (b) 2.0
(c) 1.5 (d) 2.5

[उत्तर (d)]

अभिप्राय - O_2^+ चे रेण्विक संरूपण खालीलप्रमाणे आहे

$$\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma^* 2p_z^2, \pi 2p_y^2 \approx \pi 2p_z^2, \pi^* 2p_y^1 \approx \pi^* 2p_z^0$$

$$\text{बाँड ऑर्डर} = Nb - Na / 2 = 10 - 5/2$$

$$\therefore \text{बाँड ऑर्डर} = 2.5$$

12. जर कक्षीय त्याच्या केंद्राभोवती परावर्तित होते तेव्हा वेव्ह फंक्शनचे चिन्ह बदलत नसेल तर ऑर्बिटल आहे -

- (a) गेरेड (b) अनगेरेड
(c) गेरेड तसेच अनगेरेड (d) नमूद केलेले काहीही नाही

[उत्तर (a)]

अभिप्राय - जर ऑर्बिटल त्याच्या केंद्राभोवती परावर्तित झाल्यावर (म्हणजे, x , y आणि z ला $-x$, $-y$ आणि $-z$ ने परावर्तित केले तर वेव्ह फंक्शनचे चिन्ह बदलत नसेल), कक्षीय गेरेड आहे.

13. O_2 , F_2 , N_2 ची बाँड ऑर्डर अनुक्रमे _____ आहे

- (a) +1, +2, +3 (b) +2, +3, +1
(c) +2, +1, +3 (d) +3, +2, +1

[उत्तर(c)]

अभिप्राय - बाँड ऑर्डर = [[बाँडिंग रेण्विक कक्षेत इलेक्ट्रॉनची संख्या] - [अँटीबाँडिंग रेण्विक कक्षेत इलेक्ट्रॉनची संख्या]]/2.

14. खालील रेणूची बंध लांबीच्या उतरत्या क्रमाने रचना करा.

- (a) $O_2 > O_2^- > O_2^+ > O_2^{2-}$ (b) $O_2^{2-} > O_2^- > O_2 > O_2^+$
(c) $O_2^{2-} > O_2^- > O_2^+ > O_2$ (d) $O_2^- > O_2^+ > O_2^{2-} > O_2$

[उत्तर (b)]

अभिप्राय - बाँडची लांबी बाँड ऑर्डरच्या व्यस्त प्रमाणात आहे. म्हणून, योग्य आहे: $O_2^{2-} > O_2^- > O_2 > O_2^+$

15. वाढत्या क्रमाने रेण्विक कक्षांची सापेक्ष ऊर्जा खालीलप्रमाणे असल्याचे आढळून आले आहे.

$$(\sigma 1s) < (\sigma^* 1s) < (\sigma 2s) < (\sigma^* 2s) < [(\pi 2p_y)(\pi 2p_z)] < (\sigma 2p_x) < [(\pi^* 2p_y)(\pi^* 2p_z)] < (\sigma^* 2p_x)$$

- (a) O_2 ते Ne_2 साठी (b) H_2 ते N_2 साठी
(c) H_2 ते Ne_2 साठी (d) N_2 ते Ne_2 साठी

[उत्तर (b)]

अभिप्राय - वाढत्या क्रमाने रेण्विक कक्षांची सापेक्ष ऊर्जा आढळली आहे $(\sigma 1s) < (\sigma^* 1s) < (\sigma 2s) < (\sigma^* 2s) < [(\pi 2p_y)(\pi 2p_z)] < (\sigma 2p_x) < [(\pi^* 2p_y)(\pi^* 2p_z)] < (\sigma^* 2p_x)$ फक्त H_2 ते N_2 साठी.

16. खालीलपैकी कोणते डोपिंग p -टाइप अर्धवाहक तयार करेल?

- (a) फॉस्फरस सह जर्मेनियम (b) जर्मेनियमसह सिलिकॉन
(c) अँटोमोनीसह जर्मेनियम (d) इंडियमसह सिलिकॉन

[उत्तर (d)]

अभिप्राय - सिलिकॉन किंवा जर्मेनियममध्ये तृतीय गणातील मूलद्रव्यांचे डोपिंग p प्रकार अर्धसंवाहक तयार करेल.

डिझाईन इनोव्हेटिव्ह / प्रोजेक्ट्स / ऑक्टिव्हिटीज

प्रकल्प 1. आपल्या आवडीचे 5-10 धातू संकुल सूचीबद्ध करा आणि खालील शीर्षकाखाली त्यांच्या वैशिष्ट्यांची तुलना करा.

- स्पिनची स्थिती {निम्न स्पिन / उच्च स्पिन}
- चुंबकीय गुणधर्म
- भूमिती
- रंग

प्रकल्प 2. n आणि p -प्रकार अर्धसंवाहकांचे प्रचंड उदाहरण आपल्या आजूबाजूला प्रत्येक इलेक्ट्रिकल व आणि इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांत उपलब्ध आहेत. आपण सकाळ ते रात्री वापरत असलेल्या उपकरणांची यादी तयार करा ज्यामध्ये अर्धवाहक असतात.

अधिक जाणून घ्या

1. स्पेक्ट्रोकेमिकल मालिका

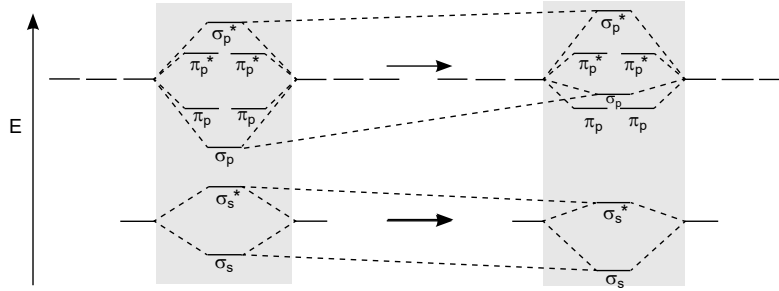
क्रिस्टल फील्ड विभाजनाच्या विशालतेची भिन्नता (Δ) लिगेण्डच्या स्वरूपासह नियमित ऑर्डरचे अनुसरण करते, ज्याला स्पेक्ट्रोकेमिकल मालिका म्हणतात. ही मालिका खालील क्रमाने दिली आहे ज्यामध्ये ते Δ चे मूल्य वाढते आहे.

$I^- < Br^- < S^{2-} < SCN^- < Cl^- < N^- < F_3^- < urea, OH^- < ox, O_2^- < HO < NCS^- < py_2, NH < en < bipy_3, phen < NO_2^- < CH_3^-, C_6H_5^- < CN^-$

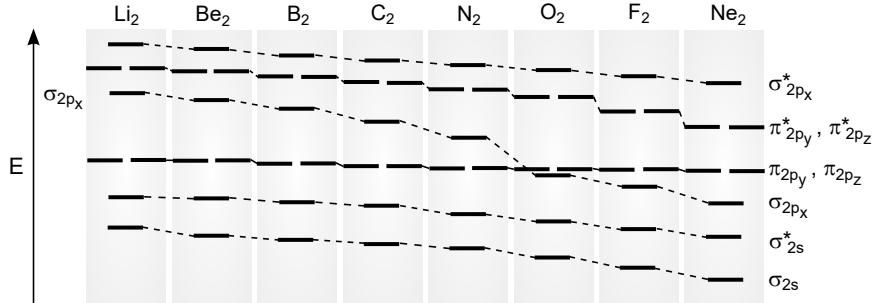
- कमकुवत फील्ड लिगेण्ड्स लहान असतात आणि उच्च स्पिन संकुल तयार करतात.
- शक्तिशाली फील्ड लिगेण्ड्स मोठे असतात आणि ते निम्न स्पिन संकुल तयार करतात.

2. रेणूमधील विविध कक्षीकामध्ये संक्रमण आणि ऊर्जा स्तरांचे वितरण याविषयी योजनाबद्ध प्रतिपादन

(a) ऑक्सिजन आणि नायट्रोजन रेणू



(b) आवर्त सारणीच्या दुसऱ्या आवर्तनात



3. चुंबकीय गुणधर्मांचे प्रकार

गुणधर्म	वर्णन	चुंबकीय द्विध्रुवांचे संरेखन	उदाहरणे	अनुप्रयोग
डायमॅग्नेटिक	ते चुंबकीय क्षेत्रांद्वारे कमकुवतपणे प्रतिकर्षित होतात.	कक्षातील सर्व इलेक्ट्रॉन युग्मीत आणि पूर्णपणे भरलेले असतात.	$NaCl$, बेझिन	इन्सुलेटर सारखे वागते
पॅरामॅग्नेटिक	ते चुंबकीय क्षेत्रांद्वारे कमकुवतपणे आकर्षित होतात.	कक्षेत किमान एक अयुग्मीत इलेक्ट्रॉन असतो.	O^2 , Cu^{2+} इ.	इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे
फेरोमॅग्नेटिक	चुंबकीय क्षेत्राद्वारे जोरदार आकर्षित. ते कायमस्वरूपी चुंबकीय केले जाऊ शकतात	अयुग्मीत इलेक्ट्रॉनचा समावेश असतो. सर्वांची दिशा एकच असतो.	कोबाल्ट, निकेल, CrO_2 etc.	CrO_2 सामान्यतः कॅसेट रेकॉर्डर बनवण्यासाठी वापरला जातो.
अँटीफेरोमॅग्नेटिक	निव्वळ चुंबकीय आघुर्ण शून्य आहे.	द्विध्रुवीय आघुर्णांची भरपाई पद्धतीने व्यवस्था केली जाते	NiO , MnO , V_2O_3 इ.	–
फेरिमॅग्नेटिक	लहान निव्वळ चुंबकीय आघुर्ण असते	चुंबकीय आघुर्णांची समांतर आणि समांतर व्यवस्थेची असमान संख्या	Fe_3O_4	–

4. निम्न स्पिन आणि उच्च स्पिन संकुलासाठी d^1 ते d^{10} इलेक्ट्रॉनसाठी CFSE

अष्टफलकीय कॉम्प्लेक्ससाठी इलेक्ट्रॉन व्यवस्था आणि CFSE				
विन्यास	मजबूत क्षेत्र (कम स्पिन)	CFSE	कमजोर क्षेत्र (उच्च स्पिन)	CFSE
d^1	$t_{2g}^1 e_g^0$	4Dq	$t_{2g}^1 e_g^0$	4Dq
d^2	$t_{2g}^2 e_g^0$	8Dq	$t_{2g}^2 e_g^0$	8Dq
d^3	$t_{2g}^3 e_g^0$	12Dq	$t_{2g}^3 e_g^0$	12Dq
d^4	$t_{2g}^4 e_g^0$	16Dq – p	$t_{2g}^3 e_g^1$	6Dq
d^5	$t_{2g}^5 e_g^0$	20Dq – 2p	$t_{2g}^3 e_g^2$	0Dq
d^6	$t_{2g}^6 e_g^0$	24Dq – 2p	$t_{2g}^4 e_g^2$	4Dq
d^7	$t_{2g}^6 e_g^1$	18Dq – p	$t_{2g}^5 e_g^2$	8Dq
d^8	$t_{2g}^6 e_g^2$	12Dq	$t_{2g}^6 e_g^2$	16Dq
d^9	$t_{2g}^6 e_g^3$	6Dq	$t_{2g}^6 e_g^3$	6Dq
d^{10}	$t_{2g}^6 e_g^4$	0	$t_{2g}^6 e_g^4$	0
P = पेयरिंग एनर्जी				
लक्षात घ्या की कमकुवत क्षेत्रासाठी Dq च्या तुलनेत शक्तिशाली क्षेत्रासाठी Dq जास्त आहे				

सुचविलेले वाचन**पुस्तके**

1. Selected Topics in Inorganic Chemistry by Wahid U Malik, GD Tuli & RD Madan, S Chand Publishing, ISBN: 81-219-0600-8.
2. Atkins' Physical Chemistry by Peter Atkins & Julio de Paula, et al. Oxford publishing.

e-संसाधने

- [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Physical_Chemistry_\(McQuarrie_and_Simon\)/03%3A_The_Schrodinger_Equation_and_a_Particle_in_a_Box](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Physical_Chemistry_(McQuarrie_and_Simon)/03%3A_The_Schrodinger_Equation_and_a_Particle_in_a_Box).
- https://en.wikipedia.org/wiki/Crystal_field_theory.
- [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Inorganic_Chemistry/Map%3A_Inorganic_Chemistry_\(Housecroft\)/06%3A_Structures_and_energetics_of_metallic_and_ionic_solids/6.08%3A_Bonding_in_Metals_and_Semiconductors/6.8B%3A_Band_Theory_of_Metals_and_Insulators](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Inorganic_Chemistry/Map%3A_Inorganic_Chemistry_(Housecroft)/06%3A_Structures_and_energetics_of_metallic_and_ionic_solids/6.08%3A_Bonding_in_Metals_and_Semiconductors/6.8B%3A_Band_Theory_of_Metals_and_Insulators).

2

स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्र आणि अनुप्रयोग

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: इलेक्ट्रॉनिक, प्रतिदीप्ति, कंपन, घूर्णन स्पेक्ट्रोस्कोपिक तत्त्वे, निवड नियम आणि अनुप्रयोग. एमआरआय, एनएमआर आणि एक्सआरडी तंत्रांचे अनुप्रयोग.

प्रास्ताविक

हे युनिट रेणू आणि संयुगाची विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गा सोबत परस्पर क्रियेद्वारा त्यांची ओळख पटविणे व वैशिष्ट्ये जाणून घेणे समजाविते. हे तंत्र स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्र म्हणून ओळखले जाते. हे तंत्र विश्लेषणात्मक रसायनशास्त्राचा कणा आहे. स्पेक्ट्रोस्कोपिक उपकरणांची उच्च संवेदनशीलता आणि अचूकता तसेच पुनरुत्पादातीत करता येणाऱ्या परिणामामुळे संशोधन आणि विकासात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते.

पूर्व आवश्यकता

- रसायनशास्त्र: विद्युतचुंबकीय स्पेक्ट्रम, साध्या सेंद्रिय संयुगाची रचना आणि सूत्र
- गणित: मूलभूत बीजगणित
- भौतिकशास्त्र: विद्युतचुंबकीय परस्पर क्रिया आणि तरंगांचे स्वरूप

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील:

U2-O1:	साध्या सेंद्रिय संयुगासाठी अतिनील, दृश्य आणि प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपीची तत्त्वे लागू करणे.
U2-O2:	साध्या सेंद्रिय संयुगासाठी स्पंदन आणि घूर्णन स्पेक्ट्रोस्कोपीचा अर्थ लावता येईल.
U2-O3:	एनएमआर स्पेक्ट्रा वापरून साध्या सेंद्रिय संयुगाची रचना सहसंबंधित करता येईल.
U2-O4:	पृष्ठभागाचे वैशिष्ट्य, विवर्तन आणि विकिरण तंत्राशी संबंधित तंत्र.
U2-O5:	वैद्यकीय आणि इतर क्षेत्रात MRI सह भिन्न वर्णक्रमीय तंत्राचा वापर नमूद करता येईल.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सहसंभावित मानचित्रण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U2-O1			3		
U2-O2			3		
U2-O3	2				
U2-O4			3		
U2-O5			2		

परिचय

स्पेक्ट्रोस्कोपी एक तंत्र आहे जे विश्लेषण करण्यासाठी नमुन्यासोबत ऊर्जेची परस्परक्रिया वापरते.

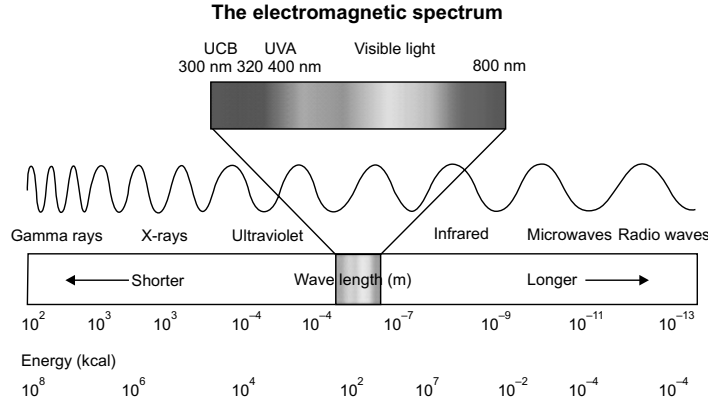
जी प्रकाशीय संहति स्पेक्ट्रमचे निर्मिती आणि त्याला पाहण्याची परवानगी देते तिला स्पेक्ट्रोस्कोप म्हणतात.

आपण त्याच्या उत्क्रांतिची ऐतिहासिक पार्श्वभूमी जाणून घेऊ या.

ऐतिहासिक वेळरेषा

क्रमांक	कालावधी	नाव	शोध
1.	1814	जोसेफ वॉन फ्रॅनहॉफर.	प्रथम स्पेक्ट्रोस्कोपचा शोध लागला
2.	1860	रॉबर्ट बन्सेन आणि गुस्ताव किर्चहॉफ	रासायनिक मूलद्रव्यांसाठी स्पेक्ट्राची क्रमबद्ध गुणविशेषता सुरू झाली.
3.	1911-1913	ओटो हेमस्टेड आणि हेनरिक लेहमन	अतिनील सूक्ष्मदर्शकाचा परिणाम म्हणून प्रथम प्रतिदीप्ति सूक्ष्मदर्शक
4.	1941	अर्नोल्ड बेकमन	DU-UV-vis स्पेक्ट्रोमीटर आणला
5.	1944	इसिडोर आयझॅक रबी	एन.एम.आर चा शोध व भौतिक शास्त्रात नोबेल पारितोषिक मिळाले

स्पेक्ट्रोस्कोपीचा आधार म्हणजे परमाणूशी आंतरक्रिया साधताना विद्युतचुंबकीय तरंगांचे स्वरूप आणि वर्णांचा अभ्यास. आकृती २.१ मध्ये स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक मापदंडांची संक्षिप्त माहिती दर्शविली आहे



आकृती 2.1: विद्युत चुंबकीय किरणांचे क्षेत्र

2.1 स्पेक्ट्रोस्कोपीची मूलभूत तत्त्वे

- (a) बोर्न ओपेनहीमर निकटन (b) फ्रँक काँडोन लंडन तत्व (c) जबलोन्स्की आकृती

2.1.1 बोर्न ओपेनहीमर निकटन

अणू स्पेक्ट्रा अणु ऊर्जा पातळी दरम्यान इलेक्ट्रॉनच्या संक्रमणातून उद्भवते, तर रेण्वीक स्पेक्ट्रा तीन प्रकारच्या ऊर्जा बदलांमधून (रेण्वीक घूर्णन, रेण्वीक कंपन आणि इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण) उद्भवते. बोर्न ओपेनहीमर निकटन अनुषंगाने, रेणूची एकूण ऊर्जा खालील समीकरणाने दिली जाते,

$$E = E_{\text{स्थानांतरण}} + E_{\text{घूर्णन}} + E_{\text{कंपन}} + E_{\text{इलेक्ट्रॉनिक}} \quad \dots(2.1)$$

यांपैकी स्थानांतरण ऊर्जेशिवाय इतर ऊर्जांचे क्वांटीकरण झालेले असते. ती नगण्यपणे लहान आहे आणि म्हणूनच बोर्न ओपेनहाइमर निकटन खालीलपणे दर्शविता येऊ शकते,

$$E = E_{\text{घूर्णन}} + E_{\text{कंपन}} + E_{\text{इलेक्ट्रॉनिक}} \quad \dots(2.2)$$

ऊर्जाचा वाढता क्रम असा दर्शविता येतो,

$$E_{\text{इलेक्ट्रॉनिक}} \gg E_{\text{कंपन}} \gg E_{\text{घूर्णन}} \gg E_{\text{स्थानांतरण}}$$

तक्ता 2.1: द्विअणुक रेणूची ऊर्जा

अनुक्रम	ऊर्जेचा प्रकार	रेणूमध्ये उद्भवते	विद्युतचुंबकीय स्पेक्ट्रम
1	स्थानांतरण ऊर्जा	जेव्हा गतीच्या परिणामाने गुरुत्वाकर्षण केंद्र बदलते तेव्हा	-
2	घूर्णन ऊर्जा	जेव्हा अणू आंतरअणु अक्षाला लंबवत अक्षाभोवती फिरतो आणि रेणूच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या केंद्रातून जातो.	सूक्ष्मतरंग क्षेत्र
3	कंपन ऊर्जा	रेणूच्या केंद्रकाच्या अशाप्रकारे मागे-पुढे होणाऱ्या हालचालीमुळे कि ज्यामुळे गुरुत्वाकर्षणाचे केंद्र बदलत नाही	अवरक्त क्षेत्र
4	इलेक्ट्रॉनिक ऊर्जा	रेणूच्या योग्य वारंवारतेच्या फोटॉनच्या शोषणामुळे रेणूच्या मूल अवस्था उत्तेजित अवस्था ऊर्जा पातळीवर इलेक्ट्रॉनच्या संक्रमणाशी संबंधित.	अतिनील आणि दृश्यमान क्षेत्र

2.1.2 फ्रँक-कॉन्डन तत्व

फ्रँक-कॉन्डन तत्व हे स्पेक्ट्रोस्कोपी आणि क्वांटम रसायनशास्त्रातील एक नियम आहे जे व्हायब्रॉनिक संक्रमणाची तीव्रता स्पष्ट करते. व्हायब्रॉनिक संक्रमण म्हणजे योग्य ऊर्जेच्या फोटॉनचे अवशोषण किंवा उत्सर्जन झाल्यामुळे रेणूच्या इलेक्ट्रॉनिक आणि कंपन ऊर्जा पातळीत एकाच वेळी होणारे बदल.

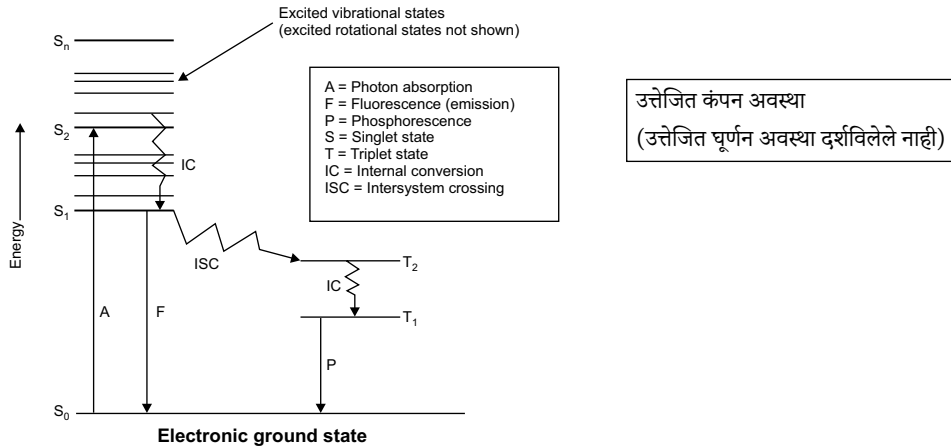
फ्रँक-कॉन्डन तत्व हे निकटन आहे की स्वतंत्र रेणू आणि त्याच्या वातावरणातील केंद्रकाच्या स्थानांमध्ये बदल केल्याशिवाय इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण होण्याची जास्त शक्यता असते.

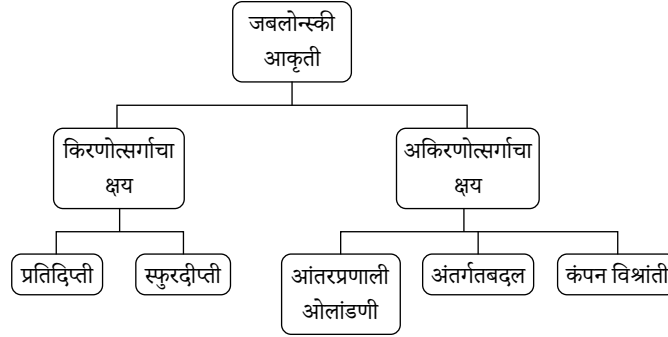
फ्रँक-कॉन्डन तत्व (अनुलंब संक्रमणे):

- इलेक्ट्रॉन केंद्रकाच्या गतीपेक्षा खूप वेगवान प्रतिसाद देतात, म्हणून केंद्रकाच्या भूमितीमध्ये बदल न करता उत्तेजन पुढे जाते.
- प्रकाश इलेक्ट्रॉनिक ऊर्जा अंतराशी समतोल केंद्रीय भूमितीवर सहसंबंधित असेल.

2.1.3 जबलोन्स्की आकृती: उत्तेजित अवस्थेतील रेणूसाठी विश्रांतीची यंत्रणा

रेणूने एकदा विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाच्या रूपात ऊर्जा शोषून घेतल्यानंतर, असे अनेक मार्ग आहेत ज्याद्वारे ते मूळ स्थितीत परत येऊ शकतात (सामान्य तापमानातील रासायनिक प्रजातींसाठी सांख्यिकीयदृष्ट्या सर्वात सामान्य ऊर्जा अवस्था). जबलोन्स्की आकृती म्हणून ओळखलेला आलेख यापैकी काही प्रक्रिया दर्शवितो.





तक्ता माहिती 2.1: विद्युतचुंबकीय किरणांच्या क्षयाच्या पद्धतीचा तक्ता माहिती

किरणोत्सर्गाचा क्षय

प्रतिदीप्ति (Fluorescence): जर फोटॉन उत्सर्जन (येथे कमी तरंगलांबी म्हणून दर्शविले गेले आहे, ते खाली दिशेने दर्शविलेली आकृती मधील “लांब” ओळ आहे,) समान आभ्राम अवस्थेच्या (उदा. $S_1 \rightarrow S_0$) अवस्थेदरम्यान उद्भवले तर याला प्रतिदीप्ति म्हणतात. या अवस्थेचा जीवनकाळ खूपच लहान असतो (1×10^{-5} ते 10^{-8} सेकंद)

स्फुरदीप्ति (Phosphorescence): जर आरंभिक आणि अंतिम आभ्राम अवस्थेची ऊर्जेच्या पातळी भिन्न असेल (उदा. $T_1 \rightarrow S_0$), तर उत्सर्जनाला (ऊर्जा कमी होणे) याला स्फुरदीप्ति म्हणतात. त्याची तरंगलांबी जास्त असते व ऊर्जा कमी असते म्हणून कमी लांबीच्या रेषेने दर्शविले आहे स्फुरदीप्ति चा जीवनकाळ 1 ते 10^{-4} सेकंद ते मिनिटे किंवा अगदी तास सुध्दा असतो.

विकिरण नसलेला क्षय

1. **अंतर्गत रूपांतरण (IC):** अंतर्गत रूपांतरण म्हणजे समान आभ्राम ऊर्जा पातळीच्या दरम्यान किरणोत्सर्ग रहित संक्रमण (स्फुरदीप्ति- या किरणोत्सर्ग प्रक्रियेसह तुलना करा).
2. **आंतरप्रणाली ओलांडणी (ISC):** आंतरप्रणाली ओलांडणी हे भिन्न आभ्राम ऊर्जा पातळीच्या दरम्यान किरणोत्सर्ग रहित संक्रमण. (प्रतिदीप्तिशी तुलना करा).
3. **कंपन विश्रांती (VR):** उत्तेजित अवस्थेच्या त्याच्या सर्वात कमी कंपन अवस्थेतील विश्रांतीला कंपन विश्रांती (वायब्रेशनल विश्रांती) म्हणतात. ऊर्जा नष्ट होण्याच्या तिन्ही पद्धतींमध्ये हा सर्वात सामान्य मार्ग आहे. हे खूप त्वरीत उद्भवते ($< 1 \times 10^{-12}$ सेकंद).

लक्षात ठेवा

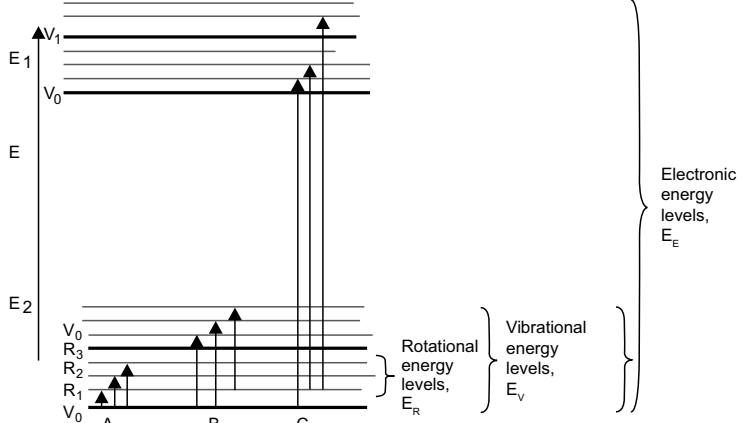
- इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणामध्ये कंपन आणि घूर्णन संक्रमणांपेक्षा मोठ्या ऊर्जांचा समावेश असतो.
- प्रत्येक इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाच्या सोबतीला कंपन आणि घूर्णन संक्रमण असतात.
- घूर्णन आणि इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाच्या एकत्रीकरणाला व्हायब्रॉनिक संक्रमण म्हणतात.
- दोन इलेक्ट्रॉनिक अवस्थांमध्ये कंपन संक्रमणासाठी निवड नियम नाही.
- फ्रँक – कोन्डॉन तत्व व्हायब्रॉनिक संक्रमणाच्या तीव्रतेच्या वितरणाचे नियमन करणे.

2.2 इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी (Electronic Spectroscopy)

इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपी ही विश्वासाहार् आणि अचूक विश्लेषणात्मक पद्धत आहे जी पदार्थाद्वारा अतिनील आणि दृश्यमान प्रकाशाचे अवशोषण, प्रसार आणि उत्सर्जनाचे मापन करते.

दृश्यमान भाग 800-400 nm आणि अतिनील भाग 400-100 nm शी अनुरूप आहे. जेव्हा अणु किंवा रेणूवर अतिनील किंवा दृश्यमान प्रकाश पडतो तेव्हा उर्जा पातळी दरम्यान इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण होऊ शकते. अतिनील किंवा दृश्यमान प्रकाशाचे अवशोषण परिणामी कमी ऊर्जा पातळीपासून उच्च ऊर्जा पातळीवर इलेक्ट्रॉनचे संक्रमण होते.

रेणूमधील इलेक्ट्रॉनिक अवस्थांमधील ऊर्जेमधील फरक हे सलग कंपन पातळीपेक्षा जास्त मोठे असतात. असे आढळून आले आहे की इलेक्ट्रॉनिक उर्जेमधील अगदी लहान बदलामुळे कंपन उर्जेमध्ये मोठा बदल होईल. कंपन उर्जेमध्ये होणारे बदल कंपन क्वांटम संख्येमध्ये बदल उत्पन्न करते व त्यामुळे इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रा मध्ये पट्टे (बँड) निर्माण होतो. त्याचप्रमाणे कंपनातील उर्जेतील लहान बदलामुळे घूर्णन क्वांटम संख्येमध्ये मोठा बदल होतो ज्याचा परिणाम म्हणून घूर्णन संक्रमण होते परिणामी त्याच इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रामध्ये घूर्णन स्पेक्ट्रा निर्माण होतो. अशाप्रकारे आपल्याला दिसून येईल की प्रत्येक इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणामध्ये स्पेक्ट्रम मधील इलेक्ट्रॉनिक, कंपन आणि घूर्णन संक्रमणातील गुंतागुंत असतात.



आकृति 2.3: विविध ऊर्जापातळीतील स्पेक्ट्रमचे संक्रमण $E_R < E_V < E_E$

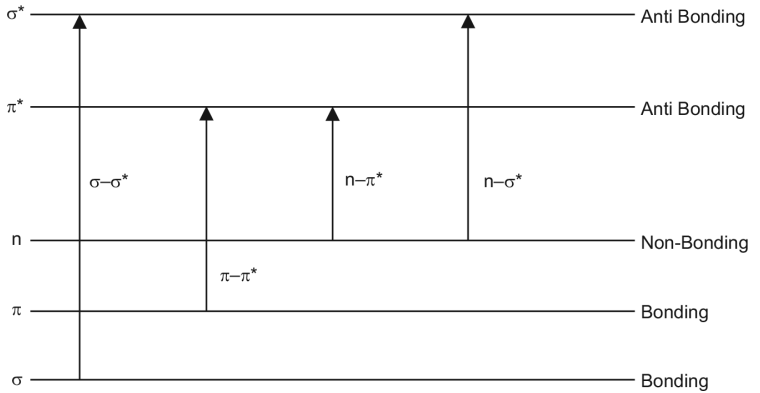
2.2.1 इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाचे प्रकार

घटत्या ऊर्जाक्रमाने इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणे असे आहेत

$$\sigma - \sigma^* > n - \sigma^* > \pi - \pi^* > n - \pi^*$$

- (i) $\sigma \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण: बंधक σ कक्षिकापासून प्रतिबंधी σ कक्षिका (उच्च उर्जा) मध्ये इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण σ ते σ^* म्हणून दर्शविले जाते. हे संक्रमण केवळ एकल बंध असलेल्या संयुगांमध्ये होते. अल्केनेसमध्ये केवळ हे संक्रमण उपलब्ध आहे. अवशोषण पट्टे अतिनील क्षेत्रात घडून येतो $\sim 150 \text{ nm}$. 200 nm च्या खाली निर्वात अतिनील क्षेत्रात अशा प्रकारच्या संक्रमणाचा अभ्यास केला जातो, हवेत असणारा ऑक्सिजन शोषण्यास सुरवात होते.

- (ii) $n \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण: इलेक्ट्रॉनची एकल जोडी असणारे संपृक्त संयुग $n \rightarrow \sigma^*$ संक्रमणासह σ ते σ^* संक्रमणामधून जातात उदाहरणार्थ संपृक्त हॅलाइड्स, अल्कोहोल, एथर, अल्डीहाइड्स, केटोन्स, अमाइन्स इत्यादी अवशोषण पट्टे जास्त तरंगलांबीवर $\sim 180-200 \text{ nm}$ (अतिनील क्षेत्र जवळ) दिसतात.

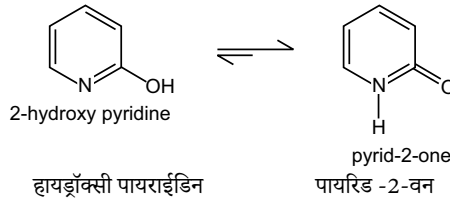


आकृति 2.4: इलेक्ट्रॉनिक ऊर्जापातळी आणि इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण

- (iii) $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण: ही संक्रमणे असंतृप्त संयुगांमध्ये आढळतात. इलेक्ट्रॉन हळुवारपणे ठेवले असल्याने इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणास तुलनेने कमी उर्जा आवश्यक असते. अवशोषण पट्ट अयुग्मित अल्केनेसमधे जवळपास 170-190 nm वर दिसतात जसे की डायन्स, ट्रायनेस, एरोमाटिक संयुग.
- (iv) $n \rightarrow \pi^*$ संक्रमण: S, N, O सारख्या इलेक्ट्रॉनिक एकल जोडीसह विषम अणू असलेले असंतृप्त संयुगे या प्रकारचे संक्रमण दर्शवितात. या संक्रमणामध्ये सर्व संक्रमणापेक्षा कमीतकमी ऊर्जेचा समावेश असतो असते. आणि सर्वात लांब तरंगलांबी (> 200 nm) वर उद्भवतात. उदाहरण: केटोन्स, अल्डीहाइड्स.

2.2.2 इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपीचे अनुप्रयोग

- (a) **संयुग्मनाचे प्रमाण:** संयुग्मनाचा कालावधी जितका जास्त तितकी स्पेक्ट्रम ची कमाल अवशोषण तरंग लांबी जास्त (λ_{\max}). पुरेसे संयुग्मन स्पेक्ट्रमला स्पेक्ट्रमच्या दृश्यमान क्षेत्रात सरकविते. पुरेशा संयुग्मनाने संयुग रंगीत बनतो. टोमॅटो केओप्टनीमुळे लाल रंगाचा आहे ज्यामध्ये 11 संयुग्मित दुहेरी बंध आहेत.
- (b) **संयुग्मित आणि असंयुग्मित संयुगामधील फरक:** अतिनील स्पेक्ट्रोस्कोपी संयुग्मित डाइन्सला असंयुग्मित डाइन्स, संयुग्मित डाइन्सला संयुग्मित ट्राइन्स इत्यादीपासून वेगळे करण्यास मदत करते.
- (c) **क्रियात्मक गटाची ओळख:** अतिनील स्पेक्ट्रोस्कोपी आपल्याला काही क्रियात्मक गट शोधण्यात मदत करते. उदाहरणार्थ 200 nm पेक्षा जास्त कोणत्याही अवशोषणाची अनुपस्थिती संयुग्मन, बेंझिन रिंग, कार्बोनिल संयुगाची अनुपस्थिती दर्शवते.
- (d) **भूमितीय समसूत्रता अभ्यास:** अपार समसूत्री (Trans isomer) पार समसूत्री (cis isomer) पेक्षा जास्त तरंगलांबीवर अवशोषण करतो.
- (e) **टोमोमेरिझमचा अभ्यास:** स्थिर टोमोमेरिक प्रजाती ओळखण्यासाठी अतिनील स्पेक्ट्रोस्कोपीचा वापर केला जाऊ शकतो. उदा.

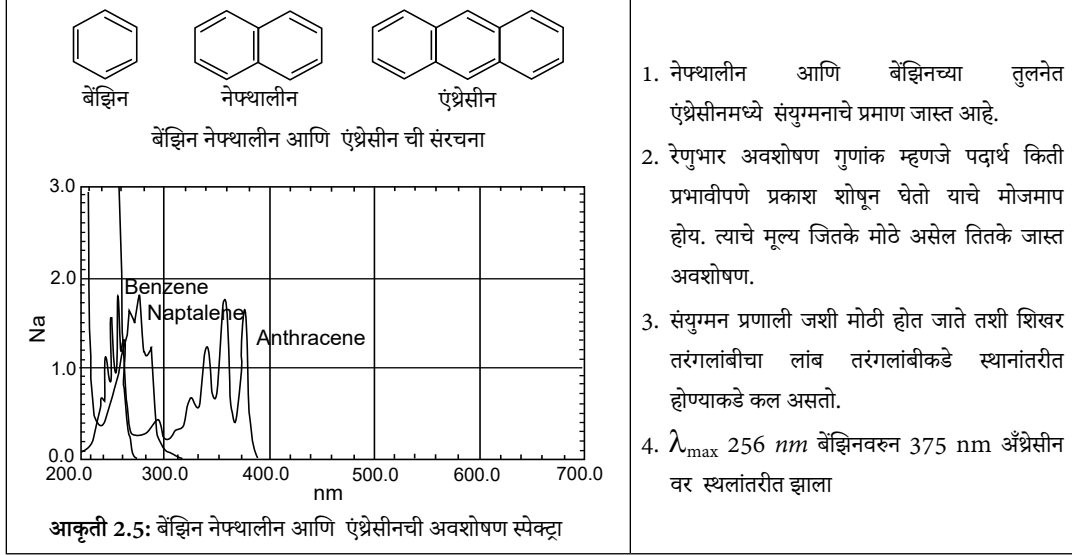


वरील समतोल उजव्या बाजूच्या दिशेने अधिक स्थानांतरीत झाला आहे अर्थात द्रावणाचे अतिनील स्पेक्ट्रम पायरिड -2-वनच्या द्रावणासारखे आहे आणि 2-हायड्रॉक्सपायराईडिनपेक्षा वेगळे आहे. अशा प्रकारे अतिनील स्पेक्ट्रम केटोन समसूत्रीचे प्राबल्य दर्शवितो.

- (f) **अज्ञात संयुगाची ओळख:** अज्ञात संयुगाला त्याच्या स्पेक्ट्रमची तुलना ज्ञात स्पेक्ट्रासह करून ओळखले जाऊ शकते. जर स्पेक्ट्रा एकसारखा असेल तर दोन संयुगे एकसारखे असणे आवश्यक आहे. स्पेक्ट्रा एकसारखा नसल्यास, दोन संयुगे भिन्न असणे आवश्यक आहे.
- (g) पर्यावरणीय प्रदूषण शोधण्यासाठी इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपीचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो.

आपण काही सोप्या रेणूंचे उदाहरण घेऊन अतिनील स्पेक्ट्राबद्दल चर्चा करूया -

1. संयुग्मनाच्या प्रमाण निर्धारणसाठी अतिनील स्पेक्ट्रा -



2. अज्ञात संयुगाची ओळख - अतिनील वर्णक्रमीय क्षेत्रातील λ_{\max} च्या मानक मूल्यांच्या मदतीने अज्ञात संयुगाचा अंदाज येऊ शकतो.

2.2.3 इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणासाठी निवड नियम (Selection Rules for Electronic Transition)

विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाच्या अवशोषणाच्या वेळी आढळलेल्या इच्छित बदलांसाठी सर्व संक्रमणे तितकेच प्रभावी नसतात. प्रभावी संक्रमणाचा अंदाज लावण्यासाठी काही मार्गदर्शक तत्त्वे तयार केली आहेत, त्यास निवड नियम म्हणून ओळखले जाते. आपण ते सहजपणे समजू शकतो - निवड नियम असे विधान आहे जे सांगते की कोणत्या संक्रमणाला परवानगी आहे आणि अशा प्रकारे स्पेक्ट्रममध्ये कोणत्या रेषा पाहिल्या जाऊ शकतात.

इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणासाठी निवड नियमांचा सारांश खालीलप्रमाणे असू शकतो-

- एकूण आभ्रम बदलू शकत नाही, $\Delta S = 0$;
- एकूण कक्षीय कोनीय संवेगामधील बदल $\Delta L = 0, \pm 1$, असू शकतो, परंतु $L = 0 \leftrightarrow L = 0$ संक्रमणाची परवानगी नाही.
- एकूण कक्षीय कोनीय संवेगामधील बदल $\Delta J = 0, \pm 1$ असू शकतो, परंतु $J = 0 \leftrightarrow J = 0$ संक्रमणाची परवानगी नाही.

व्हिडिओ संसाधने



2.3 प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपी (Fluorescence Spectroscopy)

प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोमेट्री ही वेगवान, सोपी आणि स्वस्त पद्धत आहे जी प्रतिदीप्तिशील गुणधर्माच्या आधारावर द्रावणामधील विश्लेषण्याची संहति निश्चित करते.

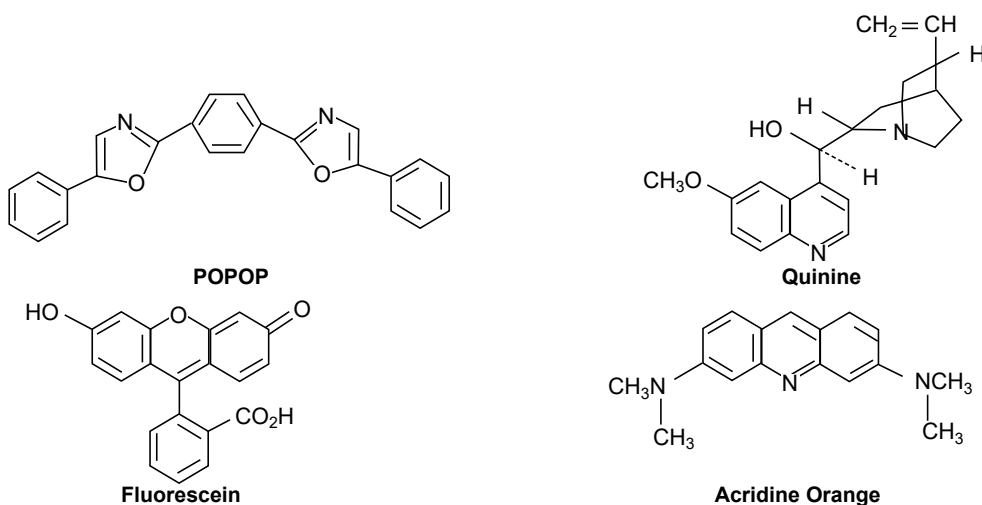
2.3.1 तत्त्व

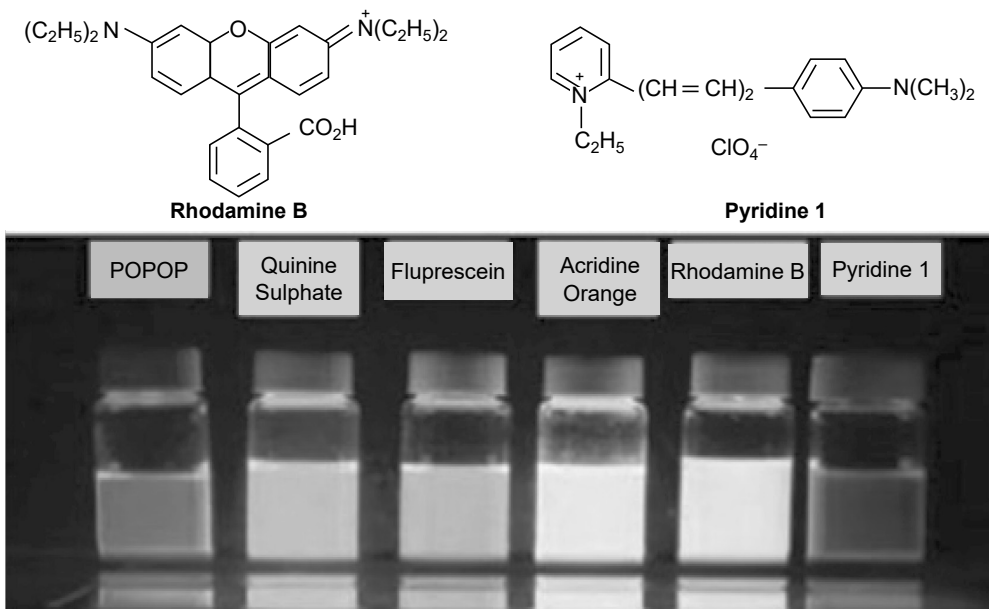
जसे की आपण अगोदर निर्देश केलेल्या बाबीसंबंधी बोलताना जाब्लोन्स्की आकृतीमध्ये प्रतिदीप्ति आणि स्फुरदीप्तिच्या घटनेसंबंधी चर्चा केली आहे. प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपीमध्ये, 180 आणि 800 nm दरम्यान भिन्न तरंगलांबी असलेले किरण क्युवेटमधील द्रावणामधून जाते. अणू किंवा रेणू प्रथम उर्जा म्हणजेच फोटॉन शोषून घेतात, याला उत्तेजन म्हणतात. लवकरच (नॅनोसेकंदातच) ते प्रतिदीप्ति नावाच्या लांब तरंगलांबीच्या फोटॉनचे उत्सर्जन करते. जर उत्सर्जनासाठी मिलि सेकंदांच्या क्रमाने जास्त वेळ लागला तर फॉस्फोरसेन्स म्हणून ओळखले जाते. हे नमुन्याद्वारे उत्सर्जित होणाऱ्या प्रकाशाच्या कोनातून मोजले जाऊ शकते. प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोमेट्रीमध्ये एक उत्तेजन स्पेक्ट्रम (नमुन्याद्वारा शोषून घेतलेला प्रकाश) आणि/किंवा उत्सर्जन स्पेक्ट्रम (नमुनाद्वारे उत्सर्जित प्रकाश) दोन्ही मोजले जाऊ शकतात. विश्लेषणाची संहति उत्सर्जनाच्या तीव्रतेच्या समप्रमाणात असते.

2.3.2 अनुप्रयोग

- वैद्यकीय सूक्ष्मजीवशास्त्र** - प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपी वैद्यकीय सूक्ष्मजीवशास्त्र क्षेत्रात, विशेषतः सूक्ष्मजीवांशी संबंधित रोगांकरिता, उच्च संवेदनशीलता आणि विशिष्टता यामुळे निदानात्मक तंत्रासाठी वापरली जाते
- पॅथॉलॉजी** - प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपी आणि प्रतिदीप्ति कोरीलेशन स्पेक्ट्रोस्कोपी (FSC) विविध सूक्ष्मजीवांच्या विविध पॅथोफिजियोलॉजिकल चरण समजण्यासाठी लागू केली जाऊ शकते.
- बायोकेमिस्ट्री** - प्रतिदीप्ति-आधारित तंत्रज्ञानामध्ये जीवरेणु, चयापचयी विकर, डीएनए क्रमनिर्धारण, जीवरेणु गतिविज्ञान, पेशी संकेत आणि अनुकूलन यावर संशोधन, आणि पेशीमधील डीएनए आणि / किंवा आरएनए क्रम ओळखण्यासाठी फ्लुरसन्स इन सिटू हाइब्रिडिझेशन (एफआयएसएच) या निर्धारण पद्धतींचा समावेश आहे.
- अनुवंशिकशास्त्र** - अलीकडे ग्रीन फ्लुरोसंट प्रोटीन (जीएफपी) साठीचे जनुक इतर जनुकासोबत एकलिकीकरण करण्यासाठी रेण्वीय पद्धती लागू केल्या गेल्या आहेत ज्यामुळे जिवंत पेशीमध्ये त्याचे अभिव्यक्ती होते. हे जनुक अभिव्यक्ती तसेच महत्त्वपूर्ण संरचना प्रथिने आणि विकरांच्या पेशींतील स्थानाचे अत्याधुनिक विश्लेषण करण्यास अनुमती देते.

आपण सेंद्रिय रेणूचा प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम या आकृतीसह पाहू शकतो





आकृती 2.6: सेंद्रीय रेणूंचे प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम

मनोरंजक माहिती

- प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोपीमध्ये सूक्ष्मजीवांद्वारा दूषित आहाराचे विश्लेषण करण्यासाठी एक तंत्र म्हणून वापरल्या जाण्याची क्षमता आहे.
- जिथे अतिनील अवशोषणाचा वापर योग्य नसेल तिथे औषधोत्पादनासंबंधीचा उद्योगातील गोळ्या आणि उत्पादनांच्या विघटन चाचणी शोधण्यासाठी याचा उपयोग केला जातो.
- हे एक नॉनइन्वासिव्ह तंत्र आहे आणि उच्च संवेदनशीलता आणि विशिष्टतेमुळे मल्टीसिस्टम कर्करोगाच्या निदानासाठी यशस्वीरित्या लागू केले गेले आहे.

व्हिडिओ संसाधने



2.4 घूर्णन आणि कंपन स्पेक्ट्रोस्कोपी (Rotational and Vibrational Spectroscopy)

मुक्त परिभ्रमण करत नाहीत किंवा कंपित होत नाहीत. घूर्णन आणि कंपन ऊर्जा रासायनिक बंधनांना तोडण्यासाठी आवश्यक असलेल्या ऊर्जापेक्षा खूपच लहान असतात.

घूर्णन ऊर्जा विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाच्या सूक्ष्मतरंगक्षेत्राशी संबंधित असतात (3×10^{10} ते 3×10^{12} Hz; ऊर्जा श्रेणी सुमारे 10 ते 100 J/mol). कंपनऊर्जा विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाच्या अवरक्त क्षेत्रात (3×10^{12} ते 3×10^{14} Hz; ऊर्जा श्रेणी सुमारे 10 KJ/mol) असतात.

2.4.1 घूर्णन संक्रमणाची ऊर्जा

जेव्हा रेणूला प्रकाशाच्या फोटॉनने किरणित केले जाते तेव्हा तो किरणांना शोषून घेऊ शकतो आणि ऊर्जा संक्रमण होऊ शकते. संक्रमणाची ऊर्जा प्रकाशाच्या अवशोषित फोटॉनच्या समतुल्य असणे आवश्यक आहे: $E = h\nu$.

द्विअण्वीय रेणूसाठी घूर्णन पातळी (J ते $J + 1$) मधील ऊर्जा फरक खालीलप्रमाणे आहे:

$$EJ + 1 - EJ = B(J + 1)(J + 2) - BJ(J + 1) = 2B(J + 1) \quad \dots(2.3)$$

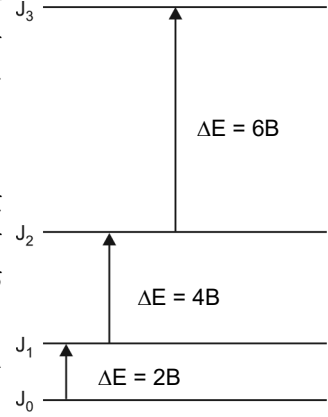
जेथे $J = 0, 1, 2, \dots$

घूर्णन पातळी मधील उर्जेचा फरक सूक्ष्मतरंगक्षेत्रात (10^{-10} cm^{-1}) असल्यामुळे घूर्णन स्पेक्ट्रोस्कोपीला सामान्यतः सूक्ष्मतरंगस्पेक्ट्रोस्कोपी म्हणतात. स्पेक्ट्रोस्कोपीमध्ये ऊर्जेला (सेमी $^{-1}$) ने दर्शविण्याची प्रथा आहे, या लेखन पद्धतीत B ला B^* असे लिहिले जाते. ऊर्जेच्या एककामधून तरंगांक मध्ये रूपांतरित करण्यासाठी फक्त h आणि c ने विभाजित करा, जेथे c प्रकाशाचा वेग आहे cm/s ($c = 2.998 \times 10^{10} \text{ cm/s}$).

तरंगांकात, $B^* = h8\pi cl$

आकृती 2.7 मध्ये द्विअण्वीय रेणूच्या घूर्णन स्पेक्ट्रा दर्शविते ज्यामध्ये दोन B^* अंतरावर अनेक शिखर आहेत. हे कंपन स्पेक्ट्राच्या अगदी विरुद्ध आहे ज्यात प्रत्येक कंपनसाठी फक्त एक मूलभूत शिखर आहे. द्विअण्वीय रेणूच्या घूर्णन स्पेक्ट्रमपासून बंध लांबी निश्चित केली जाऊ शकते.

निवड नियम केवळ क्रमवर्ती घूर्णन पातळी दरम्यानच्या संक्रमणास परवानगी देतात: $\Delta J = J \pm 1$, आणि रेणूमध्ये स्थायी द्विध्रुव आघूर्ण (Permanent Dipole Moment) असणे आवश्यक आहे. द्विध्रुवीय आवश्यकतेमुळे, HF आणि HCl सारख्या रेणूंमध्ये शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रा असतो आणि H_2 आणि N_2 सारखे रेणू घूर्णन निष्क्रिय असतात.



आकृती 2.7: घूर्णन ऊर्जा पातळी

2.4.2 घूर्णन संक्रमणासाठी निवड नियम आहे,

$$\Delta J = \pm 1$$

या आवश्यकते व्यतिरिक्त, रेणूला एक द्विध्रुवीय आघूर्ण असावा. HCl आणि CO सारखे रेणू घूर्णन स्पेक्ट्रा दर्शवितात, तर H_2 , Cl_2 आणि CO_2 हे दर्शवित नाहीत.

2.4.3 कंपन संक्रमण (अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी) (Vibrational Transitions) (Infrared Spectroscopy)

अवरक्त क्षेत्रामुळे रेणूच्या कंपन उर्जेमध्ये बदल होतो. कंपन ऊर्जापातळी मधील बदलांसोबतच घूर्णन उर्जा पातळीत देखील संक्रमण होते, परिणामी, कंपन संरचनेतील प्रत्येक रेषा घूर्णन सुक्ष्म रचनेच्या सहित असते हे स्पेक्ट्रम कंपन-घूर्णन स्पेक्ट्रम म्हणून ओळखले जाते जे अत्यंत क्लिष्ट आहे. द्रव किंवा द्रावणात किंवा घन नमुन्यासाठी IR स्पेक्ट्रम घेऊन ही गुंतागुंत टाळता येऊ शकते.

2.4.4 इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपीचे सिद्धांत

कोणत्याही रेणूला IR अवशोषण्यासाठी, त्याच्या घूर्णन किंवा कंपनासोबतच निव्वळ द्विध्रुवीय आघूर्णात बदल असणे आवश्यक आहे.

रेण्विक कंपन: रेणू कधीच विश्रांती घेत नाहीत, निरपेक्ष शून्य तापमानात देखील ते सतत कंपित असतात. सामान्यतः n अणूनी बनविलेले बहुअण्वी रेणूमध्ये $3n$ मुक्तताकोटी असतात, त्यातील सहा स्थानांतरण आणि घूर्णन असतात. रेणीय आणि अ-रेणीय रेणूसाठी गणना केलेल्या कंपनांचे प्रकार खालीलप्रमाणे-

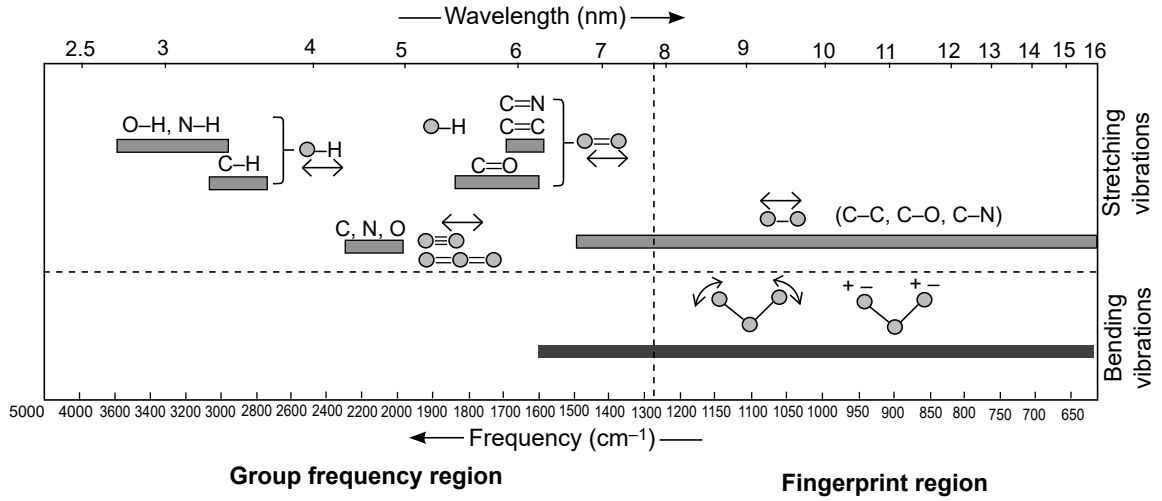
$3n - 6$ - कंपन मुक्तताकोटी अ-रेणीय रेणूसाठी.

$n - 5$ कंपन मुक्तताकोटी रेषीय रेणूसाठी.

मुख्यतः कंपनाचे दोन पद्धती

(अ) ताणणे (ब) वाकणे

- (i) **क्रियात्मक गट क्षेत्र ($4000-1500 \text{ cm}^{-1}$):** या क्षेत्रात बॅन्ड्स विविध बंधांच्या कंपन अवस्थेतील बदलांशी संबंधित असतात. रेणू किंवा क्रियात्मक गटाच्या वैशिष्ट्यीकरणासाठी हे क्षेत्र महत्त्वपूर्ण आहे.
- (ii) **फिंगर प्रिंट क्षेत्र ($1500-600 \text{ cm}^{-1}$):** या क्षेत्रात बँड संपूर्ण रेणूच्या जटिल कंपन आणि घूर्णन ऊर्जेमधील बदलांशी संबंधित आहेत. हा क्षेत्र सेंद्रिय संयुग ओळखण्यास उपयुक्त आहे.



आकृती 2.8: IR स्पेक्ट्रमधील क्रियात्मक गट क्षेत्र आणि फिंगर प्रिंट क्षेत्र

2.4.5 कंपन संक्रमणासाठी निवड नियम

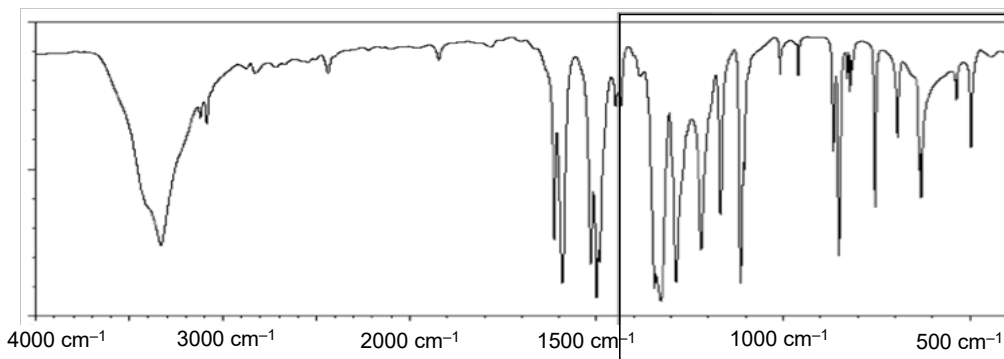
केवळ त्या संक्रमणाला परवानगी आहे ज्यासाठी कंपन -क्वांटम संख्येमध्ये होणारी घट किंवा वाढ $\Delta v = \pm 1$ ही एक होणारी आहे. अशा प्रकारे 2 क्रमवर्ती ऊर्जा पातळी दरम्यानचे अंतर नेहमीच $h\nu_0$ असेल.

2.4.6 आय.आर. स्पेक्ट्रोस्कोपीचे अनुप्रयोग

- (i) **सेंद्रिय संयुगाची ओळख:** जर फिंगर प्रिंट क्षेत्रात अज्ञात सेंद्रिय संयुगाचे स्पेक्ट्रा ज्ञात सेंद्रिय संयुगाच्या स्पेक्ट्रावर अध्यारोपित होत असेल तर अज्ञात सेंद्रिय संयुग निश्चितपणे ओळखले जाऊ शकते. दोन शुद्ध नमुने भिन्न IR स्पेक्ट्रा देत असल्यास, संयुगे भिन्न असणे आवश्यक आहे परंतु जर ते अध्यारोपित होणारा स्पेक्ट्रा देत असतील तर ते समान संयुगाचे प्रतिनिधित्व करतात. कारण फिंगर प्रिंट क्षेत्रात प्रत्येक सेंद्रिय संयुगाचा स्वतःचा अनोखा अवशोषण प्ररूप असतो.
- (ii) **क्रियात्मक गटांची ओळख:** बॅन्डची उपस्थिती किंवा अनुपस्थिती संयुगामध्ये काही क्रियात्मक गटांच्या उपस्थितीचा अंदाज लावण्यास मदत करते. उदाहरणार्थ, $1650 - 1850 \text{ cm}^{-1}$ या प्रदेशातील बँड संयुगामध्ये कार्बोनिल ग्रुपची उपस्थिती संशयित करतात.
- (iii) **हायड्रोजन बंधामधील भेद:** सामान्यतः हायड्रोजन बंध अवशोषण वारंवारता कमी करते. अंतर्रेण्वीय हायड्रोजन बंधाला IR तंत्रज्ञानाद्वारे आंतररेण्वीय हायड्रोजन बंधा पासून वेगळे केले जाऊ शकते. उदा. ओ - नायट्रोफेनॉल अंतर्रेण्वीय हायड्रोजन बंधाचे प्रदर्शन करते, हे अवशोषणात कोणताही बदल दर्शवित नाही, तर पी-नायट्रोफेनॉल, जे आंतररेण्वीय हायड्रोजन बंध प्रदर्शित करते, अवशोषण बदलते.

- (iv) प्राथमिक, द्वितीयक आणि तृतीयक अमाईन्समध्ये फरक करण्यासाठी: 1° अमाईन्स अनेक शिखर देतात, 2° अमाईन्स एक शिखर देतो तर 3° अमाईन्स शिखर देत नाहीत.
- (v) कार्बनच्या संकरणाची भविष्यवाणी करणे: $O (C-H)$ ची अवशोषण वारंवारता 's' गुणधर्म वाढीसह वाढते.
- (vi) अशुद्धी शोधणे: शुद्ध नमुन्याच्या स्पेक्ट्रममध्ये नेहमीच तीक्ष्ण शिखर आणि बँड असतात तर अशुद्ध नमुन्यात खराब बँड असतात आणि काही अतिरिक्त बँड असतात.

अधिक जाणून घेण्यासाठी आपण IR स्पेक्ट्राच्या उदाहरणाबद्दल चर्चा करूया. खाली असलेल्या आकृतीमध्ये आपण क्रियात्मक गट क्षेत्र आणि फिंगर प्रिंट क्षेत्रे दोन क्षेत्रांमध्ये फरक करू शकू.



आकृती 2.9: IR स्पेक्ट्रममधील फिंगर प्रिंट क्षेत्र

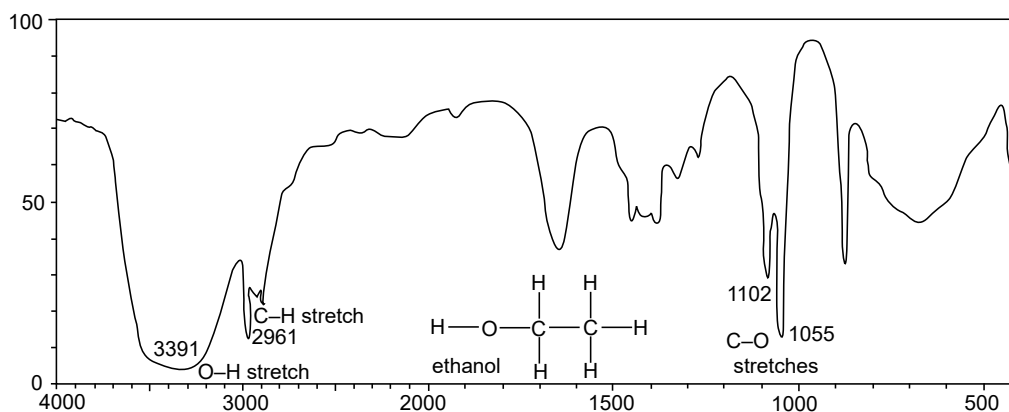
आकृतीमध्ये इथेनॉलच्या स्पेक्ट्रमचे उदाहरण घेत आपण हे क्षेत्र लागू करू शकतो आणि ओळखू शकतो.

1. **क्रियात्मक गट क्षेत्र** - ध्रुवीय सहसंयोजक बंध हे IR “सक्रिय” असतात आणि त्याचे उत्तेजन IR स्पेक्ट्रममध्ये पाहिले जाऊ शकते. सेंद्रिय रेणूंमध्ये हे ध्रुवीय सहसंयोजक बंध रेणूत उपस्थित असणाऱ्या क्रियात्मक गटांचे प्रतिनिधित्व करतात.

अल्कोहोलमध्ये $O-H$ आणि $C-O$ दोन्हीच्या स्ट्रेचिंग कंपनांशी संबंधित IR अवशोषण आहेत.

- $O-H$ स्ट्रेच, हायड्रोजन बंधित $3500 - 3200 \text{ cm}^{-1}$
- $C-O$ स्ट्रेच, $1260 - 1050 \text{ cm}^{-1}$ (s)

2. **फिंगरप्रिंट क्षेत्र**, स्पेक्ट्रा अधिक जटिल आणि नियुक्त करण्यास अधिक कठीण होत जातो.



आकृती 2.10: इथेनॉलचा IR स्पेक्ट्रम



दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

- IR स्पेक्ट्रोस्कोपीचा वापर फौजदारी व दिवाणी प्रकरणात फॉरेंसिक विश्लेषणामध्ये केला जातो.
- संशयास्पद मद्यधुंद वाहनचालकाच्या रक्तातील अल्कोहोलचे प्रमाण आणि पोस्टमॉर्टम दरम्यान आढळणारे विषारी पदार्थ निर्धारित करण्यासाठी याचा उपयोग केला जाऊ शकतो.
- चित्रामधील रंगद्रव्ये आणि प्रकाशित केलेल्या हस्तलिखितेसारख्या इतर कलात्मक वस्तुच्या रंगद्रव्यांचे विश्लेषण आणि ओळख पटवण्यासाठी IR वापरतात.
- औषध निर्मितीच्या विविध टप्प्यात औषधनिर्माण उद्योगात याचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो.

2.5 न्यूक्लीय चुंबकीय संस्पंदन स्पेक्ट्रोस्कोपी (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy)

न्यूक्लीय चुंबकीय संस्पंदन स्पेक्ट्रोस्कोपीमध्ये विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाचे अवशोषण रेडिओफ्रिक्वेन्सी क्षेत्रात करते

त्यामध्ये दोलनी विद्युतचुंबकीय बल आणि केंद्रकाच्या चुंबकीय ऊर्जेदरम्यानची सहसा हायड्रोजनच्या दरम्यानची आंतरक्रिया असते.

2.5.1 केंद्रकाचे निव्वळ आभ्राम (I) निश्चित करण्यासाठी नियम

काही अणूंचे केंद्रक असे वागतात की जणू ते आभ्रामी प्रभार आहेत. कोणताही आभ्रामी प्रभार चुंबकीय क्षेत्र बनवतो जणू काय एक लहान चुंबक आहे.

- (i) प्रोटॉनची संख्या आणि न्यूट्रॉनची संख्या दोन्ही समान असल्यास, केंद्रकाला आभ्राम नसते

म्हणजेच, $I = 0$, उदाहरणार्थ, ^{12}C , ^{16}O , ^{32}S इ.

- (ii) प्रोटॉनची संख्या आणि न्यूट्रॉनची संख्येची बेरीज विषम असल्यास केंद्रकाला अर्धा पूर्णांक आभ्राम असतो

आभ्राम म्हणजे, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$ उदाहरणार्थ ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{31}P इत्यादी.

- (iii) प्रोटॉनची संख्या आणि न्यूट्रॉनची संख्या दोन्ही विषम असल्यास केंद्रकामध्ये पूर्णांक आभ्राम आहे म्हणजेच $I = 1, 2, 3$.
उदाहरणार्थ, N^3 .

एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपीद्वारे सामान्यतः अभ्यास करण्यात येणारी केंद्रे ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{31}P .

2.5.2 एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपीचा सिद्धांत

आभ्रामी केंद्रके अगदी लहान चुंबकीय क्षेत्र असलेल्या पट्टी चुंबकासारखे वर्तन करते ज्याची परिमाण आणि दिशा चुंबकीय आघूर्ण (magnetic moment) नावाच्या सदिशाद्वारे वर्णन केले जाऊ शकते.

हे चुंबकीय आघूर्ण लागू क्षेत्राच्या अनुपस्थितीत यादृच्छिक दिशेमध्ये पसरले असते.

^1H मध्ये, न्यूक्लीय आभ्रामाचे क्वांटम संख्यांशी संबंधित दोनच मूल्ये असू शकतात. $+\frac{1}{2} (\alpha) + \frac{1}{2} (\beta)$. दोन अणुच्या

आभ्रामी अवस्थांमध्ये ऊर्जा अंतर नसते. परंतु बाह्य चुंबकीय क्षेत्राच्या उपस्थितीत, दोन आभ्रामी अवस्था यापुढे समऊर्जा राहत नाहीत. त्यांचे चुंबकीय आघूर्ण एकतर क्षेत्राशी (α आभ्राम) किंवा क्षेत्राच्या विरोधात (β आभ्राम) संरेखित होतात α आणि β -आभ्राम अवस्थांमधील ऊर्जा अंतर खूपच लहान आहे, जरी, α आभ्राम अवस्थेची ऊर्जा कमी असते. कमी ऊर्जा अवस्थापासून उच्च ऊर्जा स्थितीपर्यंत प्रोटॉन सरकावण्यासाठी ऊर्जा आवश्यक असते. ही ऊर्जा रेडिओफ्रिक्वेन्सी क्षेत्रात विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाद्वारे प्रदान केली जाते.

2.5.3 रासायनिक विस्थापन (Chemical Shift)

एक केंद्रक लागू क्षेत्राच्या बरोबरीचे क्षेत्र पाळत नाही कारण तो इलेक्ट्रॉनने वेढलेला असतो. लागू केलेले चुंबकीय क्षेत्र आणि केंद्रकाद्वारे निरीआघूर्ण केलेले क्षेत्र यातील फरकाला न्यूक्लिअर शील्डिंग असे म्हणतात.

सर्व प्रोटॉन समतुल्य नसतात, ते एकाच वारंवारतेने प्रक्रिया करत नाहीत, अशा प्रकारे अवशोषण त्यांच्या वातावरणावर अवलंबून असतात. स्थानिक वातावरणावर अवलंबून, रेणूमधील भिन्न प्रोटॉन थोड्या वेगळ्या वारंवारतेवर संस्पंदन करतात. रासायनिक वातावरणामुळे एनएमआर स्पेक्ट्रमच्या शिखरामधील विस्थापनाला रासायनिक विस्थापन म्हणतात.

रासायनिक विस्थापनाचे सूत्र -

$$\text{रासायनिक विस्थापन} = \frac{\text{शिखराची अवस्था (Hz) (Relative to TMS)}}{(\text{स्पेक्ट्रोमीटरची वारंवारता MHz})}$$

$$\delta \text{ (डेल्टा) प्रमाणात} \quad \delta = \frac{\nu' - \nu_{\text{TMS}}}{\nu_0} \times 10^6 \quad \dots 2.4$$

ν' = अज्ञात गटाच्या प्रोटॉनची वारंवारता (Hz)

ν_{TMS} = TMS संदर्भाची वारंवारता (Hz)

ν_0 = स्पेक्ट्रोमीटरची चालू वारंवारता (MHz)

τ (ताऊ) स्केल वर

δ (डेल्टा) प्रमाणात, टीएमएस संकेताची स्थिती 0.0 ppm म्हणून घेतली जाते. τ (ताऊ) प्रमाणात, संदर्भाला 10.0 चे स्वेच्छित स्थान दिले आहे.

$$\tau = 10 - \delta \quad \dots 2.5$$

रासायनिक विस्थापन संदर्भ संयुगाशी सापेक्ष मोजली जाते. ^1H NMR साठी टेट्रा मिथिल सिलेन (TMS) ($\text{Si}(\text{CH}_3)_4$) हा सर्वात योग्य संदर्भ आहे.

2.5.4 एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपीचा अनुप्रयोग

1. एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी म्हणजे पदार्थाच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मांचा अभ्यास करण्यासाठी एनएमआर वापरणे - विश्लेषणात्मक रसायनशास्त्रातील एनएमआर तंत्रातील नमुनाची सामग्री आणि शुद्धता तसेच त्याच्या रेण्विक संरचनेचे निर्धारण करण्यासाठी गुणवत्ता नियंत्रण आणि संशोधनात वापरले जाते.
2. रसायनशास्त्रज्ञ याचा वापर रेण्विक ओळख आणि रचना निश्चित करण्यासाठी करतात - कूपलिंग कॉन्स्टन्ट, J पासून, आपण अपार आणि पार समसूत्रीमधील (cis and trans isomers) J पार $> J$ अपार मध्ये फरक करू शकतो.
3. वैद्यकीय चिकित्सक निदान करण्याच्या उद्देशाने चुंबकीय अनुनाद इमेजिंग (MRI), बहु-आयामी एनएमआर इमेजिंग तंत्र वापरतात.
4. अभियांत्रिकीच्या क्षेत्रात प्रतिबिंब प्रक्रिया आणि विविध रोगांशी संबंधित आणि मानचित्रणाच्या अभ्यासासाठी एक नवीन क्षितिजे उघडतात.
5. MRI (मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंग) ^1H एनएमआर वर आधारित आहे. MRI मानवी शरीराच्या भागाची प्रतिमा आहे. प्रतिमेच्या विविध क्षेत्राची चमक दोन घटकांशी संबंधित आहे:

(a) विशिष्ट ठिकाणी ऊर्ति मधील प्रोटॉनची संख्या.

(b) प्रोटॉनचा विश्रांतीचा काळ.

उदाहरणार्थ, काही कर्करोगाच्या ट्यूमरमधील H_2O मधील H चा विश्रांतीचा कालावधी निरोगी पेशींमधील H पेक्षा कमी असतो. अशा प्रकारे MRI ब्रेन ट्यूमर ओळखू शकतो.

6. एकदा मूलभूत रचना ज्ञात झाल्यावर एनएमआरचा उपयोग, रेण्विक रचना निश्चित करण्यासाठी तसेच रेण्विक स्तरावरील भौतिक गुणधर्मांचा अभ्यास करणे जसे की कन्फर्मेशनल एक्सचेंज, अवस्थाबदल, विद्रव्य आणि प्रसार इत्यादींसाठी केला जातो.

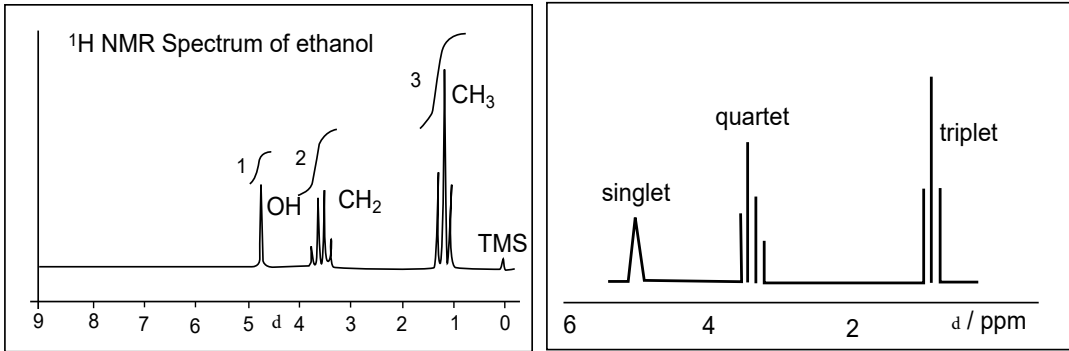
7. काही सोप्या रेणूंच्या ज्ञात एनएमआर स्पेक्ट्रमच्या मदतीने प्रोटॉनच्या विभाजनाचे स्पष्टीकरण देऊया.

उदाहरण 1: आकृती a. इथेनॉलचा एनएमआर स्पेक्ट्रा आणि आकृती b प्रोटॉनचे विभाजन दर्शविते.

इथेनॉलचा फॉर्म्युला CH_3-CH_2-OH आहे

म्हणजे तीन प्रकारचे प्रोटॉन वेगवेगळ्या वातावरणासह येथे उपस्थित असतात

1. CH_3 आणि CH_2 मधील तीन प्रोटॉन 1:2:1 ट्रिपलेटच्या प्रमाणात विभाजित होतात.
2. CH_2 आणि संस्पंदन नंतरचे दोन प्रोटॉन 1:2:2:1 क्वेरेटच्या प्रमाणात विभागले गेले आहेत.
3. OH मधील एक प्रोटॉन आणि एक सिंगलेट म्हणून.



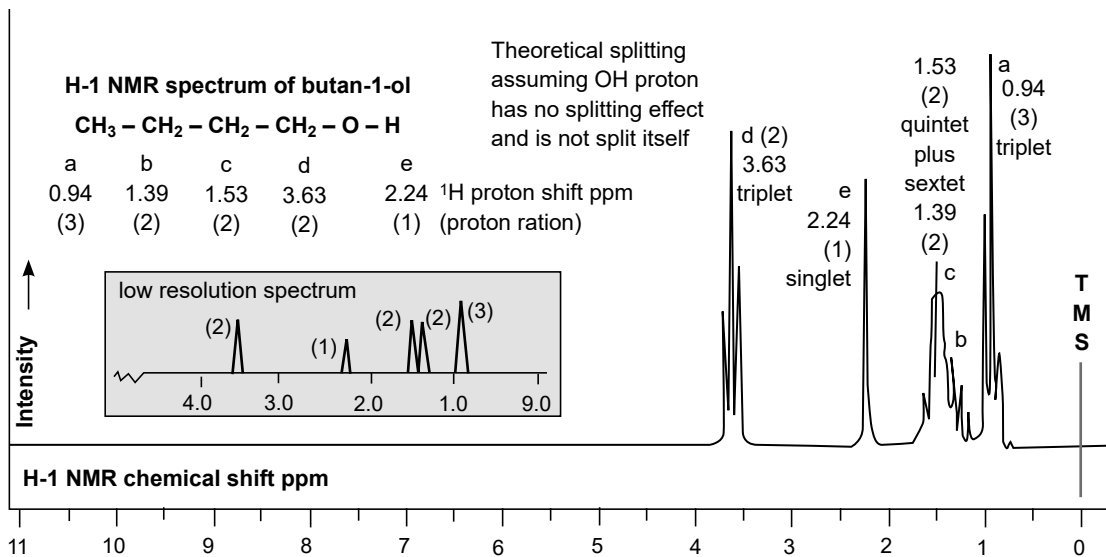
आकृती 2.11: इथेनॉलचा 1H एनएमआर स्पेक्ट्रा

उदाहरण 2: Butan-1-ol - चला Butan-1-ol च्या एनएमआर स्पेक्ट्राचे स्पष्टीकरण देऊ

प्रोटॉन गुणोत्तर 3:2:2:2:1 मध्ये पाहिले, बुटानॉलच्या संरचना सूत्राशी संबंधित आहे.

- CH_3 प्रोटॉन 1:2:1 ट्रिपलेटमध्ये विभक्त होतात
- पहिल्या CH_2 प्रोटॉन रेझोनान्सला CH_3 प्रोटॉनद्वारा 1:5:10:10:5:1 सेक्ससेटमध्ये विभाजित केले आहे
- दुसरा CH_2 प्रोटॉन पहिल्या व तिसऱ्या CH_2 प्रोटॉनद्वारा 1:4:6:4:1 पंचक मध्ये दोन्ही बाजूंनी विभाजित होतो
- तिसरा CH_2 प्रोटॉन 1:2:1 ट्रिपलेटमध्ये विभक्त होतो
- OH प्रोटॉन एक सिंगलेट म्हणून

लक्षात घ्या की OH प्रोटॉनमुळे कोणतेही विभाजन आढळले नाही.

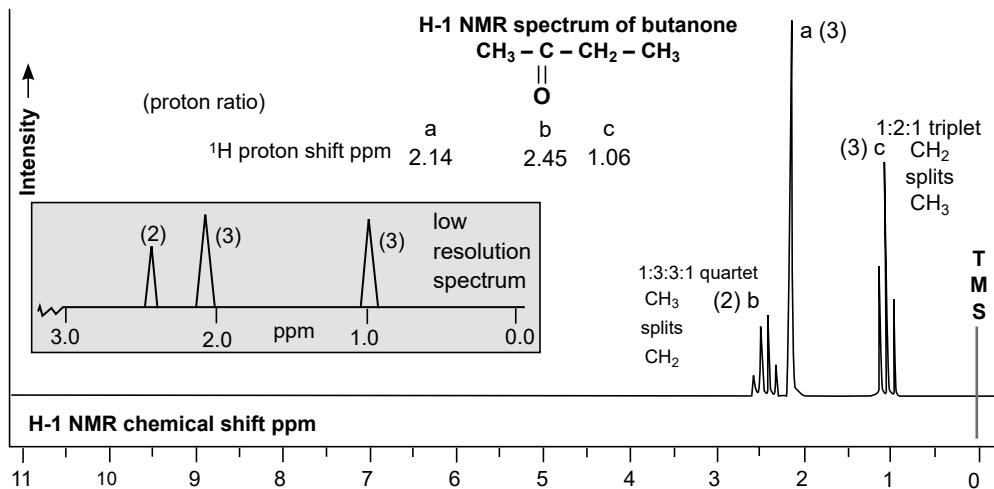


आकृती 2.12: बुटान-1-ओएल चा एनएमआर स्पेक्ट्रा

उदाहरण 3: बुटोनोन (3-Butanone)

बुटोनोनचा एनएमआर स्पेक्ट्रा

निरीक्षणास आलेले प्रोटॉन गुणोत्तर 3:2:3 ब्यूटेनॉनच्या संरचना सूत्राशी संबंधित आहे.

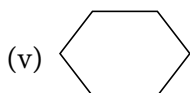
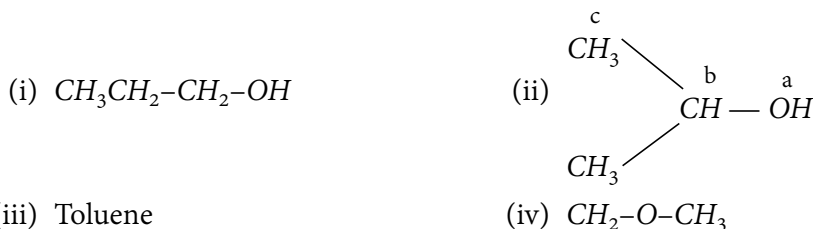
 CH_2 प्रोटॉन 1:3:3:1 क्वार्टेटमध्ये विभाजित होतात CH_3 प्रोटॉन 1:2:1 ट्रिपलेटमध्ये विभाजित होतात

आकृती 2.13: बुटॅनोनचा एनएमआर स्पेक्ट्रा

प्रश्न 1: $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ रेणूमध्ये एनएमआर संकेत आणि विभाजित केलेल्या संकेताची गणना करा.**उत्तर:** तीन प्रकारचे प्रोटॉन आहेत, म्हणूनच 3 मुख्य शिखर मिळतील:

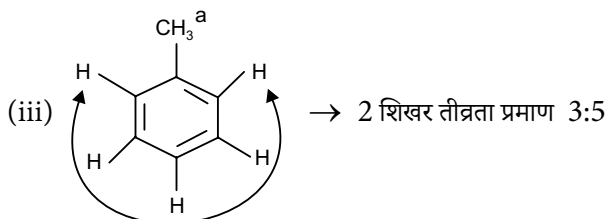
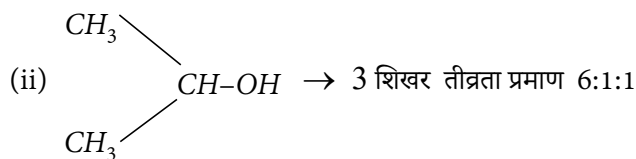
- (a) शिखर विभाजित होणार नाही. (b) शिखर क्वार्टेटमध्ये विभाजित होईल (3 + 1)
 (c) शिखर ट्रिपलेटमध्ये विभाजित होईल (2 + 1)

प्रश्न 2: खालील संयुगांसाठी कमी रिजोल्यूशन स्पेक्ट्रममध्ये सापेक्ष तीव्रतेसह एनएमआर शिखरांची भविष्यवाणी करा.



समाधान

(i) $\text{CH CH}-\text{CH}-\text{OH} \rightarrow 4$ शिखर तीव्रता प्रमाण 3:2:2:1



(iv) $\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3 \rightarrow 1$ शिखर



दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

- क्षयरोग, मलेरिया आणि न्यूमोनिया, न्यूरोलॉजिकल डिसऑर्डर आणि पार्किन्सन रोग यासारख्या संसर्गजन्य रोगांच्या बायोमार्कर्सच्या शोधात एनएमआर चयापचयशास्त्र वापरले जाते.
- अन्न उद्योगात, प्रथिने, एमिनोआसिड प्रोफाइल, कॅरोटीनोईड्स, सेंद्रिय एसिड्स, लिपिड अंश, खाद्यपदार्थांमधील पाण्याची हालचाल निश्चित करण्यासाठी एनएमआर उपयुक्त आहे.

व्हिडिओ संसाधने



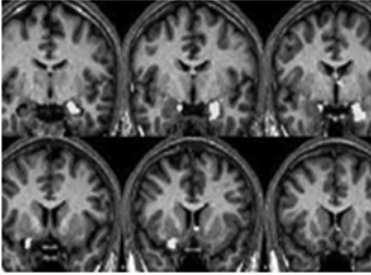
2.6 मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंग (Magnetic Resonance Imaging (MRI))

1970 आणि 1980 च्या दशकात एनएमआर विकासाचा वैद्यकीय अनुप्रयोग म्हणजे मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंग. *MRI* हे एक वैद्यकीय इमेजिंग तंत्र आहे जे रेडिओलॉजीमध्ये शरीररचनाची आणि शरीरातील शारीरिक प्रक्रिया आणि आरोग्य आणि रोग या दोन्ही गोष्टींचे चित्र तयार करण्यासाठी वापरले जाते. *MRI* आपल्या शरीरातील आतील गोष्टींविषयी तपशीलवार चित्रे तयार करण्यासाठी शक्तिशाली चुंबक, रेडिओ तरंग आणि एक संगणक वापरते. *MRI* मध्ये एक्स-रे आणि आयनीकरण किरणोत्सर्गाचा वापर सामील नाही, जो सीटी किंवा सीएटी स्कॅनपेक्षा भिन्न आहे.

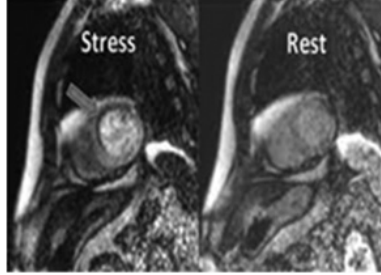
MRI अस्थिबंधन, पाठीच्या मज्जातंतूची मुळे, पाठीचा कणा, मेंदूतील इस्केमिक सारख्या मऊ ऊतकांमध्ये इन्फ्रक्शन झाल्याबरोबरच लवकरच तो दर्शवितो, जेव्हा कि सीटी स्कॅन 3 दिवसांच्या विलंबानंतर दर्शवेल.

योग्य सॉफ्टवेअरसह *MRI* आपल्याला पित्त नलिका, स्वादुपिंडाच्या नलिका, रक्तवाहिन्या सारख्या नलिकामधील द्रवपदार्थ दर्शविण्यास सक्षम आहे, म्हणूनच कधीकधी *MRI* पूर्वी आपल्याला करावी लागणाऱ्या आक्रमक प्रक्रियेऐवजी या नळ्यातील अडथळे आणि अरुंदी शोधण्यासाठी चांगले छाननी साधन आहे.

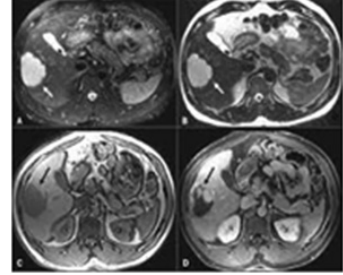
MRI च्या प्रतिमा - आपण विविध अवयवांच्या *MRI* च्या काही प्रतिमा पाहूया -



आकृती 2.14: मेंदूची *MRI* प्रतिमा



आकृती 2.15: हृदयाची *MRI* प्रतिमा



आकृती 2.16: उदराची *MRI* प्रतिमा

2.6.1 *MRI* चे अनुप्रयोग

MRI चा वैद्यकीय निदानासाठी, रोगाच्या प्रसाराची अवस्था जाणून घेण्यासाठी आणि शरीराला किरणोत्सर्गाच्या संपर्कात न घेता पाठपुरावा करण्यासाठी रुग्णालये आणि क्लिनिकमध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरला जातो.

- न्यूरोइमेजिंग:** *MRI* चा उपयोग न्यूरोलॉजिकल कर्करोगासाठी होतो, कारण त्यात सीटीपेक्षा चांगला रिझोल्यूशन आहे आणि पोस्टेरियोर फोसाचे व्हिज्युअलायझेशन चांगले आहे.
- हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी:** कार्डियाक *MRI* इकोकार्डियोग्राफी, कार्डियाक सीटी आणि विभक्त औषध यासारख्या इतर इमेजिंग तंत्रासाठी पूरक आहे. त्याच्या अनुप्रयोगांमध्ये मायोकार्डियल इस्केमिया आणि व्यवहार्यता, हृदय व रक्तवाहिन्यासंबंधी रोग, मायोकार्डिटिस, लोह ओव्हरलोड, रक्तवाहिन्यासंबंधी रोग आणि जन्मजात हृदयरोगाचे मूल्यांकन समाविष्ट आहे.
- स्नायु कंकाल:** स्नायु कंकाल सिस्टममधील अनुप्रयोगांमध्ये पाठीच्या कण्याचे इमेजिंग, स्नायू रोगाचे मूल्यांकन आणि मऊ ऊतींचा ट्यूमर यांचा समावेश आहे.
- यकृत आणि जठर-आंत्र संस्था:** यकृत, स्वादुपिंड आणि पित्त नलिकाचे विकृती शोधून काढण्यासाठी आणि हेपॅटोबिलरी एमआरचा उपयोग केला जातो. एक्सट्रासेल्युलर कॉन्ट्रास्ट एजंट्स यकृताच्या *MRI* मध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरले जातात आणि नवीन हेपेटोबिलियरी कॉन्ट्रास्ट एजंट्स फंक्शनल बिलीरी इमेजिंग करण्याची संधी देखील प्रदान करतात.
- एंजियोग्राफी:** मॅग्नेटिक रेझोनान्स एंजियोग्राफी (एमआरए) तंतुकांचा एक समूह आहे जो रक्तवाहिन्या प्रतिमांकरिता चुंबकीय अनुनाद इमेजिंग (*MRI*) वर आधारित आहे. मान आणि मेंदू, वक्ष आणि ओटीपोटात महाधमनी, मूलवाहिन्या आणि पाय यांचे रक्त मूल्यांकन करण्यासाठी बहुतेक वेळा एमआरएचा वापर केला जातो.

2.7 एक्स-रे डिफ्रॅक्शन एनालिसिस (X-Ray Diffraction) (XRD Analysis)

एक्सआरडी नालिसिस हे एक तंत्र आहे जे प्रावस्था ओळख (उदा. ग्रेफाइट किंवा डायमंड) सोबतच, प्रावस्था परिमाणीकरण, % स्फटिकीकरण, स्फटिकाचा आकार, एकक कोष्ठ चा आकार प्रदान करते.

स्तरित साहित्यांसाठी Grazing Incidence XRD (GIXRD) संघटनातर्गत रचनात्मक गहनता पार्श्वरेखनाला परवानगी देते.

2.7.1 एक्स-रे डिफ्रॅक्शनची (एक्सआरडी) तत्त्वे

1912 मध्ये मॅक्स वॉन लॉए यांना आढळले की स्फटिकीय पदार्थ एक्स-रे तरंगलांबीसाठी स्फटिक जालकामधील समतल अंतरांसारखेच लि-आयामी विवर्तन जाळी म्हणून कार्य करतात.

एक्स-रे डिफ्रॅक्शन आता स्फटिकाची रचना आणि अणु अंतरांच्या अभ्यासाचे एक सामान्य तंत्र आहे.

एक्स-रे डिफ्रॅक्शन हे एकवर्णी एक्स-रे व स्फटिकीय नमुन्यादरम्यानच्या रचनात्मक हस्तक्षेपावर आधारित आहे. हे एक्स-रे कॅथोड किरण नलिकाद्वारे निर्माण केले जाते, एकवर्णी रंगात विकिरण तयार करण्यासाठी गाळले जाते, एकाग्र होण्यास एकत्रित केले जाते, आणि नमुन्याच्या दिशेने निर्देशित केले जाते. नमुन्यासोबत आपाती किरणांची परस्परक्रिया जेव्हा अटी ब्रॅगचा नियम पूर्ण करते ($n\lambda = 2d \sin \theta$) तेव्हा रचनात्मक व्यत्यय (आणि एक विभक्त किरण) निर्माण करतो. हा नियम विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाच्या तरंगलांबीचा भिन्नता कोनाशी आणि स्फटिकीय नमुन्यातील जाळीच्या अंतराशी संबंधित आहे

त्यानंतर हे विभक्त एक्स-रे शोधले जातात, त्यावर प्रक्रिया केली जाते आणि मोजले जातात. 2θ कोनातून नमुना स्कॅन करून, पावडर सामग्रीच्या यादृच्छिक अभिमुखतेमुळे जाळीचे सर्व संभाव्य विवर्तन दिशानिर्देश प्राप्त केले पाहिजेत. विखुरलेल्या शिखरांचे d -स्पेसिंगमध्ये झालेले रूपांतरण खनिजांना ओळखण्यास अनुमती देते कारण प्रत्येक खनिजात अद्वितीय d -स्पेसिंगचा संच असतो. थोडक्यात, वैशिष्ट्यपूर्णपणे, d -स्पेसिंगची मानक संदर्भ आकृतिबंधांशी तुलना करून हे प्राप्त केले जाते.

सर्व डिफ्रॅक्शन पद्धती एक्स-रे ट्यूबमधील एक्स-किरणांच्या निर्मितीवर आधारित आहेत. हे एक्स-रे नमुन्यावर निर्देशित केले जातात आणि विखुरलेले किरण एकत्र केले जातात. सर्व विघटनाचा मुख्य घटक म्हणजे आपाती आणि विभक्त किरणांमधील कोन होय. पावडर आणि सिंगल क्रिस्टल डिफ्रॅक्शन यापेक्षा उपकरण योजनेमध्ये भिन्न आहेत.

2.7.2 अनुप्रयोग

- एक्स-रे पावडर डिफ्रॅक्शनचा उपयोग अज्ञात स्फटिकीय पदार्थांना ओळखण्यासाठी (उदा. खनिजे, अजैविक संयुगे) मोठ्या प्रमाणात केला जातो.
- भूगर्भशास्त्र, पर्यावरणीय विज्ञान, भौतिकशास्त्र, अभियांत्रिकी आणि जीवशास्त्र या अभ्यासासाठी अज्ञात घन पदार्थांचे निर्धारण महत्त्वपूर्ण आहे.
- एक्सआरडी वापरणारे ठराविक उद्योग म्हणजे एरोस्पेस, ऑटोमोटिव्ह, मटेरियल, खनिजे, ग्लास, सिरेमिक्स आणि रेफ्रेक्टरीज, हेल्थकेअर, मेडिकल डिव्हाइसेस, सेमीकंडक्टर, इलेक्ट्रॉनिक्स.

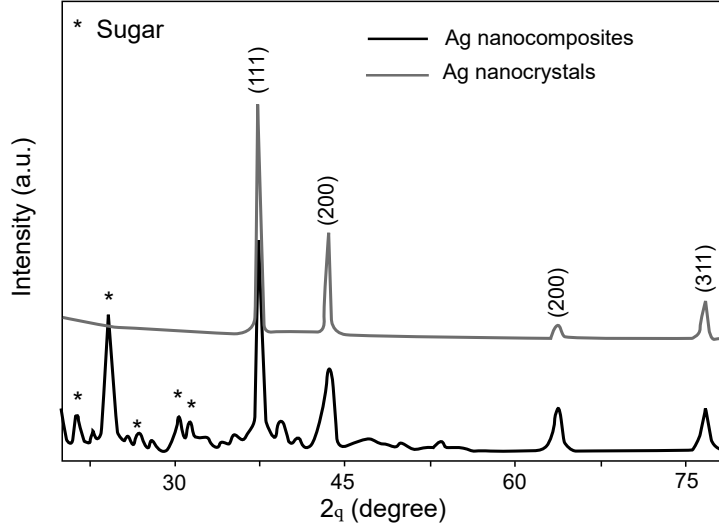
काही ठराविक अनुप्रयोग

- चरण रचना निर्धारण
- चिकणमाती आणि मिश्रित स्तर चिकणमातीसारख्या बारीक खनिजांची ओळख करण्यासाठी ज्यांची ओळख प्रकाशतः निश्चित करणे कठीण आहे
- इलेक्ट्रोसेरामिक्ससाठी डोप सिल स्ट्रक्चर्सचे वैशिष्टीकरण
- हार्ड कोटिंग रचना आणि रचना मोजमाप उदा. मशीन टूल्सवरील कार्बाईड्स, नायट्राईड

5. वैद्यकीय रोपण सामग्रीवर हायड्रॉक्सी-अॅपेटाइट कोटिंग्जचे वैशिष्टीकरण

6. सिलिकॉन वेफर, आयटीओ लेपित चष्मा आणि सौर विद्युत घट पेशी यांचे सखोल विश्लेषण.

संश्लेषित चांदीच्या नॅनोकॉम्पोसिट्स आणि चांदीच्या नॅनोक्रिस्टल्सची एक्स-रे विवर्तन पॅटर्नद्वारे ओळख खालील चित्रात दिसून येते



आकृती 2.17: चांदीच्या नॅनोकॉम्पोसिट्स आणि चांदीच्या नॅनोक्रिस्टल्सद्वारे एक्स-रे विवर्तन पॅटर्न

सारांश

- स्पेक्ट्रोस्कोपी एक तंत्र आहे जे विश्लेषण करण्यासाठी नमुन्यासोबत ऊर्जेची परस्परक्रिया वापरते.
- विद्युतचुंबकीय तरंग: विद्युतचुंबकीय तरंग दोलन करणाऱ्या चुंबकीय आणि विद्युतक्षेत्रांनी बनतात.
- बोर्न ओपेनहीमर निकटन: रेणूची संपूर्ण ऊर्जा,

$$E = E_{\text{स्थानांतरण}} + E_{\text{घूर्णन}} + E_{\text{कंपन}} + E_{\text{इलेक्ट्रॉनिक}}$$

- ऊर्जाचा वाढता क्रम

$$E_{\text{इलेक्ट्रॉनिक}} \gg E_{\text{कंपन}} > E_{\text{घूर्णन}} > E_{\text{स्थानांतरण}}$$

- **फ्रँक: कॉन्डन तत्व** हे स्पेक्ट्रोस्कोपी आणि क्वांटम रसायनशास्त्रातील नियम आहे जो व्हायब्रॉनिक संक्रमणाची तीव्रता स्पष्ट करतो. व्हायब्रॉनिक संक्रमण म्हणजे योग्य ऊर्जेच्या फोटॉनचे अवशोषण किंवा उत्सर्जन झाल्यामुळे रेणूच्या इलेक्ट्रॉनिक आणि कंपन पातळी एकाच वेळी बदलतात.
- **जबलोन्स्की आकृती** एकदा रेणूने विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्गाच्या रूपात ऊर्जा आत्मसात केली की असे बरेच मार्ग आहेत ज्याद्वारे ते मूल स्थितीत परत येऊ शकतात. याचे आलेखीय प्रतिनिधित्वास जबलोन्स्की आकृती असे म्हणतात.
- **इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाचे प्रकार:** $\sigma - \sigma^*$ संक्रमण, $n - \sigma^*$ संक्रमण, $\pi - \pi^*$ संक्रमण, $n - \pi^*$ संक्रमण.
- **प्रतिदिप्ती** जर त्याच आभ्राम अवस्थेचे (उदा. $s_1 \rightarrow s_0$) फोटॉन उत्सर्जन उद्भवते तर त्याला प्रतिदिप्ती म्हणतात.
- **स्फुरदीप्ति:** जर आरंभिक आणि अंतिम ऊर्जेच्या पातळीची आभ्राम स्थिती भिन्न असेल (उदा. $T_1 \rightarrow s_0$), तर होणाऱ्या उत्सर्जनाला (ऊर्जा कमी होणे) या स्फुरदीप्ति म्हणतात.

- प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोमेट्री ही वेगवान, सोपी आणि स्वस्त पद्धत आहे जी प्रतिदीप्तिशील गुणधर्मांच्या आधारावर द्रावणामधील विश्लेषणाची संहति निश्चित करते
- **अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी:** एखाद्या पदार्थाच्या अवरक्त अवशोषण स्पेक्ट्रमला कधीकधी त्याचे रेण्विक फिंगरप्रिंट म्हणतात. जरी साहित्याची ओळख पटविण्यासाठी वारंवार वापरली जात असली तरी, अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी शोषक रेणूची संख्या मोजण्यासाठी देखील वापरली जाऊ शकते.
- **सामान्य कंपन पद्धती:** अ - रेखीय 3 एन – 6 स्वतंत्र कंपन पद्धती. रेखीय: 3 एन – 5 स्वतंत्र कंपन पद्धती
- **रमण स्पेक्ट्रोस्कोपी:** रेणूद्वारे प्रकाशाचे विखुरलेले रोमन नमुन्यांची रासायनिक रचना आणि रेण्विक संरचनेची माहिती प्रदान करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.
- **न्यूक्लियर मॅग्नेटिक रेझोनान्स:** एनएमआरमागील तत्व असे आहे की बऱ्याच नाभिकांमध्ये आभ्राम असते आणि सर्व नाभिकांवर विद्युत प्रभार आकारले जाते. ऊर्जा हस्तांतरण एका तरंगलांबीवर होते जे रेडिओ फ्रिक्वेन्सीशी सुसंगत असते आणि जेव्हा आभ्राम त्याच्या मूळ पातळीवर परत येते तेव्हा समान वारंवारतेवर ऊर्जा उत्सर्जित होते. तो संकेत एनएमआर स्पेक्ट्रम आहे.
- **केमिकल शिफ्ट** हे केंद्रक आणि त्याच्या वातावरणाचे फलन आहे. हे संदर्भ संयुगाशी संबंधित मोजले जाते. ^1H NMR साठी, संदर्भ सामान्यतः टेट्रामेथिलसिलेन, (टीएमएस) $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ (टीएमएस) असतो. असतो.

$$\delta = \frac{H_0(\text{reference}) - H_0(\text{sample})}{H_0(\text{reference})} \times 10^6 \text{ ppm.}$$

- **मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंग (MRI):** मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंग हा आण्विक चुंबकीय अनुनाद (एनएमआर) चा वैद्यकीय अनुप्रयोग आहे जे 1970 आणि 1980 च्या काळात विकसित होते. *MRI* स्कॅनर शरीरातील अवयवांची प्रतिमा निर्माण करण्यासाठी मजबूत चुंबकीय फील्ड, इलेक्ट्रिक फील्ड ग्रेडियंट्स आणि रेडिओ लहरी वापरतात.
- **एक्स-रे भिन्नता:** एक्सआरडी क्रिस्टलोग्राफिक रचना आणि सामग्री आणि पातळ पटलाच्या भौतिक गुणधर्मांबद्दल तपशीलवार माहिती प्रदान करते.

स्वाध्याय

1. खालील स्पष्टीकरण द्या:
 - (i) विद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम
 - (ii) बॉर्न ओपेनहीमर निकटन
 - (iii) फ्रँक – कॉन्डन तत्व
 - (iv) फिंगरप्रिंट क्षेत्र,
 - (v) मोड कंपनांचा प्रकार
 - (vi) निवड नियम
2. अतिनील स्पेक्ट्रोस्कोपीच्या मदतीने एखाद्या अज्ञात द्रावणाची संहति कशी निश्चित केली जाते?
3. जेव्हा सेंद्रिय संयुग अतिनील किंवा दृश्यमान क्षेत्रात किरणोत्सर्ग शोषून घेते तेव्हा होणाऱ्या विविध इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाचे आकृतीद्वारे वर्णन करा.
4. *XRD* तंत्र म्हणजे काय? दैनंदिन जीवनात त्याचा उपयोग करून एक्सआरडी स्पेक्ट्रोस्कोपीचे सिद्धांत लिहा.

5. आजकाल MRI मानवातील रोगांचे निदान करण्याचे विश्वसनीय तंत्र बनले आहे. त्याचे सिद्धांत आणि वैद्यकीय शास्त्राच्या संदर्भात तपशीलांचा तपशील स्पष्ट करा.
6. अतिनील स्पेक्ट्रोस्कोपी आणि अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपीमध्ये मूलभूत फरक काय आहे?
7. IR स्पेक्ट्रोस्कोपीमध्ये किती प्रकारचे आण्विक कंप शक्य आहेत त्याचे वर्णन करा?
8. IR स्पेक्ट्रमचे फिंगरप्रिंट क्षेत्र काय दर्शविते?
9. इलेक्ट्रॉन संक्रमणासंदर्भात यूव्ही आणि IR स्पेक्ट्रम एकमेकांपेक्षा कसे वेगळे आहेत?
10. इलेक्ट्रॉनिक, इन्फ्रारेड आणि एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपीच्या निवड नियमांची तुलना आणि फरक करा.
11. खालील संयुगेच्या जोड्यांमध्ये आपण कसा फरक कराल:
 - (i) o- and p-HO-C₆H₄-CHO
 - (ii) C₆H₅COC₂H₅ and p-CH₃C₆H₄COCH₃?
12. तरंगांक नियुक्त करा आणि त्यांचे स्पष्टीकरण द्या. (C = C स्ट्रेचिंग) 1600, 1670 आणि 1950 cm⁻¹
CH₂ = CH-CH = CH₂, CH₂ = CH-CH = CH-CH₃ और CH₂ = C = CH-CH₃.
13. IR स्पेक्ट्रममध्ये कोणते क्रियात्मक गट खालील संकेत देतात?
 - (a) 1700 cm⁻¹
 - (b) 1550 cm⁻¹
 - (c) 1700 cm⁻¹ आणि 2510 – 3000 cm⁻¹
14. IR विश्लेषणाद्वारे आपण खालील जोड्या कशा वेगळे करू शकता?
 - (a) CH₃OH (मिथेनॉल) आणि CH₃CH₂OCH₂CH (डायथिलर)
 - (b) सायक्लोपेन्टेन आणि 1-पेन्टीन.

थोडक्यात उत्तरे द्या

प्रश्न.1 केवळ अणू आणि रेणूच्या वायूमय अवस्थेत शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्राचा अभ्यास का केला जातो?

उत्तर घूर्णन ऊर्जेची पातळी कंडेन्स अवस्थे मध्ये मोजली जात नाही; म्हणजे, घन आणि द्रव स्थितीत. रासायनिक प्रणालींच्या वायूमय अवस्थेत त्यांचे प्रमाणित केले जाते. अशा प्रकारे वायूच्या अवस्थेत अवरक्तस्पेक्ट्रा दिसून येतो.

प्रश्न.2 HCl गॅसच्या अवरक्तस्पेक्ट्रममध्ये किती घूर्णन रेखा पाहिली जातील?

उत्तर घूर्णन ऊर्जा लेव्हलची संख्या बरीच जास्त आहे आणि ग्राउंड रोटेशन लेव्हल सर्वात जास्त संख्या नसते, घूर्णन लेव्हल्सची संख्या निवड नियमांच्या आधारे केली जाते.

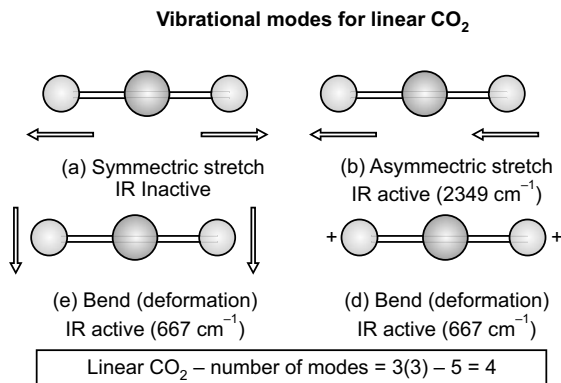
प्रश्न.3 रेखीय रेणू इथेन, C₂H₆ आणि नॉन-रेखीय रेणू बेंझिन, C₆H₆ मध्ये कंपनांचे किती सामान्य पद्धती शक्य आहेत?

उत्तर इथेनकडे आहे - $3n - 5 = 3(2 + 6) - 5 = 19$ सामान्य स्पंदने.

बेंझिनकडे आहे - $3n - 6 = 3(6 + 6) - 6 = 30$ संभाव्य स्पंदनांचे सामान्य पद्धती.

प्रश्न.4 CO₂ च्या IR अवशोषण स्पेक्ट्रम दरम्यान आपण किती मूलभूत कंपन फ्रिक्वेन्सीचा अंदाज लावाल?

उत्तर CO₂ रेखीय आहे, त्यामध्ये CO₂ $3n - 5 = 4$ कंपनेचे मूलभूत पद्धती आहेत, ज्याचे प्रतिनिधित्व केले जाऊ शकते - रेखीय CO₂ साठी कंपन पद्धती



प्रश्न.5 HF मधील बँडसाठी बल स्थिरांक सुमारे 9×10^5 dynes cm⁻¹. असते. HF साठी कंपन स्पेक्ट्रम शिखराची गणना करा.

DF साठी अवशोषण शिखराची गणना करा.

उत्तर (a) 3.99×10^3 cm⁻¹ (b) 2.99×10^3 cm⁻¹

प्रश्न.6 यावर एक लहान टीप लिहा -

- (a) IR स्पेक्ट्रा (b) IR स्पेक्ट्राचा वापर (c) इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रोस्कोपीसाठी निवड नियम
(d) MRI ची प्रतिमा (e) एनएमआरचा अनुप्रयोग

प्रश्न 7. आपण कंपनाच्या किती मूलभूत पद्धतींचा अंदाज लावता -

- (a) बेंझिन (b) टोल्यूइन (c) मिथेन

उत्तर (a) 30 (b) 39 (c) 9

प्रश्न 8. IR स्पेक्ट्रमच्या मदतीने आपण CH₃CH₂CHO and CH₂=CH-CH₂OH मध्ये फरक कसे दर्शवाल?

प्रश्न 9. अतिनील स्पेक्ट्रमच्या सहाय्याने अतिनील स्पेक्ट्रोस्कोपीमधील भिन्न इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणे स्पष्ट करा, आपण अपार व पार आयसोमर्समधील फरक कसे दर्शवाल?

प्रश्न 10. अतिनील आणि IR स्पेक्ट्रोस्कोपीच्या मदतीने खालील संयुगे बहुल कोणती माहिती मिळू शकते:

- (i) एसिटोफेनोन (ii) सिनमिकॅक्साइड
(iii) फेनोल (iv) बेंजामाइड.

उद्दीष्ट प्रकार प्रश्न

1. 1690 cm⁻¹ येथे शोषक दर्शवित असलेले संयुग :

- (a) ऍसिड (b) अल्कोहोल (c) इथर (d) कार्बोनिल [उत्तर: d]

अभिप्राय - कार्बोक्झिलिक ऍसिडचा कार्बोनिल स्ट्रेच C=O 1760-1690 cm पासून तीव्र बँड म्हणून दिसून येतो.

2. अल्केनमध्ये इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणाचे स्वरूप आहे:

- (a) $\pi \rightarrow \pi^*$ (b) $\pi \rightarrow \pi^*$ (c) $\sigma \rightarrow \pi^*$ (d) $\sigma \rightarrow \sigma^*$ [उत्तर: b]

अभिप्राय - अल्केनमध्ये विषमाणु नसलेले दुहेरी बॉन्ड आहे, म्हणून प्राधान्यकृत इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण $\pi \rightarrow \pi^*$ असेल.

3. 1H NMR आणि ^{13}C NMR स्पेक्ट्रामध्ये अल्डीहाइड $(CH_3)_3 CCH_2 CHO$ किती संकेत आहेत?

- (a) पाच 1H संकेत आणि सहा ^{13}C संकेत (b) तीन 1H संकेत आणि चार ^{13}C संकेत
(c) पाच 1H संकेत आणि चार ^{13}C संकेत (d) तीन 1H संकेत आणि सहा ^{13}C संकेत [उत्तर: b]

अभिप्राय - आपल्याला समतुल्य नसलेले हायड्रोजन आणि कार्बन अणू शोधण्याची आवश्यकता आहे. या अल्डीहाइडमध्ये तीन प्रकारचे हायड्रोजन आणि चार प्रकारचे कार्बन अणू आहेत. प्रोटॉन आणि कार्बन केमिकल शिफ्टसाठी.

4. कोणती स्पेक्ट्रोस्कोपी अनेक अणू दृश्यमान प्रकाश उत्सर्जित करण्यास किंवा शोषून घेण्यास सक्षम आहेत या वस्तुस्थितीचा गैरफायदा घेते.

- (a) अतिनील-दृश्यमान स्पेक्ट्रोस्कोपी (b) एक्स-रे स्पेक्ट्रोस्कोपी
(c) IR स्पेक्ट्रोस्कोपी (d) एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी [उत्तर: a]

अभिप्राय - अतिनील - दृश्यमान स्पेक्ट्रोस्कोपी दृश्यमान आणि अतिनील प्रदेशांच्या श्रेणीमध्ये कार्य करते.

5. खालील रेणूपैकी कोणते जोड शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रम आणि रोटेशन रमन स्पेक्ट्रम दोन्ही दर्शवतात ते ओळखा.

- (a) O_2 आणि H_2O (b) CO_2 आणि N_2O
(c) CO आणि CH_4 (d) NO आणि $DCCH$ [उत्तर: d]

अभिप्राय - शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करण्याची अट, त्यात कायम विद्युत द्विध्रुव असणे आवश्यक आहे आणि रोटेशन रमन स्पेक्ट्रमसाठी, त्याचे ध्रुवीयपणा एनिसोट्रोपिक असणे आवश्यक आहे म्हणजेच सर्व दिशानिर्देशांमध्ये समान असू शकत नाही. अशा प्रकारे, O_2 , CO_2 , N_2O हे शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करण्यात अपयशी ठरतील. सर्व रेणूंमध्ये सीएच 4 वगळता एनिसोट्रोपिक ध्रुवीयता असते आणि म्हणूनच शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रम आणि रोटेशन रमन स्पेक्ट्रम दोन्ही प्रदर्शित करण्यासाठी रेणूची एकमात्र जोडी नाही आणि डीसीसीएच आहे.

6. C_{60} साठी कंपनाच्या किती सामान्य पद्धती आहेत?

- (a) 174 (b) 180 (c) 60 (d) 175 [उत्तर: a]

अभिप्राय - C_{60} हे 60 अणूंचा बनलेला एक रेखीय रेणू नाही. एकूण त्यात $3n$ मुक्तताकोटी आहे आणि 60 अणू आहेत, तर आपल्याकडे $3n - 6 = 180 - 6 = 174$ कंपन पद्धती आहेत.

7. पुढीलपैकी कोणते रेणू अवरक्त स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करणार नाहीत?

- (a) CO_2 (b) N_2 (c) Benzene (d) HCCH [उत्तर: b]

अभिप्राय - होमोन्यूक्लियर डायटॉमिक रेणू N_2 अवरक्त स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करणार नाही. सर्व पॉलीअटॉमिक रेणू जरी त्यांच्याकडे कायमच इलेक्ट्रिक द्विध्रुवीय नसले तरीही कमीतकमी दोन कंपने मोड असतील जे रेणूची संपूर्ण सममिती तोडतील आणि त्याद्वारे द्विध्रुवीय तयार होतील.

8. पुढीलपैकी कोणत्या रेणूसाठी आपण इन्फ्रारेड सक्रिय मूलतत्त्वे रमण निष्क्रिय व उलट असावी अशी अपेक्षा आहे?

- (a) NO_2 (b) फ्लुरोबेंझिन (c) बेंझिन (d) फ्लुरोएथीन [उत्तर: c]

अभिप्राय - जे अणू त्यांच्या इन्फ्रारेड आणि रमण क्रियाकलापात परस्पर एक्सक्लुसिव्हिटी दर्शवतात तेच व्युत्क्रम केंद्र आहेत. बॅन्डिंग हे एकमेव रेणू आहे ज्यांचे अवरक्त सक्रिय मूलतत्त्वे रमण निष्क्रिय असतील आणि ज्यांचे रमण सक्रिय मोड इन्फ्रारेड निष्क्रिय असतील.

नवीन अभिनव कार्यपद्धती / प्रकल्प / क्रियाकलाप डिझाइन करा

क्रियाकलाप 1. https://sdfs.db.aist.go.jp/sdfs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

2. दैनंदिन जीवनात स्पेक्ट्रोस्कोपीच्या अनुप्रयोगांची यादी खाली दिल्यानुसार वाढवा -

अनुक्रम		
1	वैद्यकीय किंवा नर्सिंग	अतिनील दिवे सर्जिकल ऑपरेटिंग रूम्स निर्जंतुक करण्यासाठी वापरले जातात ट्यूमर शोधण्यासाठी MRI स्पेक्ट्रोस्कोपी वापरणे
2	CIA एजंट्स/स्पाईज	टेक 30 मीटर अंतरावरून प्राणघातक रसायने ओळखण्यासाठी
3	फोरेंसिक	गुन्ह्याच्या स्थळावरील रक्ताचे डाग वापरून संशयित किंवा पीडिताचे वय निश्चित करण्यासाठी
4	सामग्री वैज्ञानिक/सिविल इंजीनियरि	बर्फाळ रस्त्यांचा अभ्यास
5	शेती/दुग्ध पालन	शेती धान्य खाऊ घातलेला गोमांस किंवा गवत खाऊ घातलेला गोमांस
6	आउटडोर करिअर	पाण्याचे निर्जंतुकीकरण करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या UV दिवा वन्यजीव व्यवस्थापित करण्यात मदतीसाठी इन्फ्रारेड लाइट वापरणे पर्यावरण विश्लेषण/विज्ञान

प्रकल्प 1. जवळपासच्या केंद्रातून टाकलेली MRI, एक्सआरडी प्रतिमा गोळा करा आणि त्यांचे निरीक्षण करा आणि पुढील शोधण्याचा प्रयत्न करा

- स्पेक्ट्रोफोटोमीटरचे मॉडेल
- स्पेक्ट्रमची रेन्ज
- कार्यरत वेव्हलेन्थ
- प्रतिमा वैशिष्ट्यपूर्ण
- केलेली अन्य निरीक्षण

अधिक जाणून घ्या

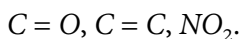
विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्ग, स्पेक्ट्रोस्कोपीचे नाव त्याचे सिद्धांत आणि अनुप्रयोग

विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्ग	स्पेक्ट्रोस्कोपीचे नाव	त्याचे सिद्धांत	अनुप्रयोग
अतिनील / दृश्यमान	इलेक्ट्रॉनिक	ऑर्बिटल्स दरम्यान इलेक्ट्रॉन ट्रान्झिशन	
इन्फ्रारेड	कंपन	स्ट्रेचिंग वाइब्रेशनस उच्च ऑर्डर बॅन्डिंग पॅटर्नचे	व्हायब्रेशनल बॅन्डिंग पॅटर्नचे उच्च ऑर्डर कंपने विश्लेषण

विद्युतचुंबकीय किरणोत्सर्ग	स्पेक्ट्रोस्कोपीचे नाव	त्याचे सिद्धांत	अनुप्रयोग
आयआर	रमण	वायू अवस्थेत अणूच्या क्वान्टाइज्ड घूर्णन स्टेट्स दरम्यान ट्रान्झिशनच्या एनर्जीचे अवरक्तघूर्णन मापन	स्थिर प्रतिक्रिया उत्पादनांची ओळख पटविणे, शुद्धता विश्लेषणासाठी आणि प्रतिक्रिया कार्यक्षमता
रेडिओ तरंग	न्यूक्लियर मॅग्नेटिक रेझोनान्स	(i) आभ्राम 1/2 सह केंद्रके (ii) केमिकल शिफ्ट स्केल (iii) केंद्रकामधील स्केलर कपलिंग (iv) ^1D एनएमआर स्पेक्ट्राचे विश्लेषण (v) केंद्रके ओव्हरहाऊझर इफेक्ट	^2D एनएमआर स्पेक्ट्राच्या विश्लेषणाची ओळख
अणूचे आयनीकरण	वस्तुमान	आयनीकरण तंत्र वस्तुमान विश्लेषक रेण्विक आयन्स रिझोल्यूशन एमएस	मास स्पेक्ट्रल फ्रॅगमेंटेशन पॅटर्न्सचे विश्लेषण

सेंद्रिय संयुगाला रंग कोण देतो ?

क्रोमोफोर: हा रेणूचा एक भाग आहे जे दृश्यमान प्रकाशाच्या संपर्कात आल्यास विशिष्ट रंग शोषून घेईल आणि प्रतिबिंबित करेल. हे आहे इलेक्ट्रॉनिक शोषणासाठी जबाबदार असणारा एक असंतृप्त गट उदा

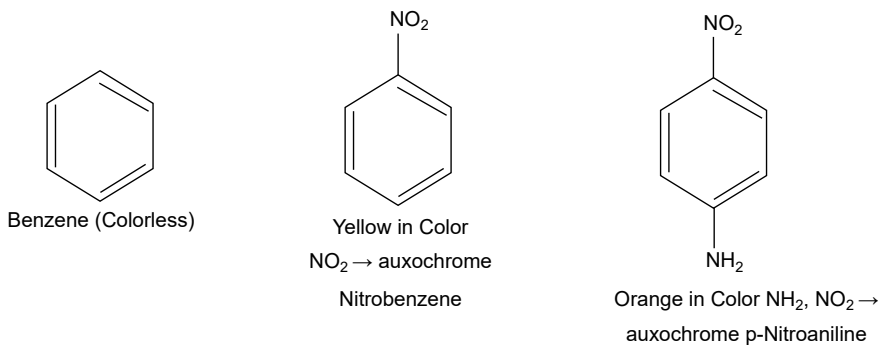


ते संयुगाला रंग देण्यास जबाबदार आहे. उदाहरणार्थ क्रोमोफोर $-NO_2$ मुळे नायट्रो संयुगे पिवळ्या रंगाचे आहेत.

ऑक्सोक्रोम: हा एक इलेक्ट्रॉनिक जोडीचा एक संतृप्त समूह आहे, जेव्हा एक क्रोमोफोरला जोडले जाते तेव्हा

या शोषणाची तीव्रता वाढण्यासह जास्त लांबीच्या दिशेने जास्तीत जास्त अवशोषण बदलते. OH, NH_2, Cl .

हे रंग प्रदान करत नाही परंतु केवळ रंग आणखी गडद करते. इलेक्ट्रॉनच्या एकाकी जोडीमुळे ते संयुगमन वाढविण्यात क्रोमोफोरला मदत करतात.



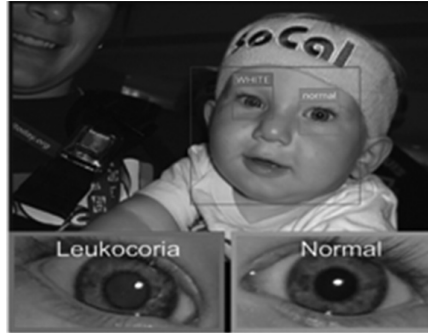
विशिष्ट प्रोटॉन रसायनिक पाळी

	प्रोटॉनचा प्रकार	केमिकल शिफ्ट δ (ppm)
प्राथमिक	$R-CH_3$	0.9
दुय्यम	R_2-CH_2	1.3
तृतीयक	R_3-CH	1.5

	प्रोटॉनचा प्रकार	केमिकल शिफ्ट d (ppm)
व्हिनेलिक	R_3-CH	4.6–5.9
एसिटिलिनिक	$-C^{\circ}CH$	2–3
बेन्झिलिक	$Ar-H$	6–8.5
सुगंधी	$Ar-CH_3$	2.2–3
अल्कोहोल	$R-OH$	3.4–4
फेनोलिक	$Ar-OH$	4–12
अल्डिहायडिक	$R-CHO$	9–10
कार्बोक्झिलिक	$RCOOH-$	10.5–12
अमीनो	$R-NH_2$	1–5

दैनिक आयुष्यातील स्पेक्ट्रोस्कोपीची मनोरंजक बाबी

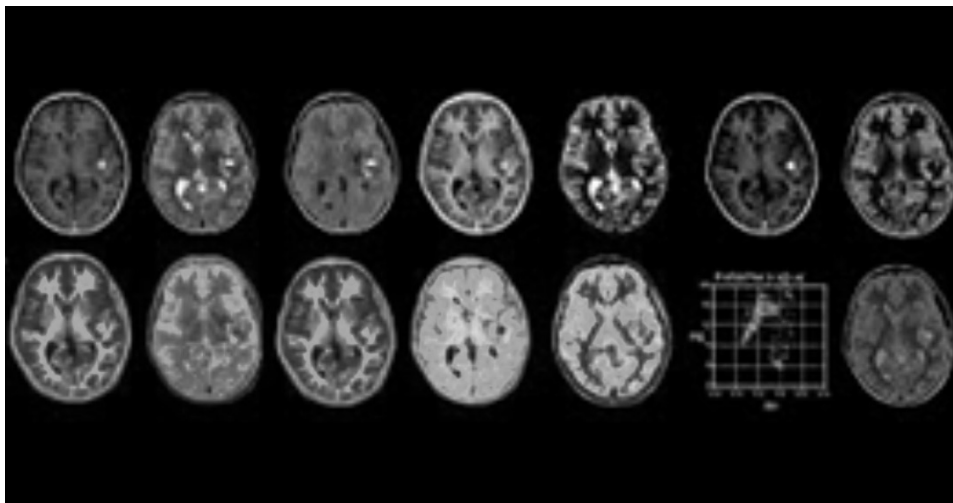
- गोड्या पाण्यातील आणि सागरी पर्यावरणातील विरघळलेल्या ऑक्सिजन निरीक्षण करणे
- दूरस्थ आकाशगंगेच्या वर्णक्रमीय रेषांचा अभ्यास
- अवकाश अन्वेषण.
- पर्यावरणीय शास्त्रज्ञांनी पर्यावरणाच्या नमुन्यांच्या विश्लेषणासाठी दृश्यमान आणि अल्ट्राव्हायोलेट स्पेक्ट्रोस्कोपिक पद्धती वापरल्या आहेत.
- अतिनील दिवे सर्जिकल ऑपरेटिंग रूम्स निर्जंतुक करण्यासाठी वापरले जातात.
- रुग्णालयांमध्ये प्रथिने आणि श्वसन वायू विश्लेषणाचे वैशिष्ट्य
- नवीन स्मार्टफोन ॲपमध्ये स्पेक्ट्रोस्कोपिक सेन्सर स्थापित केला गेला आहे जो भविष्यात मुलाला डोळ्याचा गंभीर आजार होण्याची चिन्हे शोधण्यासाठी मुलांची स्निपिंग छायाचित्रे देतात.



MRI मशीनचे कार्य

MRI स्कॅनरचे घटक

एमआरआय स्कॅनरचे मुख्य घटक असे आहेत: मुख्य चुंबक, जो नमुना ध्रुवीकरण करतो, मुख्य चुंबकीय क्षेत्राच्या एकसमानतेमध्ये बदल सुधारण्यासाठी शिम कॉइल, एमआर संकेत आणि आरएफ सिस्टमला स्थानिकीकरण करण्यासाठी वापरली जाणारी ग्रेडियंट सिस्टम, जे नमुना उत्तेजित करते आणि परिणामी एनएमआर संकेत शोधतो. एक किंवा अधिक संगणकांद्वारे संपूर्ण सिस्टम नियंत्रित होते



MRI Images

निदानाच्या वेळी एमआरआय मशीनचे काम करणे

- प्रथम, एक दोरखंड असलेल्या चुंबकीय क्षेत्रामधील ऊर्जा योग्य अनुनाद वारंवारतेवर रुग्णाला तात्पुरती लागू केली जाते.
- उत्तेजित हायड्रोजन अणू रेडिओ फ्रिक्वेन्सी संकेत उत्सर्जित करतात, ज्यास प्रिसिविंग कॉइलद्वारे मोजले जाते.
- ग्रेडियंट कॉइल्सचा वापर करून मुख्य चुंबकीय क्षेत्रामध्ये बदल करून स्थिती माहिती एन्कोड करण्यासाठी रेडिओ संकेत बनविला जाऊ शकतो.
- जेव्हा हे कॉइल वेगाने चालू आणि बंद होते तेव्हा ते एमआरआय स्कॅनचे वैशिष्ट्यपूर्ण पुनरावृत्ती आवाज तयार करतात.
- वेगवेगळ्या ऊतकांमधील भिन्नता संतुलित स्थितीत उत्तेजित अणू कोणत्या दराने मिळतात त्यानुसार निश्चित केले जाते.
- प्रतिमा स्पष्ट करण्यासाठी त्या व्यक्तीला एक्सोजेनस कॉन्ट्रास्ट एजंट्स दिले जाऊ शकतात.



सुचविलेले वाचन

1. Spectroscopy in Inorganic Chemistry by C.N.R. Rao, Academic Press, ISBN: 97-801-25802024.
2. Basic Principles of Spectroscopy By Raymond Chang, McGraw-Hill, 1970 ISBN:97-800-70105171.
3. Fundamentals for Molecular Spectroscopy by Colin Banwell & Elaine McCash, McGraw Hill (UK) ISBN0-07-70797b-09 9780077079b5.

3

आंतररेणू बले आणि स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभूमी

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: आयनिक, द्विध्रुवीय- द्विध्रुवीय, व्हॅनडरवाल्स परस्पर क्रिया, वास्तव वायू समीकरण आणि क्रांतिक प्रक्रिया, H, HF, आणि HCN चे स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग

प्रस्तावना

आंतररेणू बले (Intermolecular forces) भौतिक गुणधर्म समजून घेण्यासाठी अत्यंत महत्त्वपूर्ण आहेत. संप्रेरणांचे प्रमाण विविध गुण धर्मांना समजून घेण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे. हायड्रोजन सहजबंध द्विध्रुवीय बलाचे (dipole forces) एक विशेष उदाहरण आहे. ते जीवनाचे अस्तित्व यासह असंख्य गुणधर्मांचे स्पष्टीकरण देते. ज्या वायूकडे नगण्य आकर्षण आंतररेणू बले असतात ते वायू आदर्श आचरणापासून दूर जातात आणि त्या वायूंना व्हॅनडरवाल्सच्या वास्तव वायू समिकरणातून समजून घेतल्या जावू शकते. रासायनिक बंध तयार झाला की नाही हे विविध रासायनिक संयुगाच्या स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागावरून समजल्या जाऊ शकतो. या युनिटमध्ये या सर्व गोष्टी समजून घेऊ.

पूर्व आवश्यकता

- रसायनशास्त्र: आवर्त सारणीतील कल गुणधर्म, आवर्त सारणी
- गणिते: मूलभूत बीजगणित आणि त्रिकोणमितीय फलन
- भौतिकशास्त्र: बल आणि परस्पर क्रिया

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील-

U3-O1:	वेगवेगळ्या प्रकारच्या आंतररेणू बलामुळे निर्माण होणारे गुणधर्म समजणे.
U3-O2:	वास्तव जीवनात हायड्रोजन सहजबंध संकल्पना लागू करता येणे.
U3-O3:	वास्तव वायूंचे आदर्श वायू आणि क्रांतिक तापमानापासून विचलनाचे विश्लेषण करता येणे.
U3-O4:	विविध रासायनिक संयुगाच्या स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभूमीची तुलना करता येणे.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U3-O1	3				
U3-O2				2	
U3-O3	2				
U3-O4	1			3	

3.1 परिचय

रेणवीय परस्परक्रिया (molecular interaction) म्हणजे रेणूमधील आणि अबंध अणूमधील आकर्षण किंवा प्रतिकर्षण बल होय. प्रोटीन फोल्डिंग, ड्रग डिझाइन, मटेरियल सायन्स, सेन्सर, नॅनो टेक्नॉलॉजी, विलगीकरण तंत्रध्यान आणि जीवनाची उत्पत्ती इत्यादी विविध क्षेत्रात रेणू परस्परक्रिया (molecular interaction) महत्त्वपूर्ण आहेत.

रेणवीय परस्पर क्रियेचे (Molecular Interaction) प्रकार

1. अंतरेणवीय परस्परक्रिया (Intra Molecular Interaction)
 2. आंतर-रेणवीय परस्परक्रिया (Inter Molecular Interaction)
1. **अंतरेणवीय परस्परक्रिया (intra molecular interaction)** समान रेणूमध्ये विकसित होते. ते सहसा बंध नसलेल्या अणू किंवा रेणू दरम्यान असलेल्या आंतर-रेणवीय परस्पर क्रियेपेक्षा शक्तिशाली असतात.
 2. **आंतर-रेणवीय परस्परक्रिया (Inter Molecular Interaction)** सर्व प्रकारच्या पदार्थांमध्ये सर्व प्रकारच्या रेणू किंवा आयन दरम्यान आंतर-रेणवीय परस्परक्रिया असतात.

द्रवनांक, उत्कलन बिंदू, बाष्प दाब, बाष्पीभवन, चिकटपणा, पृष्ठ ताण आणि विद्राव्यता या भौतिक गुणधर्मांचा संबंध रेणूमधील आकर्षण बलाच्या सामर्थ्याशी आहेत. या आकर्षण बलांना आंतर-रेणवीय बल म्हणतात.

3.2 आंतर-रेणवीय बलाचे प्रकार

बहुतेक आंतर-रेणवीय बल तीन प्रकारची असतात-

- (a) आयनिक परस्परक्रिया (Ionic Interaction)
- (b) द्विध्रुवीय द्विध्रुव परस्परक्रिया (Dipole-Dipole Interaction)
- (c) व्हॅनडरवाल्स परस्परक्रिया (Vander walls Interaction)

3.2.1 आयनिक परस्परक्रिया (Ionic Interaction) किंवा आयनिक बल

हे प्रभारीत केलेल्या अणू किंवा रेणू मधील परस्परक्रिया होय. या प्रकारच्या परस्परक्रिया दोन विरुद्ध विद्युत प्रभारीत गटामधील आकर्षणातून उद्भवतात. प्रभारानुसार आयन चे दोन प्रकार पडतात -

कॅटायन - धन प्रभारीत आयन, जसे की Na^+ , Li^+ , आणि Ca^{2+} , यांना कॅटायन असे म्हणतात

अॅनायन - ऋण प्रभारीत आयन जसे की Cl^- , Br^- , HO^- , यांना अॅनायन असे म्हणतात.

विरुद्ध प्रभारीत आयनमधील आकर्षण बलाचे वर्णन कुलोम्बच्या नियमाने करता येते. या नियमानुसार आयनप्रभार वाढवल्यास बल वाढते आणि आयनमधील अंतर वाढविल्यास बल कमी होते. आयनिक रेणूचे अत्याधिक ध्रुवीकरणाचे (प्रभारीत केलेले) स्वरूप त्यांच्या उच्च द्रवनांक बिंदू (NaCl चा द्रवनांक 801°C) तसेच पाण्यात अतिविद्राव्यता अशा गुणधर्मांमधून दिसून येते.

3.2.2 द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्परक्रिया (Dipole-Dipole Interaction)

जेव्हा दोन ध्रुवीय रेणू एकमेकांच्या जवळ येतात तेव्हा द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्परक्रिया होते. एका रेणूचा धन प्रभारीत भाग दुसऱ्या रेणूच्या ऋण प्रभारीत भागाकडे आकर्षित होतो. बरेच रेणू ध्रुवीय असल्याने, हा एक सामान्य आंतर-रेणवीय परस्पर क्रिया आहे.

द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय बल: द्विध्रुव परिबल (dipole moment) असलेले रेणू एकमेकांवर द्विध्रुवाच्या धन प्रभारीत आणि ऋण प्रभारीत टोकांना एकमेकांकडे करून संरेखित होण्याचा प्रयत्न करतात .

- हे अत्यंत दिशात्मक बल आहेत, परंतु विशेषतः द्रव स्थितीत रेणूच्या औष्णिक गतीमुळे विदारित होवू शकतात.
- अशा परस्पर क्रियेची परीणामकारकता सहसंयोजक किंवा आयनिक बंधांपेक्षा केवळ 1% आहे.

- द्विध्रुवामधील अंतर वाढत असताना हे परस्पर क्रिया वेगाने कमकुवत होतात.

$$E = -2 \frac{\mu_1 \mu_2}{\alpha r^3}$$

(μ_1 आणि μ_2 हे प्रत्येकी वेगवेगळे द्विध्रुवीय परिबल आहेत).

हायड्रोजन बंधाचे उदाहरण घेऊन आपण द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्पर क्रियेचे वर्णन करू शकतो.

3.2.3 हायड्रोजन बंध

हायड्रोजन बंध हा एका रेणूतील सहसंयुज बंध असलेला हायड्रोजन अणू आणि दुसऱ्या रेणूतील (किंवा समान रेणूतील) विद्युतऋण अणू (जसे की F , O , N) यांच्यामधील विद्युतस्थितिक आकर्षण बल आहे.

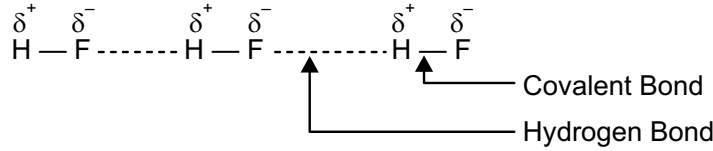
- द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय परस्पर क्रिया जेथे H अणू असहसंयुज बंधाने विद्युतस्थितिक अणूकडे आकर्षित होतो
- H वर मोठा धन डेल्टा असणे आवश्यक आहे आणि इतर अणूकडे H कडे आकर्षित होण्यासाठी इलेक्ट्रॉनचा स्त्रोत असणे आवश्यक आहे
- सहसा ऋण प्रभारीत F , O , N हे धन प्रभारीत H कडे आकर्षित होते
- जीवशास्त्रात त्याचा अत्यंत महत्त्वाचा उपयोग आहे.

3.2.4 वैशिष्ट्ये

- हायड्रोजन बंध एक कमकुवत आणि गतिमान बंध आहे [3×10^{-12} जीवन काळ].
- घन अवस्थेत हायड्रोजन बंध स्थिर असते.
- द्रव्यात रेणूच्या दरम्यान हायड्रोजन बंध सतत तयार होतात आणि तुटतात.

उदाहरणार्थ HF मध्ये H आणि F यांच्यात एक सहसंयुज बंध आहे. F हा H पेक्षा अधिक विद्युतऋण असल्याने ते आंशिक ऋण प्रभार प्राप्त करते (कारण ते इलेक्ट्रॉनची एकत्रित जोडी अधिक आकर्षित करते).

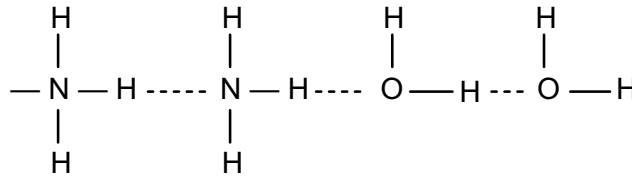
आणि हायड्रोजन अर्धवट धन प्रभार प्राप्त करते.



आकृती 3.1: HF मधील हायड्रोजन बंधन

3.2.5 हायड्रोजन बंधाचे प्रकार

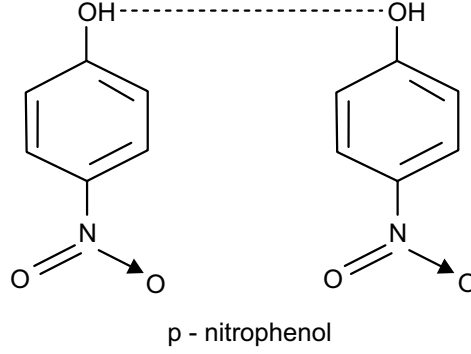
1. आंतर-रेणवीय हायड्रोजन बंध: या प्रकारचा हायड्रोजन बंध दोन समान किंवा भिन्न रेणूच्या अणूंमध्ये होतो



Hydrogen Bonding in NH_3 and H_2O

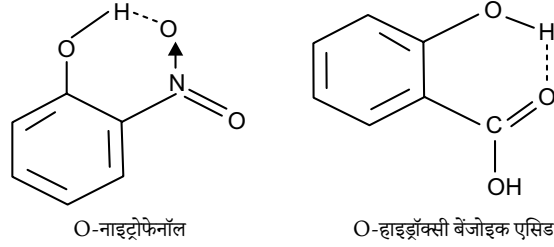
आकृती 3.2: NH_3 आणि H_2O मधील हायड्रोजन बंधन

आंतर-रेणवीय हायड्रोजन बंधामुळे संयुगाचे उत्कलन बिंदू आणि पाण्यामधील विद्राव्यता वाढते.



आकृती 3.3: p - नायट्रोफेनॉल

2. अंतरेणवीय हायड्रोजन बंध: या प्रकारचे हायड्रोजन बंध एकाच रेणूच्या दोन अणू दरम्यान होते.



आकृती 3.4: O- नायट्रोफेनॉल आणि O- हायड्रॉक्सी बेंजोइक एसिड

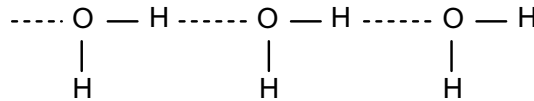
अंतरेणवीय हायड्रोजन बंधामुळे संयुगाचा उत्कलन बिंदू कमी होतो आणि पाण्यामध्ये त्याची विद्राव्यता देखील कमी होते, कारण हे रेणूच्या दरम्यानच्या संघटनाला प्रतिबंधित करते, ज्यामुळे उत्कलन बिंदू वाढतो आणि त्याची पाण्यातील विद्राव्यता कमी होते.

3.2.6 दैनंदिन जीवनात हायड्रोजन बंधाचे महत्त्व

1. **उत्कलन बिंदू:** आपल्याला माहितच आहे की आंतर-रेणवीय बलाच्या वाढीसह उत्कलन बिंदूमध्ये वाढ होते, जे जड रेणूसाठी अधिक असते.

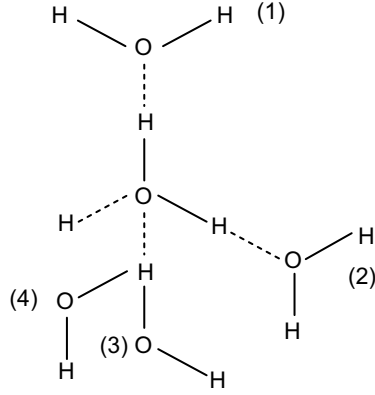
(a) **पाण्याचा उच्च उत्कलन बिंदू:** आवर्त सारणीतील 16 व्या गणाच्या हायड्रॉइड्समध्ये पाण्याचा रेणुभार सर्वात कमी असला तरी, द्रवनांक आणि उत्कलन बिंदू सर्वात जास्त आहे आणि सामान्य परिस्थितीत पाणी द्रव अवस्थेत असते. (इतर सदस्यांचे हायड्रिड्स वायू अवस्थेत असतात)

पाण्याचे रेणू हायड्रोजन बंधाद्वारा संबंधित आहेत या आधारावर आपण याचे स्पष्टीकरण देऊ शकतो.

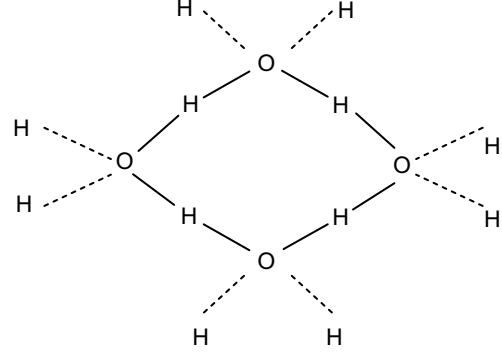


(b) **पाण्याचे दोन विलक्षण गुणधर्म उदा.** (a) द्रव अवस्थेपेक्षा घन अवस्थेत कमी घनता (b) 0°C ते 4°C दरम्यान गरम केल्यावर आकुंचन.

पाण्यातील हायड्रोजन बंधाच्या आधारे समजावून सांगितले जाऊ शकते.



पाण्यातील हायड्रोजन बंध



बर्फातील हायड्रोजन बंध

[पिंजऱ्यासारखी चतुष्फलकी रचना]

आकृती 3.5: पाणी आणि बर्फातील हायड्रोजन बंध

2. **पाण्याची विद्राव्यता:** कोणताही पदार्थ, जे पाण्याच्या रेणूसह हायड्रोजन बंध तयार करण्यास सक्षम आहे, तो पदार्थ पाण्यात विरघळतो. दुसरीकडे जे पदार्थ पाण्याबरोबर हायड्रोजन बंध तयार करण्यास असमर्थ असतात ते पदार्थ पाण्यात अद्रवणशील असतात.

उदाहरण - अल्कोहोल, असिड सारखे सेंद्रिय रेणू पाण्यात द्रवणशील आहेत तर हायड्रोजन बंध तयार करण्यास असमर्थ असणारे अल्केन्स, अल्कीनस, इथर पाण्यात अद्रवणशील असतात.

3. **जैविक प्रणालींमध्ये हायड्रोजन बंध:** जैविक प्रणालींमध्ये हायड्रोजन बंध देखील खूप महत्वाची भूमिका बजावते. डिएनए च्या बेस जोड्या (प्यूरिन आणि पायरामिडीन) दरम्यान हायड्रोजन बंध आहेत.

एडेनिन आणि थाइमिन यांच्यात दोन हायड्रोजन बंध आहेत, तर गुआनिन आणि सायटोसिन यांच्यात तीन हायड्रोजन बंध असतात. प्रथिनांची प्राथमिक रचना हायड्रोजन बंधाद्वारे स्थिर केली जाते.

3.2.7 व्हॅनडेरवाल्स बल

व्हॅनडेरवाल्स बल हे प्रभाररहित अणू किंवा रेणू यांच्यामधील परस्परक्रिया आहेत. व्हॅनडेरवाल्स बलामध्ये कीसोम परस्पर क्रिया, डेबाई बल आणि लंडन अपस्करण बलाचा समावेश आहे. तर, व्हॅनडेरवाल्स बलामध्ये आंतर-रेणवीय बल आणि काही अंतरेणवीय बलाचा समावेश आहे.

या बलाचा उपयोग वस्तूंमधील वैश्विक आकर्षण, वायूचे शारीरिक शोषण आणि द्रवीभूत प्रावस्था संसंजन (cohesion of condensed phases) स्पष्ट करण्यासाठी केला जातो.

याचे चार प्रकार आहेत. हे सर्व या सामान्य तत्वानुसारच वाहते: जसे बंध अधिक ध्रुवीय बनतात, अणुवरील प्रभार जास्त होतो, त्यामुळे जास्त आंतर-रेणवीय आकर्षण होते, त्यामुळे उत्कलन बिंदू वाढतो.

आयनिक बंध > हायड्रोजन बंध > व्हॅनडेरवाल्स बल > द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय परस्परक्रिया > व्हॅनडेरवाल्स अपस्करण बल

आंतर-रेणवीय बल सामर्थ्य खालील प्रमाणे वाढते :

लंडन अपस्करण < द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय < हायड्रोजन बंधन < आयन-आयन

जसे या गोष्टींचे सामर्थ्य वाढते तसे रेणूंना एकमेकांपासून वेगळे करणे कठीण होते

3.2.8 लंडन अपस्करण बल

लंडनची अपस्करण बल हे आंतर-रेणवीय बलांपैकी सर्वात कमकुवत बल आहे. हे दोन अ-ध्रुवीय रेणू दरम्यानचे बल आहे. एका रेणूचे इलेक्ट्रॉन इतर रेणूच्या केंद्रकांकडे आकर्षित होतात, तर इतर रेणूच्या इलेक्ट्रॉनांद्वारे ते प्रतिकर्षित होतात. जेव्हा रेणूच्या इलेक्ट्रॉनचे समुदाय आकर्षण आणि प्रतिकर्षण विद्युतस्थितिक बलाने विचलित होतात तेव्हा द्विध्रुवीकरण निर्माण होते.

उदाहरण : दोन मिथाइल ($-CH_3$) गट, नायट्रोजन वायू (N_2) आणि ऑक्सिजन वायू (O_2) रेणू दरम्यानच्या परस्परक्रिया.

व्हिडिओ संसाधने

https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions_en.html

दैनंदिन जीवनात उपयोग

- मानवी डीएनए हायड्रोजन बंधाचे एक रोचक उदाहरण आहे. हे प्रत्यक्षात डीएनए स्ट्रँडच्या प्रतिकृती बनविण्याला सक्षम करते.
- जैविक प्रक्रियेदरम्यान प्रथिनांचे कार्य आणि वर्तन समजण्यास हे आपल्याला मदत करते.
- फॉर्मिक ऍसिड बहुतेकदा पशु धनाच्या अन्नाचे जतन करण्यासाठी वापरले जाते कारण सममितीय हायड्रोजन बंधामुळे ते जास्त काळ ताजे राहते.
- द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्परक्रियेमुळे बहुवारिक संश्लेषण (polymer synthesis) शक्य आहे.

3.3 वास्तव वायू समीकरण आणि क्रांतिक प्रक्रिया (EQUATION OF REAL GAS AND CRITICAL PHENOMENA)

पदार्थाच्या द्रव, घन आणि वायू या अवस्था त्यांच्या प्रमुख वैशिष्ट्यांद्वारे ओळखल्या जातात. येथे आपण आदर्श वायू आणि वास्तव वायू यांच्यातील काही फरक लक्षात घेऊ. वास्तव वायूचे वर्तन खूप गुंतागुंतीचे असते तर आदर्श वायूचे वर्तन बरेच साधे असते.

आदर्श वायू - जो वायू तापमान आणि दाबाच्या सर्व अटींमध्ये बॉयलचा नियम, चार्ल्सचा नियम इ. पाळतो तो वायू एक आदर्श वायू किंवा परिपूर्ण वायू म्हणून ओळखला जातो.

वायू समीकरण ($PV = nRT$) हे बॉयलच्या नियमातून आणि चार्ल्सच्या नियमातून तयार केलेले आहे.

आदर्श वायू ची व्याख्या:

तापमान आणि दाबांच्या सर्व अटींमध्ये वायू समीकरण ($PV = nRT$) चे पालन करणारा वायू आदर्श वायू म्हणून ओळखला जातो.

असे आढळून आले आहे की कोणताही वायू तापमान आणि दाबाच्या सर्व अटींमध्ये वायू नियम किंवा वायू समीकरण पाळत नाही. म्हणूनच आदर्श वायूची संकल्पना काल्पनिक किंवा केवळ सैद्धांतिक आहे.

वास्तव वायू: वास्तव वायू हा कमी दाबात किंवा उच्च तापमानात वायू नियमांचे योग्य प्रकारे पालन करतो.

वास्तव वायू गैर-काल्पनिक वायू असतात, ज्यांचे रेणू जागा व्यापतात आणि परस्परक्रिया करतात परिणामी ते वायू नियमांचे पालन करतात. वास्तव वायूचे वर्तन समजण्यासाठी खालील गोष्टी विचारात घेतल्या पाहिजेत:

- संपीड्यता प्रभाव (compressibility effect)
- अस्थिर विशिष्ट उष्णता क्षमता
- व्हॅनडेरवाल्स बल

- समतोल नसणारे ऊष्मागतिक प्रभाव
- रेण्विक पृथक्करण आणि चल रचनेसह प्राथमिक अभिक्रियेसंबंधी मुद्दे

3.3.1 आदर्श आणि वास्तव वायूमध्ये फरक

तक्ता 3.1 मध्ये खालील प्रमाणे आदर्श आणि वास्तव वायू यांच्यातील मुख्य फरक सारांशित केला आहे

तक्ता 3.1: आदर्श आणि वास्तव वायूमधील फरक

अनुक्रमणिका	वैशिष्ट्ये	आदर्श वायू	वास्तव वायू
1	व्याख्या	तापमान आणि दाबाच्या सर्व अटींमध्ये वायू समीकरण ($PV = nRT$) चे पालन करणारा वायू आदर्श वायू म्हणून ओळखला जातो	वास्तव वायू हा कमी दाबात किंवा उच्च तापमानात वायू नियमांचे योग्य प्रकारे पालन करतो.
2	समीकरण	आदर्श वायू समीकरणाचे पालन करते ($PV = nRT$)	व्हॅनडेरवाल्सच्या समीकरणाचे पालन करते.
3	डेफिनिट आकारमान	आदर्श वायूचे निश्चित आकारमान नसते, वायूचे आकारमान -273°C वर शून्य असते	वास्तव वायूचे निश्चित आकारमान असते. वायू $+273^{\circ}\text{C}$ वर पोहोचण्यापूर्वी द्रव होतो
4	वस्तुमान	आदर्श वायूमध्ये वस्तुमान नसते	वास्तव वायूमध्ये वस्तुमान असते
5	टक्कर	आदर्श वायूच्या कणांचा टक्कर लवचिक असते	टक्कर अलवचिक असते
6	औष्णिक प्रभाव	बाह्य दाबाशिवाय विस्तार किंवा आकुंचनावर औष्णिक प्रभाव होणार नाही	काही औष्णिक प्रभाव असेल
7	संपीड्यता गुणक	संपीड्यता गुणक, Z ($PV = nRT$) नेहमीच 1 असते	Z चे मूल्य वास्तव वायूसाठी नेहमीच 1 नसते.
8	आकर्षणाची बल	वायूच्या रेणू आकर्षणाची बल नगण्य आहे	वायूच्या रेणू आकर्षण बलाचे प्रमाण सर्व तापमान आणि दाबात नगण्य नाही.

3.3.2 वास्तव वायूंचे विचलन आणि व्हॅनडेरवाल्स समीकरण

आदर्श वायू नियम, जे वायूंच्या गतीविषयक सिद्धांतातून प्राप्त झालेले आहे, ते खालील महत्त्वपूर्ण गृहितकांवर आधारित आहेत:

- रेणूनी व्यापलेले आकारमान वायूच्या एकूण आकारमानाच्या तुलनेत नगण्य असते.
- रेणू एकमेकांवर आकर्षण बल वापरत नाहीत.

ही गृहीतके वास्तव वायूंना लागू होतात असे मानले जाऊ शकत नाही. म्हणून वास्तव वायू आदर्श वर्तनापासून विचलन दर्शवितात. वायूचे रेणू, विशिष्ट आकारमान व्यापतात कारण वायू कमी तापमानात आणि उच्च दाबांवर द्रवरूप आणि घनरूप होऊ शकतात. वायूचे तापमान कमी केल्यावर आणि उच्च दाब लागू केल्यावर, रेणू एकमेकांच्या जवळ येतात आणि त्यामुळे त्या दरम्यान आकर्षण बल वाढते. हे दोन्ही घटक द्रवीकरण आणि घनतेला अनुकूल आहेत. म्हणूनच हे उघड आहे की वायूच्या रेणूंमध्ये एक विशिष्ट आकारमान असायलाच पाहिजे.

वायूमधील रेणूंमध्ये आकर्षण बल कमकुवत असते (त्यांना व्हॅनडेरवाल्स आकर्षण म्हणतात). वायू द्रवरूप होऊ शकतात या वस्तुस्थितीद्वारे याचे समर्थन होते.

आदर्श वायू समीकरण ($pV_i = nRT$) मधील वरील दोन अग्राह्य गृहितकांमुळे व्हॅनडेरवाल्स यांनी प्रथमच व्यवस्थित दुरुस्ती संज्ञा मांडल्या. दुरुस्त्या खाली दिल्या आहेत.

आकारमानासाठी दुरुस्ती

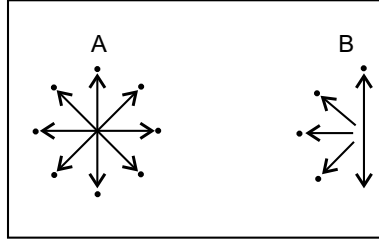
आदर्श वायू समीकरणामध्ये $P_i V_i = nRT_i$, जिथे V_i अणू मुक्तपणे संचार शकतील अशा आदर्श आकारमानाचे प्रतिनिधित्व करते. तथापि, वास्तव वायूंमध्ये, एकूण आकारमानाचा काही भाग, वायूच्या रेणूनी व्यापलेला असतो. म्हणूनच, मुक्त आकारमान V_i हे एकूण आकारमानातून रेणूनी व्यापलेले आकारमान वजा केल्यानंतरचे आकारमान होय. जर b वायूच्या 1 ग्रॅमरेणु रेणूनी व्यापलेल्या प्रभावी आकारमानाचे प्रतिनिधित्व करत असेल तर वायूच्या n ग्रॅमरेणुसाठी, V_i खालील प्रमाणे दिले जाते

$$V_i = V - nb \quad \dots(i)$$

जेथे b ला वगळलेले आकारमान म्हणतात. b चे सांख्यिकीय मूल्य वायू रेणूनी व्यापलेल्या वास्तव आकारमानाच्या चौपट आहे. हे खालीलप्रमाणे दर्शविले जाऊ शकते:

आकर्षण बलासाठी सुधारणा

आकृतीमध्ये दर्शवल्याप्रमाणे मोठ्या पात्रातील रेणू A चा विचार करा. हा रेणू सममितीयपणे इतर रेणूने सर्व दिशेने वेढलेला आहे याचा परिणाम असा झाला कि हा रेणू कोणतेही निव्वळ आकर्षण बल अनुभवत नाही



आकृती 3.6: वायूच्या रेणू दरम्यानचे आकर्षण बल

आता, पात्राच्या बाजूच्या जवळ असलेल्या रेणू B चा विचार करा, जो पात्राच्या एका बाजूवर आदळेल, व त्यामुळे वायूच्या एकूण दाबासाठी हातभार लागतो. केवळ भिंतीच्या आतील बाजूस रेणू आहेत. हे रेणू पात्राच्या मध्यभागाकडे आकर्षणाचे निव्वळ बल अनुभवते. परिणामी रेणूचा वेग कमी होतो. अशा प्रकारे, केंद्राकडे आकर्षणाचे कोणतेही बल नसते तर रेणू जितके बळकट होते तितकेच योगदान देत नाही. अशा प्रकारे, वास्तव वायूचा दाब आदर्श वायूच्या संबंधित दाबापेक्षा कमी असेल, म्हणजे

$$p_i = p + \text{दुरुस्ती संज्ञा (correction term)}$$

ही दुरुस्ती संज्ञा दोन घटकांवर अवलंबून आहे:

- पात्रातील प्रति एकक आकारमानातील रेणूंची संख्या.
- प्रति एकक वेळेत पात्राच्या बाजूवर आदळणाऱ्या रेणूंची संख्या.

$$p_i = p + a \frac{n^2}{V^2} \quad \dots (ii)$$

जेथे a प्रमाण स्थिरांक आहे

पद एकक

$a \frac{n^2}{V^2}$ चे परिमाण दाबासारखेच असेल सारखेच असेल. 'a' चे SI युनिट $\text{Pam}^6 \text{mol}^{-2}$ असेल

ते $K \text{Pam}^6 \text{mol}^{-2}$ असे सोयीस्करपणे व्यक्त केले जाऊ शकते. V आणि P चे मूल्य प्रतिस्थापित करीत आहे. आदर्श वायू समीकरण $p_i V_i = nRT_i$ मधील (i) आणि (ii) समीकरणांमधून, V आणि P चे मूल्य प्रतिस्थापित करीत आपल्याला मिळेल,

$$p_i = p + a \frac{n^2}{V^2} (V - nb) = nRT$$

हे समीकरण वास्तव वायूना लागू आहे आणि व्हॅनडेरवाल्स समीकरण म्हणून ओळखले जाते. व्हॅनडेरवाल्स समीकरणातील स्थिरांक a आणि b यांना व्हॅनडेरवाल्स स्थिरांक असे म्हणतात जे वायूनुसार बदलू शकतात.

P , V आणि T हे परीक्षणासाठी निवडलेल्या वायूचे निरीक्षणास आलेला दाब, आकारमान आणि तापमान होय.

3.3.3 व्हॅनडेरवाल्स स्थिरांकाचे महत्त्व

- (i) 'a' चे मूल्य द्रवयुक्त वायू (SO_2 , NH_3 , H_2S , CO_2 , इत्यादी) साठी जास्त असते तसेच चिरस्थायी वायूसाठी (H_2 , N_2 , O_2 इत्यादी) कमी असते'

काही वायूंचा द्रवीकरणाचा क्रम खालील प्रमाणे आहे

गैस $SO_2 > Cl_2 > NH_3 > CO_2 > N_2 > O_2 > H_2 > Ne > He$

$a \rightarrow 6.71 \quad 6.5 \quad 4.17 \quad 3.58 \quad 1.39 \quad 1.36 \quad 0.24 \quad 0.03$

- (ii) स्थिरांक 'b' हा वायूच्या रेणूचा प्रभावी आकारमान असल्यामुळे तो वायू असंपीड्य (incompressible) आहे असे दर्शवितो

3.3.4 वायूंचे द्रवीकरण आणि क्रांतिक तापमान (Liquefaction of Gases and Critical Temperature)

जेव्हा वायूचे द्रवीकरण होते जेव्हा आंतर-रेणवीय आकर्षण बल इतके जास्त होते की ते वायूच्या रेणूना एकत्र बांधून द्रव स्थिती तयार करतात. एकतर दाब वाढवून आंतर-रेणवीय आकर्षण बल वाढविले जाऊ शकते जेणेकरून रेणू जवळ येतील किंवा वायू थंड करून जेणेकरून रेणूंची गतिज ऊर्जा कमी होईल आणि त्यांची गती कमी होईल.

हायड्रोजन, हीलियम, ऑक्सीजन, नायट्रोजन सारख्या वायू केवळ दाबाच्या उपयोगाने सामान्य तापमानावर द्रवित होऊ शकत नाहीत. प्रत्येक वायूसाठी एक विशिष्ट तापमान असते, ज्या तापमानाच्या वर त्या वायूवर कितीही उच्च दाब टाकला तरी ते द्रव रूपात रूपांतरित होवू शकत नाही, या तापमानास क्रांतिक तापमान म्हणतात.

क्रांतिक तापमान (Critical Temperature): वायूचे क्रांतिक तापमान म्हणजे एक विशिष्ट तापमान, ज्या तापमानाच्या वर त्या वायूवर कितीही उच्च दाब टाकला तरी ते द्रव रूपात रूपांतरित होवू शकत नाही

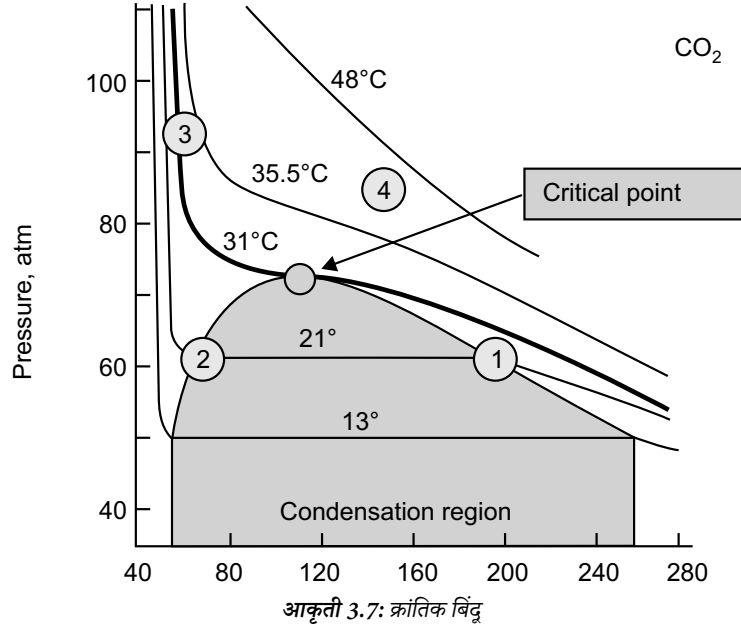
क्रांतिक दाब (Critical Pressure): क्रांतिक तापमानाला वायू द्रव रूप करण्यासाठी आवश्यक दाबाला क्रांतिक दाब म्हणतात.

क्रांतिक आकारमान (Critical Volume): क्रांतिक तापमान आणि क्रांतिक दाबा वर वायूच्या 1 ग्रामरेणुभाराने व्यापलेल्या आकारमानाला क्रांतिक आकारमान म्हणतात.

या तिघांना वायूचे क्रांतिक स्थिरांक म्हणतात व त्यांना T_c , T_p , T_v या संज्ञांनी दर्शवितात. ही प्रक्रिया अँड्र्यूच्या CO_2 वायूवरील प्रयोगांद्वारा स्पष्ट केली जाऊ शकते.

3.3.5 क्रांतिक बिंदू (The Critical Point)

द्रव आणि वायू केवळ वरील चित्रात हिरव्या-छटा दाखविलेल्या क्षेत्राद्वारे निर्देशित भागामध्येच एकत्र राहू शकतात. जसे तापमान आणि दाब वाढते, हा भाग अधिक संकुचित होतो, अखेर क्रांतिक बिंदू वर शून्य रुंदीपर्यंत पोहोचतो. या बिंदूवर P , T आणि V ची मूल्ये क्रांतिक स्थिरांक P_c , T_c आणि V_c म्हणून ओळखली जातात. क्रांतिक बिंदूतून जात असलेल्या समताप रेषेला (isotherm) क्रांतिक समताप रेषा (critical isotherm) म्हणतात. या समताप रेषेच्या पलीकडे, वायू आणि द्रव अविभाज्य बनतात; फक्त एकच द्रवरूप अवस्था असते. तिला अतिक्रांतिक द्रव्य (Supercritical Liquid) म्हणून ओळखले जाते.



आकृती 3.7: क्रांतिक बिंदू

31°C (क्रांतिक तापमान) च्या खालील तापमानात, CO_2 साधारण जास्त दाबावर (4 atm) काही प्रमाणात आदर्श वायूसारखे कार्य करते. 31°C च्या खाली, वायूला लहान परिमाणात संकुचित करण्याचा प्रयत्न केल्यास अखेरीस द्रवीभवन होते. अशा प्रकारे 21°C तापमानाला जवळजवळ 62 atm (1) च्या दाबा वर, दाबात अधिक कोणतीही वाढ न करता, आकारमान 200 cm^3 पासून सुमारे 55 cm^3 पर्यंत कमी केले जाऊ शकते. वायू संकुचित होण्याऐवजी, त्याऐवजी जास्त सघन द्रवात बदलले गेले कारण वायू मूलतः त्याच्या द्रव अवस्थेत “पिळून” टाकला गेला. सर्व वायू अदृश्य झाल्यावर (2), दाब खूप वेगाने वाढतो कारण आता उरलेले सर्व काही जवळजवळ संकुचित द्रव आहे. या समताप रेषेच्या वर (3) CO_2 केवळ एक अतिक्रांतिक द्रव्य (Supercritical Fluid) म्हणून अस्तित्वात आहे.

3.3.6 क्रांतिक प्रक्रिया (Critical Phenomena)

क्रांतिक तापमान, क्रांतिक दाब आणि क्रांतिक आकारमान आणि त्यांच्या आंतर संबंधांच्या अभ्यासाद्वारे वायूच्या द्रवीकरणासाठी आवश्यक स्थिती वर्णन केली जाते.

जेव्हा वायू प्रणाली त्याच्या द्रव स्थितीत रूपांतरित होते तेव्हा आकारमानामध्ये प्रचंड घट होते. आकारमानातील ही घट तापमानास कमी करून, दाब वाढवून किंवा दोन्हीही द्वारे प्रभावीपणे केली जाऊ शकते. या दोन्ही प्रभावामध्ये वायूचे रेणू एकमेकांच्या जवळ येतात आणि आकर्षणाच्या बलामध्ये वाढ होते ज्यामुळे वायूचे द्रवीकरण होते. कोणत्याही स्थिर तापमानात जेव्हा दाब वाढविला जातो, आकारमान कमी होते आणि उलट. अशा P - V वक्रांना स्थिर तापमानात समताप रेषा (isotherm) म्हणून ओळखले जाते. उच्च दाब आणि कमी आकारमानात वास्तव वायू आदर्श वायूसारख्या वर्तणुकीपासून विशिष्ट विचलन दर्शविते.

3.3.7 क्रांतिक तापमान (T_c)

वायूचे वैशिष्ट्यीकृत तापमान ज्यावर दाब वाढल्याने वायूचे द्रवीभवन होते व ज्याच्या वर जरी दाब अनेक पटीने वाढविला कोणतेही द्रवीकरण होत नाही, अशा तापमानाला क्रांतिक तापमान (T_c) म्हणतात. उदाहरणार्थ CO_2 चे T_c 31.1°C आहे. याचा अर्थ असा की जेव्हा तापमान 31.1°C पेक्षा जास्त असेल तेव्हा दाब टाकून CO_2 चे द्रवीकरण करणे शक्य नाही.

3.3.8 थॉमसनचा प्रयोग

थॉमसन (1871) यांनी अँड्र्यूजने काढलेल्या CO_2 च्या समताप रेषेचा अभ्यास केला. समताप रेषेमध्ये क्रांतिक तापमानाच्या खाली कोणतेही तीन बिंदू नसावेत, अशी सूचना त्यांनी केली. या समताप रेषेमध्ये खरोखरच वायूपासून ते द्रव स्थितीपर्यंत संपूर्ण अवस्थेची सातत्यता दर्शविली पाहिजे, हे त्यांनी एक सैद्धांतिक तरंगरूप वक्र म्हणून दर्शविले. वक्र MLB एक स्थिर राहिल अशा प्रकारे संकलित केलेल्या वायूचे प्रतिनिधित्व करते. वक्र MNC एक अतितप्त द्रव्याचे प्रतिनिधित्व करते कारण T_c वरील संकुचन, ऊष्मन परिणाम (heating effects) ठरवते. या प्रकारच्या अवस्थेची सातत्यतेचा अंदाज व्हॅंडरवाल च्या अवस्थेच्या समीकरणाद्वारा वर्तविला जातो जे बीजगणितानुसार त्रिघात समीकरण (cubic equation) आहे. व्हॅंडरवालचे हे समीकरण खालील प्रमाणे लिहिले जाऊ शकते.

$$PV^3 - (RT + Pb)V^2 + aV - ab = 0$$

अशा प्रकारे P आणि T च्या कोणत्याही मूल्यांसाठी V ची तीन मूल्ये असावीत. ही मूल्ये तरंगरूप वक्राच्या बिंदू B , M आणि C द्वारे दर्शविली आहेत. समताप रेषेचा आडवा भाग वाढल्यास V ची तीन मूल्ये जवळपास येतात. क्रांतिक बिंदू वर व्हॅनडेरवाल्स 'V' ची तीन मुळे एकसारखी बनतात आणि यापुढे वायू आणि द्रव स्थितीमध्ये भेद उरत नाही. येथे, वायू क्रांतिक स्थितीत असल्याचे म्हटले जाते. हा प्रभाव T_c , P_c आणि V_c ची व्हॅनडेरवाल्सच्या स्थिरांकाच्या दृष्टीने गणना करण्यास सक्षम करतो.

क्रांतिक स्थिरांकाचा व्हॅनडेरवाल्सच्या स्थिरांकापासून विचलन

चला आपण क्रांतिक स्थिरांकाचा T_c (क्रांतिक तापमान), V_c (क्रांतिक आकारमान) आणि P_c (क्रांतिक दाब) च्या मूल्यांचा व्हॅनडेरवाल्सच्या स्थिरांक 'a' आणि 'b' च्या संदर्भात अनुमान काढूया. व्हॅनडेरवाल्स यांचे समीकरण आहे,

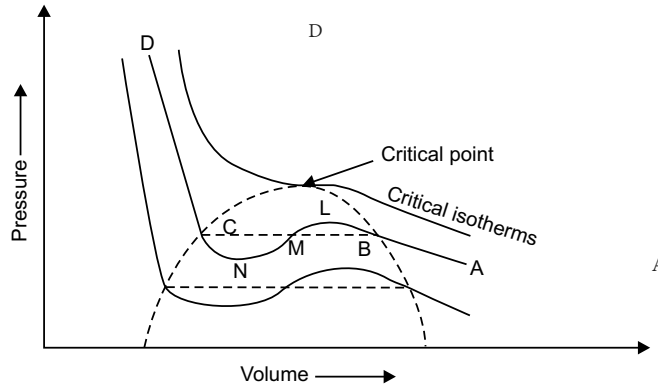
$$T_c = 8a / 27Rb$$

म्हणूनच व्हॅनडेरवाल्सच्या वायूच्या स्थिरांकाचा उपयोग करून क्रांतिक स्थिरांकाची गणना करता येते व त्याउलट ही करता येते. P_c आणि T_c सहसा प्रायोगिकपणे निर्धारित केले जाऊ शकतात, व ही मूल्ये स्थिरांक a आणि b मोजण्यासाठी वापरली जाऊ शकतात.

$$a = 3V_c^2 P_c$$

$$b = V_c/3$$

क्रांतिक तापमान मूल्यांच्या आधारे, वायूंना “कायमस्वरूपी” आणि “तात्पुरते” वायू म्हणून वर्गीकृत केले जाते. H_2 , N_2 , He हे अत्यंत कमी क्रांतिक तापमान असलेले वायू कायमस्वरूपी प्रकारचे आहेत. NH_3 , CO_2 , SO_2 , HCl इत्यादीसारख्या वायू ज्यांचे क्रांतिक तापमान सामान्य टप्प्यात येते ते तात्पुरते वायूंमध्ये मोडतात.



आकृती 3.8: थॉमसनची CO_2 ची समताप रेषा

3.3.9 ज्यूल -थॉमसन प्रभाव आणि व्यस्तन तापमान (T_i) (Joule Thomson Effect and Inversion Temperature)

ज्यूल-थॉमसन प्रभाव

ज्यूल -थॉमसनने हे सिद्ध केले की जेव्हा संकुचित केलेल्या वायूला सच्छिद्र गुडदी द्वारे कमी दाबाच्या क्षेत्रात पाठविला जातो तेव्हा तेथे तो बऱ्याच प्रमाणात थंड होते. वायूला समोष्णतेने जास्त दाबाच्या क्षेत्राकडून कमी दाबाच्या क्षेत्राकडे प्रसरण पावण्यास भाग पाडून त्याचे तापमान कमी करण्याच्या प्रक्रियेला ज्यूल - थॉमसन प्रभाव म्हणून ओळखले जाते.

जेव्हा कमी दाबाच्या क्षेत्रात वायूला बाहेर पडण्याची परवानगी दिली जाते तेव्हा आंतर रेणू आकर्षण बलाविरुद्ध रेणू वेगाने सरकतात. या उदाहरणात वायूच्या अंतर्गत ऊर्जेची किंमत मोजून वायूच्या रेणूद्वारे कार्य केले जाते. त्यामुळे वायू प्रसरण पावत असताना थंड होते. तापमानात होणारी ही कपात सामान्यतः ज्यूल -थॉमसन प्रभाव म्हणून ओळखली जाते आणि वायूच्या द्रवीकरणात वापरली जाते.

व्यस्तन तापमान (T_i)

वायू प्रणालीद्वारे ज्यूल-थॉमसन प्रभाव फक्त तेव्हाच पाळला जातो जेव्हा त्याचे तापमान विशिष्ट मूल्यापेक्षा कमी असते. विशिष्ट तापमान ज्याच्या खाली वायू समोष्णपणे सच्छिद्र गुडदीतून कमी दाबाच्या क्षेत्रात प्रसरण पावतो व त्यासोबतच त्याचे तापमान कमी होते त्या तापमानाला व्यस्तन तापमान (T_i) असे म्हणतात.

T_i हे वायूचे वैशिष्ट्य आहे आणि ते व्हॅनडरवाल्सच्या स्थिरांक 'a' आणि 'b' शी संबंधित आहे,

$$2a T_i = 2a/Rb$$

व्यस्तन तापमानात ज्यूल थॉमसन प्रभाव नसतो म्हणजेच तापमानात घसरण किंवा वाढ होत नाही. केवळ जेव्हा वायूचे तापमान व्यस्तन तापमानापेक्षा कमी असते तेव्हाच समोष्ण प्रसरणादरम्यान तापमानात घट होते. जर वायूचे तापमान T_i पेक्षा जास्त असेल तर तापमानात थोडीशी वाढ होईल. H_2 आणि He यासारख्या वायूसाठी ज्यांची T_i मुल्ये अत्यंत कमी अनुक्रमे -80°C आणि -240°C आहेत, ज्यूल-थॉमसनच्या प्रयोगादरम्यान थंड होण्याऐवजी या वायू गरम होतात. या वायू ज्यूल-थॉमसन प्रभावाचे पालन तेव्हाच करतात जेव्हा त्यांना T_i मूल्यांच्या खालील तापमानात थंड केल्या जातात.

दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

- वाहनांमध्ये एअरबॅगच्या कार्यप्रणालीत आदर्श वायू नियमांचा वापर केला जातो.
- एअर कंडिशन आणि रेफ्रिजरेटरसारख्या घरगुती उपकरणांमध्ये वापरलेला कूलंट आणि रेडिएटर त्याच तत्त्वावर काम करतात.
- वास्तव जीवनात आदर्श वायू नियमांचे अमर्याद उपयोग आहेत. वेगवेगळ्या प्रवाहामध्ये दाब असलेल्या घनतेच्या भिन्नतेची गणना करण्यासाठी याचा उपयोग केला जातो. उदा: रॉकेट्स, फ्लुइड मोशन, कॉम्प्रेसिबिलिटी अनालिसिस, इंजिन इ.

3.4 H_3 , H_2F , HCN ची स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग

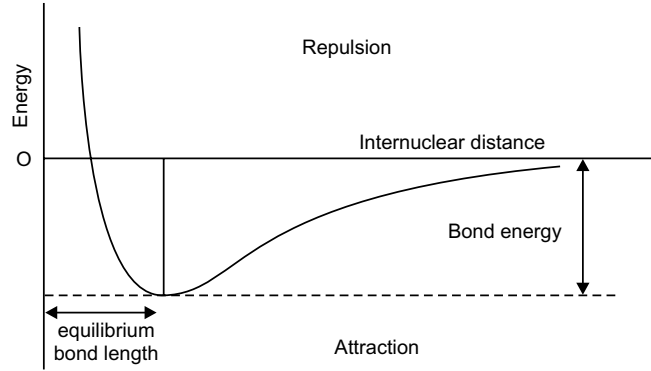
स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग एक गणिती फलन आहे जे रेणूची ऊर्जा रेणूच्या भूमितीचे फलन आहे असे सांगते. रेण्वीय यांत्रिकी ही ऊर्जा ताणणे, वाकणे, तोडणे इत्यादींचे कार्य आहे असे सांगते.

स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग (PES) हे प्रणालीच्या, विशेषतः अणूंच्या संग्रहाचे काही विशिष्ट अटींच्या मापदंडाच्या बाबतीत, सामान्यतः अणूंच्या स्थितीच्या बाबतीत स्थितिज ऊर्जेचे वर्णन करते

ऊर्जा ही एक किंवा अधिक समन्वयांचे कार्य होय अशी ऊर्जेची व्याख्या पृष्ठभाग करू शकते; जर फक्त एकच समन्वय असेल तर पृष्ठभागास स्थितिज ऊर्जा वक्र किंवा ऊर्जा प्रोफाइल म्हणतात. येथे रमणीय भूप्रदेश (“landscape”) ची समानता वापरणे उपयुक्त ठरेल. दोन मुक्तता कोटि (degrees of freedom) (उदा. दोन बंध लांबी) असलेल्या प्रणालीसाठी, ऊर्जेचे मूल्य (समानता: जमिनीची उंची) दोन बंध लांबीचे कार्य (समानता: जमिनीवर स्थितीचे समन्वय) असेल. स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग हे अभिक्रियेतील रेणूच्या अणूंची प्रत्येक भूमितीय स्थिती (बाह्य व अंतर्गत दोन्हीही) ही एका विशिष्ट स्थितिज ऊर्जेशी निगडित असते या संकल्पनेचे प्रतिनिधित्व करते. हे एक गुळगुळीत ऊर्जा “लँडस्केप” तयार करते आणि येथे रसायनशास्त्राला संस्थितिच्या दृष्टीकोनातून पाहिले जाऊ शकते (ज्यात दऱ्या आणि खिंडींवरून कण विकसित होतील.)

3.4.1 स्थितिज ऊर्जा वक्र (1-D स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग)

PES ही रेणूची ऊर्जा त्याच्या केंद्रक r च्या स्थितीचे फलन असते. दोन अणूंच्या प्रणालीची ही ऊर्जा त्यांच्यातील अंतरावर अवलंबून असते. मोठ्या अंतरावर ऊर्जा शून्य असते, म्हणजे “परस्परक्रिया नाही”. अनेक अणूंच्या व्यासांच्या अंतरावर आकर्षण बलाचे वर्चस्व असते, अगदी जवळ आल्यास प्रतिकर्षण वाढते, ज्यामुळे ऊर्जा वाढते. वक्रातील किमान बिंदूवर आकर्षण आणि प्रतिकर्षण परिणाम संतुलित असतात. हे संबंध स्पष्ट करणारे रेखाटन रासायनिक बंधांचे काही गुणधर्म स्पष्ट करण्यासाठी उपयुक्त आहेत.



आकृती.3.9: सहसंयुज बंधाचा स्थितिज ऊर्जेचा वक्र

जिथे स्थितिज ऊर्जा किमान असते ते आंतर-रेणवीय अंतर बंधाची लांबी निश्चित करते. त्याला समतोल बंध लांबी म्हणून ओळखले जाते, कारण औष्णिक गतीमुळे दोन अणू या अंतराभोवती कंपन करतात. सर्व साधारणपणे, बंध जितके मजबूत असतात तितकेच बंधाची लांबी कमी असते.

आकर्षण बल सर्व अणूंच्या मध्ये कार्यरत असतात, परंतु जोपर्यंत किमान स्थितिज ऊर्जा ही कमीत कमी RT च्या क्रमाइतकी होत नाही तो पर्यंत दोन अणू औष्णिक ऊर्जेच्या विघटनकारी परिणामाला सहन करू शकणार नाहीत व परिणामी ओळख पटण्याजोगा रेणू तयार होऊ शकणार नाही. अशा प्रकारे आपण असे म्हणू शकतो की H_2 मधील दोन अणूंमध्ये एक रासायनिक बंध आहे.

3.4.2 प्रणालीची स्थितिज, गतिज आणि एकूण ऊर्जा

स्थितिज ऊर्जा आणि गतिज ऊर्जा क्वांटम सिद्धांत आपल्याला सांगते की अणूमधील इलेक्ट्रॉनमध्ये गतिज ऊर्जा K , तसेच स्थितिज ऊर्जा V असते, म्हणून एकूण ऊर्जा E नेहमीच दोघांची बेरीज असते:

$$E = V + K$$

त्यांच्यातील संबंध आश्चर्यकारकपणे सोपे आहे : $K = -0.5 V$.

याचा अर्थ असा की जेव्हा एखादा रासायनिक बंध तयार होतो (उष्मायोजक प्रक्रिया $\Delta E < 0$) स्थितिज ऊर्जेत होणारी घट ही गतिज ऊर्जेत (जी संबंध इलेक्ट्रॉनच्या संवेगामध्ये अंगीभूत असते) होणाऱ्या वाढीला अनुसरून असते परंतु नंतरच्या बदलाचे प्रमाण हे फक्त निम्मे असल्यामुळे, स्थितिज ऊर्जेत होणारा बदल हा नेहमीच वर्चस्व राखतो बंध ऊर्जा $-\Delta E$ स्थितिज ऊर्जा कमी होण्याच्या अर्ध्या प्रमाणात असते.

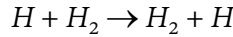
3.4.3 स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागाची आयामीता (The Dimensionality of a Potential Energy Surface)

लि-आयामी जागेवर अणूचे स्थान परिभाषित करण्यासाठी तीन अक्ष (उदा., X , Y आणि Z किंवा r , θ आणि ϕ (कार्टेसियन आणि गोलाकार अक्षांक) किंवा मुक्तता कोटि आवश्यक आहेत. तथापि, एक अभिक्रिया आणि म्हणून संबंधित PES अभिक्रियेच्या परिपूर्ण स्थितीवर अवलंबून नसते, केवळ सापेक्ष सापेक्ष स्थितीवर अवलंबून असते (अंतर्गत अंश). म्हणूनच संपूर्ण प्रणालीचे स्थानांतर आणि परिभ्रमन दोन्ही काढले जाऊ शकतात (प्रत्येक 3 मुक्तता कोटि अरेषीय भूमिती गृहित धरून). म्हणून PES ची मितीयता आहे

$$3N - 6$$

जिथे N मध्ये अभिक्रियेतील समावेश असलेल्या अणूंची संख्या असते, (म्हणजेच प्रत्येक अभिकरकातील अणूंची संख्या). PES हा एक अधिपृष्ठ आहे ज्यामध्ये बऱ्याच मुक्तता कोटि समावेश आहे आणि सामान्यतः एका वेळी समजून घेण्यासाठी फक्त थोडकेच आखले जातात.

अगदी सोप्या रासायनिक प्रणालींसाठी किंवा आंतर-आण्विक परस्परक्रियेबद्दल सुलभ अंदाजे केले जातात तेव्हा, कधीकधी ऊर्जेसाठी विश्लेषणात्मक पद्धतीने मिळवलेल्या अभिव्यक्तीला अणूच्या स्थितीचे फलन म्हणून वापरणे शक्य होते. एक उदाहरण आहे



ही प्रणाली तीन $H-H$ अंतराचे फलन आहे

अधिक क्लिष्ट प्रणालींसाठी, अणूच्या विशिष्ट मांडणीच्या ऊर्जेची गणना करणे पृष्ठभागाच्या मोठ्या प्रमाणात प्रतिनिधित्वासाठी संगणकीय दृष्टीने खूपच महागडे ठरते व ते व्यवहार्य नाही.

3.4.4 स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागांचा अनुप्रयोग

- रेणवीय भूमिती आणि रासायनिक अभिक्रियेचा विश्लेषणास सहाय्य करण्यासाठी PES एक वैचारिक साधन आहे.
- याचा उपयोग अणूंनी बनवलेल्या रचनांचे गुणधर्म सैद्धांतिकदृष्ट्या शोधण्यासाठी केला जाऊ शकतो, उदाहरणार्थ, रेणूचा किमान ऊर्जा आकार शोधणे किंवा रासायनिक अभिक्रियेचे दर मोजणे.
- विकरांच्या अभिक्रियांच्या अभ्यासासाठी स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागांचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो
- स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागांचा वापर जागतिक स्तरावर पदार्थांच्या इष्टतमीकरण विश्लेषणामध्ये (optimisation analysis) अधिक लोकप्रिय आहे.

मनोरंजक माहिती

- स्थितिज ऊर्जेची वास्तव जीवनाची उदाहरणे म्हणजे टेकडीच्या माथ्यावरची एक सायकल, आपल्या डोक्यावर ठेवलेले पुस्तक आणि ताणलेल्या स्प्रिंग या सर्वांमध्ये स्थितिज ऊर्जा असते.
- दोलक, झरे, धनुष्य आणि बाण, आपण खात असलेले अन्न स्थितिज ऊर्जेच्या तत्वाखाली कार्य करते.
- दैनंदिन जीवनातील उदाहरणांच्या अधिक तपशीलांसाठी, LINK क्लिक करू शकता -<https://www.youtube.com/watch?v=NW0mNe9S5dM>

सारांश

- रेणवीय परस्परक्रिया दोन प्रकारचे असू शकतात - अंतरेण्वीय (intra molecular interaction), आंतर-रेण्वीय परस्पर क्रिया (inter molecular interaction).
- तीन प्रकारचे आंतर-रेण्वीय परस्पर क्रिया - आयनिक परस्पर क्रिया, द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्परक्रिया आणि व्हॅनडरवाल्स परस्पर क्रिया.
- आयनिक परस्पर क्रिया (Ionic Interaction) किंवा आयनिक बल हे प्रभावीत केलेल्या अणू किंवा रेणू मधील परस्पर क्रिया होय. या प्रकारचा परस्पर क्रिया दोन विरुद्ध विद्युत् प्रभावीत गटांमधील आकर्षणातून उद्भवतात.
- द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्पर क्रिया (Dipole-Dipole Interaction) - जेव्हा दोन ध्रुवीय रेणू एकमेकांजवळ येतात तेव्हा द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय परस्पर क्रिया होते. एका रेणूचा धन प्रभावीत भाग दुसऱ्या रेणूच्या ऋण प्रभावीत भागाकडे आकर्षित होतो
- हायड्रोजन बंध - द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय संवाद जेथे H अणू असहसंयुज बंधाने विद्युत्स्थितिक अणूकडे आकर्षित होतो.
- व्हॅनडरवाल्स बल - व्हॅनडरवाल्स बल म्हणजे प्रभावीत अणू किंवा रेणू यांच्यातील परस्पर क्रिया.
- आयनिक बंध > हायड्रोजन बंध > व्हॅनडरवाल्स बल > द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय परस्परक्रिया > व्हॅनडरवाल्स अपस्करण बल
- आदर्श वायू - एक वायू जो बॉयलच्या नियम, चार्ल्सचा नियम इत्यादींचे पालन करतो. तापमान आणि दाब या सर्व अटींमध्ये तो एक आदर्श वायू किंवा परिपूर्ण वायू म्हणून ओळखला जातो.
- वास्तव वायू - वास्तव वायू हा कमी दाबात किंवा उच्च तापमानात वायू नियमाचे योग्य प्रकारे पालन करतो.
- क्रांतिक तापमान - वायूचे क्रांतिक तापमान म्हणजे एक विशिष्ट तापमान, ज्या तापमानाच्यावर त्या वायूवर कितीही उच्च दाब टाकला तरी ते द्रव रूपात रूपांतरित होवू शकत नाही.
- क्रांतिक दाब - क्रांतिक तापमानाला वायू द्रवरूप करण्यासाठी आवश्यक दाबाला क्रांतिक दाब म्हणतात.
- क्रांतिक आकारमान - क्रांतिक तापमान आणि क्रांतिक दाबावर वायूच्या 1 ग्रामरेणुभाराने व्यापलेल्या आकारमानाला क्रांतिक आकारमान म्हणतात.
- H_2 , H_2F , HCN ची स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग एक गणिती कार्य आहे जे रेणूची ऊर्जा रेणूच्या भूमितीचे कार्य आहे असे सांगते.
- स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग (PES) हे प्रणालीच्या, विशेषतः अणूंच्या संग्रहाचे काही विशिष्ट अटींच्या मापदंडाच्या बाबतीत, सामान्यतः अणूंच्या स्थितीच्या बाबतीत स्थितिज ऊर्जेचे वर्णन करते.

स्वाध्याय

पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा

1. आदर्श वायू वास्तव वायूपेक्षा कशा प्रकारे भिन्न आहेत? वॅनडरवाल्स यांचे समीकरण व्युत्पन्न करा आणि वास्तव वायूंचे वर्तन स्पष्ट करा.
2. वायूंची क्रांतिक प्रक्रिया कोणती आहे. क्रांतिक स्थिरांक आणि व्हॅनडरवाल्सच्या वायूसमीकरणांमधील संबंध सिद्ध करा.
3. क्रांतिक स्थिरांक म्हणजे काय? क्रांतिक प्रक्रियेवर व्हॅनडरवाल्स समीकरण लागू करून a आणि b च्या संदर्भात V_c , P_c आणि T_c च्या मूल्यांची गणना करा.

4. वायू समीकरण $PV = nRT$ च्या आदर्श वर्तनापासून विचलनाचे कारण काय आहे? व्हॅनडेरवाल्स समीकरणे लिहा आणि त्याचा उपयोग द्या.
5. रेण्विक परस्पर क्रिया म्हणजे काय? त्याचे किती प्रकार आहेत? कोणत्याही दोन गोष्टींचे तपशीलवार वर्णन करा.
6. व्हॅनडेरवाल्स परस्परक्रियेविषयी तपशीलवार चर्चा करा.
7. ज्यूल - थॉमसन परिणामावर आधारित वायूंचे द्रवीकरण समजावून सांगा.
8. व्हॅनडेरवाल्स समीकरणांच्या मर्यादा काय आहेत? व्हॅनडेरवाल्स स्थिरांकांची (a आणि b) एकेके लिहा.
9. आदर्श आणि वास्तव वायूमध्ये 4 फरक लिहा.
10. संक्षिप्त टिपा लिहा
 - (a) हायड्रोजन बॉन्डिंग
 - (b) द्विध्रुवीय - द्विध्रुवीय संवाद
 - (c) आण्विक परस्परक्रियेची ताकद
 - (d) वास्तव आणि आदर्श वायू
 - (e) वायू समीकरण आणि व्हॅनडेरवाल्स मधील दुरुस्ती

थोडक्यात उत्तरे

1. खालील पैकी कोणत्या रेणूचा कायम द्विध्रुवीय परिबल आहे?
 - (a) H_2O
 - (b) CO_2
 - (c) CH_4
 - (d) N_2
 - (e) CO
 - (f) NH_3
- उत्तर: CO_2 , CH_4 आणि N_2 सममितीय आहेत आणि म्हणूनच त्यांच्यात कायम द्विध्रुवीय परिबल नाही. ज्या रेणूमध्ये अनियमितरित्या रचना केलेले ध्रुवीय बंध असतात त्या रेणूला कायमचे द्विध्रुवीय परिबल मिळते.
2. Br_2 किंवा ICI मध्ये कोणाचे उत्कलन बिंदू उच्च आहे?
- उत्तर: त्यांचे रेणुभार समान आहे: Br_2 , 160; ICI , 162. त्यांचे उत्कलन बिंदू अनुक्रमे 332 K आणि 370 K आहेत.
3. अणू किंवा रेणूचे जवळपासच्या घटकाद्वारा तात्पुरते ध्रुवीकरण केले जाऊ शकते. ध्रुवीकरण खालीलपैकी काय देऊन प्रभाराचे केंद्र विभक्त करते
 - (a) कायम द्विध्रुवीकरण
 - (b) तात्पुरता प्रभार
 - (c) हायड्रोजन बंधन
 - (d) प्रेरित द्विध्रुव
 - (e) प्रेरित आयन
 - (f) मूलक(radical)
- उत्तर: लंडन अपस्करण बलासाठी प्रेरित द्विध्रुव जबाबदार आहेत. रेणू जड, प्रेरित द्विध्रुव जितके मोठे असेल. अशा प्रकारे, जड रेणूसाठी लंडन अपस्करण बल शक्तिशाली असतात.
4. I_2 किंवा Br_2 मधून कोणाचा उत्कलन बिंदू जास्त आहे?
- उत्तर: Br आणि I चा अणू भार अनुक्रमे 80 आणि 127 आहे. अणू भार जितका जास्त असेल तितके लंडन अपस्करण बल जास्त.
5. जर फक्त लंडन अपस्करण बल अस्तित्वात असेल तर H_2O किंवा H_2S मधून कोणाचा उत्कलन बिंदू असावा?
- उत्तर: H_2O साठी BP $100^\circ C$ आहे आणि H_2S चे मूल्य - $70^\circ C$ लिक्विड H_2O मध्ये खूप मजबूत हायड्रोजन बॉन्डिंग असते, परंतु लिक्विड H_2S मध्ये हायड्रोजन बॉन्डिंग नसते.

6. इतर बहुतेक पदार्थांच्या उलट, 0°C ते 4°C तापमानात दरम्यान पाण्याचे घनता कमी होते हे कशामुळे आहे
 (a) द्विध्रुवीय द्विध्रुवीय संवाद (b) लंडन अपस्करण
 (c) हायड्रोजन बंधांची संख्या कमी होत आहे (d) वाढती हायड्रोजन बंधांची संख्या
- उत्तर: जेव्हा तापमान कमी होते तेव्हा जास्त हायड्रोजन बंध तयार होते, आकारमान वाढते, ज्यामुळे घनता कमी होते. 4°C पेक्षा जास्त, हायड्रोजन बंधांच्या प्रभावापेक्षा थर्मल विस्तार अधिक प्रमुख आहे.
7. इथॅनॉल ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ग्राम रेणुभार 46) 351 K वर उकळते, परंतु पाणी (H_2O , ग्राम रेणुभार 18) जास्त तापमानवर उकळते, 373 K . कारण असे आहे:
 (a) पाण्याची घनता जास्त
 (b) पाण्या मध्ये लंडन अपस्करण बल अधिक शक्तिशाली आहे
 (c) पाण्याचे हायड्रोजन बंध अधिक शक्तिशाली आहेत
 (d) पाण्याच्या रेणूंमध्ये कार्बन नसते
- उत्तर: दोन लहान, इलेक्ट्रॉनॅगेटिव्ह अणू (जसे की F , O , N) मधील हायड्रोजन अणूमुळे हायड्रोजन बंध म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या मजबूत आंतर-रेणवीय क्रिया होऊ शकते. हायड्रोजन बंधाची बल दोन अणूंच्या इलेक्ट्रॉनॅग्टीव्हिटीज आणि आकारांवर अवलंबून असते.
8. इथॅनॉल $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ आणि मिथाइल इथर CH_3OCH_3 मध्ये समान रेणुभार आहे. कोणाचा उत्कलन बिंदू जास्त आहे?
- उत्तर: $R\text{-OH}$ गट हा हायड्रोजन बंधासाठी प्रोटॉन दाता आणि स्वीकारणारा दोन्ही आहे. मिथाईल गटांमध्ये हायड्रोजन बंधन खूप कमकुवत आहे.

उद्दीष्ट प्रश्न

1. कोळशामध्ये साठलेली ऊर्जा आहे –
 (a) गतीज ऊर्जा (b) स्थितिज ऊर्जा (c) रासायनिक ऊर्जा (d) विभक्त ऊर्जा [उत्तर: c]
 अभिप्राय - प्रकाशसंश्लेषण दरम्यान सौर ऊर्जा ग्लूकोज आणि कार्बोहायड्रेटच्या रूपात रूपांतरित होते.
2. खोगीर बिंदू (saddle point) निश्चित करणे ही एक अनुप्रयोग आहे –
 (a) स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभाग (b) गतीशील ऊर्जा आलेख
 (c) आकाराचे वक्र (d) वाढ वक्र [उत्तर: a]
 अभिप्राय - कोणत्याही दोन मिनिमा (वॅली बॉटम्स) दरम्यानची स्थितिज ऊर्जा पाठीमागील बिंदूवर जास्तीत जास्त पार करेल, ज्यास आम्ही त्या सॅडल पॉईंटला संक्रमण अवस्था रचना म्हणतो.
3. पुढील पैकी कोणती दोन प्रजातींमधील कमकुवत संवाद दर्शविते?
 (a) हायड्रोजन बंध (b) डायसल्फाइड बंध (c) आयनिक बंध (d) अपस्करण बल [उत्तर: d]
 अभिप्राय - या प्रश्नासाठी आपल्याला हे लक्षात ठेवण्याची आवश्यकता आहे की एक डायसल्फाइड बंध एक प्रकारचा सहसंयोजक बंध आहे (जो दोन सल्फर अणू दरम्यान कार्यरत आहे). हायड्रोजन बंधा आयनिक किंवा सहसंयोजक बंधापेक्षा कमकुवत आहे परंतु ते. अपस्करण बल पेक्षा दहापट मजबूत आहे.

4. DNA मध्ये बेस जोडी दरम्यान कार्यरत हायड्रोजन बंधांची किमान संख्या किती आहे?
 (a) 0 (b) 1 (c) 2 (d) 4 [उत्तर: d]
अभिप्राय - डीएनएमध्ये अस्तित्वात असलेल्या जोड जोड्या दोन किंवा तीन हायड्रोजन बंधा ने जोडल्या जातात: C आणि G तीन हायड्रोजन बंधा ने जोडले जातात, तर A आणि T दोन हायड्रोजन बंधा ने जोडलेले असतात.
5. उपरोक्त पदार्थांमधील आंतर-रेणवीय आकर्षण बलाचे वर्णन खालील पैकी कोणाद्वारे केले जाते:
 (a) द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय बल (कायम द्विध्रुवीय) (b) आयन-द्विध्रुवीय बल
 (c) गुरुत्वाकर्षण बल (d) अपस्करण (किंवा लंडन) बल [उत्तर: d]
अभिप्राय - योग्य उत्तर म्हणजे अपस्करण (किंवा लंडन) बल
6. हायड्रोजन सल्फाइड आणि हायड्रोजन सेलेनाइडच्या उत्कलन बिंदू वरून अंदाज लावल्यास पाण्याचा उत्कलन बिंदू सुमारे 200°C जास्त आहे. पुढीलपैकी कोणत्याद्वारे हे विसंगती स्पष्ट होऊ शकते?
 (a) पाण्याचे रेणुभार सर्वात कमी असते.
 (b) H-O सहसंयोजक बंध H-S आणि H-Se बंध पेक्षा अधिक शक्तिशाली आहेत.
 (c) हायड्रोजन सल्फाइड आणि हायड्रोजन सेलेनाईडपेक्षा पाणी कमी ध्रुवीय आहे.
 (d) हायड्रोजन सल्फाइड आणि हायड्रोजन सेलेनाईडपेक्षा आंतर-रेणवीय आकर्षण बल पाण्यात जास्त असते.
 [उत्तर: d]
अभिप्राय - हायड्रोजन सल्फाइड आणि हायड्रोजन सेलेनाईडपेक्षा पाण्यामध्ये आंतर-रेणवीय आकर्षण बल जास्त असतात हे अचूक उत्तर आहे.

प्रात्यक्षिक

प्रयोग - 1

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: स्टॅलगमोमीटर वापरून खोलीच्या तापमानात दिलेल्या द्रवपदार्थाचा पृष्ठताण निश्चित करा.

साहित्य:

- **रासायनिक पदार्थ:** अज्ञात द्रवपदार्थ, डिस्टिल्ड वॉटर.
- **काचेची उपकरणे:** स्टॅलगमोमीटर, स्कूसह रबर ट्यूब.

सिद्धांत: दिलेल्या द्रवपदार्थाचा पृष्ठताणाचे निर्धारण करण्यासाठी दोन द्रव्यांच्या समान आकारमानानी बनलेल्या थेंबांची संख्या मोजली जाते.

जर m_1 आणि m_2 हे थेंबाचे वस्तुमान असेल तर d_1 आणि d_2 हे अनुक्रमे घनता आहेत. जर n_1 आणि n_2 दोन द्रव्यांच्या आकारमान V द्वारे तयार होणाऱ्या थेंबांची संख्या असेल तर त्यांच्या पृष्ठताण खालीलप्रमाणे आहेत

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{d_1}{d_2} \times \frac{n_1}{n_2}$$

कृती

1. कोरड्या स्टॅलगमोमीटरच्या वरच्या टोकाला स्क्रू पिंच कॉक असलेला रबर ट्यूबचा एक छोटा तुकडा जोडा.
2. स्टॅलगमोमीटरच्या खालच्या टोकाला डिस्टिल्ड वॉटरमध्ये बुडवा आणि पाणी खूण A च्या 1-2 cm वर पर्यंत तोंडाद्वारे शोषून घ्या. पिंच कॉक अशा पद्धतीने ऍडजस्ट करा जेणेकरून प्रति मिनिट 10-15 थेंब पडतील.
3. स्टॅलगमोमीटरला स्टॅण्डवर अडकवा करा, पाण्याचे थेंब पडू द्या आणि जेव्हा पाणी मेनिस्कसवरची खूण A ओलांडेल तेव्हा थेंबांची संख्या मोजायला सुरुवात करा आणि मेनिस्कसवरची खूण B ओलांडल्यावर मोजणी थांबवा.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

- केशिका नळीआणि पाणी ग्रीस पासून मुक्त असावे.
- केशिका नळी उभी मांडली पाहिजेत.
- केशिका नळीचा अंतर्गत व्यास दोन परस्पर लंब दिशांनी मोजला पाहिजे.
- पाण्याचे तापमान लक्षात घेतले पाहिजे.

प्रयोग करण्यासाठी सुरक्षा आणि पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक रसायनाचा MSDS डेटा पहा.

निरीक्षण आणि गणना:

- खोलीचे तापमान =T°C
- पाण्याची घनता = d_w
- पाण्याचा पृष्ठताण = η dynes/cm.
- द्रव आणि संदर्भ म्हणून वापरलेल्या पाण्याच्या ठराविक आकारमानातून (ml मध्ये), तयार होणाऱ्या थेंबांची संख्या वापरून सरासरी मूल्याची गणना करता येते.

निष्कर्ष - द्रवपदार्थाचा पृष्ठभागाचा ताण dynes/cm आहे.

चर्चा- सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोग यांच्याशी संबंधित असताना प्रयोग, निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

प्रयोग -2

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: रेणूच्या स्थितिज उर्जा पृष्ठभागाच्या मॉडेलसचा अभ्यास करणे.

आवश्यकता: रेणूच्या स्थितिज उर्जा पृष्ठभागाशी संबंधित प्रतिमा / स्पेक्ट्रा / आकृती / आलेख.

सिद्धांत: स्थितिज उर्जा पृष्ठभाग (PES) प्रणालीच्या, विशेषतः अणूच्यासंग्रहाचा विशिष्ट पॅरामीटर्सच्या संदर्भात, साधारणपणे अणूच्या स्थितीच्या, स्थितिज ऊर्जेचे वर्णन करते.

पृष्ठ भागहा ऊर्जेला एक किंवा अधिक निर्देशकांचे फलन म्हणून परिभाषित करू शकतो; जर फक्त एक निर्देशक असेल तर पृष्ठभागाला स्थितिज ऊर्जा वक्र किंवा ऊर्जा प्रोफाइल म्हणतात.

निरीक्षण सारणी:

अनुक्रमांक	संयुगाचे नाव	मुक्तताकोटीच्या आधारे सहशता	स्पष्टीकरण

अनुप्रयोग:

- लँडस्केपचे सादृश्य वापरणे उपयुक्त आहे.
- दोन मुक्तताकोटी असलेल्या प्रणालीसाठी (उदा. दोन बंध लांबी), ऊर्जेचे मूल्य (सादृश्य: जमिनीची उंची) हे दोन बंध लांबीचे फलन आहे (सादृश्य: जमिनीवरील स्थितीचे निर्देशांक).
- स्थितिज उर्जा पृष्ठभाग या संकल्पनेचे प्रतिनिधित्व करते की रासायनिक अभिक्रियेतील रेणूमधील अणूंच्या प्रत्येक भूमितीशी (बाह्य आणि अंतर्गत दोन्ही) एक अद्वितीय स्थितिज ऊर्जा संबंधित असते.
- यामुळे एक गुळगुळीत उर्जा "लँडस्केप" तयार होते आणि रसायनशास्त्र संस्थितिच्या दृष्टीकोनातून पाहिले जाऊ शकते (ज्यात दऱ्याआणि खिंडींवरून कणविकसित होतील.)

निष्कर्ष: आणि चर्चा- सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

संदर्भ: रेणूंच्या स्थितिज उर्जा पृष्ठभागाची उदाहरणे कोणत्याही विश्वसनीय स्त्रोतांमधून घेतली जाऊ शकतात.

असेच एक स्त्रोत आहे, <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p295>

**प्रयोग -3**

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: प्रयोगशाळेच्या तापमानावर व्हिस्कोमीटरद्वारे दिलेल्या अज्ञात द्रवपदार्थाची व्हिस्कोसिटी पाण्याच्या संदर्भात निश्चित करणे.

आवश्यकता:

- रासायनिक पदार्थ:** अज्ञात द्रव, डिस्टिल्ड वॉटर.
- काचेची उपकरणे:** ओस्टवाल्ड व्हिस्कोमीटर, पिंच कॉक, स्पेसिफिक ग्रॅव्हिटी बॉटल.

सिद्धांत:

द्रव पदार्थाच्या एका भागाद्वारे दुसऱ्या भागाला दिलेल्या घर्षण शक्तीला व्हिस्कोसिटी म्हणतात. व्हिस्कोसिटी गुणांक मोजण्यासाठी, पॉइंसेइलच्या नियमावर आधारित असलेली ओस्टवाल्ड व्हिस्कोमीटर ही पद्धत वापरली जाते. व्हिस्कोसिटी गुणांक η असणारे सूत्र,

$$\eta = \frac{\pi r^4 t P}{8 v l}$$

जिथे,

v = द्रवपदार्थाचे आकारमान (ml मध्ये)

t = केशिकेमधून प्रवाहीत होण्यासाठी लागणारा वेळ (सेकंदात)

r = केशिकेची लिज्या (cm)

l = केशिका लांबी (cm)

P = हायड्रोस्टॅटिक दाब (dynes/sq. cm)

η = व्हिस्कोसिटी गुणांक (पॉइज)

कृती :

1. प्रयोगशाळेच्या तापमानाची नोंद घ्या.
2. स्पेसिफिक ग्रेव्हिटी बॉटलला डिस्टिल्ड वॉटरने धुवा आणि कोरडे करा.
3. रिक्त आणि भरलेल्या (डिस्टिल्ड वॉटरसह) स्पेसिफिक ग्रेव्हिटी बॉटलचे वजन (स्टॉपरसह) घ्या. नंतर, दिलेल्या अज्ञात द्रवपदार्थाने भरलेल्या स्पेसिफिक ग्रेव्हिटी बॉटलचे वजन करा. घनता मोजण्यासाठी दिलेला डेटा वापरा.
4. डिस्टिल्ड वॉटरने व्हिस्कोमीटर व्यवस्थितपणे स्वच्छ धुवा. स्टँडवर व्हिस्कोमीटर उभे अडकवा आणि मिश्रणाच्या विशिष्ट आकारमानाने भरा (20 ml) (प्रत्येक वेळी समान आकारमान घ्या).
5. प्रत्येक द्रावणासाठी (पाणी आणि दिलेला द्रव) प्रवाहीत होण्यासाठी लागणारा वेळ नोंदवा.
6. 3 ते 4 नोंदी घ्या.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

व्हिस्कोमीटर द्रव्याच्या प्रवाहाच्या दरम्यान उभ्या स्थितीत असावा.

द्रव शोषताना, केशिका नलिकेच्या आत कोणतेही हवेचे बुडबुडे तयार होऊ नयेत.

प्रयोग करण्यासाठी सुरक्षा आणि पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक रसायनाचा MSDS डेटा पहा.

निरीक्षण आणि गणना:

- रिक्त R.D. बाटलीचे वजन (w_1) = g.
- R.D. पाण्याने भरलेल्या बाटलीचे वजन (w_2) =g.
- द्रवपदार्थाने भरलेल्या R.D. बाटलीचे वजन द्रव (w_3) = g.
- तर, पाण्याचे वजन (w_w) = ($w_2 - w_1$) =g.

प्रत्येक सेट-अपसाठी प्रवाह वेळ आणि सरासरी मूल्य (seconds) काढा.

निष्कर्ष आणि चर्चा: सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

नवीन अभिनव / प्रकल्प / क्रियाकलाप डिझाइन करा

प्रकल्प 1. कोणत्याही जैव-रेणूच्या स्थितिज ऊर्जा पृष्ठभागाची रचना प्रक्षेपीत करा.

प्रकल्प 2. रेणूच्या परस्पर क्रियेदरम्यान ऊर्जा अडथळ्यांना प्रभावित करणाऱ्या घटकांची यादी करा.

विद्यार्थी संगणकीय रसायनशास्त्र पॅकेज सॉफ्टवेअरसाठी कोणताही वेब-आधारित इंटरफेस वापरू शकतात. उदाहरण – WebMO. WebMO basic एक विनामूल्य सॉफ्टवेअर आहे <https://www.webmo.net/>

अधिक जाणून घ्या

शक्तिशाली ते कमकुवत आकर्षणाचे बल

IMFA चा प्रकार	समावेश	दरम्यान असते	आकर्षणाचे सामर्थ्य	उत्कलन बिंदू/द्रावणांकावर परिणाम	गोठण बिंदू वर परिणाम
लंडन अपस्करण	तात्पुरते द्विध्रुवीकरण	अध्रुवीय रेणु	कमी	कमी वाढ ($\uparrow BP$)	($\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow FP$)
द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय	कायम द्विध्रुवीकरण	ध्रुवीय रेणु	मध्यम	मध्यम ($\uparrow\uparrow BP$)	($\uparrow\uparrow\uparrow FP$)
हायड्रोजन	H, F, O, N दरम्यान कायम द्विध्रुवीकरण	ध्रुवीय रेणु	मध्यम-उच्च	मध्यम-उच्च वाढ ($\uparrow\uparrow\uparrow BP$)	($\uparrow\uparrow FP$)
द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय	पूर्ण आयन आणि द्विध्रुवीय	ध्रुवीय रेणु	उच्च	उच्च वाढ ($\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow BP$)	($\uparrow FP$)

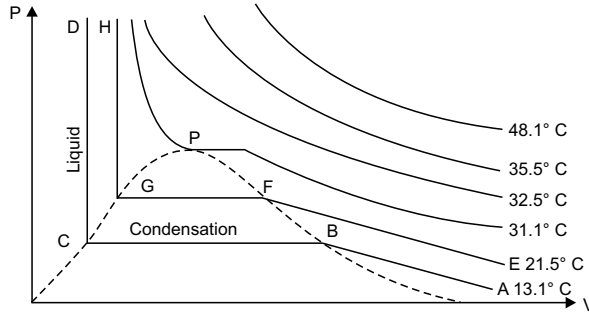
काही वायूसाठी व्हॅनडरवाल्स स्थिरांक

पदार्थ	रेणुभार (g)	A ($L^2\text{-atm mole}^{-2}$)	b ($L \text{ mol}^{-1}$)
हायड्रोजन H_2	2	0.244	0.0266
हेलियम He	4	0.034	0.0237
मिथेन CH_4	16	2.25	0.0428
पाणी H_2O	18	5.46	0.0305
नायट्रोजन N_2	28	1.39	0.0391
कार्बन डायऑक्साइड CO_2	44	3.59	0.0427

CO₂ वायूवर अँड्र्यूचे प्रयोग

1861 ते 1870 पर्यंत कार्बन डायऑक्साईडच्या आकारमानावर तापमान आणि दाबाचा होणाऱ्या परिणामावर अँड्र्यूने आपले प्रसिद्ध असलेले प्रयोग केले. प्रायोगिक व्यवस्थेचा वापर करून त्याने बॉयलचा नियम विस्तृत दाबावर पडताळणी करण्यासाठी समताप रेषांच्या (आयसोथर्मल्स) (वक्र) मालिकेची आखणी केली. स्कू घट्ट करून वायूना संकोचित करण्यात आले आणि हवेचा वापर करून दाबाचा अंदाज लावला. त्याने गृहीत धरले कि प्रयोगाच्या अटींमध्ये हे अद्याप बॉयलच्या नियमाचे पालन करते.

13.1°C, 21.5°C, 31.1°C, 32.5°C, 35.5°C आणि 48.1°C तापमानात अँड्र्यूज आइसोथर्म्स काढले गेले: प्रायोगिक निकाल पुढील ग्राफच्या रूपात दर्शविला जाऊ शकतो-



आकृती: CO₂ साठी P and V दरम्यानचा आलेख

आलेखाचे स्पष्टीकरण

अँड्र्यूज प्रयोगाने प्राप्त केलेले वक्र आकृती मध्ये दर्शविले आहे.

दोन प्रकारचे आयसोथर्मल्स आहेत हे आपल्या निदर्शनास येईल.

(a) 31.1°C च्या वर, आयसोथर्मल्स हे जवळजवळ आयताकृती अपास्त (rectangular hyperbola) आहेत जे परिपूर्ण वायूच्या वर्तनासारखे आहेत.

(b) 31.1°C च्या खाली, आयसोथर्मल्स हे आयताकृती अपास्त (rectangular hyperbola) नाहीत.

13.1°C तापमानवर, या वक्राचा भाग AB दर्शवितो की दाब वाढीसह, आकारमान C बिंदू पर्यंत कमी होतो जे CO_2 चे वायुरूप वर्तन दर्शवितो (बॉयलच्या नियमाचे पालन केले जाते). B पासून C पर्यंत, CO_2 ची अवस्था वायू ते द्रव (संघनन) मध्ये बदलते आणि वक्र आकारमान अक्षाशी समांतर होते. हे सूचित करते की दाबात लक्षणीय वाढ ना करता आकारमान कमी होते. बिंदू C नंतर, वक्र खूप उभे आहे हे दर्शविते की C नंतर, पदार्थ अत्यंत असंपीड्य (Incompressible) होते. C वर, वायू पूर्णपणे द्रव होतो. भाग CD CO_2 च्या द्रव अवस्थेचे प्रतिनिधित्व करते.

निष्कर्ष

1. अशाप्रकारे AB हा भाग पदार्थाच्या वायुरूप अवस्थेचे प्रतिनिधित्व करतो आणि BC वाष्पातून द्रव स्थितीत रूपांतराचे प्रतिनिधित्व करतो. B वर रूपांतरण सुरू होते आणि C येथे, ते पूर्ण होते.
2. 21.5°C वर, वक्र समान आहे परंतु केवळ आडवा भाग BC कमी झाला आहे. हे दर्शवते की संपीडनामुळे द्रवीकरण होते.
3. 21.5°C तापमानात आडवा भाग नुकताच अदृश्य झाला ज्यामुळे असे सूचित होते की वायूचे संपीडनामुळे द्रवीकरण केले जाऊ शकते.
4. या तापमानाच्या वर म्हणजेच म 32.5°C , 35.5°C आणि 48.1°C च्या वर, आडवा भाग नाहीसा झाला आणि वायूचे वर्तन आदर्श वायूसारखे दिसते.
5. अशाप्रकारे फक्त दाब वाढवूनच नव्हे तर एका विशिष्ट तापमानाखाली थंड करून देखील, CO_2 चे द्रवीकरण करणे शक्य नाही. या तापमानास 'क्रांतिक तापमान' असे म्हणतात. हे वर्तन केवळ CO_2 साठी विशिष्ट नाही परंतु सर्व वायूंमध्ये सामान्य आहे.

सुचविलेले वाचन

पुस्तके

- Selected Topics in Inorganic Chemistry by Wahid U Malik, GD Tuli & RD Madan, S Chand Publishing, ISBN: 81-219-0600-8.
- Potential Energy Surfaces, Volume 42, K. P. Lawley (Editor), Wiley Publication, ISBN: 978-0-470-14307-0.

ई संसाधन

- <https://nptel.ac.in/courses/122/101/122101001/>
- <https://nptel.ac.in/courses/104/106/104106094/>
- <https://ncert.nic.in/textbook/pdf/kech104.pdf>

4

रासायनिक समतोलात मुक्त उर्जेचा वापर

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: उष्मागतिकी फलन: ऊर्जा, एन्ट्रॉपी आणि मुक्त ऊर्जा. घट विभव, ऑक्सिडन आणि क्षपण, विद्राव्यता समतोल. जल रसायन, विद्युतरासायनिक क्षरण आणि एलिंगहॅम आकृती.

प्रास्ताविक

उष्मागतिकी ऊर्जा परिवर्तन आणि पदार्थांशी त्याचा संबंध हाताळते. नैसर्गिक घटना विविध प्रकारच्या उर्जा, त्याचे रूपांतरण, संचय इत्यादी शिकण्यासाठी आणि निरीक्षण करण्यासाठी मोठा कॅनव्हास प्रदान करते. उष्मागतिकी फलनाची संकल्पना, विद्युतरसायनाची भूमिका, रासायनिक समतोल, धातूशास्त्र आणि क्षरण हे या युनिटमध्ये हाताळली आहे.

पूर्व आवश्यकता

उष्मागतिकी आणि विद्युतरसायनाचे मूलभूत ज्ञान.

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील.

U4-O1:	एखाद्या अभिक्रियेची उत्स्फूर्तता जाणून घेण्यासाठी उष्मागतिकी कार्याना लागू करणे आणि ते ऊष्माशोषी किंवा ऊष्मादायी आहे का हे बघणे.
U4-O2:	दोन अर्ध्या घटा मधून एक घट तयार करणे आणि त्याच्या घट स्थिरांकाची गणना करणे.
U4-O3:	आम्ल आणि आम्लारी आणि विद्राव्यतेच्या सिद्धांतांचे रासायनिक समतोल म्हणून विश्लेषण करणे.
U4-O4:	एलिंगहॅम आकृतीद्वारे धातूशास्त्र आणि क्षरणात मुक्त ऊर्जा विचार लागू करणे.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U4-O1		3			
U4-O2		3			

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचिह्नण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U4-O3		3			
U4-O4		3			

4.1 प्रस्तावना

रसायनशास्त्राची शाखा जी एका प्रणालीमधील विविध प्रकारच्या ऊर्जेच्या परस्पर संबंधांच्या अभ्यासाशी संबंधित आहे त्याला उष्मागतिशास्त्र म्हणतात.

उष्मागतिशास्त्र का ?

आपण रासायनिक अभिक्रियांशी संबंधित असलेल्या काही दैनंदिन अनुभवांचा विचार करूया.

- अंडे तळणे हे अपरिवर्तनीय अभिक्रियेचे उदाहरण आहे.
 - NaCl का विरघळतो ? त्यातून उष्णता निघते का ? त्याला ऊर्जेची गरज भासते का ?
 - पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर हिरा, C चा उच्च दाबाचा प्रकार त्याच्याच कमी दाबाचे स्वरूप, ग्रेफाइटसह एकल सहअस्तित्वात कसा असू शकतो ?
 - बर्फ वितळणे आणि गोठवणे हे दाखवते की तापमानामुळे H_2O च्या दोन अवस्था आहेत.
- रासायनिक उष्मागतिकी आपल्याला या प्रश्नांची उत्तरे आणि बरेच काही प्रदान करते.

4.2 मुक्त ऊर्जा (ΔG)

मुक्त ऊर्जेला ऊर्जेची परिमाणे असतात आणि त्याचे मूल्य प्रणालीच्या इतिहासाद्वारे नव्हे तर त्याच्या अवस्थेद्वारे निर्धारित केले जाते. प्रणाली कशी बदलते आणि ते किती काम करू शकतात हे निर्धारित करण्यासाठी मुक्त ऊर्जा वापरली जाते. हे दोन स्वरूपात व्यक्त केले जाते:

1. हेल्महोल्ट्झ मुक्त ऊर्जा किंवा कार्य फलन F
2. गिब्स मुक्त ऊर्जा G .

जर U ही प्रणालीची अंतर्गत उर्जा आणि TS तापमान-एन्ट्रॉपी गुणाकार (T हे निरपेक्ष शून्यापेक्षा जास्त तापमान.), तर

$$F = U - TS$$

$$G = H - TS \quad \dots(4.1)$$

अभिक्रियेची गिब्स मुक्त ऊर्जा (ΔG) ही अभिक्रिया घडवून आणणाऱ्या उष्मागतिकी चालन बलाचे मोजमाप आहे. ΔG साठी ऋणात्मक मूल्य सूचित करते की अभिक्रिया बाह्य आदानाशिवाय (इनपुटशिवाय) उत्स्फूर्तपणे होऊ शकते, तर धनात्मक मूल्य अनुस्फूर्त प्रक्रिया अभिक्रिया सूचित करते. मुक्त ऊर्जा ही एक व्यापक गुणधर्म आहे. मुक्त ऊर्जा, ΔF किंवा ΔG मधील बदल उत्स्फूर्त बदलाची दिशा ठरवण्यासाठी आणि कमाल कार्याचे मूल्यमापन करण्यासाठी उपयुक्त आहेत.

$T > 273.16 \text{ K}$ साठी ΔG चे मूल्य ऋणात्मक आहे, जे सूचित करते की उत्स्फूर्त बदलाची दिशा बर्फापासून पाण्यापर्यंत आहे.

$T < 273.16 \text{ K}$ साठी ΔG चे मूल्य ऋणात्मक आहे, जेथे गोठण्याच्या उलट अभिक्रिया होते.

4.2.1 एन्थॅल्पी (ΔH)

एन्थॅल्पी (ΔH) हे अभिक्रिया घडत असताना मुक्त होणाऱ्या वास्तविक ऊर्जेचे मोजमाप आहे (“अभिक्रिया ची उष्णता”). जर ती ऋणात्मक असेल तर अभिक्रियेतून ऊर्जा बाहेर पडते; जर ती धनात्मक असेल, तर अभिक्रियेला ऊर्जेची आवश्यकता असते. हे ऊर्जेचे आणखी एक माप आहे ज्याला एन्थॅल्पी H म्हणतात, एका प्रकारे स्फटिकाच्या उष्मा ऊर्जेचे मोजमाप आहे. जसे कि आपण खाली पाहू,

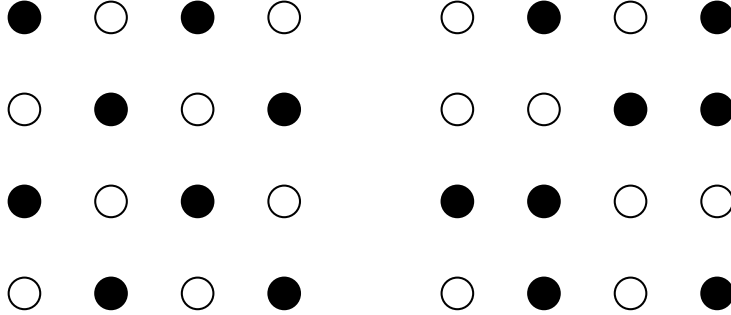
$$dH = dQ + VdP \quad \dots(4.2)$$

जेव्हा रासायनिक अभिक्रियेदरम्यान उष्णता शोषली जाते तेव्हा dH चे चिन्ह धनात्मक (+) असते. आणि जेव्हा उष्णता बाहेर टाकली जाते, तेव्हा dH चे चिन्ह ऋणात्मक (-) असते.

4.2.2 एन्ट्रॉपी (ΔS)

वायूंचे मिश्रण किंवा पाण्यात रंजकाचा प्रसार होण्याबद्दल काळजीपूर्वक निरीक्षण करा. उष्माबद्दल शून्य किंवा एंडोथर्मिक असला तरीही या अभिक्रिया कशामुळे उत्स्फूर्तपणे पुढे जातात? उत्तर एन्ट्रॉपी S आहे जे सुव्यवस्थितता किंवा अव्यवस्थितता याचे मोजमाप आहे.

एन्ट्रॉपी (ΔS) हे अभिकारकाच्या तुलनेत उत्पादितांमधील अव्यवस्थेच्या शक्यतांच्या बदलाचे एक मोजमाप. उदाहरणार्थ, जर घन पदार्थ (व्यवस्थित अवस्था) द्रव पदार्थाशी (काहीसे कमी व्यवस्थित अवस्था) अभिक्रिया करून वायू (अत्यंत अव्यवस्थित अवस्था) तयार करत असेल, तेव्हा या अभिक्रियेसाठी एन्ट्रॉपीमध्ये सामान्यतः मोठा धनात्मक बदल होतो.



आकृती 4.1: एन्ट्रॉपी, यादृच्छिकतेचे प्रमाण

अनव्युत्क्रमी प्रक्रियेदरम्यान प्रणालीची एन्ट्रॉपी नेहमीच वाढते; म्हणजेच, व्युत्क्रमी प्रक्रियेसाठी, $dS = 0$, तर अपरिवर्तनीय प्रक्रियेसाठी $dS > 0$. हा उष्मागतिकीचा दुसरा नियम आहे.

एन्ट्रॉपी बदल, ΔS ची व्याख्या, एका समतापी आणि व्युत्क्रमी बदलात शोषल्या गेलेली एकूण उष्णता आणि ज्यावर उष्णता शोषली गेली ते निरपेक्ष तापमान यांच्यामधील गुणोत्तर, अशी केली जाते.

$$\Delta S = \frac{Q_{\text{Rev}}}{T} \quad \dots(4.3)$$

एन्ट्रॉपी ΔS चे एकक एक व्यापक गुणधर्म आहे. म्हणून त्याचे मूल्य पदार्थाच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. त्याचे एकक कॅलरी प्रति डिग्री प्रति मोल असे आहे ($\text{Cal deg}^{-1} \text{mol}^{-1}$).

चक्रीय प्रक्रियेची एन्ट्रॉपी - चक्रीय प्रक्रियेमध्ये एन्ट्रॉपी हे अवस्थेचे फलन आहे, प्रणालीच्या एन्ट्रॉपीमध्ये कोणताही बदल होणार नाही, त्यामुळे एन्ट्रॉपीमध्ये होणारा बदल,

$$\Delta S = 0 \quad \dots(4.4)$$

समोष्ण प्रक्रियेत एन्ट्रॉपी बदल - समोष्ण बदलामध्ये प्रणालीला उष्णता दिली जात नाही किंवा प्रणालीमधून बाहेर काढली जात नाही. म्हणून, $q = 0$, आणि प्रक्रियेदरम्यान एन्ट्रॉपीमध्ये बदल, $\Delta S = 0$ असतो आणि म्हणून याला असे दर्शविले जाईल

$$\Delta S = \frac{q_{\text{Rev}}}{T} = \frac{q}{T} = 0 \quad \dots(4.5)$$

अशी प्रक्रिया आयसो-एन्ट्रोपिक प्रक्रिया म्हणून ओळखली जाते.

4.3 तापमान, दाब आणि आकारमानामध्ये होणाऱ्या बदलासोबत आदर्श वायूचा एन्ट्रॉपी बदल

एन्ट्रॉपी हा प्रणालीच्या अवस्थेवर अवलंबून असलेला उष्मागतिकी गुणधर्म आहे आणि म्हणून शुद्ध पदार्थासाठी त्याचे मूल्य तीनपैकी कोणत्याही दोन स्वतंत्र अवस्था चलनांवर अवलंबून असते, अर्थात, दाब, आकारमान आणि तापमान. एन्ट्रॉपी बदल दोन बाबी खाली विचारात घेतले जातील:

- (i) जेव्हा T आणि V हे चल मानले जातात.
- (ii) जेव्हा T आणि P हे चल मानले जातात.

4.3.1 जेव्हा T आणि V हे चल मानले जातात

आपण अपरिमित बदलासाठी वायूच्या एन्ट्रॉपीमध्ये होणाऱ्या वाढीला खालील पदावलीने परिभाषित केले आहे

एन्ट्रॉपी मधील बदलासाठी आपल्याला मिळणारी पदावली आहे

$$\Delta S = nC_v \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \dots(4.6)$$

जेथे

R = वायू स्थिरांक

T_1 = प्रारंभिक अवस्थेतील तापमान

V_1 = प्रारंभिक अवस्थेतील आकारमान

T_2 = अंतिम अवस्थेतील तापमान

V_2 = अंतिम अवस्थेतील आकारमान

वरील समीकरणात, समीकरणाच्या उजव्या बाजूस पहिली संज्ञा स्थिर आकारमानावर तापमान बदलल्यास एका आदर्श वायूच्या n मोल्सच्या एन्ट्रॉपीमध्ये होणारा बदल दर्शविते आणि दुसरी संज्ञा स्थिर तापमानावर आकारमान बदलल्यामुळे ΔS देते. अशा प्रकारे, हे स्पष्ट आहे की आदर्श वायूच्या स्थितीत बदल करण्यासाठी एन्ट्रॉपी हा बदल प्रारंभिक आणि अंतिम तापमानावर तसेच प्रणालीच्या प्रारंभिक आणि अंतिम आकारमानावर अवलंबून नाही. लघुगणक आधार 10 मध्ये बदलून, समीकरण होईल,

$$\Delta S = 2.303n C_v \log \frac{T_2}{T_1} + nR 2.303 \log \frac{V_2}{V_1} \quad \dots(4.7)$$

4.3.2 जेव्हा T आणि P हे चल मानले जातात

प्रारंभिक अवस्थेत, P_1 दाब आणि V_1 आकारमान असू द्या आणि अंतिम अवस्थेत P_2 दाब आणि V_2 आकारमान असू द्या, नंतर आपल्याला एन्ट्रॉपीमध्ये बदलासाठी पदावली मिळते,

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{P_1}{P_2} \quad \dots(4.8)$$

जेथे

R = वायू स्थिरांक

T_1 = प्रारंभिक अवस्थेतील तापमान

P_1 = प्रारंभिक अवस्थेतील दाब

T_2 = अंतिम अवस्थेतील तापमान

P_2 = अंतिम अवस्थेतील दाब

किंवा,

$$\Delta S = nC_p 2.303 \log \frac{T_2}{T_1} + nR 2.303 \ln \frac{P_1}{P_2} \quad \dots(4.9)$$

समीकरणातील पहिली संज्ञा स्थिर दाबावर तापमानात परिवर्तनामुळे एका आदर्श वायूच्या n moles द्वारा प्रभावित एन्ट्रॉपीमध्ये परिवर्तन देते तर दुसरी संज्ञा एका स्थिर तापमानावर भिन्न दाबामुळे एन्ट्रॉपीमध्ये परिवर्तन देते.

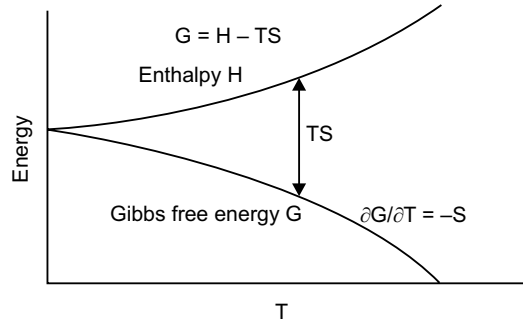
अशा प्रकारे आदर्श वायूच्या अवस्थांच्या बदलासाठी एन्ट्रॉपी बदल प्रारंभिक आणि अंतिम तापमानावर तसेच प्रणालीच्या प्रारंभिक आणि अंतिम दाबावर अवलंबून असतो.

4.4 गिब्स मुक्त ऊर्जा (Gibb's Free Energy) (G)

गिब्स मुक्त ऊर्जा, G ही ऊष्मागतिक विभव आहे. ऊर्जेचे दोन माप (एन्थॅल्पी H आणि एन्ट्रॉपिक ऊर्जा TS) गिब्स मुक्त ऊर्जा समीकरणात एकत्र आणले जातात: (रासायनिक विभव एका घटकासाठी समकक्ष आहे) हे अधिक समजण्याजोग्या मार्गाने लिहू शकतो

$$G = H - TS \quad \dots(4.10)$$

जे म्हणते की गिब्स मुक्त ऊर्जा, G ऊष्मा ऊर्जा आणि एन्ट्रॉपिक ऊर्जा यांच्यातील फरक आहे.



आकृती 4.2: G , S आणि H मधील संबंध

4.4.1 G , S आणि V मधील संबंध

सर्वांमधील संबंधाला अशाप्रकारे लिहिणे शक्य आहे

$$dG = VdP - SdT \quad \dots(4.11)$$

याचा अर्थ असा आहे की गिब्स मुक्त ऊर्जेमधील बदल हे दाब आणि तापमानातील बदलांमुळे तयार होतात आणि अवस्थेच्या आकारमान आणि एन्ट्रॉपीवर कार्य करतात.

म्हणून लिहिले जाऊ शकते

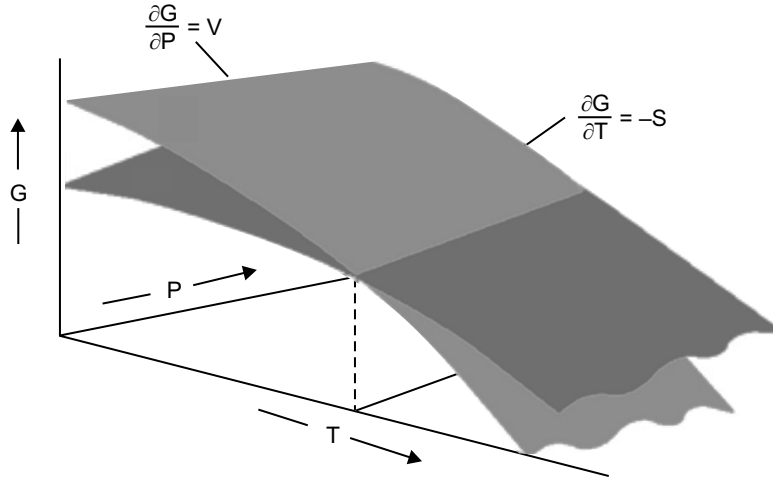
$$dG = \frac{\partial G}{\partial P} dP - \frac{\partial G}{\partial T} dT \quad \dots(4.12)$$

याचा अर्थ असा की

$$\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = V \quad \dots(4.13)$$

आणि $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = -S \quad \dots(4.14)$

हे संबंध सूचित करतात की गीब्स मुक्त उर्जेमध्ये दाबाच्या संदर्भात बदल हा ग्रॅमरेणु आकारमान V आहे आणि तापमानासंदर्भात गीब्स मुक्त उर्जेमधील बदल वजा एन्ट्रॉपी एस.



आकृती 4.3: गिब्स मुक्त ऊर्जा, आकारमान आणि एन्ट्रॉपीमधील संबंध

4.4.2 निर्मितीची गिब्स मुक्त ऊर्जा (Gibbs Free Energy of Formation)

निर्मितीची गिब्स मुक्त ऊर्जा $\Delta_f G^\circ$ आहे

$$\Delta_f G^\circ = \Delta_f H^\circ - T\Delta_f S^\circ \quad \dots(4.15)$$

दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

- एन्ट्रॉपीचे वास्तविक जीवनाचे उदाहरण म्हणजे जेवण करणे, प्रकाश संश्लेषण एन्ट्रॉपी कमी होण्याचे उदाहरण आहेत.
- बर्फ वितळणे, मीठ किंवा साखर विसर्जित करणे, पॉपकॉर्न बनविणे आणि चहासाठी पाणी उकळणे ही आपल्या स्वयंपाकघरातील वाढत्या एन्ट्रॉपी प्रक्रिया आहेत.
- शेकोटी एन्ट्रॉपीचे एक उदाहरण आहे. भरीव लाकूड जळते आणि राख, धूर आणि वायू बनते, हे सर्व घन इंधनापेक्षा सहजतेने बाहेर ऊर्जा पसरवते.

4.5 घट विभव (Cell Potential)

घट विभव, E_{cell} , विद्युतरासायनिक घटातील दोन अर्ध्या घटा मधील विभवांतराचे माप आहे. इलेक्ट्रॉनच्या एका अर्ध्या घटा पासून दुसऱ्या अर्ध्या घटाकडे इलेक्ट्रॉनच्या वहन क्षमतेमुळे विभवांतर घडून येते. इलेक्ट्रॉन इलेक्ट्रोड्स दरम्यान फिरण्यास सक्षम असतात कारण रासायनिक अभिक्रिया रेडॉक्स अभिक्रिया असते. ऑक्सिडन दरम्यान, पदार्थ एक किंवा अधिक इलेक्ट्रॉन गमावतो

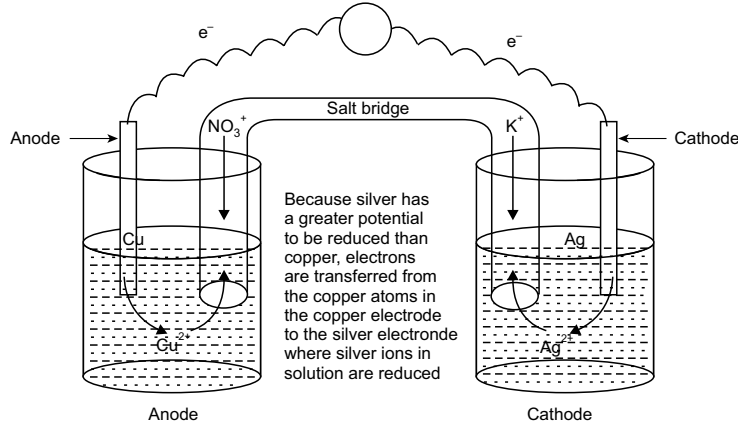
आणि अशाप्रकारे धनप्रभारीत होतो. उलटपक्षी, क्षपण दरम्यान, पदार्थ इलेक्ट्रॉन मिळवतात आणि ऋणप्रभारीत होतात. हे घटाच्या विभवतेच्या मापनाशी संबंधित आहे. घट विभव, (E_{cell}) व्होल्टेज (V) मध्ये मोजली जाते, जी आपल्याला घटाच्या विभवतेस विशिष्ट मूल्य देण्यास अनुमती देते.

4.5.1 विद्युतरासायनिक घट

विद्युतरासायनिक घटामध्ये दोन अर्धे घट असतात. एका अर्ध्या घटामध्ये धातूच्या इलेक्ट्रोडचे ऑक्सिडन होते आणि दुसऱ्या अर्ध्या घटामध्ये द्रावणात धातूच्या आयनचे क्षपण होते. अर्ध्या घटामध्ये मूलतः त्याच धातूच्या आयनच्या जलीय द्रावणामध्ये बुडलेल्या विशिष्ट धातूचा इलेक्ट्रोड असतो. अर्ध्या घट, एनोड म्हणून चिन्हांकित केला जाईल. जेथे इलेक्ट्रोडमधील धातूमधील अणू ऑक्सिडाइझ होतात आणि जलीय द्रावणामध्ये इतर धातूच्या आयनमध्ये सामील होतात. याचे एक उदाहरण म्हणजे तांबे इलेक्ट्रोड, ज्यामध्ये इलेक्ट्रोडमधील Cu अणू दोन इलेक्ट्रॉन गमावतात आणि Cu^{2+} बनतात.

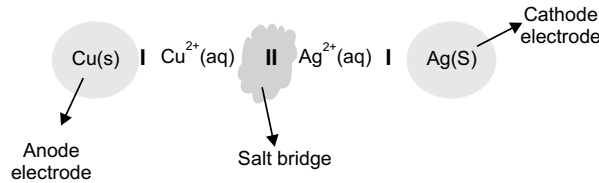
विद्युतरासायनिक घटाचे घटक: विशिष्ट विद्युतरासायनिक घटामध्ये खालील घटक असतात-

- दोन अर्धे घट
- दोन धातूचे इलेक्ट्रोड
- एक व्होल्टमीटर
- एक क्षार सेतु
- प्रत्येक अर्ध्या घटासाठी दोन जलीय द्रावण



आकृती 4.4: विद्युतरासायनिक घट

4.5.2 घट आकृती अशाप्रकारे लिहिले जाऊ शकते



आकृती 4.5: घटाचे समीकरण

- घट आकृती ही विद्युतरासायनिक घटामध्ये असलेल्या एकूण अभिक्रिया दर्शविते.
- घट आकृतीमध्ये, एनोड अर्धा घट नेहमी आकृतीच्या डाव्या बाजूस लिहिलेला असतो आणि कॅथोड अर्धा घट नेहमीच आकृतीच्या उजव्या बाजूला लिहिलेला असतो.

- आकृतीमध्ये एनोड आणि कॅथोड दोघांना दोन उभ्या रेषांनी (||) विभक्त केले आहे.
- एनोड आणि कॅथोड दोन्ही द्रावणातील इलेक्ट्रोडना एका उभ्या रेषेने (|) विभक्त केले आहे.
- जेव्हा जलीय द्रावणामध्ये जास्त रसायनांचा समावेश असतो तेव्हा त्यांना स्वल्पविराम आणि नंतर रासायनिक पदार्थ जोडून आकृतीमध्ये जोडले जातात.
- उदाहरणार्थ, वरील प्रतिमेमध्ये, जर एकट्या तांब्याचे ऑक्सिडन केले नसते व त्या जोडीला एक दुसरा K सारखा रसायन समाविष्ट असता तर तुम्ही त्याला आकृतीमध्ये (Cu, K) असे दर्शविले असते. घट आकृती आपल्याला कशाचे ऑक्सिडन करण्यात येत आहे आणि कशाचे क्षपण करण्यात आहे हे बघणे सुलभ करते. याच अभिक्रियांमुळे घटविभव निर्माण होतो.

4.6 मानक घट विभव

मानक घट विभव (E°_{cell}) त्या दोन इलेक्ट्रोडमधील फरक आहे, जे त्या घटाचे व्होल्टेज बनवितो दोन अर्ध्या घटाचे विभवांतर शोधण्यासाठी खालील समीकरण वापरले जाते:

$$E^\circ_{\text{Cell}} = E^\circ_{\text{Red, Cathode}} - E^\circ_{\text{Oxd, Anode}} \quad \dots(4.16)$$

जेथे

- E°_{cell} ही एक मानक घट क्षमता आहे ($1 M, 1 \text{ Barr}$ आणि $298^\circ K$ अंतर्गत).
- E°_{Red} , कॅथोड: कॅथोडवर होणाऱ्या क्षपण अर्ध्या अभिक्रियेसाठी मानक क्षपण विभव आहे.
- E°_{Oxd} , एनोड एनोड येथे होणाऱ्या ऑक्सिडन अर्ध्या अभिक्रियेसाठी मानक क्षपण विभव आहे.

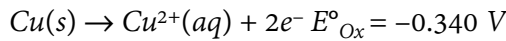
घट विभवांचे एकक व्होल्ट (V) मध्ये मोजली जातात. लक्षात घ्या की हे समीकरण फरकाऐवजी बेरीज म्हणून देखील लिहिले जाऊ शकते

$$E^\circ_{\text{Cell}} = E^\circ_{\text{Red, Cathode}} + E^\circ_{\text{Oxd, Anode}} \quad \dots(4.17)$$

4.6.1 मानक घट विभव उदाहरण

तांबे आणि चांदी घट आकृती.

रेडॉक्स समीकरणाचा, ऑक्सिडन अर्धा घट आहे:



क्षपण अर्धा घट आहे:



जेथे आपण इलेक्ट्रॉन च्या गणनेचा समतोल राखण्यासाठी क्षपण रासायनिक समीकरणाला दोनने गुणले आहे परंतु E° मूल्ये व्होल्टेजच्या एककांमध्ये दिली जात असल्याने आपण E°_{Red} दुप्पट केलेले नाही. व्होल्टेज ही प्रति प्रभार ऊर्जा आहे, प्रति अभिक्रिया ऊर्जा नाही.

रासायनिक समीकरणांची बेरीज केली जाऊ शकते



जेथे अर्ध-घट अभिक्रियांच्या विभवतेची बेरीज केली जाऊ शकते

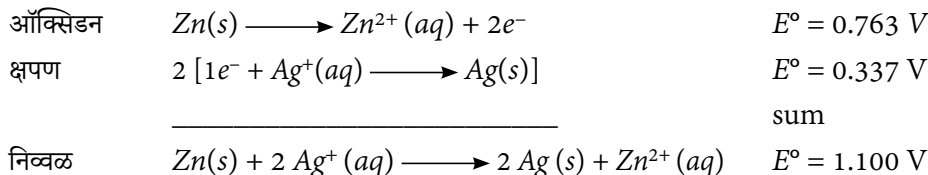
$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{Cell}} &= E^\circ_{\text{Red, Cathode}} + E^\circ_{\text{Ox, Anode}} \\ E^\circ_{\text{Cell}} &= 0.800 V + (-0.340 V) \end{aligned}$$

$$E^\circ_{\text{Cell}} = 0.460 \text{ V}$$

या घटाची मानक घट क्षमता 0.460 V असे आढळते.

4.6.2 घट विभवतेची गणना करणे

मानक झिंक इलेक्ट्रोड आणि मानक तांबे इलेक्ट्रोडपासून बनविलेले व्होल्टाइक घटाची निव्वळ अभिक्रिया दोन अर्ध्या अभिक्रियांना एकत्र जोडून प्राप्त केली जाते:



4.7 नर्न्स्ट समीकरण (Nernst Equation)

विद्युतरसायनामध्ये नर्न्स्ट समीकरण हे असे समीकरण आहे जे विद्युतरसायनिक अभिक्रियेतील (अर्ध-घट किंवा पूर्ण घट अभिक्रिया) घट विभवाचा संबंध प्रमाण इलेक्ट्रोड विभव, तापमान आणि रासायनिक घटक ज्यांचे ऑक्सीडन क्षपण होत आहे त्यांच्या क्रियाशीलतेशी (सहंतीद्वारा अंदाजित केलेल्या) जोडते.

हे विद्युतरसायन क्षेत्रातील सर्वात महत्वाचे समीकरण आहे. त्याचे नामकरण भौतिक रसायनशास्त्रज्ञ वाल्थर नर्न्स्ट ज्यांनी याची मांडणी केली त्यांच्या नावावर आहे.

एक अभिक्रिया मानक-स्थितीच्या परिस्थितीत प्रारंभ होऊ शकते, परंतु अभिक्रिया जसजशी पुढे सरकते तसतसे द्रावणाची सहंती बदलते, अभिक्रियेमागील प्रेरक शक्ती कमकुवत होते आणि घट विभव अखेर शून्यावर पोहोचते.

जेव्हा घट विभव शून्याइतकी असते तेव्हा अभिक्रिया समतोल असते.

नर्न्स्ट समीकरण: अभिक्रियेदरम्यान कोणत्याही क्षणी किंवा प्रमाण-अवस्थेव्यतिरिक्त इतर अटीला घट विभव शोधण्यासाठी वापरला जाऊ शकतो

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q_c \quad \dots(4.19)$$

E° = विशिष्ट अवस्थेत घट विभव (V)

E = मानक अवस्थेत घट विभव

R = आदर्श वायू स्थिरांक = $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

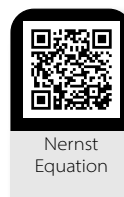
T = तापमान (K), जे सामान्यतः 25°C (298 K) असते

n = संतुलित समीकरणात स्थानांतरित केलेल्या इलेक्ट्रॉनच्या ग्रामरेणूची संख्या

F = फॅरॅडेचा स्थिरांक ग्रामरेणूभार इलेक्ट्रॉनवरील प्रभार = $95,484.56 \text{ C mol}^{-1}$

$\ln Q_c$ = विशिष्ट क्षणी अभिक्रिया गुणांकाचा नैसर्गिक लॉग

हे समीकरण त्याच्या मानक-अवस्था घटाच्या विभवतेतून कोणत्याही ऑक्सीकरण-क्षपण अभिक्रियेसाठी संतुलित स्थिरांकाची गणना करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.



Nernst Equation

दैनिक जीवनात अनुप्रयोग

आपल्या आजच्या जीवनात विद्युतरसायनशास्त्राचे महत्त्व जाणून घेऊया.

- कॅल्क्युलेटर ते फ्लॅशलाइट, ऑटोमोबाईलपर्यंत सर्वांना ऊर्जा देण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सर्व प्रकारच्या बॅटरी वीज निर्मितीसाठी रासायनिक अभिक्रियावर अवलंबून असतात.
- विद्युतरसायनाचा वापर सोन्याच्या किंवा क्रोमियम आणि झिंक सारख्या संरक्षक आणि सजावटीच्या धातू असलेल्या वस्तूंच्या लेपणासाठी केला जातो.
- द्रावणाचे सामू (pH), द्रावणीयता गुणाकार, स्थिर संतुलन आणि इतर थर्मोडायनामिक गुणधर्म विभवमितीय अनुमापन इत्यादींसाठी नन्स्ट समीकरण व्यापकपणे वापरले जाते.

4.8 आम्ल-आम्लारी सिद्धांत (Acid Base Theories)

आम्ल - ज्या पदार्थाच्या पाण्यातील द्रावणाची चव आंबट असते, जो निळा लिटमस लाल रंगात बदलतो, आम्लारीचे उदासिनीकरण करतो आणि Zn , Mg , Na . सारख्या धातूंसोबत अभिक्रिया केल्यास हायड्रोजन वायू उत्सर्जित करतो त्या पदार्थाला आम्ल असे म्हणतात.

उदाहरण - HCl , H_2SO_4 , HNO_3 .

आम्लारी - ज्या पदार्थाच्या पाण्यातील द्रावणाची चव कडू असते, जो लाल रंगाचा लिटमस निळ्या रंगात बदलतो, ज्याचा स्पर्श साबणासारखा असतो आणि जो आम्लाचे उदासिनीकरण करतो त्या पदार्थाला आम्लारी असे म्हणतात

उदाहरण - $NaOH$, KOH , NH_4OH .

4.8.1 मर्यादा

वरील व्याख्या आम्ल आणि आम्लारीच्या निरीक्षण केलेल्या काही गुणधर्मांवर आधारित आहेत.

- वरील व्याख्या, या गुणधर्मांसाठी जबाबदार संरचनेचे स्पष्टीकरण करण्यास अक्षम आहेत.
- म्हणून काही संकल्पनात्मक परिभाषा आवश्यक आहेत.

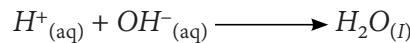
आम्ल आम्लारीविषयी तीन मुख्य सिद्धांत आहेत

1. एरिनेयस सिद्धांत
2. ब्रॉन्स्टेड-लोरी सिद्धांत
3. लेविस सिद्धांत

4.8.2 आम्ल आणि आम्लारीचा एरिनेयस सिद्धांत

आम्ल - आम्ल असे पदार्थ असतात जे द्रावणात हायड्रोजन आयन (H^+) तयार करतात.

आम्लारी - आम्लारी असे पदार्थ आहेत जे द्रावणात हायड्रॉक्साइड आयन (OH^-) तयार करतात. हायड्रोजन आयन आणि हायड्रॉक्साइड आयन अभिक्रिया करून पाणी निर्माण करतात म्हणून उदासिनीकरण होते.



4.8.3 सिद्धांताची मर्यादा

- हा सिद्धांत केवळ जलीय द्रावणासाठी लागू आहे आणि अजलीय आणि वायुरूप अभिक्रियांना लागू नाही.
- हा फक्त त्या संयुगासाठी लागू आहे ज्यांचे आम्लासाठीचे सूत्र HA आणि आम्लारीसाठीचे सूत्र BOH आहे.
- हा सिद्धांत आम्ल आणि आम्लारीचे स्वरूप ठरवण्यामध्ये द्रावकाच्या भूमिकेचा विचार करीत नाही.

4.8.4 आम्ल आणि आम्लारीचा ब्रॉन्स्टेड-लोरी सिद्धांत

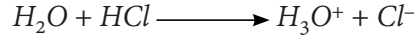
1923 मध्ये, ब्रॉन्स्टेड आणि लोरी यांनी आम्ल आणि आम्लारीचा आणखी एक सिद्धांत मांडला जो एरिनेयस संकल्पनेच्या तुलनेत विस्तृत श्रेणीसाठी लागू आहे. हा जलीय आणि अजलीय द्रावणासाठी लागू आहे.

आम्ल - आम्ल हा एक प्रोटॉन (हायड्रोजन आयन) दाता असतो.

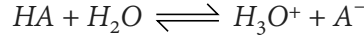
आम्लारी - आम्लारी हा एक प्रोटॉन (हायड्रोजन आयन) स्वीकारणारा असतो.

4.8.5 संयुग्मीत जोड्या (Conjugated Pair)

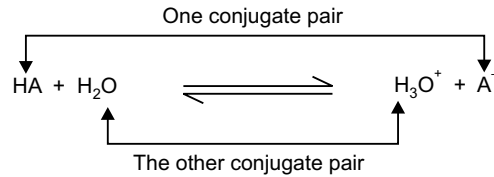
जेव्हा हायड्रोजन क्लोराईड पाण्यात विरघळते तेव्हा हायड्रॉक्सोनियम आयन आणि क्लोराईड आयन तयार करतात. हायड्रोजन क्लोराईड एक तिघा आम्ल आहे, आणि अभिक्रिया अशा प्रकारे लिहू शकतो:



खरं तर, HCl आणि पाणी यांच्यातील अभिक्रिया केवळ अगदी थोड्या प्रमाणात प्रत्यावर्ती आहे, सामान्यीकरणासाठी, आम्ल HA चा विचार करा आणि ही व्युत्क्रमी आहे असा विचार करा.



- HA आम्ल आहे कारण तो पाण्यात प्रोटॉन (हायड्रोजन आयन) दान करतो.
- पाणी हा एक आम्लारी आहे कारण तो HA कडून प्रोटॉन स्वीकारत आहे.
- हायड्रॉक्सोनियम आयन आणि A^- आयन दरम्यान उलट अभिक्रिया:
- H_3O^+ हा आम्ल आहे कारण तो A^- आयनला प्रोटॉन (हायड्रोजन आयन) दान करतो.
- A^- एक आम्लारी आहे कारण तो H_3O^+ कडून प्रोटॉन स्वीकारत आहे.
- व्युत्क्रमी अभिक्रियामध्ये दोन आम्ल आणि दोन आम्लारी असतात. आपण त्यांचा जोडींमध्ये विचार करतो, ज्यांना संयुग्मीत जोड्या म्हणतात.



आकृती 4.6: पाण्याच्या रेणूतील संयुग्मीत आम्ल आणि संयुग्मीत आम्लारी जोड्या

ब्रॉन्स्टेड लोरी सिद्धांताची मर्यादा

- SO_3 , CO_2 , SO सारख्या आम्लधर्मी ऑक्साईड्स आणि CaO , BaO , MgO . सारख्या आम्लारीधर्मी ऑक्साईड्समधील अभिक्रियांचे स्पष्टीकरण देऊ शकत नाही.
- SO_2 , N_2O_4 , $COCl_2$ आणि बऱ्याच अप्रोटोनिक द्रावकांमध्ये होणाऱ्या अभिक्रियांचे स्पष्टीकरण देऊ शकत नाही.

4.8.6 आम्ल आणि आम्लारीचा लेविस सिद्धांत

1923 मध्ये लेविस यांनी इलेक्ट्रॉनच्या व्यवहारावर आधारित एक सिद्धांत सुचविला.

सिद्धांत

लेविस आम्ल - आम्ल हा इलेक्ट्रॉन युग्म स्वीकारणारा असतो.

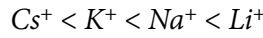
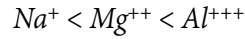
लेविस आम्लारी - आम्लारी हा इलेक्ट्रॉन युग्म दाता असतो.

लेविस आम्ल वर्गीकरण - लेविस संकल्पनेनुसार आम्ल खालील पद्धतीने वर्गीकरण केले जाते

1. साधी कॅटायन - कॅटायनचे सामर्थ्य खालील बाबींसह वाढते-

- आयनचा प्रभार वाढल्यास.
- आयनिक त्रिज्यामध्ये घट झाल्यास
- इलेक्ट्रॉन शिल्डिंगमध्ये घट झाल्यास

काही कॅटायनच्या लेविस आम्ल सामर्थ्याचा क्रम आहे



2. मध्यवर्ती अणूमध्ये अपूर्ण ऑक्टेट असलेले रेणू Be , B आणि Al चे हॅलाइड्स.

उदाहरण - BF_3 , $AlCl_3$, $BeCl_2$ इ.

3. मध्यवर्ती अणूमध्ये रिक्त d कक्षा असलेले रेणू

उदाहरण - SiX_4 , $SnCl_4$, GeX_4 , $TiCl_4$, PX_3 , PF_5 , SF_4 इ.

4. भिन्न इलेक्ट्रॉनगेटीव्हिटीच्या अणूंमध्ये अनेक बंध असलेले रेणू.

उदाहरण - SO_2 , CO_2 .

लेविस आम्लारीचे वर्गीकरण: लेविस संकल्पनेनुसार आम्लारी खालील बाबींनुसार विभागले गेले आहेत

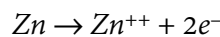
1. तटस्थ रेणूच्या कोणत्याही अणूवर असलेले विविक्त इलेक्ट्रॉन युग्म. उदाहरणे आहेत NH_3 , RNH_2 , R_2NH , R_3N , H_2O , ROH , ROR आहेत.
2. आनियन्स - सर्वसाधारणपणे सर्व कॅटायनमध्ये विविक्त इलेक्ट्रॉन युग्म असते जी ती लेविस आम्लाना दान करू शकतात आम्ल उदा. Cl^- , Br^- , NH_2^- , SO_3^{2-} , NO_2^- , OR^-
3. ज्या रेणू मध्ये दुहेरी बंध किंवा π बंध असतो. $CH_2 = CH_2$.
4. हॅलाइड्स - जे हॅलोजन आयन देऊ शकतात, लेविस आम्लारी म्हणून कार्य करतात, उदा XeF_2 , CsF , XeF_4 , XeF_6 ,

4.9 ऑक्सिडन आणि क्षपण

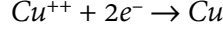
ऑक्सिडन प्रक्रियेदरम्यान भाग घेणाऱ्या मूळ प्रजातीपेक्षा ऑक्सिडनांक वाढतो आणि क्षपण प्रक्रियेदरम्यान भाग घेणाऱ्या मूळ प्रजातीपेक्षा ऑक्सिडनांक कमी होतो.

ऑक्सिडन अर्धा अभिक्रिया: या अभिक्रियेमध्ये दोन इलेक्ट्रॉन गमावल्यामुळे Zn ते Zn^{++} आयन असे ऑक्सिडन झाले आहे.

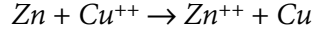
Zn चा ऑक्सिडनांक 0 (शून्य) आहे, ऑक्सिडन नंतर तो +2 होतो.



क्षपण अर्धा अभिक्रिया : या अभिक्रियेमध्ये दोन इलेक्ट्रॉन मिळविण्याद्वारे Cu^{++} आयनचे क्षपण Cu त होते. Cu^{++} चा ऑक्सिडनांक +2 आहे क्षपण नंतर तो 0 (शून्य) होतो.



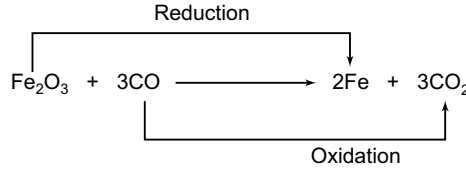
प्रत्येक बाजूने दोन इलेक्ट्रॉन रद्द केल्यानंतर संपूर्ण अभिक्रिया खालील प्रमाणे लिहिली जाऊ शकते



1. ऑक्सिजन हस्तांतरणाच्या बाबतीत ऑक्सिडन आणि क्षपण व्याख्या:

- ऑक्सिडन म्हणजे ऑक्सिजन मिळवणे.
- क्षपण म्हणजे ऑक्सिजन गमावणे.

उदाहरणार्थ, त्याच्या धातुकातून लोह बाहेर काढताना:



आकृती 4.7: Fe_2O_3 आणि कार्बन मोनो-ऑक्साइड दरम्यान रेडॉक्स अभिक्रिया

4.9.1 ऑक्सिडायझिंग आणि रेड्यूसिंग एजंट्स

ऑक्सिडायझिंग एजंट हा असा पदार्थ आहे जो दुसऱ्या कशाचे तरी ऑक्सिडन करतो. वरील उदाहरणात, आयरन (III) ऑक्साईड ऑक्सिडायझिंग एजंट आहे. रेड्यूसिंग एजंट्स दुसऱ्या कशाचे क्षपण तरी करतो. वरील समीकरणात, कार्बन मोनोऑक्साइड रेड्यूसिंग एजंट आहे. ऑक्सिडायझिंग एजंट दुसऱ्या पदार्थांना ऑक्सिजन देतात. रेड्यूसिंग एजंट्स दुसऱ्या पदार्थातून ऑक्सिजन काढून टाकतात.

हायड्रोजन स्थानांतरणाच्या बाबतीत ऑक्सिडन आणि क्षपण

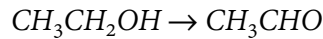
या जुन्या परिभाषा आहेत ज्या आजकाल फारशा वापरल्या जात नाहीत. आपणास बहुधा सेंद्रीय रसायनशास्त्रात त्या मिळेल.

व्याख्या

- ऑक्सिडन म्हणजे हायड्रोजन गमावणे.
- क्षपण म्हणजे हायड्रोजन मिळवणे.

लक्षात घ्या की हे ऑक्सिजनच्या परिभाषाच्या अगदी विरुद्ध आहेत.

उदाहरणार्थ, इथेनॉलचे इथेनलमध्ये ऑक्सीकरण केले जाऊ शकते:



हायड्रोजन गमावल्यामुळे ऑक्सिडन

इथेनॉलमधून हायड्रोजन काढण्यासाठी आपल्याला ऑक्सिडायझिंग एजंट वापरण्याची आवश्यकता असते. सामान्यतः वापरल्या जाणारा ऑक्सिडायझिंग एजंट सौम्य सल्फ्यूरिक आम्लासह ऍसिडिफिकेशन केलेला पोटॅशियम डायक्रोमेट (VI) द्राव वापरला जातो. इथेनलमध्ये हायड्रोजन जोडून पुन्हा इथेनॉल रेड्यूस केला जाऊ शकतो. सोडियम टेट्राहाइड्रोबोरेट, $NaBH_4$ हा संभाव्य रेड्यूसिंग एजंट आहे.

ऑक्सिडायझिंग आणि रेड्यूसिंग एजंट्सबद्दल आणखी अद्यतन - ऑक्सिडायझिंग एजंट्स दुसऱ्या पदार्थाना ऑक्सिजन देतात किंवा त्यातून हायड्रोजन काढून टाकतात. रेड्यूसिंग एजंट्स दुसऱ्या पदार्थातून ऑक्सिजन काढून टाकतात किंवा त्यास हायड्रोजन देतात.

इलेक्ट्रॉन स्थानांतरणाच्या दृष्टीने ऑक्सिडन आणि क्षपण

हा सहजपणे A पातळीवर ऑक्सिडन आणि क्षपण या शब्दाचा सर्वात महत्त्वपूर्ण उपयोग आहे

व्याख्या

- ऑक्सिडन म्हणजे इलेक्ट्रॉन गमावणे.
- क्षपण म्हणजे इलेक्ट्रॉन मिळवणे.

तुम्हाला व्याख्या लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे. हे करण्याचा एक अतिशय सोपा मार्ग आहे. जोपर्यंत तुम्हाला आठवत की तुम्ही इलेक्ट्रॉन स्थानांतरणाविषयी बोलत आहात

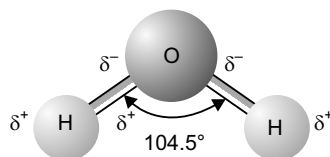
OIL	RIG
ऑक्सिडन म्हणजे इलेक्ट्रॉन गमावणे.	क्षपण म्हणजे इलेक्ट्रॉन मिळवणे.

आपण सारांश देऊ शकतो -

- ऑक्सिडायझिंग एजंट इतर कशातरीला ऑक्सिडाइझ करते.
- ऑक्सिडन म्हणजे इलेक्ट्रॉन गमावणे. (OIL)
- याचा अर्थ असा आहे की ऑक्सिडायझिंग एजंट इतर पदार्थातून इलेक्ट्रॉन घेतो.
- म्हणून ऑक्सिडायझिंग एजंटला इलेक्ट्रॉन मिळवणे आवश्यक आहे.

4.10 जल रसायन

पाण्याचे रासायनिक सूत्र H_2O आहे. पाण्याच्या रेणूमध्ये ऑक्सिजनचा एक अणू हायड्रोजनच्या दोन अणूनी बांधलेला असतो. हायड्रोजन अणू ऑक्सिजन अणूच्या एका बाजूला “जोडलेले” असतात, परिणामी पाण्याचे रेणू ज्या ठिकाणी हायड्रोजन अणू असतात त्या बाजूला धनप्रभार निर्माण होते आणि दुसरीकडे ऑक्सिजन अणू असतो तेथे ऋणप्रभार निर्माण होते. विपरीत विद्युत्प्रभार आकर्षित होत असल्याने, पाण्याचे रेणू एकमेकांना आकर्षित करतात, ज्यामुळे पाणी एकप्रकारे “चिकट” होते. हायड्रोजन अणूची धनप्रभारीत बाजू ऑक्सिजनची अणूच्या ऋणप्रभारीत बाजूला आकर्षित करते.



आकृती. 4.8: पाण्याची रचना

4.10.1 कठोरपणा

पाण्यात विरघळलेले कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियमचे प्रमाण त्याचा “कठोरपणा” निश्चित करते. पाण्याचा कठोरपणा संपूर्ण प्रदेशात भिन्न असते. जिथे पाणी तुलनेने कठिण असते, तेथे आपले हात किंवा कपडे धुताना फेस तयार करणे कठीण असल्याचे आपल्या लक्षात येईल. आणि, आपल्या भागातील उद्योगांना त्यांचे पाणी सौम्य करण्यासाठी पैसे खर्च करावे लागतील, कारण कठोर पाण्यामुळे उपकरणांचे नुकसान होऊ शकते. कठोर पाणी कपड्यांचे आयुष्यदेखील कमी करू शकते.

पाण्याचा कठोरपणा - जे पाणी साबणासोबत फेस तयार करीत नाही, ते पाणी कठोर आहे असे म्हणतात. दुसरीकडे साबण अगदी थोड्याप्रमाणात मिसळले तरी सौम्य पाणी सहजपणे भरपूर फेस तयार करते. कठोरपणा मुख्यतः Ca आणि Mg धातूच्या आयनच्या उपस्थितीमुळे असते जे साबणासह अभिक्रिया देतात आणि अवक्षेपित होतात Mg^{++} , Ca^{++} , Al^{+++} आणि Fe^{+++} . अशी काही प्रमुख कॅटायन आहेत. काही महत्त्वपूर्ण अनायान HCO^- , NO^- , SO^- , इ.

वाणिज्यिकदृष्ट्या पाण्याचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे कठोरतेच्या डिग्रीवर आधारित आहे.

तात्पुरता कठोरपणा पाण्याला उकळून काढून टाकता येते परंतु उकळण्याने टिकाऊ कठोरपणा काढला जाऊ शकत नाही. यासाठी सुफेन करण्याच्या पद्धती आवश्यक आहेत. यासाठी खालील पद्धती वापरतात

1. चुना - सोडा पद्धत
2. झिओलाइट पद्धत
3. आयन-एक्सचेंज पद्धत

आयसीटीचा वापर

http://chemcollective.org/chem/electrochem/step2_cell.php

दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

दैनंदिन जीवनात उपयोगितेच्या सामान्य आम्ल आणि आम्लारी

	नाव	उपयोग
आम्ल	HCl	कॉर्न स्टार्चपासून ग्लूकोजचे उत्पादन
	H ₂ SO ₄	खते, रंग (paints and dyes), रसायने, प्लास्टिक आणि कृत्रिम तंतू, कारच्या बॅटरी.
	H ₂ CO ₃	वायुमिश्रित पेयामध्ये वापरली जाते
	HNO ₃	खते, टिएनटी सारखी स्फोटके, रंगद्रव्ये आणि औषधी उत्पादन
	HCl	कॉर्न स्टार्चपासून ग्लूकोजचे उत्पादन
आम्लारी	NaOH	साबण, कागद आणि रेयान सारख्या कृत्रिम तंतूचे उत्पादन
	NH ₄ OH	अमोनियम फॉस्फेट आणि अमोनियम सल्फेट सारखी खते.
	Ca(OH) ₂	विरंजक (ब्लीचिंग पावडर)

पाण्याची दुष्फेनता (कठोरपणा): दुष्फेन पाण्यामुळे उद्योगावर प्रतिकूल परिणाम होतो-

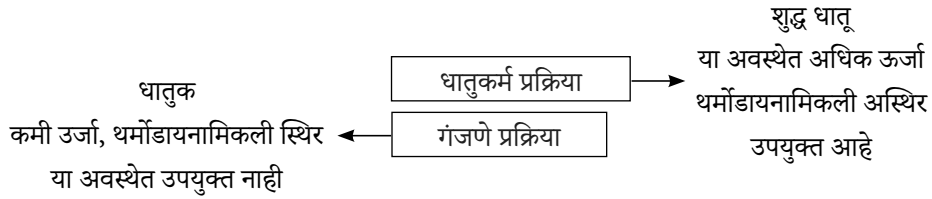
- रंग आणि कापड उद्योगांना साबणांची जास्त मागणी आणि कापडावर रंगांची योग्य छटा न मिळणे अशा समस्यांना तोंड द्यावे लागते.
- स्केल आणि गाळ समस्येमुळे बॉयलर वाईट रीतीने प्रभावित होतात ज्यामुळे बाष्प उत्पादनाची कार्यक्षमता कमी होते आणि इंधनांचा जास्त वापर होतो.
- कालांतराने पाईप्स, वस्तू आणि उपकरणांच्या आत खनिज जमा होऊ लागतात. या परिणामी पाण्याचा प्रवाह कमी होतो आणि कधीकधी अपक्षरण होते ज्यामुळे नळ कामात छिद्रे निर्माण होतात.
- दुष्फेन पाणी पिण्याशी संबंधित कोणत्याही गंभीर प्रतिकूल आरोग्याच्या समस्या नाहीत. तथापि, दुष्फेन पाण्यामुळे त्वचा कोरडी होते आणि केसांची टाळू कोरडी होते.

4.11 क्षरण

घनधातूच्या पृष्ठभागावरून सुरु होणाऱ्या, वातावरणाच्या अवांछित रासायनिक किंवा विद्युतरासायनिक हल्ल्यामुळे घनधातूचा व्हास (किंवा नाश) आणि परिणामी नुकसान, अशा कोणत्याही प्रक्रियेला क्षरण म्हणतात.

“क्षरण ही निष्कर्षणाच्या उलट प्रक्रिया आहे”

अक्रियाशील धातू (Pt, Au) वगळता बहुतेक धातू त्यांचे ऑक्साईड, कार्बोनेट्स, सल्फाइड, क्लोराईड अशा क्षारांच्या रूपात संयुक्तावस्थेत आढळतात. या अवस्थेत धातूकांच्या स्वरूपात धातूची ऊर्जा फार कमी असते व म्हणून ही अवस्था थर्मोडायनामिकली स्थिर असते. धातुविज्ञानातील प्रक्रियांदरम्यान धातूकाचे रूपांतर धातूमध्ये होते. धातुविज्ञानातील प्रत्येक चरणात धातुक उत्कृष्ट बनते आणि उर्जा मिळवून थर्मोडायनामिकली अस्थिर होते. तयार केलेल्या धातूने धातुकापेक्षा अधिक ऊर्जा मिळविली असते आणि ते अस्थिर बनते. पुन्हा स्थिर होण्यासाठी धातूचे क्षरण होते.



4.11.1 क्षरणाची उदाहरणे

- लोह धातूच्या पृष्ठभागावर फेरिक हायड्रॉक्साईडची निर्मिती फॉर्म्युला Fe_3O_4
- तांबे धातूच्या पृष्ठभागावर आम्लारीधर्मी कॉपर कार्बोनेटच्या हिरव्या थराची निर्मिती. $CuCO_3 \cdot H_2O$
- मोलिब्डेनमच्या पृष्ठभागावर MoO_3 ची निर्मिती.



आकृती. 4.9: (अ) लोखंडाचे क्षरण (काळा आणि पिवळा क्षरण) (ब) तांब्यावर क्षरण (हिरवा थर)

4.11.2 खाली नमूद केलेल्या तंत्राचा वापर करून क्षरणाला प्रतिबंध करता -

- योग्य सामग्रीची निवड
- उत्पादनाचा आराखडा
- संरक्षणात्मक पद्धती (लेपण, एनोड्स इ.)
- योग्य स्थापना आणि देखभाल
- संशोधन, विकास आणि चाचणी

4.11.3 क्षरणाचे प्रकार

क्षरण दोन प्रकारात विभागले जाऊ शकते-

1. **रासायनिक किंवा शुष्क संक्षरण** : रासायनिक क्षरण ऑक्सिडन म्हणून पाहिले जाऊ शकते आणि बहुतेकदा उच्च तापमानात कोरड्या वायूच्या कृतीमुळे उद्भवते, उदाहरण - ऑक्सिडन क्षरण.
2. **विद्युतरासायनिक किंवा आर्द्र संक्षरण** : दुसरीकडे विद्युतरासायनिक क्षरण बहुतेक आर्द्र वातावरणात इलेक्ट्रोड अभिक्रियांद्वारे होते. म्हणजेच आर्द्र संक्षरण होते. आर्द्र संक्षरण मोठे क्षेत्र व्यापते. गॅल्व्हॅनिक क्षरण, तणाव क्षरण, वॉटरलाइन क्षरण, संहती घट क्षरण.

4.11.4 क्षरण दराला प्रभावित करणारे घटक

धातूच्या क्षरण दरावर परिणाम करणारे काही अत्यंत महत्वाचे मापदंड खाली दिले आहेत.

1. **ऑक्सिडायझिंग एजंट्स**: एकाचवेळी होणाऱ्या एनोडिक अभिक्रिया आणि कॅथोडिक अभिक्रियावर क्षरण प्रक्रिया अवलंबून असते. एनोडिक अभिक्रियेमुळे धातू विरघळतो. कॅथोडिक अभिक्रियेसाठी ऑक्सिडायझिंग एजंट असणे आवश्यक आहे आणि विरघळलेले ऑक्सिजन किंवा हायड्रोजन आयन सर्वसामान्य ऑक्सिडायझिंग एजंट असतात. जर ऑक्सिडायझिंग एजंट्सची उपलब्धता प्रतिबंधित केली तर, क्षरणप्रक्रिया प्रतिबंधित होईल किंवा संपूर्णपणे थांबविली जाईल.
2. **विद्युत अपघटनीची विद्युत वाहकता**: क्षरणामध्ये विद्युतरासायनिक अभिक्रियांचा समावेश असतो आणि म्हणून विद्युत अपघटनीच्या विद्युत वाहकता वाढण्यामुळे क्षरण दर वाढेल. समुद्राच्या पाण्यात क्लोराईड अंशामुळे वाहकता वेगाने वाढते.
3. **तापमान**: तापमानात वाढ झाल्याने सामान्यतः क्षरण दर वाढेल. ढोबळ मानाने 10 डिग्री सेल्सिअस तापमान वाढीने क्षरण दर दुप्पट होतो.
4. **संहती**: वाढलेली संहती सामान्यतः क्षरण दर कमाल पातळीपर्यंत वाढवतो. यापेक्षा जास्त संहती वाढविल्यास क्षरण दर वाढणार नाही. उदा. सुमारे 1500 ppm पेक्षा जास्त क्लोराईडच्या संहती नंतर क्षरण दर वाढणार नाही.

4.12 इलिंगहॅम डायग्राम - धातुविज्ञानाचे थर्मोडायनामिक्स

एक आकृती तापमान आणि संयुगांच्या स्थिरते दरम्यानचा संबंध दर्शवते.

हे मुळात गिब्स ऊर्जा प्रवाहाचे आलेखीय प्रतिनिधित्व आहे.

येथे तापमानाच्या संदर्भात ΔG आलेखित केले आहे.

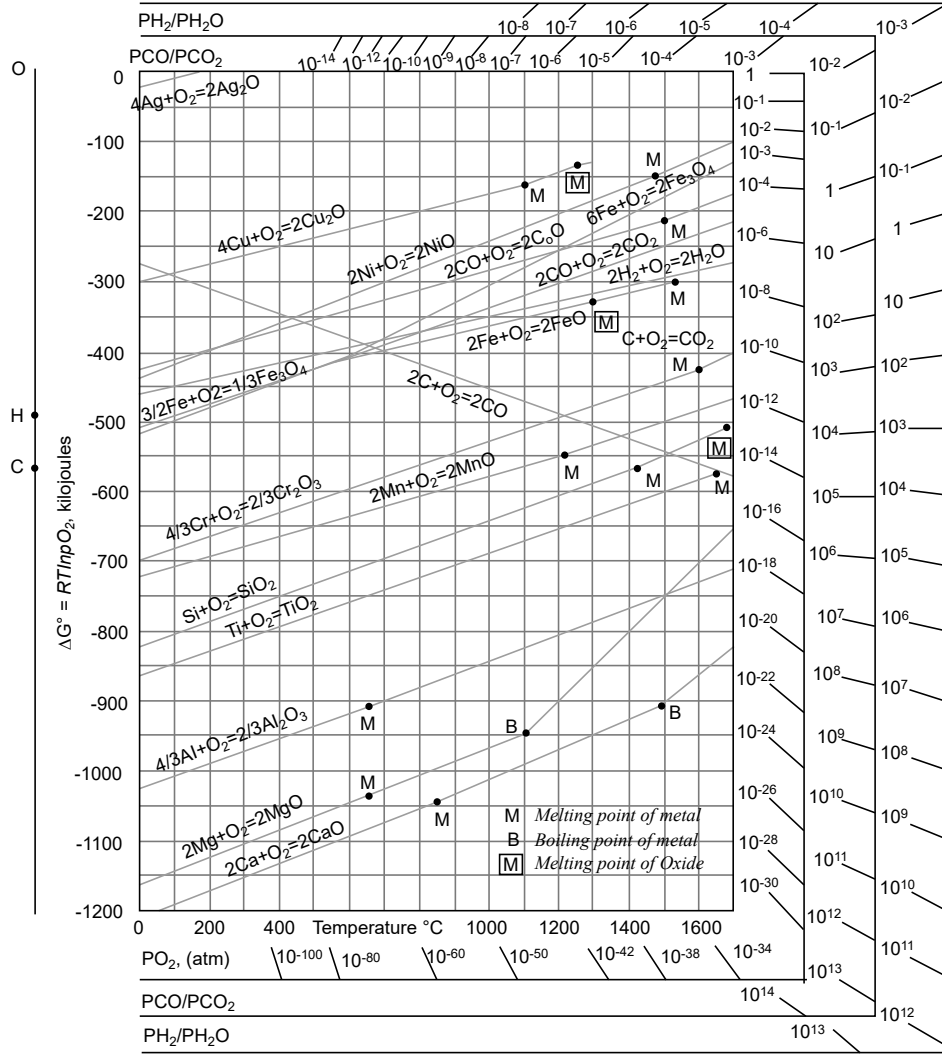
वक्रांचा उतार एन्ट्रॉपी आहे आणि अंतःखंड एन्थॅल्पीचे प्रतिनिधित्व करतो.

गिब्स समीकरण एन्थॅल्पी आणि एन्ट्रॉपी मूल्यांच्या आधारे थेट अभिक्रियांच्या उत्स्फूर्ततेचा अंदाज घेण्यास आपल्याला मदत करते.

मूलतः ΔH आणि ΔS तापमानासह अनिवार्यपणे स्थिर आहेत जोपर्यंत टप्प्यात बदल होत नाही तोपर्यंत, मुक्त ऊर्जा विरुद्ध तापमान प्लॉट सरळ रेषांच्या मालिकेच्या रूपात काढली जाऊ शकते, जिथे ΔS उतार आहे आणि ΔH हा y - अंतःखंड आहे.

बहुतेक मेटल ऑक्साईड्ससाठी निर्मितीची मुक्त ऊर्जा ऋणात्मक असते आणि म्हणूनच आकृतीच्या शीर्षस्थानी $\Delta G = 0$ ने बनविली जाते

आकृती आणि ΔG ची दर्शविलेल्या सर्व मूल्ये ऋणात्मक संख्या आहेत.



आकृती. 4.10: इलिंगहॅम आकृती

इलिंगहॅम आकृतीचे अनुप्रयोग

धातुशास्त्रात, इलिंगहॅम आकृती धातू, तिचा ऑक्साईड आणि ऑक्सिजन यांच्यातील समतोल तपमानाचा अंदाज घेण्यासाठी वापरली जाते.

1. इलिंगहॅम आकृतीचा उपयोग एका धातूच्या ऑक्साईडच्या दुसऱ्या धातूद्वारे क्षपण होण्याच्या थर्मोडायनामिक व्यवहार्यतेचा अंदाज लावण्यासाठी केला जातो.
2. दिलेल्या तापमानात धातूच्या ऑक्साईडसह समतोल असलेल्या ऑक्सिजनच्या आंशिक दाबांचे निर्धारण करण्यासाठी.
3. जे दिलेल्या तपमानावर ऑक्साईडचे धातूमध्ये क्षपण करण्यासाठी लागणाऱ्या. कार्बन मोनोऑक्साईडचे कार्बन डाय ऑक्साईड यांचे गुणोत्तर ठरविणे.

सारांश

- **मुक्त ऊर्जा (ΔG):** मुक्त ऊर्जेला ऊर्जेची परिमाणे असतात आणि त्याचे मूल्य प्रणालीच्या स्थितीद्वारे निर्धारित केले जाते आणि त्याच्या इतिहासाद्वारे नाही. प्रणाली कशी बदलते आणि ते किती काम करू शकतात हे निर्धारित करण्यासाठी मुक्त ऊर्जा वापरली जाते. हे दोन स्वरूपात व्यक्त केले जाते:
 1. हेल्महोल्ट्झ मुक्त ऊर्जा किंवा कार्य फलन F
 2. गिब्स मुक्त ऊर्जा G .

$$G = H - TS$$

$T > 273.16 \text{ K}$ साठी ΔG चे मूल्य ऋण आहे, जे सूचित करते की उत्स्फूर्त बदलाची दिशा बर्फापासून पाण्यापर्यंत आहे.

$T < 273.16 \text{ K}$ साठी ΔG चे मूल्य धन आहे, जेथे अतिशीत होण्याच्या उलट अभिक्रिया होते.

- **एन्थॅल्पी (ΔH):** त्या वास्तविक ऊर्जेचे मोजमाप आहे जे अभिक्रिया घडत असताना मुक्त होते (“अभिक्रियेची उष्णता”). जर ती ऋणात्मक असेल तर अभिक्रिया ऊर्जा देते; जर ती धनात्मक असेल, तर अभिक्रियेला ऊर्जेची आवश्यकता असते. हे,

$$dH = dQ + VdP, dU = dQ - PdV$$

जेव्हा रासायनिक अभिक्रियेदरम्यान उष्णता शोषली जाते तेव्हा dH चे चिन्ह धनात्मक (+) असते. आणि जेव्हा उष्णता बाहेर टाकली जाते, तेव्हा dH चे चिन्ह ऋणात्मक (-) असते.

- **एन्ट्रॉपी (ΔS):** इन्ट्रॉपी S , जे ऑर्डर किंवा डिसऑर्डरचे एक मोजमाप आहे. $\Delta S = \frac{Q_{\text{Rev}}}{T}$
- **अँडिएन्थॅल्पिक प्रक्रियेमध्ये एन्ट्रॉपी बदल अँडिएन्थॅल्पिक प्रक्रियेमध्ये** सिस्टमला उष्णता दिली जात नाही किंवा सिस्टममधून उष्णता बाहेर काढली जात नाही. म्हणून, $q = 0$, आणि प्रक्रियेदरम्यान एन्ट्रॉपीमध्ये बदल होईल

$$\Delta S = \frac{q_{\text{Rev}}}{T} = \frac{q}{T} = 0$$

एन्ट्रॉपीमध्ये बदल -

$$\Delta S = 2.303 n C_v \log \frac{T_2}{T_1} + nR 2.303 \log \frac{V_2}{V_1}$$

- **गिब्स मुक्त ऊर्जा,** G ही ऊष्मागतिक विभव आहे. ऊर्जेचे दोन माप (एन्थॅल्पी H आणि एन्ट्रॉपिक ऊर्जा TS) गिब्स मुक्त ऊर्जा समीकरणात एकत्र आणले जातात: (रासायनिक विभव एका घटकासाठी समकक्ष आहे)

$$G = H - TS$$

G आणि V यांच्यातील संबंध $dG = VdP - SdT$

याचा अर्थ असा आहे की गिब्स मुक्त उर्जेमध्ये बदल दाब आणि तापमानातील बदलांमुळे तयार होतात आणि एका टप्प्याच्या आकारमान आणि एन्ट्रॉपीवर कार्य करतात.

- **घट विभव -** घट विभव, E_{cell} , विद्युतरासायनिक घटांतील दोन अर्ध्या घटामधील विभवांतराचे मोजमाप आहे.
- **विद्युतरासायनिक घटाचे घटक -** दोन अर्धे घट, दोन धातूचे इलेक्ट्रोड, एक व्होल्टमीटर एक क्षारसेतू, प्रत्येक अर्ध्या घटासाठी दोन जलीय द्रावण

- मानक घट विभव - मानक घट विभव (E°_{cell}) त्या दोन इलेक्ट्रोडमधील फरक आहे, जे त्या घटाचे व्होल्टेज बनवितो दोन अर्ध्या घटांचे विभवांतर शोधण्यासाठी खालील समीकरण वापरले जाते:

$$E^\circ_{\text{Cell}} = E^\circ_{\text{Red, Cathode}} + E^\circ_{\text{Oxd, Anode}}$$

- नर्स्ट समीकरण - जेव्हा घट विभव शून्य असते तेव्हा अभिक्रिया समतोल होते.

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q_c$$

- आम्ल आणि आम्लारीचे सिद्धांत

अरिनिअस आम्ल सिद्धांत - आम्ल पदार्थ असे असतात जे द्रावणात हायड्रोजन आयन (H^+) तयार करतात. आम्लारी -आम्लारी असे पदार्थ आहेत जे द्रावणात हायड्रॉक्साइड आयन (OH^-) तयार करतात.

- ब्रॉन्स्टेड-लोरी सिद्धांत - आम्ल - आम्ल हा एक प्रोटॉन (हायड्रोजन आयन) दाता आहे.
- आम्लारी - आम्लारी हा एक प्रोटॉन (हायड्रोजन आयन) स्वीकारणारा आहे.
- लेविस सिद्धांत- आम्ल हा एक इलेक्ट्रॉन जोडी स्वीकारणारा आहे. आम्लारी हा इलेक्ट्रॉन जोडी दाता असतो.
- ऑक्सिडन आणि क्षपण

ऑक्सिजन स्थानांतरणाच्या दृष्टीने ऑक्सिडन आणि क्षपण - ऑक्सिडन म्हणजे ऑक्सिजन मिळवणे. ऑक्सिजन गमावणे म्हणजे क्षपण

- हायड्रोजन स्थानांतरणाच्या बाबतीत ऑक्सिडन आणि क्षपण - ऑक्सिडन म्हणजे हायड्रोजन गमावणे. क्षपण म्हणजे हायड्रोजन मिळवणे
- इलेक्ट्रॉन स्थानांतरणाच्या बाबतीत ऑक्सिडन आणि क्षपण - ऑक्सिडन म्हणजे इलेक्ट्रॉन गमावणे. क्षपण म्हणजे इलेक्ट्रॉनची प्राप्ती.
- पाण्याचा कठोरपणा - जे पाणी साबणाने फेस तयार करीत नाही, ते पाणी कठोर आहे असे म्हणतात. दुसरीकडे साबण अगदी थोड्या प्रमाणात मिसळले तरी सौम्य पाणी सहजपणे भरपूर फेस तयार करते. कठोरपणा मुख्यतः Ca आणि Mg धातूच्या आयनच्या उपस्थितीमुळे असते, जे साबणासह अभिक्रिया देतात आणि अवक्षेपित होतात.

कठोरतेचे दोन प्रकार आहेत - (a) तात्पुरता कठोरपणा (b) टिकाऊ कठोरपणा

- कठोरपणा दूर करण्याच्या पद्धती आहेत - चुना-सोडा पद्धत, झिओलाइट पद्धत, आयन-एक्सचेंज पद्धत
- क्षरण - वातावरणाच्या अवांछित रासायनिक किंवा विद्युतरासायनिक हल्ल्यामुळे घन धातूचा न्हास (किंवा नाश) आणि परिणामी नुकसान, जे त्याच्या पृष्ठभागा वरून सुरु होते अशा कोणत्याही प्रक्रियेला क्षरण म्हणतात.

“क्षरण ही निष्कर्षणाच्या उलट प्रक्रिया आहे”

- इलिंगहॅम डायग्राम - धातुविज्ञानाचे थर्मोडायनामिक्स

-एच.जी.टी इलिंगहॅमने इलिंगहॅम आकृत्याचा प्रस्ताव विविध धातूंचे ऑक्साईडच्या क्षपण करण्याच्या उत्स्फूर्ततेचा अंदाज लावण्यासाठी केला. आकृती मुळात एक वक्र असते जी गिब्स उर्जा मूल्याचा संबंध तापमानाशी जोडते.

स्वाध्याय

- योग्य अभिव्यक्तीसह खाली नमूद केलेले थर्मोडायनामिक अभिव्यक्ती परिभाषित करा
(a) एन्ट्रॉपी (b) एन्थॅल्पी (c) गिब्स मुक्त ऊर्जा
- समोष्ण आणि समताप प्रक्रियेमध्ये करा. दोन्ही प्रक्रियांवर एन्ट्रॉपी बदलांच्या दरम्यान फॉर्म्युला लिहा.
- विद्युतरासायनिक घट कसे कार्य करते? मानक इलेक्ट्रोड विभवतेचे तपशीलवार वर्णन करा.
- नन्स्ट समीकरण लिहा. त्याचे रासायनिक सूत्र द्या. दैनंदिन जीवनात नन्स्ट समीकरणातील महत्त्व यावर चर्चा करा.
- ऑक्सीकरण आणि क्षपण क्रियेचा अर्थ काय? पूर्ण माहितीसह दोन ऑक्सिडायझिंग एजंट आणि रेड्यूसिंग एजंट यांचे नाव लिहा.
- पाण्याची कठोरपणा परिभाषित करा, कठोर आणि सौम्य पाण्यामध्ये फरक करा. कठोरपणाच्या डिग्रीसाठी अभिव्यक्ती लिहा.
- संयुग्मीत आम्ल आणि आम्लारी काय आहेत? ब्रॉन्स्टेड, संयुग्म जोडीशी संबंधित आम्ल आणि आम्लारी ची सापेक्ष ताकद कशी आहेत? उदाहरणासह स्पष्टीकरण द्या.
- लेविस आम्ल आणि आम्लारीद्वारे आपल्याला काय समजले आहे? उदाहरणासह वर्णन करा. वर्गीकरण करा आणि मर्यादा द्या.
- द्रावण प्रणाली संकल्पना एरिनेयस संकल्पनेचे विस्तृत स्वरूप आहे. उदाहरणासह स्पष्टीकरण द्या.
- पुढील गोष्टींवर संक्षिप्त नोट्स लिहा.
(a) द्रावण प्रणाली च्या संकल्पनेच्या आधारे आम्ल आम्लारी सिद्धांत
(b) एरिनेयस गृहीतक
(c) संयुग्मीत आम्ल आम्लारी
(d) लक्स-फ्लुड्ड संकल्पना
- ब्रॉन्स्टेड लोरी आणि लेविस यांनी दिलेल्या आम्ल आम्लारी संकल्पनांमध्ये फरक लिहा. दोन्ही संकल्पनांची उपयुक्तता आणि मर्यादा.
- पुढील गोष्टी समजावून सांगा.
(a) तिब्र आम्लाचे संयुग्मी आम्लारी सौम्य आहेत
(b) $Mg(II)$ एक सौम्य आम्लारी आहे
(c) $[COF_6]^{3-}$ $[CoI_6]^{3-}$ पेक्षा अधिक स्थिर आहे
(d) आम्ल शक्तीची वाढती क्रमवारी लावा: $ClCH_2COOH$, C_6H_5COOH , HCl , CH_3COOH

वस्तुनिष्ठ प्रकार प्रश्न

- खालीलपैकी कोणत्या एक ग्रामरेणुभाराची एन्ट्रॉपी सर्वाधिक आहे?
(a) लिक्विड नायट्रोजन (b) हायड्रोजन गॅस (c) पारा (d) डायमंड [उत्तर: b]

अभिप्राय: एखाद्या पदार्थाच्या यादृच्छिकतेचे मापला एन्ट्रॉपी असे म्हणतात. एखाद्या पदार्थाच्या रेणूची यादृच्छिकता जास्त असणे म्हणजे एन्ट्रॉपी जास्त.

2. $H_2O(l) \leftrightarrow H_2O(g)$ $100^\circ C$ and 1 atm दाबावर या प्रक्रियेसाठी खालीलपैकी कोणते खरे आहे?
 (a) $\Delta S = 0$ (b) $\Delta H = T\Delta S$ (c) $\Delta H = \Delta U$ (d) $\Delta H = 0$ [उत्तर: a]
अभिप्राय: समतोल, म्हणून $\Delta G = 0 = \Delta H - T\Delta S$, किंवा $T\Delta S = \Delta H$
3. एन्थॅल्पी आणि एन्ट्रॉपी या दोहोंसाठी कोणते थर्मोडायनामिक फलन आपोआप होते?
 (a) हेल्महोल्टझ मुक्त ऊर्जा (A) (b) अंतर्गत ऊर्जा (E)
 (c) कार्य फलन (d) गिब्स मुक्त ऊर्जा [उत्तर: d]
अभिप्राय: गिब्स मुक्त ऊर्जा एन्थॅल्पी आणि एन्ट्रॉपी या दोहोंचा प्रभाव एकत्र करते. $G = \Delta H - T\Delta S$
4. पुढीलपैकी कोणता विद्युतरासायनिक घटाचा प्रकार नाही?
 (a) व्होल्टाइक घट (b) फोटोव्होल्टिक घट (c) इलेक्ट्रोलाइटिक घट (d) इंधन घट [उत्तर: b]
अभिप्राय: प्रकाश उर्जाला विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी फोटोव्होल्टिक घट वापरल्या जातात. इतर रासायनिक उर्जेचे विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतर करतात.
5. जेव्हा हायड्रोजन गॅस इलेक्ट्रोड प्रमाणित तापमान आणि दाबावर $-0.22 V$ विभव दर्शविते तेव्हा HCl द्रावणाचे pH काय आहे?
 (a) 2.17 (b) 2.98 (c) 3.73 (d) 3.14 [उत्तर: c]
अभिप्राय: नर्स्ट समीकरण लागू करणे, $E_{(H^+/H_2)} = E^\circ_{(H^+/H_2)} - 0.059 \log (1/[H^+])$
 $E^\circ_{(H^+/H_2)} = 0$ हायड्रोजन गॅस इलेक्ट्रोड के लिए $-0.22 = 0.059 \log H^+$,
 $-0.22 = -0.059 pH$ $pH = 3.73$.
6. आम्ल धातूवर अभिक्रिया देतात तेव्हा कोणत्या वायूचा उत्सर्ग होतो?
 (a) O_2 (b) CO_2 (c) H_2 (d) N_2 [उत्तर: c]
अभिप्राय: हा धातूचा वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म आहे
7. खालीलपैकी कोणता आम्ल शक्तीची योग्य वाढता क्रम देते?
 (a) पाणी < एसिटिक आम्ल < हायड्रोक्लोरिक आम्ल (b) पाणी < हायड्रोक्लोरिक आम्ल < एसिटिक आम्ल
 (c) एसिटिक आम्ल < पाणी < हायड्रोक्लोरिक आम्ल (d) हायड्रोक्लोरिक आम्ल < पाणी < एसिटिक आम्ल [उत्तर: a]
अभिप्राय: H_2O तटस्थ आहे, एसिटिक आम्ल सौम्य आम्ल आहे आणि HCl एक तीव्र आम्ल आहे.

प्रात्यक्षिक

प्रयोग -1

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: पाण्यातील क्लोराईडचे प्रमाण निश्चित करा

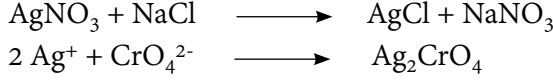
आवश्यकता:

- रासायनिक पदार्थ: $NaCl$, $AgNO_3$, K_2CrO_4 .
- काचेची उपकरणे: टायट्रेशनपात्र, शंकुपात्र, ब्युरेट.

सिद्धांत:

क्लोराईड आयन मोहरच्या पद्धतीद्वारा निर्धारित केले जाऊ शकतात. जेव्हा काही थेंब इंडिकेटर (K_2CrO_4) असलेल्या सोडियम क्लोराईडच्या द्रावणामध्ये, सिल्व्हर नायट्रेट द्रावण टाकले जाते, तेव्हा सुरुवातीला पांढरे सिल्व्हर क्लोराईड अवक्षेपित होते. ज्या क्षणी सर्व क्लोराईड आयन अवक्षेपित झाले त्यानंतर सिल्व्हर क्रोमेट अवक्षेपित होते. हे अंत्यबिंदु दर्शवते.

सर्व क्लोराईड आयन अवक्षेपित होताच, अगदी थोडासा अतिरिक्त Ag^+ , अघुलनशील सिल्व्हर क्रोमेट तयार करतो जो लाल रंगाचा असतो.

**कृती –**

- स्वच्छ धुतलेले आणि विसळलेले ब्युरेट अज्ञात $AgNO_3$ द्रावणाने भरा.
- शंकुपात्रामध्ये पिपेटच्या साहाय्याने 5 ml NaCl द्रावण बाहेर काढा.
- K_2CrO_4 इंडिकेटर 2-3 थेंब घाला.
- पात्र सतत हलवत ब्युरेटमधून $AgNO_3$ टाका. $AgCl$ चा पांढरा अवक्षेप तयार होते. काही ml $AgNO_3$ टाकल्यानंतर, पात्रामध्ये लाल रंग दिसतो परंतु हलवल्यावर अदृश्य होते.
- स्थिर लालसर तपकिरी रंग येईपर्यंत थेंब थेंब $AgNO_3$ टाकत रहा. तीन सुसंवादी नोंदी घ्या.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

- ब्युरेटच्या मोझलमध्ये सहसा एक हवेचा बुडबुडा असतो; प्रारंभिक नोंद घेण्यापूर्वी ते काढून टाकणे आवश्यक आहे.
 - टायट्रेशन दरम्यान ब्युरेटमधून कोणतीही गळती होऊ नये.
 - रंगहीन द्रावणाच्या बाबतीत नेहमी खालचा मेनिस्कस आणि रंगीत सोल्युशनच्या बाबतीत वरचा मेनिस्कस नोंद करा.
- प्रयोग करण्यासाठी सुरक्षा आणि पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक रसायनाचा MSDS डेटा पहा.

निरीक्षण आणि गणना:

$$AgNO_3 \text{ चे } N_1 V_1 = NaCl \text{ चे } N_2 V_2$$

$$N_1 = N_2 V_2 / V_1$$

$$\begin{aligned} \text{दिलेल्या } AgNO_3 \text{ द्रावणाची स्ट्रेन्थ} &= N_1 \times AgNO_3 \text{ चा सममूल्य भार} \\ &= N_1 \times 169.9 \text{ g/L.} \end{aligned}$$

निष्कर्ष: दिलेल्या $AgNO_3$ द्रावणाची स्ट्रेन्थ g/L असल्याचे आढळले.

चर्चा- सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

अधिक माहितीसाठी QR कोड वापरला जाऊ शकतो



Precipitation
Titrations



Environmental
Engineering

प्रयोग -2

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: दोन अमिश्रणीय द्रावणामध्ये पदार्थाचे विभाजन गुणांक निश्चित करणे

आवश्यकता:

- **रासायनिक पदार्थ:** हायपो द्रावण (N/10 आणि N/100), आयोडीनचे CCl_4 मधील संतृप्त द्रावण, स्टार्च इंडिकेटर द्रावण
- **काचेची उपकरणे:** शेकर मशीन, सुमारे 250 ml क्षमतेच्या झाकण असलेल्या काचेच्या चार अभिकर्मक बाटल्या, पृथक्कारी नरसाळे,

सिद्धांत:

आयोडीन स्वतःला पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईड या दोन अमिश्रणीय द्रावकांमध्ये वितरीत करते आणि या दोन्ही द्रावकांमध्ये I_2 ची रेण्विक स्थिती समान असते. जर C_1 आणि C_2 हे पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईडच्या एकमेकांच्या संपर्कात असलेल्या स्तरात आयोडीनची संहती असेल आणि ते विषम समतोल तयार करत असेल, तर या संहतीचे गुणोत्तर; अर्थात C_1/C_2 ; निश्चित तापमानावर स्थिर असेल;

गणितीय दृष्ट्या:

$$K = \text{वितरण किंवा विभाजन गुणांक} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{\text{पाण्याच्या स्तरातील आयोडीनची संहती}}{\text{CCl}_4 \text{ च्या स्तरातील आयोडीनची संहती}}$$

कृती:

1. स्वच्छ आणि कोरड्या झाकण असलेल्या काचेच्या अभिकर्मक बाटल्या च्या आणि त्यांना 1, 2, 3 आणि 4. असे लेबल द्या, वेगवेगळ्या काचेच्या बाटल्यांमध्ये 10, 20, 30 आणि 40 ml द्रावण भरा.
2. प्रत्येक बाटलीमध्ये अनुक्रमे 40, 30, 20 आणि 10 ml CCl_4 टाका. नंतर प्रत्येक बाटलीमध्ये 50 ml डिस्टिल्ड वॉटर घाला.
3. या बाटल्यांना झाकण लावा आणि प्रत्येक बाटली सुमारे 20 मिनिटे जोमाने हलवा.
4. दोन विभक्त स्तर स्पष्टपणे तयार होईपर्यंत बाटल्यांना उभे ठेवा.
5. प्रत्येक बाटलीची सामग्री वेगवेगळ्या पृथक्कारी नरसाळ्यामध्ये घाला आणि कार्बन टेट्राक्लोराईड आणि प्रत्येक बाटलीचा पाण्याचा थर वेगळ्या चंचुपात्रामध्ये गोळा करा.
6. विभक्त स्तरांमधून CCl_4 स्तर पिपेटच्या साहाय्याने वेगळा करा. सुमारे 1 ग्राम KI, स्टार्च द्रावणाचे 5 थेंबे घाला आणि N/10 हायपो द्रावणाच्या विरुद्ध टायट्रेट करा.
7. निळ्या रंगाचे नाहीसे होणे अंत्य बिंदू चिन्हांकित करतो. दोन सुसंवादी नोंदी मिळवण्यासाठी पुन्हा करा. ही प्रक्रिया इतर बाटल्यांच्या CCl_4 स्तरांने त्याच प्रकारे पुन्हा करा.
8. पायरी 7 मध्ये दिल्याप्रमाणे टायट्रेशन चंचुपात्रामध्ये जलीय थर बाहेर काढा आणि N/100 हायपो द्रावणाच्या विरुद्ध टायट्रेट करा.
8. इतर बाटल्यांमध्ये अनुक्रमे वरच्या आणि खालच्या स्तरांसाठी समान टायट्रेशन करा.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

1. रबर झाकण वापरू नका कारण CCl_4 मधील आयोडीन द्रावण त्याच्याशी अभिक्रिया देऊ शकते.
2. अभिकर्मक बाटल्या पूर्णपणे स्वच्छ आणि कोरड्या असाव्या.
3. बाटल्या हलवताना झाकण व्यवस्थित दाबलेले असावे.
4. बाटल्यांमधील सामग्री हलवण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान दाब विकसित झाल्यास झाकण नंतर दिले करा.
5. हायपो द्रावणामध्ये फक्त ताजे स्टार्च द्रावण इंडिकेटर म्हणून वापरा.

प्रयोग करण्यासाठी सुरक्षा आणि पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक रसायनाचा MSDS डेटा पहा.

निरीक्षण आणि गणना:

सामान्य तापमान = 0 से

प्रत्येक टायट्रेशनमध्ये वापरलेल्या पाण्याच्या स्तराचे आकारमान = -----ml

प्रत्येक टायट्रेशनमध्ये वापरलेल्या CCl_4 स्तराचे आकारमान = -----ml

अनुक्रमांक	आयोडीनची टक्केवारी (V/V)	पाण्याच्या स्तरासह टायट्रेशन				CCl_4 स्तरासह टायट्रेशन			
		प्रारंभिक नोंद	अंतिम नोंद	हायपोहायपो द्रावणाचा वापर केला V_1 mL	हायपो द्रावणाची प्रसामान्यता	प्रारंभिक नोंद	अंतिम नोंद	हायपो द्रावणाचा वापर केला V_1 mL	हायपो द्रावणाची प्रसामान्यता
1.	10%				N/100				N/10
2.	20%				N/100				N/10
3.	30%				N/100				N/10
4.	40%				N/100				N/10

$$\text{पाण्याच्या स्तराची संहती} = \frac{\text{पाण्याच्या स्तरासह वापरलेल्या हायपो ची प्रसामान्यता} \times V_1}{\text{पाण्याच्या स्तराचे वापरलेले आकारमान}} \text{ g eq l } L^{-1}$$

$$\text{CCl}_4 \text{ स्तराची संहती} = \frac{\text{CCl}_4 \text{ च्या स्तरासह वापरलेल्या हायपो ची प्रसामान्यता} \times V_2}{\text{CCl}_4 \text{ च्या स्तराचे वापरलेले आकारमान}} \text{ g eq l } L^{-1}$$

निष्कर्ष: पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईड दरम्यान आयोडीनचा विभाजन गुणांक °C वर..... आहे.

चर्चा- सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

प्रयोग -3

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: सामान्य तापमानावर दिलेल्या घटासाठी घट स्थिरांक निश्चित करणे.

आवश्यकता:

N/ 10 KCl द्रावण, चंचुपात्र, पिपेट, मानकपात्र -100 ml, वजनपेटी/ डिजिटल बॅलन्स

सिद्धांत: एखाद्या घटासाठी घट स्थिरांक म्हणजे एक स्थिर गुणक असतो जो द्रावणाच्या विशिष्ट प्रवहन आणि त्याचे घटामध्ये मोजलेले प्रवहन गुणोत्तराचे आहे

$$\text{घट स्थिरांक} = \frac{l}{A} \text{ m}^{-1}$$

कृती -

1. स्वच्छ 100 ml मानक पात्रामध्ये 0.7455 ग्रॅम KCl चे अचूक वजन करून 0.1 M KCl द्रावण तयार करा.
2. या 0.1 M KCl द्रावणामधून 0.05 M, 0.02 M, 0.01 M आणि 0.001 M KCl प्रत्येकी 100 ml तयार द्रावण करा.
3. स्वच्छ आणि कोरड्या 100 ml चंचुपात्रामध्ये प्रत्येक द्रावणातील सुमारे 40 ml च्या आणि प्रवहनघट बुडवा आणि आवश्यक जोडणी करा. प्रत्येक द्रावणाचे प्रवहन मोजा आणि नोंद घ्या.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

1. साहित्यातून प्रत्येक द्रावणाच्या विशिष्ट प्रवहनमूल्यांच्या नोंदी घ्या.
2. पूर्णपणे स्वच्छ केलेला प्रवहनघट वापरा.
3. घटाला नमुन्यामध्ये अशाप्रकारे बुडवा जेणेकरून इलेक्ट्रोड प्लेट्स द्रवामध्ये पूर्णपणे बुडतील.
4. जर बाह्य सिलेंडर आणि सहाय्यक नळीच्या दरम्यान हवेचे बुडबुडे राहिले तर घट हलवून ते काढून टाका.

निरीक्षण आणि गणना:

विशिष्ट प्रवहन = मोजलेले प्रवहन \times घट स्थिरांक

$$\text{कोणत्याही वाहकासाठी, रोध, } R = \rho \times \frac{l}{A}$$

जेथे, ρ = स्थिरांक, l = लांबी आणि A = वाहकाचे काटछेद क्षेत्रफळ.

$$\text{व्यस्तघेऊन} = \frac{1}{R} \times \frac{A}{l} \quad \text{किंवा} \quad \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \times \frac{l}{A}$$

$$\text{म्हणून विशिष्ट प्रवहन} = \text{प्रवहन} \times \frac{l}{A}$$

$$\text{म्हणून, घट स्थिरांक} = \frac{l}{A} \text{ m}^{-1} \text{ मध्ये}$$

निष्कर्ष: आढळलेला घट स्थिरांक m^{-1}

चर्चा: सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

अधिक माहितीसाठी QR कोड वापरला जाऊ शकतो-



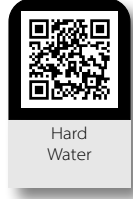
प्रयोग 4

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: पाण्याचा कठोरपणा दूर करण्यासाठी आयन एक्सचेंज कॉलम विद्यार्थी पाण्याच्या कठोरपणाशी संबंधित कोणताही व्यावहारिक अभ्यास करू शकतो काही प्रयोग खाली सूची बद्ध केले आहेत.

- कॅल्शियम कठोरपणा काढून टाकणे
- मॅग्नेशियम कठोरपणा काढून टाकणे
- संपूर्ण कठोरपणा निश्चित करणे आणि काढून टाकणे

विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या.
संबंधित प्रयोगांसाठी QR कोड येथे प्रदान केला आहे.



अधिक जाणून घ्या

भौतिक परिवर्तनातील एन्ट्रॉपी परिवर्तन

जेव्हा वितळण, वाष्पीकरण किंवा एका क्रिस्टलीय अवस्थेतून दुसऱ्या स्फटिकासारखे संक्रमण होण्यासारखे काही भौतिक रूपांतर होते तेव्हा एन्ट्रॉपीमध्ये बदल देखील होतो.

- आइसोकोरिक प्रक्रिया - $\Delta S_v = nC_v \ln \frac{T_2}{T_1}$
- समदाब रेखीय प्रक्रिया - $\Delta S_p = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1}$
- समतापी प्रक्रिया - $\Delta S_T = \Delta S_p = nR \ln \frac{P_2}{P_1}$
- समोष्ण प्रक्रिया - $\Delta S = \frac{q}{T} = 0$; $nC_p \ln$
- भौतिक परिवर्तनातील एन्ट्रॉपी परिवर्तन - $\Delta S = \frac{q}{T} = \frac{\Delta H}{T}$
- वितळण एन्ट्रॉपी - $\Delta S_f = \frac{\Delta H_f}{\Delta T_f}$ ऋणात्मक होतो वितळण बिंदू कमी होतो
- वाष्पीकरण एन्ट्रॉपी - $\Delta S_v = \frac{\Delta H_v}{T_v}$ ऋणात्मक होतो बाष्पचे संघनन होते

कठोरतेचे प्रमाण

Hardness in H	m mol/l	Water hardness range
0 to 7	0 to 0.7	Very soft
higher 7 to 15	higher 0.7 to 1.5	Soft
higher 15 to 25	higher 1.5 to 2.5	Medium hard
higher 25 to 32	higher 2.5 to 3.2	Quite hard
higher 32 to 42	higher 3.2 to 4.2	Hard
higher than 42	higher than 4.2	Very hard

सुचविलेले वाचन

पुस्तकें-

- Physical Chemistry by Peter Atkins, Julio de Paula and Jame Keeler, Oxford university Press 2010.
- An Introduction To Electrochemistry by Samuel Glasstone, East-West Press (Pvt.) Ltd. January 2006.

ई संसाधने

- http://www.che.ncku.edu.tw/FacultyWeb/ChenBH/E340100%20Thermodynamics/Supplementary/Gibbs_free_energy%20Nov%202%202011.pdf
- https://www.google.co.in/books/edition/Atkins_Physical_Chemistry_11e/0UKjDwAAQB-AJ?hl=en&gbpv=1&dq=physical+chemistry+by+Atkins&printsec=frontcover

5

आवर्ती गुणधर्म

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: प्रभावी केंद्रकीय प्रभार आणि कक्षीय अंतर्वेशन, s, p, d, f कक्षिकांमध्ये उर्जाबदल. इलेक्ट्रॉनी संरूपण, आण्विक आणि आयनिक आकारमान, आयनीकरण ऊर्जा, इलेक्ट्रॉन आसक्ति, विद्युतऋणता आणि ध्रुवीयता. ऑक्सिडीकरण अवस्था, समन्वय क्रमांक आणि समन्वय क्रमांक 4 आणि 6 ची भूमिती, हार्ड आणि सॉफ्ट एसिड आणि बेस

प्रस्तावना

निर्वात वगळता विश्वासह सर्वकाही एक किंवा त्यापेक्षा जास्त मूलद्रव्यांनी बनलेल्या रासायनिक संयुगांचे बनलेले आहे! प्रत्येक मूलद्रव्यामध्ये वैशिष्ट्यपूर्ण भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म असतात. आवर्त सारणी मूलद्रव्यांचे गुणधर्म व्यवस्थित आणि शास्त्रीय पद्धतीने सुंदरपणे मांडते. या युनिटमध्ये काही महत्त्वपूर्ण आवर्ती कलावर चर्चा केली जाईल. आम्लता आणि आम्लारीता यासारख्या गुणधर्मांमधील कल समजून घेण्यास हे मदत करेल. अकार्बनी संकुलांच्या बाबतीत, रेण्विक भूमितीसोबत असलेल्या केंद्रीय अणूच्या समन्वय क्रमांकाच्या परस्परसंबंधावर देखील चर्चा केले गेली आहे.

पूर्व आवश्यकता

रसायनशास्त्र: मूलद्रव्यांची समज: अणु संरचना, इलेक्ट्रॉनी संरूपण, अणू अंक आणि संयुजा

गणित: मूलभूत बीजगणित आणि लिकोणमितीय फलन

भौतिकशास्त्र: विद्युत प्रभार, बल आणि परस्परसंवाद

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील

U5-O1:	इलेक्ट्रॉनी संरूपण आणि कक्षिकांवर आधारित कोणत्याही मूलद्रव्यांच्या आवर्त सारणीतील स्थितीचा अंदाज बांधणे.
U5-O2:	आवर्त सारणीतील त्यांच्या स्थानावरून संयुजा इलेक्ट्रॉनची संख्या आणि साध्या मूलद्रव्यांच्या प्रभावी केंद्रकीय प्रभाराचे संकेत देणे.
U5-O3:	आवर्त सारणीमधील स्थानानुसार आण्विक आणि आयनिक आकारमान, आयनीकरण ऊर्जा, इलेक्ट्रॉन आसक्ति, विद्युतऋणता, ध्रुवीयता आणि ऑक्सिडेशन यासारख्या मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांमधील कलाचे विश्लेषण करणे.
U5-O4:	केंद्रीय अणूच्या समन्वय क्रमांकाच्या आधारे विविध अकार्बनी संकुलांची भूमिती काढणे.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचिह्नण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचिह्नण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U5-O1	2			3	
U5-O2				3	
U5-O3				3	
U5-O4				3	

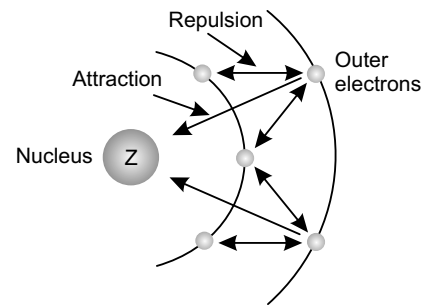
5.1 परिचय

रासायनशास्त्राच्या जगातील अत्यंत प्रसिद्ध व्यक्ती दिमित्री मेंडेलीव यांना ‘रासायनिक मूलद्रव्यांच्या आवर्तसारणीचा जनक’ म्हणून संबोधले जाते. वर्ष 2019, सर दिमित्री मेंडेलीव यांचा 150 वा वर्धापन दिन होता. या मैलाच्या दगडाचा सन्मान करण्यासाठी, UNESCO ने 2019 ची “संयुक्त राष्ट्रांचे आंतरराष्ट्रीय आवर्त सारणी वर्ष” (IYPT 2019) म्हणून घोषणा केली. ऐतिहासिक वेळरेषेद्वारे थोडक्यात आवर्तसारणीच्या उत्क्रांतीचा प्रवास पाहू –

ऐतिहासिक वेळरेषा

कालावधी	वैज्ञानिक	योगदान
1829	जोहान डोबेराइनर	हॅलोजन ट्रायड आणि अल्कली मेटल ट्रायड शोधला
1864	जॉन न्यूलॅंड्स	अष्टकाचा नियम विकसित केला
1869	दिमित्री मेंडेलीव	आवर्त सारणी प्रकाशित केली
1898	विल्यम रॅमसे	“शून्य गण” (“शून्य संयुजेसाठी”) स्थापन केला आणि नियॉन या भावी मूलद्रव्यांच्या शोधाचा अंदाज वर्तविला
1911	अर्नेस्ट रदरफोर्ड	“केंद्रकीय प्रभार हा त्या मूलद्रव्यांच्या अणुभाराच्या प्रमाणात असतो.” हे स्थापित केले
1913	हेन्री मोसले	यांनी स्थापन केले की “मूलद्रव्यांचे गुणधर्म आवर्ती पद्धतीने अणुअंकांनुसार बदलत असतात,” अणुवस्तुमाना नुसार नाही. त्याचबरोबर मूलद्रव्यांचे समस्थानिक देखील शोधले.
1940	ग्लेन सीबॉर्ग	प्लुटोनियम आणि 94 ते 102 पर्यंत ट्रान्सयूरानिक मूलद्रव्य शोधले

मेंडेलीवच्या आवर्तसारणीनुसार मूलद्रव्यांचे गुणधर्म मूलद्रव्यांच्या अणुवस्तुमानांचे आवर्तीफल असतात. त्याने मूलद्रव्यांना 8 गणात गटबद्ध केले आणि काही जागा तोपर्यंत शोध न लागलेल्या मूलद्रव्यांसाठी रिक्त ठेवल्या. परंतु ते रासायनिक भिन्नतेचे मूलद्रव्य, मूलद्रव्यांचे विसंगत जोड, समस्थानिक आणि हायड्रोजनचे स्थान समाधानकारकपणे स्पष्ट करण्यात अपयशी ठरले. या सगळ्यांचे उत्तर **मॉसेलीच्या आधुनिक आवर्तसारणीद्वारे** दिले जाऊ शकते. आधुनिक आवर्तसारणीनुसार मूलद्रव्यांचे रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या अणुअंकांचे आवर्तीफल असतात. ही संकल्पना लागू करताना सर्व मूलद्रव्यांना चार खंडांमध्ये विभागले आहे.; s , p , d आणि f . ही व्यवस्था समस्थानिकांच्या स्थितीस अधिक सोप्या पद्धतीने समायोजित करण्यास सक्षम आहे.



आकृती 5.1: इलेक्ट्रॉन आणि केंद्रका दरम्यानच्या परस्परक्रियेमुळे परिरक्षण प्रभाव

जसे आपण मागील अध्यायांमध्ये क्वांटम यांत्रिकीच्या माध्यमातून सूक्ष्मपद्धतीने अणू आणि रेणूंच्या संरचनेबद्दल शिकलोच आहोत. रेण्विक कक्षीय सिद्धांताद्वारा त्याचे आकार आणि भूमिती आणि क्रिस्टल फील्ड थियरीद्वारे जटिल संयुगांच्या आकारावर तसेच चुंबकीय गुणधर्मावर होणारा लिगेंडचा प्रभाव समजून घेतले आहे. या समजासह आपण येथे काही महत्त्वपूर्ण आवर्त गुणधर्म आणि त्याची आवर्तता शिकणार आहोत.

5.2 प्रभावी केंद्रकीय प्रभार (Effective Nuclear Charge)

प्रभावी केंद्रकीय प्रभार म्हणजे केंद्रकाच्या सभोवताल परिरक्षण करणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची संख्या विचारात घेतल्या नंतर बहु-इलेक्ट्रॉन अणूच्या बाह्यतम (संयुजा) इलेक्ट्रॉनांद्वारे अनुभवल्या जाणारा प्रभार होय.

प्रभावी केंद्रकीय प्रभार म्हणजे बहु-इलेक्ट्रॉन अणूच्या प्रत्येक इलेक्ट्रॉनने अनुभवलेला निव्वळ प्रभार होय.

एका इलेक्ट्रॉनसाठी प्रभावी केंद्रकीय प्रभाराची गणना करण्याचे सूत्र म्हणजे $Z_{\text{eff}} = Z - S$

जिथे Z_{eff} प्रभावी केंद्रकीय प्रभार आहे, Z हा केंद्रकातील प्रोटॉनची संख्या आहे आणि

S म्हणजे परिरक्षण इलेक्ट्रॉनची संख्या.

5.2.1 परिरक्षण प्रभाव (Shielding Effect)

परिरक्षण प्रभावाचे दुसरे नाव म्हणजे प्रच्छादन प्रभाव. अंतर्गत कवचांमध्ये इलेक्ट्रॉनच्या उपस्थितीमुळे केन्द्रक संयुजा इलेक्ट्रॉनवरील आकर्षणाची शक्ती कमी करते तेव्हा उद्धवणारी घटना म्हणजेच प्रच्छादन प्रभाव.

परिरक्षण प्रभाव म्हणजे संयुजा इलेक्ट्रॉन आणि प्रोटॉन मधील आकर्षण आणि संयुजा आणि अंतर्गत इलेक्ट्रॉन यांच्यातील प्रतिकर्षण यांच्या दरम्यान च्या संतुलनास दिले गेलेले नाव आहे. परिरक्षण प्रभाव आवर्तसारणीमधील अणु आकारमानातील कल आणि अणूमधून संयुजा इलेक्ट्रॉन सहजतेने का काढले जातात हे देखील स्पष्ट करते.

जर इलेक्ट्रॉन आणि केंद्रकामधील अंतर खालीलप्रमाणे असेल तर—

- अनंतते जवळ असेल, Z_{eff} चे मूल्य 1 कडे पोहोचते कारण उदासीन अणूमधील इतर सर्व $(Z - 1)$ इलेक्ट्रॉन सरासरी, त्याच्या आणि केंद्रकाच्या दरम्यान असतात.
- केंद्रकाच्या अगदी जवळ, तर दिलेल्या कोणत्याही क्षणी इतर बहुतेक इलेक्ट्रॉन केंद्रकापासून दूर असतात आणि केंद्रकीय प्रभाराचे संरक्षण करीत नाहीत. $r \approx 0$ वर, इलेक्ट्रॉनद्वारे अनुभवलेला धनात्मक प्रभार अंदाजे पूर्ण केंद्रकीय प्रभार असतो किंवा $Z_{\text{eff}} \approx Z$ असतो
- r च्या मध्यवर्ती मूल्यांवर, प्रभावी केंद्रकीय प्रभार 1 आणि $Z : 1 \leq Z_{\text{eff}} \leq Z$ च्या दरम्यान कुठे तरी असेल. अशाप्रकारे दिलेल्या कोणत्याही कक्षिकेमध्ये इलेक्ट्रॉनद्वारे अनुभव केला गेलेला वास्तविक Z_{eff} केवळ त्यातील इलेक्ट्रॉनच्या कक्षीय वितरणावरच अवलंबून नसतो तेथे उपस्थित असलेल्या इतर सर्व इलेक्ट्रॉनच्या वितरणावरही अवलंबून असतो.

आवर्तसारणीच्या पहिल्या तीन गणातील मूलद्रव्यांसाठी, लक्षात घ्या फक्त हायड्रोजनसाठीच $Z_{\text{eff}} = Z$ आणि केवळ हीलियमसाठी Z_{eff} आणि Z चे परिमाण तुलनात्मक आहे.

5.3 कक्षीय अंतर्वेशन (Penetration of Orbitals)

हे विचार करणे मनोरंजक आहे की, मूलद्रव्यांच्या आत इलेक्ट्रॉनचे वितरण एकसारखे आहे की ते कोणत्याही पद्धतीनुसार आहे? कक्षीय अंतर्वेशनाच्या दिशेने पुढे जाण्यापूर्वी आपण कक्षिका म्हणजे काय, आकार कसे तयार होतात, वेगवेगळ्या कक्षिकामध्ये उर्जा पातळी कशी असते आणि त्यातील इलेक्ट्रॉन्स भरण्याच्या नियमांबद्दल काय ते जाणून घेऊ या.

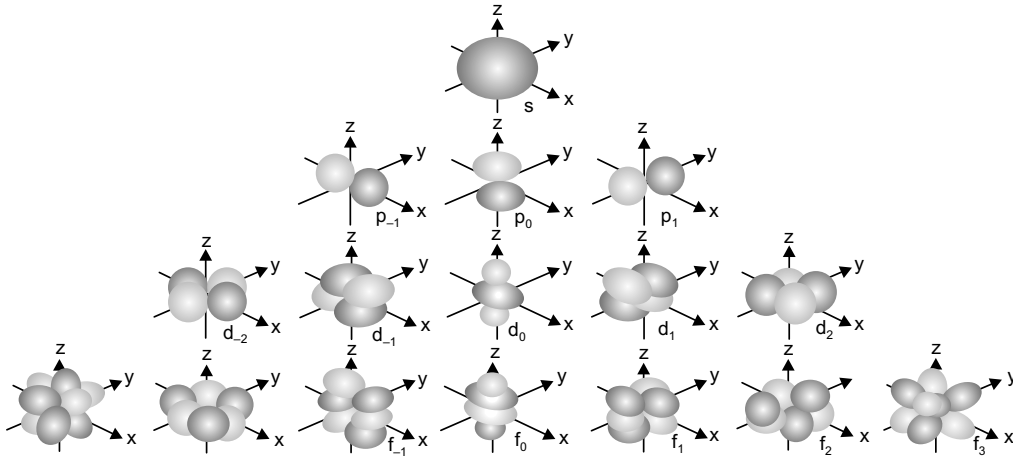
कक्षिका - एखाद्या मूलद्रव्यामधील अणूच्या सभोवतालचे निश्चित स्थान, जिथे इलेक्ट्रॉन सापडण्याची शक्यता जास्तीत जास्त असते तिला कक्षिका म्हणतात. कक्षिकाना s , p , d आणि f असे नाव देण्यात आले आहे. अणूमधील प्रत्येक कक्षिकेचे आकार, परिमाण आणि ऊर्जेचे प्रमाण निश्चित असते

अणूमधून ऊर्जा तेव्हा उत्सर्जित होते जेव्हा इलेक्ट्रॉन एका कक्षिकेमधून केंद्रकाच्या जवळील दुसऱ्या कक्षिकेमध्ये उडी मारतो. अंतर्वेशनचा संदर्भ असा कि इलेक्ट्रॉन्स किती प्रभावीपणे केंद्रकाजवळ येऊ शकतात. s -कक्षिकासाठी इलेक्ट्रॉन संभाव्यता घनता सर्वाधिक कक्षेच्या मध्यभागी किंवा केंद्रकात सर्वात जास्त असते. वेगवेगळ्या कक्षिकामध्ये इतरापेक्षा जास्त केंद्रकीय, अंतर्वेशन असते. चला आपण हे क्रमाक्रमाने शिकू या.

5.3.1 आवर्तसारणीतील अणूची s, p, d, f कक्षीय ऊर्जा

s, p, d आणि f कक्षिका संरेखित आहेत आणि अणूमधील विविध अक्षांमध्ये स्थित आहेत. तिचे प्रकार, आकार आणि शक्ती याबद्दलचा तपशील-

- **s -कक्षिका** - पहिल्या कवचा (shell) मध्ये s कक्षिका असते ज्यामध्ये दोन इलेक्ट्रॉन भरले जाऊ शकतात. आकार गोल किंवा गोलाकार आहे.
- **p -कक्षिका** - दुसऱ्या कवचामध्ये s आणि p कक्षिका असतात, p कक्षिकेमध्ये जास्तीत जास्त 6 इलेक्ट्रॉन असू शकतात. p कक्षिकाचा आकार डंबेल आहे. यात उपकवच(subshell) p_x आहे जो x अक्षावर आहे, p_y , y अक्षावर आहे आणि p_z जो z अक्षावर आहे.
- **d -कक्षिका** - तिसऱ्या कवचामध्ये s, p आणि d कक्षिका असतात, d कक्षिकेमध्ये जास्तीत जास्त 10 इलेक्ट्रॉन असू शकतात. d कक्षिकाचा आकार डबल डंबेल आहे. यात उपकवच असतात ज्यांना d_{xy} जे x आणि y अक्षादरम्यान, d_{yz} y आणि z अक्षामध्ये आहे, d_{zx} , z आणि x अक्षामध्ये आहे, $d_{x^2 - y^2}$ x आणि y अक्षावर आहे आणि शेवटी d_{z^2} जे z अक्षावर आहे.
- **f -कक्षिका** - चौथ्या कवचामध्ये s, p, d आणि f कक्षिका असते, f मध्ये जास्तीत जास्त 14 इलेक्ट्रॉन असू शकतात. त्यांचे आकार बरेच क्लिष्ट आहेत.



आकृती 5.2: अणुकक्षिकांचे आकार

कक्षिकांमध्ये इलेक्ट्रॉन्सची नियुक्ती नियंत्रित करणारे तीन प्रमुख नियम आहेत -

- **पॉली अपवर्जन तत्त्व:** या तत्त्वानुसार, कक्षिकेत जास्तीत जास्त दोन इलेक्ट्रॉन असू शकतात आणि त्यांच्यामध्ये उलट आभ्रम असणे आवश्यक आहे. दुसऱ्या शब्दांत, अणूमधील कोणत्याही दोन इलेक्ट्रॉनच्या सर्व चार क्वांटम संख्या अगदी समान असू शकत नाहीत. जसे आपल्याला माहित आहे की चौथा क्वांटम क्रमांक m आहे, $+1/2$ स्पिन वर (\uparrow) आणि $-1/2$ स्पिन खाली (\downarrow) आहे आणि म्हणून जर दोन इलेक्ट्रॉनसाठी पहिल्या तीन क्वांटम संख्या समान असतील तर इलेक्ट्रॉनमध्ये एक कक्षीय उलट आभ्रम असणे आवश्यक आहे.

- **हुंडचा नियम:** कक्षीकेत इलेक्ट्रॉन निर्दिष्ट करताना, प्रत्येक इलेक्ट्रॉन सर्व कक्षिका समान ऊर्जेने (ज्याला डिजनरेट असेही म्हटले जाते). भरेल व नंतर अर्ध्या भरलेल्या कक्षीकेत दुस-या इलेक्ट्रॉनशी जुळेल.
- **औफबाऊ तत्त्व:** या तत्त्वानुसार, इलेक्ट्रॉन प्रथम त्या कक्षीकेत कब्जा करतील ज्यांची ऊर्जा सर्वात कमी आहे. “उप कवच” कक्षिका भरण्यासाठी खालील क्रम आहे, जे आवर्त सारणीमध्ये “खंड” चा क्रम देखील देते
 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p$

5.3.2 अंतर्वेशन शक्ती (Penetration Power)

याचा अर्थ इलेक्ट्रॉनला आकर्षित करण्याची कक्षीकेची क्षमता. या प्रक्रियेसोबत उर्जा सोडली जाते. p , d आणि f कक्षिकांपेक्षा केंद्रकाच्या जवळ असल्यामुळे s -कक्षिकांचा अंतर्वेशन प्रभाव जास्तीत जास्त आहे. अशाप्रकारे, s कक्षिका, त्याचा अधिक अंतर्वेशन प्रभाव असल्यामुळे, जेव्हा तो इलेक्ट्रॉन स्वीकारते तेव्हा p कक्षिकेपेक्षा जास्त उर्जा मुक्त करतो. त्याचप्रमाणे d कक्षिकेद्वारे मुक्त केलेली उर्जा f कक्षिकेपेक्षा जास्त असते, पण p कक्षिकेपेक्षा कमी असते.

एक बहु-इलेक्ट्रॉन अणूमध्ये इलेक्ट्रॉनचा अंतर्वेशन प्रभाव कवच आणि उपकवच या दोन्ही मूल्यांवर अवलंबून असते. आपण खालील प्रकरणे घेऊन शिकू शकतो:

प्रकरण 1 - समान कवच मूल्य (n) मध्ये, इलेक्ट्रॉनचा अंतर्वेशन प्रभाव उपकवचाच्या (l) या प्रवृत्तीचे अनुसरण करते:

$$s > p > d > f$$

प्रकरण 2 - कवच (n) आणि उपकवचाच्या (l) वेगवेगळ्या मूल्यांसाठी, इलेक्ट्रॉनचा अंतर्वेशन प्रभाव या प्रवृत्तीचे अनुसरण करते:

$$1s > 2s > 2p > 3s > 3p > 4s > 3d > 4p > 5s > 4d > 5p > 6s > 4f...$$

प्रकरण 3 - प्रत्येक कवच आणि उपकवचासाठी इलेक्ट्रॉनची उर्जा खालीलप्रमाणे आहे.....

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p...$$

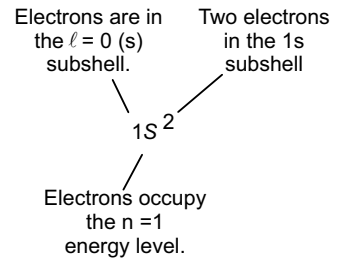
जे इलेक्ट्रॉन जास्त अंतर्वेशन प्रभाव अनुभव करतात ते केंद्रकाकडे जास्त आकर्षण अनुभवतात, म्हणजेच कमी परिरक्षण अनुभवतात आणि त्यामुळे मोठा प्रभावी केंद्रकीय प्रभार (Z_{eff}), अनुभवतात, परंतु इतर इलेक्ट्रॉनला अधिक प्रभावीपणे परिरक्षित करतात.

5.4 इलेक्ट्रॉनी संरूपण

इलेक्ट्रॉनी संरूपण म्हणजे अणू किंवा रेण्विक कक्षीकेत अणू किंवा रेणूच्या इलेक्ट्रॉनचे वितरण होय. अणू भौतिकशास्त्र आणि क्वांटम रसायनशास्त्रात, इलेक्ट्रॉन संरूपण म्हणजे अणू किंवा रेणू (किंवा इतर भौतिक रचना) च्या आण्विक किंवा रेण्विक कक्षीकांमध्ये इलेक्ट्रॉनचे वितरण. उदाहरणार्थ, निऑन अणूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण $1s^2 2s^2 2p^6$ आहे.

इलेक्ट्रॉनी संरूपणाचे महत्त्व

- मूलद्रव्यांच्या आवर्तसारणीची रचना समजून घेणे.
- हे अणूना एकल ठेवणाऱ्या रासायनिक बंधांचे वर्णन करण्यासाठी देखील उपयुक्त आहे.
- मोठ्या प्रमाणात सामग्रीमध्ये, हीच कल्पना लेझर्स आणि सेमीकंडक्टर्सचे विलक्षण गुणधर्म स्पष्ट करण्यास मदत करते.
- इलेक्ट्रॉन संरूपण अणूमधिल विविध कक्षीकांमध्ये इलेक्ट्रॉनचे वितरण वर्णन करते.



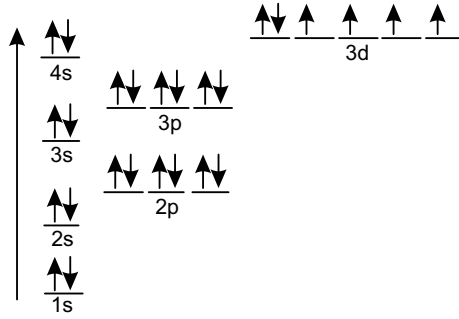
- s कक्षिका - 1 बॉक्स - एकूण संख्या $2e^-$
- p कक्षिका - 3 बॉक्स - एकूण संख्या $6e^-$
- d कक्षिका - 5 बॉक्स - एकूण संख्या $10e^-$
- f कक्षिका - 7 बॉक्स - एकूण संख्या 14

मूलद्रव्य	असायला हवे	खर तर आहे
तांबे	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
क्रोमियम	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहतांना प्रथम ऊर्जेची पातळी (आवर्तन) लिहा, त्यानंतर उपकवच भरा आणि सुपरस्क्रिप्ट, जे त्या उपकवचामधील इलेक्ट्रॉनची संख्या आहे. इलेक्ट्रॉनची एकूण संख्या अणू अंक, Z आहे. वरील नियमांमुळे आवर्तसारणीतील सर्व मूलद्रव्यांसाठी इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहिण्याची परवानगी दिली जाते.

उदाहरणार्थ, लोहाची इलेक्ट्रॉन संरूपण खालीलप्रमाणे लिहिले जाऊ शकते:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 = [Ar] 3d^6 4s^2$$



आकृती 5.4: इलेक्ट्रॉन संरूपण – लोह

5.5 इलेक्ट्रॉन संरूपणावर आधारित मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण $[s, p, d]$ आणि f -खंड मूलद्रव्य]

आवर्तसारणीनुसार किंवा आधुनिक आवर्तसारणीनुसार दीर्घ रूपानुसार सर्व मूलद्रव्य मोठ्या प्रमाणात चार खंडांमध्ये s, p, d आणि f खंडांमध्ये विभागले गेले आहेत. मूलद्रव्यांचे हे वर्गीकरण विविध उपकवच किंवा कवचामध्ये मध्ये शेवटच्या इलेक्ट्रॉनच्या प्रवेशावर आधारित आहे.

- s -खंड मूलद्रव्य.** 1 आणि 2 गणांतील मूलद्रव्य, हायड्रोजन आणि हीलियम या गटाचे आहेत. त्यांच्या बाह्यतम कवचामध्ये एक (ns^1) किंवा दोन (ns^2) इलेक्ट्रॉन असतात.
- p -खंड मूलद्रव्य.** 13, 14, 15, 16, 17 आणि शून्य गणाच्या (He वगळता) च्या मूलद्रव्यांना p -खंड मूलद्रव्य म्हणतात. हे ते मूलद्रव्य आहेत ज्यात शेवटच्या इलेक्ट्रॉनने बाह्यतम कवचाच्या p -कक्षिकामध्ये प्रवेश केला आहे. त्यांचे सामान्य बाह्यतम इलेक्ट्रॉन संरूपण $ns^1 p^1$ ते $ns^2 p^6$ पर्यंत आहे. केवळ असे मूलद्रव्य ज्यांचे बाह्यतम कवच अपूर्ण आहे, त्यांना प्रतिनिधी मूलद्रव्य म्हणतात. त्यांचे सामान्य बाह्यतम इलेक्ट्रॉनिक वितरण ns^1 ते $ns^2 p^5$ पर्यंत असते.
- d -खंड मूलद्रव्य.** 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 आणि 12 गणाच्या मूलद्रव्यांना d -खंड मूलद्रव्य म्हणतात. हा खंड s -आणि p -खंड यांच्या दरम्यान आहे. पेनल्टीमेट (बाह्यतम कवचाच्या अगदी खालचे कवच) कवचाच्या d -कक्षिका अपूर्ण होईपर्यंत क्रमाने भरले जातात. अशा प्रकारे अशा मूलद्रव्यांचे बाहेरील दोन कवच अपूर्ण असतात. आवर्त सारणीमध्ये d -खंड मूलद्रव्यांना s -खंड आणि p -खंड मूलद्रव्यांच्या दरम्यान दीर्घ आवर्तनामध्ये ठेवलेले असतात. त्यांचे सामान्य बाह्यतम इलेक्ट्रॉन संरूपण $(n-1) d^{1-10} ns^{1-2}$ आहे. त्यांना संक्रमण मूलद्रव्य म्हणून देखील ओळखले जाते.
- f -खंड मूलद्रव्य.** त्यांच्याकडे शेवटचे तीन कवच आहेत जे अपूर्ण आहेत. लँथनाइड्स किंवा रेअर अर्थ मूलद्रव्ये (अणू अंक 58 ते 71) आणि ऍक्टिनाइड्स (अणू अंक 89 – 103) यांना f -खंड मूलद्रव्य म्हणतात. या मूलद्रव्यांचा शेवटचा इलेक्ट्रॉन पेनल्टीमेट $(n-2)$ -कवचामध्ये प्रवेश करतो म्हणजे तिसरा शेवटचा कक्षा. आतील f -कवच क्रमाने भरल्या गेल्याने या मूलद्रव्यांना अंतर्गत संक्रमण मूलद्रव्य देखील म्हणतात.

आयसीटीचा वापर

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_en.html

मनोरंजक माहिती

- दिमित्री मेंडेलीवला पत्ते खेळायला खूप आवडत होते. म्हणूनच त्याने प्रत्येक मुलद्रव्याचे वजन स्वतंत्र इंडेक्स कार्डवर लिहिले आणि त्या सॉलीडमध्ये आयोजित केल्याप्रमाणे त्यांची क्रमवारी लावली. आवर्त सारणीची देखभाल व अद्ययावत करण्याची आय.यू. पी.ए.सी जबाबदार आहे. आवर्त सारणीचे सर्वात अलीकडील संशोधन डिसेंबर 2018 मध्ये प्रकाशित केले गेले.
- इलेक्ट्रॉनी संरूपण अणूच्या माहितीचा आधार आहे. पदार्थाच्या रासायनिक, भौतिक, विद्युत आणि चुंबकीय वर्तनाचा अंदाज लावण्यास मदत होते.
- मोठ्या प्रमाणात मटेरियलमध्ये, आवर्ततेची वैशिष्ट्ये लेसर आणि सेमीकंडक्टरच्या विशिष्ट गुणधर्मांचे स्पष्टीकरण करण्यास मदत करतात.

5.6 अणुत्रिज्या

अणूचा आकार गोलाकार मानला जातो. तर, त्याचा आकार सामान्यतः गोलाची त्रिज्या म्हणून व्यक्त केली जाते. अणुत्रिज्या म्हणजे अणुकेंद्रक व बाह्यतम कवच यामधील अंतर होय.

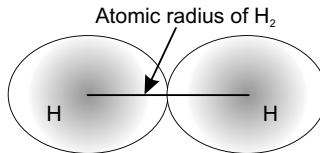
5.6.1 घटक ज्यावर अणू आकारमान अवलंबून असतो

- केंद्रकीय प्रभार:** केंद्रकीय प्रभारात वाढ झाल्याने केन्द्रक व इलेक्ट्रॉन ढग यांच्यातील आकर्षण बल वाढते. म्हणूनच, इलेक्ट्रॉन ढग केंद्रकाच्या जवळ जातो आणि अणूचा आकार कमी होतो.
- कक्षांची संख्या:** कक्षांच्या संख्येत वाढ झाल्याने मध्यवर्ती आणि शेवटच्या कक्षामधील अंतर वाढते. म्हणून अणूचा आकार वाढतो. त्याचप्रमाणे कक्षांची संख्या कमी झाल्यामुळे अणूचा आकार कमी होतो.
- मोजमाप:** अणुत्रिज्या एंजस्ट्रॉम युनिट्स ($1 \text{ \AA} = 10^{-8}$ सेमी) मध्ये इलेक्ट्रॉन विवर्तन पद्धतीने मोजले जातात.
- अणुत्रिज्येचा अभ्यास:** अणुत्रिज्येचे विविध प्रकार (जे एखाद्या अणूच्या वातावरणावर अवलंबून असतात) खालीलप्रमाणे आहेत:
 - सहसंयोजक त्रिज्या
 - धात्विक त्रिज्या
 - व्हॅनडरवाल्सची त्रिज्या
 - आयनिक त्रिज्या

5.6.2 सहसंयोजक त्रिज्या

सहसंयोजक त्रिज्येची व्याख्या 'एकल बंधाद्वारे एकत्रीत जोडलेल्या दोन समान अणूच्या अणुकेंद्रकामधील अंतराच्या अर्धे अंतर' अशी केली जाऊ शकते,

H ची अणू त्रिज्या



आकृती.5.5: हायड्रोजन अणूची सहसंयोजक त्रिज्या

1. बंधित अणूचे आंतर-केंद्रकीय अंतर स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्राच्या x-रे पृथक्करणाद्वारे निश्चित केले जाऊ शकते. या अंतरांपैकी निम्मे अंतर सहसंयोजक लिज्या देते.

$$\text{सहसंयोजक लिज्या} = \frac{\text{दोन सहसंयोजित बंधित अणू दरम्यान आंतरकेंद्रकीय अंतर}}{2}$$

उदाहरण: H_2 -रेणूमधील आंतर-केंद्रकीय अंतर = 0.74 \AA

$$H\text{-अणूचे सहसंयोजक लिज्या} = \frac{0.74}{2} = 0.37 \text{ \AA}$$

5.6.3 धात्विक लिज्या (क्रिस्टल लिज्या)

एका धातु बंधामधील दोन अणू दरम्यानचे अर्धे आंतर-केंद्रकीय अंतर क्रिस्टल लिज्या किंवा धातू लिज्याचे प्रतिनिधित्व करते. हे सहसा x-रे विवर्तन पद्धतीने निर्धारित केले जाते.

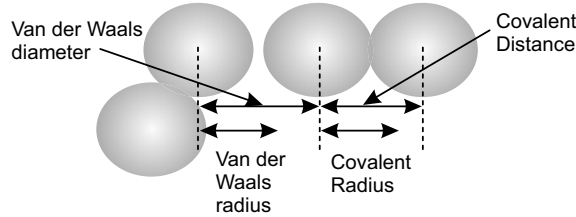
उदा घन सोडियम, दोन समीप सोडियम अणू दरम्यान आंतर-केंद्रकीय अंतर 3.72 \AA आहे. म्हणून,

Na ची धात्विक लिज्या = 1.86 \AA (3.72 \AA च्या अर्धा)

5.6.4 व्हॅनडरवालची लिज्या

हे असे परिभाषित केले जाते की “घन अवस्थेत दोन शेजारी रेणूतील दोन समान समीपस्थ अणूच्या केंद्रकांमधील अर्धे अंतर.”

आकर्षणाची काही बलं, ज्यांना व्हॅनडरवालची बलं म्हणून ओळखले जाते, निष्क्रिय वायूंचे उदासीन अणू आणि विविध पदार्थांच्या ध्रुवीय रेणू लिज्येपेक्षा दरम्यान कार्य करते. या आकर्षण बलांमुळे, निष्क्रिय मूलद्रव्यांचे उदासीन अणू आणि इतर मूलद्रव्यांचे ध्रुव नसलेले रेणू घन अवस्थेत एकत्र येऊ शकतात.



आकृती.5.6: क्लोरीन आणि आर्गॉनच्या व्हॅनडरवालची लिज्या

आकृती 5.6 पासून हे स्पष्ट आहे की व्हॅनडरवालची लिज्या सहसंयोजक लिज्येपेक्षा जास्त असली पाहिजे कारण अबंधित अणू दरम्यान आंतर-केंद्रकीय अंतर बंधित अणूपेक्षा जास्त असणे आवश्यक आहे.

5.6.5 आयनिक लिज्या

आयनिक - लिज्येची व्याख्या अशी केली जावू शकते की आयनच्या केंद्रकापासून ते अंतर जिथपर्यंत त्याच्या इलेक्ट्रॉन ढगाचा प्रभाव आहे.

कोणत्याही आयनिक संयुगातील आंतर-केंद्रकीय अंतर x-रे अभ्यासाद्वारे निश्चित केले जाते. जर आयनांना गोलाकार म्हणून घेतले गेले तर आंतर-केंद्रकीय अंतर दोन आयनच्या आयनिक लिज्याची बेरीज मानले जाऊ शकते. उदाहरणार्थ, $Na-Cl$ चे आंतर-केंद्रकीय अंतर 2.76 \AA आहे. हे Na^+ आणि Cl^- आयनच्या आयनिक लिज्याच्या बेरीज समान आहे. म्हणून, जर आपल्याला एका आयनची लिज्या माहित असेल तर, इतर आयनच्या लिज्येची गणना केली जाऊ शकते.

5.6.6 अणू लिज्यांचा आवर्तीकल

जेव्हा आपण एका गणात वरपासून खालच्या दिशेने जातो तेव्हा अणू लिज्या वाढतात, कारण प्रत्येक गणामध्ये एक नवीन इलेक्ट्रॉन कवच आणि केंद्रक आणि बाह्यतम कक्षिकेदरम्यान अधिक अंतर जोडले जाते. एका आवर्तनात डावीकडून उजवीपर्यंत, आयनिक आकार कमी होतो कारण सर्व अणूंमध्ये एकूण कवचांची संख्या समान असते, फक्त इलेक्ट्रॉन त्याच ऊर्जा पातळीत जोडली जातात.

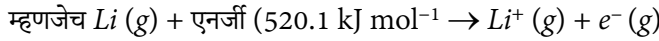
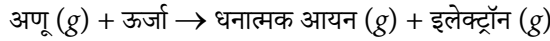
5.7 आयनीकरण ऊर्जा (Ionisation Energy) किंवा आयनीकरणविभव (Ionisation Potential)

अणूमधील इलेक्ट्रॉन धन प्रभारीत केंद्रकाद्वारे आकर्षित असतात. अणूमधून इलेक्ट्रॉन काढण्यासाठी ऊर्जेचा पुरवठा करावा लागतो.

5.7.1 प्रथम आयनीकरण ऊर्जा (IE)

प्रथम आयनीकरण ऊर्जा किंवा फक्त आयनीकरण ऊर्जेची व्याख्या (IE) एका विविक्त उदासीन वायू अणूमधून एक संयुजा इलेक्ट्रॉन काढण्यासाठी आवश्यक ऊर्जेचे प्रमाण अशी केली जाते ज्यामुळे एक मोनोव्हॅलेंट धनात्मक आयन तयार होते.

प्रक्रिया अशाप्रकारे दर्शविली जावू शकते:



एकक - हे एकतर electron-volts atom⁻¹ किंवा kcal mol⁻¹ किंवा kJ mol⁻¹ मध्ये व्यक्त केल्या जाते.

$$1 \text{ eV atom}^{-1} = 23.06 \text{ kcal mol}^{-1} = 96.5 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

आयनीकरण ऊर्जेला आयनीकरण विभव देखील म्हणतात. आयनीकरण ऊर्जा सहजता देते ज्याद्वारे इलेक्ट्रॉन अणूमधून काढला जाऊ शकतो. स्पष्टपणे, आयनीकरण ऊर्जेचे मूल्य जितके लहान असेल ते अणूमधून इलेक्ट्रॉन काढणे सोपे आहे.

आवश्यक ऊर्जा पुरवठा करून एकापेक्षा जास्त संयुजा इलेक्ट्रॉन उदासीन अणूमधून काढले जाऊ शकतात. ऊर्जेची घटती क्रमवारी -

$$IE_4 > IE_3 > IE_2 > IE_1$$



IE_1 (First ionisation energy)



IE_2 (Second ionisation energy)

5.7.2 घटक ज्यावर आयनीकरण ऊर्जा अवलंबून आहे

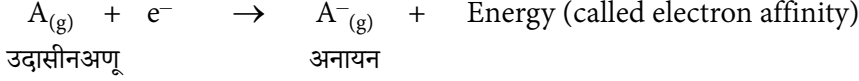
1. केंद्रकीय प्रभार
2. अणुआकारमान
3. आतील इलेक्ट्रॉनिक कक्षिकांचे स्क्रीनिंग किंवा परिरक्षण प्रभाव
4. उप- कवचामध्ये अंतर्वेशन

5.7.3 आयनीकरण ऊर्जेचा आवर्ती कल

एका गणातील मूलद्रव्यांची आयनीकरण ऊर्जा सामान्यतः वरपासून खाल पर्यंत कमी होते, ते इलेक्ट्रॉनच्या परिरक्षणामुळे होते. एका आवर्तनात मूलद्रव्यांची आयनीकरण ऊर्जा संयुजा कवचाच्या स्थिरतेमुळे. सामान्यतः डावीकडून उजवीकडे वाढते.

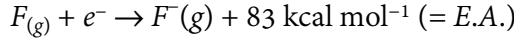
5.8 इलेक्ट्रॉन आसक्ति (Electron Affinity)

जेव्हा कुठल्याही मूलद्रव्यांचे उदासीन वायूरूपी अणूमध्ये इलेक्ट्रॉनला जोडून धनात्मक आयन निर्माण करताना ऊर्जेची जी माला सोडली जाते तिला प्रथम इलेक्ट्रॉन आसक्ति म्हणतात. उदाहरणार्थ,



एकक हे kcal mol^{-1} किंवा इलेक्ट्रॉन व्होल्ट (eV) मध्ये मोजले जाते. 1 ईव्ही = $23.06 \text{ kcal mol}^{-1}$.

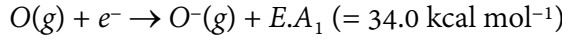
उदाहरण. जेव्हा F अणूचा एक अणुभार F^- आयनच्या एका अणुभारामध्ये रूपांतरित होतो, तेव्हा 83 Kcals ऊर्जा सोडली जाते.



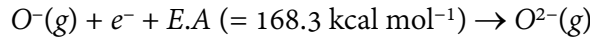
सोडली जाणारी ऊर्जा जास्त, अणूच्या इलेक्ट्रॉन आसक्तिचे मूल्य जास्त. त्याचप्रमाणे उच्च $E. A.$ चे मूल्य अणूपासून आयन बनविणे सुलभ करते आणि मूलद्रव्यांचे ऑक्सिडायझिंग स्वरूप अधिक शक्तिशाली करते.

5.8.1 क्रमिक इलेक्ट्रॉन आसक्ति

जेव्हा प्रथम इलेक्ट्रॉन वायूरूपी अणूमध्ये जोडला जातो तेव्हा ते एक ऋणात्मक आयन बनते आणि ऊर्जा सोडली जाते. या प्रक्रियेदरम्यान सोडलेल्या ऊर्जेला प्रथम इलेक्ट्रॉन आसक्ति म्हणतात. उदाहरणार्थ,



आता, जर एका ऋणात्मक आयनमध्ये एक इलेक्ट्रॉन जोडला गेला तर तो आयनमधून एक प्रतिकर्षण बल अनुभवतो, परिणामी, प्रतिकर्षण बलावर मात करण्यासाठी ऊर्जा पुरवावी लागते. म्हणूनच, दुसऱ्या इलेक्ट्रॉनला जोडण्यासाठी ऊर्जा सोडण्याऐवजी ऊर्जेची आवश्यकता असते आणि त्याला दुसरी इलेक्ट्रॉन आसक्ति असे म्हणतात. उदाहरणार्थ,



अशा प्रकारे, दुसरा इलेक्ट्रॉन आसक्ति मूल्य ऋणात्मक आहे. इलेक्ट्रॉन एकापाठोपाठ एक म्हणजेच क्रमाक्रमाने जोडण्याच्या घटनेला क्रमिक इलेक्ट्रॉन आसक्ति म्हटले जाते.

5.8.2 घटक ज्यांच्यावर इलेक्ट्रॉन आसक्ति अवलंबून आहे

- (i) **केन्द्रकीय प्रभार.** केन्द्रकीय प्रभार वाढत असताना इलेक्ट्रॉन आसक्ति वाढते. हे केन्द्रकीय प्रभार जास्त असल्यास येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनसाठी अधिक आकर्षणामुळे होते.
- (ii) **अणूचा आकार.** अणूच्या आकारात वाढ झाल्याने केंद्रक आणि येणाऱ्या इलेक्ट्रॉनांमधील अंतर वाढते आणि परिणामी त्याचे आकर्षण कमी होते. परिणामी, इलेक्ट्रॉन आकर्षण मूल्य कमी होईल.
- (iii) **इलेक्ट्रॉनी संरूपण.** अर्ध्या आणि पूर्णपणे भरलेल्या संयुजा उपकवचामध्ये स्थिर इलेक्ट्रॉनी संरूपण असलेल्या मूलद्रव्यांमध्ये अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन स्वीकारण्याची अगदी कमी प्रवृत्ती दर्शविली जाते आणि अशा प्रकारे काही विशिष्ट प्रकरणांमध्ये इलेक्ट्रॉन आसक्ति कमी किंवा शून्य असते.
- (iv) **स्क्रीनिंग आणि परिरक्षण प्रभाव.** इलेक्ट्रॉन आसक्तिचे मूल्य देखील ज्या कक्षामध्ये इलेक्ट्रॉन प्रविष्ट केले जाते त्यावर अवलंबून असते. s -कक्षिकामध्ये प्रवेश करणाऱ्या इलेक्ट्रॉनसाठी इलेक्ट्रॉन आसक्तिचे मूल्य p , d आणि f कक्षिकापेक्षा कमी आहे. हे s -इलेक्ट्रॉनच्या परिरक्षण शक्तीमुळे होते.

5.8.3 इलेक्ट्रॉनिक आसक्तिचे आवर्ती कल

असे दिसून आले आहे की सर्व साधारणपणे इलेक्ट्रॉनिक आसक्ति एका आवर्तनात डावीकडून उजवीकडे वाढते आणि गणामध्ये वर पासून खालपर्यंत घटते. आवर्ततेच्या प्रवृत्तीमध्ये काही अपवाद आढळतात - गण 1 मधील मुलद्रव्यांपेक्षा गण 17 मधील मूलद्रव्य जास्त (अधिक ऋणात्मक) आणि गण 15 मधील मुलद्रव्यांपेक्षा गण 14 मधील मूलद्रव्यांची इलेक्ट्रॉनिक आसक्ति जास्त आहे (अधिक ऋणात्मक).

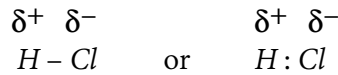
5.9 विद्युतऋणता (Electronegativity)

सहसंयोजक रेणूमधील सामायिक इलेक्ट्रॉन युग्माला स्वतःकडे आकर्षित करण्याच्या अणूच्या क्षमतेच्या मोजमापाला विद्युतऋणता म्हणून परिभाषित केले जाते. हे ग्रीक अक्षर χ (chi) द्वारे दर्शविले जाते.

समान विद्युतऋणतेच्या दोन अणूंनी (A आणि B म्हणा) तयार केलेल्या सहसंयोजित बंधाचा विचार करा. बंधित इलेक्ट्रॉन युग्म अणूंमध्ये समान प्रमाणात सामायिक केली जाते आणि दोन अणूंच्या मध्यभागी स्थित असते. उदा. H_2 , N_2 , Cl_2 , NCl_3 परंतु, जर वेगळ्या विद्युतऋणतेचे अणू एक सहसंयोजक बंध तयार करतात, तर इलेक्ट्रॉनची सामायिक युग्म अगदी मध्यभागी नसते परंतु जास्त विद्युतऋणतेच्या दिशेने सरकली जाते.

उदाहरण- दोन अणू जे एकसारखे नसतात, उदा. H आणि Cl, सहसंयोजक संयुग तयार करतात $H:Cl$. क्लोरीनची विद्युतऋणता हायड्रोजनपेक्षा जास्त असते, पहिल्याचा इलेक्ट्रॉन युग्मामध्ये वाटा नंतरवाल्यापेक्षा जास्त असतो; रेणूचा क्लोरीन टोक म्हणजे द्विध्रुवीचा ऋणात्मक टोक.

म्हणजेच



5.9.1 विद्युतऋणतेचे मापन

विद्युतऋणतेची मापनश्रेणी प्रचलित आहेत आणि एका संयुगाचे प्रतिशत आयनिक गुण आणि अभिक्रियेमध्ये निर्मित ऊर्जेच्या मोजमापासाठी वापरली जातात.

- (a) मुलिकेन स्केल (b) पॉलिंग स्केल (c) ऑलरेड आणि रोचो पद्धत

5.9.2 विद्युतऋणतेचा अनुप्रयोग

- (a) विद्युतऋणतेची मूल्ये आणि बंध यांचे स्वरूप. वेगवेगळ्या विद्युतऋणतेच्या दोन अणूंमध्ये तयार झालेल्या बंधाचे स्वरूप ध्रुवीय इलेक्ट्रोव्हॅलेंट संयुग तयार करू शकते.

उदाहरण, Na (0.9) आणि Cl (3.0.) Na^+ , Cl^- बनवतात. जेव्हा दोन समान अणू एकत्र होतात म्हणजेच, विद्युतऋणता मूल्यामधील फरक विशेष नसतो तेव्हा ते अ- ध्रुवीय सहसंयोजक बंध बनवतात.

- (b) विद्युतऋणता आणि संयुगाचे नामकरण. बायनरी संयुगात, प्रथम कमी विद्युतऋणतेचे नाव ठेवण्याची प्रथा बनली आहे.

उदाहरणार्थ, ICl एक इंटरहॅलोजन संयुग, याला आयोडीन क्लोराईड, ICl म्हणतात.

- (c) सहसंयोजक बंधाच्या आंशिक आयनिक वर्णाची गणना.
 (d) विद्युतऋणता अभिक्रिया च्या हायड्रॉलिसिस तन्त्राचा अंदाज लावण्यास मदत करते.
 (e) बंध लांबीची गणना.

चला आपण बंध लांबी $N-O$ काढू. नायट्रोजन आणि ऑक्सिजन अणूंचे सहसंयोजक बिज्या अनुक्रमे 0.75 \AA आणि 0.74 \AA आणि N आणि O ची विद्युतऋणता अनुक्रमे 3.0 आणि 3.5 आहेत.

अशा प्रकारे,

$$D_{N-O} = 0.75 + 0.74 - 0.09 (3.5 - 3.0) = 1.445 \text{ \AA}$$

वास्तविक $N-O$ बंध लांबी 1.46 \AA आहे

5.9.3 विद्युतऋणतेचा आवर्ती कल

आवर्त सारणीमध्ये, जेव्हा आपण एका आवर्तनात डावीकडून उजवीकडे सरकतो तेव्हा प्रभावी केंद्रकीय प्रभारामध्ये हळूहळू वाढ झाल्यामुळे अणूचा आकार हळूहळू कमी होतो, त्यामुळे विद्युतऋणता ही हळूहळू वाढते. गणात खाली जात असताना अणूचा आकार हळूहळू वाढतो, त्याचा परिणाम असा होतो की विद्युतऋणतेमध्ये हळू हळू घट होत आहे.

5.10 ध्रुवीयता (Polarizability)

ध्रुवीयता हे विद्युत क्षेत्राद्वारे इलेक्ट्रॉन ढग किती सहजपणे विकृत होतो याचे मोजमाप आहे.

इतर आयनला नष्ट करण्याच्या आयनच्या सामर्थ्याला त्याची ध्रुवीकरण शक्ती म्हणून ओळखले जाते आणि विकृत होण्याच्या प्रवृत्तीस त्याची ध्रुवीयता म्हणून ओळखले जाते.

उदाहरण, LiI मधील मोठे आयोडाइड आयन, अनायन, धनात्मक लिथियम आयनच्या दिशेने ओढले जाते. आयोडाइड आयनला ध्रुवीकृत म्हणतात.

एखाद्या बंधासाठी ध्रुवीकरण (कोव्हलेंट कॅरेक्टर) महत्वपूर्ण होण्यासाठी, कॅटायन ध्रुवीकरण करणारी आणि अनायन ध्रुवीकृत होणारी असणे आवश्यक आहे. जर, कॅटायन मध्यम ध्रुवीकरण करत असेल तर, अनायन, खूप जास्त ध्रुवीकृत होणारी असणे आवश्यक आहे. ध्रुवीकरण करणारी कॅटायन आणि ध्रुवीकरणक्षम अनायनसमधील बंधांमध्ये लक्षणीय सहसंयोजक वर्ण आहेत. अनायनची ध्रुवीयता त्याच्या आकार आणि प्रभारावर अवलंबून असते.

5.10.1 कमी प्रभार घनतेचे ऍनियन्स अधिक ध्रुवीकरणक्षम आहेत

समान प्रभार असणाऱ्या ऍनियन्ससाठी, मोठ्या अनायनचे अधिक प्रमाणात ध्रुवीकरण होते $F^- < Cl^- < Br^- < I^-$.

समान आकाराच्या ऍनियन्ससाठी, अधिक ध्रुवीकरण करणारी अनायनवर ऋणात्मक प्रभार अधिक असतो $S^{2-} > Cl^-$, कारण जास्त प्रभार इलेक्ट्रॉनचे प्रमाण प्रोटॉनपेक्षा अतिशय जास्त आहे असे दर्शवते.

उदाहरण 1. $NaCl$ चे स्वरूप आयोनिक आहे परंतु AlI_3 सहसंयोजक आहे, असे का ?

कारण सोडियम क्लोराईडचे, $NaCl$ कडे कमी धनात्मक प्रभार ($+1$) आहे, बऱ्यापैकी मोठे कॅटायन ($\sim 1 \text{ \AA}$) आणि तुलनेने लहान अनायन (0.2 \AA) आहे, ते प्रकृतीने आयनिक आहे. परंतु अल्युमिनियम आयोडाइड AlI_3 वर उच्च धनात्मक प्रभार ($+3$) आणि एक मोठा अनायन आहे जेणेकरून ते प्रकृतीने सहसंयोजक आहे.

5.10.2 ध्रुवीकरण याद्वारे वाढविले जाईल

- उच्च आकार आणि कॅटायनचा लहान आकार
- आयनिक क्षमता $\propto Z^+/r^+$ ($=$ ध्रुवीकरण शक्ती)
- उच्च प्रभार आणि अनायनचा मोठा आकार
- अनायनची ध्रुवीयता त्याच्या इलेक्ट्रॉन ढगाच्या विकृतीशी संबंधित आहे
- अपूर्ण संयुजा कवच इलेक्ट्रॉन संरूपण

(vi) कॅटायनची निष्क्रिय गॅस संरूपण चांगले परिरक्षण आणि कमी ध्रुवीकरण शक्ती तयार करते.

उदा. Hg^{2+} ($r^+ = 102$ pm) Ca^{2+} ($r^+ = 100$ pm) पेक्षा अधिक ध्रुवीकरण करीत आहे.

5.10.3 ध्रुवीयतेवर प्रभाव पाडणारे घटक

ध्रुवीकरणक्षमता आणि इलेक्ट्रॉन घनता, अणू लिज्या आणि रेण्विक अभिमुखता या घटकांमधील संबंध खालीलप्रमाणे आहे:

1. इलेक्ट्रॉनची संख्या जितकी जास्त असेल तितके केंद्रीय प्रभाराचे प्रभार वितरणावर कमी नियंत्रण असते आणि अशा प्रकारे अणूची ध्रुवीयता वाढते.
2. केंद्रीय प्रभारापासून इलेक्ट्रॉनचे अंतर जितके जास्त असेल तितके केंद्रीय प्रभाराचे प्रभार वितरणावर कमी नियंत्रण असते आणि त्यामुळे अणूची ध्रुवीयता वाढते.
3. एक विद्युतक्षेत्राच्या संदर्भात रेण्विक अभिमुखता ध्रुवीयतेवर परिणाम करू शकते (लेबल अभिमुखता निर्भर), टेट्राहेड्रल, ऑक्टेहेड्रल किंवा आयकोसाहेड्रल (लेबल अभिविन्यास-स्वतंत्र) रेणू वगळता. हा घटक असंतृप्त रेणूसाठी अधिक महत्वाचा आहे ज्यात इलेक्ट्रॉन दाट क्षेत्राचा भाग असतो, जसे की 2, 4-हेक्साडाइन. जेव्हा विद्युत क्षेत्र रेणूच्या लंबरेवजी रेणूला समांतर लागू केले जाते तेव्हा या रेणूमध्ये सर्वात मोठी ध्रुवीयता प्राप्त होते.

5.10.4 ध्रुवीयतेचा कल

एक सामान्य कल असा आहे की अधिक विद्युतऋण अणूसाठी ध्रुवीयता कमी असते आणि कमी विद्युतऋण अणूसाठी ध्रुवीयता जास्त असते.

मनोरंजक माहिती

(a) सारणीतील चार मूलद्रव्यांचे नुकतेच नाव देण्यात आले -28 नोव्हेंबर 2016, रोजी, IUPAC ने निहोनियम (Nh), मॉस्कोव्हियम (Mc), टेनेसिन (Ts) आणि ओर्गेनेसन (Og).

नावाच्या चार मूलद्रव्य, 113, 115, 117 आणि 118 यासाठी नाव आणि चिन्हे मंजूर केली.

(b) काही मूलद्रव्यांची नावे प्रसिद्ध वैज्ञानिक, ग्रह किंवा पौराणिक व्यक्तींच्या नावावर आहेत

क्रमांक	एलिमेंट	नामित
1.	आइन्स्टीनियम	अल्बर्ट आइन्स्टाईन
2.	जर्नियम, अमेरिकियम आणि गॅलियम	ज्या ठिकाणी ते सापडले
3.	युरेनियम	युरेनसच्या शोधानंतर
4.	थोरियम	स्कँडिनेव्हियन गडगडाटाचा देव, थोर
5.	टायटॅनियम	ग्रीक टायटन्स

5.11 ऑक्सिडीकरण अवस्था

ऑक्सिडीकरण अवस्थाही एक संख्या असते जी रासायनिक संयोजनातील मूलद्रव्यांना दिली जाते. ही संख्या इलेक्ट्रॉनच्या त्या संख्येचे प्रतिनिधित्व करते जे अणू मिळवू शकते, गमावू शकते किंवा जेव्हा दुसऱ्या मूलद्रव्याच्या अणूसह रासायनिक बंधन साधताना सामायिक होते.

ऑक्सिडीकरण अवस्थाची IUPAC व्याख्या ही आहे की “अणूची ऑक्सिडीकरण अवस्थाही त्याच्या विषम केंद्रीय बंधांच्या आयनिक निकटन नंतर अणूचा प्रभार आहे आणि ऑक्सिडेशन संख्या ही संज्ञा ऑक्सिडीकरण अवस्था जवळजवळ समानार्थी आहे.”

ऑक्सिडीकरण अवस्था/ऑक्सिडेशन संख्या, रासायनिक संयुगामधील अणूच्या ऑक्सिडेशनच्या (इलेक्ट्रॉन नष्ट होणे) डिग्रीचे वर्णन करते. हे पूर्णांकाद्वारे दर्शविले जाते जे धनात्मक, शून्य किंवा ऋणात्मक असू शकते. काही प्रकरणांमध्ये, घटकाची सरासरी ऑक्सिडीकरण अवस्था एक अपूर्णाक असते, जसे की मॅग्नेटाइटमध्ये लोहासाठी 8/3.

इरिडियम टेट्राक्साईड कॅटायन (IrO^+) मध्ये सर्वाधिक ऑक्सिडीकरण अवस्था +9 आहे.

मिथेनमधील कार्बन किंवा $[Cr(CO)_4]^{4-}$ मधील क्रोमियमसाठी सर्वात कमी ऑक्सिडीकरण अवस्था -4 आहे.

ऑक्सिडीकरण अवस्थानियम

नियम 1: इतर घटकांसह अखंड कोणत्याही अणूची ऑक्सीकरण अवस्था 0 (शून्य) असते. उदा. Ag साठी OS 0 आहे O (ऑक्सिजन) किंवा O_2 साठी ऑक्सिडीकरण अवस्था 0 आहे, जोपर्यंत तो इतर कोणत्याही घटकासह अखंड नसतो.

नियम 2: कोणत्याही प्रजातीतील सर्व अणूच्या ऑक्सिडेशन अवस्थेची एकूण बेरीज त्या प्रजातीवरील निव्वळ प्रभारा इतकीच असते. उदा. उदासीन प्रजातींमध्ये, सर्व अणूच्या ऑक्सिडीकरण अवस्थांची एकूण बेरीज 0 आहे. NaCl साठी OS ची बेरीज 0 कारण Na^+ ची OS = +1 आणि Cl^- ची OS = -1, म्हणूनच NaCl ची एकूण OS = 0 आहे.

नियम 3: एका संयुगामध्ये, गण 1 धातूसाठी ऑक्सिडीकरण अवस्था +1 आहे आणि गण 2 धातूसाठी ऑक्सिडीकरण अवस्था +2 आहे. उदा. गण 1 अल्कली धातू असल्याने NaCl मध्ये, Na ची ऑक्सिडेशन स्थिती +1 आहे. ऑक्सिडेशनची बेरीज 0 (नियम 2) करण्यासाठी बेरीजमध्ये Cl चा ऑक्सिडेशन क्रमांक -1 असेल. $MgCl_2$ मध्ये, Mg ची +2 ऑक्सिडीकरण अवस्था आहे, कारण तो गण 2 क्षारीय पृथ्वी धातू आहे. Cl मध्ये ऑक्सिडेशन अवस्था -1 असते आणि तेथे 2 Cl अणू असल्याने प्रजातीचा एकूण प्रभार पुन्हा 0 (नियम 2) असेल.

नियम 4: फ्लोरीनची ऑक्सिडीकरण अवस्था काही संयुगामध्ये -1 आहे. उदा. HF, SF_6 मध्ये F ची OS⁻¹ आहे.

नियम 5: काही संयुगा मध्ये हायड्रोजनची ऑक्सिडीकरण अवस्था +1 आहे. उदा. HI, CH_4 , NH_4 + मध्ये H चा OS, +1.

नियम 6: काही संयुगा मध्ये ऑक्सिजेनची ऑक्सिडीकरण अवस्था -2 आहे. उदा. OH^- , H_2O , CO_3 2-मध्ये ऑक्सिजनचा OS -2 आहे.

नियम 7: धातू असलेल्या दोन-मूलद्रव्य घटकांमध्ये, गट 15 (3 A) मूलद्रव्यांची ऑक्सिडेशन अवस्था -3 आहे, गट 16 (6 A) मूलद्रव्यांची ऑक्सिडेशन अवस्था -2 आहे, आणि गट 17 (7 A) मूलद्रव्यांची ऑक्सिडीकरण अवस्था -1 आहे.

5.12 समन्वय क्रमांक आणि भूमिती

मध्यवर्ती धातूच्या अणू किंवा आयनला समन्वय केंद्र आणि सभोवतालचे रेणू किंवा लिगेंड म्हणून ओळखले जाणारे आयन असे म्हणतात, संयुक्तपणे ते समन्वय संकुल म्हणून ओळखले जातात. केंद्रीय अणू किंवा आयन सामान्यतः संक्रमण धातू किंवा अंतर्गत संक्रमण धातू असतात जे इलेक्ट्रॉन देतात. लिगेण्ड्स इलेक्ट्रॉन न्यूनता गट किंवा आयन आहेत, जे इलेक्ट्रॉन स्वीकारतात.

समन्वय क्रमांक (C.N.) - “समन्वय क्रमांक म्हणजे मध्य अणूभोवती आयन आणि अणूची संख्या किंवा रेणूमधील मध्यवर्ती मूलद्रव्याशी संलग्न असलेल्या एकूण स्थानांची संख्या.”

अशा प्रकारे, “समन्वय क्रमांक म्हणजे संयुगांच्या मध्यवर्ती धातूच्या अणूशी संबंधित दिलेल्या रेणूमधील अणूची बेरीज.” C.N. 2 ते 16 पर्यंत असते परंतु सामान्यतः 6 असते.

तक्ता 5.1: धातू आयनची समन्वय संख्या

उदाहरण	धातू अणू	समन्वय क्रमांक
$[Mo(CN)_8]_4$ and $[Sr(H_2O)_8]_2$	Mo, Sr	8
$[ZrF_7]_3^-$	Zr	7

उदाहरण	धातू अणू	समन्वय क्रमांक
$Fe(CN)_6^{4-}$, $Co(NH_3)_6^{3+}$ and $Ni(NH_3)_6^{2+}$	Fe^{2+} , Co^{3+} , Ni^{2+}	6
$[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Cu(CN)_4]^{3-}$, and $[Ni(CN)_4]^{4-}$	Zn, Cu, Ni	4
$[Ag(NH_3)_2]^+$, $[AuCl_2]^-$, and $[HgCl_2]$	Ag, Au, Hg	2
$[AlCl_4]^-$	Al^{3+}	4
$[AlF_6]^{3-}$	Al^{3+}	6

उदाहरण - $[Ag(NH_3)_2]^+$ [मधील सिल्वर आयनासाठी समन्वय क्रमांक दोन आहे:

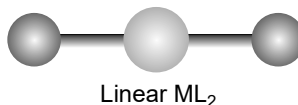
5.12.1 समन्वय क्रमांकाची गणना कशी करावी

समन्वय संयुगाचा समन्वय क्रमांक ओळखण्यासाठीचे चरण खालीलप्रमाणे आहेत.

- रासायनिक सूत्रामधील मध्यवर्ती अणू ओळखा. सहसा हा एक संक्रमण धातू असते.
- मध्यवर्ती धातू अणूच्या जवळील अणू, रेणू किंवा आयन शोधा. हे करण्यासाठी, समन्वय संयुगांच्या रासायनिक सूत्रामध्ये धातूच्या चिन्हाच्या बाजूला थेट रेणू किंवा आयन शोधा. जर केंद्रीय अणू सूत्राच्या मध्यभागी असेल तर दोन्ही बाजूला शेजारचे अणू/रेणू/आयन असतील.
- सर्वात जवळच्या अणू/रेणू/आयनच्या अणूची संख्या जोडा. मध्यवर्ती अणू केवळ एका अन्य घटकाशी संबंधित असू शकतो परंतु तरीही आपल्याला त्या मूलद्रव्याच्या अणूची संख्या सूत्रामध्ये लक्षात घेणे आवश्यक आहे. जर मध्यवर्ती अणू सूत्राच्या मध्यभागी असेल तर आपल्याला संपूर्ण रेणूमधील अणू जोडणे आवश्यक आहे.
- सर्वात जवळच्या अणूची एकूण संख्या शोधा. धातूचे दोन बंधित अणू असल्यास, दोन्ही संख्या एकत्र जोडा.
- विशिष्ट समन्वय क्रमांकासह संकुलांमध्ये अनेक संभाव्य भूमितींची निवड असेल (उदाहरणार्थ, समन्वय क्रमांक आणि भूमिती यांच्यात एक ते एक समानता नाही.). चला आपण चर्चा करूया

समन्वय क्रमांक 2

प्रथम गण संक्रमण धातू आयन संकुलांसाठी ही व्यवस्था फारशी सामान्य नाही आणि काही उत्तम ज्ञात उदाहरणे $Ag(l)$ साठी बंध कोन = 180° . आकार - रेषात्मक आहेत, उदा. $[Ag(CN)_2]^-$, $[Cu(CN)_2]^-$

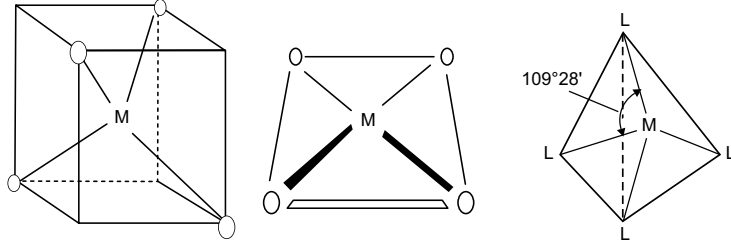


समन्वय क्रमांक 4

दोन भिन्न भूमिती चतुष्फलक (टेट्राहेडरल) आणि वर्ग समतल (स्क्वेअर प्लानर) शक्य आहेत. चतुष्फलक अधिक सामान्य आहे तर वर्ग समतल, जवळजवळ केवळ d^8 इलेक्ट्रॉनी संरूपण असलेल्या धातूमध्ये आढळतो.

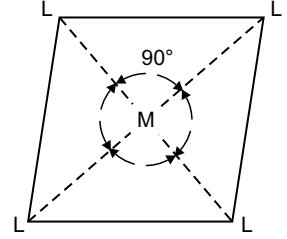
चतुष्फलक भूमिती: चतुष्फलकीय C अणूभोवती केंद्रित रेणूचे रसायनशास्त्र सेंद्रिय अभ्यासक्रमांमध्ये असते. राजकीयदृष्ट्या योग्य होण्यासाठी, च्या सर्व घटना बदला व त्याजागी Co ठेवा. चतुष्फलकीय कोबाल्ट (II) संकुल मोठ्या संख्येने ज्ञात आहेत. बंध कोन = $109^\circ 28'$.

उदाहरण: $[Zn(Cl_4)]^{2-}$, $[Hg(CN)_4]^{2-}$, $[Ni(CO)_4]^0$



आकृती 5.7: चतुष्फलक भूमिती

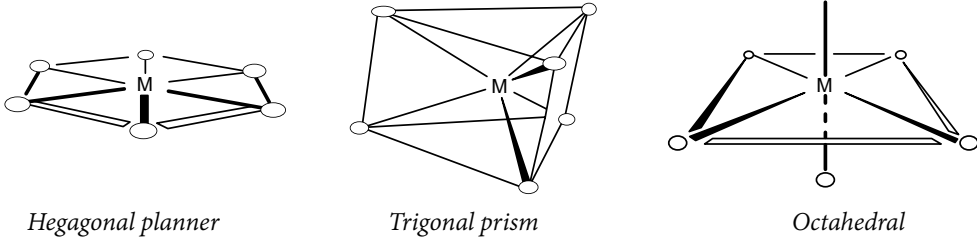
वर्ग समतल भूमिती: हे बऱ्यापैकी दुर्मिळ आहे आणि केवळ या आकारासह काही अत्यंत महत्वाचे रेणू अस्तित्वात असल्यामुळे समाविष्ट केले आहे. बंध कोन = 90° , उदाहरण सिस्प्लॅटिन -cis- $[PtCl_2(NH_3)_2]$



आकृती 5.8: वर्ग समतल भूमिती

समन्वय क्रमांक 6

संक्रमण धातूंनी तयार केलेला हा सर्वात सामान्य प्रकार आहे.

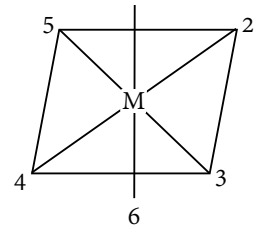


आकृती 5.9: समन्वय क्रमांक 6 च्या भूमिती

- षट्कोनी समतल भूमिती:** पहिल्या गणातील संक्रमण धातू आयनांसाठी ज्ञात नाही, जरी असे असले तरी काही उच्च समन्वय क्रमांक भूमितींमध्ये समतलात सहा गटांची व्यवस्था आढळते.
- त्रिकोणीय प्रिझम भूमिती:** बहुतेक त्रिकोणीय प्रिझमॅटिक संयुगांमध्ये तीन बायडेटेट लिगंड असतात जसे की डायथिओलेट्स किंवा ऑक्सलेट्स आणि काही पहिल्या गणातील संक्रमण धातू आयनांसाठी ज्ञात आहेत.
- ऑक्टाहेड्रल भूमिती (Oh):** सर्व एका आयन असलेल्या पहिल्या गणातील संक्रमण धातूच्या आयनांसाठी आढळणारी सर्वात सामान्य भूमिती. काही प्रकरणांमध्ये विकृती दिसून येते.

उदा. $[Co(en)_3]Cl_3$ and $[CoCO_3(NH_3)_5]^+$

अशा प्रकारे, कोणत्याही रेणूच्या समन्वय क्रमांकाच्या मदतीने आपण त्या रेणूच्या आकाराचा अंदाज लावू शकतो. रेणूची अंतिम भूमिती CFT द्वारे निश्चित केली जाते आणि पुष्टी केली जाते जी आपण युनिट 1 मध्ये आधीच शिकलो आहे.

ML₆ Octahedral

आकृती.5.10: ऑक्टाहेड्रल भूमिती

अनुप्रयोग

- उद्योग आणि प्रयोगशाळांमध्ये रसायनांच्या संश्लेषणादरम्यान समन्वय संयुगे मुख्यतः उत्प्रेरक म्हणून वापरली जातात.

- या संयुगामध्ये रंगाचे विलक्षण गुणधर्म आहेत, जे औद्योगिक उत्पादनांची ओळख, ओळख आणि व्हिज्युअलायझेशनमध्ये वापरले जातात.

5.13 हार्ड आणि सॉफ्ट एसिड आणि बेस (HSAB)

हार्ड आणि सॉफ्ट एसिड आणि बेस (HSAB) सिद्धांत ही गुणात्मक संकल्पना आहे जी राल्फ पीयर्सनने धातू संकुलची स्थिरता आणि त्यांच्या अभिक्रियांची यंत्रणा स्पष्ट करण्यासाठी मांडली आहे.

- HSAB तत्त्व:** एचएसएबी संकल्पनेनुसार, हार्ड एसिड आयनिक कॉम्प्लेक्स देण्यासाठी हार्ड बेसला बांधणे पसंत करतात, तर सॉफ्ट एसिड सहसंयोजक कॉम्प्लेक्स देण्यासाठी सॉफ्ट बेसला बांधणे पसंत करतात.
- हार्ड एसिड आणि हार्ड बेसमध्ये मोठे विद्युतऋणता अंतर शक्तिशाली आयनिक परस्परक्रियांना जन्म देतात.
- सॉफ्ट एसिड आणि सॉफ्ट बेसची विद्युतऋणता जवळजवळ सारखीच असते आणि त्यामुळे त्यांच्यात कमी आयनिक परस्परक्रिया असतात. म्हणजेच, त्यांच्यातील परस्परक्रिया अधिक सहसंयोजक असतात.
- हार्ड एसिड:** सॉफ्ट बेस किंवा सॉफ्ट एसिड - हार्ड बेस मधील परस्परक्रिया मुख्यतः ध्रुवीय सहसंयोजक असतात आणि जास्त अभिक्रियाशील किंवा कमी स्थिर असतात. ध्रुवीय सहसंयोजक संयुगांना अभिक्रिया करण्याची परवानगी दिली तर जास्त आयनिक किंवा जास्त सहसंयोजक संयुगे तात्काळ तयार करतात.

लेविस एसिड आणि बेस अधिक हार्ड किंवा सॉफ्ट किंवा बॉर्डर लाइन प्रकारांमध्ये विभागले जाऊ शकतात.

थोडक्यात, हार्ड एसिड आणि बेस यांना आणखी पुढे लहान आणि अध्रुवीकरणीय असतात, तर सॉफ्ट एसिड आणि बेस मोठे आणि अधिक ध्रुवीकरणीय असतात.

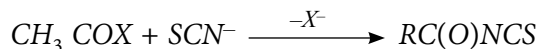
हार्ड आणि सॉफ्ट एसिड्स, बेस आणि बॉर्डरलाइन ऑसिड आणि बेसची वैशिष्ट्ये सारणी 5.13 मध्ये सारांशित केली आहेत.

आम्ल/आधाराचा प्रकार	वैशिष्ट्ये	उदाहरणे
हार्ड ऑसिड्स	1. लहान आयनिक लिज्या असलेली अणुकेंद्रे (< 90 pm). 2. उच्च धनात्मक प्रभार 3. त्यांच्या संयुजा कवचात रिकामे कक्षीय. 4. कमी विद्युतऋणता (1.6–0.7) आणि कमी इलेक्ट्रॉन आसक्ती. 5. अत्यंत जास्त द्रावणीय होण्याची शक्यता. * उच्च ऊर्जा LUMO.	H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Sn^{2+} Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , Cr^{3+} , Co^{3+} , Fe^{3+} , Ir^{3+} , La^{3+} , Si^{4+} , Ti^{4+} , Zr^{4+} , Th^{4+} , VO_2^{2+} , UO_2^{2+} $BeMe_2$, BF_3 , BCl_3 , $B(OR)_3$, $AlMe_3$
सॉफ्ट ऑसिड्स	* मोठी लिज्या ($90 > pm$). * कमी किंवा अंशतः धनात्मक प्रभार * त्यांच्या संयुजा कवचात पूर्णपणे भरलेले कक्षीय. * मध्यम विद्युतऋणता (1.9–2.5) * कमी ऊर्जा LUMO मोठे परिमाण असलेले LUMO गुणांक.	Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Hg^+ , Cs^+ , Tl^+ , Hg^{2+} , Pd^{2+} , Cd^{2+} , Pt^{2+} शून्य ऑक्सिडेशन स्टेट्समधील धातूचे अणू
बॉर्डर लाइन ऑसिड्स		Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , $B(CH_3)_3$, SO_2 , NO^+
हार्ड बेस	1. लहान लिज्या (120 pm च्या सुमारास) आणि अत्यंत द्रावणीय. 2. विद्युतऋणता अणुकेंद्रे (4.0–3.0). 3. कमकुवत ध्रुवीकरणीय. 4. ऑक्सिडीकरण करणे कठीण आहे. * उच्च ऊर्जा HOMO.	H_2O , OH^- , F^- , Cl^- , $CH_3CO_2^-$, PO_4^{3-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , NO^- , ClO^- , ROH , RO^- , R_2O , NH_3 , RNH_2 , N_2H_4

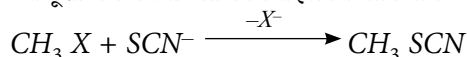
आम्ल/आधाराचा प्रकार	वैशिष्ट्ये	उदाहरणे
सॉफ्ट बेस	1. मोठे अणू ($170 > \text{pm}$) मध्यम विद्युतऋणता ($2.5 - 3.0$). 2. उच्च ध्रुवीकरणक्षमता 3. सहजपणे ऑक्सिडेशन केले जाते * कमी ऊर्जा HOMO परंतु मोठे परिमाण असलेले HOMO गुणांक.	$RSH, RS^-, R_2S, I^-, CN^-, SCN^-, S_2O_3^{2-}, R_3P, R_3As (RO)_3P, RNC, CO, C_2H_4, C_6H_6, R^-, H^-$
बॉर्डर लाइन बेस		एनीलीन, पायरीडीन, N^-, Br^-, NO_2^-, SO_3

एचएसएबी तत्वाचे अनुप्रयोग

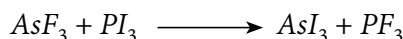
- हायड्रोजन बॉन्डिंगचा वापर: H_2O, NH_3 आणि HF च्या बाबतीत मजबूत हायड्रोजन बंधन शक्य आहे, कारण दाता अणू ($F, O \& N$) हार्ड लेविस बेस आहेत आणि त्यांचे परस्परक्रिया अंशतः धनप्रभारीत H शी, जे एक हार्ड ॲसिड आहे, मजबूत आहेत.
- ॲम्बिडेट लिगँड्सचा धातूच्या अणूशी संबंध: ॲम्बिडेट लिगँड, SCN^- एकतर S च्या टोकाने किंवा N च्या टोकाने बांधू शकतो. $HSAB$ तत्वाचा वापर करून बॉन्डिंग मोड निश्चित केला जाऊ शकतो.
हे सल्फर अणू (सॉफ्ट बेस) द्वारे बंधित होते, जेव्हा Pt^{2+} शी जोडले असते, सॉफ्ट ॲसिड.
तथापि हे नायट्रोजन अणू (एक हार्ड बेस) द्वारे बंधित होते, जेव्हा Cr^{3+} , शी जोडले असते, हार्ड ॲसिड.
- सेंद्रिय अभिक्रियांमध्ये स्थान प्राधान्य: $RCOX$ एक हार्ड ॲसिड आहे आणि SCN^- आयनच्या नायट्रोजन टोकाशी अभिक्रिया देते व एसिल आयसोथियोसायनेट तयार करते.



तर सॉफ्ट मिथाइल गट सल्फर अणूशी बंध करतो आणि मिथाइल थिओकियानेट तयार करतो.

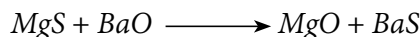


- अकार्बनिक अभिक्रिया: एचएसएबी तत्वाचा उपयोग काही अभिक्रियांच्या परिणामाचा अंदाज घेण्यासाठी केला जातो.
(a) खालील अभिक्रिया शक्य आहे कारण As हे P आणि I^- पेक्षा सॉफ्ट आहे, F^- त्यापेक्षा सॉफ्ट आहे-



लक्षात ठेवा As आणि P दोघेही सॉफ्ट आहेत परंतु As हे तुलनेने जास्त सॉफ्ट आहे

- (b) पुढील अभिक्रिया शक्य आहे कारण Mg^{2+}, Ba^{2+} पेक्षा हार्ड ॲसिड्स आहे आणि O^{2-}, S^{2-} पेक्षा हार्ड बेस आहे.



- अवक्षेपण अभिक्रिया: सॉफ्ट ॲसिड्स जसे Ag^+, Hg^+, Hg^{2+} इ. आणि बॉर्डर लाइन ॲसिड्स like $Fe^{2+}, Ni^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}$ इ. पासून त्यांच्या जलीय द्रावणांमधून सल्फाइड म्हणून अवक्षेपित केले जाऊ शकते कारण S^{2-} आयन हा सॉफ्ट बेस आहे.

5.14 रेण्विय भूमिती

रेण्विय भूमिती ही अणूची निमित्तीय व्यवस्था आहे जी रेणू बनवते.

हे पदार्थाच्या अभिक्रियाशीलता, ध्रुवीयता, पदार्थाची अवस्था, रंग, चुंबकत्व आणि जैविक क्रिया यासह पदार्थाच्या अनेक गुणधर्मांना प्रभावित करते.

रेखिय भूमितीचे निर्धारण

रेखिय भूमिती विविध स्पेक्ट्रोस्कोपिक पद्धती आणि विवर्तन पद्धतींद्वारे निर्धारित केली जाऊ शकते.

- अवरक्त, मायक्रोवेव्ह आणि रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी या तंत्रांनी शोधलेल्या कंपन आणि घूर्णन अवशोषणाच्या तपशीलांपासून रेणू भूमितीबद्दल माहिती देऊ शकतात.
- X-ray क्रिस्टलोग्राफी, न्यूट्रॉन विवर्तन आणि इलेक्ट्रॉन विवर्तन केंद्रक आणि इलेक्ट्रॉन घनतेच्या एकाग्रतेच्या अंतरावर आधारित क्रिस्टलीय घन पदार्थासाठी रेखिक संरचना देऊ शकतात.
- NMR स्पेक्ट्रोस्कोपीचा वापर सापेक्ष अंतर, डायहेड्रल कोन, कोन आणि कनेक्टिव्हिटीसह पूरक माहिती निश्चित करण्यासाठी केला जाऊ शकतो.

रेखिय संरचनेचे प्रकार

बंधन कोन म्हणजे दोन समीप बंधांमधील भौमितिक कोन.

समजण्याच्या सुलभतेसाठी आणि रेखिय रचना खाली नमूद सारणीप्रमाणे सारांशित केली जाऊ शकते. छायांकित चौकोन भूमिती दर्शवतात जे ध्रुवीय रेणू देतात जेव्हा सर्व पर्याय X समान असतात.

६ गटांची एकूण संख्या	इलेक्ट्रॉन युग्म भूमिती (संकरीकरण)	अंदाजे बंधन कोन	अनुमानित बंधांच्या दिशांची संख्या (X ची संख्या)	एकल जोडीची संख्या (e ची संख्या)	भूमितीचे नाव (VSEPR class)	आकार	उदाहरण
2	रेखीय (sp)	180°	2	0	रेखीय (AX_2)		BeH_2, CO_2
3	त्रिकोणीय समतली (sp^2)	120°	3	0	त्रिकोणीय समतली (AX_3)		BF_3, NO_3^-
			2	1	वक्र (AX_2E)		
4	चतुष्फलकी (sp^3)	109.5°	4	0	चतुष्फलकी (AX_4)		CH_4
			3	1	त्रिकोणीय पिरामिड (AX_3E)		NH_3
			2	2	वक्र (AX_2E_2)		H_2O
5	त्रिकोणीय समतली (sp^3d)	120° (in plane) & 90° (above & below)	5	0	त्रिकोणीय द्विपिरॅमिड (AX_5)		PCl_5
			4	1	सिसॉ (AX_4E)		SF_3
			3	2	T च्या आकाराचे (AX_3E_2)		ClF_3
			2	3	रेखीय (AX_2E_3)		XeF_2

६ गटांची एकूण संख्या	इलेक्ट्रॉन युग्म भूमिती (संकरीकरण)	अंदाजे बंधन कोन	अनुमानित बंधा च्या दिशांची संख्या (X ची संख्या)	एकल जोडीची संख्या (e ची संख्या)	भूमितीचे नाव (VSEPR class)	आकार	उदाहरण
6	अष्टभुजाकार (sp^3d^2)	90°	6	0	अष्टफलक (AX_6)		SF_6
			5	1	वर्ग पिरामिडल (AX_5E)		BrF_5
			4	2	वर्ग समतलीय (AX_4E_2)		XeF_4

टीप: वाकलेल्या रेण्विय भूमितीसाठी जेव्हा इलेक्ट्रॉन- युग्माची भूमिती त्रिकोणी समतली असते तेव्हा बंध कोन 120 पेक्षा किंचित कमी असतो, सुमारे 118°. त्रिकोणी पिरॅमिडल भूमितीसाठी बंध कोन 109.5 पेक्षा किंचित कमी आहे, सुमारे 107. वक्र रेण्विय भूमितीसाठी जेव्हा इलेक्ट्रॉन- युग्माची भूमिती चतुष्फलकी असते, तेव्हा बंध कोन सुमारे 105 असतो.

दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

- समन्वय संयुगे प्राणी आणि वनस्पतींच्या जीवनात महत्वाची भूमिका बजावतात. ते ऑक्सिजनच्या साठवण आणि वाहतुकीत, इलेक्ट्रॉन ट्रान्सफर एजंट म्हणून, उत्प्रेरक म्हणून आणि प्रकाश संश्लेषणात आवश्यक असतात. हिमोग्लोबिन हे लोह धातूचे सुप्रसिद्ध उदाहरण आहे.
- पाण्यात कठोरता ही बॉयलर उद्योगात मोठी समस्या आहे. हे EDTA मेटल कॉम्प्लेक्सद्वारे काढले जाते.
- आपण नवीन सामग्रीच्या जलद विकासाच्या युगात जगत आहोत. सामग्रीची रचना आणि रचना ओळखण्यासाठी मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांमध्ये आवर्त भिन्नता मोठ्या प्रमाणावर वापरली गेली आहे.
- हे क्रिस्टल सामग्रीचे परिमाणात्मक विविध भौतिक गुणधर्म जसे सुपरकंडक्टिविटी, इलेक्ट्रॉनिक ध्रुवीकरण, लवचिक मॉड्यूलस आणि कडकपणा इत्यादी मोजण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त आहेत.

सारांश

- प्रभावी केंद्रकीय प्रभार-प्रभावी आविष्क शुल्क म्हणजे म्हणजे बहु-इलेक्ट्रॉन अणूच्या प्रत्येक इलेक्ट्रॉन ने अनुभवलेला निव्वळ प्रभार होय. $Z_{\text{eff}} = Z - S$.
- अंतर्वेशन चा संदर्भ असा कि इलेक्ट्रॉन्स किती प्रभावीपणे केंद्रकाजवळ येऊ शकतात. वेगवेगळ्या कक्षांमध्ये इतरांपेक्षा जास्त आविष्क प्रवेश असतो.
- ऑर्बिटल्स मध्ये इलेक्ट्रॉन भरण्यासाठीचा क्रम
 $-1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p$
- पॉली अपवर्जन तत्त्व (अपवर्जन तत्त्व) - अणूमधील कोणत्याही दोन इलेक्ट्रॉनच्या सर्व चार क्वांटम संख्या अगदी समान असू शकत नाहीत.
- B कक्षीकेत इलेक्ट्रॉन निर्दिष्ट करताना, प्रत्येक इलेक्ट्रॉन सर्व कक्षिका समान ऊर्जेने (ज्याला डिजनरेट असेही म्हटले जाते). भरेल व नंतर अर्ध्या भरलेल्या कक्षीकेत दुस-या इलेक्ट्रॉनशी जुळेल.
- ऑफबाऊ तत्त्व - या तत्त्वानुसार, इलेक्ट्रॉन प्रथम त्या कक्षीकेत कब्जा करतील ज्यांची ऊर्जा सर्वात कमी आहे.

- मूलद्रव्य त्यांच्या इलेक्ट्रॉनी संरूपण नुसार s, p, d आणि f -खंड मूलद्रव्य म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकतात
- **अणू लिज्या** - अणूचा आकार, म्हणून, सामान्यतः गोलाची लिज्या किंवा केंद्रक आणि इलेक्ट्रॉनच्या बाह्य कवचमधील अंतर म्हणून व्यक्त केले जाते.
- **अणू लिज्याचे प्रकार** - (i) सहसंयोजक लिज्या (ii) धात्विक लिज्या (iii) व्हॅनडरवाल्सची लिज्या (iv) आयनिक लिज्या
- **आयनीकरण ऊर्जा** - अणूमधील इलेक्ट्रॉन धन प्रभारित केंद्रकद्वारे आकर्षित असतात. अणूमधून इलेक्ट्रॉन काढण्यासाठी उर्जेचा पुरवठा करावा लागतो.

$$IE_3 > IE_2 > IE_1$$

- **इलेक्ट्रॉन आसक्ति** - जेव्हा प्रथम इलेक्ट्रॉन वायू अणूमध्ये जोडला जातो तेव्हा ते एक ऋणात्मक आयन बनते आणि ऊर्जा सोडली जाते. या प्रक्रियेदरम्यान सोडलेल्या उर्जेला प्रथम इलेक्ट्रॉन आसक्ति म्हणतात.
- **विद्युतऋणता** - सहसंयोजक रेणूमधील सामायिक इलेक्ट्रॉन जोडीला स्वतः कडे आकर्षित करण्याच्या अणूच्या क्षमते ला विद्युतऋणता म्हणून परिभाषित केले जाते.
- **ध्रुवीकरण** - दुसऱ्या आयनचा नाश करण्याची आयनची शक्ती ही त्याची ध्रुवीकरण शक्ती म्हणून ओळखली जाते आणि आयनची आयन विकृत करण्याची प्रवृत्ती याला त्याची ध्रुवीकरण म्हणून ओळखले जाते.
- **ऑक्सिडीकरण अवस्था** ही एक संख्या असते जी रासायनिक संयोजनातील मुलद्रव्यांना दिली जाते. ही संख्या इलेक्ट्रॉनच्या त्या संख्येचे प्रतिनिधित्व करते जे अणू मिळवू शकते, गमावू शकते किंवा जेव्हा दुसऱ्या मूलद्रव्याच्या अणूसह रासायनिक बंधन साधताना सामायिक होते.
- **समन्वय क्रमांक** - समन्वय क्रमांक हा एका संयुगाच्या मध्यवर्ती धातूच्या अणूशी जोडलेल्या दिलेल्या रेणूतील अणूंची बेरीज असते. समन्वय संख्या सामान्यतः 2 ते 16 पर्यंत असते परंतु सहसा 6 असते.
- **समन्वय क्रमांक भूमिती** - समन्वय क्रमांक 2-रेषीय, समन्वय क्रमांक 4-टेट्राहेड्रल, स्क्वेअर प्लॅनर, समन्वय क्रमांक 6-षट्कोनी प्लॅनर, त्रिकोणीय प्रिझम, अष्टकक्षेत्र.
- **HSAB तत्त्व** - एचएसएबी संकल्पनेनुसार, हार्ड एसिड आयनिक कॉम्प्लेक्स देण्यासाठी हार्ड बेसला बांधणे पसंत करतात, तर सॉफ्ट एसिड सहसंयोजक कॉम्प्लेक्स देण्यासाठी सॉफ्ट बेसला बांधणे पसंत करतात.
- **HSAB तत्त्वाचे अनुप्रयोग**
 - (a) हायड्रोजन बाँडिंग मध्ये अनुप्रयोग
 - (b) ॲम्बिडेटेट लिगँडचा धातूच्या अणूशी संबंध
 - (c) सेंद्रिय अभि क्रियांमध्ये साइट प्राधान्य
 - (d) अकार्बनिक अभिक्रिया
 - (e) अवक्षेपण अभिक्रिया
- **आण्विक भूमिती** - आण्विक भूमिती ही अणूंची लिमितीय व्यवस्था आहे जी रेणू बनवते. हे पदार्थाच्या प्रतिक्रियात्मकता, ध्रुवीयता, पदार्थाचा टप्पा, रंग, चुंबकत्व आणि जैविक क्रियाकलाप यासह पदार्थाच्या अनेक गुणधर्मांना प्रभावित करते.

स्वाध्याय

दीर्घ उत्तर प्रकाराचे प्रश्न

1. आवर्त गुणधर्मांद्वारे तुम्हाला काय समजते? चार आवर्त गुणधर्मांची नावे लिहा आणि या गुणधर्मांवर परिणाम करणारे घटक तपशीलवार स्पष्ट करा.
2. आयनीकरण क्षमता परिभाषित करा? त्याची आवर्तकता आणि त्यावर परिणाम करणारे घटक वर्णन करा. त्याच्या मोजमापासाठी विद्युत पद्धतीचे वर्णन करा.

3. इलेक्ट्रॉन आसक्ति स्पष्ट करा? आवर्त सारणीमध्ये त्याची आवर्तकता सांगा. इलेक्ट्रॉन आसक्ति वर परिणाम करणाऱ्या घटकांचे वर्णन करा.
4. विद्युतऋणता तुम्हाला काय समजते? आवर्त सारणीमध्ये त्याची आवर्तकता दर्शवा. त्यावर परिणाम करणाऱ्या घटकांचे वर्णन करा.
5. विद्युतऋणता आणि इलेक्ट्रॉन आसक्ति मध्ये फरक करा. विद्युतऋणतेचे उपयोग सांगा
6. समन्वय क्रमांक काय आहे? त्याची गणना कशी होऊ शकते? मेटल कॉम्प्लेक्सचे एक सुरेख रेखाचित्र काढा ज्यात अष्टकेंद्रित भूमिती आहे.
7. इलेक्ट्रॉनची एकाकी जोडी मेटल कॉम्प्लेक्सच्या भूमितीवर कसा परिणाम करते? आपल्या पसंतीचे कोणतेही योग्य उदाहरण घेऊन एकाकी जोडी इलेक्ट्रॉनची भूमिका स्पष्ट करा.
8. ध्रुवीकरणक्षमता परिभाषित करा आणि रेणूच्या ध्रुवीकरणक्षमतेवर परिणाम करणाऱ्या घटकांची चर्चा करा.
9. खालील कारणे स्पष्ट करा:
 - (i) धातूसाठी, दुसऱ्या आयनीकरण क्षमतेचे मूल्य पहिल्याच्या मूल्यापेक्षा जास्त का आहे?
 - (ii) आकारात, क्लोराईड आयन क्लोरीन अणूपेक्षा मोठा असतो, तर सोडियम आयन सोडियम अणूपेक्षा लहान असतो.
 - (iii) आवर्त सारणीच्या आवर्तनात जेव्हा आपण डावीकडून उजवीकडे जातो तेव्हा विद्युतऋणतेचे परिमाण वाढते.
 - (iv) जेव्हा आपण एका गणात वरपासून खालपर्यंत जातो तेव्हा इलेक्ट्रॉन आसक्तिके परिमाण कमी होते.
10. आवर्त सारणीमध्ये खालील गुणधर्म कसे बदलतात?
 - (i) आयनीकरण ऊर्जा (ii) अणू लिज्या (iii) विद्युतऋणता
12. ऑक्सीडीकरण अवस्था शोधा
 - (i) C in $C_2H_3O_2^-$ (ii) Mo in MoO_4^{2-} (iii) S in SO_3^{2-} (iv) As in AsO_4^{3-}
13. खालील संयुगांमध्ये Al, Xe आणि Cr या अणूंचे ऑक्सीडेशन क्रमांक नेमून द्या.
 - (a) Al_2O_3 (b) XeF_4 (c) $K_2Cr_2O_7$
14. कार्बन अणूसाठी ऑक्सीडीकरण अवस्था वाढविण्यासाठी खालील संयुगांची व्यवस्था करा.
 - (a) CO (b) CO_2 (c) H_2CO_3 (d) CH_3OH
 - (e) CH_4

वस्तुनिष्ठ प्रकार प्रश्न

1. पोटॅशियम आयन K^+ चे इलेक्ट्रॉनी संरूपण खाली नमूद केलेल्या कोणत्या उदात्त वायूंसारखे आहे?
 - (a) क्रिप्टन (b) झेनॉन (c) आर्गॉन (d) रेडॉन [उत्तर: c]

अभिप्राय: पोटॅशियममध्ये अणू क्रमांक 19 आहे, म्हणून त्यात 19 इलेक्ट्रॉन आहेत आणि म्हणून K^+ मध्ये 18 इलेक्ट्रॉन आहेत, जे उदात्त वायू आर्गॉनसारखेच आहे.
2. सहसंयोजक बंध असलेल्या अणूंमध्ये विद्युतऋणता फरक _____ आहे
 - (a) 0 पेक्षा कमी (b) 0-0.3
 - (c) 0.3-1.7 (d) 1.7 पेक्षा जास्त [उत्तर: b]

- अभिप्राय:** सहसंयोजक बंध अणूंमध्ये विद्युतक्रणता फरक 0–0.3 आहे, तर ध्रुवीय सहसंयोजक बंध अणूसाठी ते 0.3–1.7 दरम्यान आहे आणि आयनिकसाठी ते 1.7 पेक्षा जास्त आहे.
3. आवर्तारणीमध्ये एका आवर्तनात डावीकडून उजवीकडे जाताना, अणूचा आकार
 (a) वाढते (b) प्रथम कमी होते आणि नंतर वाढते
 (c) लक्षणीय बदलत नाही (d) कमी होते. [उत्तर: d]
- अभिप्राय:** कालखंडात डावीकडून उजवीकडे जाताना मुख्य क्वांटम संख्या समान असेल, परंतु इलेक्ट्रॉनची संख्या वाढते, त्यामुळे आकार कमी होतो.
4. कॅल्शियम डायक्रोमेट ($CaCr_2O_7$) मध्ये क्रोमियमची ऑक्सिडेशन संख्या किती आहे?
 (a) +7 (b) -2 (c) +6 (d) 0 [उत्तर: c]
- अभिप्राय:** कॅल्शियम आयनचा प्रभार +2 आहे, डायक्रोमेट आयनचा प्रभार -2 असणे आवश्यक आहे. ऑक्सिजनमध्ये नेहमी ऑक्सिजनची ऑक्सिडेशन संख्या -2 असते, म्हणून $7 \times -2 = -14$. आता, $(-2 - (-14) = 12)$. तर, $12/2 = +6$.
5. इलेक्ट्रोडची इलेक्ट्रॉन गमावण्याची प्रवृत्ती म्हणून ओळखली जाते
 (a) इलेक्ट्रोड पोटेन्शियल (b) रिडक्शन पोटेन्शियल
 (c) ऑक्सिडेशन संभाव्य (d) EMF [उत्तर: c]
- अभिप्राय:** धातूच्या इलेक्ट्रोड क्षमतेची परिमाण ही इलेक्ट्रॉन गमावण्याच्या किंवा मिळवण्याच्या त्याच्या सापेक्ष प्रवृत्तीचे माप आहे. म्हणजेच, हे ऑक्सिडेशन (इलेक्ट्रॉनचे नुकसान) किंवा कमी (इलेक्ट्रॉन मिळवणे) घेण्याच्या सापेक्ष प्रवृत्तीचे एक उपाय आहे. $M \rightarrow Mn^+ + ne^-$ (ऑक्सिडेशन क्षमता)
6. खालीलपैकी कोणत्या प्रक्रियेत ऑक्सिडेशन किंवा रिडक्शन यांचा समावेश नाही?
 (a) झटपट चुनापासून स्लेक लाइमची निर्मिती
 (b) मर्क्युरिक ऑक्साईड तापविणे
 (c) मँगनीज ऑक्साईडपासून मँगनीज क्लोराईडची निर्मिती
 (d) जस्त मिश्रणापासून जस्ताची निर्मिती [उत्तर: a]
- अभिप्राय:** येथे, या प्रतिक्रियेत, $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$, ऑक्सिडेशन क्रमांक बदलत नाही त्यामुळे ती रेडॉक्स प्रतिक्रिया नाही.
7. $[CO(CN)_6]^{3-}$ यापैकी कोणते विधान सत्य आहे?
 (a) त्यामध्ये 4 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन, उच्च आभ्राम (b) अयुग्मित इलेक्ट्रॉन, उच्च आभ्राम आहे
 (c) कोणतेही अयुग्मित इलेक्ट्रॉन, कमी आभ्राम (d) 4 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन, कमी आभ्राम [उत्तर: c]
- अभिप्राय:** $[CO(CN)_6]^{3-}$ मध्ये d^2sp^3 संकरण आहे, अयुग्मित इलेक्ट्रॉन, कमी आभ्राम.
8. खालील पैकी कोणते चुकीचे मॅप केलेले आहे?
 (a) सोडियम कार्बोनेट - वॉशिंग सोडा (b) सोडियम क्लोराईड - सामान्य मी
 (c) कॅल्शियम कार्बोनेट - स्लेक लाइ (d) सोडियम हायड्रॉक्साईड - कॉस्टिक सोडा [उत्तर: c]
- अभिप्राय:** कॅल्शियम हायड्रॉक्साईडला सामान्यतः स्लेक लाइम असे संबोधले जाते

9. खालीलपैकी कोणता आम्ल किंवा आम्लारी नाही?

- (a) CH_3COOH (b) HCl (c) KCl (d) CH_3OH [उत्तर: c]

अभिप्राय: CH_3COOH आणि CH_3OH हे सेंद्रिय आम्ल आहेत, HCl तीव्र आम्ल आहे आणि KCl हे मीठ आहे.

प्रात्यक्षिक

प्रयोग 1

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

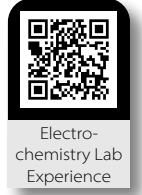
उद्दिष्ट: पोटेन्शिओमेट्री - रेडॉक्स क्षमता आणि e.m.f. चे निर्धारण.

विद्यार्थी पोटेन्शिओमेट्रीशी संबंधित कोणताही प्रयोग करू शकतो.

खाली काही प्रयोग सूची बद्ध केले आहेत.

- तीव्र आम्ल विरुद्ध तीव्र आम्लारीचे टायट्रेशन
- सौम्य आम्ल विरुद्ध तीव्र आम्लारीचे टायट्रेशन
- सौम्य आम्लाचा पृथक्करण स्थिरांक निश्चित करणे
- एकल इलेक्ट्रोड विभव निश्चित करणे

विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या. संबंधित प्रयोगांसाठी QR कोड येथे प्रदान केला आहे.



प्रयोग 2

(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: क्षाराचे रासायनिक विश्लेषण.

हे प्रात्यक्षिक गुणात्मक विश्लेषणाच्या श्रेणी अंतर्गत आहे. प्रदान केलेल्या दुव्यांद्वारे विद्यार्थी क्षारांच्या रासायनिक विश्लेषणाशी संबंधित कोणत्याही गटाच्या कोणत्याही मूलद्रव्यांची ओळख, विश्लेषण करू शकतात.



गट क्रियाकलाप

- विद्यार्थी s , p , d आणि f ब्लॉक घटकांमध्ये विभागले जाऊ शकतात आणि गट आणि आवर्तनात सह आवर्त सारणी आणि त्याच्या आवर्तनात कोणतेही पाच सामान्य स्वरूप स्पष्ट करू शकतात.
- विद्यार्थी अडव्हान्स सॉफ्टवेअर आणि तंत्रज्ञानाचा वापर करून गोलाकार, सर्पिल आणि इतर कोणत्याही भौमितिक आकारात रेणूचे आवर्त सारणी / संरचनात्मक सूत्र काढू शकतात.

मनोरंजक माहिती

- **शास्त्रज्ञांनी मूलद्रव्यांचे वजन करण्यासाठी बॅटरी ध्रुवीयतेचा वापर केला:** बॅटरीचा वापर अणूना वेगळे करण्यासाठी केला गेला, त्यांच्या ध्रुवीयतेमुळे एका मूलद्रव्याचे अणू एका दिशेने आणि इतर दुसऱ्या दिशेने जाईल. त्यानंतर अणू स्वतंत्र कंटेनरमध्ये गोळा केले गेले आणि त्याचे वजन केले गेले.
- **सारणीच्या विरुद्ध बाजू आकर्षित करतात:** जर तुम्ही आधुनिक आवर्त सारणी घेतली, गुंतागुंतीचे मधले स्तंभ कापून गट 4 मूलद्रव्यांच्या मध्यभागी एकदा दुमडले, तर “चुंबन” करणारे गट एकत्र केले जाऊ शकतात. या मूलद्रव्यांमध्ये पूरक इलेक्ट्रॉन संरचना आहेत ज्यामुळे या दोघांचे संयोजन होऊ शकतील.
- **कार्बन राजा आहे:** कार्बन अणू, गण ४ मधील आणि तयार झालेले कार्बन रेणू गोलाकार आणि जाळीसह निमितीय संरचनांमध्ये मोठ्या प्रमाणात अस्तित्वात असू शकतात. ही लवचिकता त्यांना आपल्या अस्तित्वातील एक महत्त्वाचा रेणू बनवते. आपण सुमारे २० टक्के कार्बन आहोत आणि बहुतेक ज्ञात संयुगांमध्ये कार्बन आहे हे तुम्हाला माहित आहे का? तसेच संपूर्ण विश्वातील हा चौथा सर्वाधिक मुबलक मूलद्रव्य आहे.


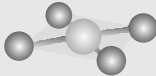

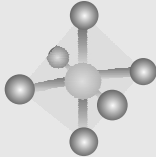
अधिक जाणून घ्या

विविध मूलद्रव्यांची पहिली आयनीकरण ऊर्जा (kJ mol^{-1})

समूह 1	समूह 2	समूह 13	समूह 14	समूह 15	समूह 16	समूह 17	समूह शून्य (18)
H 1312.0							He 2372.1
Li 520.1	Be 899.3	B 800.6	C 1086.2	N 1402.1	O 1313.7	F 1680.8	Ne 2080.4
Na 495.2	Mg 737.6	Al 577.4	Si 786.4	P 1011.7	S 999.4	Cl 1255.0	Ar 1520.3
K 418.7	Ca 589.8	Ga 579.0	Ge 760.4	As 946.1	Se 940.9	Br 1142.8	Kr 1350.6
Rb 403.0	Sr 549.3	In 558.2	Sn 708.5	Sb 88.37	Te 869.6	I 1008.8	Xe 1170.2
Cs 375.7	Ba 502.6	Ti 589.2	Pb 715.6	Bi 703.2	Po 813.5	At 916.7	Rn 1037.0

कॅटायनची ध्रुवीकरण शक्ती

Li^+	Be^{2+}	Al^{3+}	O^{2-}	F^-
Na^+	Mg^{2+}	high	S^{2-}	Cl^-
K^+	Ca^{2+}		Se^{2-}	Br^-
Rb^+	Sr^{2+}		high	I^-
Cs^+	Ba^{2+}	polarizability of anions		

काही गुंतागुंतीच्या आयनांचे समन्वय क्रमांक आणि आकार			
समन्वय क्रमांक	आकार		उदाहरण
2	रेषीय		$[\text{CuCl}_2]^-$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $[\text{AuCl}_2]^-$
4	वर्ग समतलीय		$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{PdCl}_4]^{2-}$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
4	चतुष्फलकीय		$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{CdCl}_4]^{2-}$, $[\text{MnCl}_4]^{2-}$
6	अष्टफलकीय		$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, $[\text{V}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$, $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{FeCl}_6]^{3-}$, $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$

सुचविलेले वाचन

पुस्तके

- Selected Topics in Inorganic Chemistry by Wahid U Malik, GD Tuli & RD Madan, S Chand Publishing , ISBN: 81-219-0600-8.
- Concise Inorganic Chemistry by J.D. Lee, Wiley's Publications, ISBN: 9788126548750, 9788126548750.

ई संसाधन

- <https://ncert.nic.in/ncerts/l/lech109.pdf>
- <https://ncert.nic.in/ncerts/l/jesc105.pdf>

6

लिमितिय रसायनशास्त्र आणि सेंद्रिय अभिक्रिया

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: लि-आयामी संरचनेचे प्रतिरूपण. संरचनात्मक समसूत्रता आणि लिमितीय समसूत्रता. विन्यास, सममिती आणि काइरालीटी. एनानशिओमर्स, डायस्टीरिओ समसूत्री आणि प्रकाशिय समसूत्री. निरपेक्ष विन्यास आणि समाविन्यास. संक्रमण धातु संयुगामधील समसूत्रता.

प्रस्तावना

आपण रेणूच्या अद्भुत जगात जगत आहोत. प्रत्येक सेकंदात आपण नैसर्गिक सेंद्रिय आणि अजैविक पदार्थांच्या भरपूर विविधतेची संवाद साधत असतो. पदार्थ ते कंपित होतात, ते फिरतात, ते गिरकी घेतात, इत्यादी. या सर्व हालचाली लिमितिय रसायनशास्त्राच्या अभ्यासाद्वारे दृश्यमान आणि समजल्या जाऊ शकतात. लिमितिय रसायनशास्त्र म्हणजे 3-D जागेत रेणूमधील अणूंच्या अवकाशातील व्यवस्थेचा अभ्यास. आपल्या सभोवतालच्या आणि आतल्या प्रत्येक गोष्टीच्या मौल्यवान गुणधर्मांचे विश्लेषण आणि अर्थ लावण्यासाठी, हे शिकणे आणि समजून घेणे अत्यंत आवश्यक आहे!

चला तर मग सूक्ष्म दृष्टिकोनातून या 3D जगाचा शोध घेण्यास प्रारंभ करूया!

पूर्व आवश्यकता

रसायनशास्त्र: रेणूचे समसूत्रता, सेंद्रिय संयुगांची संरचना, IUPAC नामकरण

गणित: मूलभूत बीजगणित, भूमिती, सममिती

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील

U6-O1:	वेगवेगळ्या 3D प्रोजेक्शन सूत्रांमध्ये सेंद्रिय रेणूना दर्शविणे.
U6-O2:	सेंद्रिय रेणूच्या संरचनेच्या आधारावर भौमितिक आणि प्रकाशिय समसूत्रीचा अंदाज घेणे.
U6-O3:	एनानशिओमर्स, डायस्टीरिओ समसूत्री, मेसो संयुग आणि रॅसेमी मिश्रण यामध्ये फरक करणे.
U6-O4:	सेंद्रिय संयुगांना R/S निरपेक्ष विन्यास नियुक्त करता येईल, ऊर्जा आकृतीसह विविध रचनांची स्थिरता सहसंबंधित करणे.
U6-O5:	संक्रमण धातु संकुलाद्वारे प्रदर्शित संरचना आणि लिमितियता ओळखणे.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचिह्नण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचिह्नण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U6-O1	2				3
U6-O2					3
U6-O3					3
U6-O4					3
U6-O5					3

6.1 परिचय

मागील अध्यायांमध्ये आपण संरचना, भूमिती, ऊर्जा आणि अणू आणि रेणूच्या गुणधर्मांबद्दल शिकलो. आता 3D रचनेमध्ये या रेणूची अभिमुखता आणि प्रतिरूपण याबद्दल विचार करूया. अभिमुखतेमध्ये किरकोळ फरक देखील रेणूचे संपूर्ण वैशिष्ट्य मोठ्या प्रमाणात बदलू शकतो. चला टप्प्याटप्प्याने त्याचे अन्वेषण करूया.

स्टिरीओकेमिस्ट्री ही रसायनशास्त्राची एक शाखा आहे. उपसर्ग “स्टीरिओ” म्हणजे “लि-आयामी”. यात अणूंच्या सापेक्ष 3D अवकाशीय व्यवस्थेचा अभ्यास समाविष्ट आहे आणि जे सेंद्रिय रेणूची रचना बनवते.

सेंद्रिय रेणू सामान्यपणे अशा सरळ-पुढे मार्गाने सादर केले जात नाहीत. अवकाशातील सेंद्रिय रेणूची रचना आणि अभिमुखता दर्शविण्यासाठी विविध प्रकारच्या संकेतलेखनाचा वापर केला जाऊ शकतो. रेणूच्या दोन मुख्य श्रेणी आहेत, एक सरळ-श्रृंखला, किंवा अचक्रीय स्वरूप आणि दुसरे इतर वलय किंवा चक्रीय स्वरूप. त्याच्या वर्गीकरणाशी संबंधित माहिती खाली दिली आहे:

1. सरळ-श्रृंखला संरचना

- वेज-डॅश नोटेशन
- सावहॉर्स प्रोजेक्शन
- न्यूमॅन प्रोजेक्शन
- फिशर प्रोजेक्शन

2. चक्रीय संरचना

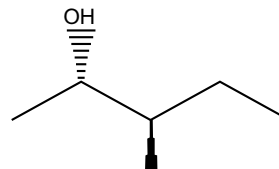
- वेज-डॅश नोटेशन
- हॉवर्थ प्रोजेक्शन
- चेअर कॉन्फॉर्मेशन

6.1.1 लि-आयामी प्रतिरूपण (Three-Dimensional Representations)

सेंद्रिय रेणूच्या लि-आयामी रचनांचे प्रतिरूपण अशाप्रकारे आहेत:

(a) वेज-डॅश नोटेशन (Wedge-Dash Notation): सेंद्रिय रसायनशास्त्रातील सरळ श्रृंखला रेणूसाठी सर्वात सामान्यपणे वापरले जाणारे संकेतलेखन म्हणजे वेज-डॅश नोटेशन.

- या संकेतलेखनामध्ये, पानाच्या (स्टिक्स) प्लेनमध्ये दोन बंध काढले जातात, एक बंध तुमच्याकडे येत आहे, पानाच्या बाहेर (वेजड), आणि एक बंध तुमच्यापासून दूर जात आहे, पानाच्या मागे (डॅश केलेले).
- सॉलिड वेज:** सॉलिड वेजद्वारे दर्शवलेले बंध दर्शवते की गट किंवा पर्यायी घटक कागदाच्या प्लेनमधून निरीक्षकाच्या दिशेने आहेत.
- लाईट वेज:** लाईट वेज किंवा डॅश केलेले वेज दर्शवते की पदार्थ किंवा गट प्लेनच्या आत किंवा प्लेनच्या खालील दिशेने आहेत.

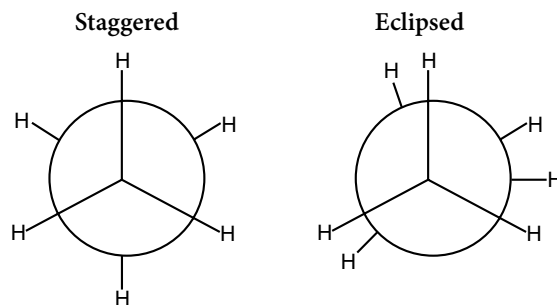


आकृती 6.1: वेज-डॅश नोटेशनचे प्रतिनिधित्व

(b) **न्यूमॅन प्रोजेक्शन (Newman Projections):** न्यूमॅन प्रोजेक्शनचा वापर प्रामुख्याने संरचनात्मक संबंध निश्चित करण्यासाठी केला जातो.

1. बंधाचा पुढचा कार्बन बिंदूद्वारे दर्शवला जातो आणि मागील कार्बन एका मोठ्या वर्तुळाद्वारे दर्शविले जातो.
2. उर्वरित तीन बंध हे बिंदू (किंवा वर्तुळ) वरून बाहेर येणाऱ्या काठ्या म्हणून काढले जातात, एकमेकांना 120 अंशांनी विभक्त केले जातात.
3. हे असे काढले जाते की समोरच्या कार्बनवरील गट गट मागील कार्बनवरील गटांसोबत सातंरित (60° अंशांच्या अंतरावर) किंवा ग्रहण ग्रसित (थेट आच्छादित) असतील.

उदाहरण- इथेन, C_2H_6 .

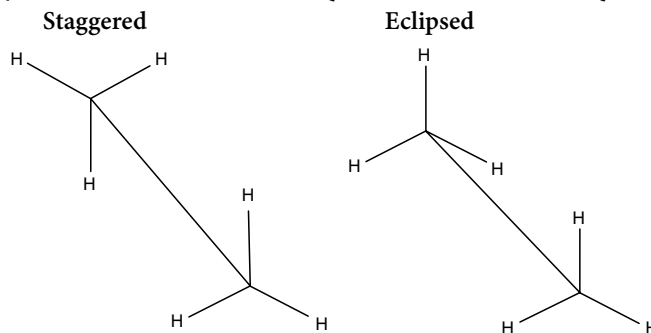


आकृती 6.2: न्यूमॅन प्रोजेक्शन सातंरित आणि ग्रहण रूपे

(c) **सॉहॉर्स प्रोजेक्शन (Sawhorse Projections)**

1. सॉहॉर्स प्रोजेक्शन हे न्यूमॅन प्रोजेक्शन सारखेच आहेत.
2. फरक एवढाच आहे की कार्बन-कार्बन बंध न्यूमॅन प्रोजेक्शनमध्ये संकुचित केले जाते, परंतु ते सॉहॉर्स प्रोजेक्शनमध्ये पूर्णपणे काढले जाते.
3. पुढच्या आणि मागच्या दोन्ही कार्बन्स 120 डिग्रीच्या कोनात काढ्या वापरून काढल्या जातात.
4. समोरचा कार्बन मागील कार्बनवरील गटांसोबत सातंरित (60 अंशांच्या अंतरावर) किंवा ग्रहण ग्रसित (थेट आच्छादित) असू शकतो.

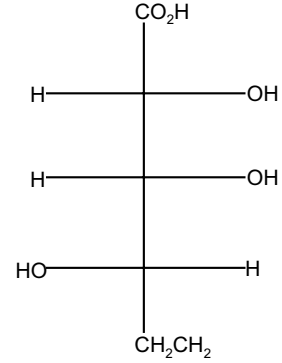
उदाहरण - इथेन. डावीकडील रचना सातंरित आहे आणि उजवीकडील रचना ग्रहण ग्रसित आहे



आकृती 6.3: इथेनचे सॉहॉर्स प्रक्षेपण सूत्र

दोन अणूंमधील एनानशिओमेरिक किंवा डायस्टेरियोमेरिक संबंध निश्चित करण्यासाठी सॉहॉर्स प्रोजेक्शन उपयुक्त आहेत, कारण दर्पण प्रतिमा किंवा अध्यारोपण संबंध स्पष्ट होतात.

(d) **फिशर प्रोजेक्शन (Fischer Projections):** फिशर प्रोजेक्शन पद्धत ही प्रोजेक्शनद्वारे द्विमितीय रेणूचे द्विमितीय प्रतिरूपण आहे. प्रत्येक जागा जिथे उभ्या आणि आडव्या रेषा एकमेकास छेदतात, कार्बन दर्शवितो. उभ्या रेषा प्रत्यक्षात तुमच्यापासून दूर असतात आणि आडव्या रेषा तुमच्या दिशेने असतात.



आकृती 6.4: फिशर प्रोजेक्शनचे प्रतिरूपण

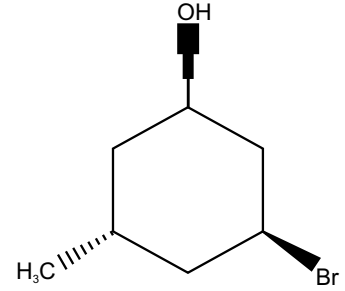
6.1.2 चक्रीय संरचना (Cyclic Structures)

चक्रीय, किंवा वलय, संरचना देखील विविध प्रकारे आणि आकारात काढल्या जाऊ शकतात. सामान्यतः हे सायक्लोप्रोपेन (तीन कार्बन), सायक्लोपेंटेन (पाच कार्बन) आणि सायक्लोहेक्सेन (सहा कार्बन) असतात.

चक्रीय वेज-डॅश नोटेशन

- सरळ श्रृंखलाप्रमाणेच, चक्रीय वेज- डॅश नोटेशनमध्ये पृष्ठाच्या प्लेनमध्ये दोन बंध (स्टिक्स) असतात.
- एक बंध तुमच्याकडे येत आहे, पानाच्या बाहेर आणि रिंगच्या वर (वेज केलेले), आणि एक बंध तुमच्यापासून दूर जात आहे, पानाच्या मागे आणि रिंगच्या खाली (डॅश केलेले).
- हे लक्षात घेणे महत्वाचे आहे की समान अभिमुखता असलेले गट (दोन्ही वेज केलेले किंवा दोन्ही डॅश केलेले) एकमेकांसाठी सिस आहेत आणि विरुद्ध दिशा (एक वेज आणि एक डॅश केलेले) गट एकमेकांमध्ये ट्रान्स आहेत.

या संरचनेत, मिथाइल गट पृष्ठाच्या मागे आहे. प्रत्येक कार्बनला चार बंध असणे आवश्यक आहे, आणि दोन काड्या आणि एक डॅश आधीच काढलेले असल्याने, उर्वरित हायड्रोजन वेज असणे आवश्यक आहे.

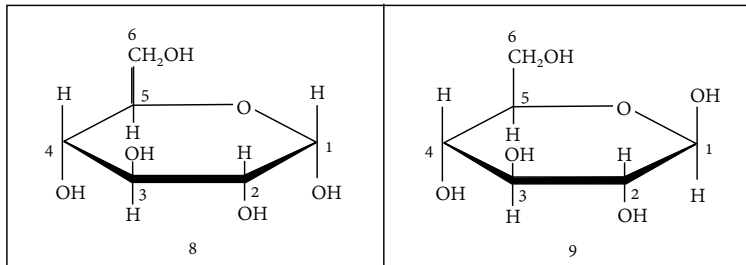


आकृती 6.5: चक्रीय वेज-डॅश नोटेशनचे प्रतिरूपण

हॉवर्थ प्रोजेक्शन

हॉवर्थ प्रोजेक्शन सामान्यतः चक्रीय शर्करासाठी वापरले जातात.

- गटांचे स्थान रिंगच्या वर आहे किंवा खाली आहेत हे स्पष्टपणे निर्धारित करण्यासाठी उपयुक्त आहे.
- हॉवर्थ प्रोजेक्शन हे चक्रीय वेज-डॅश नोटेशन सारखे आहेत.
- हे लक्षात घेणे महत्वाचे आहे की दोन गट जे दोन्हीही वरच्या किंवा दोन्हीही खालीच्या दिशेने अभिमुखीत असेल तर ते एकमेकांसाठी सिस असतात. दोन गट जे एक वर आणि एक खाली अभिमुखीत असेल तर ते एकमेकांसाठी ट्रान्स आहेत.

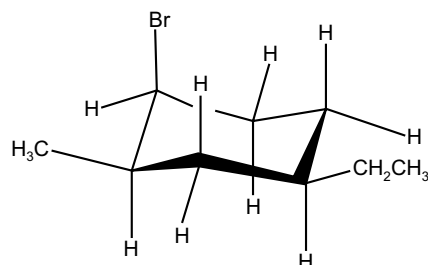


आकृती 6.6: हॉवर्थ प्रोजेक्शन चे प्रतिरूपण

चेअर कन्फर्मेशन

चेअर कन्फॉर्मेशन हे 3 D स्पेसमधील अभिमुखतेचे सर्वात अचूक प्रतिरूपण आहे. ते रिंगमधील कार्बन आणि रिंगमधील प्रत्येक कार्बनवरील गटांच्या स्थानांमधील कोन योग्यरित्या प्रतिबिंबित करतात.

खुर्या सायक्लोहेक्सेन रिंगला त्याच्या खऱ्या, नॉन प्लॅनर, अभिमुखतेत दर्शवतात.



आकृती 6.7: चेअर कन्फॉर्मेशनचे प्रतिरूपण

ऐतिहासिक वेळरेषा

कालावधी	वैज्ञानिक	योगदान
1848	लुई पाश्चर	लुई पाश्चरने दर्शविले की टार्टरिक एसिडमध्ये प्रकाशीय गतिविधि असते आणि हे रेण्विक असममितेवर अवलंबून असते.
1874	जेकबस एच. व्हॅनट हॉफ आणि जोसेफ-अचिली ले बेल	या दोघांनी स्वतंत्रपणे स्पष्टीकरण दिले होते की चार भिन्न गटांशी बंधित कार्बन अणू असलेल्या रेणूच्या दोन दर्पण प्रतिमा असतात.
1878	विक्टर मेयर	लिमितीय समसूत्रतेच्या अभ्यासासाठी शब्द उद्धृत केला.
1975	जॉन कॉर्नफोर्थ आणि व्लादिमिर प्रेलॉग	लिमितीय रसायनशास्त्र आणि अल्कलॉइड्स, विकर, प्रतिजैविके आणि इतर नैसर्गिक संयुगे यांच्या लिमितीय समसूत्रतेवर काम करण्यासाठी नोबेल पुरस्कार.

मनोरंजक माहिती

- औषधांच्या विकासामध्ये काइरल औषधांचे महत्त्व लक्षणीय आहे. औषधी उद्योगांमध्ये, सध्या वापरात असलेल्या 56% औषधे काइरल रेणू आहेत आणि त्या औषधांपैकी 88% रेसमेट (किंवा रेसमिक मिश्रित) म्हणून विकली जातात, ज्यामध्ये दोन एनानशिओमर्सचे समरेणु मिश्रण असते.
- आपली चव आणि गंध घेण्याची क्षमता आपल्या तोंडात आणि नाकातील चिराल रेणूद्वारे नियंत्रित केली जाते जे बाह्य पदार्थांना ओळखण्यासाठी रिसेप्टर म्हणून कार्य करतात. म्हणूनच आपण अनुमान करू शकतो की एनानशिओमर्स रिसेप्टर रेणूबरोबर वेगळ्या प्रकारे संवाद साधू शकतात आणि भिन्न संवेदना आणू शकतात.

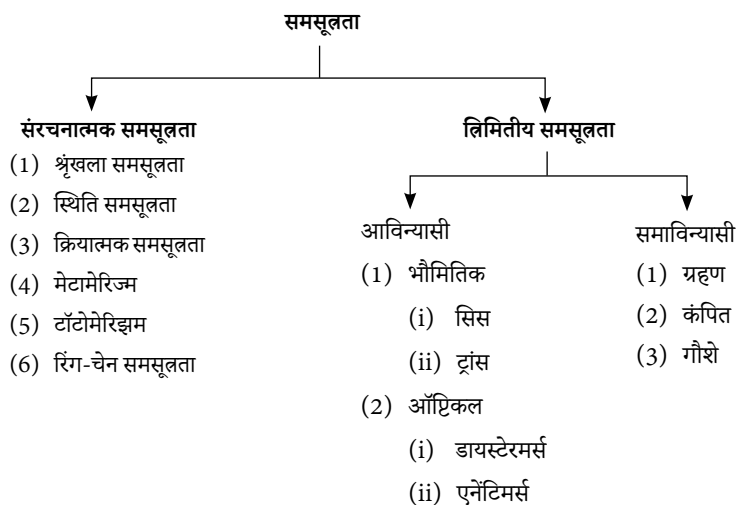
आयसीटीचा वापर



6.2 समसूत्रता (Isomerism)

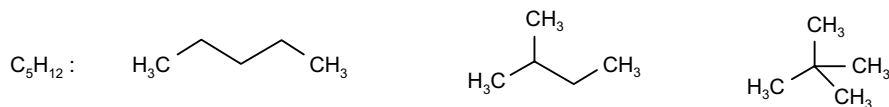
समसूत्री हे समान रेणूसूत्र असलेले रेणू असतात परंतु रेणूमधील अणूच्या रचनात्मक किंवा अवकाशीय व्यवस्था वेगवेगळ्या असतात. या प्रक्रियेस समसूत्रता म्हणून ओळखले जाते.

समसूत्रता दोन विस्तृत गटात विभागले जाऊ शकते - संरचनात्मक समसूत्रता आणि लिमितीय समसूत्रता



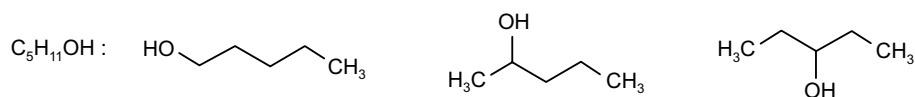
6.2.1 संरचनात्मक समसूत्रता (Structural Isomerism)

- (1) **शृंखला समसूत्रता (Chain Isomerism):** शृंखला समसूत्रता हे समान रेणू सूत्र असलेले, परंतु कार्बनच्या सांगाड्याची वेगळी व्यवस्था असलेले रेणू आहेत.



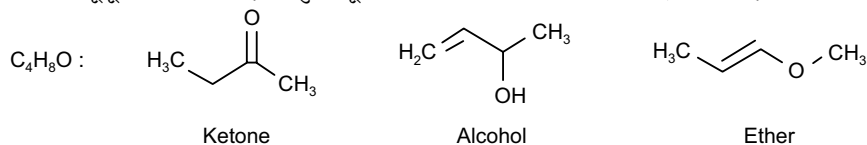
आकृती 6.8: शृंखला समसूत्रता

- (2) **स्थिति समसूत्रता (Position Isomerism):** स्थिति समसूत्रता रेणूमधील 'क्रियात्मक गटाच्या' हालचालीवर आधारित असते. सेंद्रिय रसायनशास्त्रातील एक क्रियात्मक गट हा रेणूचा भाग आहे जो त्याला अभिक्रियाशीलता देतो.



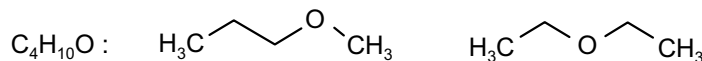
आकृती 6.9: स्थिति समसूत्रता

- (3) **क्रियात्मक समसूत्रता Functional Isomerism):** क्रियात्मक गट समसूत्रता म्हणून देखील संबोधले जाते, हे ते समसूत्री आहेत ज्यांचे रेणूसूत्र सारखेच आहे, परंतु अणूमधील क्रियात्मक गटाचा प्रकार बदलला आहे.



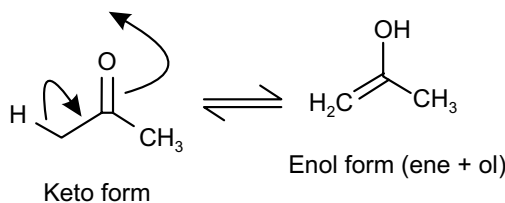
आकृती 6.10: क्रियात्मक समसूत्री

- (4) **वर्गीय समसूत्रता (Metamerism):** समसूत्रतेचा हा प्रकार दुर्मिळ आहे आणि O किंवा S द्विसंयुजी अणू आणि त्यासभोवताल अल्काइलसारख्या गट असलेल्या रेणूपुरता मर्यादित आहे. मुख्य उदाहरणे ईथर आणि थिओएथर आहेत.



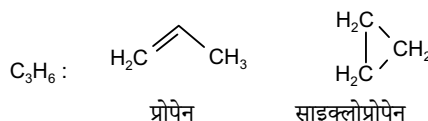
आकृती 6.11: वर्गीय समसूत्रता

- (5) **चलसमघटकता (Tautomerism):** हे समसूत्रता विविध क्रियात्मक गटांसह दोन समसूत्री रुपांचे उत्स्फूर्त आंतर रूपांतरण झाल्यामुळे आहे. यासाठी पूर्व आवश्यकता म्हणजे नेहमीच्या प्रकरणांमध्ये $C = O$, $C = N$ किंवा $N = O$ आणि अल्फा H अणूची उपस्थिती. सर्वात सामान्य म्हणजे 'केटो-एनोल' टॉटोमेरिझम, परंतु नायट्रो-एसी आणि अमाइन-इमाइन रूपासारखे इतर असू शकतात.



आकृती 6.12: चलसमघटकता

- (6) **वलय-शृंखला समसूत्रता (Ring-Chain isomerism)** येथे एक समसूत्री खुले वलय रेणू आणि दुसरा अचक्रिय रेणू आहे.



आकृती 6.13: वलय-शृंखला समसूत्रता

6.2.2 लिमितीय समसूत्रता (Stereoisomerism)

लिमितीय समसूत्रता ही रेणूतील अणूंची व्यवस्था आहे ज्यांची संबद्धता एकसारखीच असते परंतु प्रत्येक समसूत्री मध्ये अवकाशात त्यांची व्यवस्था वेगळी आहे. लिमितीय समसूत्रतेचे दोन मुख्य प्रकार आहेत:

- भूमितीय समसूत्रता
- प्रकाशीय समसूत्रता

भूमितीय समसूत्रता (Geometrical Isomerism)

समसूत्री ज्यांचे संरचनात्मक सूत्र समान असते परंतु ते दुहेरी बंधाच्या सभोवताली गट किंवा अणूंच्या अवकाशातील व्यवस्थेमध्ये भिन्न असतात ते भूमितीय समसूत्री म्हणून ओळखले जातात आणि या प्रक्रियेस भौमितीय समसूत्रता म्हणून ओळखले जाते.

या प्रणालीमध्ये, दोन अणू किंवा गट दुहेरी बंध असलेल्या कार्बन अणूशी जोडलेले असतात. जेव्हा समान गट एकाच बाजूला असतात, तेव्हा ते 'सिस समसूत्री' असतात. जेव्हा समान गट विरुद्ध बाजूवर असतात तेव्हा ते 'ट्रान्स समसूत्री'.



आकृती 6.14: सिस-ट्रान्स समसूत्री

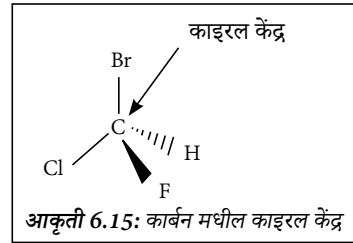
भौमितिक समसूत्रता तेव्हाच शक्य आहे जेव्हा प्रत्येक दुहेरी बंध असलेला कार्बन अणू दोन वेगवेगळ्या गटांशी बंधित असतात.

6.2.3 प्रकाशीय समसूत्रता (Optical Isomerism)

संयुगे ज्यांचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म सारखे असतात परंतु केवळ समतली ध्रुवीकृत प्रकाशाकडे त्यांची वागणुक भिन्न असते त्यांना प्रकाशीय समसूत्री म्हणतात आणि या प्रक्रियेस प्रकाशीय समसूत्रता म्हणून ओळखले जाते.

- प्रकाशीय समसूत्री जे समतली ध्रुवीकृत प्रकाशाचे प्रतल उजवीकडे (घड्याळाच्या दिशेने) फिरवतात त्यांना डेक्स्ट्रोरोटरी समसूत्री (*d*-रूप) म्हणून ओळखले जाते.
- प्रकाशीय समसूत्री जे समतली ध्रुवीकृत प्रकाशाचे प्रतल डावीकडे (अँटीक्लॉकवाइज) फिरवते त्याला लेव्होरोटेटरी (*l*-रूप) म्हणून ओळखले जाते.
- *d* आणि *l*-रूपचे समरेणु मिश्रण आपोआप निष्क्रिय होईल आणि त्याला रेसमिक मिश्रण असे म्हणतात.

काइरल सेंटर आणि काइरीलीटी - जेव्हा कार्बनला चार वेगवेगळे गट जोडले जातात तेव्हा कार्बनला काइरल कार्बन म्हणतात. प्रकाशतः सक्रिय संयुगांमध्ये काइरल केंद्र असते. काइरीलीटी ही काही रेणू आणि आयनची भौमितिक मालमत्ता आहे. काइरल रेणू/आयन त्याच्या दर्पण प्रतिमेवर अध्यारोपित होत नाही. सेंद्रीय आणि असेंद्रिय रेणूंमध्ये असममितीय काइरल कार्बन अणूची उपस्थिती अनेक संरचनात्मक वैशिष्ट्यांपैकी एक जे आहे त्यांना काइरीलीटी देते.



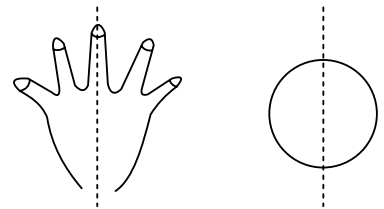
प्रकाशीय क्रियाशीलतेसाठी अटी

कोणत्याही रेणूची प्रकाशीय क्रियाशीलता दर्शविण्यासाठी आवश्यक अटी आहेत -

- संयुगामध्ये असममितीय कार्बन अणू असणे आवश्यक आहे.
- रेणूमध्ये काइरल केंद्र असणे आवश्यक आहे.
- रेणूमध्ये काइरल प्रतल असणे आवश्यक आहे.
- रेणूमध्ये सममितीचे कोणतेही घटक नसतात.

वरील बाबी अधिक स्पष्ट करण्यासाठी आपण कोणत्याही रेणूच्या सममितीच्या घटकांबद्दल थोडक्यात चर्चा करूया. सममिती घटक तीन प्रकारचे आहेत-

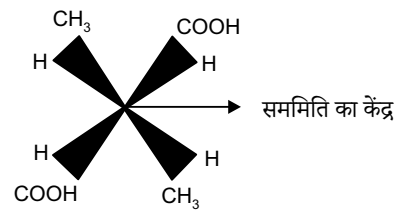
- सममितीचे प्रतल:** जे प्रतल एखाद्या वस्तूला दोन सममितीय भागांमध्ये विभाजित करते त्याला सममितीचे प्रतल असे म्हणतात. सममितीचे प्रतल नसणाऱ्या वस्तूंना डिसिमेट्रिक असे म्हणतात. प्रकाशीय क्रियाशीलता प्रदर्शित करण्यासाठी रेणूमध्ये सममितीचे प्रतल नसणे आवश्यक आहे.
- सममितीचे केंद्र:** रेणूच्या आत हा एक बिंदू आहे ज्यातून समजा सरळ रेषा काढल्यास त्या रेषेत, त्या बिंदूपासून दोन्ही दिशेने एकसारखे अणू किंवा गट भेटतात.



आकृती 6.16: सममितीचे प्रतल

प्रकाशतः सक्रिय संयुगामध्ये सममितीचे केंद्र नसावे. एक काइरल वस्तू अशी परिभाषित केली जाऊ शकते जी त्याच्या दर्पण प्रतिबिंबावर अध्यारोपित होत नाही. अशा प्रकारे, रेणूला प्रकाशतः सक्रिय राहण्यासाठी आवश्यक अट अशी आहे की रेणूची भौमितिक रचना त्याच्या दर्पण प्रतिबिंबावर अध्यारोपित होऊ नये.

- सममितीची पर्यायी अक्ष:** सममितीचा अक्ष हा एक काल्पनिक अक्ष आहे ज्याभोवती फिरण्याच्या किमान कोनातून फिरवून मूळ संयुग मिळते.



आकृती 6.17: सममितीचे केंद्र

रेणूला n -फोल्ड सममितीची पर्यायी अक्ष असे तेव्हा म्हटले जाते, जेव्हा ते $360^\circ/n$ च्या कोनातून अक्षा भोवती फिरवले आणि नंतर ते अक्षावर लंब प्रतलात प्रतिबिंबित केले, तेव्हा एक समान रचना प्राप्त होते.

सेंद्रिय संयुगांमध्ये प्रकाशीय समसूत्रता

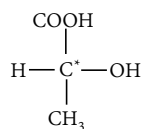
प्रकाशीय समसूत्रीच्या संख्येची गणना

1. जर रेणूमध्ये सममितीचे प्रतल नसेल तर

प्रकाशतः सक्रिय स्वरूपांची संख्या = 2^n

मेसो स्वरूपांची संख्या = 0

n = काइरल केंद्रांची संख्या



आकृती 6.18: लॅक्टिक एसिड

1. एक काइरल कार्बन अणू असलेले संयुग

उदा. लॅक्टिक एसिड

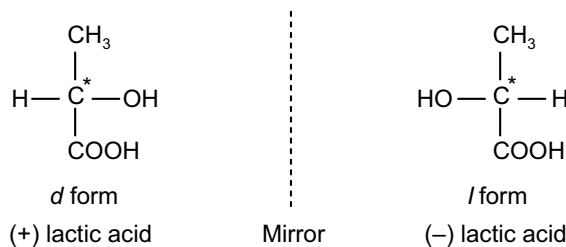
लॅक्टिक एसिडमध्ये एक सममितीय कार्बन असतो.

हे तीन आइसोमेट्रिक रूप तयार करू शकतात. त्यापैकी दोन रूप प्रकाशतः सक्रिय आहेत आणि तिसरे एक प्रकाशतः निष्क्रिय असतील:

(i) डेक्स्ट्रो-रोटेटरी (d रूप) किंवा (+) लॅक्टिक एसिड: हे ध्रुवीकृत प्रकाशाचे प्रतल उजवीकडे फिरवते.

(ii) लेव्हो रोटेटरी (l रूप) किंवा (–) लॅक्टिक एसिड: ध्रुवीकृत प्रकाशाचे प्रतल डावीकडे फिरवते.

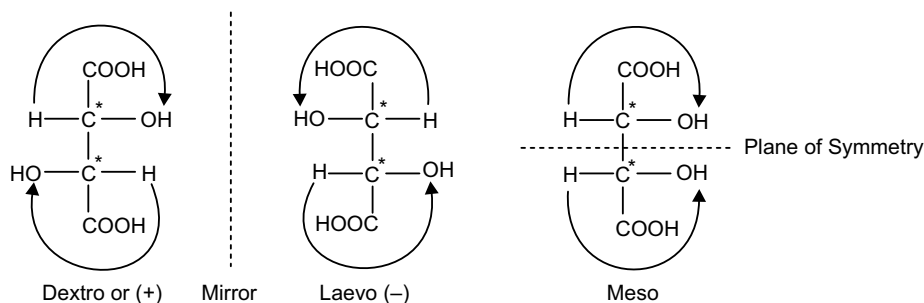
(iii) रेसमिक (dl रूप) किंवा (\pm) लॅक्टिक एसिड: हे d आणि l -रूपाचे समरेणु मिश्रण आहे. हे प्रकाशतः निष्क्रिय आहे. निष्क्रियता बाह्य कॉम्पेंसेशन मुळे होते.



आकृती 6.19: लॅक्टिक एसिडचे दोन एनानशिओमर्स

2. दोन काइरल कार्बन अणू असलेले संयुग

टार्टरिक एसिडमध्ये प्रकाशीय समसूत्रता: टार्टरिक एसिडमध्ये दोन असममित कार्बन अणू असतात.



आकृती 6.20: टार्टरिक एसिडमध्ये समसूत्रता

टार्टरिक एसिडचे चार प्रकार आहेत:

- डेक्स्ट्रो-टार्टरिक एसिड (*d*-रूप):** हे ध्रुवीकृत प्रकाशाचे प्रतल उजवीकडे फिरवते. दोन्ही असममित कार्बन एकमेकांना सुट्ट करतात आणि ध्रुवीकृत प्रकाशाच्या त्याच दिशेने फिरण्यास कारणीभूत ठरतात.
- लेवो -टार्टरिक एसिड (*l*-रूप):** ध्रुवीकरण केलेल्या प्रकाशाचे हे प्रतल डावीकडे फिरवते. दोन्ही असममित कार्बन एकमेकांना सुट्ट करतात आणि ध्रुवीकृत प्रकाशाच्या त्याच दिशेने फिरण्यास कारणीभूत ठरतात.
- मेसो-टार्टरिक एसिड:** यास सममितीचे एक प्रतल आहे आणि परिणामी ते प्रकाशतः निष्क्रिय आहे. असममित कार्बनपैकी एक ध्रुवीकृत प्रकाशाचे प्रतल उजवीकडे व दुसरा डावीकडे त्याच प्रमाणात वळवते जेणेकरून रेणूच्या वरच्या अर्ध्या भागामुळे फिरणाऱ्या रेणूच्या निम्न्या भागाद्वारे भरपाई मिळते. हे प्रकाशीय क्रियाशीलतेचे अंतर्गत कॉम्पेंसेशन म्हणून ओळखले जाते.
- रेसमिक टार्टरिक एसिड:** हे *d* आणि *l*-रूपाचे समरेणु मिश्रण आहे. *d*-रूपाच्या समान संख्येच्या रेणूंच्या फिरण्यास *l*-रूपाद्वारे भरपाई दिली जाते. हे प्रकाशीय क्रियाशीलतेचे बाह्य कॉम्पेंसेशन म्हणून ओळखले जाते.

6.3 एनानशिओमर्स आणि डायस्टेरियोमर्स

एनानशिओमर्स: त्रिमितीय समसूत्रीची जोडी जी एकमेकांच्या दर्पण प्रतिबिंबावर अध्यारोपीत होत नाही तिला एनानशिओमर्स म्हणतात.

डायस्टेरियोमर्स: त्रिमितीय समसूत्रीची जोडी जी एकमेकांच्या दर्पण प्रतिबिंब नसतात त्यांना डायस्टेरियोमर्स म्हणतात. कोणत्याही संयुगामध्ये डायस्टेरियोमेरिझम दर्शविण्यासाठी कमीतकमी दोन स्टेरिओसेन्टर्स असणे आवश्यक आहे.

उदाहरण-

d-आणि *l*-लॅक्टिक एसिड हे एनानशिओमर्सचे उदाहरण आहेत, कारण ते एकमेकांचे प्रतिबिंब आहेत.

<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[A]</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{Br} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>[B]</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{C} - \text{Br} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>[C]</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Br} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>[D]</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{Br} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ </div> </div> <p>आकृती 3-ब्रोमो 2-ब्यूटेनॉलचे 4 समसूत्री दर्शवते, ज्यात दोन काइरल कार्बन अणू आहेत. लक्षात घ्या की (A) (B) ची दर्पण प्रतिमा आहे, (C) (D) ची दर्पण प्रतिमा आहे. अशाप्रकारे चार समसूत्री हे दोन जोड्या एनानशिओमर्स आहेत. आता (A) ची (C) सोबत तुलना करा. ते अध्यारोपणीय नाहीत किंवा ते दर्पण प्रतिमा नाहीत. त्यांना डायस्टेरियोमर्स म्हणतात. (A) आणि (D) देखील डायस्टेरियोमर्स आहेत, जसे (B) आणि (C), आणि (B) आणि (D).</p>
---	---

आकृती 6.21: 3-ब्रोमो-2-ब्यूटेनॉल मधील एनानशिओमर्स आणि डायस्टेरियोमर्स

6.3.1 एनानशिओमर्स आणि डायस्टेरियोमर्समधील फरक

एनानशिओमर्स	डायस्टेरियोमर्स
त्या एकमेकांच्या अध्यारोपणीय नसलेल्या दर्पण प्रतिमा आहेत.	त्या एकमेकांच्या अध्यारोपणीय नसलेल्या आणि दर्पण प्रतिमा नाहीत.
जर संयुगामध्ये दोन काइरल C अणू असतील तर दोन्ही काइरल C अणूवरील विन्यासामध्ये एनानशिओमर्स भिन्न असतात.	जर संयुगामध्ये दोन काइरल C अणू असतील तर तर केवळ एका काइरल C अणूवरील विन्यासामध्ये डायस्टेरियोमर्स भिन्न असतात.

सर्व एनानशिओमर्स प्रकाशतः सक्रिय आहेत.	काही डायस्टेरियोमर्स प्रकाशतः सक्रिय असतात. काही डायस्टेरियोमर्स प्रकाशतः निष्क्रिय असतात.
एनानशिओमर्स मध्ये साधारणपणे एकसारखे भौतिक गुणधर्म (द्रावणांक, उत्कलन बिंदू, घनता इ.) आणि रासायनिक गुणधर्म असतात. ते फक्त समतली ध्रुवीकृत प्रकाशाच्या प्रतललाची दिशा फिरवण्याच्या बाबतीत भिन्न असतात, ज्यामुळे d आणि l संयुगे असतात.	दोन डायस्टेरियोमर्समध्ये वेगवेगळे द्रावणांक, उत्कलन बिंदू आणि विद्रव्यता असतील. बहुतेक अभिकर्मकांसोबत त्यांच्या अभिक्रिया देखील भिन्न असतील.

6.3.2 दैनंदिन जीवनात अनुप्रयोग

- जीवशास्त्र चिरिलीटीबद्दल अत्यंत संवेदनशील आहे आणि कोणत्या एनानशिओमर्सचा वापर केला गेला यावर क्रियाशिलता अवलंबून असते. उदाहरण- (R) - (+) - डिक्लोरप्रॉपचा एनानशिओमर तण नष्ट करण्यात प्रसिद्ध औषधी वनस्पती आहे, तर (S) - (-) - एनानशिओमर औषधी म्हणून निष्क्रिय आहे.
- d -अलेनाइन आणि l -अलेनाइन ही एनानशिओमर्स किंवा दर्पण प्रतिमांची उदाहरणे आहेत. प्रथिने तयार करण्यासाठी केवळ एमिनो एसिडचे l -रूप वापरले जातात.

आयसीटीचा वापर

<https://phet.colorado.edu/en/search?q=stereo+chemistry>

6.4 विन्यास

अणू किंवा गटांच्या अवकाशातील व्यवस्था जी लिमितीय समसूत्रीचे वैशिष्ट्य आहे त्याला विन्यास म्हणतात. लिमितीय समसूत्रीला त्याच्या विन्यासाद्वारे ओळखले जाते. विन्यास नामकरणसाठी वापरली जाणारी पद्धत म्हणजे निरपेक्ष विन्यास पद्धत होय.

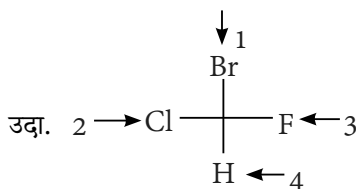
6.4.1 निरपेक्ष विन्यास

(R , S नामकरण) ही व्यवस्था काहान-इंगोल्ड-प्रेलॉग यांनी दिली होती. काइरल केंद्रांवर बंधाच्या सापेक्ष स्थितिचे वर्णन करण्यासाठी निरपेक्ष विन्यास नियमांचा एक संच वापरते.

एनानशिओमर्स दोन भिन्न संयुगे आहेत म्हणून आपल्याला R आणि S नावाने वेगळे करणे आवश्यक आहे. R म्हणजे रेक्टस म्हणजे उजवीकडे किंवा घड्याळाच्या दिशेने दिशा. ' S ' म्हणजे सिनिस्टर म्हणजे डावी किंवा घड्याळाच्या उलट दिशेने.

R आणि S विन्यास निश्चित केलेल्या काही नियमांद्वारे निश्चित केले जाते. हे आहेत-

- काइरल केंद्राशी संबंधित चारही गटांना प्राधान्य द्या. प्राधान्य समुहाच्या प्रथम अणूच्या अणुभाराने निश्चित केले जाते.
- 1 हा सर्वोच्च प्राधान्य गट आहे तर 4 सर्वात कमी प्राधान्य गट आहे. हायड्रोजन हा सर्वात कमी संभाव्य प्राधान्य विकल्प आहे म्हणून नेहमी 4 नियुक्त केला जातो.



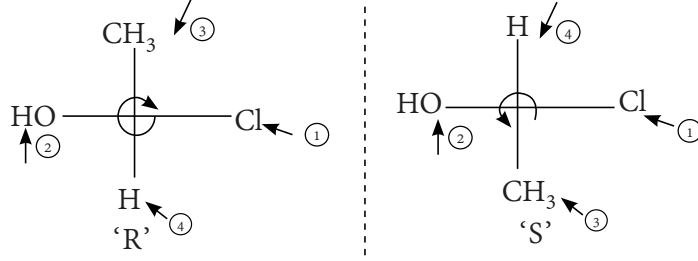
- पहिल्या अणूचा अणुभार समान असल्यास पुढच्या अणूच्या अणुभाराला प्राधान्य दिले जाते.

Ex. $-CH_2Cl > -CH_2OH > -CH_2NH_2 > -CH_2CH_2Cl$

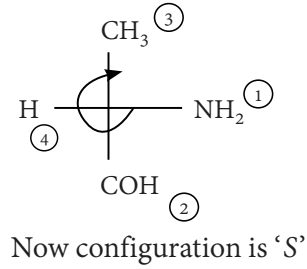
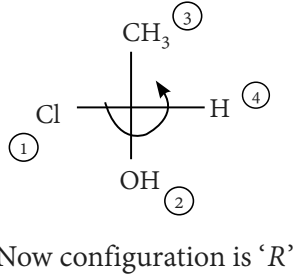
- दुहेरी किंवा तिहेरी बंधामध्ये भाग घेणारे अणू एका बंधाने बंधित समान अणूच्या संख्येस समकक्ष मानले जातात.

Ex. $-CH = CH_2 < -CH = NH$

- आता, जर पहिले तीन गट घड्याळाच्या दिशेने फिरत असतील तर विन्यास 'R' असेल आणि जर पहिले तीन गट घड्याळाच्या उलट दिशेने फिरले असतील तर विन्यास 'S' असेल तर प्रदान केले जाईल की सर्वात कमी प्राधान्य असलेला गट (चौथा गट) उभ्या रेषेत असेल तर.



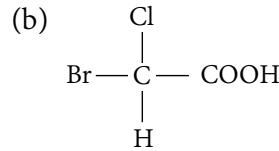
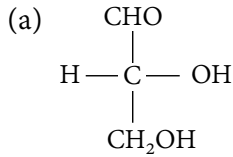
- फिशर स्ट्रक्चरमध्ये सर्वात कमी प्राधान्य असलेला चौथा गट आडव्या रेषेवर असल्यास आपण अचूक उत्तराच्या विरुद्ध विन्यास घेतो.



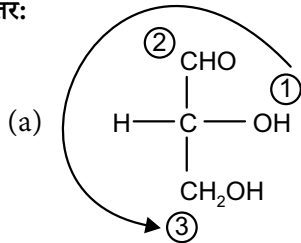
प्राथमिकता क्रम

I, Br, Cl, SO₃, H, F, OR, OH, NO₂, NR₂, NHR, NH₂, COOR, COOH, CONH₂, COCH₃, CHO, CH₂OH, CN, $-CH = CH_2$, $-C = CH$, C, CR₃, CH₂R, CH₃, D, H

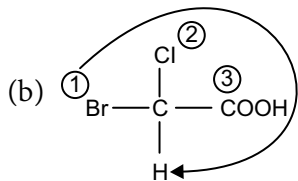
उदाहरणे: खालील प्रत्येकास R किंवा S विन्यास नियुक्त करा:



उत्तर:



येथे 'H' आडव्या प्रतलात आहे आणि प्राधान्यक्रम घड्याळाच्या उलट दिशेने आहे म्हणून, ते 'S' म्हणून निर्दिष्ट केले आहे



‘H’ उभ्या प्रतलात आहे आणि प्राधान्य क्रम घड्याळाच्या दिशेने आहे, म्हणून ते ‘R’ म्हणून निर्दिष्ट केले आहे.

6.5 समाविन्यास (Conformations)

अणूची वेगळी अवकाशातील व्यवस्था जी गटांच्या C – C बंधाच्या अक्षासभोवती मुक्त घूर्णनामुळे उद्भवते त्याला समाविन्यास म्हणतात.

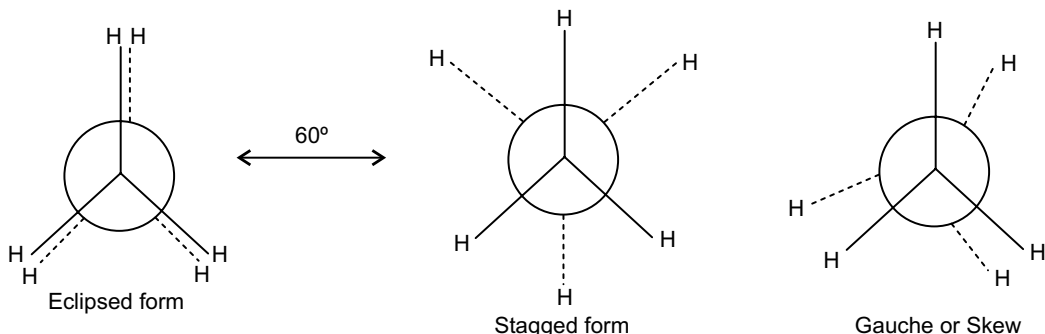
(a) **इथेनचा समाविन्यास:** इथेनच्या संभाव्य व्यवस्थेच्या असीम संख्येपैकी, दोन रूपरेषा टोकाचे प्रतिरूपण करतात. यास ग्रहण आणि सांतरित रचना म्हणतात.

एका कार्बन अणूच्या ग्रहण समाविन्यासामध्ये हायड्रोजन दुसऱ्याच्या मागे असतात तर सांतरित रचनेमध्ये दोन कार्बन अणूचे हायड्रोजन एकमेकांशी सांतरित असतात.

या दोन टोकाच्या स्थितीच्या दरम्यान असलेली इतर कोणतीही पुनर्रचना गौचे किंवा स्क्यू म्हणून ओळखली जाते.

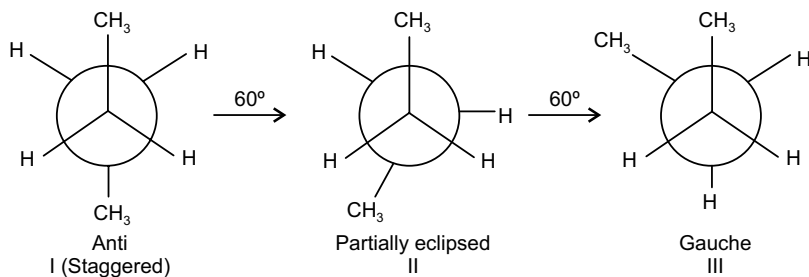
ग्रहण समाविन्यास कमीतकमी स्थिर आहे कारण हायड्रोजन आणि बंधित इलेक्ट्रॉन युग्म शक्य तितक्या जवळ आहेत. अशा प्रकारे प्रतिकर्षण जास्तीत जास्त आहे आणि स्थितिज उर्जा जास्त आहे.

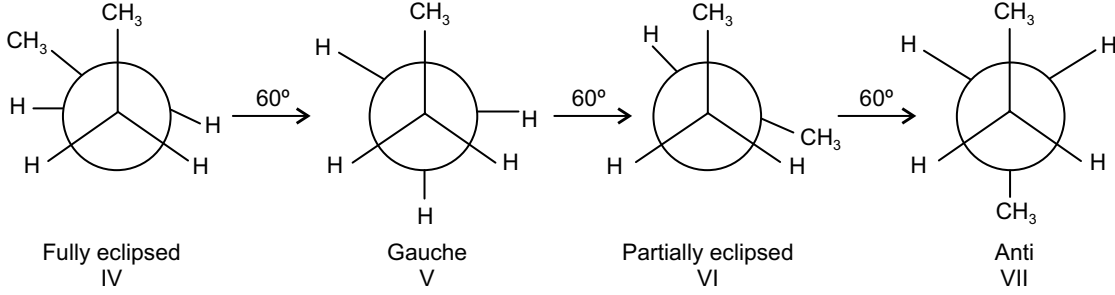
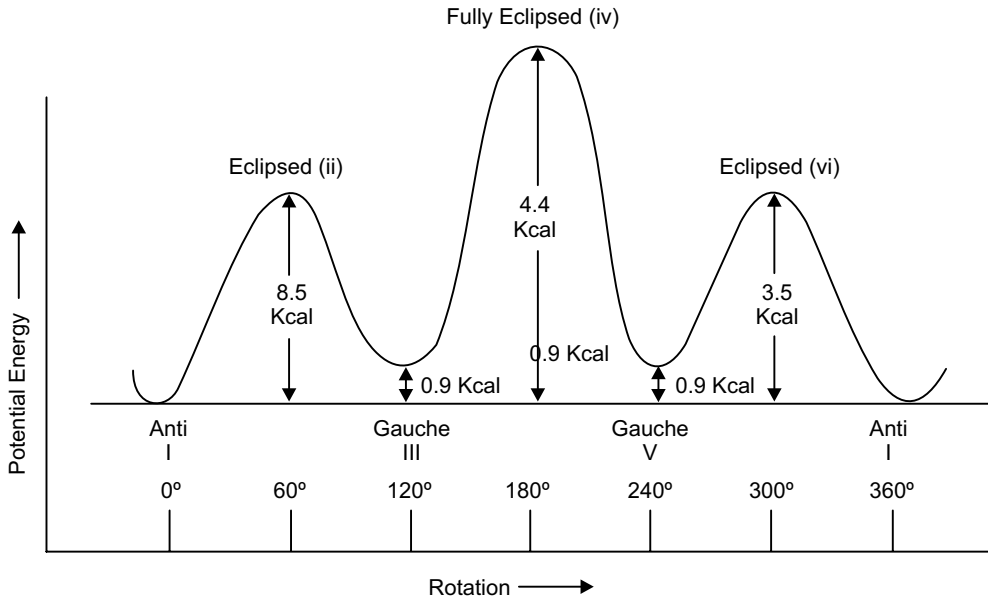
सांतरित रूप सर्वात स्थिर आहे कारण हायड्रोजन आणि बंधित इलेक्ट्रॉन युग्म अधिकतम अंतरावर आहेत. अशा प्रकारे कमीतकमी प्रतिकर्षण आहे आणि स्थितिज उर्जा कमी आहे.



आकृती 6.22: इथेन चे समाविन्यास

(b) **ब्यूटेनचा समाविन्यास:** इथेन आणि प्रोपेनमध्ये सर्व ग्रहण समाविन्यास समतुल्य आहेत आणि त्याचप्रमाणे सर्व सांतरित समाविन्यास समतुल्य आहेत, परंतु ब्यूटेनमध्ये दोन वेगळ्या ग्रहण आणि सांतरित समाविन्यास शक्य आहेत



आकृती 6.23: *n*-ब्यूटेन चे समाविन्यासआकृती 6.24: *n* ब्यूटेनमध्ये मध्यवर्ती C-C बंधाच्या भोवती रोटेशन दरम्यान ऊर्जा बदल

6.6 संक्रमण धातु संयुगामधील समसूत्रता

सेंद्रिय रेणूमधील समसूत्रीची घटना आपण या अध्यायाच्या सुरुवातीला आधीच शिकलो आहोत. आता धातू संकुलांमध्ये समान संकल्पना लागू करू.

समसूत्री - दोन किंवा अधिक संयुगे ज्यांचे सूत्र समान असतात परंतु अणूंच्या व्यवस्था वेगवेगळ्या असतात त्यांना समसूत्री म्हणतात. समान सूत्रासह समन्वय संयुगांचे अस्तित्व परंतु लिगँड्सची वेगळी व्यवस्था समन्वय रसायनशास्त्राच्या विकासात महत्त्वपूर्ण होती. समसूत्रता दोन प्रकारांमध्ये विभागलेली आहे. त्यापैकी प्रत्येक पुढील प्रकारे उपविभाजित केले जाऊ शकते.

1. **संरचनात्मक समसूत्रता:** संरचनात्मक समसूत्रता तेव्हा होते जेव्हा बंध वेगळे असतात. समसूत्री वेगळे संयुगे असतात ज्यात रंग, स्फटिक संरचना आणि द्रावणांक सारखे भिन्न भौतिक गुणधर्म असू शकतात.
 - (a) समन्वय समसूत्रता
 - (b) आयनीकरण समसूत्रता
 - (c) हायड्रेट समसूत्रता
 - (d) लिंकेज समसूत्रता

2. **लिमितीय समसूत्रता:** लिमितीय समसूत्री तेव्हा होतात जेव्हा लिगँड्समध्ये समान बंध असतात, परंतु बंध एकमेकांशी संबंधित भिन्न अभिमुखतेमध्ये असतात.

(a) भौमितिक समसूत्रता

(b) प्रकाशीय समसूत्रता

चला ते हळूहळू शिकूया

1. **संरचनात्मक समसूत्री:** समन्वय रसायनशास्त्रात या समसूत्रताचे अनेक प्रकार वारंवार आढळतात आणि खालील त्यापैकी काही दर्शवितात.

- (a) **समन्वय समसूत्रता:** समन्वय समसूत्रतेमध्ये, क्षाराचे धनात्मक आणि ऋणात्मक दोन्ही आयन जटिल आयन असतात आणि दोन समसूत्री कॅटायन आणि एनियन दरम्यान लिगँडच्या वितरणात भिन्न असतात.

उदाहरण - $[Co (NH_3)_6]$ $[Cr (CN)_6]$ आणि $[Cr (NH_3)_6]$ $[Co (CN)_6]$.

जिथे जटिल एनियनिक आणि कॅटायनिक भाग असलेल्या संयुगांचा विचार काही कॅटायनिक भाग ते एनियनिक भागांदरम्यान लिगँड्सची अदलाबदल करून उद्धवू शकतात असा केला जाऊ शकतो.

एक समसूत्री $[Co (NH_3)_6]$ $[Cr (C_2O_4)_3]$

दुसरा समसूत्री $[Co (C_2O_4)_3]$ $[Cr (NH_3)_6]$

- (b) **आयनीकरण समसूत्री:** आयनीकरण समसूत्रतेमध्ये, समसूत्री द्रावणामध्ये भिन्न आयन तयार करतात, जरी त्यांची संरचना समान असते. या प्रकारची समसूत्रता तेव्हा उद्भवते जेव्हा संकुलाचा मध्य आयनदेखील संभाव्य लिगँड असतो. उदाहरणार्थ, पेंटामाइन ब्रोमिडोकोबाल्ट (III) सल्फेट $[Co (NH_3)_5 Br] SO_4$ जांभळा आहे आणि द्रावणामध्ये बेरियम क्लोराईड सोबत एक अवक्षेप देतो, ज्यामुळे सल्फेट आयनच्या उपस्थितीची पुष्टी होते. पेंटामाइनसल्फेडोकोबाल्ट (III) ब्रोमाइड $[Co (NH_3)_5 SO_4] Br$, दुसरीकडे, लाल आहे आणि द्रावणातील सल्फेट आयनसाठी नकारात्मक चाचणी देतो. हे सिल्व्हर नाइट्रेट ($AgNO_3$) सह सिल्व्हर ब्रोमाइड ($AgBr$) चा अवक्षेप देतो.

उदाहरण - एक समसूत्री $[PtBr (NH_3)_3] NO_2^- > NO_2^-$ द्रावणात एनियन

एक अन्य समसूत्री $[Pt (NO_2) (NH_3)_3] Br^- > Br^-$ द्रावणात एनियन

- (c) **हायड्रेट समसूत्रता:** सॉल्वेट किंवा हायड्रेट समसूत्रतेमध्ये, समसूत्रीची रचना सारखीच असते परंतु सॉल्वेट लिगँड रेणूच्या संख्येसोबतच तसेच क्रिस्टल जाळीत काउंटर आयनच्या बाबतीत भिन्न असतात.

उदाहरण - याचे सर्वोत्तम ज्ञात उदाहरण क्रोमियम क्लोराईड “ $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ ” साठी येते. यात 4, 5 किंवा 6 समन्वित पाण्याचे रेणू असू शकतात.

$[CrCl_2 (H_2O)_4]$ $Cl_2 \cdot H_2O$ चमकदार-हिरवा

$[CrCl (H_2O)_5]$ $Cl_2 \cdot H_2O$ राखाडी-हिरवा

$[Cr (H_2O)_6]$ Cl_3 जांभळा

या समसूत्रतेमध्ये खूप भिन्न रासायनिक गुणधर्म आहेत आणि $AgNO_3$ सह Cl^- आयनची चाचणी करण्यासाठी अभिक्रिया केल्यावर, अनुक्रमे 1, 2 आणि 3 Cl^- आयन सापडतील.

- (d) **लिंकेज समसूत्रता:** लिंकेज समसूत्रता उभयलिंगी लिगँड सोबत उद्भवते जे एकापेक्षा जास्त स्थानांवर बंध तयार करू शकतात.

उदाहरण - NO_2 एका धातूशी N अणू किंवा O अणूने बंध करू तयार शकतो, हे उभयलिंगी लिगँड सोबत होते. हे लिगँड एकापेक्षा जास्त मार्गांनी समन्वय साधण्यास सक्षम आहेत. मोनोडेन्टेट लिगँडमध्ये SCN^-/NCS^- आणि NO_2^- / ONO^- .

उदाहरणार्थ:

$[Co(ONO)(NH_3)_5] Cl$ नाइट्रिटो समसूत्री - O संलग्न

$[Co(NO_2)(NH_3)_5] Cl$ नाइट्रो समसूत्री - N संलग्न.

लिमितीय समसूत्री

धातु संकुलामध्ये, लिमितीय समसूत्री मध्ये समान अणू असतात, समान बंध असतात, परंतु या बंधांच्या सापेक्ष अभिमुखतेमध्ये भिन्न असतात.

- (a) **भौमितिक समसूत्री:** धातु संकुल जे फक्त भिन्न असतात ज्यात धातूच्या समन्वय क्षेत्रात लिगँड्स एकमेकांच्या जवळ असतात (सिस) किंवा थेट एकमेकांपासून (ट्रान्स) पार असतात. भौमितिक समसूत्रीची अपेक्षित संख्या खालीलप्रमाणे आहे:

स्क्वेअर प्लेनर:

संयुग प्रकार	समसूत्रीची संख्या
Ma_2b_2	2 (सिस - आणि ट्रान्स -)
$Mabcd$	3 (सिस - आणि ट्रान्स - संबंध वापरा)

येथे a, b, c , आणि d मोनोडेन्टेट लिगँड्सचा संदर्भ देतात.

या प्रकारांची बरीच उदाहरणे वेगळी केली गेली आहेत आणि त्यांची विशिष्टता नमूद केली गेली आहेत आणि ती खूप भिन्न रासायनिक आणि जैविक गुणधर्म दर्शवतात. अशा प्रकारे उदाहरणार्थ, सिस - $PtCl_2(NH_3)_2$ कर्करोगविरोधी एजंट (सिस्प्लॅटिन) आहे तर ट्रान्स-समसूत्री कर्करोगाविरुद्ध निष्क्रिय आहे (ते विषारी आहे) आणि म्हणून केमोथेरेपीमध्ये उपयुक्त नाही.

$[PtCl_2(NH_3)_2]$ चे सिस आणि ट्रान्स - समसूत्री एकमेकांच्या सापेक्ष 2 गटांच्या स्थितीचा संदर्भ देतात. सिस समसूत्री मध्ये ते “एकमेकांच्या शेजारी” असतात म्हणजे मध्यवर्ती धातू आयनच्या संबंधात 90° अंशांवर, तर ट्रान्स समसूत्री मध्ये ते “एकमेकांच्या विरुद्ध” असतात, म्हणजे मध्यवर्ती धातूच्या आयनशी संबंधित 180° अंशांवर.

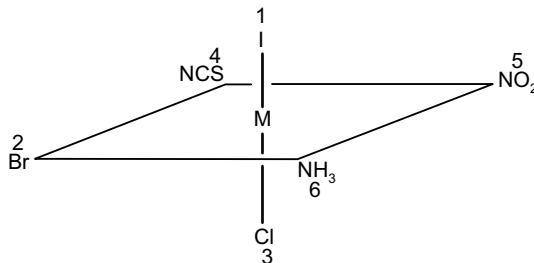
अष्टफलकीय

संयुग प्रकार	समसूत्री ची संख्या
Ma_4b_2	2 (सिस - आणि ट्रान्स -)
Ma_3b_3	2 (फेक - आणि मेर -)
MAA_2b_2	3 (2^* सिस - आणि 1 ट्रान्स)

येथे a , आणि b , मोनोडेन्टेट लिगँड्स चे प्रतिनिधित्व करतात आणि AA एक बाइडेन्टेट लिगँड्स आहे.

- (b) **प्रकाशीय समसूत्रता:** प्रकाशीय समसूत्री दर्पण प्रतिबिंबावर अध्यारोपीत होत नाही आणि प्रतल-ध्रुवीकृत प्रकाशाची दिशा फिरवण्याचा बाबतीत ते भिन्न असतात. या समसूत्रीना एकमेकांचे एनानशिओमर्स किंवा एनानशिओमॉर्फ्स असे संबोधले जाते आणि त्यांच्या अध्यारोपीत न होणाऱ्या संरचनेना असममित असल्याचे वर्णन केले जाते. कॅहान, इन्गोल्ड आणि प्रीलॉग (CIP नियम) द्वारे एनानशिओमेरिक कार्बन संयुगांसाठी विकसित केलेल्या मानक अनुक्रम नियमांच्या आधारावर मोनोन्यूक्लियर समन्वय प्रणालीसाठी प्राधान्य दिले जाते. हे नियम लिगँड्सला प्राधान्य क्रमाने

व्यवस्था करण्यासाठी समन्वय अणू वापरतात जसे की सर्वोच्च अणु क्रमांक सर्वोच्च प्राधान्य क्रमांक (सर्वात लहान CIP क्रमांक) देतो. उदाहरणार्थ काल्पनिक संकुल $[Co Cl Br I NH_3 NO_2 SCN]^{2-}$ ला 1, Br ला 2, Cl ला 3, SCN ला 4, NO_2 ला 5 आणि NH_3 ला 6 म्हणून नियुक्त करेल.



येथे एक समसूत्री आहे जेथे I आणि Cl, आणि Br आणि NO_2 एकमेकांना ट्रान्स असल्याचे आढळते.

अष्टफलकीय केंद्रासाठी संदर्भ अक्ष म्हणजे CIP प्राधान्य 1 चे बंधन अणू आणि न्यूनतम संभव प्राधान्य (उच्चतम संख्यात्मक मूल्य) चे ट्रान्स बंधन असलेले अणू. संरेखन अक्षात लंब असलेल्या समन्वय प्रतलातील अणूंना सर्वोच्च प्राधान्य (CIP प्राधान्य 1) असलेल्या लिगेण्डमधून पाहिले जाते आणि प्राधान्य संख्यांच्या घड्याळाच्या दिशेने आणि घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने अनुक्रमांची तुलना केली जाते.

प्रकाशीय समसूत्री टेट्राहेड्रल आणि ऑक्टाहेड्रल संकुल दोन्हीसाठी शक्य आहेत, परंतु स्क्वेअर प्लेनरसाठी नाही.

6.7 समन्वय संयुगांचे अनुप्रयोग

- रंजक आणि रंगद्रव्ये:** समन्वय संयुगे प्राचीन काळापासून रंग आणि रंगद्रव्य म्हणून वापरली जात आहेत.
उदाहरण - हायड्रॉक्सीअँथ्राक्विनोनचा संकुल असलेला मॅडर रंजक लाल रंगाचा आहे, जो प्राचीन ग्रीक लोकांनी वापरला होता. एक अधिक आधुनिक उदाहरण रंगद्रव्य तांबे थैलोसायनीन आहे, जे निळे आहे.
- विश्लेषणात्मक रसायनशास्त्र:** अनेक जटिल संयुगे तपास आणि ओळखण्याच्या उद्देशाने विश्लेषणात्मक अभिकर्मक म्हणून वापरली जात आहेत.
 - रंग चाचण्या:** अनेक संकुल अत्यंत रंगीत असल्याने ते रंगीत अभिकर्मक म्हणून वापरले जाऊ शकतात.
उदा. Fe (II) साठी चाचणी म्हणून 2, 2-बिपिरिडिल आणि 1, 10-फेनेथ्रोलाइन, संकुलाची निर्मिती.
 - गुरुत्वाकर्षण विश्लेषण:** येथे चिलेटिंग लिगेण्ड्सचा वापर अघुलनशील संकुल तयार करण्यासाठी केला जातो.
उदा. Ni (DMG)₂ आणि Al (oxine)₃.
 - EDTA आणि इतर गुंतागुंतीच्या** एजंट्सचा वापर शरीरातून हानिकारक किरणोत्सर्गी आणि इतर विषारी घटकांच्या वेगाने निर्मूलनासाठी केला जातो. (उदा. Pb^{2+}). या प्रकरणांमध्ये विद्रव्य धातू चिलेट संकुल तयार होतात.
- धातूंचे निष्कर्षण:** कधीकधी काही धातू त्यांच्या धातूकापासून स्थिर संकुल तयार करून निक्षालित करू शकतात. उदा. Ag आणि Au सायनाइड आयनचे संकुल म्हणून.
- जैव-अजैविक रसायनशास्त्र:** नैसर्गिकरित्या निर्माण होणाऱ्या संकुलांमध्ये हिमोग्लोबिन, क्लोरोफिल, व्हिटॅमिन B₁₂ इ.
- केमो-थेरेपी:** येथे एक उदाहरण म्हणजे cis- $PtCl_2 (NH_3)_2$ चा ट्यूमरविरोधी औषध म्हणून वापर.

सारांश

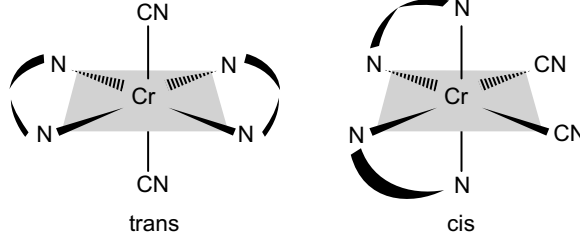
- **त्रि-आयामी प्रतिरूपण:** सेंद्रिय रेणूच्या 3D संरचनांचे प्रतिरूपण वेज-डॅश नोटेशन, न्यूमॅन प्रोजेक्शन, सॉहॉर्स प्रोजेक्शन, फिशर प्रोजेक्शन आणि हॉवर्थ प्रोजेक्शन आहेत.
- **समसूत्रता:** समसूत्री हे समान रेणूसूत्र असलेले रेणू असतात (म्हणजे प्रत्येक घटकाच्या अणूंची समान संख्या), परंतु रेणूतील अणूंची भिन्न संरचनात्मक किंवा अवकाशीय व्यवस्था.
- **संरचनात्मक समसूत्रता:** समसूत्रीला दोन व्यापक गटांमध्ये विभागले जाऊ शकते - संरचनात्मक (किंवा संवैधानिक) समसूत्री आणि स्टिरिओइसोमर्स.
- **श्रृंखला समसूत्रता:** श्रृंखला समसूत्री समान रेणूसूत्र असलेले रेणू आहेत, परंतु कार्बन सांगाड्याची वेगळी व्यवस्था असलेले रेणू आहेत.
- **स्थिती समसूत्री:** स्थिती समसूत्री रेणूतील 'फंक्शनल ग्रुप' च्या हालचालीवर आधारित असतात. सेंद्रिय रसायनशास्त्रातील एक क्रियात्मक गट हा रेणूचा भाग आहे जो त्याला अभिक्रिया देतो.
- **क्रियात्मक समसूत्री:** क्रियात्मक गट समसूत्रता असेही म्हटले जाते, हे समसूत्री आहेत जेथे रेणूसूत्र समान राहते, परंतु रेणूमधील क्रियात्मक गटाचा प्रकार बदलला जातो.
- **वर्गीय समसूत्रता:** समसूत्रतेचा हा प्रकार रूप दुर्मिळ आहे आणि O किंवा S सारख्या विद्वंसयुज अणू आणि त्याच्या सभोवतालच्या अल्काइलसारखे गट असलेल्या रेणूपर्यंत मर्यादित आहे. मुख्य उदाहरणे ईथर आणि थिओएथर्स पासून येतात.
- **टॉटोमेरिझम:** हे समसूत्रता भिन्न क्रियात्मक गट असलेल्या दोन समसूत्री रुपांचे उत्स्फूर्त आंतर रूपांतरण झाल्यामुळे आहे. यासाठी पूर्व आवश्यकता म्हणजे $C = O$, $C = N$ किंवा $N = O$ नेहमीच्या प्रकरणांमध्ये आणि अल्फा H अणूची उपस्थिती. सर्वात सामान्य म्हणजे 'केटो-एनोल' टॉटोमेरिझम, परंतु नायट्रो-एसी आणि अमाइन-इमाइन रूपासारखे इतर असू शकतात.
- **वलय-श्रृंखला समसूत्रता:** येथे एक समसूत्री खुले वलय रेणू असतो तर दुसरा अचक्रिय रेणू असतो.
- **एनानशिओमर्स:** त्रिमितीय सामसूत्रीची जोडी जी एकमेकांच्या दर्पण प्रतिबिंबावर अध्यारोपीत होत नाही तिला एनानशिओमर्स म्हणतात.
- **डायस्टेरियोमर्स:** त्रिमितीय सामसूत्री जे एकमेकांच्या प्रतिबिंबित प्रतिमा नाहीत त्यांना डायस्टेरियोमर्स म्हणतात.
- **विन्यास:** विन्यास नामकरणासाठी वापरलेली पद्धत निरपेक्ष विन्यास पद्धत आहे.
- **समाविन्यास:** अणूंची वेगळी अवकाशातील व्यवस्था जी गटांच्या C-C बंधाच्या अक्षासभोवती मुक्त घूर्णनामुळे उद्भवते त्याला समाविन्यास म्हणतात.

स्वाध्याय

सब्जेक्टिव्ह प्रश्न

1. प्रकाशतः सक्रिय संयुगे काय आहेत? संयुग प्रकाशतः सक्रिय होण्यासाठी कोणत्या आवश्यक अटी आहेत?
2. संकुल $[Cr(en)_2(CN)]^+$ साठी सर्व संभाव्य भौमितीय समसूत्री काढा.

उत्तर: दोन भौमितीय समसूत्री शक्य आहेत: ट्रान्स आणि सिस.



3. (i) चार वेगवेगळ्या प्रकारच्या संरचनात्मक समसूत्रीचे उदाहरणे द्या?
 (ii) प्रकाशीय समसूत्रता उदाहरणांसह स्पष्ट करा आणि $[CoCl_2(en)_2]^+$ ट्रान्स रूप सिस रूपापेक्षा प्रकाशतः निष्क्रिय का आहे?
4. सर्वात लहान अल्केनची रचना काढा (C_nH_{2n+2} च्या सामान्य आण्विक सूत्रासह) ज्यात प्रकाशीय समसूत्री आहेत.
5. प्रकाशीय सक्रियता म्हणजे तुम्हाला काय समजते? प्रकाशीय क्रियाशीलता असममित कार्बन अणूच्या उपस्थितीशी संबंधित आहे. योग्य उदाहरणांसह या विधानाचे समर्थन करा.
6. एनानशिओमर्स काय आहेत? एनानशिओमर्स च्या गुणधर्मांचे वर्णन करा.
7. समाविन्यास विश्लेषणाद्वारे तुम्हाला काय म्हणायचे आहे? सायक्लोहेक्सेनच्या समाविन्यासाचे वर्णन करा.
8. प्रकाशतः सक्रिय संयुगांच्या विन्यासाचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी संबंधित आणि निरपेक्ष विन्यास पद्धतींच्या योग्य उदाहरणाच्या मदतीने वर्णन करा.
9. प्रकाशीय समसूत्रता आणि भौमितीय समसूत्रतामधील फरक स्पष्ट करा.

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. खालीलपैकी कोणते संयुगे सिस - ट्रान्स समसूत्रता प्रदर्शित करतील?
 (a) 2-ब्युटीन (b) 2-ब्यूटाईन
 (c) 2-ब्यूटेनॉल (d) ब्यूटेनल [उत्तर: a]
अभिप्राय: अशी संयुगे ज्यात दोन वेगवेगळ्या गटांशी जोडलेल्या प्रत्येक दुहेरी बंधित कार्बन दुहेरी बंधाच्या प्रतिबंधित रोटेशनमुळे भौमितिकसमसूत्रता प्रदर्शित करतात. तथापि, तिहेरी बंधनासाठी प्रतिबंधित रोटेशन असूनही, अल्काइन्स भौमितिक समसूत्रता प्रदर्शित करत नाहीत, कारण तिहेरी बंधित कार्बन फक्त प्रत्येकी एका गटाशी जोडलेले आहेत.
2. $CH_3 - CHOH - CH = CH - CH_3$ साठी लिमितीय समसूत्रीची संख्या शोधा.
 (a) 1 (b) 2
 (c) 3 (d) 4 [उत्तर: d]
अभिप्राय: $CH_3 - CHOH - CH = CH - CH_3$ साठी लिमितीय समसूत्रीची संख्या चार आहे. हे सूत्र 2^n द्वारे मोजले जाते.
3. खालीलपैकी कोणते संयुग प्रकाशीय समसूत्रता दर्शवेल?
 (a) $CH_3 - CH(OH)COOH$
 (b) $H_2NCH(CH_3)_2$

(c) $(CH_3)_2 CHCHO$ (d) $H_2N CH_2 COOH$

[उत्तर: a]

अभिप्राय: $CH_3 - CH(OH) COOH$ प्रकाशीय समसूत्रता दर्शवेल कारण त्यात काइरल कार्बन आहे.

4. काहन-इंगोल्ड-प्रीलॉग अनुक्रम नियमांनुसार खालीलपैकी कोणत्या गटांना सर्वोच्च प्राधान्य आहे?

(a) CH_3 (b) CH_2Cl (c) CH_2OH (d) CHO

[उत्तर: b]

अभिप्राय: काहन-इंगोल्ड-प्रीलॉग अनुक्रम नियमांनुसार.

5. खालीलपैकी कोणती नोटेशन एनानशिओमर्स च्या जोड्यांमध्ये फरक करण्यासाठी वापरली जात नाही?

(a) R आणि S (b) E आणि Z (c) $+$ आणि $-$ (d) D आणि L

[उत्तर: b]

अभिप्राय: या चारही संकेतांचा वापर समसूत्रीमध्ये फरक करण्यासाठी केला जातो, परंतु केवळ तीनच विशेषतः एन्टीओमर्सच्या संदर्भात वापरल्या जातात. चौथा $-E$ आणि $Z-$ भौमितिक समसूत्री मध्ये फरक करण्यासाठी वापरला जातो, एन्टीओमर नाही.

6. खालील पर्यायातून योग्य विधान निवडा.

(a) मेसो संयुगामध्ये सममिती आणि सममितीचे केंद्र दोन्ही असतात

(b) मेसो संयुगामध्ये एकतर प्रतल किंवा सममितीचे केंद्र असते

(c) मेसो संयुगामध्ये एकतर प्रतल किंवा सममिती केंद्र नाही

(d) मेसो संयुगे बाह्यरित्या भरपाई केली जातात

[उत्तर: b]

अभिप्राय: मेसो संयुगामध्ये एकतर प्रतल किंवा सममितीचे केंद्र असते. त्यांच्याकडे सममितीचे प्रतल आणि सममितीचे केंद्र दोन्ही नसतात आणि ते आंतरिकरित्या भरपाईच्या स्वरूपात देखील असतात.

7. एक काइरल कार्बन असलेल्या संयुगामध्ये किती प्रकाशीय समसूत्री शक्य आहेत?

(a) 5

(b) 4

(c) 2

(d) 3

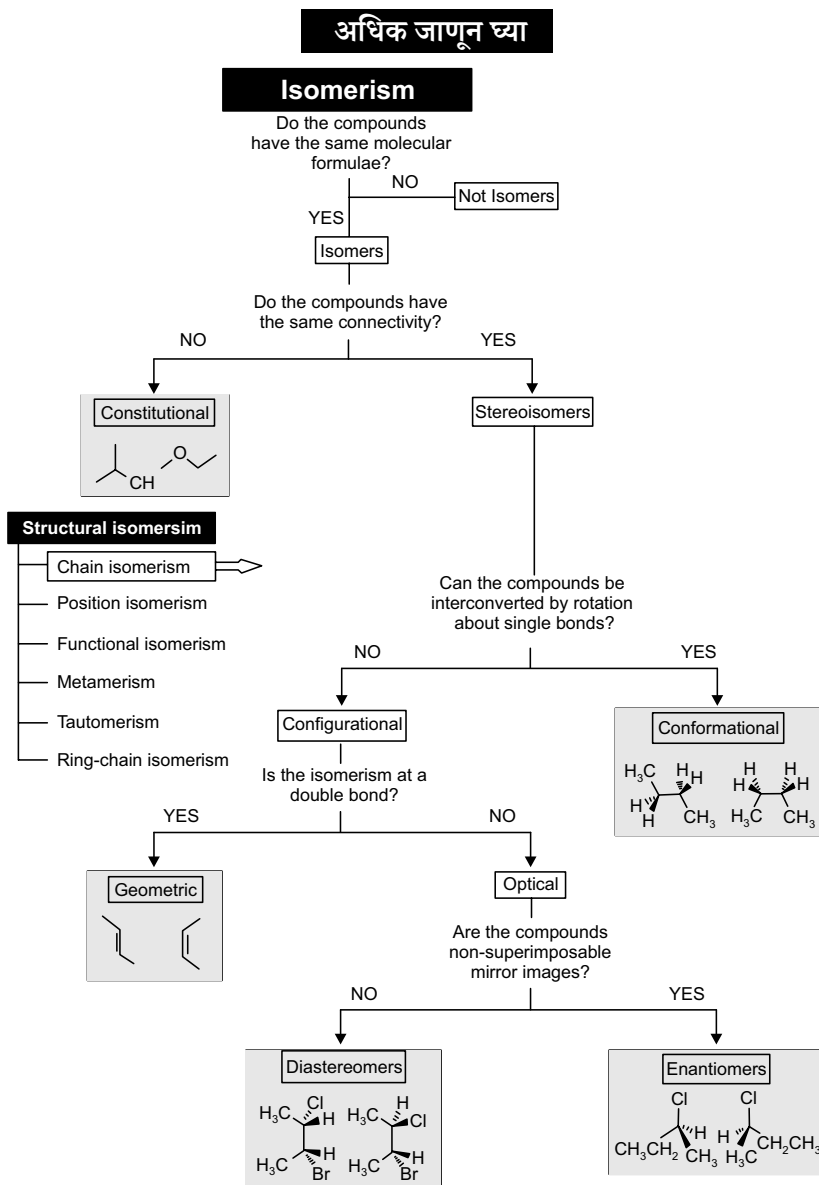
[उत्तर: d]

अभिप्राय: एक काइरल कार्बन असलेल्या संयुगामध्ये तीन प्रकाशीय समसूत्री $(+)$, $(-)$ आणि (\pm) असतात.

प्रात्यक्षिक

क्रियाकलाप

- एकसारखे जुळे दर्पण प्रतिमा आहेत! आपण एनानशिओमर्ससह साधर्म्य करू शकता?
- विद्यार्थ्यांनी पर्यायी प्रयोग (गट किंवा वैयक्तिक आधार म्हणून) डिझाइन करणे आणि वैयक्तिक सहभागासह गट म्हणून सादर करणे.



प्रकाशीय आणि भौमितिक समसूत्रीच्या गणनेसाठी फॉर्म्युला

प्रकाशीय समसूत्री

- जर रेणूमध्ये सममितीचे समतल नसतील आणि काइरल केंद्राची सम संख्या असेल तर

प्रकाशतः सक्रिय रुपांची संख्या = 2^{n-1}

मेसो रुपांची संख्या = $2^{n/2-1}$

एकूण समसूत्री = $2^{n-1} + 2^{n/2-1}$

2. जर रेणूमध्ये सममितीचे समतल नसेल आणि त्यात विषम संख्या काइरल केंद्र असेल तर

प्रकाशतः सक्रिय रुपांची संख्या = $2^{(n-1)} - 2^{(n-1)/2}$

मेसो रुपांची संख्या = $2^{(n-1)/2}$

एकूण समसूत्री = 2^{n-1}

भौमितिक समसूत्री

1. जेव्हा संयुगामध्ये n दुहेरी बंध असतात आणि पॉलीइनचे टोक वेगळे असतात, तेव्हा भौमितिक समसूत्रीची संख्या = 2^n

उदा. $C_6H_5 - CH = CH - CH = CH - CH = CH - CH = CH - Cl$

2. दिलेल्या संयुगामध्ये 4 दुहेरी बंध आहेत आणि दोन टोके भिन्न आहेत, म्हणून नाही. भौमितिक समसूत्रीची संख्या = $2^n = 2^4 = 16$

सुचविलेले वाचन

पुस्तके

- Organic Chemistry by A. Bahal and B.S. Bahal, S Chand & Company Publications ISBN No. 9789352-531967.
- Organic Chemistry, Reaction and Reagents by O. P. Agrawal GOEL Publishing house.
- Advanced Organic Chemistry Part A: Structure and Mechanisms by Carey, Francis A., Sundberg, Richard J., Springer Publication house, ISBN 978-0-387-44899-2

ई संसाधन

- <https://nptel.ac.in/courses/104/105/104105086/>
- https://onlinecourses.nptel.ac.in/noc19_cy25/preview

7

सेंद्रिय अभिक्रिया आणि औषधि रेणूचे संश्लेषण

युनिट विशिष्ट

हे युनिट पुढील विषयांवर चर्चा करते: प्रतिस्थापना, समावेशी, विलोपन, ऑक्सिडन आणि क्षपण, चक्रीयकरण आणि वलय उघडणे अभिक्रियांची ओळख, सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या औषध रेणूचे संश्लेषण.

प्रस्तावना

रासायनिक बदल ही रासायनशास्त्र समजून घेण्याची गुरुकिल्ली आहे. रासायन शास्त्रज्ञांचे ध्येय हे जाणून घेणे असते की एखादा पदार्थ दुसऱ्या पदार्थाच्या उपस्थितीत किंवा स्वतःच पदार्थ कसा आणि का बदलतो. रासायनिक बदल आपल्या बाहेर सगळीकडे आणि अगदी आपल्या आतही घडत असतात! लाखो रासायनिक पदार्थ आहेत आणि अत्यंत मोठ्या संख्येने संभाव्य रासायनिक अभिक्रिया आहेत. या युनिटमध्ये, आपण सेंद्रिय अभिक्रिया आणि औषधि रेणूचा अभ्यास करूया.

पूर्व आवश्यकता

रासायनशास्त्र: रासायनिक समीकरणे आणि संश्लेषण प्रक्रियेचे मूलभूत ज्ञान

भौतिकशास्त्र: इलेक्ट्रॉनिक रूपांतरण ज्ञान

शिकण्याचे निष्पत्ती

या युनिटच्या शेवटी, विद्यार्थी खालील बाबतीत सक्षम होतील

U7-O1:	दिलेली सेंद्रिय अभिक्रिया प्रतियोजन, समावेशी, आणि विलोपन अभिक्रियांमध्ये वर्गीकृत करणे.
U7-O2:	साध्या ऑक्सिडन आणि क्षपण अभिक्रियांच्या उत्पादितांचा अंदाज लावणे.
U7-O3:	साध्या सेंद्रिय संयुगे तयार करण्यासाठी चक्रीय आणि रिंग ओपनिंग सिद्धांत लागू करणे.
U7-O4:	काही सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या औषध रेणूचे संश्लेषण करणे.

घटक निष्पत्तीचे विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण

निष्पत्ती	विषय निष्पत्ती सह संभावित मानचित्रण (1-दुर्बल सहसंबंध; 2-मध्यम सहसंबंध; 3-मजबूत सहसंबंध)				
	विषय निष्पत्ती-1	विषय निष्पत्ती-2	विषय निष्पत्ती-3	विषय निष्पत्ती-4	विषय निष्पत्ती-5
U7-O1	2				3
U7-O2					3
U7-O3					3
U7-O4					3

7.1 परिचय

सेंद्रिय रसायनशास्त्राची व्याख्या आधुनिक विज्ञानाची शाखा म्हणून प्रथम जॉन जेकब बर्झेलियस यांनी 1800 च्या दशकाच्या सुरुवातीच्या काळात केली होती. त्यांनी रासायनिक संयुगांचे दोन मुख्य गटांमध्ये वर्गीकरण केले; ते सजीव किंवा एकेकाळी जिवंत असलेल्या गोष्टींपासून उद्भूत असल्यास, सेंद्रिय आणि “खनिज” किंवा निर्जीव पदार्थातून आले असल्यास, अजैविक. खाली दिलेल्या सारणीनुसार ऐतिहासिक वेळरेषेद्वारे अधिक शिकू या.

ऐतिहासिक वेळरेषा

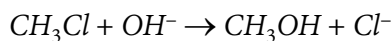
कालावधी	वैज्ञानिक	योगदान
1856	विल्यम हेन्री पर्किन	यांनी क्विनाईनचे संश्लेषण करण्याचा प्रयत्न केला, आणि रंग संश्लेषणात यशस्वी करियर केले.
1862	एमिल एर्लेनमेयर	दोन कार्बन दरम्यान दुहेरी आणि तिहेरी बंधांची शक्यता सूचित करणारे एमिल एर्लेनमेयर पहिले होते.
1865	ऑगस्ट केकुला	प्रथम - सेंद्रिय संयुगांची रचना काढण्यासाठी बंधासाठी रेषांचा वापर बेझिनची रचना.
1870	व्लादिमिर व्ही. मार्कोव्हिकोव्ह	मार्कोनीकोव्ह यांचा नियम सांगतो की HX अल्कीनमध्ये जोडला जातो.
1877	चार्ल्स फ्रीड, जेम्स क्राफ्ट्स	फ्रीडेल-क्राफ्ट्सची अभिक्रिया ज्यामध्ये अरोमैटिक रिंगच्या अल्किलीकरण आणि असिलेशन अभिक्रियांचा समावेश आहे.
1895	पॉल वॉल्डन	लिमिति रसायनशास्त्र वाल्डन प्रतिलोमनची संकल्पना.
1900	एफए व्हिक्टर ग्रिगनार्ड	मॅग्नेशियम आर्गानोहालाईड्स सोबत अभिक्रिया करून ग्रिगनार्ड अभिकर्मक तयार करतो असा शोध.
1931	एरिच हॅकल	हॅकल यांचा नियम असा आहे की सुगंधिततेसाठी $4n + 2\pi$ इलेक्ट्रॉन असलेले प्लानर रिंग आहे.
1954	व्लादिमिर प्रेलॉंग	लिमिति रसायनशास्त्राच्या संदर्भात सेंद्रिय संरचनेची अभिक्रियाशिलता
1991	सुमीओ आयजीमा	कार्बन नॅनोट्युबस चे संश्लेषण केले
2004	आंद्रे गेम, के नोवोसेलोव्ह	ग्रॅफेन आणि त्याचे दोन आयामी गुणधर्म.

अभिक्रियांचे प्रकार त्याच्या क्रियाविधीनुसार भिन्न आहेत. त्यास असंख्य प्रकारांमध्ये विभागले जाऊ शकतात जसे - प्रतिस्थापना, समावेशी, विलोपन, ऑक्सिडेशन, रिडक्शन, पुनर्रचना इत्यादी. आपण आता एक-एक करून शिकू या.

7.2 प्रतिस्थापना अभिक्रिया (Substitution Reaction)

प्रतिस्थापना अभिक्रिया : प्रतिस्थापना अभिक्रिया ही एक अभिक्रिया आहे ज्यात एक अणू, आयन किंवा अणूचा समूह दुसऱ्या अणू, आयन किंवा गटाद्वारे प्रतिस्थापित जातो.

उदाहरण - CH_3Cl एक हायड्रॉक्सी आयन (OH^-) सह अभिक्रिया करून CH_3OH आणि क्लोरीन तयार करेल.



7.2.1 प्रतिस्थापना अभिक्रियेचे घटक

इलेक्ट्रॉन-समृद्ध प्रजाती इलेक्ट्रॉन- कमी प्रजातीसाठी इलेक्ट्रॉनची एक जोडी दान करते आणि एक नवीन उत्पादित आणि नवीन आम्लारी बनवते. म्हणून, प्रतिस्थानाच्या अभिक्रियेमध्ये चार घटक असतात.

न्यूक्लियोफाइल: इलेक्ट्रॉन समृद्ध प्रजाती कार्बनला इलेक्ट्रॉन युग्म देतात. उदा. Cl^- , Br^- , I^- , OH^- , RO^- , CN^- , H_2O , and NH_3 .

इलेक्ट्रोफाइल: इलेक्ट्रॉनची कमतरता असणारी प्रजाती इलेक्ट्रॉन युग्म स्वीकारते. उदा. H_3O^+ , NO_2^+ , and SO_3 .

उत्पादित: अशी प्रजाती जी प्रतिस्थापना अभिक्रियामधून तयार होते

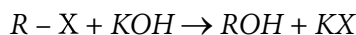
सोडत गट: संयुगाला सोडणारा गट

7.2.2 प्रतिस्थापना अभिक्रियेचे प्रकार

प्रतिस्थापना अभिक्रिया पुढील तीन प्रकारांमध्ये वर्गीकृत केली आहे-

- मुक्त मूलक प्रतिस्थापना अभिक्रिया:** जेव्हा रेणूमधील अणू किंवा अणूचा समूह मुक्त मूलक द्वारे बदलला जातो तेव्हा मुक्त मूलक प्रतिस्थापना होते. मुक्त मूलकाची उदाहरणे आहेत - $\cdot Br$, $\cdot Cl$, $\cdot I$, $\cdot OH$.
- इलेक्ट्रोफिलिक प्रतिस्थापना अभिक्रिया:** जेव्हा घटक इलेक्ट्रोफाइल असतो आणि संयुगाशी बंधन तयार करण्यासाठी इलेक्ट्रॉन युग्म स्वीकारतो तेव्हा त्याला इलेक्ट्रोफिलिक प्रतिस्थापना म्हणतात.
इलेक्ट्रोफिलिक प्रतिस्थापनेचे दोन प्रकार असतात.
 - इलेक्ट्रोफिलिक अलिफॅटिक प्रतिस्थापन
 - इलेक्ट्रोफिलिक ऍरोमॅटिक प्रतिस्थापन
- न्यूक्लियोफिलिक प्रतिस्थापना अभिक्रिया:** जेव्हा न्यूक्लियोफाइल रूपांतरित होण्याच्या संयुगाबरोबर बंधासाठी इलेक्ट्रॉन युग्म प्रदान करते तेव्हा त्याला न्यूक्लीओफिलिक प्रतिस्थापना अभिक्रिया म्हणतात.

त्यांचे प्रतिनिधित्व SN (S म्हणजे प्रतिस्थापन आणि N म्हणजे न्यूक्लियोफिलिक) आणि ऍलीफॅटिक संयुगामध्ये अधिक सामान्य आहे. उदाहरणार्थ उदा



SN अभिक्रिया दोन क्रियाविधिंना अनुसरून होवू शकते.

- एकरेणु क्रियाविधी:** हे एकरेणु क्रियाविधीद्वारे पुढे जाते, SN_1 म्हणून दर्शविले जाते.
- द्विरेणु क्रियाविधी:** हे द्विरेणु क्रियाविधीद्वारे पुढे जाते, SN_2 म्हणून दर्शविले जाते.

तक्ता 7.1: SN_1 आणि SN_2 अभिक्रियांमधील फरक

अनु. क्र.	पॅरामीटर	SN_1	SN_2
1	अल्काइल हॅलाइड संरचना	तृतीयक > दुय्यम > प्राथमिक > मिथाइल	मिथाइल > प्राथमिक > दुय्यम > > > > तृतीयक
2	न्यूक्लियोफाइल	कमकुवत न्यूक्लियोफाइल (बहुधा सॉल्व्हेंट)	मजबूत न्यूक्लियोफाइलची उच्च संहती
3	क्रियाविधी	2 -चरण	1 -चरण
4	गतिशीलक टप्पा	कार्बोकॅटायन निर्मिती	द्विरेणु संक्रमण अवस्था
5	रेट लॉ	रेट = $k [R-X]$	रेट = $k [R-X] [Nu]$
6	लिमिति रसायनशास्त्र	मिश्रित विन्यास	विन्यास युत्क्रम
7	सॉल्व्हेंट	पोलर प्रोटिक	पोलर एप्रोटिक

SN_2 अभिक्रिया त्रि न्यूक्लियोफाइल आणि साध्या आणि कमी अल्काइल समूहांच्या उपस्थितीत अनुकूल आहेत. अशा प्रकारे अवजड गटांची उपस्थिती SN_2 अभिक्रियेस अडथळा आणते आणि SN_1 अभिक्रिया सुलभ करते.

SN_1 आणि SN_2 क्रियाविधी पैकी कोणत्याही एकाद्वारा 2° अल्काइल हॅलाइडचे जल अपघटन होऊ शकते.

7.2.3 मुक्त मूलक प्रतिस्थापनेचे अनुप्रयोग

- हालोजेनेशन अभिक्रिया
- कॅनिझरो अभिक्रिया
- हुन्सडीकर अभिक्रिया
- अल्डोल संघनन
- वोहल-झिग्लर अभिक्रिया

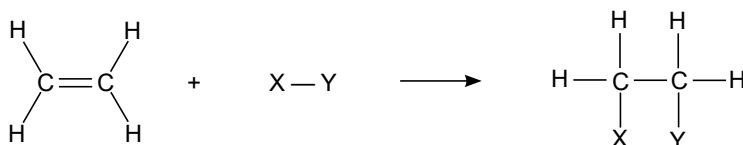
7.3 समावेशी अभिक्रिया (Addition Reaction)

या अभिक्रियेत दोन किंवा अधिक रेणू एकत्रित होऊन मोठा रेणू तयार करते.

दुहेरी किंवा तिहेरी बंध असलेले असंतृप्त हायड्रोकार्बन समावेशी अभिक्रिया दर्शविते.

कार्बोनिल ($C=O$) गट किंवा इमार्इन ($C=N$) सारखे गट असलेले रेणू ज्यात कार्बन-हेटेरो दुहेरी बंध असतात ते समावेशी अभिक्रिया दर्शवितात.

उदाहरण:



आकृती 7.1: अल्किनची समावेशी अभिक्रिया

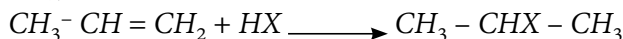
7.3.1 इलेक्ट्रोफिलिक समावेशी अभिक्रिया

अल्किन्स आणि अल्काइन्समधील π बंध हा $C-C$ σ बाँडच्या वर आणि खाली स्थानीकृत आहे. π इलेक्ट्रॉन केंद्रकापासून बरेच दूर असतात आणि म्हणून ते सैलपणे बांधले असतात. इलेक्ट्रोफिलिक समावेशादरम्यान, π इलेक्ट्रॉन एका इलेक्ट्रोफाइलवर हल्ला करतात व सर्वात स्थिर कार्बनवर कार्बोकॅटायन (केवळ 3 बॉन्ड्स आणि धन प्रभार असलेला कार्बन अणू) तयार करतात. यानंतर, न्यूक्लीओफाइल कार्बोकॅटायनवर हल्ला करतो व उत्पादित तयार होतो.

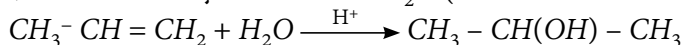
उदाहरण: अल्किन्स आणि अल्काइन्स मधील HX समावेशन

इलेक्ट्रोफिलिक समावेशाची अल्किन्स आणि अल्काइन्सची उदाहरणे आहेत:

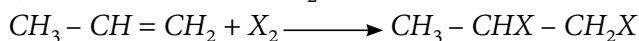
- हायड्रोहालोजेनेशन अभिक्रिया: HX चे समावेशन (मार्कोव्हनिकोफचा नियमाचे अनुसरण करते)



- सजलन अभिक्रिया: एसिड उत्प्रेरित पाणी H_2O (मार्कोव्हनिकोफचा नियमाचे अनुसरण करते)



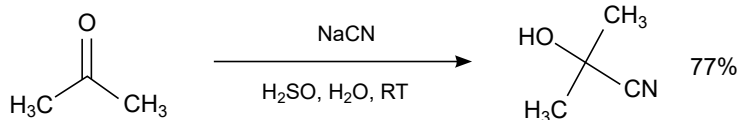
- हलोजन समावेशी अभिक्रिया: X_2



7.3.2 न्यूक्लियोफिलिक समावेशी अभिक्रिया

एक समावेशी अभिक्रिया ज्यात इलेक्ट्रोफिलिक डबल किंवा ट्रिपल बंध असलेली रासायनिक संयुगे न्यूक्लियोफाइलसह अभिक्रिया देतात आणि डबल किंवा ट्रिपल बंध तुटतो. हे आल्डिहाइड आणि केटोन्समध्ये सामान्य आहे.

उदाहरण: कार्बोनिल गटांना जोडणे



आकृती 7.2: कार्बोनिल गटांना जोडणे

न्यूक्लियोफिलिक समावेशन अभिक्रियांचे इतर उदाहरण:

- हेमीएसेटल्स आणि एसीटल तयार करण्यासाठी अल्डीहाइड्स आणि केटोन्समध्ये अल्कोहोलचे समावेशन.
- अल्डीहाइड्स आणि केटोन्सच्या क्षपणादरम्यान हायड्रॉइडचे समावेशन अनुक्रमे 1° आणि 2° अल्कोहोल तयार करण्यासाठी.

7.3.3 मुक्त मूलक समावेशन

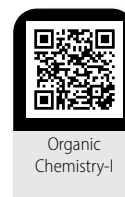
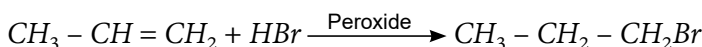
हे सेंद्रिय रसायनशास्त्रात एक समावेशी अभिक्रिया आहे ज्यामध्ये मुक्त मूलक समाविष्ट आहे. समावेशन मूलक आणि अ-मूलकदरम्यान किंवा दोन मूलकादरम्यान असू शकते.

अभिक्रियेच्या तीन मूलभूत पायऱ्या आहेत

- **पायरी I** - एका मुक्त-मूलकाद्वारा श्रृंखला प्रारम्भ: एक अ-मूलक पूर्वगामीपासून मूलक तयार केला जातो.
- **पायरी II** - श्रृंखला अभिवृद्धि: एक मूलक नवीन मूलक प्रजाती निर्माण करण्यासाठी अ-मूलका सोबत अभिक्रिया करतो.
- **पायरी III** - श्रृंखला समाप्ति: दोन मूलक एकमेकांशी अभिक्रिया करून अ-मूलक प्रजाती तयार करतात

उदाहरण-

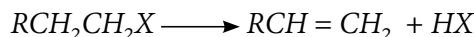
HBr ची अल्कीनवर सेंद्रिय पेरॉक्साईडच्या उपस्थितीत एंटी-मार्कोव्हिकोव्ह अभिक्रिया. ही अभिक्रिया HBr आणि सेंद्रिय पेरॉक्साईडच्या संयोजनाद्वारे व्युत्पन्न झालेल्या ब्रोमिन मुक्त मूलकाच्या हल्ल्याद्वारा पुढे जाते.



7.4 विलोपन अभिक्रिया

विलोपन अभिक्रियेमध्ये दोन अणू किंवा अणूंचा समूह पदार्थाच्या समान किंवा संलग्न अणूंपासून कमी होऊन बहुविध बंधांच्या निर्मितीस कारणीभूत ठरतो.

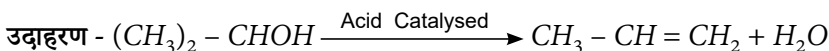
हे समावेशन अभिक्रियेच्या अगदी विरुद्ध आहे. समूह विलोपनानंतर उत्पादितात एक असंतृप्त बंध तयार होतो.



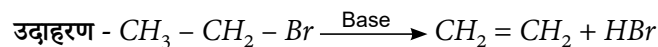
7.4.1 विलोपन अभिक्रिया क्रियाविधीचे प्रकार

अभिक्रिया दोन क्रियाविधीचे अनुसरण करते ज्या E_1 आणि E_2 प्रकारच्या आहेत.

E_1 प्रकार - हे एक द्वि-चरण विलोपन क्रियाविधी अभिक्रिया आहे, ज्यास एकरेणु विलोपन अभिक्रिया देखील म्हणतात. एक माध्यमिक तयार होते.



E_2 प्रकार - ही एक चरण विलोपन क्रियाविधी अभिक्रिया आहे, ज्याला द्विरेणु विलोपन अभिक्रिया देखील म्हणतात.



तक्ता 7.2: E_1 आणि E_2 अभिक्रियाधील फरक

अनु. क्र.	गुणधर्म	E_1 अभिक्रिया	E_2 अभिक्रिया
1	कार्यद्रव्य	द्वितीयक आणि तृतीयक कार्यद्रव्यामध्ये मिळते	1 प्राथमिक कार्यद्रव्यामध्ये मिळते
2	रेट लॉ	एकरेण्विक कारण ते केवळ कार्यद्रव्याच्या संहती वर अवलंबून असते	द्विरेणु कारण ते कार्यद्रव्य आणि आम्लारी दोन्हीच्या संहतीवर अवलंबून असते
3	मोठा अवरोध	कार्बोकेटायनची निर्मिती $3^\circ > 2^\circ \gg 1^\circ$	काहीही नाही
4	तिव्र आम्लारीची आवश्यकता	आवश्यक नाही	तिव्र आम्लारी आवश्यक आहे

7.5 ऑक्सिडन आणि क्षपण अभिक्रिया

आपल्याला आधीच माहिती आहे की जेव्हा संयुग किंवा मूलद्रव्य ऑक्सिडाइझ होते तेव्हा ते इलेक्ट्रॉन गमावतात आणि जेव्हा त्यांचे क्षपण होते तेव्हा ते इलेक्ट्रॉन मिळवतात. परंतु, येथे आपण सेंद्रीय संयुगाचे ऑक्सिडेशन आणि क्षपण करण्याबद्दल बोलत आहोत. आपण मुख्यतः कार्बन-हायड्रोजन बंधांच्या संख्येच्या तुलनेत संयुगामधील कार्बन-विषम अणू बंधांच्या संख्येशी संबंधित आहोत.

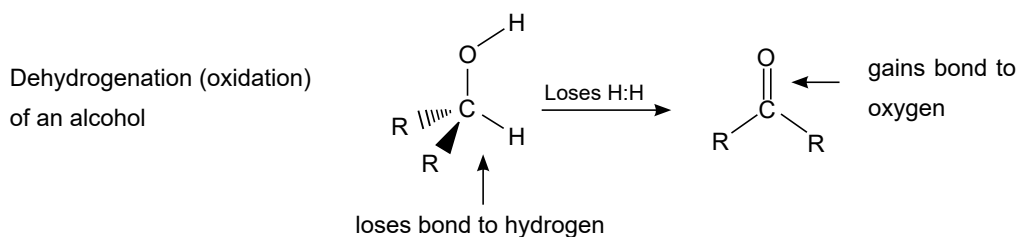
सेंद्रीय रसायनशास्त्रात ऑक्सिजन, नायट्रोजन, सल्फर किंवा हॅलोजन यांना सामान्यतः विषम अणू संबोधल्या जाते.

7.5.1 ऑक्सिडन

सेंद्रीय संयुगाचे ऑक्सिडन केल्याने कार्बन-विषम अणू बंधांची संख्या वाढते, आणि / किंवा कार्बन-हायड्रोजन बंधांची संख्या कमी होते.

म्हणजेच आपण डिहाइड्रोजनेशन = ऑक्सिडेशन म्हणू शकतो

उदाहरण: अल्कोहोलचे केटोन किंवा अल्डिहाइडमध्ये ऑक्सिडन



आकृती 7.3: ऑक्सिडन

7.5.2 स्पष्टीकरण

कार्बनपेक्षा ऑक्सिजन अधिक विद्युतऋण असतो, म्हणून जेव्हा कार्बन अणू विषम अणूशी बंध बनवतो तेव्हा तो इलेक्ट्रॉन घनता गमावतो आणि अशा प्रकारे ऑक्सिडन केले जाते.

अशा प्रकारे कार्बन अणूचा हायड्रोजनशी बंध तुटतो आणि विषम अणूशी बंध (किंवा दुसऱ्या कार्बन अणूशी जोड) तयार होतो, ही एक ऑक्सिडेटिव्ह प्रक्रिया मानली जाते कारण हायड्रोजन, सर्व मूलद्रव्यांपैकी, सर्वात कमी विद्युतऋण आहे. अशा प्रकारे, डिहायड्रोजनेशन प्रक्रियेत कार्बन अणूचे संपूर्ण इलेक्ट्रॉनचे एकूण नुकसान होते आणि आणि इलेक्ट्रॉनचे नुकसान म्हणजे ऑक्सिडन.

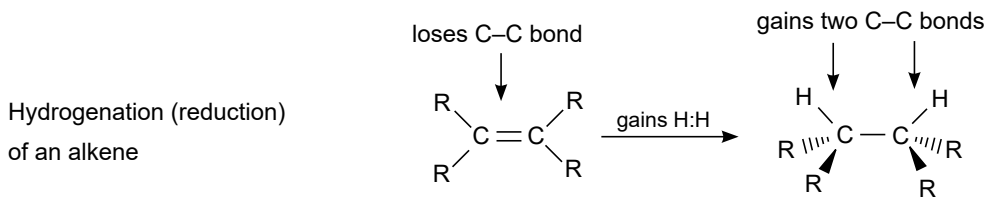
7.5.3 क्षपण

सेंद्रीय संयुगाचे क्षपण केल्याने कार्बन-विषम अणू बंधांची संख्या कमी होते आणि / किंवा कार्बन-हायड्रोजन बंधांची संख्या वाढते.

हायड्रोजनेशन = क्षपण

उदाहरण:

- अल्किनचे अल्केनमध्ये हायड्रोजनेशन
- केटोनचे अल्कोहोलमध्ये हायड्रोजनेशन



आकृती 7.4: क्षपण

7.5.4 स्पष्टीकरण

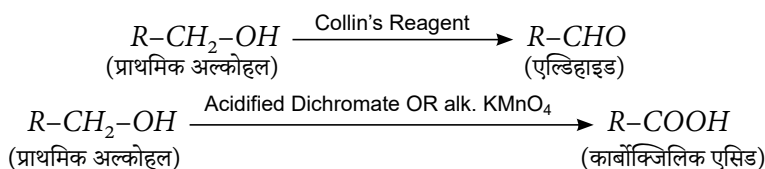
हायड्रोजनेशनमुळे कार्बन अणूवर जास्त प्रमाणात इलेक्ट्रॉन घनता येते आणि अशा प्रकारे आपण प्रक्रिया सैद्धांतिक रेणू क्षपण होते असे मानतो. हायड्रोजन कार्बनपेक्षा कमी विद्युतऋण आहे, म्हणून जेव्हा कार्बन हायड्रोजनशी बंध तयार करतो तेव्हा ते इलेक्ट्रॉन घनता वाढविते आणि त्यामुळे क्षपण होते.

लक्षात घ्या की हायड्रोजनेशन किंवा डीहाइड्रोजनेशनमध्ये ऑक्सिजन अणू मिळवण्याचा किंवा गमावण्याचा समावेश नाही.

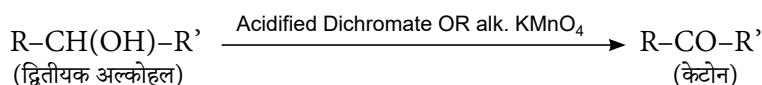
7.5.5 सामान्य ऑक्सिडन आणि क्षपण अभिक्रिया

A. ऑक्सिडन अभिक्रिया

प्राथमिक अल्कोहोलचे कॉलिन अभिकारकासारख्या सौम्य ऑक्सिडायझिंग एजंट्सचा वापर करून अल्डीहायड्समध्ये किंवा अॅसीडिफाईड डायक्रोमेट अल्कधर्मी $KMnO_4$ वापरून कार्बोक्झिलिक अॅसिडमध्ये ऑक्सिडन केले जाऊ शकते.

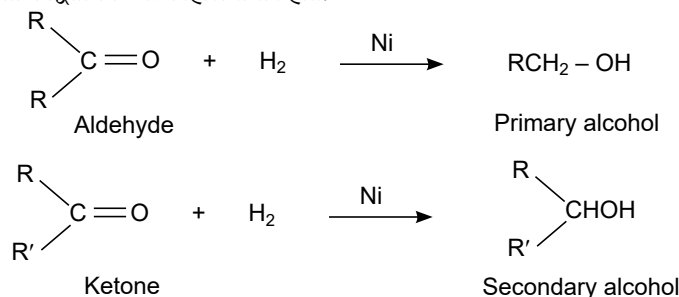


द्वितीयक अल्कोहोलचे अॅसीडिफाईड डायक्रोमेट किंवा अल्कधर्मी $KMnO_4$ वापरून केटोन्समध्ये ऑक्सिडन केले जाऊ शकते



B. क्षपण अभिक्रिया

जेव्हा $Ni/Pd/Pt$ सारख्या धातू उत्प्रेरकांच्या उपस्थितीत अल्डीहाइड आणि केटोन्सची अभिक्रिया रेणू हायड्रोजन सोबत केली जाते तेव्हा अनुक्रमे प्राथमिक आणि द्वितीयक अल्कोहोल तयार होते.



आकृती 7.5: अल्डीहाइड आणि केटोन्स मधील क्षपण अभिक्रिया

व्हिडिओ संसाधने



7.6 चक्रीयकरण आणि वलय उघडणे अभिक्रिया

आपण असे पाहीले आहे की सेंद्रिय अभिक्रिया एकतर द्रावणाच्या ध्रुवीयता परिवर्तनामुळे किंवा मूलकाच्या उपस्थितीमुळे पुढे जातात परंतु अभिक्रियांचा एक छोटासा समूह आहे ज्यावर या गोष्टींचा प्रभाव होत नाही. त्या सामान्यतः उष्णता किंवा प्रकाशाने प्रभावित होतात. या अभिक्रियांना विद्युत-चक्रीय अभिक्रिया म्हणून ओळखले जाते जेथे एका किंवा अधिक रेणूंमध्ये वलय उघडणे आणि बंद होणे होऊ शकते.

7.6.1 चक्रीयकरण अभिक्रिया

वलय बंद होणे किंवा चक्रीयकरणाच्या वेळी σ बंध तयार होतो. या अभिक्रियांचा संबंध मुख्यतः बंध तुटण्या किंवा तयार होण्यामध्ये गुंतलेल्या इलेक्ट्रॉनिक पुनर्रचनांशी असतो आणि एकाच वेळी एका चरणात पुढे जातात.

संक्रमण स्थिती चक्रीय असते आणि अभिक्रियेत स्टिरिओ निवडकतेची पातळी उच्च असते.

7.6.2 चक्रीयकरण अभिक्रियेचे प्रकार

साइक्लोएडिशन अभिक्रिया: या अभिक्रियेत दोन असंतृप्त रेणू एकत्रितपणे नवीन बंध तयार करण्यासाठी π इलेक्ट्रॉन वापरून चक्रीय संयुग तयार करतात, त्यास साइक्लोएडिशन अभिक्रिया म्हणतात.

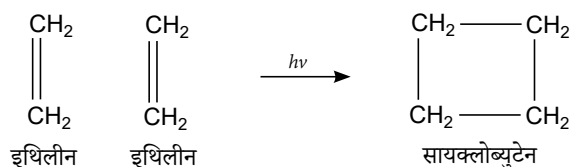
दोन घटकांमधील π इलेक्ट्रॉनच्या संख्येवर अवलंबून साइक्लोएडिशन पुन्हा दोन प्रकारची असू शकते. हे दोन प्रकारचे आहे-

1. $(2 + 2)$ साइक्लोएडिशन

2. $(4 + 2)$ साइक्लोएडिशन

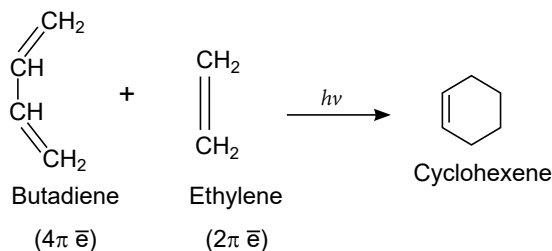
1. **$(2 + 2)$ साइक्लोएडिशन:** जेव्हा दोन्हीही अभिकारकांमध्ये प्रत्येकी 2π इलेक्ट्रॉन असतात.

उदाहरण: इथिलीनपासून सायक्लोब्युटेनचे निर्मिती



2. **$(4 + 2)$ साइक्लोएडिशन:** जेव्हा अभिकारकांपैकी एकाकडे 4π इलेक्ट्रॉन असतात आणि दुसऱ्या अभिकारकाध्ये 2π इलेक्ट्रॉन असतात.

डायल्स अल्डर अभिक्रिया, या प्रकारची सामान्यतः ज्ञात अभिक्रिया आहे-

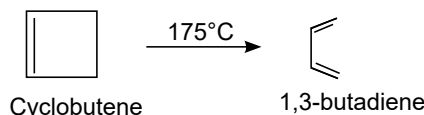


आकृती 7.6: डायल्स अल्डर अभिक्रिया

7.6.3 वलय उघडणे अभिक्रिया (Ring opening reaction)

इलेक्ट्रोसायक्लिक रिंग-ओपनिंग रिएक्शन ही एक अभिक्रिया आहे ज्यामध्ये चक्रीय अभिकारकाचा σ बंध तुटून एक किंवा अधिक π बंध असलेला संयुग्मित उत्पाद तयार होतो.

उदाहरण: सायक्लोब्युटीन गरम करून 1-3 ब्यूटाडीन तयार करणे



आकृती 7.7: वलय उघडणे अभिक्रिया

7.7 सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या औषधि रेणूंचे संश्लेषण

औषधि रेणूंचे संश्लेषण हे सेंद्रिय रसायनशास्त्र आणि फार्मास्युटिकल रसायनशास्त्रांचे एक छेदनबिंदू आहे. अधिक तपशीलांमध्ये आपण म्हणू शकतो की हा कृत्रिम सेंद्रिय रसायनशास्त्र, आणि फार्माकोलॉजी आणि इतर जैविक वैशिष्ट्यांचा अभ्यास आहे. त्यात औषधि रेणूची रचना आणि रासायनिक संश्लेषण समाविष्ट आहे.

चला त्यापैकी काहीबद्दल थोडक्यात चर्चा करूया-

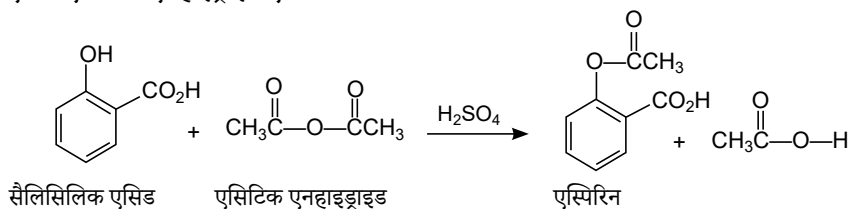
7.7.1 एस्पिरिन

एसिटिक अनहायड्राइडसह एसिटिलेशनद्वारे सॅलिसिक एसिडपासून रासायनिक संश्लेषणाद्वारे एस्पिरिन तयार केले जाते.

आवश्यक रसायने - सॅलिसिक एसिड + एसिटिक एनहाइड्राइड + सल्फ्युरिक एसिड.

कृती - 125 mL एलेनमेयर फ्लास्कमध्ये 2.0 ग्रॅम सॅलिसिक एसिड ठेवा. एसिटिक एनहाइड्राइडचे 5 mL टाका, त्यानंतर सहत H_2SO_4 चे 5 थेंब टाका. (ड्रॉपर वापरा, H_2SO_4 अत्यंत उपरोधिक आहे) आणि सॅलिसिक एसिड तयार होईपर्यंत फ्लास्क हळूवारपणे फिरवा. अभिक्रिया पूर्ण झाल्यानंतर शुद्धीकरणासाठी ते पुन्हा रिफ्लेक्स्टाईज करा.

सॅलिसिक एसिड एसिटिक एनहाइड्राइड एस्पिरिन



आकृती 7.8: एस्पिरिनचे संश्लेषण

गुणधर्म

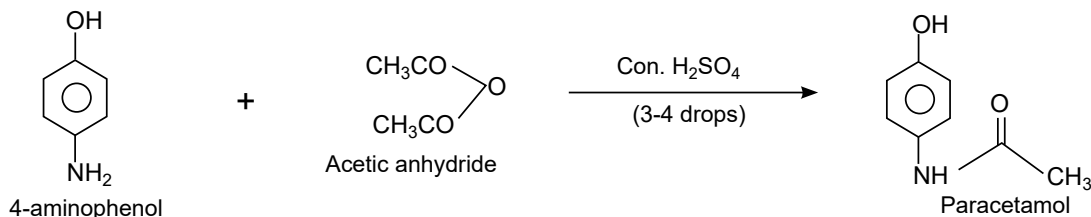
- एस्पिरिनचे रेणूभार 180.16 ग्रॅम / मोल आहे.
- एस्पिरिन एक मौखिक नॉन-स्टेराॅइडल एंटी-इंफ्लेमेटरी औषधि आहे.
- हे पोट आणि लहान आतड्यांमधून वेगाने शोषली जाते.
- एस्पिरिन वेदनाशामक, ताप-कमी आणि दाहक-विरोधी क्रिया दर्शविते.
- हे थ्रोम्बोसाइट्सचे एकत्रीकरण देखील कमी करते.

7.7.2 पॅरासिटामॉल

पॅरासिटामॉल एसिटिक एनहाइड्राइडसह 4-एमिनोफेनॉलची अभिक्रिया करून बनविला जातो.

आवश्यक रसायने - 4-एमिनोफेनॉल + एसिटिक एनहाइड्राइड + सल्फ्यूरिक एसिड.

कृती - 6 ग्रॅम 4-एमिनोफेनॉल आणि 5.5 mL एसिटिक एनहाइड्राइड घ्या. सल्फ्यूरिक एसिडचे 3-4 थेंब घाला. कोरड्या आणि स्वच्छ केलेल्या 100 mL फ्लास्कमध्ये मिसळा. सुमारे 20-25 मिनिटे तापमान 60°C वर वॉटरबाथमध्ये अभिक्रिया मिश्रण गरम करा. अभिक्रिया पूर्ण झाल्यानंतर थंडगार पाण्यात ओता. त्यानंतर पॅरासिटामॉल पृथक् करून शुद्ध होते.



आकृती 7.9 : पॅरासिटामॉलचे संश्लेषण

गुणधर्म

- सामान्य रेणुसूत्र $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ आहे
- पॅरासिटामॉल रेणूचा रेणुभार $151.165 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- पॅरासिटामॉलमध्ये एनाल्जेसिक आणि अँटीपायरेटिक गुणधर्म आहेत.
- पॅरासिटामॉल हे औषध ताप आणि सौम्य ते मध्यम दुखण्यावर उपचार करण्यासाठी वापरले जाणारे.

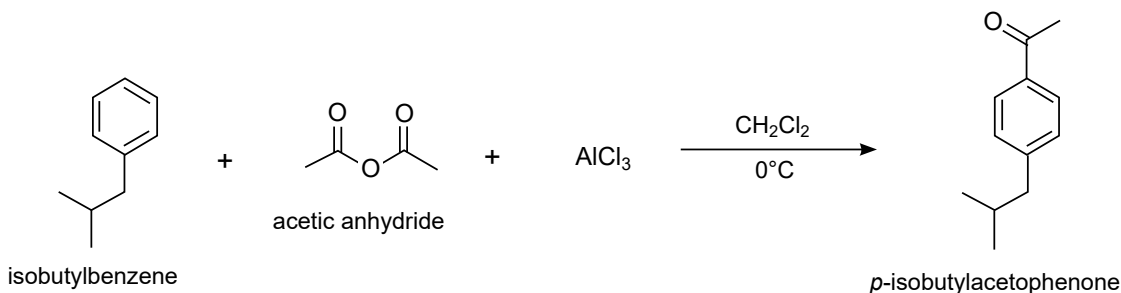
7.7.3 आयबुप्रोफेन

आयबुप्रोफेनला फ्रिडेल-क्राफ्ट्स एसाइलेशन, कार्बोनिल रिडक्शन, क्लोराईड प्रतिस्थापन आणि ग्रिनागार्ड अभिक्रिया द्वारे प्रारंभिक सामग्री आयसोब्यूटिलबेन्झिन आणि एसिटिक एनहाइड्राइडपासून संश्लेषित केले जाते.

आवश्यक रसायने - आयसोब्यूटिलबेन्झिन + एसिटिक एनहाइड्राइड + हायड्रोडायडिक एसिड + फॉस्फरस

कृती - ते 3 चरणात तयार केले जाते-

- आइसो-ब्यूटिल बेंझोफेनोन देण्यासाठी एसिटिल क्लोराईडद्वारे आयसोब्यूटिलबेंझोलचे एसाइलेशन.
- ऑक्सोनायट्राइल तयार करण्यासाठी आयसो-ब्यूटिल बेंझोफेनोनला सोडियम सायनाइड सोबत अभिक्रिया केली जाते.
- ऑक्सोनायट्राइलची फॉस्फरसच्या उपस्थितीत हायड्रोडायडिक एसिडसह अभिक्रिया केल्यास आयबुप्रोफेन मिळते नंतर ते निर्जलीकरण, क्षपण आणि हायड्रॉलिसिस या टप्प्यातून जाते.



आकृती 7.10: आयबुप्रोफेनचे संश्लेषण

गुणधर्म

- आयबुप्रोफेनचा रेणुभार $206.28 \text{ g mol}^{-1}$ आहे
- हे शरीरात वेदना आणि सूज निर्माण करणारे हार्मोन्स कमी करून कार्य करते.
- डोकेदुखी, दंत दुखणे, मासिक पाळीमुळे होणारी वेदना, ताप कमी करणे आणि किरकोळजखमांमुळे होणारी वेदना कमी करण्यासाठी प्रभावी.

सारांश

- **प्रतिस्थापना अभिक्रिया:** प्रतिस्थापना अभिक्रिया ही अशी अभिक्रिया असते ज्यात एक अणू, आयन किंवा रेणूचा गट दुसऱ्या अणू, आयन किंवा समूहाद्वारे बदलला जातो.
- **समावेशी अभिक्रिया:** अशी अभिक्रिया जी दोन किंवा अधिक रेणू एकत्रित झाल्याने मोठा रेणू तयार करते. समावेशी अभिक्रिया असंतृप्त हायड्रोकार्बनद्वारे दर्शविली जाते ज्यात दुहेरी किंवा तिहेरी बंध असतात.
- **विलोपन अभिक्रिया:** विलोपन अभिक्रियेमध्ये दोन अणू किंवा अणूंचा समूह पदार्थाच्या समान किंवा संलग्न अणूंपासून कमी होऊन बहुविध बंधांच्या निर्मितीस कारणीभूत ठरतो.
- **ऑक्सिडन आणि क्षपण अभिक्रिया:** अभिक्रिया कार्बन-हायड्रोजन बंधांच्या संख्येच्या तुलनेत संयुगामधील कार्बन-विषम अणू बंधांच्या संख्येशी संबंधित आहेत.
- **चक्रीयकरण अभिक्रिया:** वलय बंद होणे किंवा चक्रीय करणाऱ्या वेळी σ बंध तयार होतो.
- **रिंग ओपनिंग रिएक्शन:** इलेक्ट्रोसायक्लिक रिंग-ओपनिंग रिएक्शन ही एक अभिक्रिया आहे ज्यामध्ये चक्रीय अभिकारकाचा σ बंध तुटून एक किंवा अधिक π बंध असलेला संयुग्मित उत्पादित तयार होतो.
- **सामान्यतः** वापरल्या जाणाऱ्या औषध रेणूंचे संश्लेषण - एस्पिरिन, पॅरासिटामॉल आणि आयबुप्रोफेन.

स्वाध्याय

विषय प्रश्न

1. अणू किंवा गटाची जागा इतर अणू किंवा गटाने घेतल्यास ती कोणत्या प्रकारची अभिक्रिया असेल? योग्य त्या उदाहरणासह त्याचे तपशील लिहा.
2. न्यूक्लियोफाइल आणि इलेक्ट्रोफाइल परिभाषित करा. रासायनिक अभिक्रियांमध्ये त्याची भूमिका काय आहे?
3. एखादी व्यक्ती प्रतिस्थापन अभिक्रिया कशी ओळखू शकेल? तपशीलांमध्ये त्याची वैशिष्ट्ये, प्रकार आणि उदाहरणे लिहा.
4. दरम्यान फरक लिहा
 - SN_1 आणि SN_2 अभिक्रिया
 - E_1 आणि E_2 अभिक्रिया
 - समावेशी आणि विलोपन अभिक्रिया
5. सेंद्रिय अभिक्रियांमध्ये ऑक्सिडन आणि क्षपण प्रतिक्रियांची व्याख्या करा. रेडॉक्सच्या सामान्य अभिक्रियेपेक्षा ते कसे वेगळे आहे. या विधानाचे योग्य उदाहरण देऊन समर्थन करा.
6. पॅरासिटामोलच्या औषधी गुणधर्मांसह संश्लेषणासाठी रासायनिक अभिक्रिया लिहा.

7. लहान नोट्स यावर लिहा

• चक्रीय करण अभिक्रिया

• एस्पिरिन

• इबोब्रुफान

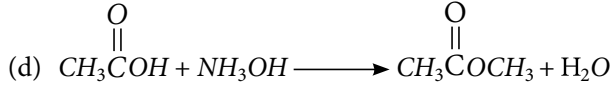
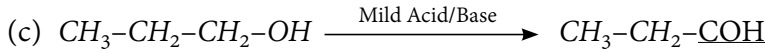
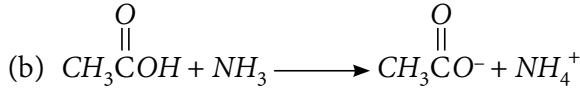
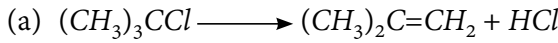
उद्दीष्ट प्रश्न

1. खालीलपैकी कोणते न्यूक्लियोफाईल म्हणून अभिक्रिया देऊ शकत नाही?

- (a)
- CH_3NH_2
- (b)
- $(CH_3)_2NH$
- (c)
- $(CH_3)_3N$
- (d)
- $(CH_3)_4N^+$
- [उत्तर: d]

अभिप्राय: न्यूक्लॉफाईल ऋणप्रभारीत किंवा तटस्थ गट असतात

2. खालीलपैकी कोणती विलोपन अभिक्रिया आहे?



[उत्तर: a]

अभिप्राय: असंतृप्त केंद्राची निर्मिती ही विलोपन प्रतिक्रियेचे वैशिष्ट्य आहे.

3. बेंझिनचे नायट्रेशन हे त्याचे एक उदाहरण आहे -

(a) प्रतिस्थापन अभिक्रिया

(b) समावेशी अभिक्रिया

(c) विलोपन अभिक्रिया

(d) चक्रीय करण अभिक्रिया

[उत्तर: a]

अभिप्राय: HNO_2 + आयनद्वारे प्रतिस्थापित केले जात आहे.

4. क्लोरीन मुक्त- मूलकाचे उदाहरण:

(a) Cl_2 (b) $\cdot Cl$ (c) Cl^- (d) Cl

[उत्तर: b]

अभिप्राय: बाकीचे रेणू, आयन किंवा घटक आहेत.

5. $R-X + KOH \longrightarrow ROH + KX$

(a) प्रतिस्थापना अभिक्रिया

(b) विलोपन अभिक्रिया

(c) समावेशी अभिक्रिया

(d) चक्रीय करण अभिक्रिया

[उत्तर: a]

अभिप्राय: येथे- OH^- ने बदलले

6. ऑक्सीकरण-कपात प्रतिक्रियांचा शोध घ्या-

(a) केटोन किंवा अल्डीहाइडला अल्कोहोल

(b) अँटी-मार्कोव्हिकोव्ह अभिक्रिया

(c) अल्किल क्लोराईडपासून एचसीएलचा बेस खाली केला

(d) एसीटलला अल्कोहोल देताना अल्कोहोल

[उत्तर: a]

अभिप्राय: बाकीचे विलोपन आणि अतिरिक्त प्रतिक्रियांची उदाहरणे आहेत

7. एस्पिरिनसाठी आवश्यक कच्चा माल -

- (a) 4-एमिनोफेनॉल + एसिटिक एनहायड्राइड + सल्फरिक एसिड
- (b) सॅलिसिक एसिड + एसिटिक एनहायड्राइड + सल्फरिक एसिड
- (c) आयसोब्यूटिलबेन्झिन + एसिटिक एनहायड्राइड + हायड्रोक्लोरिक एसिड
- (d) 4-एमिनोफेनॉल + एसिटिक एसिड + हायड्रोक्लोरिक एसिड

[उत्तर: b]

अभिप्राय: अस्पिरिनने कॅलिलिस्ट सल्फ्यूरिक एसिडच्या उपस्थितीत सॅलिसिक एसिड आणि एसिटिक एनहायड्राइड एकत्रित केले.

प्रात्यक्षिक

प्रयोग -1

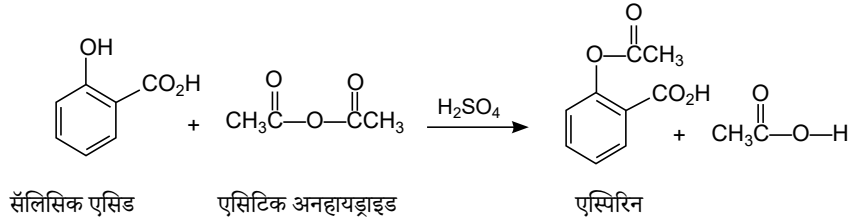
(विद्यार्थ्याने परिशिष्टात दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या)

उद्दिष्ट: एस्पिरिनचा औषधीचे संश्लेषण

आवश्यकता:

- **रासायनिक पदार्थ:** सॅलिसिक एसिड, एसिटिक एनहायड्राइड, फॉस्फोरिक एसिड.
- **काचेची उपकरणे:** बुचनेरनरसाळे, चंचुपात, चंबू

सिद्धांत: एसिटिक एनहायड्राइडसह एसिटिलेशनद्वारे सॅलिसिक एसिडपासून रासायनिक संश्लेषणाद्वारा अस्पिरिन तयार केले जाते.



कृती -

1. 250 mL एलेनमेयर फ्लास्कमध्ये 3.0 ग्रॅम सॅलिसिक एसिड घ्या. फ्लास्कमध्ये एसिटिक एनहायड्राइड टाका
2. काळजीपूर्वक 5 ते 10 थेंब 85% फॉस्फोरिक एसिड उत्प्रेरक टाका आणि सर्वकाही पूर्णपणे मिसळण्यासाठी फ्लास्क हळूवारपणे फिरवा. मिश्रण सुमारे 10 मिनिटे गरम करा आणि 70-80°C पर्यंत उबदार करा.
3. पुढे 20 mL डिस्टिल्ड वॉटर घाला आणि आइस बाथमध्ये थंड करा. उत्पादित गाळून घ्या आणि कोरडे करा.
4. बुचनेरनरसाळे आणि एस्पिरिटर वापरून पूर्व-वजन केलेल्या फिल्टर पेपरच्या तुकड्यातून घन एस्पिरिन गाळून घ्या. 2-3 mL थंड पाण्याने धुवा. द्रव मुख्यतः पाणी आहे आणि सिकंमध्ये फेकून द्या. 15 मिनिटांसाठी घन पदार्थ आणि फिल्टर पेपरमधून हवा जाऊ द्या. आपल्या नोटबुकमध्ये फिल्टर पेपर वजनाची नोंद करण्याचे सुनिश्चित करा.

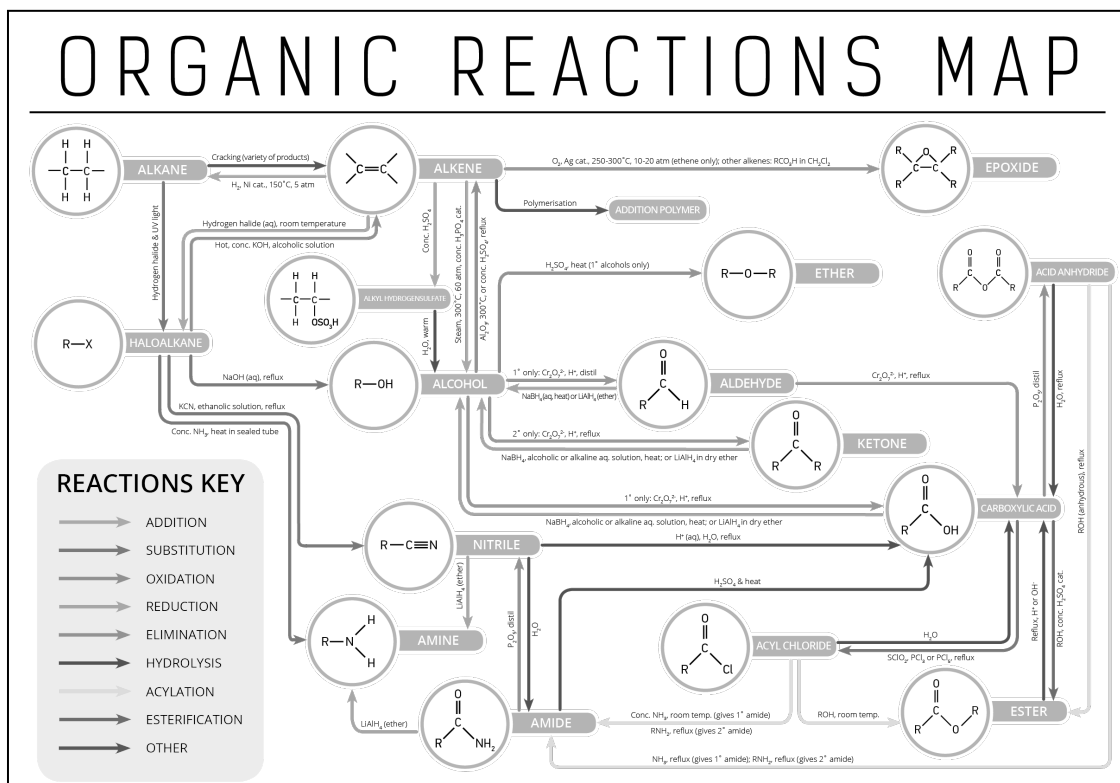
प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

एसिटिक एनहायड्राइडचा तुमच्या त्वचेशी संपर्क करू देऊ नका आणि तुमच्या डोळ्यात वाफ येऊ देऊ नका.

हे सगळे हुड मध्ये करत आहे याची खात्री करून घ्या आणि तुमचे गॉगल घाला.

निष्कर्ष: ढोबळ उत्पन्न, स्वरूप-औषधाची वैशिष्ट्ये.

चर्चा: सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.



सुचविलेले वाचन

पुस्तके

- Organic Chemistry by A. Bahl and B.S. Bahl, S Chand & Company Publications ISBN No. 9789352-531967.
- Organic Chemistry, Reaction and Reagents by O. P. Agrawal GOEL Publishing house ISBN No. 10- 818283483X.
- Organic Chemistry 7th Edition by R.T. Morrison and R. N. Boyd, Pearson Prentice Hall Publications ISBN 978-81317-04813

e- स्रोत

- https://www.jiit.ac.in/sites/default/files/VIRTUAL%20LAB%20MANUAL_18Feb.pdf
- <https://www.che.iitb.ac.in/research-area/drug-delivery>

परिशिष्ट-1

यशप्राप्ती आणि अंतर विश्लेषण

1. Petrucci, Harwood, Herring, and Madura. General Chemistry: Principles and Modern Applications. 9th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 2007.
2. Unified Chemistry by Dr. M.M.N Tandon. D.S. Rathore, S.C. Agrawal and G.C. Saxena, published by Shival & Co. Indore.
3. Selected Topics in Inorganic Chemistry by Malik, Tuli, Madan published by S. Chand Co., New Delhi.
4. Physical Chemistry, Peter Atkins Oxford University Press.
5. Fundamentals of Molecular Spectroscopy. C. N. Banwell., McGraw-Hill book Company, London.
6. Vollhardt, Peter, and Neil E. Schore. Organic Chemistry: Structure and Function. 5th ed. New York: W. H. Freeman & Company, 2007.
7. Advanced Physical Chemistry by V.K. Gupta and R.G. Sharma K. Nath & Co. Meerut.
8. Berson, Jerome. Chemical Creativity: Ideas from the Work of Woodward, Hückel, Meerwein, and Others. New York: Wiley-VCH, 1999.
9. Badger, G.M. Aromatic Character and Aromaticity. London, England: Cambridge University Press, 1969.
10. Lewis, David and David Peters. Facts and Theories of Aromaticity. London, England: Macmillan Press, 1975.
11. Organic Chemistry Reaction and Reagents by O.P. Agrawal, Goel Publishing House.
12. hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Solids/band.html
13. <https://chem.libretexts.org>
14. <https://onlinecourses.nptel.ac.in>
15. <http://infofavour.blogspot.com/2016/10/valence-bond-vb-theory-and-its.html>
16. https://en.wikibooks.org/wiki/Introduction_to_Inorganic_Chemistry/Coordination_Chemistry
17. <https://courses.lumenlearning.com/boundless-chemistry/chapter/coordination-compounds/>
18. http://electron6.phys.utk.edu/phys250/modules/module%203/hydrogen_atom.htm
19. <http://www.umich.edu/~chem461/QMChap7.pdf>
20. http://eguruchela.com/chemistry/learning/Introduction_of_Molecular_orbital.php
<https://www.allaboutcircuits.com/textbook/semiconductors/chpt-2/band-theory-of-solids/>
21. <https://www.sanfoundry.com/organic-chemistry-questions-answers-hybrid-orbitals/>
https://www.varsitytutors.com/mcat_physical-help/oxidation-number

22. <https://ncert.nic.in/textbook.php>
23. <https://vlab.amrita.edu/index.php?sub=2&brch=193&sim=610&cnt=1>
24. <https://www.chem.tamu.edu/>
25. <http://www.questionpapers.net.in/chemistry>
26. <https://www.learninsta.com/>
27. <https://www.quiz4engineers.online/2020/06/Molecular-Orbital-Theory.html>

परिशिष्ट-2

यशप्राप्ती आणि अंतर विश्लेषण

गैप विश्लेषण आणि उपचारात्मक उपाय करण्यासाठी प्रोग्राम आउटकम (POs) ची प्राप्ती खालील सारणीमध्ये संकलित केली जाईल:

[illegible]

परिशिष्ट-3

AICTE मॉडेल अभ्यासक्रमानुसार प्रयोग

AICTE मॉडेल अभ्यासक्रमाद्वारे निर्धारित केलेले काही प्रयोग विविध युनिटमध्ये समाविष्ट केले आहेत. जे प्रयोग युनिट्समध्ये समाविष्ट केले जाऊ शकत नाहीत ते खाली दिले आहेत:

सामान्य सूचना

- विद्यार्थ्याने परिशिष्ट - 4 दिलेल्या साच्यानुसार प्रयोगाच्या नोंदी कराव्या
- प्रयोग करण्यासाठी सुरक्षा आणि पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक रसायनाचा MSDS डेटा पहा.
- सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

प्रयोग - 1

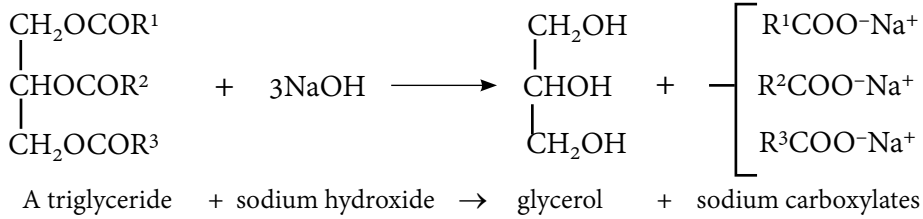
उद्दीष्ट: तेलाचे साबणीकरण मूल्य निश्चित करणे.

आवश्यकता:

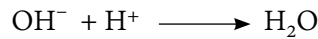
- रासायनिक पदार्थ:** मानक हायड्रोक्लोरिक आम्ल (N/2), आम्लारी द्रावण, फेनोलफथेलिन
- काचेची उपकरणे:** वॉटर कंडेन्सर, वॉटर बाथ, शंकुपात्र किंवा गोल बुडाचा चंबू, ब्युरेट

सिद्धांत:

तेलाचे साबणीकरण मूल्य हे मानक NaOH / KOH आम्लारी द्रावणाच्याज्ञात प्रमाणासह नमुन्याचे ज्ञात प्रमाण रिफ्लक्स करून आणि किती अल्कली वापरली हे अभिक्रिया न झालेली उरलेली अल्कली टायट्रेट करून निर्धारित केले जाते.



जेथे R¹, R² आणि R³ हे लांब शृंखलेचे अल्काईल गट आहेत. अभिक्रिया न झालेले NaOH हे मानक आम्लासोबत फेनोलफथेलिन इंडिकेटर वापरून म्हणून परत टायट्रेट केले जाते.



$$\text{साबणीकरण मूल्य} = \frac{\text{N/2 NaOH चे आकारमान mL}}{\text{तेलाचे वजन g}} \times 100$$

कृती -

1. तेलाच्या नमुन्याचे सुमारे 5 ग्रॅम अचूक वजन करा आणि ते 250 किंवा 500 mL पात्रामध्ये स्थानांतरित करा.
2. पात्रामध्ये द्रावक म्हणून आम्लारी द्रावण आणि अल्कोहोल किंवा एथिल मिथाइल केटोन टाका.
3. रिक्त निर्धारणासाठी समान प्रमाणात द्रावक आणि अल्कोहोलीक आम्लारी द्रावणदुसऱ्या पात्रामध्ये टाका.
4. हे दोन पात्रवॉटर कंडेन्सरसोबत जोडा आणि कमीतकमी 1 तासासाठी वॉटर बाथवर ही सामग्री रिफ्लक्स करा.
5. सामग्री किंचित थंड करा, कंडेन्सर काढून टाका आणि पात्राला थोड्याशा डिस्टिल्ड वॉटरने स्वच्छ विसळा.
6. फिनोलफथेलिन इंडिकेटरचे 10-12 थेंब टाका आणि पात्रातील सामग्रीला HCl (N/2) च्या मानक द्रावणासोबत गुलाबी रंग अदृश्य होईपर्यंत टायट्रेट करा.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

1. प्रयोगासाठी आवश्यक असलेले काचेची उपकरणे प्रयोग सुरू होण्यापूर्वी व्यवस्थित स्वच्छ केले पाहिजे.
2. आम्लारीचे अल्कोहोलिक द्रावण नव्याने तयार केले पाहिजे.
3. अचूक परिणाम मिळविण्यासाठी रिक्त निर्धारण आणि तेलाच्या नमुन्यासह समान परिस्थितीत चाचणी केली पाहिजे.

निरीक्षणे आणि गणना

नमुन्याचे वजन = X g

अल्कोहोलिक NaOH चे दोन्ही पात्रामध्ये टाकलेले आकारमान = 50 मिली

नमुना निर्धारणामध्ये वापरलेल्या N/2 HCl चे आकारमान = V_1 mL

रिक्त निर्धारणामध्ये वापरलेल्या N/2 HCl चे आकारमान = V_2 mL

निष्कर्ष: साबणीकरण मूल्य आणि तेलाच्या संरचनेशी सहसंबंध

प्रयोग - 2

उद्दीष्ट: पॉलिमरचे संश्लेषण - एक उदाहरण म्हणून बॅकेलाइट

आवश्यकता:

- रासायनिक पदार्थ: ग्लेशियल एसिटिक एसिड, 40% फॉर्मलडिहाइड द्रावण, फिनॉल, सहंत HCl.
- काचेची उपकरणे: काचेची रॉड, चंचुपात्र, शंकूपात्र, काचेचे नरसाळे, फिल्टरपेपर.

सिद्धांत

फिनॉल C_6H_5OH आणि फॉर्मलडिहाइड CH_2O यांची अभिक्रिया होऊन बॅकेलाइट हे थर्मोसेटिंग पॉलिमर प्राप्त होते. फॉर्मलडिहाइड दोन फिनॉल रेणूंमधील $-CH_2-$ पूल बनवतो, शृंखला तयार करतो. जेव्हा अभिक्रियागुणोत्तर 1:1 असते तेव्हा रेखीय शृंखला प्राप्त होतात.

पहिली पायरी म्हणजे कमी रेणुभाराच्या सामान्यतः रेखीय प्री-पॉलिमर तयार करणे असते, अधिक फॉर्मलडिहाइड टाकल्यास पॉलिमर क्रॉस-लिंक्स आणि कडकहोते, एक कठोर, गैर-विरूपणक्षम वस्तुमान बनते.

कृती -

1. 500 mL चंचुपात्रामध्ये 5 mL ग्लेशियल एसिटिक एसिड आणि 2.5 mL 40% फॉर्मलडिहाइड द्रावण घ्या आणि 2 ग्रॅम फिनॉल घाला.
2. चंचुपात्राभोवती कापड किंवा टॉवेल सैलपणे गुंडाळा.
3. मिश्रणात काळजीपूर्वक कोरडे HCl (किंवा काही mL सहंत HCl) जाऊदया.
4. 5 मिनिटांच्या आत, गुलाबी प्लास्टिकचा मोठा गोळा तयार होतो. (जर सहंत HCl वापरले तर थोडे गरम करावे लागेल)
5. मिळवलेले उत्पादित डिस्टिल्ड वॉटरने अनेक वेळा धुवा आणि उत्पादित गाळून घ्या, सुकवा आणि उत्पादिताची गणना करा.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

1. अभिक्रिया कधीकधी जोमदार असते आणि HCl टाकतांना आणि अभिक्रिया पूर्ण होईपर्यंत चंचुपात्रापासून काही फूट दूर राहणे चांगले.
2. प्रयोग शक्यतो धुक्याच्या कपाटात केला पाहिजे.

निष्कर्ष: ढोबळ उत्पन्न, स्वरूप - पॉलिमरची वैशिष्ट्ये

प्रयोग - 3

उद्दिष्ट: दोन अमिश्रणीय द्रावणामध्ये पदार्थाचे विभाजन गुणांक निश्चित करणे

आवश्यकता:

- **रासायनिक पदार्थ:** हायपो द्रावण (N/10 आणि N/100), आयोडीनचे CCl_4 मधील संतृप्त द्रावण, स्टार्च इंडिकेटर द्रावण
- **काचेची उपकरणे:** शेकर मशीन, सुमारे 250 mL क्षमतेच्या झाकण असलेल्या काचेच्या चार अभिकर्मक बाटल्या, पृथक्कारी नरसाळे,

सिद्धांत:

आयोडीन स्वतःला पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईड या दोन अमिश्रणीय द्रावकांमध्ये वितरीत करते आणि या दोन्ही द्रावकांमध्ये I_2 ची रेण्विक स्थिती समान असते. जर C_1 आणि C_2 हे पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईडच्या एकमेकांच्या संपर्कात असलेल्या स्तरात आयोडीनची संहती असेल आणि ते विषम समतोल तयार करत असेल, तर या संहतीचे गुणोत्तर; अर्थात C_1/C_2 ; निश्चित तापमानावर स्थिर असेल; गणितीय दृष्ट्या,

$$K = \text{वितरण किंवा विभाजन गुणांक} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{\text{पाण्याच्या स्तरातील आयोडीनची संहती}}{\text{C Cl}_4 \text{ च्या स्तरातील आयोडीनची संहती}}$$

कृती:

1. स्वच्छ आणि कोरड्या झाकण असलेल्या काचेच्या अभिकर्मक बाटल्या घ्या आणि त्यांना 1, 2, 3 आणि 4. असे लेबल द्या, वेगवेगळ्या काचेच्या बाटल्यांमध्ये 10, 20, 30 आणि 40 mL द्रावण भरा.
2. प्रत्येक बाटलीमध्ये अनुक्रमे 40, 30, 20 आणि 10 mL CCl_4 टाका. नंतर प्रत्येक बाटलीमध्ये 50 mL डिस्टिल्ड वॉटर घाला.
3. या बाटल्यांना झाकण लावा आणि प्रत्येक बाटली सुमारे 20 मिनिटे जोमाने हलवा.

4. दोन विभक्त स्तर स्पष्टपणे तयार होईपर्यंत बाटल्यांना उभे ठेवा.
5. प्रत्येक बाटलीची सामग्री वेगवेगळ्या पृथक्कारी नरसाळ्यामध्ये घाला आणि कार्बन टेट्राक्लोराईड आणि प्रत्येक बाटलीचा पाण्याचा थर वेगळ्या चंचुपात्रामध्ये गोळा करा.
6. विभक्त स्तरांमधून CCl_4 स्तर पिपेटच्या साहाय्याने वेगळा करा. सुमारे 1 ग्राम KI, स्टार्च द्रावणाचे 5 थेंब घाला आणि N/10 हायपो द्रावणाच्या विरुद्ध टायट्रेट करा.
7. निळ्या रंगाचे नाहीसे होणे अंत्य बिंदू चिन्हांकित करतो. दोन सुसंवादी नोंदी मिळवण्यासाठी पुन्हा करा. ही प्रक्रिया इतर बाटल्यांच्या CCl_4 स्तरांने त्याच प्रकारे पुन्हा करा.
8. पायरी 7 मध्ये दिल्याप्रमाणे टायट्रेशन चंचुपात्रामध्ये जलीय थर बाहेर काढा आणि N/100 हायपो द्रावणाच्या विरुद्ध टायट्रेट करा.
9. इतर बाटल्यांमध्ये अनुक्रमे वरच्या आणि खालच्या स्तरांसाठी समान टायट्रेशन करा.

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

1. रबर झाकण वापरू नका कारण CCl_4 मधील आयोडीन द्रावण त्याच्याशी अभिक्रिया देऊ शकते.
2. अभिकर्मक बाटल्या पूर्णपणे स्वच्छ आणि कोरड्या असाव्या.
3. बाटल्या हलवताना झाकण व्यवस्थित दाबलेले असावे.
4. बाटल्यांमधील सामग्री हलवण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान दाब विकसित झाल्यास झाकण नंतर दिले करा.
5. हायपो द्रावणामध्ये फक्त ताजे स्टार्च द्रावण इंडिकेटर म्हणून वापरा.

प्रयोग करण्यासाठी सुरक्षा आणि पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक रसायनाचा MSDS डेटा पहा.

निरीक्षण आणि गणना:

सामान्य तापमान = 0 से

प्रत्येक टायट्रेशनमध्ये वापरलेल्या पाण्याच्यास्तराचे आकारमान = -----mL

प्रत्येक टायट्रेशन मध्ये वापरलेल्या CCl_4 स्तराचे आकारमान = -----mL

अनुक्रमांक	आयोडीनची टक्केवारी (V/V)	पाण्याच्या स्तरासह टायट्रेशन				CCl_4 स्तरासह टायट्रेशन			
		प्रारंभिक नोंद	अंतिम नोंद	हायपोहायपो द्रावणाचा वापर केला V_1 mL	हायपो द्रावणाची प्रसामान्यता	प्रारंभिक नोंद	अंतिम नोंद	हायपो द्रावणाचा वापर केला V_1 mL	हायपो द्रावणाची प्रसामान्यता
1.	10%				N/100				N/10
2.	20%				N/100				N/10
3.	30%				N/100				N/10
4.	40%				N/100				N/10

$$\text{पाण्याच्या स्तराची संहती} = \frac{\text{पाण्याच्या स्तरासह वापरलेल्या हायपोची प्रसामान्यता} \times V_1}{\text{पाण्याच्या स्तराचे वापरलेले आकारमान}} \text{ g eq l }^{-1}$$

$$\text{CCl}_4 \text{ स्तराची संहती} = \frac{\text{CCl}_4 \text{ च्या स्तरासह वापरलेल्या हायपोची प्रसामान्यता} \times V_2}{\text{CCl}_4 \text{ च्या स्तराचे वापरलेले आकारमान}} \text{ g eq l }^{-1}$$

निष्कर्ष: पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईड दरम्यान आयोडीनचा विभाजन गुणांक °C वर..... आहे.

चर्चा: सिद्धांत आणि वास्तविक जीवन/औद्योगिक अनुप्रयोगांशी संबंधित असताना निरीक्षणे आणि निष्कर्ष याबद्दल चर्चा करावी.

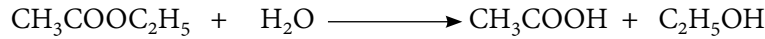
प्रयोग - 4

उद्दीष्ट: हायड्रोक्लोरिक आम्लाद्वारे उत्प्रेरित एथिल एसीटेटच्या हायड्रोलिसिस साठी दर स्थिरांकाचे (K) मूल्य निश्चित करणे.

आवश्यकता:

- रासायनिक पदार्थ: NaOH द्रावण (N/10), HCl, एथिल एसीटेट.
- काचेची उपकरणे: सहा 50 mL आणि एक 250 mL शंकूपात्र, झाकण, स्टॉप वॉच.

सिद्धांत: सौम्य HCl द्वारा उत्प्रेरित एथिल एसीटेटचे हायड्रोलिसिस ही छद्म प्रथम क्रमिक (Pseudo first order) अभिक्रिया आहे कारण पाण्याचे प्रमाण अतिशय जास्त असते आणि अभिक्रियेच्या प्रगती दरम्यान लक्षणीय बदल होत नाही. अशा प्रकारे ही छद्म (Psuedo) एक - रेण्विक अभिक्रिया आहे.



वापरलेले सूत्र:

$$K = \frac{2.303}{t} \log_{10} \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t}$$

K चे मूल्य वेगवेगळ्या कालांतराशी संबंधित मूल्यांच्या वेगवेगळ्या सेटसाठी निर्धारित केले जाते.

कृती:

- स्वच्छ कोरड्या 250 mL शंकूपात्रामध्ये HCl च्या, झाकण लावा आणि तापमान स्थिर राखण्यासाठी वॉटर बाथमध्ये ठेवा आणि शंकूपात्रामध्ये अर्धा टेस्ट ट्यूब एथिल एसीटेट टाका.
- त्या दरम्यान, ब्युरेट व्यवस्थित बसवा आणि 0.1 N NaOH द्रावणाने भरा. तसेच सहाही 50 mL शंकूपात्रामध्ये प्रत्येकी सुमारे 15 g बर्फ घाला.
- शंकूपात्रामधून 5 mL एस्टर पिपेटने काढा आणि 0.5 N HCl असलेल्या 100 mL पात्रामध्ये टाका.
- सामग्री हलवा, 10 mL अभिक्रिया मिश्रण पिपेटने बाहेर काढा आणि पहिलेच बर्फ किंवा थंड पाणी असलेल्या शंकूपात्रामध्ये ते तातडीने स्थानांतरित करा. ब्युरेटमध्ये घेतलेल्या 0.1 N NaOH द्रावणाच्या विरुद्ध टायट्रेट करा आणि टायट्रेशन पात्रामध्ये इंडिकेटर म्हणून फिनोलफथेलिनचा एक थेंब टाका. हलका गुलाबी रंग दिसणे, अंत्यबिंदू दर्शविते.
- वरील बाबतीत टायट्रेशन पात्रामध्ये 10 mL मिश्रण द्रावण बाहेर काढण्याची वेळ देखील नोंद करा आणि जर हे 10 सेकंद असेल तर त्यानंतरच्या आकलनात, मिश्रण द्रावण थंडगार पाण्यात किंवा बर्फात 10 मिनिटांच्या अंतरापेक्षा 5 सेकंद आधी घालावे.

- (vi) 10 mL अभिक्रिया मिश्रण द्रावण पिपेटने बाहेर काढा आणि वर सुचवल्याप्रमाणे 10 मिनिटांनंतर बर्फ/थंड पाणी असलेल्या शंकूपात्रामध्ये घाला. 0.1 N NaOH विरुद्ध टायट्रेट करा. हे 10 मिनिटांनंतर V_t देते.
- (vii) प्रत्येक 10 मिनिटांनी वरील प्रक्रिया पुन्हा करा जेणेकरून सहा नोंदी मिळतील. 10 mL अभिक्रिया मिश्रण द्रावण पिपेटने बाहेर काढा आणि 0.1 N NaOH विरुद्ध टायट्रेट करा

प्रयोगादरम्यान घ्यायची काळजी:

1. एस्टरच्या हायड्रोलिसिसच्या प्रगतीदरम्यान, अभिक्रियामिश्रणाचे द्रावण बाहेर काढल्यानंतर शंकूपात्राचे झाकण लावले पाहिजे.
2. बर्फ किंवा थंडगार पाणी पात्रामध्ये पुरेशा प्रमाणात घ्यावा

निरीक्षणे आणि गणना

$$K = \frac{2.303}{t} \log_{10} \frac{V_{\infty} - V_0}{V_{\infty} - V_t} \text{ min}^{-1}$$

जेव्हा वेळ = 10 min⁻¹

V_0 , V_t आणि V_{∞} हे NaOH द्रावणाचे आकारमान आहेत जे अनुक्रमे 0, t आणि ∞ वेळेनंतर अभिक्रियामिश्रणाच्या समान आकारमानाच्या टायट्रेशनसाठी वापरले जातात.

त्याचप्रमाणे, इतर कालांतरावर स्थिरांक K चे मूल्य मोजा. नोंदींच्या वेगवेगळ्या संचामधून मिळवलेले K चे सरासरी मूल्य, स्थिरांक K चे मूल्य देते.

निष्कर्ष: K ची मूल्ये असल्याने आम्लाद्वारे उत्प्रेरित एथिल एसीटेटचे हायड्रोलिसिस ही एक छद्म प्रथम क्रमिक (Pseudo first order) अभिक्रिया आहे.

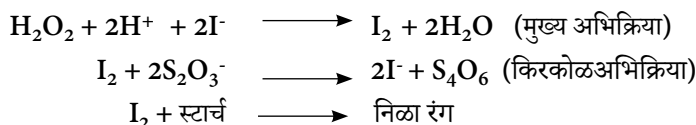
प्रयोग - 5

उद्दीष्ट: आयोडीन घड्याळ अभिक्रिया म्हणून हायड्रोजन पेरॉक्साईडद्वारे आयोडाइड आयनच्या ऑक्सिडेशनचा अभ्यास.

आवश्यकता:

- **काचेची उपकरणे:** ब्युरेट, 5 mL पिपेट, 250 mL मापनजार, 500 mL शंकूपात्र, स्टॉप वॉच.
- **रासायनिक पदार्थ:** 0.1M H_2O_2 , 1.0M KI, 2M H_2SO_4 , 0.025 M हाइपो द्रावण, स्टार्च द्रावण.

सिद्धांत: अभिक्रिया अशाप्रकारे दर्शविले जाऊ शकते



कृती -

1. सुमारे 150 mL डिस्टिल्ड वॉटर 500 mL शंकूपात्रामध्ये घ्या आणि सुमारे 20 mL 1M KI, 10 mL 2M H_2SO_4 आणि 1 mL स्टार्च द्रावण घाला.
2. ब्युरेटमधून नक्की 5 mL 0.025 M हाइपो द्रावण घाला. सामान्य तापमान प्राप्त करण्यासाठी ते वॉटर बाथमध्ये ठेवा. 0.1M H_2O_2 दुसऱ्या वॉटर बाथमध्ये ठेवा.

3. 5 mL 0.1M H_2O_2 द्रावण एका पिपेटने टाका आणि टाकत असताना स्टॉप वॉच सुरु करा. द्रावण हलवा आणि ते वॉटर बाथमध्ये ठेवा. निळा रंग दिसण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेची नोंद करा.
4. हायपो द्रावणच्या 5 किंवा 6 वेळा टाकण्यासाठी ही प्रक्रिया पुन्हा करा. मोजलेल्या कालांतरावर द्रावणाच्या प्रमाणात झालेली वाढ हायपो द्रावण टाकल्यामुळे आहे हे लक्षात घेऊन हायड्रोजन पॅरोक्साइड ($a - x$) च्या संहतिच्या मूल्यांची मोजणी करा.
5. H^+ आयन आणि आयोडाइड आयन यांची संहति देखील बदलू शकते परंतु त्यांची प्रारंभिक मूल्ये जास्त असल्याने आनुपातिक बदल लहान असू शकतात आणि दुर्लक्षित केले जाऊ शकतात.
6. हायड्रोजन पॅरोक्साइडची प्रारंभिक संहति हायपो द्रावणच्या समतुल्य परिमाणानुसार तयार केली जाऊ शकते. या हेतूसाठी, 10 mL हायड्रोजन पॅरोक्साइड द्रावण मोजून घ्या. त्यात 10 mL संहतसल्फ्यूरिक आम्ल आणि 8 g KI कमीतकमी पाण्यात विरघळवून काळजीपूर्वक टाका. मुक्त झालेला I_2 0.025M हायपो द्रावणच्या विरुद्ध टायट्रेट करा आणि निष्कर्ष सारणीत लिहा.

निरीक्षण आणि गणना

वेळेच्या अनुषंगाने टाकलेले हायपोचे प्रमाण

$$[H_2O_2]_0 \propto V^\infty [V_t = 0]$$

$$[H_2O_2]_t \propto V^\infty - V_t$$

आलेख: V_t विरुद्ध वेळ आलेख प्लॉट करा. एक परवलयिक वक्र मिळते आणि या वक्रात स्पर्शिकाचे उतार वेगवेगळ्या वेळी t या क्षणी अभिक्रिया दरदर्शवतात. दुसरा आलेख लॉग ($V^\infty - V_t$) विरुद्ध वेळ प्लॉट करा. एक सरळरेषा प्राप्त होते आणि याचा उतार अभिक्रियेच्या क्रमिकते इतका असेल.

निष्कर्ष: रंग बदलणे, ज्या दराने अभिक्रिया होतात

प्रयोग - 6

उद्दीष्ट: मोलाल फ्रीझिंग पॉइंट डिप्रेसन कॉन्स्टंट, K_f चे निर्धारण

आवश्यकता: न-आयनी द्रव पदार्थ, उदा. एसीटोन, बेंझिन किंवा सायक्लोहेक्सेन.

सिद्धांत: द्रावणाचे अनेक महत्वाचे गुणधर्म द्राव्यकणांच्या स्वरूपावर नव्हे तर द्रावणातील द्राव्यकणांच्या संख्येवर अवलंबून असतात. या गुणधर्मांना कॉलिगेटिव्ह प्रॉपर्टीज म्हणतात. फ्रीझिंग पॉइंट डिप्रेसन हे त्याचे उदाहरण आहे. द्रावकामध्ये द्राव्य टाकल्याने द्रावकाचा अतिशीत बिंदू (तापमान) (freezing point) कमी होतो.

जेव्हा अबाष्पनशील, न-आयनी द्राव्य द्रावकामध्ये विरघळला जातो तेव्हा अतिशीत बिंदू मध्ये होणारी घट, ΔT_f , द्रावणात उपस्थित असलेल्या द्राव्याच्या मोलाल संहतीच्या समप्रमाणात असते .

$$\Delta T_f \propto m$$

$$\Delta T_f = K_f m$$

कृती:

1. वस्तुमान मापन आणि द्राव्याचे मोलार वस्तुमानाचा वापर करून दिलेल्या द्रावणाच्या वास्तविक मोलॅलिटीची गणना करा.
2. चार डेटा पॉइंट्स (0, ~ 0.5, ~ 0.10, आणि ~ 0.15 mol kg⁻¹) साठी मोलॅलिटी विरुद्ध $-\Delta T_f$ प्लॉट करा ($-\Delta T_f$ एक धनात्मक संख्या आहे आहे कारण ΔT_f नकारात्मक आहे).

3. सर्वोत्तम सरळरेषा चार बिंदूवर बसवा आणि योग्य एककांसह रेषेचे समीकरण निश्चित करा.
4. समीकरणासह याची तुलना करा आणि द्रावणासाठी प्रायोगिकरित्या निर्धारित K_f नोंदवा.
5. नोंदवलेल्या साहित्यमूल्यांशी या मूल्याची तुलना करा.

निरीक्षण आणि गणना

लक्षात घ्या की पदार्थ किंवा मिश्रणाचा अतिशीत बिंदू हेते तापमान आहे ज्यावर घन आणि द्रवप्रावस्था एक atm दाबावर समतोलात असतात.

दिलेल्या द्रावकासाठी K_f स्थिर असतो. K_f ला मोलाल फ्रीझिंग पॉइंट डिप्रेसन कॉन्स्टंट असे म्हणतात आणि जेव्हा अबाष्पनशील, न-आयनीद्राव्याचे 1.00 मोल एक किलोग्रॅम द्रावकामधे विरघळते तेव्हा द्रावकाचा अतिशीत बिंदू किती अंश बदलेल याचे प्रतिनिधित्व करतो.

निष्कर्ष: मोलाल फ्रीझिंग पॉइंट डिप्रेसन कॉन्स्टंट.....आहे

परिशिष्ट-4

प्रात्यक्षिकांच्या अहवालासाठी सूचनेच्या रूपरेषा

- ध्येय
- प्रासंगिकता
- प्रयोगासाठी आवश्यकता
- प्रक्रिया, निरीक्षणे आणि अनुमान [चरणबद्ध आणि कमीतकमी रसायनांचा वापर (0.5 ग्रॅम किंवा कमी)]

पायरी क्र.	प्रक्रिया	निरीक्षण	अनुमान
1			
2			
3			

- व्हिडिओ/ॲनिमेशन
- निरीक्षणे आणि गणना
- निष्कर्ष
- सिद्धांतासह प्रयोगांमधील विषयांचे प्रमाणीकरण
- निकाल आणि चर्चा
- आयसीटीचा वापर (ग्राफ प्लॉटिंगसाठी एक्सेल, इंटरनेटद्वारे साहित्य सर्वेक्षण इ.)
- व्हिवा-व्हॉस प्रश्न (चर्चा करण्यासाठी)
- पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोन: 3 R's -
 - तुम्ही काय सर्व पुन्हा वापरू शकता?
 - आपण कचरा कसा कमी करू शकता?
 - आपण कचऱ्याचे पुनर्वापर कसे करू शकता?
 - इतर कोणतेही

प्रयोगशाळा सुरक्षा: वापरल्या जाणाऱ्या रसायनांची सुरक्षा चिन्हे, अपघात झाल्यास प्रथमोपचार उपाय.

प्रयोगशाळेच्या सुरक्षिततेसाठी ई-संसाधन:

<https://myeclass.academy/course/view.php?id=2536>

<https://www.youtube.com/watch?v=gi3DeFY0cfw>

<https://ehs.ucsc.edu/programs/research-safety/safe-lab-practices.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=8queMM7VVfw>

मूल्यांकनासाठी रुब्रिक्स

A: सिद्धांतावर आधारित मूल्यांकनांच्या मूल्यांकनासाठी सूचक मार्गदर्शक तत्त्वे:

विद्यार्थ्यांना वेगवेगळे मूल्यांकन दिले जाऊ शकते ज्यात प्रत्येक प्रश्न वेगवेगळ्या स्तरांच्या अडचणी आणि सुधारित ब्लूमच्या वर्गीकरणात टॅग केला जातो.

ब्लूमची सुधारित वर्गीकरण –

श्रेणी I प्रश्न	श्रेणी II प्रश्न उच्च ऑर्डर विचार कौशल्ये
ब्लूमचा स्तर 1: लक्षात ठेवा ब्लूमचा स्तर 2: समजून घ्या ब्लूमचा स्तर 3: अनुप्रयोग करा	ब्लूमचा स्तर 4: विश्लेषण करा ब्लूमची पातळी 5: मूल्यमापन करा ब्लूमचा स्तर 6: निर्माण करा

अडचण पातळी: LOD₁: सोपे, LOD₂: मध्यम, LOD₃: कठीण

विविध प्रकारच्या वस्तुनिष्ठ आणि व्यक्तिपरक प्रश्नांच्या मदतीने सतत मूल्यांकनासाठी एलएमएस किंवा इतर आयसीटी आधारित मूल्यांकन साधनांचा वापर करण्यास प्रोत्साहित केले जाते.

B: व्यावहारिक मूल्यांकनासाठी निर्देशक मार्गदर्शक तत्त्वे (एआयसीटीई अभ्यासक्रमानुसार), भिन्न व्यावहारिकांसाठी लागू म्हणून सुधारित केले जाऊ शकतात.

निकष आणि स्तर	विकसनशील	सक्षम	प्रवीण
निरीक्षणांच्या रेकॉर्डिंगमध्ये सत्यता			
उत्सुक निरीक्षक			
कुतूहल			
मौखिक परीक्षा			
प्रयोगशाळा सुरक्षा आणि शिस्त			
आयसीटी चा वापर			
प्रेक्टिकलचे रिपोर्टिंग / लेखन			
निकालाची अचूकता			
व्याख्या आणि विश्लेषण			
पर्यावरण अनुकूल पद्धती			

इतर कोणतेही:			
--------------	--	--	--

C: नवीन व्यावहारिक/ प्रकल्प/ उपक्रमांसाठी गट सादरीकरणाच्या मूल्यांकनासाठी निर्देशक मार्गदर्शक तत्त्वे:

निकष आणि स्तर	विकसनशील	सक्षम	प्रवीण
सामग्री			
संशोधन/सर्वेक्षण			
नवीनतम तंत्रज्ञानाचा वापर			
विषयावर राहते			
तयारी			
सादरीकरणाचा आत्मविश्वास			
पीपीटी बनवण्याच्या कौशल्यासह आयसीटी वापर			
वेळेचे व्यवस्थापन			
गट प्रयत्न			
वैयक्तिक प्रयत्न			
निरीक्षणांच्या रेकॉर्डिंगमध्ये सत्यता			
कुतूहल			
इतर कोणतेही			

शब्दकोश (Glossary)

समावेशी	Addition	उदहारण	Example
समोष्ण प्रसरण	Adiabatic expansion	ऊष्माक्षेपी	Exothermic
अभिकारक	Agents	उत्पन्न	Generation
प्रति-आबंधन	Anti bonding	सामान्य अवस्था	Ground state
सुगंधितता	Aromaticity	निर्माणऊष्मा	Heat of formation
आम्लारि	Base	निष्क्रिय	Inert
बंध	Bond	अवरक्त	Infra Red
आबंधन	Bonding	अन्तर्क्रिया	Interaction
बॉर्न ओपेनहाइमर सन्निकटन	Born Oppenheimer	प्रतिलोमन	Inversion
	Approximation	व्युत्क्रम तापमान	Inversion temperature
कार्बोकेटायन	Carbocation	अनुत्क्रमणीय अभिक्रिया	Irreversible reaction
धनायन	Cation	रेखा	Line
प्रभार	Charge	यांत्रिकी	Mechanics
रसायन	Chemical	वर्गीय समसूत्री	Metamerism
सिस	CIS	आघूर्ण	Moment
संकुल	Complex	उदासीन	Neutral
सान्द्रता	Concentration	असम्पीडित	Non compressible
विन्यास	Configuration	अष्टफलकीय	Octahedral
संरूपिय समावयवी	Conformational	प्रकाशीय	Optical
Isomers		आंशिक अवकल समीकरण	Partial differential equation
समन्वय	Coordination	विशेष	Peculiar
समानता	Correspondence	आवर्ती	Periodic
ग्रसित	Eclipsed	प्रतल	Plane
वैद्युत रासायनिक	Electrochemical	प्रतल	Planes
इलेक्ट्रॉन आसक्ति	Electron Affinity	ग्राफ	Plots
विद्युत ऋणात्मकता	Electronegativity	ध्रुवीयता	Polarizability
विलोपन	Elimination	प्राथमिकता क्रम	Priority order
उत्सर्जन	Emission	विकिरण	Radiation
ऊष्माशोषी	Endothermic	अभिक्रिया	Reaction
एनैन्टीओमर्स	Enantiomers		
उदा.	Ex.		

क्षपण	Reduction	अवस्था	States
प्रतिकर्षण	Repulsion	लिमिटरसायनशास्त्र	Stereochemistry
उत्क्रमणीय अभिक्रिया	Reversible reaction	अध्यारोपित	Super impossibility
घूर्णन संक्रमण	Rotational transition	चलसमघटकता	Tautomerism
परिरक्षण प्रभाव	Screening Effect	संक्रमण	Transition
कोश	Shell	त्रिकोण तलीय	Trigonal planner
द्रावण	Solution	त्रिकोणीय पिरामिड	Trigonal pyramidal
वर्ग समतलीय	Square plannar	तरंगलांबी	Wavelength
अंतरित	Staggered		
अवस्था	State		