

ফলিত বিজ্ঞান

(ল্যাব ম্যানুয়াল সহ)

লেখক:

ডঃ অঞ্জু রাওলি

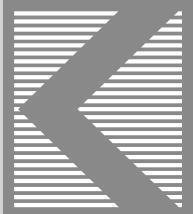
ডঃ দেবদত্ত বিনায়করাও সরফ

অনুবাদক:

প্রফেসর সম্পা চক্রবর্তী

পর্যালোচক:

ডঃ সাম্য ব্যানার্জি



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: 978-93-5538-135-4

Book Code: DIP199BE

Applied Chemistry

by Anju Rawley, Devdatta Vinayakrao Saraf
[Bengali Edition]

First Edition: 2025

Published by:

Khanna Book Publishing Co. (P) Ltd.

CIN: U22110DL1998PTC095547

Visit us at: www.khannabooks.com

Write us at: contact@khannabooks.com

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.



প্রো. টি. জি. সীতারাম
অধ্যক্ষ
Prof. T. G. Sitharam
Chairman



অধিল ভারতীয় তকনীকী শিক্ষা পরিষদ
(ভারত সরকার কা এক সাংবিধিক নিকায়)
(শিক্ষা মন্ত্রালয়, ভারত সরকার)
নেলসন মেডলা মার্গ, বসন্ত কুণ্ড, নর্থ হিল্স-১১০০৭০
ফোন : ০১১-২৬১৩১৪৯৮
ইমেইল : 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

পূর্বকথা

ন্যাশনাল এডুকেশন পলিসি (NEP) 2020 এর সাথে সারিবদ্ধভাবে, অল ইন্ডিয়া কাউন্সিল ফর টেকনিক্যাল এডুকেশন (AICTE) প্রাথমিকভাবে হিন্দি, তামিল, গুজরাটি, কন্নড়, মারাঠি, বাংলা, তেলেঙ্গ, পাঞ্জাবি, এবং ওডিয়া এই ৯ টি ভাষায় কারিগরি বই লেখার পরিকল্পনা শুরু করেছে। পরবর্তীকালে, এতে আরও ৩টি ভাষা অসমীয়া, মালয়ালম এবং উর্দু যোগ করা হয়েছে। NEP-2020-এর প্রধান গুরুত্ব হল মাতৃভাষায় শিক্ষা প্রদান যাতে শিক্ষার্থীদের মধ্যে সৃজনশীলতা, সমালোচনামূলক চিন্তাভাবনা বৃদ্ধি পায়।

২০টি কোর্স, ১১টি ডিপ্লোমা স্তরে এবং ৭টি ডিপ্রি স্তরে শনাক্ত করে প্রথম বর্ষের প্রকৌশল বই লেখার যাত্রা শুরু হয়েছিল। পরবর্তীকালে, ইংরেজি ভাষায় মূল বই লেখার জন্য বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান থেকে লেখককে চিহ্নিত করা হয়। একই সময়ে ভারতজুড়ে প্রযুক্তিগত বিশ্ববিদ্যালয়গুলিকে সম্পৃক্ত করে অনুবাদক ও পর্যালোচকদের চিহ্নিত করার জন্য একটি সমান্তরাল অনুশীলন শুরু করা হয়েছিল। প্রতিটি চিহ্নিত ভাষার জন্য, কাজটি বিশ্ববিদ্যালয়গুলিকে দেওয়া হয়েছিল যাতে বিভিন্ন স্টেকহোল্ডারদের কাছে মানসম্পন্ন পাঠ্য বই সরবরাহ করা যায়।

বইটির অনন্য বৈশিষ্ট্য হল:

- বইয়ের বিষয়বস্তু কোর্সের ফলাফল, প্রোগ্রামের ফলাফল এবং ইউনিট ফলাফলের ম্যাপিংয়ের সাথে সারিবদ্ধ।
- প্রতিটি ইউনিটের শুরুতে শিক্ষার ফলাফল তালিকাভুক্ত করা হয় যাতে শিক্ষার্থী বুঝতে পারে যে ইউনিটটি শেষ করার পরে তার কাছ থেকে কী আশা করা হচ্ছে।
- বইটি ই-রিসোর্সের জন্য সাম্প্রতিক অনেক তথ্য, আকর্ষণীয় খোঁজখবর, QR কোড প্রদান করা হয়েছে। আইসিটি, প্রকল্প, গ্রন্থ আলোচনা ইত্যাদি ব্যবহারের জন্য QR কোড অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।
- ভারসাম্যপূর্ণ এবং কালানুক্রমিক পদ্ধতিতে ছাত্র ও শিক্ষক কেন্দ্রিক বিষয়বস্তু বইয়ের অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।
- বিষয়গুলির স্বচ্ছতা উন্নত করতে চিত্র, টেবিল এবং সফটওয়্যার স্ট্রিন শট সন্নিবেশ করা হয়েছে।

আমরা যথেষ্ট আশাবাদী যে লেখক, অনুবাদক এবং পর্যালোচকদের অবদান দেশের কারিগরি শিক্ষাকে শক্তিশালী করার দিকে অনেক দূর এগিয়ে যাবে।

(প্রফেসর টি জি সীতারাম)



কৃতিজ্ঞতাস্থীকার

ডিপ্লোমা প্রকৌশলের শিক্ষার্থীদের জন্যে পাঠ্য বই প্রকাশের সুদক্ষ পরিকল্পনা এবং তার বাস্তবায়নের জন্যে নেখক হিসাবে আমরা AICTE-এর কাছে কৃতিজ্ঞতা স্থীকার করেছি।

এটিকে শিল্পিত আকার দিয়ে ছাত্র-ছাত্রীদের কাছে আকর্ষণীয় করে তোলার জন্য আমরা আন্তরিকভাবে বইটির পর্যালোচনাকারী শ্রীমতি সুনিতা মুকেশ পাটিলের মূল্যবান অবদানকে স্থীকার করি।

সসম্মানে জানাই যে এই বইটি AICTE মডেল পাঠ্যক্রমের অনুসারী এবং জাতীয় শিক্ষা নীতি (NEP)-2020-এর নির্দেশিকাগুলির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।

আঞ্চলিক ভাষায় শিক্ষার প্রসারের লক্ষ্যে এই বইটি নির্ধারিত কয়েকটি আঞ্চলিক ভারতীয় ভাষায় অনুবাদ করা হচ্ছে। বাংলা ভাষায় বইটি অনুবাদ করার জন্য আমরা কলকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের রাসায়নিক প্রযুক্তির অধ্যাপিকা ড. শশ্পা চক্ৰবৰ্তীকে ধন্যবাদ জানাতে চাই।

আমরা শ্রী বুদ্ধ চন্দ্রশেখর (CCO, NEAT, AICTE) কে আমাদের আন্তরিক ধন্যবাদ শুভেচ্ছা জানাতে চাই, যাঁর কৃতিম বুদ্ধিমত্তা (AI)- ভিত্তিক অনুবাদ-সহায়িকা অনুবাদের উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়েছে।

পরিশেষে, আমরা প্রকাশনা সংস্থা, মেসার্স খানা বুক পাবলিশিং কোম্পানি প্রাইভেট লিমিটেড, নিউ দিল্লি-কে আমাদের আন্তরিক ধন্যবাদ জানাতে চাই, যাদের পুরো দল প্রকাশনার সমস্ত দিকগুলিতে সহযোগিতা করে এটিকে একটি চমৎকার অভিজ্ঞতায় পরিণত করার জন্য করার জন্য সর্বদা প্রস্তুত ছিল।

অঙ্গু রাওলি

দেবদত্ত বিনায়করাও সরাফ



মুখ্যবন্ধ

জীবনের জটিলতা বোঝার এবং সমাধানের জন্য রসায়ন ব্যবহার করা হয়েছে। রসায়নের অগ্রগতি সকল মানুষের কল্যাণের সাথে ঘনিষ্ঠভাবে জড়িত এবং জীবনকে খুব সহজ এবং আরামদায়ক করে তুলেছে।

এআইসিটিই মডেল পাঠ্যক্রম অনুসারে "ফলিত রসায়ন" বিষয়ক পাঠ্যপুস্তক তৈরি করা হয়েছে। এই বইটি লেখা হয়েছে, এই কথা মাথায় রেখে যে, ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারদের দ্বারা রসায়নের মৌলিক ধারণাগুলি গভীরভাবে বোঝা উচিত, কারণ এই ধারণাগুলি শিল্প এবং দৈনন্দিন জীবনে অনেক ইঞ্জিনিয়ারিং অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে প্রয়োগ করা যেতে পারে। বর্তমান পাঠ্য বই এই দিক থেকে আন্তরিক প্রচেষ্টা।

এই বইটি নিজে শেখার জন্য উপযোগী এবং আকর্ষণীয় করার চেষ্টা করা হয়েছে। পাঠ্যপুস্তকের গঠন সংহত, যেখানে এক থেকে পাঁচ পর্যন্ত তাত্ত্বিক ইউনিটের অবিচ্ছেদ্য অঙ্গ হিসাবে ঘোলাটি ব্যবহারিক অনুশীলন রয়েছে।

বইটির মূল বৈশিষ্ট্য হল যে বিষয়গুলি খুব সহজ ভাবে উপস্থাপন করা হয়েছে - চিরি, উদাহরণ, সারণি, ক্রমাচিত্র, প্রশ্ন ও সমাধান এবং স্ব-মূল্যায়ন প্রশ্ন সহ। সৃজনশীল অনুসন্ধিসূতা এবং কৌতুহলের জন্য মাইক্রো প্রকল্প, বিষয় / সমস্যা, অধিক জ্ঞান, ভিডিও লিঙ্ক, কেস স্টাডি এবং সারাংশ পয়েন্ট বিভিন্ন ইউনিটের অবিচ্ছেদ্য অংশ; এগুলি শিক্ষার্থীদের বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধানের মনোভাব বিকাশের সুবিধার্থে, কারণ ও প্রভাব সম্পর্ক অনুসন্ধান, পদ্ধতিগত, বৈজ্ঞানিক ও যৌক্তিক চিন্তা, পর্যবেক্ষণ, বিশ্লেষণ এবং ব্যাখ্যা করার ক্ষমতা তৈরির সুবিধার জন্য রাখা হয়েছে। কাজের জগতে ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং পাশ করা ছাত্রের জন্য এই সমস্ত দক্ষতাগুলি মূলত প্রয়োজন।

প্রতিটি ইউনিটের পাঠ্যসূচিতে তালিকাভুক্ত ব্যবহারিক বিষয়ের বিবরণ শিক্ষার্থীদের, পরীক্ষাগারের কর্মীদের এবং শিক্ষকদের কর্মক্ষমতা এবং বাস্তবায়নের সুবিধার্থে একটি পদ্ধতিগত বিন্যাসে উল্লেখ করা হয়েছে। পরীক্ষাগারের ব্যবহারিক বিন্যাসে রয়েছে ব্যবহারিক গুরুত্ব, প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব, ধাপে ধাপে পদ্ধতি, নিরাপত্তা সর্তকর্তা, মৌখিক পরীক্ষার জন্যে নমুনা অনুসন্ধান প্রশ্ন ইত্যাদি। ফলাফল ভিত্তিক শিক্ষা (OBE), ফলাফল ভিত্তিক মূল্যায়ন (OBA), নির্ণয়ক পরীক্ষা (CRT) -এসব প্রতিটি ব্যবহারিক পরীক্ষার মূল্যায়নের একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ হিসাবে ব্যবহৃত হয়েছে। এর জন্য, পদ্ধতি এবং ফলাফল মূল্যায়নের নির্দিষ্ট এবং পরিমাপযোগ্য মানদণ্ড তাদের শতাংশ গুরুত্ব সহ প্রতিটি পরীক্ষায় অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এটি শিক্ষার্থী, শিক্ষক এবং মূল্যায়নকারীদের ফলাফল অর্জনের জন্য প্রতিটি পরীক্ষার কর্মক্ষমতা এবং মূল্যায়নের মানদণ্ড জানতে সক্ষম করবে।

যদিও এই পাঠ্যপুস্তক ক্রটিমুক্ত করার জন্য অনেক যত্ন নেওয়া হয়েছে, তবুও অনিবার্যভাবে মাঝে মাঝে ক্রটি হয়ে থাকতে পারে। পাঠকদের কাছ থেকে প্রয়োজনীয় সংশোধন জানতে পারলে আমাদের খুব আনন্দ হবে। তদুপরি, বইটির উন্নতির জন্য যে কোনো পরামর্শ স্বাগত।

অঞ্জু রাওলি

দেবদত্ত বিনায়করাও সরাফ



ফলাফল ভিত্তিক শিক্ষা

যদিও, ফলাফল ভিত্তিক শিক্ষা (OBE) এবং ফলাফল ভিত্তিক শিক্ষাক্রমের ক্ষেত্রে (OBC) বাস্তবায়ন এবং মূল্যায়নে অনেক সমস্যা রয়েছে, কিন্তু শিক্ষা-প্রশাসন এবং শিক্ষকদের নিশ্চিত করতে হবে যে ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং প্রোগ্রামের জন্য NBA দ্বারা বর্ণিত প্রোগ্রামের ফলাফলগুলি, ডিপ্লোমা প্রোগ্রাম সম্পূর্ণ হলে, বিভিন্ন কোর্সের ফলাফলের কার্যকর বাস্তবায়ন এবং মূল্যায়নের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের দ্বারা বিকশিত হবে। ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং প্রোগ্রামের সাতটি প্রোগ্রামের ফলাফল নিম্নরূপ:

PO-1: মৌলিক এবং বিশেষ শাখার জ্ঞান: ইঞ্জিনিয়ারিং সমস্যা সমাধানে মৌলিক গণিত, বিজ্ঞান ও প্রকৌশল মৌলিক জ্ঞান এবং প্রকৌশল বিশেষজ্ঞের জ্ঞান প্রয়োগ কর।

PO-2: সমস্যা বিশ্লেষণ: কোডিফাইড স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি ব্যবহার করে ভালভাবে সংজ্ঞায়িত প্রকৌশল সমস্যাগুলি সনাক্ত এবং বিশ্লেষণ কর।

PO-3: সমাধানের নকশা/ উন্নয়ন: সুনির্দিষ্ট প্রযুক্তিগত সমস্যার জন্য নকশা সমাধান এবং নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তা পূরণের জন্য সিস্টেমের উপাদান বা পদ্ধতি গুলির নকশায় সহায়তা কর।

PO-4: ইঞ্জিনিয়ারিং যন্ত্রপাতি ও পরীক্ষাপ্রণালী: আদর্শ পরীক্ষা এবং মাপজোক করার জন্য আধুনিক ইঞ্জিনিয়ারিং যন্ত্রপাতি ও এবং উপযুক্ত প্রযুক্তি প্রয়োগ কর।

PO-5: সমাজ, সুস্থায়ীত্ব এবং পরিবেশের জন্য প্রকৌশল অনুশীলন: সমাজ, সুস্থায়ীত্ব, পরিবেশ এবং নেতৃত্ব অনুশীলনের প্রক্ষিতে উপযুক্ত প্রযুক্তি প্রয়োগ কর।

PO-6: প্রকল্প ব্যবস্থাপনা: প্রকৌশল ব্যবস্থাপনার নীতিগুলি পৃথকভাবে ব্যবহার কর, একটি দল সদস্য বা নেতা হিসাবে প্রকল্পগুলি পরিচালনা করতে এবং কার্যকরভাবে সুসংজ্ঞিত প্রকৌশল কার্যক্রম সম্পর্কে যোগাযোগ করতে শেখ।

PO-7: জীবন-ব্যাপী শিক্ষা: ব্যক্তিগত চাহিদা বিশ্লেষণ করার ক্ষমতা এবং প্রযুক্তিগত পরিবর্তনের পরিপ্রেক্ষিতে নবায়ন করা।



কোর্সের ফলাফল

কোর্স শেষ হওয়ার পর শিক্ষার্থীরা পারবে:

CO-1: পারমাণবিক গঠন এবং রাসায়নিক বন্ধনের মৌলিক ধারণাগুলি প্রয়োগ করে বিভিন্ন প্রকৌশল সমস্যার সমাধান।

CO-2: গার্হস্থ্য এবং শিল্প সমস্যা সমাধানে যথোপযুক্ত জল প্রক্রিয়াকরণ পদ্ধতি ব্যবহার।

CO-3: প্রকৌশল উপকরণ এবং বৈশিষ্ট্যের ধারণা ব্যবহার করে প্রকৌশল সমস্যার সমাধান।

CO-4: গার্হস্থ্য এবং শিল্পক্ষেত্রে প্রয়োগের জন্য যথোপযুক্ত জ্ঞানানী এবং লুভিকেন্ট ব্যবহার।

CO-5: তড়িৎ রাসায়নিক (ইলেক্ট্রোকেমিস্ট্রি) এবং ক্ষয়ের ধারণা ব্যবহার করে প্রকৌশল সমস্যার সমাধান।

কোর্সের ফলাফল	কোর্সের ফলাফলের সাথে প্রোগ্রামের ফলাফলের ম্যাপিং (1-দুর্বল পারম্পরিক সম্পর্ক; 2-মাঝারি পারম্পরিক সম্পর্ক; 3-দৃঢ় সম্পর্ক)						
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7
CO-1	3	2	1	1	2	1	1
CO-2	3	3	2	3	2	3	2
CO-3	3	2	3	3	3	2	2
CO-4	3	3	2	3	3	2	2
CO-5	3	2	2	2	2	2	2



সংক্ষিপ্ত বিবরণ এবং প্রতীক

সংক্ষিপ্ত রূপ	সম্পূর্ণ রূপ
C.E.	রাসায়নিক সমতুল্য বা তুল্যাঙ্ক
CO	কোর্সের ফলাফল
EDTA	ইথিলিন ডাই অ্যামিন টেট্রা এসিটিক অ্যাসিড
HCV	উচ্চ তাপোৎপাদক (ক্যালোরিফিক) মান
LCV	নিম্ন তাপোৎপাদক (ক্যালোরিফিক) মান
PO	প্রোগ্রামের ফলাফল
RCC	চাঞ্চ সিমেন্ট কংক্রিট
TAN	মোট অ্যাসিড সংখ্যা
TEL	টেট্রা ইথাইল লেড
UO	ইউনিটের ফলাফল
VII	সান্দুতা সূচক উন্নয়নকারক
VM	সান্দুতা সংশোধনকারী
Z or E.C.E.	তড়িৎ রাসায়নিক সমতুল

চিহ্নের তালিকা

চিহ্ন	বর্ণনা
n	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা
L	কৌণিক গতি বা আজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা
M	চৌম্বকীয় বা ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা
m_s	স্পিন বা ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা

ব্যবহৃত একক

B.Th.U / ft ³	প্রতি ঘনফুটে ব্রিটিশ তাপীয় ইউনিট
B.Th.U. / lb	প্রতি পাউন্ডে ব্রিটিশ তাপীয় ইউনিট

Cals / g	প্রতি থামে ক্যালরি
C.H.U. / lb	প্রতি পাউন্ডে সেন্টিগ্রেড তাপ ইউনিট
$^{\circ}\text{Cl}$	ডিগ্রী ক্লাৰ্ক
$^{\circ}\text{Fr}$	ফ্রেঞ্চ ডিগ্রী
K	কেলভিন
K cals / Kg	প্রতি কিলোথামে কিলোক্যালোরি
K cal / m ³	প্রতি ঘনমিটাৰে কিলোক্যালরি
mg / L	প্রতি লিটাৰে মিলিগ্রাম
meq / L	প্রতিলিটাৰে মিলিইকুইভ্যালেন্ট
ppm	প্রতি লক্ষে অংশ
ppt	অধঃক্ষেপ

যৌগ এবং সাধারণ লবণের তালিকা

কিছু আয়নিক (ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট) যৌগ

ক্রমিক নং	নাম	সংকেত	উপস্থিত আয়ন
1.	সোডিয়াম ক্লোরাইড	NaCl	Na ⁺ ও Cl ⁻
2.	পটাসিয়াম ক্লোরাইড	KCl	K ⁺ ও Cl ⁻
3.	অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড	NH ₄ Cl	NH ₄ ⁺ ও Cl ⁻
4.	ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড	MgCl ₂	Mg ²⁺ ও Cl ⁻
5.	ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড	CaCl ₂	Ca ²⁺ ও Cl ⁻
6.	সোডিয়াম অক্সাইড	Na ₂ O	Na ⁺ ও O ²⁻
7.	ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড	MgO	Mg ²⁺ ও O ²⁻
8.	ক্যালসিয়াম অক্সাইড	CaO	Ca ²⁺ ও O ²⁻
9.	অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড	Al ₂ O ₃	Al ³⁺ ও O ²⁻
10.	সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড	NaOH	Na ⁺ ও OH ⁻
11.	কপার সালফেট	CuSO ₄	Cu ²⁺ ও SO ₄ ²⁻
12.	ক্যালসিয়াম নাইট্রেট	Ca(NO ₃) ₂	Ca ²⁺ ও NO ³⁻
13.	অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড	AlCl ₃	Al ³⁺ ও Cl ⁻

কিছু সমযোজী যৌগ

ক্রমিক নং.	নাম	সংকেত	উপস্থিত পরমাণু
1.	মিথেন	CH ₄	C ও H
2.	ইথেন	C ₂ H ₆	C ও H
3.	ইথিন	C ₂ H ₄	C ও H
4.	ইথিন (অ্যাসিটিলিন)	C ₂ H ₂	C ও H
5.	জল	H ₂ O	H ও O
6.	অ্যামোনিয়া	NH ₃	N ও H
7.	ইথাইল অ্যালকোহল (ইথানল)	C ₂ H ₅ OH	C, H ও O

ক্রমিক নং.	নাম	সংকেত	উপস্থিত পরমাণু
8.	হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস	HCl	H ও Cl
9.	হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস	H ₂ S	H ও S
10.	কার্বন ডাই-অক্সাইড	CO ₂	C ও O
11.	কার্বন ডাই-সালফাইড	CS ₂	C ও S
12.	কার্বন টেট্রাক্লোরাইড	CCl ₄	C ও Cl
13.	প্লুকোজ	C ₆ H ₁₂ O ₆	C, H ও O
14.	আখের চিনি	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	C, H ও O
15.	ইউরিয়া	CO(NH ₂) ₂	C, O, N ও H
16.	বেনজিন	C ₆ H ₆	C ও H
17.	হাইড্রোজেন গ্যাস	H ₂	H
18.	ক্লোরিন গ্যাস	Cl ₂	Cl
19.	অক্সিজেন গ্যাস	O ₂	O

জলে উপস্থিতকিছু সাধারণ লবণ

ক্রমিক নং	নাম	সংকেত	উপস্থিতায়ন
1.	ক্যালসিয়াম কার্বনেট (চুনাপাথর)	CaCO ₃	Ca ²⁺ ও CO ₃ ²⁻
2.	ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট	MgCO ₃	Mg ²⁺ ও CO ₃ ²⁻
3.	ক্যালসিয়াম বাই কার্বনেট	Ca(HCO ₃) ₂	Ca ²⁺ ও HCO ₃ ⁻
4.	ম্যাগনেসিয়াম বাই কার্বনেট	Mg(HCO ₃) ₂	Mg ²⁺ ও HCO ₃ ⁻
5.	ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড	CaCl ₂	Ca ²⁺ ও Cl ⁻
6.	ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড	MgCl ₂	Mg ²⁺ ও Cl ⁻
7.	ক্যালসিয়াম সালফেট	CaSO ₄	Ca ²⁺ ও SO ₄ ²⁻
8.	ম্যাগনেসিয়াম সালফেট	MgSO ₄	Mg ²⁺ ও SO ₄ ²⁻
9.	ফেরাস ক্লোরাইড	FeCl ₂	Fe ²⁺ ও Cl ⁻
10.	ফেরাস সালফেট	FeSO ₄	Fe ²⁺ ও SO ₄ ²⁻

ক্রমিক নং	নাম	সংকেত	উপস্থিতায়ন
11.	ম্যাঞ্জানিজ ক্লোরাইড	FeCl ₂	Mn ²⁺ ও Cl ⁻
12.	ম্যাঞ্জানিজ সালফেট	MnCl ₂	Mn ²⁺ ও SO ₄ ²⁻
13.	ক্যালসিয়াম সিলিকেট	CaSiO ₃	Ca ²⁺ , Si ⁴⁺ ও O ₂ ⁻
14.	ম্যাগনেসিয়াম সিলিকেট	MgSiO ₃	Mg ²⁺ , Si ⁴⁺ ও O ₂ ⁻
15.	সোডিয়াম কার্বনেট	Na ₂ CO ₃	Na ⁺ ও CO ₃ ²⁻
16.	সোডিয়াম সালফেট	Na ₂ SO ₄	Na ⁺ ও SO ₄ ²⁻
17.	পটাসিয়াম ক্লোরাইড	KCl	K ⁺ ও Cl ⁻
18.	পটাসিয়াম কার্বনেট	K ₂ CO ₃	K ⁺ ও CO ₃ ²⁻
19.	পটাসিয়াম সালফেট	K ₂ SO ₄	K ⁺ ও SO ₄ ²⁻
20.	ক্যালসিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট	CaHPO ₄	Ca ²⁺ , HPO ₄ ²⁻

চিত্রের তালিকা

ইউনিট ১

চিত্র 1.1 (a) : রাদারফোর্ডের পরীক্ষায় একটি পরমাণুর মাধ্যমে α -রশ্মির ছড়ানো	3
চিত্র 1.1 (b): রাদারফোর্ডের সোনার পাতের পরীক্ষা	3
চিত্র 1.2 (a): প্রোটন এবং ইলেক্ট্রনের মধ্যে আকর্ষণের তড়িৎশক্তি ইলেক্ট্রনের ওপরে প্রযুক্ত কেন্দ্রাতিগ বলের সমান	4
চিত্র 1.2 (b): বোরের পরমাণুর গঠন	4
চিত্র 1.3: শক্তি শোষণ এবং নিঃসরণের পর একটি ইলেক্ট্রনের ঝাঁপ	5
চিত্র 1.4 : ইলেক্ট্রন ঝাঁপের কারণে হাইড্রোজেন স্পেকট্রাম লাইন	6
চিত্র 1.5 : s -অরবিটালের আকৃতি	7
চিত্র 1.6 : p-অরবিটালের ডাখেল আকৃতি	8
চিত্র 1.7: অরবিটালের ডাখেল আকৃতি	8
চিত্র 1.8: দৈনন্দিন জীবনে রাসায়নিক যৌগের গুরুত্ব	12
চিত্র 1.9: অ্যামোনিয়ার লুইস স্ট্রাকচার	13
চিত্র 1.10: ইলেক্ট্রন স্থানান্তরের কারণে তড়িৎযোজী বন্ধন /আয়নিক বন্ড গঠন	15
চিত্র 1.11: লুইস ডট স্ট্রাকচার	17
চিত্র 1.12: হাইড্রোজেন অণুর গঠন	18
চিত্র 1.13: সমযোজী বন্ধনের প্রকার	19
চিত্র 1.14: তড়িৎযোজী (আয়নিক) এবং সমযোজী বন্ধনের তুলনা	19
চিত্র 1.15: অক্ষ বরাবর অরবিটাল ওভারল্যাপ	21
চিত্র 1.16: H_2 অণু গঠন (s-s ওভারল্যাপিং)	21
চিত্র 1.17: F_2 অণু গঠন (p-p ওভারল্যাপিং)	21
চিত্র 1.18: HF অণু গঠন (s -p ওভারল্যাপিং)	21
চিত্র 1.19: অরবিটাল ওভারল্যাপ পাশাপাশি	22
চিত্র 1.20: sp^2 সংকরণ কক্ষপথ গঠন এবং BF_3 অণুর আকৃতি	23
চিত্র 1.21: sp^3 সংকরণ কক্ষপথ এবং মিথেনের আকার (CH_4) অণু গঠন	23
চিত্র 1.22: sp^3 সংকরণ - NH_3	24
চিত্র 1.23: sp^3 সংকরণ - H_2O	24
চিত্র 1.24: NH_4^+ - এ সমন্বয়ী বন্ধন	25
চিত্র 1.25: জলের অণুতে H বন্ধন	26
চিত্র 1.26: আন্তরাগবিক H বন্ধন	26

চিত্র 1.27: ধাতব বন্ধনে স্থানচ্যুত ইলেকট্রন	28
চিত্র 1.28: দ্রাব্য -দ্রাবক-দ্রবণ	31
চিত্র 1.29: দ্রবণের ঘনত্ব	31
ইউনিট 2	
চিত্র 2.1: পার্থিব-জল	47
চিত্র 2.2: মিষ্টি জল	47
চিত্র 2.3: ভূ-পৃষ্ঠের জল	47
চিত্র 2.4: কর্দম গঠন	52
চিত্র 2.5: শঙ্খ গঠন	52
চিত্র 2.6: উন্নত করে দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণ	56
চিত্র 2.7: ইথিলিন ডাই অ্যামিন টেট্রা এসিটিক অ্যাসিড (EDTA)	58
চিত্র 2.8: Ca^{2+} EDTA জটিল যৌগ	58
চিত্র 2.9: অন্তর্বর্তী ধরণের মৃদুকারী	62
চিত্র 2.10: নিরবচ্ছিন্ন ধরণের মৃদুকারী	62
চিত্র 2.11: নিরবচ্ছিন্ন ধরণের গরম সোডা-চুন মৃদুকারী	63
চিত্র 2.12: জিওলাইট সফটলার	64
চিত্র 2.13: জলের খনিজ- বিদ্রূণ বা ডিমিনারালাইজেশন	68
চিত্র 2.14: বালি ফিল্টার	72
চিত্র 2.15: উল্লম্ব চাপ ফিল্টার	73
চিত্র 2.16 : ক্লারিনেটের	75
চিত্র 2.17: ওজেনোলাইসিস পদ্ধতি	76
ইউনিট 3	
চিত্র 3.1: আকরিক এবং খনিজ	97
চিত্র 3.2: আকরিক	97
চিত্র 3.3: চূর্ণন ও পেষণ	98
চিত্র 3.4: অভিকর্ষীয় পৃথকীকরণ	99
চিত্র 3.5: ফেনাভাসন	99
চিত্র 3.6: চুম্বকীয় পৃথকীকরণ	100
চিত্র 3.7: অ্যালুমিনো-তাপীয় প্রক্রিয়া	103
চিত্র 3.8: তামার তড়িৎ বিশ্লেষণীয় পরিশোধন	104
চিত্র 3.9: পরাবর্ত চুল্লি	105

চিত্র 3.10: বাত্যাচুলি (ব্লাস্ট ফার্নেস)	106
চিত্র 3.11: বক্সাইটের তড়িৎ বিশ্লেষণ	111
চিত্র 3.12: অ্যালুমিনিয়ামের পরিশোধন	111
ইউনিট 4	
চিত্র 4.1: থাফাইটের গঠন	156
চিত্র 4.2: পুরু পর্দা পিচ্ছিলন	158
চিত্র 4.3: পাতলা পর্দা পিচ্ছিলন	159
চিত্র 4.4: সন্দৰ্ভ	160
ইউনিট 5	
চিত্র 5.1: ফ্যারাডে এর তড়িৎ বিশ্লেষণের দ্বিতীয় সূত্র	188
চিত্র 5.2: সেডিয়াম নিষ্কাশন	189
চিত্র 5.3: লোহার চামচের উপর রূপার ইলেক্ট্রোপ্লেটিং	191
চিত্র 5.4: তামার ইলেক্ট্রোলাইটিক পরিশোধন	192
চিত্র 5.5: প্রাথমিক কোষ বা শুষ্ক কোষ	194
চিত্র 5.6: লেড অ্যাসিড স্টোরেজ সেল	195
চিত্র 5.7: হাইড্রোজেন- অক্সিজেন জ্বালানী কোষ	198
চিত্র 5.8: ফোটোভোলটাইক সৌর কোষ	199
চিত্র 5.9: অক্সিজেন বা জ্বরণ দ্বারা ক্ষয়	201
চিত্র 5.10: আর্দ্র বা তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়	202
চিত্র 5.11: অক্সিজেন শোষণের ধরন	203
চিত্র 5.12: স্যাক্রিফিশিয়াল বা উৎসর্গীকৃত অ্যানোডিক সুরক্ষা পদ্ধতি	209
চিত্র 5.13: গ্যালভানাইজিং (লোহার উপর দস্তার প্রলেপ)	209

সারণী তালিকা

ইউনিট 1

সারণী 1.1: বিভিন্ন অধ্যলে হাইড্রোজেন বর্ণালীর উপস্থিতি	5
সারণী 1.2: চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা	9
সারণী 1.3: [Ne]-এ প্রথম 10 ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা	10
সারণী 1.4: হণ্ডের নিয়ম দ্বারা অনুমোদিত ইলেকট্রনগুলির জোড়ার ব্যবহা	11
সারণী 1.5: পারমাণবিক সংখ্যা 11 পর্যন্ত মৌলগুলির কক্ষপথের ইলেকট্রনের বিন্যাস	11
সারণি 1.6: বিভিন্ন মৌলের সংযোজন ক্ষমতা	13
সারণি 1.7: বন্ধনের ধরন	14
সারণি 1.8: সমযোজী বন্ধন গঠনে ইলেকট্রনের অংশগ্রহণ	18
সারণী 1.9: তড়িৎযোজী ও সমযোজী বন্ধন এবং যোগের বৈশিষ্ট্য ও তুলনা	20
সারণী 1.10: সংকরায়নের প্রকার	22
সারণী 1.11: হাইড্রোজেন বন্ধন এবং সমযোজী বন্ধনের মধ্যে পার্থক্য	27
সারণি 1.12: ধাতব বন্ধন এবং আয়নিক বন্ধনের মধ্যে পার্থক্য	29

ইউনিট 2

সারণী 2.1: মৃদু জল এবং খর জলের মধ্যে পার্থক্য	48
সারণী 2.2: খরতার বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক	50
সারণী 2.3: গাদ (জ্বাজ) এবং শঙ্ক (ক্লেল)ের মধ্যে পার্থক্য	53
সারণী 2.4: জলের ক্ষারত্বের গণনা	59
সারণী 2.5: জিওলাইট এবং সোডা-চুন পদ্ধতির মধ্যে তুলনা	66
সারণী 2.6: পানীয় জলের জন্য অর্গানোলেপটিক এবং ভৌত পরামিতি সমূহ	77
সারণী 2.7: পানীয় জলের ব্যাকটেরিয়াগত গুণ	78
সারণী 2.8: পানীয় জলের সাধারণ পরামিতি	78

ইউনিট 3

সারণী 3.1: খনিজ এবং আকরিকের মধ্যে পার্থক্য	97
--	----

সারণী 3.2: লোহা, অ্যালুমিনিয়াম এবং তামার আকরিক	98
সারণী 3.3: উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং তামার কিছু সংকরের ব্যবহার	113
সারণী 3.4: উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং লোহার কিছু সংকরের ব্যবহার	114
সারণী 3.5: উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং অ্যালুমিনিয়াম- এর কিছু সংকরের ব্যবহার	114
সারণী 3.6: পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের উপাদানসমূহ	116
সারণী 3.7: পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের গড় উপাদান ও তাদের ভূমিকা	116
সারণী 3.8: কঁচের উপাদান	118
সারণী 3.9: কঁচের ধরন এবং তাদের ব্যবহার	119
সারণী 3.10: তাপসহ পদার্থের উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার	120
সারণী 3.11: ম্যাট্রিক্স বা মাধ্যম এবং পুনর্বলীকরণের ধরণের উপর ভিত্তি করে যৌগিক উপকরণের শ্রেণিবিন্যাস	121
সারণী 3.12: পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া এবং তাদের ব্যবহার	122
সারণী 3.13: থার্মোপ্লাস্টিকস এবং থার্মোসেটিং প্লাস্টিকের মধ্যে পার্থক্য	124
সারণী 3.14: প্রাকৃতিক রাবার এবং ভলকানাইজড রাবারের মধ্যে পার্থক্য	125
ইউনিট 4	
সারণি 4.1: জ্বালানির শ্রেণীবিভাগ	145
সারণি 4.2: জ্বালানী উপাদানগুলির উচ্চতর ক্যালরিফিক মান	146
সারণি 4.3: কিছু সাধারণ হাইড্রোকার্বন এর অকটেন রোটিং	150
সারণী 4.4: উপাদান, তাপোৎপাদক মান এবং জ্বালানীর প্রয়োগ	151
সারণী 4.5: বিভিন্ন ধরণের তরল লুব্রিকেন্টের বৈশিষ্ট্য	154
সারণী 4.6: অর্ধ-তরল লুব্রিকেন্টের শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য	155
ইউনিট 5	
সারণী 5.1: শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট এবং দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট	186
সারণী 5.2: তড়িৎ-বিশ্লেষণীয় (ইলেক্ট্রোলাইটিক) কোষ এবং তড়িৎ-রাসায়নিক (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল) কোষের মধ্যে পার্থক্য	196
সারণী 5.3: শুষ্ক/রাসায়নিক এবং আর্দ্র/তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়ের মধ্যে পার্থক্য	204

শিক্ষকদের জন্য নির্দেশিকা

ফলাফল ভিত্তিক শিক্ষা (Outcome Based Education - OBE) বাস্তবায়নের জন্য শিক্ষার্থীদের জ্ঞানের স্তর এবং দক্ষতা বৃদ্ধি করতে হবে। OBE এর যথাযথ বাস্তবায়নের জন্য শিক্ষকদের একটি বড় দায়িত্ব নিতে হবে। OBE সিস্টেমের শিক্ষকদের জন্য কিছু দায়িত্ব (সীমাবদ্ধ নয়) নিম্নরূপ হতে পারে:

- যুক্তিসংগত সীমাবদ্ধতার মধ্যেই সমস্ত শিক্ষার্থীদের সর্বোত্তম ফললাভের জন্য, তাদের সময়কে কৌশলে ব্যবহার করা উচিত।
- তাদের বৈষম্যমূলক অন্য কোন সম্ভাব্য অযোগ্যতা বিবেচনা না করে শুধুমাত্র নির্দিষ্ট সংজ্ঞায়িত মানদণ্ডের ভিত্তিতেই শিক্ষার্থীদের মূল্যায়ন করা উচিত।
- প্রতিষ্ঠান ছাড়ার আগে শিক্ষার্থীদের শেখার ক্ষমতা একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় বাড়ানোর চেষ্টা করা উচিত।
- পড়াশোনা শেষ করার পর সব শিক্ষার্থী যেন গুণগত জ্ঞান এবং যোগ্যতার সাথে নিজেকে তৈরি করতে পারে তা নিশ্চিত করার চেষ্টা করা উচিত।
- তাদের সর্বদা শিক্ষার্থীদের চূড়ান্ত কর্মক্ষমতা বিকাশের জন্য উৎসাহিত করা উচিত।
- নতুন পদ্ধতির একাত্মিকরণের জন্য তাদের প্রশ্নের কাজ এবং দলগত কাজকে সহজতর করা এবং উৎসাহিত করা উচিত।
- তাদের মূল্যায়নের প্রতিটি অংশে বুমের শ্রেণীবিন্যাস অনুসরণ করা উচিত।

বুমের শ্রেণীবিন্যাস

স্তর	শিক্ষকের পরীক্ষা করা উচিত	শিক্ষার্থীকে সক্ষম হওয়া উচিত	মূল্যায়নের সম্ভাব্য পদ্ধতি
সৃজন (Creating)	শিক্ষার্থীদের সৃজন করার ক্ষমতা	ডিজাইন বা সৃজন করা	মিনিপ্রজেক্ট
	শিক্ষার্থীদের বিচার করার ক্ষমতা	তর্ক করণ বা রক্ষা করা	অ্যাসাইনমেন্ট
	শিক্ষার্থীদের পার্থক্য করার ক্ষমতা	পার্থক্য করণ বা পার্থক্য করা	প্রকল্প/ল্যাবপদ্ধতি
	শিক্ষার্থীদের তথ্য ব্যবহার করার ক্ষমতা	পরিচালনা বা প্রদর্শন	প্রযুক্তিগত উপস্থাপনা/ প্রদর্শন
	শিক্ষার্থীদের ধারণা ব্যাখ্যা করার ক্ষমতা	ব্যাখ্যা বা শ্রেণীবদ্ধ করণ	উপস্থাপনা/সেমিনার
	শিক্ষার্থীদের মনে রাখার ক্ষমতা	সংজ্ঞায়িত করণ বা প্রত্যাহার করণ	কুইজ

শিক্ষার্থীদের জন্য নির্দেশিকা

OBE বাস্তবায়নের জন্য শিক্ষার্থীদের সমান দায়িত্ব নিতে হবে। OBE সিস্টেমে শিক্ষার্থীদের জন্য কিছু দায়িত্ব (সীমাবদ্ধ নয়) নিম্নরূপ:

- প্রতিটি কোর্সে ইউনিট শুরুর আগে শিক্ষার্থীদের প্রতিটি UO সম্পর্কে ভালভাবে অবগত হওয়া উচিত।
- কোর্স শুরুর আগে শিক্ষার্থীদের প্রতিটি CO সম্পর্কে ভালভাবে সচেতন হওয়া উচিত।
- প্রোগ্রাম শুরুর আগে শিক্ষার্থীদের প্রতিটি PO সম্পর্কে ভালভাবে সচেতন হওয়া উচিত।
- শিক্ষার্থীদের উচিত সঠিক প্রতিফলন এবং কর্মের সাথে সমালোচনা মূলক এবং যুক্তিসঙ্গত ভাবে চিন্তা করা।
- শিক্ষার্থীদের শেখার ব্যবহারিক এবং বাস্তবজীবনের পরিণতির সাথে সংযুক্ত এবং একীভূত হওয়া উচিত।
- OBE এর প্রতিটি স্তরে শিক্ষার্থীদের তাদের দক্ষতা সম্পর্কে ভালভাবে সচেতন হওয়া উচিত।

সূচীপত্র

পূর্বকথা	iii
ক্রতঞ্জলাস্থীকার	v
মুখবন্ধ	vii
ফলাফল ভিত্তিক শিক্ষা	ix
কোর্সের ফলাফল	xi
সংক্ষিপ্ত বিবরণ এবং প্রতীক	xiii
যৌগ এবং সাধারণ লবণের তালিকা	xv
চিত্রের তালিকা	xviii
সারণী তালিকা	xxi
শিক্ষকদের জন্য নির্দেশিকা	xxiii
শিক্ষার্থীদের জন্য নির্দেশিকা	xxiv
ইউনিট 1: পারমাণবিক গঠন, রাসায়নিক বন্ধন এবং দ্রবণ	1-43
ইউনিট সূচী	1
উদ্দেশ্য	1
পূর্ব-প্রস্তুতি	2
ইউনিট ফলাফল	2
1.1 পারমাণবিক গঠন	2
1.1.1 ভূমিকা	2
1.1.2 পরমাণুর রাদারফোর্ড মডেল	2
1.1.3 বোরের তত্ত্ব	3
1.1.4 বোরের পরমাণুর মডেলের উপর ভিত্তি করে হাইড্রোজেন স্পেকট্রাম ব্যাখ্যা	4
1.1.5 হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতি	6
1.1.6 অরবিটাল কনসেপ্ট এবং s, p, d এবং f অরবিটালের আকার	7
1.1.7 কোয়ান্টাম সংখ্যা	8
1.1.8 পাউলির অপবর্জন নীতি	10
1.1.9 হন্ডের সর্বাধিক গুণের নিয়ম	10

1.1.10	আউফবাউ নিয়ম	11
1.1.11	ইলেকট্রনের বিন্যাস	11
1.2	রাসায়নিক বন্ধন	12
1.2.1	লুহসের আষ্টক বা অক্সেট সূত্র	13
1.2.2	বন্ধনের প্রকার	14
1.2.3	তড়িৎযোজী, আয়নিক বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড	14
1.2.4	সমযোজী বা কোভ্যালেন্ট বন্ধন	17
1.2.5	সমযুক্তী বা কো-অরডিনেট বন্ধন	25
1.2.6	হাইড্রোজেন বন্ধনের শর্তাবলী	26
1.2.7	ধাতব বন্ধন বা মেটালিক বন্ড	28
1.3	দ্রবণ	30
1.3.1	ভূমিকা	30
1.3.2	দ্রাবক, দ্রাবক এবং দ্রবণের ধারণা	30
1.3.3	দ্রবণের গাঢ়ত্ব, শক্তি বা মাত্রা প্রকাশ করার পদ্ধতি	30
	ইউনিটের সারাংশ	34
	অনুশীলনী	35
	ব্যবহারিক পরীক্ষা	36
	আরও জেনে রাখো	40
	তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ	43
	ইউনিট 2: জল	45-94
	ইউনিট সূচি	45
	উদ্দেশ্য	45
	পূর্ব-প্রস্তুতি	46
	ইউনিট ফলাফল	46
2.1	ভূমিকা	46
2.1.1	পৃথিবীতে জল বন্টনের রেখিচ্চ্রণ	47
2.1.2	মৃদু ও খর জলের শ্রেণীবিভাগ	47
2.1.3	জলের খরতা সৃষ্টিকারী লবণ সমূহ	48
2.1.4	জলের খরতা বা কঠোরতার একক	49

2.2	জলের খরতার কারণ	51
2.2.1	খর জলে সাবানের কম ফেনা হ্বার কারণ	51
2.2.2	বয়লারে খর জলের ব্যবহার দ্বারা সৃষ্টি সমস্যা	52
2.2.3	EDTA পদ্ধতি দ্বারা জল খরতার পরিমাণ, মোট দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ(TDS) এবং ক্ষারত্ব নির্ণয় Wine Red	57
2.3	জল মুদুকরণের প্রযুক্তি	58
2.3.1	ভূমিকা	60
2.3.2	সোডা লাইম বা সোডা-চুন পদ্ধতি	60
2.3.3	জিওলাইট বা পারমুটিট পদ্ধতি	64
2.3.4	জল মুদুকরণের জন্য আয়ন বিনিয় পদ্ধতি	68
2.4	পৌর জলশোধন বা মিউনিসিপাল ওয়াটার ট্রিটমেন্ট	70
2.4.1	ভূমিকা	70
2.4.2	ফ্রিনিং বা ছাঁকা	71
2.4.3	অবক্ষেপণ	71
2.4.4	তৎপন বা কোয়াগুলেশন	71
2.4.5	পরিশ্রাবণ	72
2.4.6	জীবাণুমুক্তকরণ/নিরীজন	73
2.5	পানীয় জলের ভারতীয় মান বিশ্লেষণ	77
2.5.1	ভূমিকা	77
	ইউনিটের সারাংশ	82
	অনুশীলনী	83
	ব্যবহারিক পরীক্ষা	84
	আরও জেনে রাখ	93
	তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ	94
	ইউনিট 3: প্রকৌশল উপকরণ	95-142
	ইউনিট সূচি	95
	উদ্দেশ্য	95
	পূর্ব-প্রয়োজনীয়তা	95
	ইউনিট ফলাফল	96

3.1 ভূমিকা- ধাতুর প্রাকৃতিক অবস্থিতি	96
3.1.1 খনিজ এবং আকরিক	96
3.1.2 ধাতুবিদ্যার সাধারণ নীতি	98
3.1.3 হেমাটাইট থেকে লোহা নিষ্কাশন	104
3.1.4 বক্সাইট থেকে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন	108
3.1.5 সংকর ধাতু	112
3.2 সাধারণ রাসায়নিক সংযুক্তি এবং ইঞ্জিনিয়ারিং উপকরণের সংযুক্তি ভিত্তিক ব্যবহার	115
3.2.1 পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট	116
3.2.2 কাঁচ	118
3.2.3 তাপসহ বস্তু	120
3.2.4 যৌগিক বা কম্পোজিউট উপকরণ	121
3.3 পলিমার বা বহলক	121
3.3.1 তাপনমনীয় বা থার্মোপ্লাস্টিক এবং তাপকঠিন বা থার্মোসেটিং প্লাস্টিকের প্রস্তুতি	122
3.3.2 রাবার	125
3.3.3 রাবার ভলকানাইজেশন	125
3.3.4 রাবারের ব্যবহারিক প্রয়োগ	126
ইউনিটের সারাংশ	126
অনুশীলনী	127
ব্যবহারিক পরীক্ষা	127
আরও জেনে রাখো	141
তথ্যসূত্র ও প্রস্তাবিত পাঠ	142
ইউনিট 4: জ্বালানী এবং পিচ্ছিলক বা লুভিকেটের রসায়ন	143-181
ইউনিট সূচী	143
উদ্দেশ্য	143
পূর্ব-প্রস্তুতি	144
ইউনিট ফলাফল	144
4.1 ভূমিকা	144
4.1.1 জ্বালানি এবং দহন	144
4.1.2 জ্বালানির শ্রেণীবিভাগ	145

4.1.3	ক্যালরিফিক বা তাপোৎপাদক মান	145
4.1.4	ডুলং এর সূত্র ব্যবহার করে HCV এবং LCV এর গণনা	146
4.2	কয়লার বিশ্লেষণ	147
4.2.1	কয়লার (কঠিন জ্বালানী) আপাত বিশ্লেষণ	147
4.2.2	জ্বালানী হিসাবে পেট্রোল এবং ডিজেলের রেটিং (অস্টেন এবং সিটেন সংখ্যা)	148
4.2.3	উপাদান, তাপোৎপাদক মান এবং জ্বালানির প্রয়োগ	151
4.3	পিচ্ছলন -একটি ভূমিকা	152
4.4	পিচ্ছলক বা লুব্রিকেন্টের কাজ	152
4.5	ভাল লুব্রিকেন্টের চরিত্রগত বৈশিষ্ট্য	153
4.6	লুব্রিকেন্টে র শ্রেণিবি ন্যাস	153
4.6.1	তরল পিচ্ছলক বা লুব্রিকেন্ট-এর শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য	153
4.6.2	অর্ধ-তরল পিচ্ছলক (লুব্রিকেন্ট)	155
4.6.3	কঠিন পিচ্ছলক (লুব্রিকেন্টস) - শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য	156
4.6.4	অবদ্রব বা ইমালসন	157
4.7	পিচ্ছলন বা লুব্রিকেশনের প্রক্রিয়া	158
4.7.1	পুরু-পর্দা, তরল-পর্দা বা উদগতিশীল (হাইড্রো ডাইনামিক) পিচ্ছলন	158
4.7.2	পাতলা পর্দা বা সীমানা পিচ্ছলন	158
4.8	পিচ্ছলক বা লুব্রিকেন্টের ভৌত ধর্ম	159
4.8.1	সান্দ্রতা	159
4.8.2	সান্দ্রতা সূচক	160
4.8.3	তেলাক্ততা	161
4.8.4	জ্বলনাক্ষ (ফ্ল্যাশ পয়েন্ট) এবং দহনাক্ষ (ফায়ার পয়েন্ট)	161
4.8.5	মেঘবিন্দু (ক্লাউড পয়েন্ট) এবং প্রবাহ বিন্দু (পোর পয়েন্ট)	161
4.9	পিচ্ছলক বা লুব্রিকেন্টের রাসায়নিক ধর্ম	162
4.9.1	কোক সংখ্যা বা কার্বন-অবশেষ	162
4.9.2	টোটাল অ্যাসিড নম্বর (TAN) বা মোট অম্ল সংখ্যা	163
4.9.3	স্যাপোনিফিকেশন ভ্যালু (SV) বা স্যাপোনিফিকেশন নাম্বার (SN)	163
	ইউনিটের সারাংশ	164
	অনুশীলনী	165

ব্যবহারিক পরীক্ষা	165
আরও জেনে রাখো	181
তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ	181
ইউনিট ৫: তড়িৎ রসায়ন	183-226
ইউনিট সূচি	183
উদ্দেশ্য	183
পূর্ব-প্রস্তুতি	184
ইউনিট ফলাফল	184
5.1 ভূমিকা	184
5.2 তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (ইলেক্ট্রোলাইট) এবং তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য (নন ইলেক্ট্রোলাইট)	186
5.2.1 তড়িৎ-বিশ্লেষ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট	186
5.2.2 তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য বা নন-ইলেক্ট্রোলাইট	187
5.2.3 ফ্যারাডে এর তড়িৎ-বিশ্লেষণের সূত্র	187
5.3 শিল্পক্ষেত্রে তড়িৎ-বিশ্লেষণের প্রয়োগ	189
5.3.1 ইলেক্ট্রোমেটালার্জি বা তড়িৎ-ধাতুবিদ্যা	189
5.3.2 ইলেক্ট্রোপ্লেটিং	190
5.4 তড়িৎ রাসায়নিক কোষে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াগুলির প্রয়োগ	193
5.4.1 প্রাথমিক কোষ বা শুষ্ক কোষ	193
5.4.2 সেকেন্ডারি সেল বা সঞ্চয় কোষ	194
5.5 ক্ষয় - একটি ভূমিকা	199
5.5.1 শুষ্ক বা রাসায়নিক ক্ষয়	200
5.5.2 আর্দ্র বা তড়িৎ বিশ্লেষণীয় ক্ষয়	202
5.6 ক্ষয়ের হার প্রভাবের কারণ	204
5.6.1 ধাতুর প্রকৃতি	204
5.6.2 ক্ষয়কারী পরিবেশের প্রকৃতি	205
5.7 ক্ষয় প্রতিরোধের আভ্যন্তরীন ব্যবস্থা	206
5.7.1 ধাতু পরিশোধন	206
5.7.2 সংকরায়ন	206
5.7.3 তাপ প্রক্রিয়াকরণ	207

5.8 ক্ষয় প্রতিরোধের বাহ্যিক ব্যবস্থা	208
5.8.1 ক্যাথোডিক সুরক্ষা	208
5.8.2 অ্যানোডিক সুরক্ষা	209
5.8.3 ক্ষয় প্রতিরোধী পদার্থ বা করোশন ইনহিবিটরস	210
5.9 সূজনশীল অনুসন্ধান এবং কৌতুহল	211
ইউনিটের সারাংশ	212
অনুশীলনী	212
ব্যবহারিক পরীক্ষা	213
আরও জেনে রাখো	226
তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ	226
সংযোজন: ব্যবহারিক পরীক্ষার তথ্যপঞ্জী	227
পরিশিষ্ট-I	229
আধিক জ্ঞানের জন্য পাঠ	232
CO এবং PO অর্জন করার সারণী	233
অনুক্রমণী	234-236



1

পারমাণবিক + এবং দ্রবণ

ইউনিট সূচি

- এই ইউনিট নিম্নলিখিত প্রধান বিষয় নিয়ে গঠিত:
- পারমাণবিক গঠন
- রাসায়নিক বন্ধন
- দ্রবণ

অনুসন্ধিৎসা এবং কৌতুহল সৃষ্টির জন্যে উপরোক্ত ধারণা গুলি উদাহরণ সহযোগে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধানের সৃজনশীল ক্ষমতা বিকাশের উদ্দেশ্যে দৈনন্দিন জীবনে ও শিল্পক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারিক প্রয়োগের উপরে ধারণা গঠন করা হয়েছে। ইউনিটের মধ্যে শিক্ষণ ক্ষেত্রের বিভিন্ন স্তরে ও বিভিন্ন ব্যবধানে শিক্ষার মূল্যায়ন করার জন্যে গঠনমূলক মূল্যায়নের উপযোগী প্রশ্ন তৈরী করা হয়েছে।

প্রকৃত অর্থে ফলাফল ভিত্তিক পাঠ্যক্রমের কার্যকরী বাস্তবায়নের জন্য, ইউনিটের মধ্যে নানারকম কার্যক্রম, যেমন ক্ষুদ্র প্রকল্প, নির্দিষ্ট কাজ, কারখানা দর্শন ইত্যাদি রাখা হয়েছে।

পরিপূরক পাঠ এবং অনুশীলনের জন্যে বিভিন্ন বিষয়/উপ বিষয়ের উপর নমুনা QR কোড প্রদান করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

ডিপ্লোমা প্রক্রিয়ালীদের সকল বিদ্যমান উপাদানের বিন্যাস, মৌলিক কণা, পরমাণু এবং অণুর কাঠামোগত বিন্যাস বুঝতে হবে। পরমাণুর কাঠামো বোঝার জন্য বিভিন্ন বিজ্ঞানীরা আইন ও চীতির আকারে যে তত্ত্বগুলি তুলে ধরেছেন তা ব্যাখ্যা করা হয়েছে। রাসায়নিক বন্ধন মানব শারীরবৃত্তে গুরুত্বপূর্ণ। আমাদের শরীরের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোটিন এবং কার্বোহাইড্রেট সবই পরমাণুর মধ্যে রাসায়নিক বন্ধনের ফল। আমাদের শ্বাসপ্রশ্বাসের অঙ্গিজেন, আমাদের প্রয়োজনীয় ওষুধপত্র - সবই পরমাণুর মধ্যে রাসায়নিক বন্ধনের ফল। এটি বিভিন্ন ধরণের কাঠামোতে পরমাণুগুলিকে কীভাবে একসাথে রাখা হয় তা ব্যাখ্যা করতে সহায়তা করে।

রাসায়নিক বন্ধন এবং দ্রবণের জ্ঞান রসায়নবিদ, বিজ্ঞানী এবং প্রতিটি ব্যক্তির জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। রাসায়নিক বন্ধন এমন পদার্থ/যৌগ তৈরি করে যা সবাই ব্যবহার করে। এটি বিজ্ঞানীদের নতুন ইঞ্জিনিয়ারিং উপকরণ ডিজাইন করতে এবং নির্দিষ্ট ব্যবহারের উপযোগী বৈশিষ্ট্যের সাথে রাসায়নিক যৌগ গঠন করতে সাহায্য করে। বিজ্ঞানীরা রাসায়নিক বন্ধনের জন্যে পর্যায় সারণিতে 118 টি উপাদান উপস্থাপন করতে পেরেছেন। ভবিষ্যতের চিত্র অনুধাবনের সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষার্থীকে বিভিন্ন ক্ষেত্রে কাজ করতে হবে যাতে করে সে বন্ধনের মৌলিক দিক গুলির সঙ্গে পরমাণু, আধান বা আয়ন ও অণুর অসংগত ব্যবহার গুলি ও বুঝতে পারে।

পূর্ব-প্রস্তুতি

- রসায়ন: পদার্থের গঠন
- গণিত: মৌলিক বীজগণিত এবং জ্যামিতি
- অন্যান্য: বেসিক আইসিটি দক্ষতা

ইউনিট ফলাফল

U1-O1: গঠন চিত্রণে বিভিন্ন পারমাণবিক তত্ত্ব ও মডেলের ব্যবহারিক প্রয়োগ

U1-O2: বিভিন্ন মৌলের পারমাণবিক গঠন-সংস্থান (configuration) লেখা

U1-O3: রাসায়নিক বন্ধনের ভিত্তিতে আয়নিক, সমযোজী ও সমন্বয়ী যৌগের মধ্যে প্রভেদ বোঝা।

U1-O4: নির্দিষ্ট মাত্রা বা শক্তির (নর্মালিটি, মোলারিটি ইত্যাদি) দ্রবণ প্রস্তুত করতে পারা।

কোর্সের ফলাফলের সাথে ইউনিট ফলাফলের ম্যাপিং

ইউনিট-1 ফলাফল	কোর্সের ফলাফল সহ প্রত্যাশিত ম্যাপিং				
	(1-দুর্বল পারম্পরিক সম্পর্ক, 2-মাঝারি সম্পর্ক, 3-শক্তিশালী পারম্পরিক সম্পর্ক)	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4
U1-O1	3	-	-	-	-
U1-O2	3	-	-	-	-
U1-O3	3	-	-	-	-
U1-O4	3	-	-	-	-

1.1 পারমাণবিক গঠন

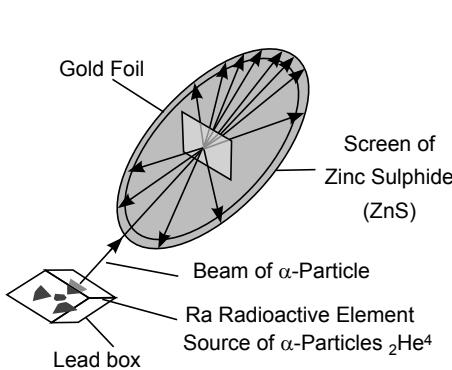
1.1.1 ভূমিকা

একটি পরমাণু মহাবিশ্বের ক্ষুদ্রতম অংশ। পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণার গঠন ও বিন্যাস বোঝার জন্যে বিশের সব চিন্তাবিদ ও দার্শনিকরা বিভিন্ন তত্ত্ব উপস্থাপনা করেছেন। এই ইউনিটে পারমাণবিক গঠনের মূল ধারণা, যা বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষার মাধ্যমে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে, তা আমরা শিখব।

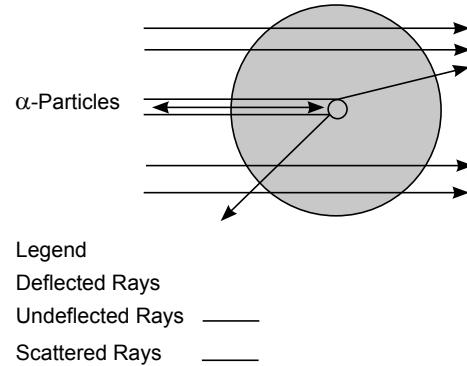
আকর্ষণীয় সত্য: বোর দ্বারা ব্যাখ্যা করা একটি পরমাণুর গঠন ঠিক আমাদের সৌরজগতের মতো যেখানে সূর্য কেন্দ্রে রয়েছে।

1.1.2 পরমাণুর রাদারফোর্ড মডেল

1900 সালের প্রথম দিকে, বিভিন্ন দেশের বিজ্ঞানীরা পারমাণবিক গঠন ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করেছিলেন। যদিও জে.জে. থমসন 1897 সালে একটি পরমাণুতে ইলেকট্রনের উপস্থিতি আবিষ্কার করেছিলেন, তবুও তিনি পরমাণুর গঠন পূর্বাভাস দিতে পারেন নি। ইলেকট্রন আবিষ্কার করে জে.জে. থমসন 1906 সালের নোবেল পুরস্কার জিতেছেন।



চিত্র 1.1 (a) : রাদারফোর্ডের পরীক্ষায় একটি পরমাণুর মাধ্যমে α -রশ্মির ছড়ানো



চিত্র 1.1 (b): রাদারফোর্ডের সোনার পাতের পরীক্ষা

রাদারফোর্ড তার বিখ্যাত সোনার ফয়েল বা পাতের পরীক্ষার সাহায্যে প্রোটনের উপস্থিতি আবিষ্কার করেন। রাদারফোর্ড রেডিয়ামকে আলফা কণার উৎস হিসাবে ব্যবহার করেছিলেন যা একটি সীসার বাস্তুর ভিতরে রাখা হয়েছিল। অতি পাতলা একটি সোনার পাতের ওপর আলফা-রশ্মি দিয়ে আঘাত করার পর বিচ্যুত, অবিচ্যুত ও বিচ্ছুরিত আলফা কণা গুলির উপস্থিতি একটি স্বতঃদীপ্ত জন্স-পর্দার ওপর রেকর্ড করা হয় (চিত্র: 1.1a)।

তিনি এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে পরমাণুর সব ধনাত্মক চার্জ এবং ভর পরমাণুর কেন্দ্রে একটি খুব ছোট জায়গায় কেন্দ্রীভূত হয়ে আছে, যাকে তিনি নাম দিয়েছিলেন নিউক্লিয়াস।

নিউক্লিয়াস হল পরমাণুর ঘন কেন্দ্রীয় অংশ যা প্রোটন এবং নিউট্রন দিয়ে তৈরী এবং এখানেই পরমাণুর প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত থাকে। ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারপাশে বিস্তারিত হয়ে থাকে এবং পরমাণুর বেশিরভাগ আয়তন দখল করে।



Rutherford Model of an Atom

1.1.3 বোরের তত্ত্ব

রাদারফোর্ডের পারমাণবিক ত্রুটিগুলি কাটিয়ে ওঠার জন্য বোর তার পারমাণবিক মডেল প্রস্তাব করেছিলেন। বোরের পারমাণবিক মডেল নিম্নলিখিত অনুমান গুলির উপর ভিত্তি করে প্রস্তাবিত :

- একটি পরমাণুর মধ্যে একটি ঘন ধনাত্মক চার্জযুক্ত স্থির কেন্দ্রীয় অংশ থাকে যা নিউক্লিয়াস নামে পরিচিত।
- নিউক্লিয়াসে প্রোটন এবং নিউট্রন থাকে যাকে একত্রে নিউক্লিয়ন বলে।
- ইলেকট্রনগুলি নির্দিষ্ট বৃত্তাকার পথে নিউক্লিয়াসের চারপাশে ঘোরে - তাকে বলা হয় কক্ষপথ।
- স্থির কক্ষপথ বা বিকিরণহীন কক্ষপথ হল সেই কক্ষপথ যেখানে ইলেকট্রন শক্তি বিকিরণ করে না অর্থাৎ শক্তির ক্ষয় ছাড়াই ইলেকট্রনগুলি ঘূরতে পারে।
- যে কক্ষপথ গুলিতে ইলেকট্রনের কোণিক ভরবেগ $\left(\frac{h}{2\pi}\right)$ এর অখণ্ড গুণিতক, সেগুলি ইবেধ বা স্থায়ী কক্ষপথ ; অর্থাৎ $mvr = n \left(\frac{h}{2\pi}\right)$.



Bohr's Model

যেখানে n একটি প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা বা শেল সংখ্যা, ভরবেগ ভর এবং বেগের গুণফল (mv), r হল ব্যাসার্ধ, h প্লাকের ঝর্বক $= 6.626 \times 10^{-34}$ J sec

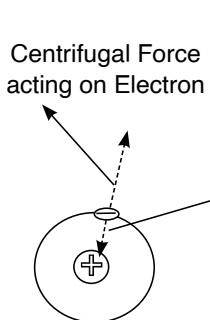
কক্ষপথের আকৃতি বৃত্তাকার। কক্ষপথ K, L, M, N দ্বারা নির্ধারিত হয়। অথবা নিউক্লিয়াস থেকে 1, 2, 3, 4 হিসাবে চিহ্নিত করা হয়। (চিত্র)

4 | ফলিত রসায়ন

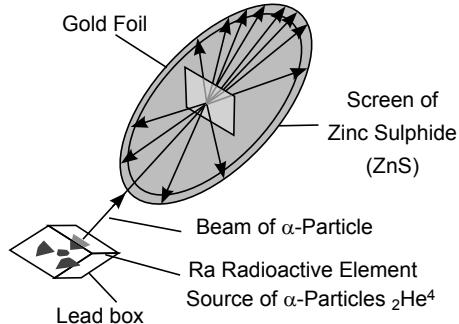
$$n = 1, 2, 3, 4 \dots \text{এর জন্যে ইলেকট্রনের কোণিক ভরবেগ হল যথাক্রমে } mvr = 1\left(\frac{h}{2\pi}\right), mvr = 2\left(\frac{h}{2\pi}\right), mvr = 3\left(\frac{h}{2\pi}\right), mvr = 4\left(\frac{h}{2\pi}\right) \dots$$

একটি কক্ষে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা $2n^2$ সূত্র দ্বারা দেওয়া হয়, যেখানে n হল কক্ষপথ সংখ্যা।

নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের মধ্যে আকর্ষণী তড়িৎশক্তি কেন্দ্রাতিগ বলের দ্বারা ভারসাম্য বজায় রাখে (চিত্র 1.2) আর সেই জন্যেই ইলেকট্রনগুলি নিউক্লিয়াস এর ওপর এসে পড়ে না অথবা কক্ষপথ ছাড়িয়ে চলেও যায় না; এভাবেই পরমাণু স্থিতিশীল থাকে।



Electrostatic Force of attraction between Electron and Proton



চিত্র 1.2 (b): বোরের পরমাণুর গঠন

চিত্র 1.2 (a): প্রোটন এবং ইলেকট্রনের মধ্যে আকর্ষণের তড়িৎশক্তি ইলেক্ট্রনের ওপরে প্রযুক্ত কেন্দ্রাতিগ বলের সমান

SAQ 1	একটি পারমাণবিক শেলের সর্বাধিক সংখ্যক ইলেকট্রন ধারণ করার ক্ষমতা এই সূত্র দ্বারা দেওয়া হয়েছে			
1. $1/2n^2$	2. $2n^2$	3. $3/2n^2$	4. $4/2n^2$	

উত্তর: 2

SAQ 2	রাদারফোর্ড পরীক্ষায়, অবিচ্ছুত কণাগুলির সর্বাধিক সংখ্যা এটিকে বোরায়			
	1. একটি পরমাণুর অধিকাংশ স্থানই শূন্য	2. একটি পরমাণুতে সর্বোচ্চ সংখ্যক নিউক্লিয়াসের উপস্থিতি	3. পরমাণুর কেন্দ্রে উপস্থিত ধনাত্মক চার্জ- এর সর্বোচ্চ সংখ্যা	4. পরমাণুর কেন্দ্রে উপস্থিত ধনাত্মক চার্জ- এর সর্বোচ্চ সংখ্যা

উত্তর: 1

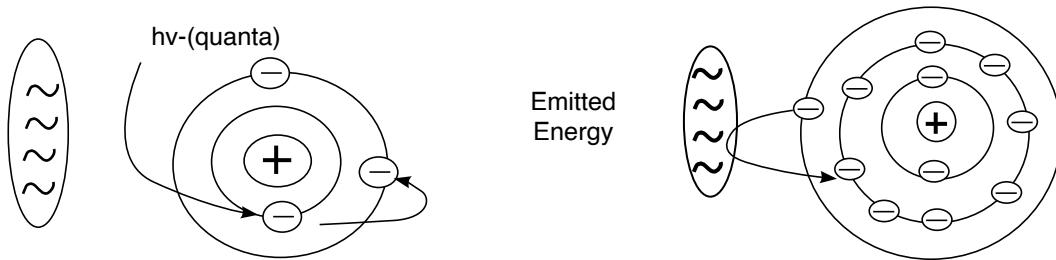
SAQ 3	বোরের তত্ত্ব অনুসারে, $n = 4$ এর জন্য একটি ইলেকট্রনের কোণিক ভরবেগ			
	1. $\frac{h}{2\pi}$	2. $\frac{2h}{2\pi}$	3. $\frac{4h}{3\pi}$	4. $\frac{2h}{\pi}$

উত্তর: 4

1.1.4 বোরের পরমাণুর মডেলের উপর ভিত্তি করে হাইড্রোজেন স্পেকট্রাম ব্যাখ্যা

যখন পরমাণু শক্তি শোষণ করে, ইলেকট্রন নিম্ন শক্তির স্তর থেকে উচ্চতর শক্তির স্তরে চলে যায়। এই ইলেকট্রন গুলি jumping বা উদ্ভেজিত ইলেকট্রন নামে পরিচিত।

চিত্রে দেখানো হয়েছে যে যখন ইলেকট্রন শক্তি বিকিরণ করে, তখন সে উচ্চতর শক্তির স্তর থেকে কম শক্তির স্তরে নেমে আসে। এর ফলে নির্গত শক্তি হল দুটি শক্তির স্তরের মধ্যে শক্তির পার্থক্য অর্থাৎ $h\nu =$ উচ্চ শক্তি স্তরে উপস্থিত ইলেকট্রনের শক্তি - নিম্ন শক্তি স্তরে উপস্থিত ইলেকট্রনের শক্তি। শোষিত শক্তি বা নির্গত শক্তি শুধুমাত্র কোয়ান্টা বা ফোটন আকারে থাকে। উন্নেজিত ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিসম্পন্ন হওয়ায় কম শক্তির কক্ষপথে লাফাতে পারে না।



(a) : ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে এবং উচ্চ শক্তি স্তরে ঝাঁপ দেয় (b) : ইলেকট্রন শক্তি নিঃসরণ করে এবং নীচের স্তর টিতে ঝাঁপ দেয়

চিত্র 1.3: শক্তি শোষণ এবং নিঃসরণের পর একটি ইলেকট্রনের ঝাঁপ

একটি ইলেকট্রন যখন উচ্চ শক্তির স্তর থেকে নিচের দিকে ঝাঁপ দেয় তখন শক্তির মধ্যে পার্থক্য থাকে। [চিত্র 1.3 (b)]। যখন একটি ইলেকট্রন শক্তি নির্গত করে তখন এটি ফোটনের আকারে শক্তি নির্গত করে। অর্থাৎ $E = h\nu$ । শক্তিক্ষয়ের কারণে, বিভিন্ন কম্পাক্ষের বর্ণালী রেখার বিকাশ ঘটে যা দেখায় যে দুটি ভিন্ন কক্ষপথের মধ্যে দূরত্ব সমান নয়।

আমরা নিউক্লিয়াস থেকে দূরে সরে গেলে, কক্ষপথের শক্তি বাড়তে থাকে, যখন কক্ষপথের মধ্যে দূরত্ব কমতে থাকে। এক কক্ষপথ থেকে অন্য কক্ষপথে ইলেকট্রনের ঝাঁপ দেওয়া (যা ইলেকট্রনের রূপান্তর নামেও পরিচিত)-র ফলে শক্তির নিঃসরণ ঘটে। ফোটন আকারে নিঃসৃত এই স্থানান্তরের কম্পাক্ষ এভাবে দেওয়া হয় :

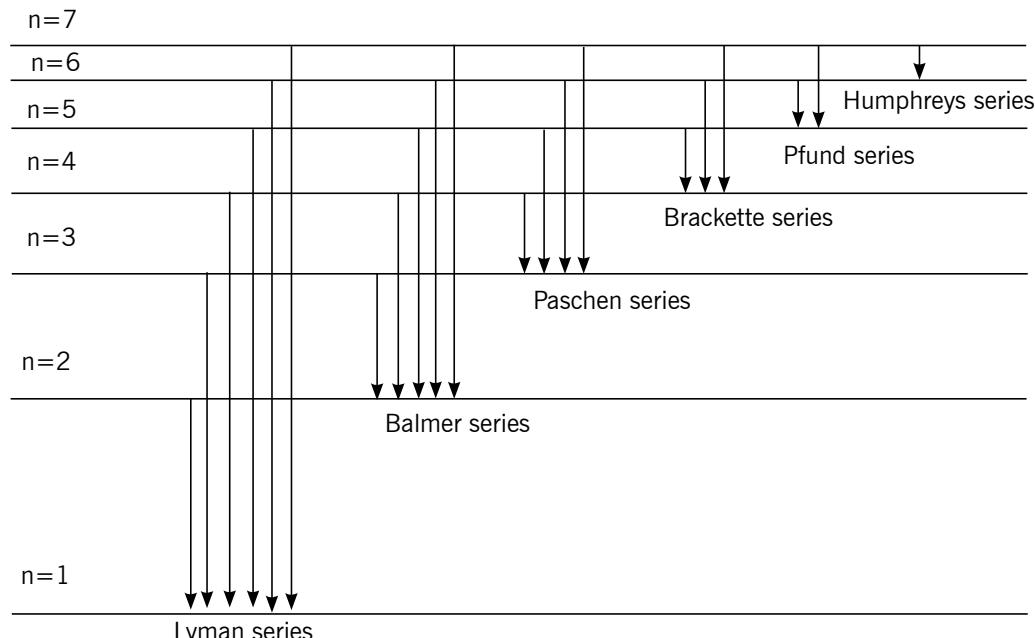
$$\bar{v} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$$

যেখানে R_H হল Rydberg এর ধ্রুবক, n_i হল প্রাথমিক স্তরের কক্ষপথ, n_f হল চূড়ান্ত স্তরের কক্ষপথ। তরঙ্গ সংখ্যাগুলি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক। অতএব বিভিন্ন বর্ণালী সিরিজের ফোটনের তরঙ্গ সংখ্যা সারণি 1.1 এবং চিত্র 1.4 তে দেখানো হয়েছে। বোর তত্ত্ব সফলভাবে হাইড্রোজেন এবং হাইড্রোজেন-অনুরূপ পরমাণুর বর্ণালী যেমন He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} , B^{4+} এর জন্য সফলভাবে হিসাব করে। উচ্চতর শক্তি স্তর থেকে নিম্ন শক্তির স্তরে ইলেকট্রনের রূপান্তরের কারণে বিভিন্ন বর্ণালী তৈরি হয়। যেমন লাইমান সিরিজ হল ইলেকট্রনের শক্তির স্তর 2 বা 3 বা 4 অথবা... প্রথম শক্তি স্তরে রূপান্তরের জন্য একটি বর্ণালী সিরিজ। একইভাবে অন্যান্য সিরিজগুলি বিকশিত হয় (সারণী 1.1)।

সারণী 1.1: বিভিন্ন অঞ্চলে হাইড্রোজেন বর্ণালীর উপস্থিতি

শ্রেণীর নাম	n_f ইলেকট্রন যেখানে ঝাঁপাচ্ছে	$\geq n_i$ ইলেকট্রন যেখানে ঝাঁপাচ্ছে	অঞ্চলে উপস্থিতি
লাইম্যান সিরিজ	1	2, 3, 4 ...	অতিবেগুনী অঞ্চল
বালমার সিরিজ	2	3, 4, 5, 6, ...	দ্রুত্যান্ত অঞ্চল
পাসচেন সিরিজ	3	4, 5, 6, 7 ...	অবলোহিত অঞ্চল

শ্রেণীর নাম	n_f ইলেকট্রন যেখানে বাঁপাছে	$\geq n_i$ ইলেকট্রন যেখানে বাঁপাছে	অধিলে উপস্থিত
ব্রাকেট সিরিজ	4	5, 6, 7, ...	অবলোহিত অধিল
ফুন্ড সিরিজ	5	6, 7, ...	অবলোহিত অধিল
হামফ্রেস সিরিজ	6	7, 8, ...	অবলোহিত অধিল



চিত্র 1.4 : ইলেকট্রন বাঁপের কারণে হাইড্রোজেন স্পেকট্রাম লাইন

1.1.5 হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতি

ইলেকট্রন এর সঠিক অবস্থান এবং গতিবেগ একমোগে সঠিকভাবে নির্ধারণ করা সম্ভব নয়।

ধরো Δx হল একটি ইলেকট্রনের অবস্থান সম্পর্কিত অনিশ্চয়তা এবং Δp হল ইলেকট্রনের গতিবেগের সাথে সম্পর্কিত অনিশ্চয়তা। গাণিতিকভাবে এটিকে এইভাবে প্রকাশ করা যায়:

$$(\Delta x)(\Delta p)$$

যখন (Δx) খুবই ছোট হয়, তখন আমরা কণার আনুমানিক অবস্থান অপেক্ষাকৃত নির্ভুলভাবে অনুমান করতে পারি কিন্তু সেই একই সময়ে Δp অর্থাৎ গতি সম্পর্কিত অনিশ্চয়তা বেশি হবে। যেখানে Δx হল অবস্থানের অনিশ্চয়তা এবং Δp হল কণার গতিবেগ (বা বেগ) এর অনিশ্চয়তা। যদি ইলেকট্রনের অবস্থান উচ্চ মাত্রার নির্ভুলতার সাথে পরিচিত হয় (Δx ছোট), তাহলে ইলেকট্রনের বেগ অনিশ্চিত হবে (Δp বড়)। অন্যদিকে, যদি ইলেকট্রনের বেগ সঠিকভাবে জানা যায় (Δp ছোট), তাহলে ইলেকট্রনের অবস্থান অনিশ্চিত হবে (Δx বড় হবে)। হাইজেনবার্গ 1932 সালে কোয়ান্টাম মেকানিক্স তৈরির জন্য নোবেল পুরস্কার জিতেছিলেন, যার প্রয়োগ তাঁকে হাইড্রোজেনের বহুপাতা বা অ্যালোট্রিপিক ফর্ম আবিষ্কারে প্রোচিত করেছিল।

SAQ 4 "একসঙ্গে একটি ছোট চলমান কণার সঠিক অবস্থান এবং গতিবেগ সঠিকভাবে নির্ধারণ করা সম্ভব নয়"			
1. কক্ষপথের ধারণা	2. আউফবাউ নীতি	3. পাউলির অপবর্জন নীতি	4. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতি

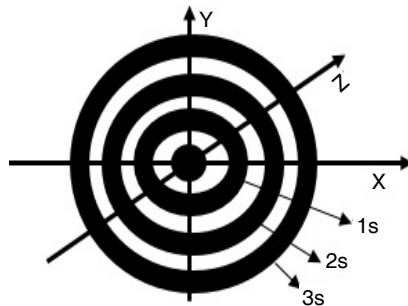
1.1.6 অরবিটাল কনসেপ্ট এবং s, p, d এবং f অরবিটালের আকার

বোর প্রস্তাবিত একটি কক্ষপথ হল নিউক্লিয়াসের চারপাশে একটি নির্দিষ্ট বৃত্তাকার পথ যেখানে একটি ইলেকট্রন চলাচল করে। হাইজেনবার্গ অনিশ্চয়তা নীতি অনুযায়ী ইলেকট্রনের এই পথের সুনির্দিষ্ট বর্ণনা অসম্ভব। নিম্নরূপ চার ধরনের অরবিটাল বা কক্ষপথ রয়েছে:

s-অরবিটাল

এই কক্ষপথগুলির গোলাকার এবং আকৃতিতে কোনো দিক নির্দেশ নেই। প্রতিটি কক্ষপথ বিপরীত ঘূর্ণনে 2 টি ইলেকট্রন ধারণ করতে পারে। $+1/2$ ঘূর্ণন সহ একটি ইলেকট্রন, অন্য $-1/2$ ঘূর্ণন সহ। অন্যভাবে বলতে গেলে একটি উর্ধ্বমুখী ঘূর্ণন এবং অন্যটি নিম্নমুখী ঘূর্ণন বা একটি ঘড়ির কাঁটার ঘোরার দিকে আর আরেকটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে (অ্যান্টিক্লকওয়াইজ স্পিন)। 1s এর মাপ 2s কক্ষপথের চেয়ে কম; 2s এর মাপ বা আকার 3s কক্ষপথের চেয়ে কম।

দুটি এস-অরবিটালের মধ্যেকার ফাঁকা অঞ্চল, যেখানে ইলেকট্রন খুঁজে পাওয়ার সম্ভাবনা শূন্য শতাংশ, তা শূন্য ইলেকট্রন ঘনত্ব অঞ্চল হিসাবে পরিচিত।

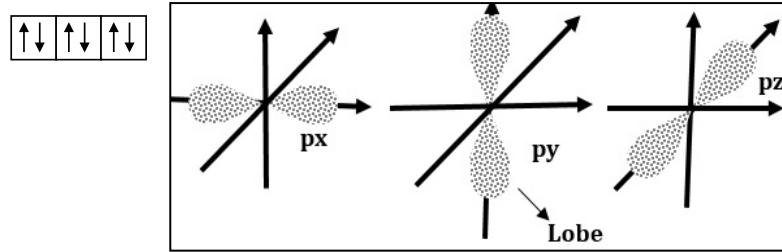


চিত্র 1.5 : s -অরবিটালের আকৃতি

p-অরবিটাল

এখানে তিনটি p-সাব অরবিটাল বা উপ-কক্ষপথ (p_x , p_y এবং p_z) আছে যা ডান্ড বেলের বা বেলুনের আকার ধারণ করে। এই কক্ষপথগুলিতে দিকনির্দেশ রয়েছে - এগুলি কক্ষপথ-এর অক্ষ বরাবর। প্রতিটি p সাব অরবিটাল বিপরীত ঘূর্ণনে 2 টি ইলেকট্রন ধারণ করতে পারে তাই p কক্ষপথের ক্ষমতা 6 টি ইলেকট্রন।

এই উপ-কক্ষপথগুলিকে অপজ্ঞাত (যা সমান পরিমাণ শক্তি ধারণ করে) বলা যেতে পারে। যদি কক্ষপথের বেলুন টি x- অক্ষ বরাবর বিস্তার করা হয়, তাহলে সেই কক্ষপথটিকে p_x -অরবিটাল বলা হয়। একইভাবে যদি বেলুন টি y- অক্ষ বরাবর বিস্তার করা হয় তাহলে সেই অরবিটালকে p_y -অরবিটাল বলা হয় এবং যদি বেলুন টি z- অক্ষ বরাবর বিস্তার করা হয় তাহলে সেই অরবিটালকে p_z -অরবিটাল বলা হয়।

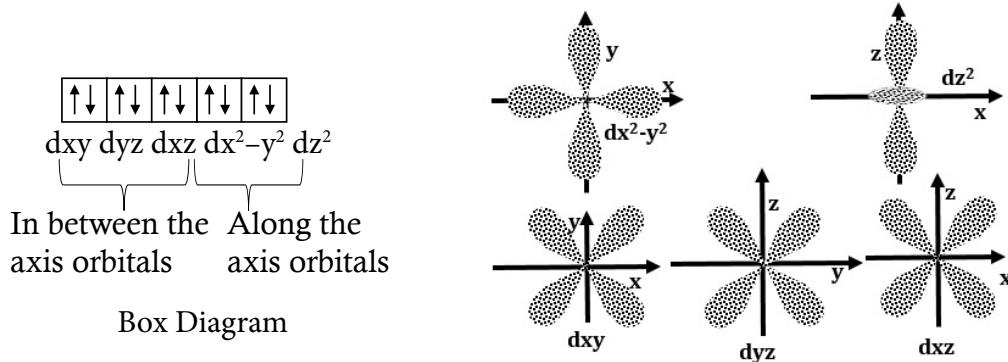


চিত্র 1.6 : p-অরবিটালের ডাস্বেল আকৃতি

d- অরবিটাল

পাঁচটি d-সাব-অরবিটাল (d_{xy} , d_{yz} , d_{xz} , dx^2 , dy^2 এবং dz^2) বা উপ-কক্ষপথ রয়েছে। d- অরবিটাল এর দৈত ডাস্ব-বেল আকৃতি বা চার বেলুনের সমতলীয় আকার রয়েছে। এই কক্ষপথগুলিতে দিকনির্দেশ রয়েছে এবং এগুলি কক্ষপথের অক্ষ (dx^2 - dy^2 এবং dz^2) এবং অক্ষের মধ্য বরাবর (d_{xy} , d_{yz} এবং d_{xz}) বিস্তৃত।

প্রতিটি d-সাব- অরবিটাল দুটি ইলেকট্রনকে বিপরীত ঘূর্ণনে ধারণ করতে পারে তাই d- অরবিটালের সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা 10টি ইলেকট্রন।



চিত্র 1.7: অরবিটালের ডাস্বেল আকৃতি

f- অরবিটাল

- সাতটি f- সাব অরবিটাল আছে f_x (x^2-3y^2), f_y ($3x^2-y^2$), f_z (x^2-y^2), f_{xz}^2 , f_{yz}^2 , f_z^3 , f_{xyz}
- f-অরবিটাল -এর আকার খুবই জটিল।
- প্রতিটি f-অরবিটালের সাতটি f-সাব অরবিটাল আছে তাই মোট ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 14 টি ইলেকট্রন।

1.1.7 কোয়ান্টাম সংখ্যা

বের মডেলটি ছিল একমাত্রিক মডেল যা পরমাণুতে ইলেকট্রনের ব্যাপন বর্ণনা করার জন্য একটি কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যবহার করেছিল। এটি কক্ষপথের আকার ব্যাখ্যা করে, যা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) দ্বারা বর্ণিত হয়েছিল। শ্রেডিংজারের মডেল ইলেকট্রনকে ত্রিমাত্রিক স্থান দখল করতে দেয়। তাই যে কক্ষপথে ইলেকট্রন পাওয়া যায় তার বর্ণনা দিতে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট প্রয়োজন। একটি পরমাণুতে এই চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা ইলেকট্রনের সঠিক অবস্থান প্রদান করে। এটি ঠিক প্লেবাল পজিশনিং সিস্টেম (GPS) অবস্থান বা ঠিকানার কাজ করার মত; আমরা বলতে পারি যে এই কোয়ান্টাম সংখ্যাগুলো ইলেকট্রনের

সঠিক অবস্থান বা ঠিকানা দেয়।

চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা, যথা -প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) প্রধান শক্তি স্তর সম্পর্কে তথ্য দেয়; আজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা (l) উপ-শক্তি স্তর সম্পর্কে তথ্য সরবরাহ করে; চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) উপ-শক্তি স্তরের দিকনির্দেশের তথ্য দেয় এবং স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (m_s) ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করে।

1.1.7 (A) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n)

- এই কোয়ান্টাম সংখ্যাটি (n) অক্ষর দ্বারা উপস্থাপন করা হয়।
- এই সংখ্যাটি ইলেকট্রনের অবস্থানের পাশাপাশি ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত শক্তির তথ্য দেয়।
- ' n ' এর মান হল ধনাত্মক অখণ্ড সংখ্যা যেমন $1, 2, 3, 4 \dots$ ইত্যাদি যা কিনা $K, L, M, N \dots$ ইত্যাদির সঙ্গে সম্পর্কিত।

1.1.7 (B) কৌণিক গতিবেগ কোয়ান্টাম সংখ্যা বা আজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)

- এই কোয়ান্টাম সংখ্যাটি (l) অক্ষর দ্বারা উপস্থাপন করা হয়।
- এটি উপ-শক্তির স্তর বর্ণনা করতে ব্যবহৃত হয়।
- আজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হল 0 থেকে $n-1$ পর্যন্ত সমস্ত সম্ভাব্য পূর্ণ সংখ্যা

যখন $n = 1$ তখন $l = 0$ (s- অরবিটাল কে বোঝায়)

যখন $n = 2$ তখন $l = 0, 1$ (s এবং p -অরবিটাল কে বোঝায়)

যখন $n = 3$ তখন $l = 0, 1, 2$ (s, p এবং d -অরবিটাল কে বোঝায়)

যখন $n = 4$ তখন $l = 0, 1, 2, 3$ (s, p, d এবং f -অরবিটাল কে বোঝায়)

- এভাবে বিভিন্ন সাব -শেল বা উপকক্ষপথ কে $l = 0, 1, 2, 3$ এর মান অনুযায়ী যথাক্রমে s, p, d, f হিসেবে মনোনীত করা হয়।

1.1.7 (C) চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)

- এই কোয়ান্টাম সংখ্যাটি (m) অক্ষর দ্বারা উপস্থাপন করা হয়।
- এটি কক্ষপথের অভিযোজন বর্ণনা করতে ব্যবহৃত হয়।
- m এর অনুমোদিত মানগুলির সংখ্যা l এর মানগুলির উপর নির্ভর করে।
- m এর সম্ভাব্য মানগুলি -1 থেকে 0 থেকে $+1$ পর্যন্ত মোট $2l+1$ মান তৈরি করে। [সারণী 1.1.7 (C)]

সারণী 1.2 : চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা

আজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)	চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যার গণনা ($m = 2l+1$)	ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যার মান	নিউক্লিয়াসের চারপাশে বিস্তার
$l = 0$ (s- অরবিটাল)	$m = 2 \times 0 + 1 = 1$	0	এক
$l = 1$ (p- অরবিটাল)	$m = 2 \times 1 + 1 = 3$	$-1, 0, +1$	তিনি
$l = 2$ (d- অরবিটাল)	$m = 2 \times 2 + 1 = 5$	$-2, -1, 0, +1, +2$	পাঁচ
$l = 3$ (f- অরবিটাল)	$m = 3 \times 2 + 1 = 7$	$-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$	সাত

1.1.7 (D) স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (m_s)

-এই কোয়ান্টাম সংখ্যাটি (m_s) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

- ইলেকট্রন তার নিজের অক্ষের দিকে কোন দিকে ঘুরছে তা দেখায়।
- স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা দুটি সম্ভব্য মান দেখায় যেমন ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণন বা স্পিন (+) হিসাবে এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘূর্ণন বা স্পিন (-) হিসাবে।

1.1.8 পাউলির অপর্বর্জন নীতি

একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার একই সেট থাকতে পারে কিন্তু তাদের চতুর্থ কোয়ান্টাম সংখ্যার মানের মধ্যে অবশ্যই পার্থক্য থাকতে হবে (সারণি 1.1.8)

[Ne] গ্যাসের প্রথম দুটি ইলেকট্রনের তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই কিন্তু স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান আলাদা অর্থাৎ একটি $(+\frac{1}{2})$ স্পিন দিয়ে এবং অন্যটি $(-\frac{1}{2})$ স্পিন দিয়ে লেখা হয়।

সারণী 1.3: [Ne]-এ প্রথম 10 ইলেকট্রনের জন্য চারাটি কোয়ান্টাম সংখ্যা

প্রধান কোয়ান্টাম নং (n)	আজিমুথাল কোয়ান্টাম নং (l) = 0 থেকে n - 1	চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম নং (m) = -1 থেকে +1	স্পিন কোয়ান্টাম নং (ms)	মন্তব্য
1(K-কক্ষ)	0 (s-উপ-শক্তিস্তর)	0	+	1s এ প্রথম s ইলেকট্রন
	0 (s- উপ-শক্তিস্তর)	0	-	1s এ দ্বিতীয় s ইলেকট্রন
2(L-কক্ষ)	0 (s- উপ-শক্তিস্তর)	0	+	2s এ প্রথম s ইলেকট্রন
	0 (s- উপ-শক্তিস্তর)	0	-	2s এ দ্বিতীয় s ইলেকট্রন
-	1 (p- উপ-শক্তিস্তর)	-1	+	2px এ প্রথম p ইলেকট্রন
	1 (p- উপ-শক্তিস্তর)	0	+	2py এ প্রথম p ইলেকট্রন
-	1 (p- উপ-শক্তিস্তর)	+1	+	2pz এ প্রথম p ইলেকট্রন
	1 (p- উপ-শক্তিস্তর)	-1	-	2px এ দ্বিতীয় p ইলেকট্রন
-	1 (p- উপ-শক্তিস্তর)	0	-	2py এ দ্বিতীয় p ইলেকট্রন
	1 (p- উপ-শক্তিস্তর)	+1	-	2pz এ দ্বিতীয় p ইলেকট্রন

1.1.9 হণ্ডের সর্বাধিক গুণের নিয়ম

যে কোনো কক্ষে দুটি ইলেকট্রন জোড়া সম্ভব নয় যতক্ষণ না একই শক্তি বিশিষ্ট উপলব্ধ কক্ষপথের প্রতিটিতে একটি করে ইলেকট্রন থাকে।

p-অরবিটালে প্রেশ করার সময় বিভিন্ন পরমাণুর ইলেকট্রন হণ্ডের নিয়ম অনুসরণ করে যেমন সারণি 1.4 তে দেখানো হয়েছে

সারণী 1.4: হল্ডের নিয়ম দ্বারা অনুমোদিত ইলেকট্রনগুলির জোড়ার ব্যবহা

বর্ণনা	কক্ষপথ	হল্ডের নিয়ম দ্বারা অনুমোদিত	হল্ডের নিয়ম দ্বারা অনুমোদিত নয়												
একটি p ইলেকট্রনের সাথে, যেমন B	p	<table border="1"><tr><td>↑</td><td></td><td></td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑			px	py	pz							
↑															
px	py	pz													
দুটি p ইলেকট্রনের সাথে, যেমন C	p	<table border="1"><tr><td>↑</td><td>↑</td><td></td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑	↑		px	py	pz	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td></td><td></td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑↓			px	py	pz
↑	↑														
px	py	pz													
↑↓															
px	py	pz													
তিনটি p ইলেকট্রনের সাথে, যেমন N	p	<table border="1"><tr><td>↑</td><td>↑</td><td>↑</td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑	↑	↑	px	py	pz	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑</td><td></td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑↓	↑		px	py	pz
↑	↑	↑													
px	py	pz													
↑↓	↑														
px	py	pz													
চারটি p ইলেকট্রনের সাথে, যেমন O	p	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑</td><td>↑</td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑↓	↑	↑	px	py	pz	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td></td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑↓	↑↓		px	py	pz
↑↓	↑	↑													
px	py	pz													
↑↓	↑↓														
px	py	pz													
পাঁচটি p ইলেকট্রনের সাথে, যেমন F	p	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td>↑</td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑↓	↑↓	↑	px	py	pz							
↑↓	↑↓	↑													
px	py	pz													
ছয়টি p ইলেকট্রনের সাথে, যেমন Ne	p	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td>↑↓</td></tr><tr><td>px</td><td>py</td><td>pz</td></tr></table>	↑↓	↑↓	↑↓	px	py	pz							
↑↓	↑↓	↑↓													
px	py	pz													

1.1.10 আউফবাউ নিয়ম

যখন বেশ কয়েকটি কক্ষপথ পাওয়া যায়, তখন ইলেকট্রন উপলব্ধ কক্ষপথে শক্তির ক্রমবর্ধমান মান অনুসারে প্রবেশ করে।
 অর্থাৎ নিম্ন শক্তির কক্ষপথ প্রথমে ভরা হয় তারপর ইলেকট্রন উচ্চ শক্তির কক্ষপথে প্রবেশ করে।
 $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s$

1.1.11 ইলেকট্রনের বিন্যাস

$3Li$ এর ইলেকট্রনিক বিন্যাস নিম্নরূপে লেখা যেতে পারে, যেমন: $3Li : 1s^2 2s^1$

লিথিয়ামের ক্ষেত্রে প্রথম দুটি ইলেকট্রন $1s$ কক্ষপথের ধারণ ক্ষমতা পূর্ণ করার পর অবশিষ্ট ইলেকট্রন $2s$ কক্ষপথে প্রবেশ করে।
 প্রথম 11 টি মৌলের কক্ষীয় ইলেকট্রনিক বিন্যাস সারণি 1.5 এ দেখানো হয়েছে।

সারণী 1.5: পারমাণবিক সংখ্যা 11 পর্যন্ত মৌলগুলির কক্ষপথের ইলেকট্রনের বিন্যাস

পারমাণবিক সংখ্যা	প্রতীক	মৌলের নাম	কক্ষপথের ইলেকট্রনিক বিন্যাস			
			K	L	M	N
1.	H	হাইড্রোজেন	$1s^1$			
2.	He	হিলিয়াম	$1s^2$			

পারমাণবিক সংখ্যা	প্রতীক	মৌলের নাম	কঙ্কপথের ইলেকট্রনিক বিল্যাস			
			K	L	M	N
3.	Li	লিথিয়াম	1s ²	2s ¹		
4.	Be	বেরিলিয়াম	1s ²	2s ²		
5.	B	বোরন	1s ²	2s ² 2p ¹		
6.	C	কার্বন	1s ²	2s ² 2p ²		
7.	N	নাইট্রোজেন	1s ²	2s ² 2p ³		
8.	O	অক্সিজেন	1s ²	2s ² 2p ⁴		
9.	F	ফ্লোরিন	1s ²	2s ² 2p ⁵		
10.	Ne	নিয়ন	1s ²	2s ² 2p ⁶		
11.	Na	সোডিয়াম	1s ²	2s ² 2p ⁶	3s ¹	

1.2 রাসায়নিক বন্ধন

ভূমিকা

সমস্ত বস্তু পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত। প্রকৃতিতে বিচ্ছিন্ন অবস্থায় পরমাণুর অস্তিত্ব নেই। স্বর্ণ, রূপা, হীরা এবং প্রাকৃতিকভাবে সৃষ্টি যোগ যেমন জল, সোডিয়াম ক্লোরাইড, CO_2 প্রভৃতি শুধুমাত্র সংমিশ্রণে বিদ্যমান। এমনকি কৃত্রিমভাবে প্রস্তুত করা বিভিন্ন ধরনের যৌগিক পদার্থও পরমাণুর সংযুক্ত অবস্থা মাত্র।

মজার বিষয় হল জল, চিনি, অক্সিজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড, এলপিজি, ভিনেগার, নেলপলিশ রিমুভার, হীরা, টেবিল লবণ, ওয়াশিং সোডা, বেকিং সোডা, ডেট্ল, ওষুধ ইত্যাদি সব যোগ মিলিত অবস্থায় বিদ্যমান।



চিত্র 1.8: দৈনন্দিন জীবনে রাসায়নিক যোগের গুরুত্ব

যৌগ সম্বন্ধে একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ দিক হল বিভিন্ন মৌলের ভিন্ন ভিন্ন সংযোজন ক্ষমতা, যেমনটি নিচের উদাহরণ থেকে স্পষ্ট-

সারণি 1.6: বিভিন্ন মৌলের সংযোজন ক্ষমতা

অন্যান্য মৌলের একক পরমাণুর সাথে মিলিত H পরমাণুর বিভিন্ন সংখ্যা	অন্যান্য মৌলের একক পরমাণুর সাথে মিলিত Cl পরমাণুর বিভিন্ন সংখ্যা
HCl	NaCl
H ₂ O	CaCl ₂
NH ₃	AlCl ₃
CH ₄	CCl ₄

উপরের উদাহরণ থেকে, এটি স্পষ্ট যে পরমাণুর গঠন ও পরমাণুর সঙ্গে সংযুক্ত অন্যান্য পরমাণুর সংখ্যার মধ্যে একটি নির্দিষ্ট সম্পর্ক রয়েছে। গঠিত যৌগের প্রকৃতি সম্মিলিত পরমাণু গুলির যোজনায় বা ভ্যালেন্স ইলেকট্রনের উপর নির্ভর করে।

রাসায়নিক বন্ধন হল একটি যৌগের মধ্যেকার একই বা ভিন্ন মৌলের দুটি পরমাণুর মধ্যে বিদ্যমান সম্পর্কের রসায়ন। আসুন আমরা রসায়নে সম্পর্কের রহস্য বুবাতে চেষ্টা করি। এই সাব ইউনিট একান্তভাবে রাসায়নিক সম্পর্কগুলির প্রকৃতি এবং সংযুক্ত পরমাণুর বৈশিষ্ট্যগুলি, যা কিনা সম্পর্কের এই ধরনের প্রকৃতির জন্য দায়ী, সেসব বুবাতে সাহায্য করবে।

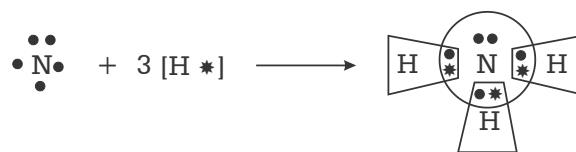
যখন দুটি পরমাণু একে অপরের থেকে আলাদা হওয়ার পরিবর্তে একসাথে থাকে, তখন তারা একে অপরের সাথে রাসায়নিক বন্ধন তৈরি করে বলে বলা হয়। একটি রাসায়নিক বন্ধনকে একটি আকর্ষক বল হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা যেতে পারে যা একটি অগুতে মৌলের পরমাণুগুলিকে একত্রিত করে।

রাসায়নিক বন্ধন সম্পর্কে ধারণাটি এক গুচ্ছ মৌল থেকে এসেছে যা রাসায়নিক যৌগ গঠনের সামান্য প্রবণতা দেখায়। 1916 সালে, লুইস এবং কোসেল দেখতে পান যে নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলি অন্যান্য মৌলের সাথে সংযুক্ত হয় না, এর অর্থ হল তাদের ইলেকট্রনের বিন্যাসে কিছু বিশেষত্ব রয়েছে। আসুন আমরা লুইস তত্ত্ব দ্বারা বুবাতে চেষ্টা করি।

1.2.1 লুইসের অষ্টক বা অষ্টেট সূত্র

লুইস অষ্টক সূত্র অনুসারে, সমস্ত উপাদানের পরমাণু নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মতো ইলেকট্রনিক বিন্যাস অর্জন করার চেষ্টা করতে থাকে কারণ এটি সবচেয়ে স্থিতিশীল ইলেকট্রনিক বিন্যাস। রাসায়নিক বন্ধনে যোজনায় বা ভ্যালেন্স ইলেকট্রনের উপরেখ্যোগ্য ভূমিকা রয়েছে।

অস্থায়ী বা বাইরের অসম্পূর্ণ কক্ষ-যুক্ত সমস্ত পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন থহণ বা বর্জনের একটি প্রবণতা থাকে, যাতে করে সেটি পর্যায় সারণীতে তার নিকটতম নিষ্ক্রিয় গ্যাসের একটি ইলেকট্রন - বিন্যাস অর্জন করতে পারে। একে 'অষ্টেট রূল' বা অষ্টক সূত্র বলা হয়।



চিত্র 1.9: অ্যামোনিয়ার লুইস স্ট্রাকচার

পরমাণুর ইলেকট্রনের সবচেয়ে বাইরের কক্ষপথ সম্পূর্ণ ও স্থিতিশীল করার এই প্রবণতা পরমাণুগুলির মধ্যে রাসায়নিক সংযোগের জন্য দারী। অক্টেট বা অষ্টক ইলেকট্রনকে সম্পূর্ণ অধিগ্রহণ করে বা সমবায় পদ্ধতিতে ব্যবহার করে তৈরি করা যেতে পারে। পরমাণুগুলি ইলেকট্রনের একটি অক্টক বা অক্টেট তৈরি না হওয়া পর্যন্ত বন্ধন তৈরি করতে থাকে।

উদাহরণ: NH_3 তে, নাইট্রোজেন পরমাণুর সবচেয়ে বাইরের কক্ষে 5 টি ইলেকট্রন থাকে। এদিকে হাইড্রোজেনের বাইরের কক্ষে একটি ইলেকট্রন আছে। তাই একটি নাইট্রোজেন তার তিনটি ইলেকট্রন তিনটি হাইড্রোজেন এর তিনটি ইলেকট্রনের সঙ্গে সমবায় পদ্ধতিতে ব্যবহার করে, তিনটি বন্ধন গঠন করে এবং একটি অক্টেট বা অষ্টক তৈরী করতে সক্ষম হয়। H_2 এর বাইরের কক্ষে একটি ইলেকট্রন আছে; সে সেটি এবং নাইট্রোজেনের একটি ইলেকট্রন যৌথ ভাবে ব্যবহার করে, তার নিকটবর্তী হিলিয়াম গ্যাসের দুটি ইলেকট্রনের স্থিতিশীল ব্যবস্থা অর্জন করে।

অষ্টক সূত্র বা অক্টেট রংলের সীমাবদ্ধতা

অক্টেট নিয়ম বেশিরভাগ জৈব যৌগের গঠন এবং পর্যায় সারণির দ্বিতীয়-পর্যায়ের উপাদানগুলি বোঝার জন্য সহায়ক। অক্টেট নিয়মের কিছু সীমাবদ্ধতা আছে-

- এর দ্বারা অণুর আকৃতি ব্যাখ্যা করা যায় না।
- একটি অণুর আপেক্ষিক স্থায়িত্ব এবং শক্তি এর দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায় না।
- অক্টেট নিয়মটি বর গ্যাসের রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার উপর ভিত্তি করে প্রস্তাবিত।
- কিছু বর গ্যাস যেমন জেনোন এবং ক্রিপ্টন, অক্সিজেন এবং ফ্লোরিনের সাথে মিলিত হয়ে কিছু সংখ্যক যৌগ তৈরি করে।

বন্ধনের প্রকার

এখন এস, আমরা তিনটি উপায় বুঝতে চেষ্টা করি, যার মাধ্যমে পরমাণুগুলি ইলেকট্রন প্রহরণ, বর্জন বা যৌথভাবে ব্যবহার করে একটি স্থিতিশীল ইলেক্ট্রনিক বিন্যাস অর্জন করতে পারে। বিভিন্ন ধরণের বন্ধন গুলি নিম্নলিখিত উপায়েও বোঝা যায় -

সারণি 1.7: বন্ধনের ধরণ

ক্রমিক নং	বিভিন্ন ধরনের সংযুক্তি	বন্ধনের প্রকারভেদ
1.	তড়িৎ ধনাত্মক মৌল + তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল	আয়নিক বন্ধন
2.	তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল + তড়িৎ ধনাত্মক মৌল	সমযোজী বন্ধন
3.	তড়িৎ ধনাত্মক মৌল + তড়িৎ ধনাত্মক মৌল	ধাতব বন্ধন

1.2.3 তড়িৎযোজী, আয়নিক বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড

1.2.3 (A) ভূমিকা

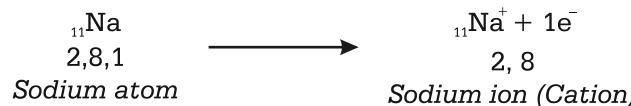
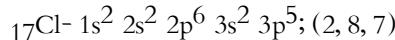
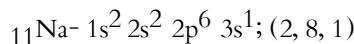
যখন তাদের সবচেয়ে বাইরের কক্ষের ধারণক্ষমতা সম্পূর্ণ করার জন্য একটি পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে ইলেকট্রনের সম্পূর্ণ স্থানান্তরের মাধ্যমে একটি বন্ধন তৈরী করে ও সেই পরমাণু আটটি ইলেকট্রন (অক্টেট বা অষ্টক) বা দুটি ইলেকট্রন (ডুপ্লেট, হাইড্রোজেন বা লিথিয়ামের ক্ষেত্রে) সংগ্রহ করে নিকটতম বর গ্যাসের স্থিতিশীল ইলেক্ট্রনিক বিন্যাস অর্জন করে তখন সেই গঠিত বন্ধনকে আয়নিক বন্ধন বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড বলা হয়।

তড়িৎ-ধনাত্মক (ইলেক্ট্রোপজিটিভ) থেকে তড়িৎ-খণ্ডাত্মক (ইলেক্ট্রোনেগেটিভ) পরমাণুতে এক বা একাধিক ইলেকট্রনের স্থানান্তরের ফলে দুই বা ততোধিক পরমাণুর মধ্যে যে রাসায়নিক বন্ধন তৈরি হয় তাকে তড়িৎযোজী বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড বলে। এই বন্ধনকে আয়নিক বন্ধন বা পোলার বন্ধনও বলা হয়।

আয়নিক বন্ধনের ফলে দুটি বিপরীত আধান বা চার্জযুক্ত আয়ন, ধনাত্মক আয়ন (ক্যাটায়ন) এবং খণ্ডাত্মক আয়ন (আনায়ন) তৈরি হয়, যার ফলে তাদের মধ্যে একটি শক্তিশালী আকর্ষণীয় বন্ধন থাকে যা আয়নিক বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড হিসাবে পরিচিত। ইলেকট্রনগোটিভিটিতে বড় পার্থক্য নিয়ে পরমাণুর মধ্যে আয়নিক বন্ধন তৈরি হয়। আয়নিক বন্ধনও কিছু পরিমাণে সময়োজী চরিত্রের অধিকরী।

সোডিয়াম ক্লোরাইড অণু (NaCl) গঠন

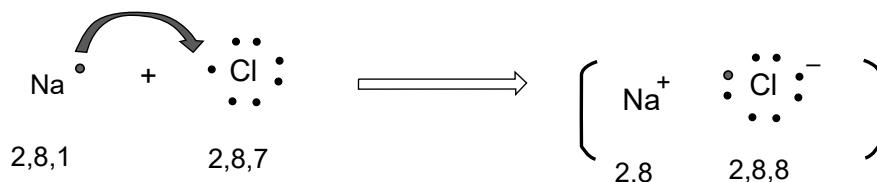
সোডিয়াম ক্লোরাইড অণুতে সোডিয়ামের একটি পরমাণু এবং ক্লোরিনের একটি পরমাণু থাকে। আণবিক গঠনে উপস্থিত পরমাণুর ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল:



এখানে সোডিয়াম একটি ইলেকট্রন বর্জনের দ্বারা +1 ধনাত্মক তড়িৎ-যোজ্যতা দেখায় এবং $[\text{Ne}]$ গ্যাসের ইলেকট্রনিক বিন্যাস অর্জন করে - এখানে ক্লোরিন একটি ইলেকট্রন লাভের মাধ্যমে -1 খণ্ডাত্মক তড়িৎ-যোজ্যতা দেখায় এবং $[\text{Ar}]$ গ্যাসের ইলেকট্রনিক বিন্যাস অর্জন করে।



পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রনের বর্জন এবং প্রহণের কারণে আয়নগুলি তৈরী হয়, যা তড়িৎ শক্তির আকর্ষণে একসাথে থাকে। একটি ইলেকট্রনের ফলে সোডিয়াম তার নিকটতম নিক্ষিয় বা বর গ্যাস $[\text{10Ne}]$ এর ইলেকট্রনিক বিন্যাস অর্জন করে আর সেই একটি ইলেকট্রন প্রহণ করে ক্লোরিন তার নিকটতম বর গ্যাস $[\text{18Ar}]$ এর ইলেকট্রনিক বিন্যাস অর্জন করে।



চিত্র 1.10: ইলেকট্রন স্থানান্তরের কারণে তড়িৎযোজী বন্ধন / আয়নিক বন্ড গঠন

ইলেকট্রনের বর্জন ও প্রহণের মাধ্যমে যে বন্ধন গঠিত হয় অথবা ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড বা আয়নিক বন্ধন (চিত্র 1.2.2 A) বলা হয়। সাধারণত ধাতুগুলির ভ্যালেন্স শেলের মধ্যে 1, 2 বা 3 টি ইলেকট্রন থাকে, তাই তাদের ভ্যালেন্স শেল ইলেকট্রন হারানোর এবং ধনাত্মক তড়িৎ-যোজ্যতা দেখানোর প্রবণতা থাকে। অ-ধাতুগুলির ভ্যালেন্স শেলটিতে 5 বা 6 বা 7 টি ইলেকট্রন থাকে, তাই তাদের ইলেকট্রন প্রহণ এবং খণ্ডাত্মক তড়িৎ-যোজ্যতা দেখানোর প্রবণতা থাকে।

16 | ফলিত রসায়ন

যখন সোডিয়াম এবং ক্লোরিন পরমাণু একত্রিত হয়, তখন তারা তাদের বিপরীত আধানের তড়িৎ শক্তির দ্বারা একসাথে সংশ্লিষ্ট হয়ে থাকে এবং এভাবেই সোডিয়াম ক্লোরাইট (Na^+Cl^-) গঠিত হয়।

1.2.3 (B) আয়নিক বন্ধন এবং যৌগের বৈশিষ্ট্য

আয়নিক বন্ধন ও যৌগের কিছু বৈশিষ্ট্য নিচে উল্লেখ করা হলো-

- একটি পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে ইলেকট্রনের সম্পূর্ণ স্থানান্তর দ্বারা আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়।
- তড়িৎ ঝণাঝকতার ব্যবধান বেশি থাকলে পরমাণু গুলির মধ্যে একটি আয়নিক বন্ধন গঠনের সম্ভাবনা বেশি হয়। উদাহরণ: NaCl
- ধাতু এবং অধাতুর মধ্যে আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়।
- আয়নিক বন্ধনগুলি অ-দিকনির্দেশক এবং এই যৌগগুলি সমাণুতা বা আইসোমেরিজম দেখায় না।
- আয়নিক বন্ধন দুর্বল।
- আয়নিক যৌগগুলি সাধারণত কঠিন।
- আয়নিক যৌগগুলি আয়ন দিয়ে শক্তিশালী ও আকর্ষক তড়িৎ শক্তির দ্বারা গঠিত
- আয়নগুলির মধ্যে শক্তিশালী ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক আকর্ষণের কারণে আয়নিক যৌগগুলি সাধারণত উচ্চ গলনাঙ্ক এবং উচ্চ স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট হয়।
- আয়নিক যৌগগুলি সাধারণত জলের মতো ধ্রুবী- দ্রাবকে দ্রাব্য এবং জেব দ্রাবকে অদ্রবশীয়।
- আয়নিক যৌগ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যুৎ সঞ্চালন করে। কঠিন অবস্থায়, তারা বিদ্যুৎ পরিবহন করে না।
- আয়নিক যৌগগুলি দ্রবণে আয়ন সরবরাহ করে, ফলে আয়নিক বিক্রিয়া খুব দ্রুত হয়।
- অনুরূপ ইলেকট্রনিক বিন্যাস সম্বলিত আয়নিক যৌগসমূহ সমরূপতা বা আইসোমর্ফিজম প্রদর্শন করে। উদাহরণস্বরূপ, সোডিয়াম ক্লোরাইট এবং ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইট সমরূপতা দেখায়।
- ধনাত্মক ও ঝণাঝক আয়ন দিয়ে গঠিত আয়নিক যৌগগুলি নির্দিষ্ট নিয়ম অনুসারে কেলাসের পিঞ্জরে বা খাঁচায় সাজানো হয়। এই আয়নগুলিকে শক্তিশালী ও আকর্ষক তড়িৎ দ্বারা একসঙ্গে ধরে রাখা হয় যা পিঞ্জর শক্তি বা ল্যাটিস এনার্জি নামে পরিচিত।

SAQ 5	কোন অবস্থায়, তড়িৎযোজী যৌগ বিদ্যুৎ সঞ্চালনা করে (যথাযথভাবে টিক দাও)		
	1. গলিত	2. কঠিন	3. বায়বীয়

উত্তর: (1)

SAQ 6	আয়নিক যৌগগুলির বৈশিষ্ট্য দেখায়			
	1. সমরূপতা	2. সমাণুতা	3. বহুরূপতা	4. বহুলীভবন

উত্তর: (1)

SAQ 7	NaCl এর সর্বাধিক দ্রাব্যতা রয়েছে			
	1. ইথার-এ	2. ইথাইল অ্যালকোহল-এ	3. এসিটোন-এ	4. জল-এ

উত্তর: (4)

1.2.4 সমযোজী বা কোভ্যালেন্ট বন্ধন

1.2.4 (A) ভূমিকা

ল্যাংমুর কোভ্যালেন্ট বন্ড শব্দটি প্রবর্তনের মাধ্যমে লুইস তত্ত্বকে পরিমার্জিত করেছেন। পরমাণুর বাইরের কক্ষের ইলেক্ট্রনগুলিকে বোঝাতে লুইস সহজ প্রতীক প্রবর্তন করেন যা ভ্যালেন্স ইলেক্ট্রন নামে পরিচিত। এই প্রতীক চিহ্নগুলি ইলেক্ট্রন-ডট প্রতীক হিসাবে পরিচিত এবং এভাবে প্রকাশিত যৌগের কাঠামো লুইস ডট কাঠামো বা স্ট্রাকচার নামে পরিচিত। বিন্দু ইলেক্ট্রন কে বোঝায়।

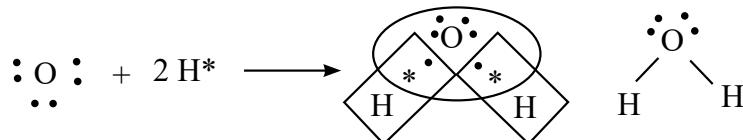
লুইস ডট স্ট্রাকচার যৌথ ভাবে ব্যবহৃত ইলেক্ট্রন এবং অস্টক সূত্রের ভিত্তিতে অণু ও আয়ন এর মধ্যে পারমাণবিক বন্ধনের একটি চিত্র প্রকাশ করে।

এই নিয়ম অনুসারে, অণুর সমস্ত পরমাণুর (হাইড্রোজেন পরমাণু ছাড়া) যোজনীয় কক্ষ বা ভ্যালেন্স শেলটিতে আটটি ইলেক্ট্রন থাকবে। হাইড্রোজেনের মাত্র দুটি ইলেক্ট্রন থাকবে কারণ শুধুমাত্র দুটি ইলেক্ট্রন দিয়েই সেটি প্রথম কক্ষে হিলিয়ামের বিন্যাস অর্জন করতে পারে।

ফিগ 17 এর মৌল, Cl একটি স্থিতিশীল অক্টেট অর্জনের জন্য একটি ইলেক্ট্রন যৌথভাবে ভাগ করবে; ফিগ 16 এর মৌল, O এবং S দুটি ইলেক্ট্রন ভাগ করবে; ফিগ 15 এর মৌল তিনটি ইলেক্ট্রন ভাগ করবে।

1.2.4 (B) লুইস ডট স্ট্রাকচার লেখার শর্তাবলী

- পরমাণুর মধ্যে একটি ইলেক্ট্রন যৌথভাবে ভাগ করার ফলে সমবায় বা সমযোজী বন্ধন তৈরি হয়।
- প্রতিটি বন্ধনে দুটি ইলেক্ট্রন থাকে যা বন্ধন গঠনের সময় অংশগ্রহণকারী পরমাণুগুলির অবদান; এটি চিত্র 1.11 -এ দেখানো হয়েছে।



চিত্র 1.11: লুইস ডট স্ট্রাকচার

- প্রতিটি পরমাণু যৌথভাবে ইলেক্ট্রনের পারম্পরিক ভাগাভাগি করে তার বাবের কক্ষে বা ভ্যালেন্স শেলে অক্টেট বা অস্টক বিন্যাস অর্জন করে।

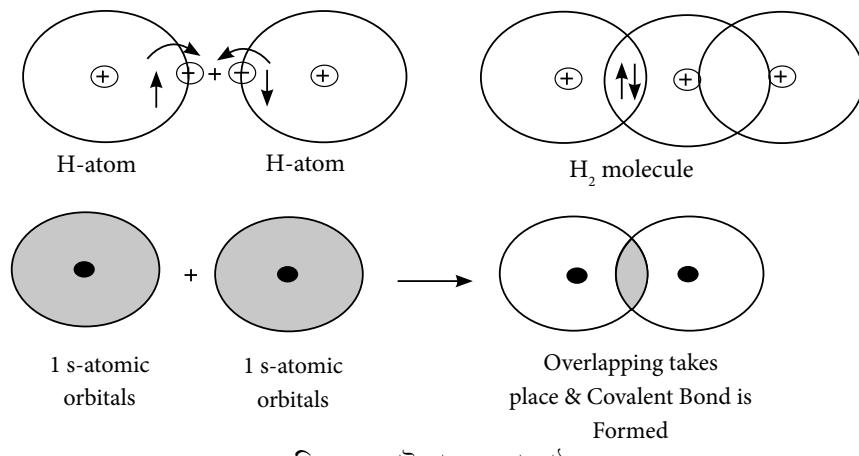
অংশগ্রহণকারী দুটি পরমাণু থেকে ইলেক্ট্রনের সমান ভাগাভাগি দ্বারা একটি সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। ইলেক্ট্রনের জুটি, যা এই ধরনের বন্ধনে অংশ নিচ্ছে তাকে বলা হয় শেয়ার্ড পেয়ার বা বন্ডিং পেয়ার। সমযোজী বন্ধন আণবিক বন্ধন হিসাবেও পরিচিত। বন্ধনের ইলেক্ট্রনের জুটিকে যৌথভাবে ব্যবহার করে পরমাণুগুলি বর- গ্যাসের পরমাণুর মতো তাদের বাইরের কক্ষের স্থিতিশীলতা অর্জন করে।

কোভ্যালেন্ট বন্ধন দুটি উপায়ে ঘটে:

- একই ধরনের পরমাণুর মধ্যে ইলেক্ট্রন ভাগ করা যেমন H_2 [চিত্র. 1.12], Cl_2 , O_2 , ইত্যাদি অণুর গঠন
- বিভিন্ন ধরনের পরমাণুর মধ্যে ইলেক্ট্রন ভাগ করা যেমন CH_4 , H_2O , NH_3 ইত্যাদি অণুর গঠন।



Covalent
Bonding



চিত্র 1.12: হাইড্রোজেন অণুর গঠন

1.2.4 (C) পরমাণুর সমযোজী বন্ধন

কার্বন পরমাণুর বহুমুখী প্রকৃতি আছে। কার্বন পরমাণু অনেক মৌলের সঙ্গে অনেক বন্ধন তৈরি করতে সক্ষম। প্রতিটি C পরমাণু স্থিতিশীল বিন্যাস অর্জনের জন্য চারটি ইলেক্ট্রন দান বা প্রাপ্ত করতে পারে। কার্বনের পারমাণবিক সংখ্যা হল 6. এর ইলেক্ট্রনিক বিন্যাস হল 2, 4. সবচেয়ে বাইরের কক্ষপথ থেকে চারটি ইলেক্ট্রন দান করার ফলে এতে মাত্র দুটি ইলেক্ট্রন অবশিষ্ট থাকে। এই ক্ষেত্রে, কার্বন পরমাণু ধনাত্মক হয়ে যাবে কিন্তু তবুও অস্থির থাকবে। একইভাবে বাইরে থেকে চারটি ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করলে কার্বন পরমাণু ঋণাত্মক হয়ে যাবে। এই অবস্থায়ও কিন্তু C পরমাণু অস্থির থাকে।

উপরের ব্যাখ্যা থেকে, এটি অনুমান করা হয় যে, উভয় পরিস্থিতিই কার্বন পরমাণুকে অস্থিরতার দিকে চালিত করে। অতএব C পরমাণুর কাছে চারটি ইলেক্ট্রন ভাগ করা ছাড়া আর কোনো বিকল্প নেই। কার্বন ইলেক্ট্রন লাভ বা দান করতে পারে না; তাই তার নিকটতম বর-গ্যাস বিন্যাস টি সম্পূর্ণ করতে তাই কার্বন চারটি ভ্যালেন্স ইলেক্ট্রনকে অন্যান্য পরমাণুর সাথে যৌথভাবে ভাগ করে নিতে পারে এবং এইভাবে সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে।

1.2.4 (D) সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ

ভাগ করে নেওয়া ইলেক্ট্রন জুটির সংখ্যার উপর নির্ভর করে সমযোজী বন্ধনকে একবন্ধন, দ্বিবন্ধন এবং ত্রিবন্ধনে শ্রেণীবদ্ধ করা যায়। (সারণি 1.8 এবং চিত্র 1.13)

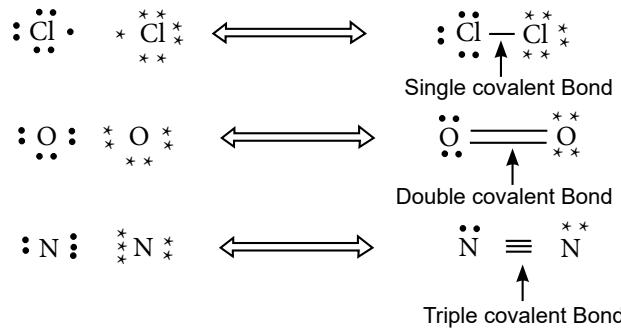
সারণি 1.8: সমযোজী বন্ধন গঠনে ইলেক্ট্রনের অংশগ্রহণ

সহযোজী বন্ধনের ধরন	উদাহরণ হিসেবে অণুর নাম	পারম্পরিকভাবে ভাগ করা ইলেক্ট্রন-জুটির সংখ্যা	* বন্ধন ইলেক্ট্রন	** ইলেক্ট্রনের একক জুটি	মুক্ত ইলেক্ট্রন
একক	ক্লোরিন Cl_2	1	2	6	12
দ্বিগুণ	অক্সিজেন O_2	2	4	4	08
ত্রিগুণ	নাইট্রোজেন N_2	3	6	2	04

টাকা:

* বন্ধন ইলেক্ট্রন হচ্ছে সেই ইলেক্ট্রন যা বন্ধন গঠনে অংশ নিচ্ছে।

** ইলেক্ট্রনের একক জুটি হল সেগুলি যা বন্ধন গঠনে অংশ নেয়।

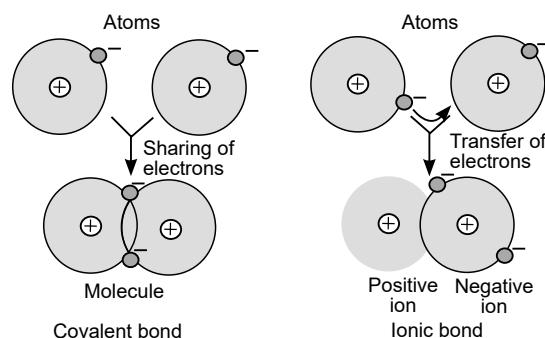


চিত্র 1.13: সমযোজী বন্ধনের প্রকার

1.2.4 (E) সমযোজী বন্ধন এবং যৌগের বৈশিষ্ট্য

সমযোজী বন্ধন ও যৌগের কিছু বৈশিষ্ট্য নিচে উল্লেখ করা হলো-

- দুটি পরমাণুর মধ্যে যৌথভাবে ইলেকট্রন ভাগ করে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়।
- সাধারণত দুটি অধাতুর মধ্যে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়।
- সমযোজী বন্ধন গুলি অনন্মনীয় এবং দিকনির্দেশক।
- সমযোজী বন্ধন গুলি যথেষ্ট শক্তিশালী।
- অংশগ্রহণকারী পরমাণু গুলির তড়িৎ ঝণাঝুকতার যদি খুব বেশি পার্থক্য না থাকে তবে তাদের মধ্যে গঠিত বন্ধনটি সমযোজী হতে পারে। যেমন Cl₂।
- একটি সমযোজী বন্ধনে সাধারণত মোল প্রতি প্রায় ~ 80 কিলোক্যালরি শক্তি (kcal/mol) থাকে।
- সমযোজী যৌগগুলি কঠিন বা তরল বা গ্যাস হতে পারে।
- সমযোজী যৌগগুলি পরমাণু দ্বারা গঠিত যা ভ্যান ডার ওয়ালের দুর্বল আকর্ষক শক্তির দ্বারা যুক্ত হয়।
- সাধারণত সমযোজী যৌগের গলনাঙ্ক এবং স্ফুটনাঙ্ক কম থাকে।
- সমযোজী যৌগগুলি সাধারণত বেঞ্জিনের মতো অঞ্চলীয় দ্রাবকে দ্রাব্য এবং জলের মতো ধূলী দ্রাবকে অদ্রাব্য।
- সমযোজী যৌগগুলি সাধারণত বিদ্যুতের কুপরিবাহী।
- এই যৌগগুলি বহুবস্তু বা আইসোমেরিজম দেখায়।
- সমযোজী যৌগ খুবই ধীর গতিতে আণবিক বিক্রিয়া করে।



চিত্র 1.14: তড়িৎযোজী (আয়নিক) এবং সমযোজী বন্ধনের তুলনা

সারণী 1.9: তড়িৎযোজী ও সমযোজী বন্ধন এবং যৌগের বৈশিষ্ট্য ও তুলনা

বৈশিষ্ট্য	আয়নিক বন্ধন ও যৌগ	সমযোজী বন্ধন এবং যৌগ
ইলেকট্রন স্থানান্তর/ ভাগ করা	এগুলি একটি পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে ইলেক্ট্রনের সম্পূর্ণ স্থানান্তর দ্বারা গঠিত হয়।	দুটি পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন ভাগ করে এগুলো গঠিত হয়।
পদার্থের অবস্থা	এই যৌগগুলি সাধারণত কঠিন	এই যৌগগুলি কঠিন বা তরল বা গ্যাস হতে পারে।
বন্ধন	এগুলি বন্ধন আয়ন গুলির মধ্যে শক্তিশালী ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক আন্তরানবিক আকর্ষণী শক্তির সমন্বয়ে গঠিত।	তারা দুর্বল ভ্যান ডার ওয়ালস আকর্ষণ শক্তির দ্বারা একত্রে অণু গঠন করে।
গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ	আয়নগুলির মধ্যে শক্তিশালী ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক আকর্ষণের কারণে এগুলির সাধারণত উচ্চ গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ থাকে	তাদের সাধারণত কম গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ থাকে।
দ্রাব্যতা	আয়নিক যৌগগুলি সাধারণত মেরু দ্রাবক যেমন জলে দ্রবণীয় এবং জৈব দ্রাবকে অ-দ্রবণীয়।	সমযোজী যৌগগুলি সাধারণত নন-পোলার দ্রাবক যেমন বেনজিনে দ্রবণীয় এবং জলের মতো মেরু-দ্রাবকগুলিতে অ-দ্রবণীয়।
বিদ্যুৎ পরিবাহী	আয়নিক যৌগগুলি গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যুৎ সঞ্চালন করে। কঠিন অবস্থায়, তারা বিদ্যুৎ সঞ্চালন করেন না।	সমযোজী যৌগগুলি সাধারণত বিদ্যুতের কু-পরিবাহী।
অণুর আকৃতি	আয়নিক বন্ধনগুলি আ-দিকনির্দেশক এবং এই যৌগগুলি সমাণুতা (আইসোমেরিজম) দেখায় না।	সমযোজী বন্ধন অনমনীয় এবং দিকনির্দেশক। এই যৌগগুলি সমাণুতা বা আইসোমেরিজম দেখায়।
সক্রিয়তা	এই যৌগগুলি দ্রবণে আয়ন সরবরাহ করে, অতএব খুব দ্রুত আয়নিক বিক্রিয়া হয়।	এই যৌগগুলি খুব ধীরে আণবিক বিক্রিয়া করে।
বন্ধন গঠনের উপাদান	ধাতু এবং অধাতুর মধ্যে আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়	দুটি অ-ধাতুর মধ্যে একটি সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়
বন্ধনের শক্তি	আয়নিক বন্ধন আরও শক্তিশালী	সমযোজী বন্ধন দুর্বল
তড়িৎ ঝণাঝকতার পার্থক্য এবং বন্ধনের গঠন	তড়িৎ-ঝণাঝকতার বেশি ব্যবধান আয়নিক বন্ধন গঠনের দিকে পরিচালিত করে। যেমন: NaCl	যোজ পরমাণুগুলির তড়িৎ-ঝণাঝকতার ব্যবধান যদি খুব বেশি না হয়, তা হলে তাদের মধ্যে সহযোজী বন্ধন গঠিত হয়। যেমন Cl_2

SAQ 8	একটি সহযোজী বন্ধন গঠিত হয়.... মধ্যে			
	1. দুটি অ ধাতু	2. দুই ধাতু	3. ধাতু এবং অ ধাতু	4. দুটি আয়ন

উত্তর: (1)

1.2.4 (F) যোজনীয় বন্ধন (ভ্যালেন্স বন্ড) তত্ত্ব (VBT)

এই তত্ত্বটি লিনাস পাউলিং প্রস্তাব করেছিলেন। অসম্পূর্ণ ইলেকট্রনযুক্ত দুটি ভিন্ন পরমাণুর অর্ধ পূর্ণ ভ্যালেন্স শেল বা সবচেয়ে বাইরের কক্ষপথ গায়ে গায়ে লেগে সময়োজী বন্ধন গঠিত হয়। পরম্পর গায়ে গায়ে লেগে থাকার কারণে, সংযুক্ত পরমাণুগুলির মধ্যে এখানেই সর্বাধিক ইলেকট্রন ঘনত্ব রয়েছে। পারমাণবিক কক্ষপথের ঘনিষ্ঠতা যত বেশি হবে, রাসায়নিক বন্ধনের শক্তি ও তত বেশি হবে, ফলে তৈরী হওয়া অণুর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়।

ভ্যালেন্স বন্ড তত্ত্বের বৈশিষ্ট্য

একটি পরমাণুর ভ্যালেন্স কক্ষের মধ্যে আ-যুক্ত ইলেকট্রনের উপস্থিতি এটিকে অন্যান্য পরমাণুর সাথে একাধিক বন্ধন তৈরি করতে সক্ষম করে। ভ্যালেন্স কক্ষে উপস্থিত জোড়া ইলেকট্রন রাসায়নিক বন্ধন গঠনে অংশ নেয় না।

সময়োজী রাসায়নিক বন্ধনগুলি দিকনির্দেশক এবং সংশ্লিষ্ট পারমাণবিক কক্ষপথের সাথে সমান্তরাল।

পারমাণবিক কক্ষপথ গুলির পরম্পরের গায়ে লেগেথাকার ধরণের উপর নির্ভর করে, সিগমা বন্ধন (**σ**) এবং পাই-বন্ধন (**π**) গঠিত হয়। পাই বন্ধনের ক্ষেত্রে কক্ষপথ গুলি পাশাপাশি গায়ে লেগে থাকে আর দুটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধারি অক্ষ বরাবর যদি কক্ষপথ গুলি যুক্ত হয়, তবে তা সিগমা বন্ধন গঠন করে।

সিগমা (**σ**) বন্ধন

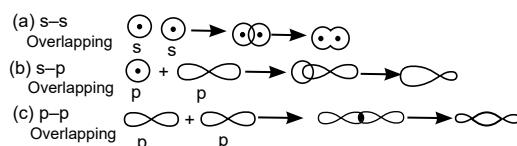
যখন একই অক্ষ বরাবর অর্ধেক-ভরা পারমাণবিক কক্ষপথের সংযুক্তি দ্বারা একটি সময়োজী বন্ধন গঠিত হয় তখন তাকে সিগমা বন্ধন (**σ**) বলা হয়। দুটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে যুক্ত করা সরলরেখাটির সাপেক্ষে এই বন্ধন প্রতিসম - যেমনটি নীচে দেখানো হয়েছে। (চিত্র 1.15) H_2 , F_2 এবং HF অণু গঠনের উদাহরণ চিত্র 1.16, 1.17 এবং 1.18 এ দেখানো হয়েছে।

পাই (**π**) বন্ধন

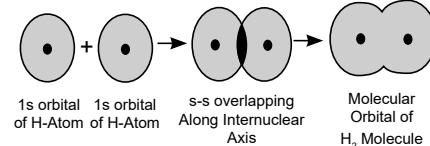
এই ধরনের বন্ধন দুইটি অর্ধেক-ভরা পারমাণবিক কক্ষপথের পাশাপাশি গায়ে লেগে থাকা বা পার্শ্বীয় সংযুক্তির দ্বারা গঠিত হয়। [চিত্র 1.19]। অর্ধপূর্ণ পারমাণবিক কক্ষপথের সংযুক্তির উপর একটি বন্ধনের শক্তি নির্ভর করে। যখন দুটি কক্ষপথ মুখোমুখি যুক্ত হয়, তখন সংযুক্তির পরিসর, পাশাপাশি সংযুক্তির তুলনায় বেশি হয় আর তার তার শক্তি ও অনেক বেশি হয়।

একই গোষ্ঠীর দুটি পরমাণুর মধ্যে সিগমা বন্ধন সর্বদা পাই বন্ধনের চেয়ে শক্তিশালী।

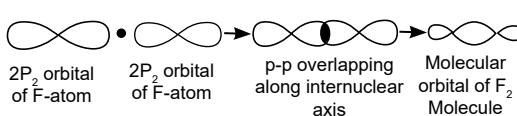
একটি অণুতে সংযুক্ত দুটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী গড় দূরত্বকে বন্ধন-দৈর্ঘ্য বলা হয় এবং গ্যাসীয় অবস্থায় একটি বিশেষ ধরনের বন্ধনের একটি মোল ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তিকে বন্ধন-শক্তি বা বন্ড স্ট্রেস্ট বলে। একটি নির্দিষ্ট বন্ধনের 1 টি মোল গঠনে একই পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়।



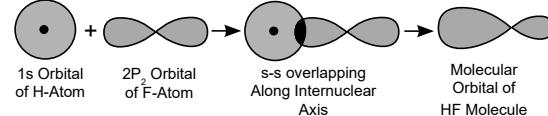
চিত্র 1.15: অক্ষ বরাবর অর্ধবিটাল ওভারল্যাপিং



চিত্র 1.16: H_2 অণু গঠন ($s-s$ ওভারল্যাপিং)



চিত্র 1.17: F_2 অণু গঠন ($p-p$ ওভারল্যাপিং)



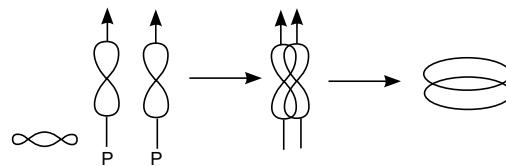
চিত্র 1.18: HF অণু গঠন ($s-p$ ওভারল্যাপিং)

পাই (π) বন্ধন

এই ধরনের বন্ধন দুইটি অর্ধেক-ভরা পারমাণবিক কক্ষপথের পাশাপাশি গায়ে লেগে থাকা বা পার্শ্বীয় সংযুক্তির দ্বারা গঠিত হয়। [চিত্র 1.19]। অর্ধপূর্ণ পারমাণবিক কক্ষপথের সংযুক্তির উপর একটি বন্ধনের শক্তি নির্ভর করে। যখন দুটি কক্ষপথ মুখোমুখি যুক্ত হয়, তখন সংযুক্তির পরিসর, পাশাপাশি সংযুক্তির তুলনায় বেশি হয় আর তার শক্তিও অনেক বেশি হয়।

একই গোষ্ঠীর দুটি পরমাণুর মধ্যে সিগমা বন্ধন সর্বদা পাই বন্ধনের চেয়ে শক্তিশালী।

একটি অণুতে সংযুক্ত দুটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী গড় দূরত্বকে বন্ধন- দৈর্ঘ্য বলা হয় এবং গ্যাসীয় অবস্থায় একটি বিশেষ ধরনের বন্ধনের একটি মোল ভাঙ্গার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তিকে বন্ধন-শক্তি বা বন্ড স্ট্রেস্ট বলে। একটি নির্দিষ্ট বন্ধনের 1 টি মোল গঠনে একই পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়।



চিত্র 1.19: অরবিটাল ওভারল্যাপ পাশাপাশি

1.2.4 (G) সংকরায়ন বা হাইব্রিডাইজেশন

সংকরায়ন বা হাইব্রিডাইজেশন হল একই পরমাণুর অন্তর্গত পারমাণবিক কক্ষপথের আনুমানিক মিশ্রণ। এই কক্ষপথগুলি একই পরমাণুর অন্তর্গত হলেও তাদের শক্তি অল্প আলাদা; সংকরায়নের ফলে তাদের মধ্যে শক্তির পুনর্বর্ণন ঘটে যার ফলে সমান শক্তি এবং অভিগ্রহ আকৃতির নতুন কক্ষপথ তৈরি হয়। এইভাবে গঠিত নতুন অরবিটালগুলিকে সংকর কক্ষপথ বা হাইব্রিড অরবিটাল বলা হয়। সংকর কক্ষপথ গুলিকে সাধারণ প্রমাণ কক্ষপথের সংমিশ্রনে তৈরী হওয়া নতুন পারমাণবিক কক্ষপথ হিসাবে বর্ণনা করা যেতে পারে।

সহজ কথায় সংকরায়ন হলো নানা প্রকারের পারমাণবিক কক্ষপথের মিশ্রণ এবং শক্তির পুনর্বর্ণন যার ফলে নতুন সংকর পারমাণবিক কক্ষপথ তৈরি হয়।

সংকরায়নের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যগুলি হল -

- একই পরমাণু বা আয়নভুক্ত কক্ষপথগুলি প্রায় অনুরূপ শক্তিযুক্ত, সংকরায়িত হয়।
- সংকর কক্ষপথের সংখ্যা সংকরায়নে অংশগ্রহণকারী পারমাণবিক কক্ষপথের সংখ্যার সমান।
- সংকরায়ন হয় সর্বাধিক প্রতিসাম্য দেয় এমন সমতুল্য কক্ষপথ তৈরি করতে।
- সংকর কক্ষপথ শুধুমাত্র একটি সিগমা বন্ধন গঠন করে।

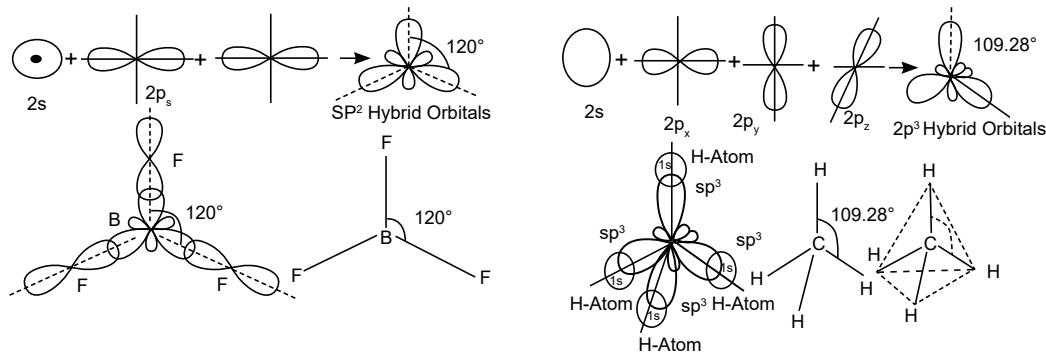
সারণী 1.10: সংকরায়নের প্রকার

অকুপেন্স (বন্ধন-জুটি + একক-জুটি)	সংকরায়ন	বন্ধন কোণ	আদিধাতের জ্যামিতি	সংকরায়নে অংশ নেওয়া কক্ষপথ	শতকরা বৈশিষ্ট্য	উদাহরণ
দুই	sp	180°	সরলরেখিক	এক s এক p	s-50% p-50%	CO ₂ , HgCl ₂ , BeCl ₂

অকৃপেসি (বন্ধন-জুটি + একক-জুটি)	সংকরায়ন	বন্ধন কোণ	আদিধাত্রে জ্যামিতি	সংকরায়নে অংশ নেওয়া কক্ষপথ	শতকরা বৈশিষ্ট্য	উদাহরণ
তিন	sp^2	120°	ত্রিভুজাকার সমতল	এক s দুই p	s- 33.33% p-66.66 %	BF_3
চার	sp^3	109.5°	চতুর্স্তলক	এক s তিন p	s-25%,p-75%	CH_4, BF_4

 BF_3 অণু গঠন

- বোরনের পারমাণবিক সংখ্যা 5
- স্থিতাবস্থায় B এর ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল $1s^2 2s^2 2p_x^1$
- উভেজিত অবস্থায় B এর ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1$
- একটি $2s$ এবং দুটি $2p$ কক্ষপথ sp^2 সংকরণের মধ্য দিয়ে তিনটি অর্ধ-পূর্ণ sp^2 সংকর কক্ষপথ তৈরি করে যা একে অপরের সঙ্গে 120° কোণে একটি সমতলে থাকে। এইগুলি তিনটি ক্লোরিন পরমাণুর অর্ধ-পূর্ণ কক্ষপথের সাথে মুখোমুখি যুক্ত হয়ে একটি সমতল ত্রিভুজের আকৃতিসম্পন্ন BF_3 ।

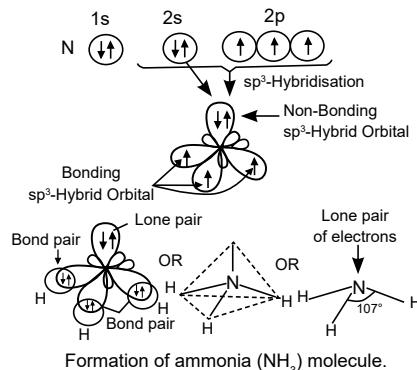
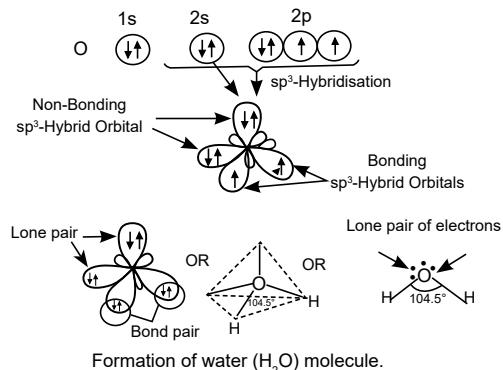
চিত্র 1.20: sp^2 সংকর কক্ষপথ গঠন এবং BF_3 অণুর আকৃতি **CH_4 অণু গঠন**

- কার্বনের পারমাণবিক সংখ্যা 6
- স্থিতাবস্থায় ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$
- উভেজিত অবস্থায় ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$
- একটি $2s$ এবং তিনটি $2p$ কক্ষপথ sp^3 সংকরায়নের মধ্য দিয়ে চারটি sp^3 সংকর কক্ষপথ তৈরি করে যা একে অপরের সঙ্গে $109^\circ 28'$ কোণ তৈরী করে একটি চতুর্স্তলক আকারে সাজানো থাকে।
- চারটি sp^3 সংকর কক্ষপথ চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর অর্ধ-পূর্ণ $1s$ কক্ষপথের সাথে মুখোমুখি যুক্ত হয়ে CH_4 গঠন করে। CH_4 হল একটি চতুর্স্তলিয় অণু যার প্রতিটি H-C-H কোণ $109^\circ 28'$ এর সমান।

চিত্র 1.21: sp^3 সংকর কক্ষপথ এবং মিথেনের আকার (CH_4) অণু গঠন

NH_3 অণু গঠন

- নাইট্রোজেনের পারমাণবিক সংখ্যা 7
- স্থিতাবস্থায় নাইট্রোজেনের ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$
- একটি 2s এবং তিনটি 2p কক্ষপথ sp^3 সংকরায়নের মধ্য দিয়ে চারটি sp^3 সংকর কক্ষ তৈরি করে যা 107° এর H-N-H বন্ধন-কোণে পিরামিড আকারে সাজানো থাকে।
- যেহেতু ইলেক্ট্রনের একক -জুটি ও বন্ধন-জুটির মধ্যেকার বিকর্ষণ, দুটি বন্ধন-জুটির মধ্যেকার বিকর্ষণের চেয়ে বেশি, তাই NH_3 অণু sp^3 সংকরায়ন দেখালেও তার বন্ধন-কোণ কিন্তু $109^\circ 28'$ - এর থেকে কমে 107° হয়।
- তিনটি sp^3 সংকর কক্ষপথ তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণুর অর্ধপূর্ণ 1s কক্ষপথের সাথে সংশ্লিষ্ট হয়ে NH_3 গঠন করে যেমন 1.22 চিত্রে দেখানো হয়েছে ন পরমাণুর অর্ধপূর্ণ 1s কক্ষপথের সাথে সংশ্লিষ্ট হয়ে NH_3 গঠন করে যেমন 1.22 চিত্রে দেখানো হয়েছে।

চিত্র 1.22: sp^3 সংকরায়ন - NH_3 চিত্র 1.23: sp^3 সংকরায়ন - H_2O **H_2O অণু গঠন**

- অক্সিজেনের পারমাণবিক সংখ্যা 8।
- ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$
- একটি 2s এবং তিনটি 2p কক্ষপথ sp^3 সংকরায়নের মধ্য দিয়ে চারটি sp^3 সংকর কক্ষপথ তৈরি করে যা 'V' আকারে সাজানো হয়।
- দুটি sp^3 সংকর কক্ষপথ 2 টি হাইড্রোজেন পরমাণুর অর্ধ-পূর্ণ 1s কক্ষপথের সাথে মুখোমুখি যুক্ত হয়ে H_2O অণু তৈরি করে যার মধ্যে ইলেকট্রন-এর দুটি একক-জুটি এবং দুটি বন্ধন-জুটি থাকে।
- যেহেতু ইলেক্ট্রনের একক -জুটি ও বন্ধন-জুটির মধ্যেকার বিকর্ষণ, দুটি বন্ধন-জুটির মধ্যেকার বিকর্ষণের চেয়ে বেশি, অতএব H_2O অণু sp^3 সংকরায়ন দেখালেও তার বন্ধন-কোণ কিন্তু $109^\circ 28'$ - এর থেকে কমে $104^\circ 45'$ হয় যেমন চিত্র 1.23 এ দেখানো হয়েছে।

 $BeCl_2$ অণু গঠন

- বেরিলিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা 4।
- ইলেকট্রনিক বিন্যাস হল স্থিতাবস্থায় $1s^2 2s^2$
- উন্নেজিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2 2s^1 2px^1$

- একটি $2s$ এবং একটি $2p_x$ কক্ষপথ মিশে দুটি sp সংকর কক্ষপথ তৈরী হয়।
- দুটি ক্লোরিন পরমাণুর দুটি $1s$ কক্ষপথ Be এর দুটি sp কক্ষপথের সাথে মিলিত হয়ে $180^{\circ}Cl-Be-Cl$ বন্ধন কোণ গঠন করে সরল রৈখিক sp সংকর কক্ষের $BeCl_2$ অণু তৈরী করে।

আণবিক কক্ষপথ বা মলিকুলার অরবিটাল তত্ত্ব

অণুগুলির বৈশিষ্ট্য, তাদের আপেক্ষিক বন্ধন শক্তি, পরাচৌম্বকত্ব এবং দ্বৈত -চৌম্বকত্ব প্রকৃতি, আণবিক কক্ষপথ তত্ত্ব নামে পরিচিত আরেকটি পদ্ধতির দ্বারা ব্যাখ্যা করা হয়। এটি বলে যে যখন দুটি পরমাণবিক কক্ষপথ একত্রিত হয়, তখন তারা তাদের পরিচয় হারিয়ে নতুন কক্ষপথ গঠন করে। গঠিত নতুন কক্ষপথগুলিকে আণবিক কক্ষপথ বলা হয়।

1.2.5 সমন্বয়ী বা কো-অরডিনেট বন্ধন

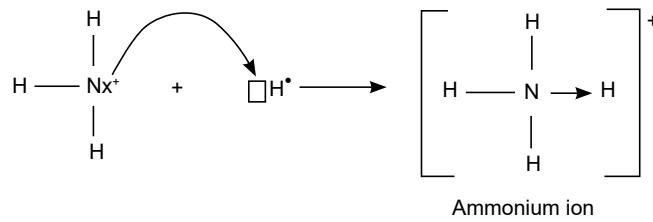
1.2.5 (A) ভূমিকা

এটি একটি বিশেষ ধরনের অ্যামনিয়া বন্ধন যেখানে একটি পরমাণু-প্রদত্ত ইলেকট্রন-জুটি, বন্ধনে অংশ নেওয়া দুটি পরমাণু যৌথভাবে ব্যবহার করে। এই বন্ধনকে ডেটিভ বন্ড বা দ্বিমেরু বন্ধনও বলা হয়।

এই বন্ধন হাইড্রোজেনের মতো আ-ধাতুর বিক্রিয়াতে বা ধাতুর আয়ন এবং লিগ্যান্ডের মধ্যে সংযোগের সময়ে তৈরী হয়। লিগ্যান্ড হলো একটি আয়ন বা অণু যা ধাতুর সঙ্গে সমন্বয়ী বন্ধনের দ্বারা যুক্ত থাকে। সমন্বয়ী বন্ধনের সাহায্যে জটিল জৈব অণু গঠিত হয়।

1.2.5 (B) সমন্বয়ী বন্ধনের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

- যে পরমাণু নিজের একটি ইলেকট্রন-জুটি যৌথ ব্যবহারের জন্যে দান করে তাকে দাতা বলা হয়। যে অন্য পরমাণু দাতার কাছ থেকে এই ইলেকট্রনগুলি প্রহরণ করে, তাকে গ্রহীতা বলা হয়।
- একটি তীরচিহ্ন দ্বারা এই বন্ধনকে বোঝানো হয়; দাতা পরমাণু থেকে প্রহরণকারীর দিকে নির্দেশ করে। [চিত্র 1.24]।
- প্রতিটি পরমাণু ইলেকট্রন-জুটি সমান ভাগ করার পর স্থায়িত্ব পায়।



চিত্র 1.24: NH_4^{+-} এ সমন্বয়ী বন্ধন

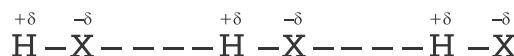
1.2.5 (C) সমন্বয়ী যৌগের বৈশিষ্ট্য

- আয়নিক যৌগের তুলনায় সমন্বয়ী যৌগের গলনাঙ্ক ও ফুটনাঙ্ক কম থাকে
- এই যৌগগুলির মধ্যে কিছু যৌগ সমরূপতা বা আইসোমেরিজম প্রদর্শন করে।
- একে নির্দেশক বন্ধন বলা হয় কারণ ইলেকট্রন ভাগাভাগি একটি নির্দিষ্ট দিকে সংঘটিত হয়।
- এটি আয়নিক বন্ধনের চেয়ে দুর্বল।

হাইড্রোজেন বন্ধন বা বন্ড

মজার বিষয় হল, জৈবিক ব্যবস্থায় হাইড্রোজেন বন্ধনের দারুণ তাৎপর্য রয়েছে। উত্তিদ ও প্রাণীতে ওজনের প্রায় 50% জল থাকে। এটি হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা প্রোটিনের সাথে সংযুক্ত থাকে। একইভাবে, প্রোটিন এবং নিউক্লিক অ্যাসিডের গঠন হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা স্থায়ী হয়।

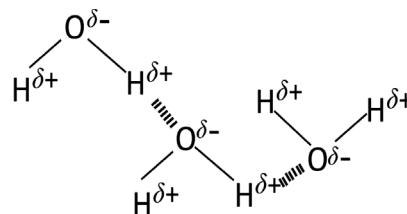
যখন হাইড্রোজেন পরমাণুধারী একটি অণু একটি উচ্চ ক্ষমতার তড়িৎ ঝণাত্মক পরমাণুর সাথে যুক্ত হয় (যেমন F, O বা N), তখন ঝণাত্মক পরমাণুটি বন্ধনের ভাগ করা ইলেক্ট্রনের জুটিকে আকর্ষণ করে এবং তাই অণুর এই প্রাপ্তি সামান্য ঝণাত্মক হয়ে যায়, আর, অন্য প্রাপ্তি (অর্থাৎ H -এর দিকের অংশ) কিছুটা ধনাত্মক হয়ে ওঠে। একটি অণুর ঝণাত্মক প্রাপ্তি অন্যটির ধনাত্মক প্রাপ্তিকে আকৃষ্ট করে, এভাবে তাদের মধ্যে একটি দুর্বল হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি হয়। এই বন্ধনকে বলা হয় হাইড্রোজেন বন্ধন। একটি বিন্দুযুক্ত সরলরেখা দিয়ে হাইড্রোজেন বন্ধনকে বোঝানো হয়।



হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে, একটি H-পরমাণু দুটি উচ্চ তড়িৎ ঝণাত্মক পরমাণুর সাথে একসাথে সংযুক্ত হয় - একটি সমযোজী বন্ধন দ্বারা এবং অন্যটি হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা। এভাবে এটি একটি হাইড্রোজেন সেতু গঠিত হয়।

উদাহরণস্বরূপ, জলের অণুতে (H_2O), হাইড্রোজেন আরো তড়িৎ-ঝণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুর সাথে সহযোজন দ্বারা আবদ্ধ থাকে। একটি জলের অণুর হাইড্রোজেন পরমাণু এবং অন্য জলের অণুর অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে ডাইপোল-ডাইপোল মিথস্ক্রিয়া জলে হাইড্রোজেন বন্ধনের জন্ম দেয় (চিত্র 1.25)

হাইড্রোজেন বন্ধন দুর্বল। হাইড্রোজেন বন্ধনের শক্তি, দুর্বল ভ্যান ডার ওয়াল শক্তি এবং শক্তিশালী সমযোজী বন্ধনের শক্তির মাঝামাঝি।



চিত্র 1.25: জলের অণুতে H বন্ধন

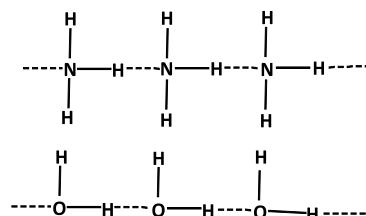
যদি আমরা দুটি বরফের ঘনক নিয়ে একটিকে অপরের উপর রাখি, তারা হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে এক হয়ে একটি ঘনক গঠন করে।

1.2.6 হাইড্রোজেন বন্ধনের শর্তাবলী

অণুতে অবশ্যই হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত একটি অত্যন্ত তড়িৎ ঝণাত্মক পরমাণু থাকতে হবে। তড়িৎ ঝণাত্মক পরমাণুর আকার ছোট হওয়া প্রয়োজন।

1.2.6 (A) হাইড্রোজেন বন্ধনের প্রকারভেদ

আন্তরণিক হাইড্রোজেন বন্ধন: এতে একই যৌগের দুটি অণু মিলিত হয়ে সমষ্টি গঠন করে। এই ধরনের বন্ধন জলে দ্রবণীয়তা ও যৌগের ফুটনাক বৃদ্ধি করে (চিত্র 1.26)



চিত্র 1.26: আন্তরণিক H বন্ধন

অন্তর-আণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন: এতে, বিভিন্ন জায়গায় উপস্থিত একই অণুর পরমাণুগুলির মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন ঘটে। এর ফলে অন্তর-আণবিক বা ইন্ট্রামোলিকুলার বন্য গঠনের প্রবণতা দেখা যায় এবং এই স্ফুটনাটিকে চেলেশন বলা হয়।

1.2.6 (B) হাইড্রোজেন বন্ধনের ফলাফল

- হাইড্রোজেন বন্ধন যুক্ত যৌগগুলি অস্থাভাবিক উচ্চ গলনাক্ষ এবং স্ফুটনাক্ষ দেখায় কারণ এই বন্ধন ভাঙ্গার জন্য অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয়। হ্যালোজেন অ্যাসিডের মধ্যে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডের ব্যতিক্রমীভাবে উচ্চ স্ফুটনাক্ষ হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির কারণে।
- NH_3 , H_2O এবং HI এর স্ফুটনাক্ষ এবং গলনাক্ষ হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে।
- জল এবং বরফের অনন্য বৈশিষ্ট্য হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে। বরফের ঘনত্ব জলের চেয়ে কম এবং 0°C থেকে 4°C এর মধ্যে উত্তপ্ত হলে জল সংকুচিত হয়। হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে তৈরী হওয়া বরফের খোলা খাঁচা কাঠামোর দ্বারা এই দুটি অনন্য বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- হাইড্রোজেন বন্ধনের উপর ভিত্তি করে নির্দিষ্ট অ্যাসিড এবং ক্ষারের শক্তি ব্যাখ্যা করা যায়।
- হাইড্রোজেন বন্ধনের অনুপস্থিতির কারণে অ্যালকিনস, অ্যালকেনস এবং অ্যালকাইনের মতো জৈব যৌগগুলি জলে দ্রবণীয় নয় যেখানে হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির কারণে অ্যালকেইল, জৈব অ্যাসিড, অ্যামাইন জলে দ্রবণীয়।
- জল তরল অবস্থায় বিদ্যমান কারণ জলে হাইড্রোজেন বন্ধন বিদ্যমান। যেখানে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে কারণ হাইড্রোজেন সালফাইডে কোন হাইড্রোজেন বন্ধন নেই।
- হ্যালোজেন অ্যাসিডের মধ্যে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডের অস্থাভাবিক উচ্চ স্ফুটনাক্ষ হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে।

1.2.6 (C) জলের অণুতে হাইড্রোজেন বন্ধন

জলে, প্রতিটি অক্সিজেন পরমাণু চারটি হাইড্রোজেন -পরমাণুর সাথে, দুটি সমযোজী ও দুটি হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা সংযুক্ত। প্রতিটি জলের অণু হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা জলের চারটি অণুর সাথে একটি চতুর্সূলকে যুক্ত থাকে। জলের সর্বাধিক ঘনত্ব দেখা যায় 277 K তাপমাত্রায়।

বরফের ঘনত্ব জলের চেয়ে কম। কঠিন বরফের ক্ষেত্রে, হাইড্রোজেন বন্ধন জলের অণুর একটি খাঁচার মতো কাঠামোর জন্ম দেয়, কারণ প্রতিটি জলের অণুর চতুর্সূলক আরো চারটি জলের অণুর চতুর্সূলকের সাথে সংযুক্ত হয়।

যখন বরফ গলে যায়, এই খাঁচার মতো কাঠামো ভেঙে পড়ে এবং অণুগুলি একে অপরের কাছাকাছি আসে। সুতরাং, একই ভরের জন্য, ঘনায়তন হ্রাস পায় এবং তাই ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। অতএব, বরফের ঘনত্ব জলের চেয়ে 273 K এ কম। তাই বরফ জলে ভাসে। গরম করার সময়, হাইড্রোজেন বন্ধনগুলি ভাঙ্গতে শুরু করে এবং একত্রিত হতে শুরু করে ফলে ঘনায়তন হ্রাস পায় এবং ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। এটি 277 K পর্যন্ত যায়। 277 K এর পরে, গরম করার ক্ষেত্রে মোটের ওপর ঘনায়তন বৃদ্ধি পায়, যার অর্থ ঘনত্ব হ্রাস। অতএব, জলের ঘনত্ব সর্বাধিক 277 K তাপমাত্রায়।

হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে বরফের হিমাক ও স্ফুটনাক্ষ তুলনামূলকভাবে বেশী। এই বন্ধনের শক্তি ভ্যান ডার ওয়ালস শক্তির চেয়ে শক্তিশালী তাই হাইড্রোজেন বন্ধন ভাঙ্গার জন্য বেশি শক্তির প্রয়োজন হয় যার ফলে হিমাক ও স্ফুটনাক্ষ বেশি হয়।

সারণী 1.11: হাইড্রোজেন বন্ধন এবং সমযোজী বন্ধনের মধ্যে পার্থক্য

হাইড্রোজেন বন্ধন	সমযোজী বন্ধন
হাইড্রোজেন পরমাণু এবং একটি তড়িৎ ঝণাঝ্বক পরমাণুর মধ্যে ডাইপোল-ডাইপোল অন্তরাণবিক আকর্ষণ হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের দিকে পরিচালিত করে।	এতে দুটি পরমাণু বা অণুর মধ্যে ইলেক্ট্রন যৌথভাবে ভাগ করা জড়িত।

হাইড্রোজেন বন্ধন	সমযোজী বন্ধন
এটি একটি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং একটি উচ্চ তড়িৎ ঝণাঝক পরমাণু যেমন F, O এবং N এর মধ্যে গঠিত হয়।	সমযোজী বন্ধন দুটি তড়িৎ-ঝণাঝক পরমাণুর মধ্যে গঠিত হয়, যা একই মৌল বা বিভিন্ন মৌলের হতে পারে।
এই বন্ধনের শক্তি খুবই সামান্য। এটি বন্ধন-যুক্ত অণুর ভৌত বৈশিষ্ট্য পরিবর্তন করে।	এই বন্ধনের বন্ধন-শক্তি বেশি। এটি বন্ধন অণুর রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য পরিবর্তন করে।
এগুলো দুর্বল বন্ধন	এগুলি বৃহত্তর বন্ধন-শক্তি সম্পর্ক শক্তিশালী বন্ধন।

জল এবং অ্যামোনিয়ার অস্থাভাবিক বৈশিষ্ট্য

সাধারণ তাপমাত্রায় জল একটি তরল পদার্থ এবং H_2S , H_2Se এবং H_2Te সবই গ্যাস। হাইড্রোজেন বন্ধন জলের অণুগুলির মধ্যে সংযোগ সৃষ্টি করে যার ফলে জলের স্ফুটনাক্ষ অণ্যাণ্য যোগের চেয়ে বেশি হয়।

শক্তিশালী আন্তরাগবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে, H_2O , HF এবং NH_3 সংশ্লিষ্ট অণু হিসাবে বিদ্যমান। অতএব, তাদের গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ নিজ নিজ প্রলেপের সংশ্লিষ্ট হাইড্রাইডের তুলনায় অনেক বেশি।

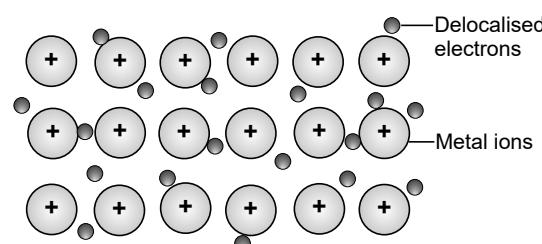
অ্যামোনিয়ার স্ফুটনাক্ষ PH_3 এর চেয়ে বেশি, কারণ NH_3 তে হাইড্রোজেন বন্ধন আছে কিন্তু PH_3 তে নয়। হাইড্রোজেন বন্ধন জলে অ্যামোনিয়ার উচ্চেখ্যোগ্য উচ্চ দ্রবণীয়তার জন্য দায়ী।

SAQ 9	জলের উচ্চ স্ফুটনাক্ষ-এর জন্যেকে দায়ী করা হয়			
	1. H এবং O এর মধ্যে সহযোজী বন্ধন	2. জলের অণুর সরলরৈখিক আকৃতি	3. হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে জলের অণু যুক্ত হয়	4. জলের অণুগুলি রৈখিক নয়

উত্তর: (3)

ধাতব বন্ধন বা মেটালিক বন্ধন

পরমাণুর কাঠামো ধাতুর ভিতরে নিয়মিত সজ্জায় সাজানো থাকে। ধাতব পরমাণুর বাইরের কক্ষের ইলেকট্রনগুলি স্থানচ্যুত অবস্থায় এবং পুরো কাঠামো জুড়ে চলাচলের জন্য মুক্ত। স্থানচ্যুত ইলেকট্রনকে যৌথভাবে ব্যবহার করার ফলে শক্তিশালী ধাতব বন্ধন ঘটে। কিছু পরিমাণ ধনাঝক চার্জযুক্ত ধাতব আয়ন যখন প্রচুর পরিমাণে লভ্য মুক্ত ইলেকট্রনকে যৌথভাবে ভাগ কে বন্ধন গঠন করে, তখন সেই বন্ধনকে ধাতব বন্ধন বলা হয়। অন্য কথায়, ধাতব বন্ধন হল অনেকগুলি ধনাঝক আয়নের মধ্যে প্রচুর সংখ্যায় লভ্য বিচ্ছিন্ন ইলেকট্রন যৌথ ভাবে ভাগ করা, যেখানে ইলেকট্রন গুলি আঁষ্টা হিসাবে কাজ করে পদার্থকে একটি নির্দিষ্ট কাঠামো প্রদান করে। ধাতব বন্ধনগুলি গরম করার সময় শিথিল হয়ে যায় যার ফলে তাদের নির্দিষ্ট, অনমনীয় কাঠামোর বিকৃতি ঘটে এবং তরল হয়ে যায়। এই বন্ধনগুলি সম্পূর্ণভাবে ভেঙে যায় যখন ধাতুটি তার স্ফুটনাক্ষে উত্তপ্ত হয়।



চিত্র.1.27: ধাতব বন্ধনে স্থানচ্যুত ইলেকট্রন

ধাতব বন্ধনের কারণে উপলব্ধ বৈশিষ্ট্য

- উচ্চ বিদ্যুৎ এবং তাপ পরিবাহিতা
- অত্যন্ত ঘাতসহ এবং নমনীয়
- ধাতব চাকচিক্য
- উচ্চ গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক

ধাতব বন্ধনের শক্তির জন্য দায়ী পরিস্থিতিসমূহ

- যদি স্থানচ্যুত বা বিচ্ছিন্ন ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায়, বন্ধন শক্তিশালী হবে।
- যদি ধাতব ধনাত্মক চার্জের মাত্রা বৃদ্ধি পায়, ইলেকট্রনের সংখ্যা এবং ধনাত্মক আয়ন গুলির মধ্যে আকর্ষণের বল শক্তিশালী হয়।
- যদি ক্যাটায়ন এর আয়নিক ব্যাসার্ধ ছোট হয়, ইলেকট্রন-সমূদ্রে কার্যকরী পারমাণবিক চার্জ যত বেশি কাজ করে।

সারণি 1.12: ধাতব বন্ধন এবং আয়নিক বন্ধনের মধ্যে পার্থক্য

ধাতব বন্ধন	আয়নিক বন্ধন
ধাতব বন্ধন গঠিত হয় যখন ধাতুর ক্যাটায়ন একটি অনমনীয় নির্দিষ্ট জাল, প্রচুর স্থানচ্যুত যোজনীয় ইলেকট্রনের একটি সংখ্যকে যৌথভাবে ভাগ করে।	এটিতে দুটি রাসায়নিক প্রজাতির মধ্যে ইলেকট্রন স্থানান্তর জড়িত। এগুলি বন্ধনে বাঁধা পরমাণুগুলির তড়িৎ ঝণাত্মকতার পার্থক্য থেকে উদ্ভূত হয়।
SAQ 10	যদি দুটি পরমাণু ইলেকট্রনের একটি একক-জুটি ভাগ করে, তবে বন্ধনের ধরন হবে
	1. আয়নিক 2. একক সমযোজী 3. দ্বিগুণ সমযোজী 4. ত্রিগুণ সমযোজী

উত্তর: (2)

SAQ 11	রাসায়নিক বন্ধন গঠন করে....			
	1. অস্থিতিশীল পরমাণু	2. স্থিতিশীল পরমাণু	3. নিরপেক্ষ পরমাণু	4. শুধুমাত্র বর পরমাণু

উত্তর: (1)

SAQ 12	সমযোজী বন্ধন নিম্নলিখিত প্রক্রিয়াগুলির মধ্যে একটি দ্বারা গঠিত হয়-			
	1. একটি পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে এক বা একাধিক ইলেকট্রনের সম্পূর্ণ স্থানান্তর	2. দুটি সংযোজনশীল পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন ভাগ করা		
	3. ভাগ করে নেবার ইলেকট্রন একটি পরমাণু দ্বারাই উৎসর্গীকৃত, সবকটি পরমাণু দ্বারা নয়	4. সম্মিলিত পরমাণুর মধ্যে		

উত্তর: (2)

SAQ 13	আয়নিক বন্ধন নিম্নলিখিত অণুগুলির মধ্যে একটিতে গঠিত হয়			
	1. NaCl	2. HCl	3. Cl ₂	4. H ₂ O ₂

উত্তর: (1)

SAQ 14	ধাতু তাদের জাল থেকে ইলেকট্রন হারায়-.....তে পরিণত হতে			
	1. ধনাত্মক আয়ন	2. ঋণাত্মক আয়ন	3. ক্ষার	4. অধাতু

উত্তর: (1)

SAQ 15	আয়ন বা ইলেকট্রন কেউই যার ভেতরে চলাফেরা করতে পারে না, তা হল			
	1. তরল	2. ধাতু	3. আয়নিক কঠিন	4. গ্যাস

উত্তর: (3)

SAQ 16	ধাতব বন্ধনে বিদ্যুতের সঞ্চালন এর উপস্থিতির কারণে			
	1. প্রোটন	2. জাল	3. স্থানচূড়া ইলেকট্রন	4. নিউক্লিয়াস

উত্তর: (3)

1.3 দ্রবণ

1.3.1 ভূমিকা

বিভিন্ন যৌগ এবং প্রকৌশল উপকরণগুলির রাসায়নিক বিশ্লেষণের জন্য এবং বিভিন্ন শিল্পে প্রয়োজনীয় অনেক রাসায়নিক যৌগ তৈরির জন্য, আমদের বিভিন্ন ঘনত্বের দ্রবণের প্রস্তুতি গভীরভাবে বুঝতে হবে। এই ইউনিটে আমরা বিভিন্ন গাঢ়ত্ব, শক্তি বা মাত্রার দ্রবণ তৈরির বিষয়ে শিখব যেমন নর্মাল দ্রবণ, মোলার দ্রবণ, পিপিএম দ্রবণ ইত্যাদি।

1.3.2 দ্রাব্য, দ্রাবক এবং দ্রবণের ধারণা

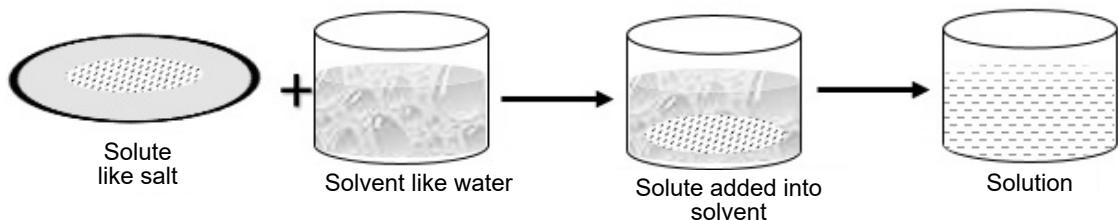
দ্রাব্য, দ্রাবক এবং দ্রবণের ধারণাটি বোঝার জন্য, আসুন আমরা সোডিয়াম ক্লোরাইডের উদাহরণ বিবেচনা করি। NaCl লবণ জলে মিশিয়ে NaCl দ্রবণ তৈরি করা হয়। এই ক্ষেত্রে, আমরা NaCl কে দ্রাব্য হিসাবে, জলকে দ্রাবক হিসেবে এবং লবণ ও জলের মিশ্রণকে দ্রবণ হিসেবে বলতে পারি (চিত্র 1.3.2)

এখন আসুন তিনটি পদের সংজ্ঞা বুঝি।

- **দ্রাব্য:** দ্রাবকের সাথে অঙ্গ পরিমাণে যুক্ত হয়ে যে পদার্থ দ্রবণ তৈরী করে, সেটি দ্রাব্য নামে পরিচিত।
- **দ্রাবক:** দ্রাব্য কে দ্রবীভূত করার জন্য তুলনায় বেশি পরিমাণে উপস্থিত পদার্থটি দ্রাবক হিসেবে পরিচিত।
- **দ্রবণ:** দ্রাব্য ও দ্রাবকের একজাতীয় মিশ্রণ দ্রবণ হিসেবে পরিচিত।

1.3.3 দ্রবণের গাঢ়ত্ব, শক্তি বা মাত্রা প্রকাশ করার পদ্ধতি

দ্রবণ বিভিন্ন গাঢ়ত্ব বা ঘনত্বের হতে পারে এটিতে যুক্ত দ্রবণের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। আসুন লবণ হিসাবে NaCl যুক্ত দুটি দ্রবণ বিবেচনা করি। বিকার 'A' তে 5.85 গ্রাম NaCl আছে এবং বিকার 'B' তে 58.5 গ্রাম NaCl আছে। আমরা যদি এই দুটি বিকার পরীক্ষা করি তাহলে আমরা অনুভব করতে পারি যে বিকার 'A' এর তুলনায় বিকার 'B' অনেক বেশি লবণাক্ত। মাত্রা, শক্তি বা



চিত্র 1.28: দ্রাব্য - দ্রাবক-দ্রবণ

ঘনত্বের ক্ষেত্রে, আমরা বলতে পারি যে বিকার 'B' এর দ্রবণে, বিকার A-র দ্রবণের তুলনায় লবণের ঘনত্ব বেশি।



চিত্র 1.29: দ্রবণের ঘনত্ব

দ্রবণের ঘনত্ব প্রকাশ করার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি রয়েছে, তার মধ্যে কয়েকটি নিম্নরূপ

1.3.3 (A) মোলারিটি

এক মোল পরিমাণ দ্রাব্য যদি এক লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে, তা হলে দ্রবণ টিকে এক মোলার দ্রবণ বলা যেতে পারে। একটি দ্রবণ যেখানে যৌগিক দ্রবণের 1 মোল (আণবিক ওজনের সমান) দ্রাব্য 1000 মিলি দ্রাবকে দ্রবীভূত তা হলে আমরা 1 - মোলার দ্রবণ পাই। উপরের উদাহরণে B-বীকারের দ্রবণ হল একটি 1 মোলার NaCl দ্রবণ ($_{11}^{23}\text{Na}$ এবং $_{17}^{35.5}\text{Cl}$)। আমরা প্রদত্ত মোলারিটি থেকে পদার্থের মোলের সংখ্যা গণনা করতে পারি।

$$\text{Molarity} = \frac{\text{Number of moles of solute}}{\text{The volume of solvent in L}}$$

অতএব, দ্রাব্যের মোলের সংখ্যা = মোলারিটি \times দ্রাবকের ঘনায়তন

1.3.3 (B) পার্টস পার মিলিয়ন (ppm)

নমুনার এক মিলিয়ন ভরে দ্রাব্যের যত পরিমাণ ভর দ্রবীভূত থাকে, তাকে দ্রবণের পার্টস পার মিলিয়ন (ppm) ঘনত্ব বলে। ppm একটি মাত্রাবিহীন পরিমাণ কারণ এটি একই ইউনিটের দুটি পরিমাণের অনুপাত অর্থাৎ ভরানুপাত।

$$\text{ppm} = \frac{\text{grams of solute}}{10^6 \text{ grams of solution}}$$

$$\begin{aligned} \text{পিপিএম} &= \text{এটি } \text{CaCO}_3 \text{ এর পরিপ্রেক্ষিতে জলের কঠোরতা হিসাবেও প্রকাশ করা হয়} \\ &= (\text{strength of salt in mg/L}) \times \frac{\text{The Chemical Equivalent of CaCO}_3}{\text{Chemical Equivalent of Dissolved Salt}} \end{aligned}$$

1.3.3 (C) ভর শতাংশ বা ভর শতাংশ

উপস্থিত নমুনার মধ্যে শতকরা ভর ভগ্নাংশ =

$$\text{ভর শতাংশ দ্রাব্য} = (\text{দ্রাব্যের ভর} / \text{সম্পূর্ণ দ্রবণের ভর}) \times 100$$

$$\text{ভর শতাংশ দ্রাবক} = (\text{দ্রাবকের ভর} / \text{সম্পূর্ণ দ্রবণের ভর}) \times 100$$

1.3.3 (D) ঘনায়তন শতাংশ

দ্রাব্যের ঘনায়তন ও দ্রবণের ঘনায়তনের শতকরা অনুপাত।

ঘনায়তন শতাংশ = (দ্রাবকের ঘনায়তন / সম্পূর্ণ দ্রবণের ঘনায়তন) × 100

1.3.3 (E) মোল ভগ্নাংশ

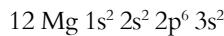
দ্রাব্য বা দ্রাবকের মোলের ও দ্রবণের মোলের আনুপাতিক ভগ্নাংশ (যেমন দ্রাব্যের মোল এবং দ্রাবকের মোল)

মোল ভগ্নাংশ দ্রাবক (বা দ্রাবক) = (দ্রাব্য বা দ্রাবকের মোল সংখ্যা / দ্রবণের মোল)

প্রশ্ন ও উত্তর

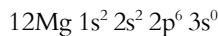
1.1 12 প্রোটন ধারণকারী একটি পরমাণুর কক্ষীয় ইলেকট্রনিক বিন্যাস লিখুন।

উত্তর: যে পরমাণুতে 12 টি প্রোটন রয়েছে সেখানে একই সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে। সেই পরমাণুটি Mg -এর যার পরমাণু-সংখ্যা 12. Mg -এর বৈদ্যুতিন বিন্যাস হল:



1.2 12 প্রোটন এবং 10 ইলেকট্রন ধারণকারী একটি আয়ন এর কক্ষপথের ইলেকট্রনিক বিন্যাস লিখুন।

উত্তর: 12 টি প্রোটনের পরমাণু Mg এর।



এই ক্ষেত্রে, Mg বন্ধন গঠনের জন্য তার শেষ শেল বা ভ্যালেন্স শেল ইলেকট্রন হারায়। অতএব এখন এটি 12 টি প্রোটন এবং 10 টি ইলেকট্রন সহ Mg^{2+} হয়ে যায়।

1.3 সিগ্মা এবং পাই দুটি বন্ধনের মধ্যে কোনটি শক্তিশালী? কারণ ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: সিগ্মা বন্ধন শক্তিশালী কারণ এটি পারমাণবিক কক্ষপথের মুখোমুখি জোড়ার ফলে গঠিত হয়। এই ক্ষেত্রে, জোড়ার ক্ষেত্রিক বড়। আবার পাই বন্ধন পাশাপাশি জোড়ার ফলে গঠিত হয়। এই ক্ষেত্রে জোড়ার ক্ষেত্র অপেক্ষাকৃত ছোট।

1.4 দুটি কক্ষপথ আছে, একটি p-এবং আরেকটি sp-সংকর কক্ষপথ। এর মধ্যে কোনটির দিকনির্দেশক চারিত্ব বেশি, তার কারণ দাও।

উত্তর: sp-কক্ষপথে p-কক্ষপথের চেয়ে বেশি দিকনির্দেশক চারিত্ব আছে কারণ p-অরবিটালের সমান আকারের দুটি বেলুন রয়েছে যার উভয় বেলুনে সমান ইলেকট্রন ঘনত্ব রয়েছে। যেখানে sp-হাইব্রিড কক্ষপথের একদিকে ইলেকট্রনের ঘনত্ব বেশি।

1.5 H_2S হল গ্যাস এবং জল তরল, কারণ দাও।

উত্তর: জলে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে, জলের অণুগুলি সংযুক্ত, কিন্তু H_2S - এ কোনও হাইড্রোজেন বন্ধন নেই।

1.6 HF এর ফুটনাক্ষ HCl এর চেয়ে বেশি, ব্যাখ্যা কর

উত্তর: HF-এ হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির কারণে, অণুগুলি একসাথে যুক্ত হয়। যদিও HCl তে কোন হাইড্রোজেন বন্ধন নেই।

1.7 যদিও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড একটি সমযোজী যৌগ, তবু জলে দ্রবীভূত হলে এটি কিভাবে আয়ন গঠন করে?

উত্তর: হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সমযোজী যৌগ, যা হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিনের মধ্যে একটি ইলেকট্রন জোড়া যৌথ ভাবে পারম্পরিক ভাগ করে নিয়ে গঠিত। যেহেতু ক্লোরিনের ভ্যালেন্স শেলের মধ্যে 7 টি ইলেকট্রন আছে তাই ইলেকট্রনের জোড়া

আকৃষ্ট করার প্রবণতা বেশি থাকে, তাই পরমাণুগুলি র উপর আংশিক ধনাত্মক এবং ঝণাত্মক আধান গঠন করে। যখন এটি জলে দ্রবীভূত হয়, পরমাণুর উপর স্থায়ী চার্জ তৈরি হয় তাই ক্লোরিন-এর তড়িৎ ঝণাত্মকতার কারণে HCl জলে দ্রবীভূত হলে আয়নিত হয়

1.8 CH_4 -তে কোভ্যালেন্ট চরিত্র ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: সহযোজী বন্ধন বা কোভ্যালেন্ট বন্ডের উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

1.9 NaOH এর দ্রবণ 500 মিলিলিটার জলে NaOH এর 3.2 গ্রাম দ্রবীভূত করে প্রস্তুত করা হয়েছিল। NaOH দ্রবণের মোলারিটি নির্ণয় কর [ইঙ্গিত: রেফারেন্স পয়েন্ট 1.3.3 (A)]

উত্তর: NaOH এর ভর 3.2g; NaOH এর মোলার ভর

$$= (23 + 16 + 01) = 40\text{g/mol} \text{ জলের ঘনায়তন } 500 \text{ mL} = 500/1000 \text{ mL}$$

$$\text{মোলারিটি} = ?$$

$$\text{মোলার ভর} = 0.08 \text{ মোল}$$

$$\text{মোলারিটি} = (\text{দ্রবণের মোলের সংখ্যা})/(\text{এক লিটারে দ্রবণের পরিমাণ})$$

$$= (0.08 \text{ mol})/500 = 0.16\text{mol/L} \text{ বা } 0.16 \text{ M}$$

1.10 একটি জলের নমুনায় প্রতি লিটারে 400mg ক্যালসিয়াম সালফেট থাকে। CaCO_3 সমতুল্য mg/l, ppm এর পরিপ্রেক্ষিতে কঠোরতা গণনা কর [ইঙ্গিত: রেফারেন্স পয়েন্ট 1.3.3 (B)]

উত্তর: CaCO_3 এর পরিপ্রেক্ষিতে CaSO_4 এর কঠোরতা

$$= (\text{mg/L- এ ক্যালসিয়াম সালফেটের শক্তি})$$

$$= 400 \text{ গ্রাম } [\text{CaCO}_3 = 100, \text{CaSO}_4 = 136] \text{ এর সমান ওজন}$$

$$= 400 \times 0.735 = 294.11 \text{ mg/L} = 1\text{ppm} \text{ তাই } 294.11\text{mg/L} = 294.11\text{ppm}$$

1.11 12 গ্রাম ইউরিয়া 500 গ্রাম জলে দ্রবীভূত। দ্রবণে ইউরিয়া ভর দ্বারা শতাংশ গণনা কর [ইঙ্গিত: রেফারেন্স পয়েন্ট 1.3.3 (C)]

উত্তর: দ্রাব্যের ভর দেওয়া রয়েছে = 12 গ্রাম; দ্রাবকের ভর = 500g;

$$\text{দ্রবণের ভর} = \text{দ্রাব্যের ভর} + \text{দ্রাবকের ভর} = 12 + 500 = 512 \text{ g}$$

$$\text{দ্রাব্যের ভর} (\text{ইউরিয়া})$$

$$\text{ভর শতকরা দ্রবণ} (\text{ইউরিয়া}) = \text{পুরো নমুনার ভর} (\text{ইউরিয়া} + \text{জল}) 100 = 100$$

$$= 0.023 \times 100 = 2.3\%$$

1.12 NaOH এর 15 cm^3 , 200 cm^3 জলে দ্রবীভূত। NaOH এর ভলিউম শতাংশ গণনা কর। [ইঙ্গিত: রেফারেন্স পয়েন্ট 1.3.3 (D)]

উত্তর: দ্রাব্যের আয়তন (NaOH) = 15 cm^3 ; দ্রাবক জলের আয়তন = 200 cm^3 ; দ্রবণের মোট আয়তন = 215 cm^3

$$\text{দ্রাবকের ঘনায়তন শতাংশ} = 100\% = 100 = 0.069 \text{ 100} = 6.9$$

1.13 100 গ্রাম/মোল জলের নমুনায় দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ এবং দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ গণনা কর (ইঙ্গিত: রেফারেন্স পয়েন্ট 1.3.3 (E))

উত্তর: প্রথমে আমরা দ্রবণ এবং দ্রাবকের ওজনকে মোলে পরিবর্তন করব

প্রথম পদার্থের মোল = 5.55 দ্বিতীয় পদার্থের মোল = 2.17

অতএব দ্রবণটির মোল = $5.55 + 2.17 = 7.72$

দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ = 0.29 দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ = 0.71

ইউনিটের সারাংশ

- নির্দিষ্ট বৃত্তাকার পথ যেখানে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারপাশে ঘোরে তা কক্ষপথ বা শেল বা শক্তির স্তর হিসাবে পরিচিত এবং K, L, M, N... দ্বারা প্রকাশিত কক্ষপথের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা $2n^2$ দ্বারা দেওয়া হয়।
- একটি পারমাণবিক কক্ষপথ অতএব নিউক্লিয়াসের চারপাশে ত্রিমাত্রিক স্থানকে বোঝায় যেখানে একটি ইলেকট্রন পাওয়ার সর্বোচ্চ সম্ভাবনা থাকে।
- ইলেকট্রন থাকার জন্য বিভিন্ন কক্ষপথের সর্বাধিক ক্ষমতা $s = 2$, $p = 6$, $d = 10$, $f = 14$ দ্বারা দেওয়া হয়।
- ইলেকট্রন ফোটন বা কোয়ান্টা (শক্তির প্যাকেট) আকারে শক্তি শোষণ বা নির্গত করে। নির্গত ফোটনের বিভিন্ন পরিমাণ শক্তি থাকে তাই বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বর্ণনা রেখা তৈরি করে।
- হাইজেনবার্গের অনিচ্ছয়তা নীতি: একসঙ্গে একটি ছোট চলমান কণার সঠিক অবস্থান এবং গতিবেগ সঠিকভাবে নির্ধারণ করা সম্ভব নয়।
- প্রধান বা মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) প্রধান শক্তি স্তর ($n = 1, 2, 3, 4...$) সম্পর্কে তথ্য দেয়।
- আজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা (l) উপ-শক্তি স্তরের সম্পর্কে তথ্য প্রদান করে ($l = 0$ থেকে $n-1$; $0-s$ কক্ষপথ, $1-p$ কক্ষপথ, $2-d$ কক্ষপথ, $3-f$ কক্ষপথ বোঝায়।
- চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) উপ-শক্তি স্তরের (m) ($m = -l - l - +1$ এর $s = 0$, $p = -1, 0, +1$, $d = -2, -1, 0, +1, +2$ এবং $f = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ এর জন্য অভিযোজনের তথ্য দেয়)।
- স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (m_s) স্পিনের দিক নির্দেশ করে ($m_s = +1/2$ এবং $-1/2$)
- আউফবাউ বিধি: ইলেকট্রন সমস্ত উপলব্ধ কক্ষপথে শক্তির উর্দ্ধক্রম অনুসারে প্রবেশ করে।
- হৃদের সর্বাধিক গুণের নিয়ম: যখন একই শক্তির বেশ কয়েকটি কক্ষপথ পাওয়া যায় তখন ইলেকট্রনগুলি আগে কেন একটি কক্ষপথে জোড়-বাঁধার আগে সমান্তরাল স্পিন সহ সমস্ত কক্ষপথে প্রবেশ করে।
- রাসায়নিক বন্ধনকে একটি আকর্ষক বল হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা যেতে পারে যা একটি অগুতে তার উপাদান-পরমাণুগুলিকে একত্রিত করে।
- অস্থিতিশীল বা অসম্পূর্ণ বাইরের শেলযুক্ত সমস্ত পরমাণু পর্যায় সারণিতে নিকটতম নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রনিক বিন্যাস অর্জনের জন্য ইলেকট্রন প্রহণ বা বর্জনের প্রবণতা রাখে। পরমাণুগুলির ইলেকট্রনের সর্বাধিক বাইরের কক্ষপথ সম্পূর্ণ এবং স্থিতিশীল করার এই প্রবণতা পরমাণুর রাসায়নিক সংযোজনের জন্য দয়ী।
- আয়নিক বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড: তড়িৎ- ধনাত্মক থেকে তড়িৎ- ধনাত্মক পরমাণুতে এক বা একাধিক ইলেকট্রনের স্থানান্তরের ফলে দুই বা ততোধিক পরমাণুর মধ্যে যে রাসায়নিক বন্ধন তৈরি হয় তাকে ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড বলে। এই বন্ধনকে আয়নিক বন্ধন বা পোলার বন্ড বা ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ড ও বলা হয়।
- কোভ্যালেন্ট বা সহযোজী বন্ধন: দুইটি পরমাণু নিজেদের মধ্যে ইলেকট্রন পারস্পরিক ভাগ করে তাদের অক্টেট বা ডুপ্লেট (শুধুমাত্র একটি শেল ধারণকারী উপাদানের ক্ষেত্রে) পূর্ণ করে, তখন যে বন্ধন তৈরী হয়, তাকে সহযোজী বন্ধন বলে। ভাগ করা ইলেকট্রনের প্রতিটি জোড়া একটি রেখা (-) দ্বারা নির্দেশিত।

- কোঅর্ডিনেট বা সমষ্টীয় বন্ধন:** কোঅর্ডিনেট বন্ড হল একটি বিশেষ ধরনের কোভ্যালেন্ট বন্ড যেখানে ইলেকট্রনগুলি শুধুমাত্র একটি পরমাণু দ্বারা উৎসর্গীকৃত হয় কিন্তু দুটি পরমাণুই তাদের ব্যবহার করে। এই বন্ধনকে ডেটিভ বন্ড বা ডাই পোলার বন্ডও বলা হয়। এটি তীর (→) চিহ্ন দ্বারা বোঝানো হয়।
- হাইড্রোজেন বন্ধন:** হাইড্রোজেন বন্ধনে, একটি H -পরমাণু দুটি অত্যন্ত তড়িৎ-ঝণাঝুক ইলেক্ট্রনগুলিতে পরমাণুর সাথে সংযুক্ত হয়, একটি কোভ্যালেন্ট বন্ড দ্বারা এবং অন্যটি হাইড্রোজেন বন্ড দ্বারা। এভাবে এটি একটি হাইড্রোজেন সেতু গঠন করে।
- জোড়-না-বাঁধা ইলেকট্রনযুক্ত দুটি ভিন্ন পরমাণুর ভ্যালেন্স শেল পারমাণবিক কক্ষপথ (অর্ধ-ভরা) সংযুক্ত হয়ে একটি সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। এই বন্ধনের কারণে, এখানেই পরমাণুর মধ্যে সর্বাধিক ইলেকট্রন ঘনত্ব থাকে। পারমাণবিক কক্ষপথ-দুটির সংযোজনের ঘনিষ্ঠতা যত বেশি, রাসায়নিক বন্ধনের শক্তি তত বেশি, ফলে উৎপন্ন অগুর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়।**
- ধাতব বন্ধন:** কয়েকটি ধনাঞ্চক চার্জযুক্ত ধাতব আয়নগুলির মধ্যে অসংখ্য ভ্যালেন্স ইলেকট্রনকে যৌথভাবে ভাগ করাকে ধাতব বন্ধন বলা হয়। অন্য কথায়, ধাতব বন্ধন হল অনেকগুলি ধনাঞ্চক আয়নের মধ্যে অনেকগুলি বিচ্ছিন্ন ইলেকট্রন ভাগ করা, যেখানে ইলেকট্রন একটি আঠা হিসাবে কাজ করে পদার্থকে একটি নির্দিষ্ট কাঠামো প্রদান করে।
- দ্রাব্য:** যা দ্রাবকে অঙ্গ পরিমাণে যোগ করে একটি দ্রবণ তৈরী করা হয়।
- দ্রাবক:** দ্রাব্য কে দ্রবীভূত করার জন্য প্রচুর পরিমাণে উপস্থিত একটি পদার্থ দ্রাবক হিসেবে পরিচিত।
- দ্রবণ:** দ্রাব্য ও দ্রাবকের মিশ্রণ দ্রবণ হিসেবে পরিচিত।
- মোলারিটি:** দ্রাবের মোলের সংখ্যা যা এক লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।
- প্রতি মিলিয়ন অংশ (পিপিএম):** অনুপাত হিসেবে এক মিলিয়ন গ্রাম দ্রবণে যতোগ্রাম দ্রাব্য দ্রবীভূত হয়, তাকে ppm সংজ্ঞায়িত করা হয়।
- ভর শতাংশ:** পুরো ভর উপস্থিত নমুনার শতকরা ভর ভগ্নাংশ।
- ভলিউম পার্সেন্টেজ:** দ্রবণের শতকরা ঘনায়তন ভগ্নাংশ।
- মোলের ভগ্নাংশ:** মোট দ্রবনের অনুপাতে দ্রাব্য বা দ্রাবকের মোলের ভগ্নাংশ (যেমন দ্রাবকের মোল এবং দ্রাবকের মোল)।

অনুশীলনী

- হাইজেনবার্গ অনিশ্চয়তা নীতি ব্যক্ত কর।
- বিভিন্ন অংশগে প্রদর্শিত বিভিন্ন সিরিজে হাইড্রোজেন বর্ণনীর চেহারা বর্ণনা কর।
- s, p, d, f কক্ষপথের আকার সহ কক্ষপথের ধারণা ব্যাখ্যা কর।
- চারটি কেয়াটাইম সংখ্যা সারণী - আকারে ব্যাখ্যা কর।
- আউফবাউ নিয়মে শক্তি বৃদ্ধির ক্রমানুসারে কক্ষপথের ক্রম লেখ।
- ^{17}Cl , ^9F , ^{13}Al , ^{15}P এর কক্ষীয় ইলেক্ট্রনিক বিন্যাস লেখ।
- NaCl তে ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট বন্ধন গঠন ব্যাখ্যা কর।
- উদাহরণ সহ একক, দ্বয়ী এবং ত্রৈ সহযোজী বন্ধনের গঠন ব্যাখ্যা কর।
- ইলেকট্রনের স্থানান্তর/ যৌথভাগ, গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ এবং বিদ্যুতের পরিবাহিতার ভিত্তিতে আয়নিক যোগ এবং সহযোজী যোগের মধ্যে পার্থক্য কর।

- 1.10 পরিচ্ছন্ন ছবির সাহায্যে s-s, p-p এবং s-p ওভারল্যাপিং সহ সিগমা এবং পাই বন্ধনের গঠন ব্যাখ্যা কর।
- 1.11 মিথেন অণু গঠনে কক্ষপথের সংকরণ ব্যাখ্যা কর।
- 1.12 সমষ্টিয়ী যৌগের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
- 1.13 জলের অণুর অস্থাভাবিক আচরণ ব্যাখ্যা কর।
- 1.14 ধাতব বন্ধনে স্থানচ্যুত ইলেকট্রন ব্যাখ্যা করতে একটি ছবি আঁকো। ধাতব বন্ধনের বিশিষ্ট ধর্মের উল্লেখ কর।
- 1.15 উদাহরণের সাহায্যে দ্রাব্য, দ্রাবক এবং দ্রবণের মধ্যে পার্থক্য কর।
- 1.16 দ্রবণের গাঢ়ত্ব বর্ণনা কর i) মোলারিটি ii) পিপিএম এবং iii) মোল ভগ্নাংশ।

ব্যবহারিক পরীক্ষা

1. আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) দ্রবণ প্রস্তুতি

বিবৃতি

অক্সালিক অ্যাসিড বা পটাসিয়াম পারম্যাঞ্জনেটের আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করো।

গুরুত্ব

একটি নমুনায় অজানা গাঢ়ত্ব নির্ধারণের জন্য ভলিউমেট্রিক টাইট্রেশন এবং পরিমাণগত রাসায়নিক বিশ্লেষণের জন্য আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) দ্রবণ গুরুত্বপূর্ণ। সঠিক মিশ্রণ পেতে চিকিৎসা জগৎ এবং ল্যাবরেটরিতে ফার্মাসিস্ট দ্বারা আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) দ্রবণ ব্যবহার করা হয়।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

স্বাভাবিক দ্রবণ বা নর্মাল সল্যুশন

দ্রাব্য টির 1 g-তুল্যাঙ্ক ওজন কে দ্রবীভূত করে 1000 mL দ্রবণ তৈরি করে স্বাভাবিক দ্রবণ বা নরমাল সল্যুশন প্রস্তুত করা হয়।

অক্সালিক এসিডের স্বাভাবিক দ্রবণ প্রস্তুত করা

অক্সালিক এসিডের আণবিক ওজন = 126

$$\text{তুল্যাঙ্ক} = (\text{আণবিক ওজন}) / (\text{ক্ষারীয়তা}) = 126/2 = 63 \text{ (অক্সালিক অ্যাসিডের যোজ্যতা বা ক্ষারীয়তা} = 2)$$

অক্সালিক অ্যাসিডের 1 g-তুল্যাঙ্ক ওজন, 1000 mL পাতিত (ডিস্টিলড) জলে দ্রবীভূত হয়ে 1N দ্রবণ গঠন করে

63 g অক্সালিক অ্যাসিড 1000 mL পাতিত জলে দ্রবীভূত হয়ে, 1 N অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ তৈরী হয়।

0.63 g অক্সালিক অ্যাসিড 1000 mL পাতিত জলে দ্রবীভূত হয়ে, 0.01 N অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ তৈরী করে।

0.01N KMnO_4 দ্রবণ প্রস্তুত করা

$$\text{তুল্যাঙ্ক} = (\text{আণবিক ওজন}) / (\text{ক্ষারীয়তা বা যোজ্যতা}) = 158/5 = 31.6 \text{ g } (\text{KMnO}_4 = 5 \text{ এর ভ্যালোনি})$$

31.6 g KMnO_4 , 1000mL পাতিত জলে দ্রবীভূত হয়ে 1 N KMnO_4 দ্রবণ তৈরি করে।

0.316 g KMnO_4 , 1000mL পাতিত জলে দ্রবীভূত হয়ে 0.01 N KMnO_4 দ্রবণ তৈরি করে।

মোলার দ্রবণ

1000mL জলে দ্রবীভূত দ্রবণের মোলের সংখ্যা, মোলার দ্রবণ গঠন করে [মোলার দ্রবণের জন্য দেখো - ইউনিট 1, বিভাগ 1.3]

0.02 (M) অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা।

অক্সালিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত - ($C_2H_6O_6$)

$$\text{আণবিক ওজন} = [(2 \times 12) + (6 \times 1) + (6 \times 16)] = [24 + 6 + 96] = 126 \text{ g/মোল}$$

অক্সালিক অ্যাসিডের ওজন = মোলারিটি \times অক্সালিক অ্যাসিডের আণবিক ভর \times ঘনায়তন

$$= (1/50) \times 126 \times (100/1000)$$

অক্সালিক অ্যাসিডের ওজন = 0.252 g

0.02 (M) অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ তৈরির জন্য, 0.252 g অক্সালিক অ্যাসিড 100 mL জলে দ্রবীভূত হয়।

পটাসিয়াম পারম্যাসনেটের মোলার দ্রবণ প্রস্তুত করা (KMNO₄)

0.02 K KMnO₄ দ্রবণ প্রস্তুত করা।

$$\text{KMnO}_4 \text{ এর আণবিক ওজন} = [39 + 55 + (16 \times 4)] = 158$$

KMnO₄ এর ওজন = মোলারিটি \times KMnO₄-এর আণবিক ওজন \times দ্রবণের

$$\text{ঘনায়তন} = 1/50 \times 158 \times 100/1000 = 0.316 \text{ g}$$

0.02 (M) KMnO₄ দ্রবণ তৈরির জন্য, 0.316 g KMnO₄ 100 mL জলে দ্রবীভূত হয়।

ব্যবহারিক ফলাফল (PROs)

PrO1: ইলেক্ট্রনিক ব্যালেন্সে প্রদত্ত নমুনাটি সঠিকভাবে ওজন করো।

PrO2: প্রদত্ত নমুনার নির্ধারিত মোলারিটি এবং স্বাভাবিকতার আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করো।

প্রয়োজনীয় জিনিসপত্র, রাসায়নিক এবং কাচের সরঞ্জাম

যন্ত্রপাতি: ইলেক্ট্রনিক ডিজিটাল/ বিশ্লেষণাত্মক ওজনের যন্ত্র বা তুলাদণ্ড (0.0001 mg সংবেদনশীলতা)

রাসায়নিক: (AR গ্রেড) অক্সালিক এসিড, পটাসিয়াম পারম্যাসনেট

কাচের সরঞ্জাম: (বোরোসিল) ওয়াচ প্লাস, স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লান্স (100mL), ফানেল, বীকার্স

নিরাপত্তা মূলক সতর্কতা

- পরীক্ষাগারে কাজ করার সময় মাস্ক, প্লাভেস এবং অ্যাপ্রন ব্যবহার করো।
- কাঁচের জিনিস এবং রাসায়নিকগুলি সাবধানে নাড়াচাড়া করো।
- ওজনের যন্ত্র বা তুলাদণ্ডের ভিতরে কখনও রাসায়নিক ছড়াবে না।
- পাতলা করার জন্য সর্বদা জলে অ্যাসিড যুক্ত করো, অ্যাসিড-এ জল নয়।
- রাসায়নিক ওজন করার জন্য, বীক্ষণ-কাঁচ বা ওয়াচ-প্লাস ব্যবহার করো। রাসায়নিক ধারণের জন্য স্পাচুলা ব্যবহার করো।
- রাসায়নিক খালি হাতে ব্যবহার করবে না।
- কাগজ ব্যবহার করে KMnO₄ দ্রাব্য ওজন করবে না। এটি রাবার, কাগজ এবং কর্ককে জারিত করে।
- তৈরী হওয়া KMnO₄ দ্রবণকে সূর্যের আলো থেকে রক্ষা করো। অ্যালুমিনিয়াম ফলেল দিয়ে ঢেকে দাও অথবা একটি গাঢ় রঙের বোতলে সংরক্ষণ করো। আলো KMnO₄ এর বিয়োজনকে ত্বরান্বিত করে।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

পার্ট-A: $M/50$ অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুতি

- ওয়াচ ফ্লাস পরিষ্কার করো এবং 0.252 g অক্সালিক অ্যাসিড ওজন করো, এবং এটি একটি স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো এবং 100 mL পর্যন্ত পাতিত জল যোগ করো।
- দ্রবণ টি ফ্লাস্ক সমেত 3-4 বার উপর-নিচে ওলোট-পালট করো যাতে আমরা অক্সালিক অ্যাসিডের একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ পেতে পারি।

পার্ট-B : $M/50 KMnO_4$ দ্রবণ প্রস্তুতি

- ওয়াচ ফ্লাস পরিষ্কার করো এবং 0.316 g $KMnO_4$ (পটাসিয়াম পার- ম্যাঙ্গানেট) ওজন করো এবং এটি একটি স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো এবং 100 mL পর্যন্ত পাতিত জল যোগ করো।
- দ্রবণ টি ফ্লাস্ক সমেত 3-4 বার উপর-নিচে ওলোট-পালট করো যাতে আমরা অক্সালিক অ্যাসিডের একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ পেতে পারি।

শিক্ষকদের জন্য দৃষ্টব্য

শিক্ষক অক্সালিক অ্যাসিড ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$) এবং পটাসিয়াম পার ম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$)-এর আদর্শ দ্রবণ তৈরির জন্য মোলার দ্রবণ পদ্ধতি বা স্বাভাবিক দ্রবণ পদ্ধতির মধ্যে যে কোনো একটি পদ্ধতি ব্যবহার করতে পারেন।

পর্যবেক্ষণ

পার্ট -A অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের প্রস্তুতি

- (M) অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা
..... M অক্সালিক অ্যাসিড তৈরির জন্য, অক্সালিক এসিডের ওজন =।
ব্যবহৃত স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কের আয়তন =
- N অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা
..... N অক্সালিক অ্যাসিড তৈরির জন্য, অক্সালিক অ্যাসিডের ওজন =

পার্ট -B $KMnO_4$ দ্রবন্নের এর প্রস্তুতি

- (M) $KMnO_4$ দ্রবণ প্রস্তুত করা
প্রস্তুতির জন্য (M) $KMnO_4$, $KMnO_4$ এর ওজন নেওয়া =
ব্যবহৃত স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কের আয়তন =
- (N) $KMnO_4$ দ্রবণ প্রস্তুত করা
প্রস্তুতির জন্য (N) $KMnO_4$, $KMnO_4$ এর ওজন নেওয়া =

ফলাফল

- অক্সালিক অ্যাসিডের g দ্রবণ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

উপসংহার এবং / অথবা বৈধতা

.....

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে।

- 0.02 M অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের প্রস্তুতির ধাপ ব্যাখ্যা করো এবং লেখো।
- ব্যাখ্যা করো এবং 0.02 (N) KMnO_4 অ্যাসিড দ্রবণের প্রস্তুতির ধাপগুলি লেখো।
- 0.002 N অক্সালিক অ্যাসিড তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় অক্সালিক অ্যাসিডের পরিমাণ গণনা করো।
- 0.002 N KMnO_4 তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় KMnO_4 এর পরিমাণ গণনা করো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা



Concentration
of KMnO_4
solution

ছাত্রের নাম রোল নং।

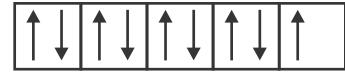
পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণের প্রস্তুতি	30		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

আরও জেনে রাখো

- পারমাণবিক সংখ্যা:** পারমাণবিক সংখ্যা হল নিউক্লিয়াসের ভিতরে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যা। এটি (Z) হিসাবে প্রতিনিধিত্ব করা হয়।
- পারমাণবিক ভর সংখ্যা:** নিউক্লিয়াসের ভিতরে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যা এবং নিউট্রনের সংখ্যার সমষ্টি। এটি 'A' হিসাবে উপস্থাপন করা হয়। $A = P+N$
- পারমাণবিকতা:** একটি মৌলের অণুতে উপস্থিত পরমাণুর সংখ্যা। হাইড্রোজেন অণুর পারমাণবিকতা হল 2. নাইট্রোজেন, অক্সিজেন (অক্সিজেন গ্যাসে) = 2
- আইসোটোপ:** একই মৌলের বিভিন্ন পরমাণু একই পরমাণু সংখ্যার সাথে কিন্তু ভিন্ন পারমাণবিক ভর সংখ্যাকে আইসোটোপ 1H_1 , 1H_2 , 1H_3 বলে।
- আইসোবার:** বিভিন্ন পরমাণু সংখ্যার সাথে বিভিন্ন মৌলের ভিন্ন পরমাণু কিন্তু একই পারমাণবিক ভর সংখ্যা থাকাকে আইসোবার বলে। ${}^{18}Ar_{40}$, ${}^{19}K_{40}$, ${}^{20}Ca_{40}$
- ইলেকট্রনের একক জুটি:** এক জোড়া ইলেকট্রন যা বন্ড গঠনে অংশ নেয় না সেগুলিকে ইলেকট্রনের একক জুটি বলা হয়।
- ইলেকট্রনের বন্ধন জুটি:** এক জোড়া ইলেকট্রন যা দুটি পরমাণুর মধ্যে বন্ধন গঠনে অংশ নেয় তাকে ইলেকট্রনের বন্ধন জুটি বলা হয়।
- ক্রোমিয়াম ব্যতিক্রমী ইলেকট্রনিক কনফিগারেশন দেখায়।**
- $4s^2 3d^4$ ভ্যালেন্স শেল ইলেকট্রনিক কনফিগারেশন দেখানোর পরিবর্তে, এটি $4s^1 3d^5$ কনফিগারেশন দেখায় কারণ অর্ধ ভরা d কক্ষপথ অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিশীল।**

Expected Electronic Configuration	Actual Electronic Configuration
	
$4s^2$	$3d^5$

- ক্রোমিয়াম ব্যতিক্রমী ইলেকট্রনিক কনফিগারেশন দেখায়। $4s^2 3d^9$ ভ্যালেন্স শেল ইলেকট্রনিক কনফিগারেশন দেখানোর পরিবর্তে, এটি $4s^1 3d^{10}$ কনফিগারেশন দেখায় কারণ সম্পূর্ণ ভরা d কক্ষপথ অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিশীল

Expected Electronic Configuration	Actual Electronic Configuration
	
$4s^2$	$3d^{10}$

প্রস্তাবিত স্কুল প্রকল্প / কার্যক্রম

- একটি পাওয়ারপ্যানেল ত্যানিমেশন প্রস্তুত করো যা পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যা করতে পারে।

- আধুনিক পর্যায় সারণির একটি চার্ট প্রস্তুত করো যা বিভিন্ন উপাদানের পারমাণবিক সংখ্যা এবং ভর সংখ্যা সম্পর্কে তথ্য দেয়।
- দ্রবণ থেকে সাধারণ লবণের স্ফটিক প্রস্তুত করো
- যৌগ এবং দ্রবণের প্রতিনিধিত্বকারী একটি চার্ট প্রস্তুত করো যা মানুষের জীবনকে ইতিবাচকভাবে প্রভাবিত করে
- একটি বল এবং লাঠি বা অন্য কোন বস্তুর সাহায্যে একটি পরমাণুর মডেল প্রস্তুত করো।
- ক্লাসে ছাত্রদের তিনটি গ্রন্থ গঠন করো। বিভিন্ন আইটেম/জিনিসপত্র বিনিময়/ভাগাভাগি/প্রদানের একটি কাল্পনিক পরিস্থিতি বিবেচনা করো এবং একটি সিম্যুলেটেড পরিস্থিতিতে শিক্ষার্থীদের মধ্যে আয়নিক, সহযোজী এবং সময়যী বন্ধনের ধরন প্রদর্শন কর। তোমার ফলাফল উপস্থাপন করো।
- এই সময়ের মধ্যে, তুমি হয়তো তোমার সহকর্মীদের সাথে ক্রিকেট, ফুটবল, হকি ইত্যাদি বহিরঙ্গন গেম খেলার সময় বিভিন্ন অভিজ্ঞতার মধ্য দিয়ে গিয়ে থাকবে। এই অভিজ্ঞতাকে বিভিন্ন ধরণের বন্ধনের সাথে সম্পর্কিত করে গল্পের আকারে লেখো এবং অন্যদের জানাও।

প্রয়োগ (বাস্তব জীবন / শিল্প)

- আমরা গৃহস্থান এবং শিল্প উদ্দেশ্যে যা ব্যবহার করি, তার বেশিরভাগ পদার্থ/যৌগ রাসায়নিক বন্ধনের ফল। রাসায়নিক বন্ধনের কারণে বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন নতুন প্রকৌশল-সামগ্রী ডিজাইন এবং তৈরি করতে সক্ষম হয়েছেন। প্রসাধনী, পলিমার, খাদ্য, অবকাঠামো ও ইস্পাতের মতো শিল্পের বিভিন্ন ক্ষেত্রে ও বিভিন্ন উদ্দেশ্যে নির্দিষ্ট ব্যবহারের জন্য পছন্দসই বৈশিষ্ট্যের সাথে রাসায়নিক যৌগ গঠন করা হয়েছে।
- মোলারিটির সাহায্যে, আমরা $pH = -\log_{10} [H^+]$ সূত্র ব্যবহার করে দ্রবণের pH নির্ণয় করতে পারি

আয়নিক বন্ধন, সহযোজী বন্ধন এবং সময়যী বন্ধনের বাস্তব উদাহরণ বিশ্লেষণ

প্রথম অংশ

সুরজ এবং গোপাল দুজন খুব ভালো বন্ধু ছিল। তারা দুজনই সরস্বতী বিদ্যমান্দিরে দাদশ শ্রেণিতে পড়ত। এই স্কুলটি আইসিটি টুলস এবং সিস্টেম ব্যবহার করে কার্যকলাপ-ভিত্তিক শিক্ষণ-শেখার জন্য পরিচিত। বছরের পর বছর ধরে, এই স্কুলের প্রাক্তন ছাত্ররা তাদের চাকরির সময় অনেক ক্ষেত্রে তাদের অনুকরণীয় কর্মক্ষমতা প্রদর্শন করে আসছিল। সুরজ এবং গোপাল পড়াশোনায় মোটামুটি ভালো ছিল। সুরজ ছিল একটি সচল পরিবারের এবং গোপাল ছিল একটি দরিদ্র পরিবারের। গোপালের বাবা শ্রমিকের কাজ করতেন। তিনি কেবলমাত্র ন্যূনতম সুযোগ - সুবিধা দিয়ে গোপালের পড়াশোনা সমর্থন করতে পারতেন। গোপাল অনেক লম্বা হওয়ায় তারা তাদের উচ্চতার ভিত্তিতে ক্লাসের বিভিন্ন বেঞ্চে বসত।

সুরজের অনলাইন রিসোর্স, যেমন ই-বুক, ওপেন ওয়েব রিসোর্স, ক্লাস নোট, আলোচনা ফোরাম এবং অন্যান্য অপ্রচলিত উপায় নিয়ে পড়াশোনা করার অভ্যাস ছিল। মহামারী করোনার ফলে পরিবারের খুব খারাপ আর্থিক অবস্থার কারণে গোপালের বাবা তাকে পড়াশোনা বন্ধ করতে বলেছিলেন, কারণ তিনি দেশজোড়া লকডাউনের কারণে কাজ ও রোজগার হারান। গোপাল তার পরিবারের অবস্থা অনুধাবন করতে পারত এবং তার কেরিয়ারের কথা চিন্তা করে উদ্বিদ্ধ থাকত। গোপাল এই সব কথা সুরজের সাথে আলোচনা করল। সুরজ এসব শুনে গোপালের জন্যে খুবই সহানুভূতি অনুভব করলো। সুরজ তার বাবার সাথে কথা বলে তার বন্ধু গোপালের জন্য বই এবং স্টেশনারির একটি সেট কেনার অনুরোধ জানায় ও পরীক্ষার ফি ও দিতে বলে। সুরজের বাবা তৎক্ষণাত্মে রাজি হয়ে যান এবং এভাবে সুরজ গোপালের জন্যে ই-বুক, স্টেশনারি, নোটবুক ইত্যাদি সমস্ত প্রয়োজনীয় জিনিস প্রদান করে।

গোপাল এটা জানতে পেরে খুব খুশি এবং আবেগতাড়িত হয়ে পড়ে, কারণ তার বন্ধু সুরজের পূর্ণ সহযোগিতার কারণে সে তার পড়াশোনা চালিয়ে যেতে সক্ষম হয়। সুরজের প্রতি কৃতজ্ঞতায় সে অভিভূত ছিল।

দ্বিতীয় অংশ

সুরজ এবং গোপাল দুজনেই আনন্দের সাথে পড়াশোনা চালিয়ে যায় এবং ক্লাসে কৃতকার্য হয়। তারা প্রায়ই তাদের ব্যক্তিগত নেট এবং ক্লাসের নেট বিনিময় করত। এমনকি কঠিন বিষয়ের ক্ষেত্রে, তারা যৌথভাবে পড়াশোনা করত। প্রতিষ্ঠানের নীতি অনুসারে, বিজ্ঞান শিক্ষকরা ব্যবহারিক পরীক্ষা এবং ক্ষুদ্র প্রকল্পের মাধ্যমে আরও ভালভাবে শেখার জন্য শিক্ষার্থীদের গ্রুপে নির্দিষ্ট অ্যাসাইনমেন্ট/প্রকল্প দিতেন। চারপাশের বর্জ্য পদার্থ ব্যবহার করে এবং শহরের কাবাড়া বাজার থেকে প্রযোজনীয় জিনিসপত্র এবং ভাল উপকরণ খুঁজে বের করে সুরজ এবং গোপাল যৌথভাবে খুব ভাল মৌলিক প্রকল্প তৈরি করত। এমনকি রাজ্য পর্যায়ে বিজ্ঞান প্রদর্শনী প্রতিযোগিতার সময়ও, তাদের প্রকল্পটি রাজ্য পর্যায়ে পুরস্কৃত হয়েছিল এবং তারা মূল প্রকল্পটি বিকাশে তাদের যোথ প্রচেষ্টার প্রশংসা পেয়েছিল।

তৃতীয় অংশ

পরবর্তী পর্যায়ে, অর্ধ-বার্ষিক পরীক্ষার পরে, কানে ছত্রাক সংক্রমণের কারণে গোপাল তার শ্বরণশক্তি হারায়। ব্যবহারিক এবং তান্ত্রিক ক্লাসের সময়ে শিক্ষকদের দেওয়া কোন নির্দেশনা সে শুনতে ও উপলব্ধি করতে না পারায় সে হতাশ হয়ে পড়ছিল। ক্লাসে ঠিকঠাক পড়াশোনা করা গোপালের পক্ষে খুব কঠিন হয়ে পড়ছিল।

সুরজ শিক্ষককে অনুরোধ করল যাতে সে গোপালের সাথে একই বেঞ্চে বসতে পারে ও তাকে পড়াশোনায় সাহায্য করতে পারে, কারণ সে শিক্ষকের দেওয়া গুরুত্বপূর্ণ মূল্যবান নির্দেশনা শুনতে পারে না। শিক্ষক তৎক্ষণিকভাবে এই বিষয়ে সম্মত হন। তারপর সুরজ এবং গোপাল একই বেঞ্চে বসতে শুরু করল এবং সুরজ লিখিত এবং অ-মৌখিক যোগাযোগের মাধ্যমে গোপালকে প্রতিটি নির্দেশনা জানাতে লাগল। এর ফলে, সে তত্ত্ব ও ব্যবহারিক ক্লাসের সময় সমস্ত শিক্ষা ও নির্দেশনা গোপালকে জানাতে পারল।

পরীক্ষার পর দেখা গেলো, দুজনেই খুব ভাল ফল করেছে এবং তাদের পছন্দের খুব ভাল কলেজে নির্বাচিত হয়েছে।

আলোচনার বিষয়

রাসায়নিক বন্ধনের ধারণার সাথে উপরোক্ত কাহিনীটির সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

আয়োনিক, সমযোজী এবং সমন্বয়ী বন্ধনের সাথে উপরোক্ত বর্ণনার তিনটি অংশ চিহ্নিত কর এবং সম্পর্কিত করো।

উপরের লক্ষ্যণীয় বিষয়গুলি উপস্থাপন করো এবং ধারণাগুলি আরও স্পষ্ট করার জন্য শিক্ষকের সাথে আলোচনা করো।

শিক্ষকদের জন্য দ্রষ্টব্য

ক্লাসের মোট ছাত্র -ছাত্রীদের 10 জন সদস্যের কয়েকটি গ্রুপে বিভক্ত করা যেতে পারে। প্রতিটি গ্রুপ বা দলের একজন নেতৃ এবং একজন প্রতিবেদক থাকবে। প্রতিটি গ্রুপকে নির্ধারিত সময়ের মধ্যে গ্রুপের মধ্যে কেস পড়তে, বুবাতে এবং আলোচনা করতে বলা যেতে পারে এবং নীচের পয়েন্টগুলির উপর ভিত্তি করে ফলাফলগুলি উপস্থাপন করতে বলা যেতে পারে। শিক্ষক আলোচনা করতে পারেন ও তাঁর মতামত দিতে পারেন এবং শেষে একটি সারসংক্ষেপ নথিবন্দ করতে পারেন।

সংজ্ঞানশীল অনুসন্ধান এবং কৌতুহল

- কেন বর গ্যাস অন্যান্য মৌলের সাথে সংযুক্ত হয় না?
- রাসায়নিক বন্ধন বহু বছর ধরে শেখা হচ্ছে। আমরা জেনেছি যে ওষুধের সংশ্লেষণ রাসায়নিক বন্ধনের ফল। আজকের মহামারী পরিস্থিতি অনুযায়ী এবং অনেক মারাত্মক রোগের জন্য বিজ্ঞানী, রাসায়নিবিদ এবং ফার্মাসিস্টের দ্বারা প্রাসঙ্গিক ওষুধ সংশ্লেষ করার জরুরি প্রয়োজন রয়েছে। আমাদের দেশে এত বৈজ্ঞানিক উন্নয়ন সত্ত্বেও কেন আমরা আমাদের জাতির সকল বয়সের প্রত্যেক ব্যক্তির জন্য পর্যাপ্ত মাত্রায় ওষুধ ও ভ্যাকসিন প্রস্তুত করতে পারিনি।

- পারমাণবিক সংখ্যা 1 থেকে 30 পর্যন্ত উপাদানগুলি মনে রাখার জন্য অন্তত একটি ছন্দময় গান বা সংক্ষিপ্তরূপ তৈরি করা যেতে পারে কি ?
- আমরা কিভাবে জানি এবং বিশ্বাস করি যে মহাবিশ্বের সব কিছু পরমাণু দিয়ে গঠিত? এটি প্রায় ইশ্বরের অস্তিত্বে বিশ্বাসের অনুরূপ। কিভাবে আমরা পরমাণুর অস্তিত্ব দেখতে এবং অনুভব করতে পারি?
- যখন সমান পরিমাণে জল এবং ইথাইল অ্যালকোহল মিশ্রিত হয়, তখন মোট ঘনায়তন মিশ্রণের আগে দুটি তরলের আলাদা ঘনায়তনের যোগফলের চেয়ে কম।

তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ

- Shikha Agarwal, Engineering Chemistry, Cambridge University Press; New Delhi, 2015. ISBN, 978-1-107-47641-7
- C.N.R. Rao, Understanding Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN 8173712506
- Dara, S. S. & Dr. S.S. Umare, Engineering Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN, 8121903599
- Jain & Jain, Engineering Chemistry, Dhanpat Rai and Sons; New Delhi, 2015, ISBN 8187433175
- Text Book of Chemistry for Class XI & XII (Part-I, Part-II), N.C.E.R.T., Delhi, 2017-18.
- Chemsketch and ISISdraw which can be used to understand 3D view of an orbital.



2

জল

ইউনিট সূচি

এই ইউনিট নিম্নলিখিত প্রধান বিষয়গুলি নিয়ে গঠিত:

- জল- পৃথিবীতে এর বস্টন এবং শ্রেণিবিন্যাস
- খর জলের কারণ
- জল মৃদু করার কৌশল
- পৌর জল শোধন
- পানীয় জলের ভারতীয় মান নির্ধারণ
- যে কোনো উৎস থেকে পানীয় এবং খাদ্য প্রস্তুত করার উদ্দেশ্যে মানুষের ব্যবহারের যোগ্য জল

অনুসন্ধিৎসা এবং কৌতুহল সৃষ্টির জন্যে উপরোক্ত ধারণা গুলি উদাহরণ সহযোগে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধানের সৃজনশীল ক্ষমতা বিকাশের উদ্দেশ্যে দৈনন্দিন জীবনে ও শিল্পক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারিক প্রয়োগের উল্লেখ করা হয়েছে।

ইউনিটের মধ্যে শিক্ষণ ক্ষেত্রের বিভিন্ন স্তরে ও বিভিন্ন ব্যবধানে শিক্ষার মূল্যায়ন করার জন্যে গঠনমূলক মূল্যায়নের উপযোগী প্রশ্ন তৈরী করা হয়েছে।

প্রকৃত অর্থে ফলাফল ভিত্তিক পাঠ্যক্রমের কার্যকরী বাস্তবায়নের জন্য, ইউনিটের মধ্যে নানারকম কার্যক্রম, যেমন ক্ষুদ্র প্রকল্প, নির্দিষ্ট কাজ, কারখানা দর্শন ইত্যাদি রাখা হয়েছে।

পরিপূরক পাঠ এবং অনুশীলনের জন্যে বিভিন্ন বিষয়/উপ বিষয়ের উপর নমুনা QR কোড প্রদান করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

জল একটি মূল্যবান প্রাকৃতিক সম্পদ। সকল জীবের বেঁচে থাকার জন্য জলের প্রয়োজন। আমরা জল ছাড়া জীবন কল্পনা করতে পারি না। প্রাণী বা উদ্ভিদ সকলের দৈনন্দিন বিপাকীয় ক্রিয়াকলাপ সম্পর্ক করার জন্য জলের প্রয়োজন। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া থেকে উদ্ভিদের খাদ্য সংশ্লেষণের জন্য জলের প্রয়োজন। বাস্পীভবন, শ্বাস -প্রশ্বাস, ঘনীভবন, বৃষ্টিপাত এবং অন্যান্য উপায়ে পৃথিবীতে জল ক্রমাগত চক্রায়িত হয়।

সুস্থায়ী উন্নয়ন লক্ষ্যগুলির মধ্যে 6.1 হল সকলের জন্যে নিরাপদ ও সাশ্রয়ী পানীয় জলের সার্বজনীন ও ন্যায়সঙ্গত ব্যবস্থা করা।

শিল্প থেকে বের হওয়া শিল্প বর্জ্য জল (ট্যানারি, লক্রি, আচার ইত্যাদি) বিভিন্ন ঘনত্বের রাসায়নিক যৌগ দ্বারা পূর্ণ। শিল্প থেকে এই বর্জ্য জল হৃদ, নদী বা সমুদ্রে ছেড়ে দেওয়া হচ্ছে যা জলের গুণমান এবং বিশুद্ধতা প্রভাবিত করে এবং বাস্তুতন্ত্রকেও প্রভাবিত করে। এটি ইউট্রোফিকেশন নামে একটি ঘটনা ঘটাতে পারে। এতে মাছ ও অন্যান্য জলজ প্রাণীর মৃত্যু হতে পারে। জলে দ্বীপুত্র বিয়োক্ত উপাদানগুলি মাছ বা অন্যান্য সামুদ্রিক জীবের মাধ্যমে মানুষের কাছে যেতে পারে।

ডিপ্লোমা প্রকৌশলী হওয়ায়, উপলব্ধ জলকে দীর্ঘমেয়াদি স্থায়িত্বের জন্য সুবিচারের সাথে ব্যবহার করা এবং নিরাপদ এবং পরিষ্কার পানীয় জল ব্যবহার সম্পর্কে সচেতনতা ছড়িয়ে দেওয়া আমাদের দায়িত্ব। 22 শে মার্চ বিশ্ব জল দিবস উদযাপন করা উচিত এই সংকল্পের সাথে যে আমরা উপলব্ধ জল সংরক্ষণ করব এবং বিচক্ষণতার সাথে ব্যবহার করব।

পূর্ব-প্রস্তুতি

- রসায়ন: পদার্থের গঠন
- গণিত: মৌলিক বীজগণিত এবং জ্যামিতি

ইউনিট ফলাফল

U2-O1: খর এবং মৃদু জলের বৈশিষ্ট্য অনুসারে শ্রেণিবদ্ধ করা।

U2-O2: EDTA পদ্ধতিতে জলের খরতা নির্ধারণ করা।

U2-O3: বিভিন্ন জল মৃদুকরণ কৌশল প্রয়োগ করে খর জলকে মৃদু করা।

U2-O4: জল পরিশোধনের জন্য বিভিন্ন জল প্রক্রিয়াকরণ পদ্ধতি প্রয়োগ করা।

U2-O5: পানীয় জলের আদর্শ ভারতীয় মান ব্যবহার করা।

কোর্সের ফলাফলের সাথে ইউনিট ফলাফলের ম্যাপিং

ইউনিট-2: ফলাফল	কোর্সের ফলাফল সহ প্রত্যাশিত ম্যাপিং				
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5
U2-O1	1	3	-	-	1
U2-O2	1	3	-	-	-
U2-O3	1	3	-	-	-
U2-O4	1	3	-	-	-
U2-O5	1	3	-	-	-

2.1 ভূমিকা

পৃথিবীর সর্বত্র, যেমন পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে বাতাসে ও মেঘে এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে নদী, মহাসাগর, বরফ, উদ্ভিদ এবং জীবের আকারে জল রয়েছে।

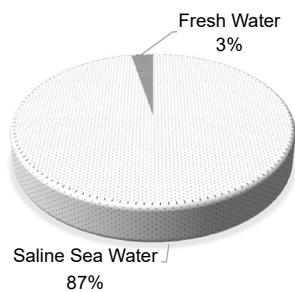
মানব দেহের সঠিক ক্রিয়াকলাপের জন্য জল অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রকৃতপক্ষে, মানব দেহের প্রায় 60 শতাংশ জল দিয়ে তৈরি হয়; রক্তে 90 শতাংশ জল থাকে। জল অস্থিসঞ্চিকে তৈলান্ত করে, লালা এবং শ্লেঘার একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ গঠন করে এবং সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণভাবে রক্তের মাধ্যমে শরীরের বিভিন্ন অংশে অক্সিজেন বহন করে। এটি মস্তিষ্ক, মেরুদণ্ড এবং অন্যান্য সংবেদনশীল টিসুগুলির জন্য একটি কুশন সরবরাহ করে, ত্বককে সুস্থ রাখে, শরীরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে, হজমে সহায়তা

করে, বর্জ্য বের করে দেয়, কিডনির কার্যকারিতা বজায় রাখে, রক্তচাপ বজায় রাখতে সাহায্য করে, এবং শরীরের পক্ষে গুরুত্বপূর্ণ খনিজ ও পোষক দ্রবীভূত করে। এই ইউনিটে আমরা জলের বিভিন্ন দিক সম্পর্কে জানব।

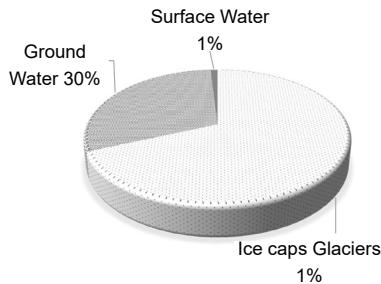
আকর্ষণীয় তথ্য: সমুদ্রের জল হল জলের অপরিশেধিত রূপ। এতে মোট প্রায় 3.5% দ্রবীভূত লবণ রয়েছে। এর মধ্যে প্রায় 2.5% হল NaCl।

2.1.1 পৃথিবীতে জল বন্টনের রেখিচ্ছিণ

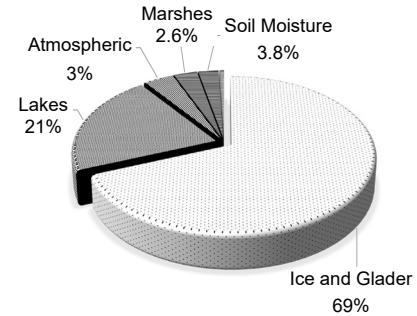
পৃথিবীতে উপলব্ধ জলের অস্তিত্ব এবং বিস্তার বোঝার জন্য বিভিন্ন পাই চার্ট সহায়ক। চিত্র 2.1 পৃথিবীর জলের একটি পাই চার্ট উপস্থাপন করে। মোট বিদ্যমান জলের মধ্যে মাত্র 3% মিষ্টি, বাকি 97% জল লবণাক্ত বা সমুদ্রের জল। চিত্র 2.2, মিষ্টি জলের শতাংশ বিস্তার দেখায়। এর প্রায় 99% বরফ এবং ভূমিজল; শুধুমাত্র সামান্য 1% ভূপৃষ্ঠে জল। চিত্র 2.3 ভূপৃষ্ঠের মিষ্টি জলের বিভাজন দেখায়। এই জলের 69% বরফে আবদ্ধ, এবং অন্য 21% হৃদে পাওয়া যায়। মাটির আর্দ্রতা 3.8%, বায়ুমণ্ডলে 3% জলীয় বাষ্প এবং বিল ও জলাভূমিতে 2.6% জল থাকে। মিষ্টি জলের একটি ছোট শতাংশ, অর্থাৎ 0.49%, পাওয়া যায় নদীতে, যা প্রধানতঃ জীবিত প্রাণীদের জন্য উপলব্ধ।



চিত্র 2.1: পার্থিব-জল



চিত্র 2.2: মিষ্টি জল



চিত্র 2.3: ভূ-পৃষ্ঠের জল

2.1.2 মৃদু ও খর জলের শ্রেণীবিভাগ

(a) মৃদু জল

যে জল সাবানের দ্রবণ দিয়ে ঝাঁকালে সহজেই ফেনা উৎপন্ন করে তাকে মৃদু জল বলে।

সাবান হল উচ্চ ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণ। যখন সাবান মৃদু জলের সাথে মিশে যায়, তখন স্টিয়ারিক অ্যাসিড এবং সোডিয়াম স্টিয়ারেটের কারণে ফেনা তৈরি হয়।

(b) খর জল

যে জল সহজেই সাবানের দ্রবণ দিয়ে ফেনা তৈরী করে না, কিন্তু একটি সাদা গাদ বা ময়লার স্তর তৈরি করে, তাকে খর জল বলে।

সাবান হল উচ্চ ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণের মিশ্রণ। সাবান জলে দ্রবণীয় এবং দ্রবীভূত হয়ে একটি লবণাক্ত প্রাণ্ট এবং একটি ফ্যাটি প্রাণ্ট গঠন করে, যা পরিষ্কার করতে সহায়তা করে। যখন জল সাবানের সাথে মিলিত হয়, তখন এটি ফেনা তৈরি করে, যার কারণে এটি পরিষ্কার করতে সমর্থ হয়। যখন ম্যাগনেসিয়াম এবং ক্যালসিয়ামের মতো দ্রবীভূত লবণযুক্ত জল সাবানের সাথে মেশানো হয়, তখন ম্যাগনেসিয়ামের এবং ক্যালসিয়াম অন্দরবণীয় লবণ তৈরী হয়।

2.1.3 জলের খরতা সৃষ্টিকারী লবণ সমূহ

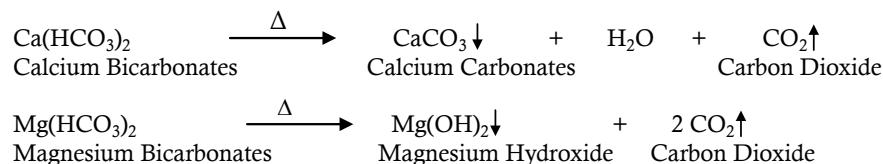
প্রাকৃতিক জল সাধারণত বিভিন্ন ধরনের অশুদ্ধতা দ্বারা দূষিত হয় যেমন দ্রবীভূত, ভাসমান এবং জৈবিক যার ফলে জলের উপযোগিতা সীমিত হয়ে যেতে পারে। জলের খরতা বা কঠোরতা মূলত দ্রবীভূত অবস্থায় বিভিন্ন লবণের উপস্থিতির কারণে। খরতা মূলত দুই প্রকার

- ক) অস্থায়ী খরতা
খ) স্থায়ী খরতা

2.1.3 (A) অস্থায়ী খরতা বা কঠোরতা

জলের যে খরতা কেবল ফুটানোর মাধ্যমে দূর করা যায় তাকে অস্থায়ী খরতা বা কঠোরতা বলা হয়।

এই ধরনের খরতা ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং অন্যান্য ধাতুর দ্রবীভূত বাইকার্বনেট লবগের উপস্থিতির কারণে ঘটে। উভাপের সাহায্যে ফেটানোর সময়ে, ধাতুর দ্রবণীয় বাইকার্বনেটগুলি বিযুক্ত হয়ে অদ্বিতীয় কার্বনেট বা হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন করে।



2.1.3 (B) স্থায়ী খরতা বা কঠোরতা

এই ধরনের খরতা ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং অন্যান্য ভারী ধাতুর ক্লোরাইড বা সালফাইড লবণ দ্বারা সৃষ্টি হয়। এই ধরণের খরতার ক্ষেত্রে দ্রবীভূত ক্লোরাইড বা সালফেটগুলি ফুটানোর পরেও বিয়োজিত হয় না।

যে খরতা কেবল ফোটানোর দ্বারা অপসারণ করা যায় না তাকে স্থায়ী খরতা বলা হয়।



Temporary Hardness



Permanent Hardness

সারণী 2.1: মুদু জল এবং খর জলের মধ্যে পার্থক্য

মন্ত্র জল	খর জল
এতে কম খনিজ উপাদান রয়েছে।	এতে উচ্চমাত্রায় খনিজ উপাদান থাকে।
সোডিয়াম আয়ন ধারণ করে।	এতে ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম আয়ন রয়েছে।
সাবান নষ্ট হয় না।	প্রচুর পরিমাণে সাবান নষ্ট হয়।
সাবান দিয়ে বিক্রিয়া করে ফেনা তৈরি করে।	সাবান দিয়ে বিক্রিয়া করে ময়লা বা গাদ তৈরি করে।
গার্হস্থ্য এবং শিল্প ব্যবহারের উপর খারাপ প্রভাব পড়ে না।	এটি গার্হস্থ্য এবং শিল্প পদ্ধতিকে প্রভাবিত করে।
কাগজ শিল্পে, উৎপন্ন উচ্চমানের কাগজে কঢ়িক্ষিত মসৃণতা এবং চাকচিক দেয়।	কাগজ শিল্পে, নিম্ন-মানের কাগজ তৈরী হয়। রঙ, চাকচিক্য এবং মসৃণতার উপর প্রভাব তৈরি করে।

মন্দু জল	খর জল
রঞ্জন শিল্পে, সঠিক রঙ পাওয়া যায়। অবাঞ্ছিত ছায়া তৈরি করে না।	রঞ্জন শিল্পে, সঠিক রঙ পাওয়া যায় না- অবাঞ্ছিত ছায়া তৈরি করে।
বন্দু শিল্পে, এটি বন্দু ধূতে সাহায্য করে, এবং সুতা যথাযথ ভাবে পরিষ্কার হয়।	প্রচুর পরিমাণে সাবানের অপচয় ঘটে যা কাপড়ের উপর জমা হওয়ার ফলে কাপড়ের চেহারা মলিন দেখায়।
চিনি শিল্পে উৎকৃষ্ট মানের চিনির স্ফটিক উৎপন্ন করে	এটি চিনির স্ফটিকগুলির আকারকে প্রভাবিত করে। ছোট আকারের স্ফটিক অথবা গুঁড়ো চিনি তৈরী হয়।
গৃহস্থালির কাজে পাত্রের স্থায়িত্বকে প্রভাবিত করে না এবং খাদ্য তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ জ্বালানী ব্যবহার করে।	গার্হস্থ ক্ষেত্রে ব্যবহৃত পাত্রের স্থায়িত্ব কমে এবং খাদ্য তৈরির জন্য অনেক বেশি জ্বালানীর প্রয়োজন হয়।
এটি স্বক এবং চুলের উপর খারাপ প্রভাব ফেলে না।	এটি স্বক এবং চুলের ক্ষতি করে।
এটি পান করার জন্য উপযুক্ত তাই হজমে সাহায্য করে এবং শরীরের কোন অংশে কোন পাথর তৈরি করে না	এই জল পান করার জন্য উপযুক্ত নয়, হজমে ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে। এছাড়াও বৃক্ক (কিডনি) এবং মূত্রাশয়ে ক্যালসিয়াম অক্সালেট স্ফটিক সৃষ্টি করে কিডনি পাথর তৈরি করে

SAQ 1	জলের খরতা যে ধাতুর লবণের উপস্থিতির কারণে			
	1. বোরন	2. বেরিলিয়াম	3. পটাসিয়াম	4. ম্যাগনেসিয়াম

উত্তর: 4

2.1.4 জলের খরতা বা কঠোরতার একক

ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম লবণের কারণে জল খর হয়ে যায়। খরজলের একক ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ওজনের অংশ অনুযায়ী প্রকাশ করা হয়। জলের খরতার পরিমাপ করার জন্য বিভিন্ন ব্যবস্থা রয়েছে।

- (A) পার্টস পার মিলিয়ন বা মিলিয়নপ্রতি অংশ (ppm)
- (B) ফ্রেঞ্চ ডিগ্রী অফ হার্ডনেস ($^{\circ}\text{Fr}$)
- (C) ডিগ্রী ক্লার্ক ($^{\circ}\text{Cl}$)
- (D) mg প্রতি লিটারে (mg/L)
- (E) প্রতি লিটারে মিলি ইকুইভ্যালেন্ট বা লিটার প্রতি মিলি-সমতুল্য ওজন (meq/L)

2.1.4 (A) পার্টস পার মিলিয়ন (ppm)

ভরের হিসাবে জলের প্রতি মিলিয়ন অংশে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের যতটা ভর উপস্থিত, সেই সংখ্যা।

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ part of CaCO}_3}{10^6 \text{ parts by weight of water}}$$

2.1.4 (B) ফ্রেঞ্চ ডিগ্রী অফ হার্ডনেস ($^{\circ}\text{Fr}$)

ভরের হিসাবে জলের প্রতি 100000 অংশে ক্যালসিয়াম কার্বোনেটের যতটা ভর উপস্থিত, সেই সংখ্যা।

$$1^{\circ}\text{ French} = \frac{1 \text{ part of } \text{CaCO}_3}{10^5 \text{ parts by weight of water}}$$

2.1.4 (C) ডিগ্রী ক্লার্ক ($^{\circ}\text{Cl}$)

ভরের হিসাবে জলের প্রতি 70000 অংশে ক্যালসিয়াম কার্বোনেটের যতটা ভর উপস্থিত, সেই সংখ্যা।

$$1^{\circ}\text{Clark} = \frac{1 \text{ part of } \text{CaCO}_3}{70,000 \text{ parts by weight of water}}$$

(অথবা) প্রতি গ্যালন জলে যত প্রেইন CaCO_3 রয়েছে সেই সংখ্যা।

$$1^{\circ}\text{Cl} = \frac{\text{No. of grains of } \text{CaCO}_3}{1 \text{ gallon of water}}$$

(1 প্রেইন = 64.7989 mg))

2.1.4 (D) mg per Litre (mg/L)

প্রতি লিটার জলে যত mg ক্যালসিয়াম কার্বোনেটের সমতুল্য খরতা বিদ্যমান।

1 mg/Litre = 1L জলে 1 mg CaCO_3 এর খরতার সমান

কিন্তু 1L জলের ওজন = 1 Kg = 1000 g

$$= 1000 \times 1000 \text{ mg} = 10^6 \text{ mg}$$

1 mg/Litre = 1 mg CaCO_3 সমতুল্য প্রতি 10^6 mg জলে

$$= 1 \text{ ppm}$$

2.1.4 (E) মিলি-ইকুইভ্যালেন্ট পার লিটার (meq/L)

ক্যালসিয়াম কার্বোনেটের তুল্যাঙ্ক মিলিথার্মে প্রকাশ করলে তার যে সংখ্যা এক লিটার জলে আছে।

1 meq/L = 1 meq CaCO_3 প্রতি Litre জলে

CaCO_3 অণুর জন্য meq/L গণনা

CaCO_3 এর আণবিক ওজন = 100 g

CaCO_3 -এর তুল্যাঙ্ক = 50 g = 50×10^{-3} g = 50 mg/L = 50 ppm

সারণী 2.2: খরতার বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক

মূল একক	রূপান্তর গুণিতক				
	ppm	$^{\circ}\text{Fr}$	$^{\circ}\text{Cl}$	meq/L	mg/L
1 ppm	-----	0.1	0.07	0.02	1
1°Fr	10	-----	0.7	0.2	10
1°Cl	14.3	1.433	-----	0.286	14.3

মূল একক	রূপান্তর গুণিতক				
	ppm	°Fr	°Cl	meq/L	mg/L
meq/L	50	5	0.35	-----	50
mg/L	1	0.1	0.07	0.02	-----

SAQ 2	জলের খরতা প্রচলিতভাবে যার সমতুল্য পরিমাণে প্রকাশ করা হয়			
	1. CaCO_3	2. MgCO_3	3. Na_2SO_4	4. NaHCO_3

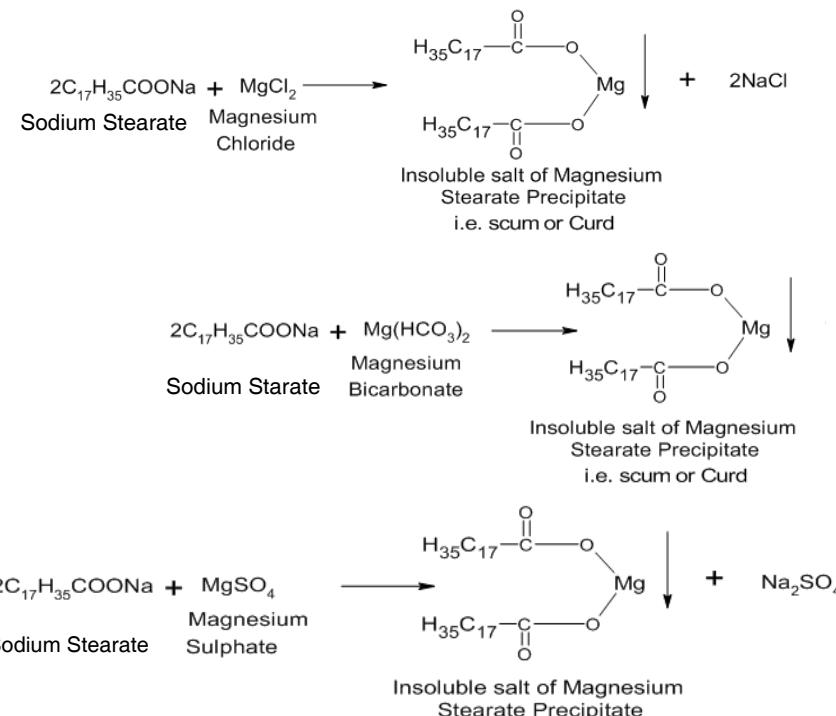
উত্তর: 1

2.2 জলের খরতার কারণ

2.2.1 খর জলে সাধারণের কম ফেনা হ্বার কারণ

জল একটি সার্বজনীন দ্রাবক। তাই এটি গৃহস্থালী এবং শিল্প ক্ষেত্রে পরিষ্কারের উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়। যখন জল সাধারণের সাথে মিশে যায়, তখন তা ফেনা তৈরি করে। সাধারণ হল উচ্চ ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণের মিশ্রণ। সাধারণত ব্যবহৃত কিছু অ্যাসিড হল পার্মিটিক অ্যাসিড, ওলিক অ্যাসিড এবং স্টিয়ারিক অ্যাসিড। সাধারণ জলে দ্রবণীয় এবং লবণাক্ত প্রান্ত এবং ফ্যাটি প্রান্ত হিসাবে দৃঢ়ি মেরু গঠন করে। এই মেরুগুলি ময়লার সাথে বিক্রিয়া করে এবং পরিষ্কার করার বৈশিষ্ট্য দেখায়। ম্যাগনেসিয়াম এবং ক্যালসিয়ামের মতো দ্রবীভূত লবণ্যযুক্ত জল সাধারণের সাথে মিশে যায় এবং ম্যাগনেসিয়াম এবং ক্যালসিয়াম লবণের অন্দরবণীয় লবণ পাওয়া যায়।

বিক্রিয়া



যখন জলে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট এবং ক্যালসিয়াম সালফেট থাকে, তখন এটি উপরের মত একই ধরণের প্রক্রিয়া দেখায়।

গঠিত ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম লবণ সাদা বর্ণের বিকাশ ঘটায় যা ময়লা বা গাদ নামে পরিচিত। অতএব জলে উপস্থিত দ্রবীভূত লবণগুলি সাবানের দুর্বল ফেনার জন্য দায়ী।

2.2.2 বয়লারে খর জলের ব্যবহার দ্বারা সৃষ্টি সমস্যা

বিভিন্ন শিল্পে জল অনেকটা সহায়ক। যাইহোক, যখন খর জল বিভিন্ন প্রক্রিয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়, তখন এটি অন্যান্য খারাপ প্রভাব দেয়। সালফেট, কার্বনেট, ক্যালসিয়ামের ক্লোরাইড, ম্যাগনেসিয়াম এবং আয়রন লবণের দ্রবীভূত লবণযুক্ত জল বাষ্প-বয়লারে আঠালো প্রভাব ফেলে। ম্যানুফ্যাকচারিং শিল্পগুলিকে বিভিন্ন উদ্দেশ্যে জলের প্রয়োজন, যার মধ্যে বাষ্প উৎপাদন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। অতএব, বয়লারে বাষ্প বাঢ়াতে জল অবশ্যই মৃদু হতে হবে এবং বয়লারে গাদ, শঙ্ক, প্রাইমিং এবং ফেনার সমস্যা এড়াতে দ্রবীভূত পদার্থ থাকা চলবে না।

2.2.2 (A) কর্দম বা গাদ

অবিরাম জল ফুটানোর কারণে, বয়লারের ভিতরে দ্রবীভূত লবণের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। যখন লবণের ঘনত্ব সম্পৃক্ত হবার কাছাকাছি হয়, তখন লবণগুলি জল থেকে আলাদা হয়ে অধংকেপ আকারে বয়লারের অভ্যন্তরীণ দেয়ালে আঘাত করে। [চিত্র 2.4]

বয়লারের ভিতরে জমা আলগা, থকথকে অধংকেপ জ্বাজ বা গাদ নামে পরিচিত।

অতিরিক্ত গাদ গঠন বয়লারের কাজকে ব্যাহত করে। এগুলি পাইপের সংযোগস্থল, প্লাগ, এরকম কম জল সংগ্রালনের জায়গায় জমা হয়, যার ফলে পাইপগুলির প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়।

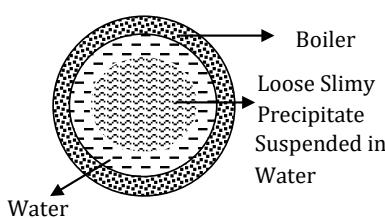
গাদের বৈশিষ্ট্য

- কাদা নরম এবং অপ্রবেশ্য অধংকেপ।
- কাদা বা গাদ তাপের কুপরিবাহী।
- এগুলি বয়লারের তুলনামূলকভাবে শীতল অংশে গঠিত হয়।
- গরম জলে বেশি দ্রবণীয়তা আছে এমন পদার্থ দ্বারা গাদ তৈরি হয়। যেমন $MgCO_3$, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ ইত্যাদি।

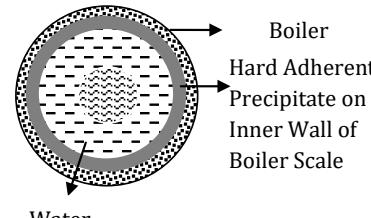
গাদ -তৈরী প্রতিরোধ

আমরা নিম্নলিখিত উপায়ে পলি গঠন হ্রাস করতে পারি:

- মৃদু জল ব্যবহার করা।
- জলের একটি অংশ মাঝে মাঝে বের করে ঘন ঘন ব্লোডাউন অপারেশন করা।
- যান্ত্রিক অর্থাৎ একটি তারের রাশ দিয়ে কাদা ঘষে পরিষ্কার করা।
- তাপীয় অভিযাত বা শক দেওয়া।



চিত্র 2.4: কর্দম গঠন



চিত্র 2.5: শঙ্ক গঠন

2.2.2 (B) শঙ্ক বা স্কেল

বয়লারের ভিতরে জল ক্রমাগত উষ্ণ করার সময়, লবণের ঘনত্ব সম্পৃক্ষতায় পৌঁছায়, লবণগুলি জল থেকে অধংকিষ্ট হয়ে বয়লারের অভ্যন্তরীণ দেওয়ালে পড়ে। ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়ামের সালফেট এবং সিলিকেটের উপস্থিতির কারণে এগুলি গঠিত হয় [চিত্র. 2.5]।

বয়লারের ভিতরের দেওয়ালে জমা হওয়া শক্ত ও লেগে থাকা আবরণ শঙ্ক বা স্কেল নামে পরিচিত

শঙ্ক বা স্কেলের বৈশিষ্ট্য

- স্কেল খুব শক্ত এবং দৃঢ়ভাবে ভাবে বয়লারের গায়ে লেগে থাকে।
- হাতুড়ি বা ছেনি দিয়েও এগুলো অপসারণ করা কঠিন।
- এটি তাপের কুপরিবাহী।

স্কেল গঠন প্রতিরোধ

- ছেনি-হাতুড়ি দিয়ে বা তাপীয় অভিঘাত প্রয়োগ করে স্কেল সরানো যেতে পারে।
- ফসফেট, কার্বোনেট, ক্যালগন, ট্যানিন, আগার জেল, সোডিয়াম অ্যালুমিনিট, ইডিটিএর মতো বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থের দ্বারা অভ্যন্তরীণ ব্যবস্থার দ্বারাও স্কেল সরানো যায়।

সারণী 2.3: গাদ (ঝাজ) এবং শঙ্ক (স্কেল) র মধ্যে পার্থক্য

কর্দম, কাদা বা গাদ	স্কেল বা শঙ্ক
নরম, আলগা এবং পাতলা অধংকেপ	জমে থাকা কঠিন পদার্থ
আলগা ভাবে জমে থাকা এবং সহজেই সরানো যাবে	বয়লারের অভ্যন্তরীণ তলে খুব দৃঢ়ভাবে লেগে থাকে এবং অপসারণ করা খুব কঠিন
নরম এবং অপ্রবেশ্য	কঠিন এবং কিছুটা প্রবেশযোগ্য
তাপের কুপরিবাহী	তাপের অপরিবাহী
সাধারণত বয়লারের ঠাণ্ডা অংশে গঠিত হয়	সাধারণত বয়লারের গরম অংশে গঠিত হয়
বয়লারের দক্ষতা কিছুটা হ্রাস পায় কিন্তু কম বিপজ্জনক	বয়লারের দক্ষতা হ্রাস পায় এবং বেশি বিপজ্জনক
কাদা তৈরির কারণে বিস্ফোরণের সন্তানা কম থাকে।	স্কেল গঠনের কারণে বিস্ফোরণের সন্তানা বেশি থাকে।
সাধারণত জলে CaCl_2 , MgCl_2 , MgSO_4 , MgCO_3 ইত্যাদি লবণের কারণে তৈরি হয়।	এগুলি সাধারণত জলে $\text{CaSO}_4 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , CaSiO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaO এর মতো লবণের উপস্থিতির কারণে গঠিত হয়।
রোডাউন অপারেশন, চেঁচে ফেলা (স্ক্রাপ) এবং ব্রাশ দিয়ে ঘষে (ব্রাশিং) অধংকেপ দূর করা যায়	HCL, ফসফেট, কার্বোনেট, ক্যালগন, ট্যানিন, আগার জেল, সোডিয়াম অ্যালুমিনিট, EDTA- এর মতো কিছু রাসায়নিক পদার্থ এবং কিছু যান্ত্রিক পদ্ধতি, যেমন, তাপীয় অভিঘাত বা থার্মাল শক, ছেনি-বাটালি (চিসেলিং) বা হাতুড়ি(হ্যামার) ব্যবহার করে গঠন হওয়া শঙ্ক দূর করা যায়।

2.2.2 (C) প্রাইমিং

যখন বয়লারে দ্রুত বাষ্প তৈরী করা হচ্ছে, তখন কিছু তরল জল কণা বাষ্পের সাথে মিশে যায়। প্রাইমিং হল বিভিন্ন পরিমাণ জলকণা বাষ্পের সঙ্গে বয়লার থেকে বেরিয়ে যাওয়া

প্রাইমিং হল বাষ্পে বিভিন্ন পরিমাণে উপস্থিত জলবিন্দুর পরিবহন

2.2.2 (D) ফোমিং

ফোমিং হল বয়লারে স্থায়ী ফেনা এবং বুদবুদ উৎপাদন

গঠিত বুদবুদ সহজে ভাঙে না। ফোমিং সাধারণত তেলের মতো পদার্থের উপস্থিতির কারণে হয়।

প্রাইমিং এবং ফোমিংয়ের কারণ

প্রাইমিং এবং ফোমিংয়ের কারণগুলি নিম্নরূপ:

- প্রচুর পরিমাণে দ্রবীভূত কঠিন পদার্থের (লবণ) উপস্থিতি।
- বাষ্পের উচ্চবেগ
- হঠাতে ফুটে ওঠা
- বয়লার ডিজাইনে অঞ্চিটি
- হঠাতে বাষ্প উৎপাদনের হার বৃদ্ধি।

নিচের উপায়ে প্রাইমিং এবং ফোমিং এড়ানো যায়:

- যান্ত্রিক বাষ্প পরিশোধক লাগিয়ে।
- বাষ্প উৎপাদনের হারে দ্রুত পরিবর্তন এড়ানো
- বয়লারে জলের স্তর নিচে বজায় রাখা
- দক্ষ মুদুকরণ এবং বয়লারে ব্যবহার্য জল বা বয়লার ফিল্ট ওয়াটার পরিশ্রাবণ।
- সোডিয়াম অ্যালুমিনিট-এর মতো যৌগ যোগ করে বয়লারের জল থেকে তেল অপসারণ।

প্রাইমিং এবং ফোমিংয়ের কারণে সমস্যা

প্রাইমিং এবং ফোমিংয়ের কারণে বয়লারে নিম্নলিখিত সমস্যা তৈরি হয়:

- কস্টিক এমব্রিটলমেন্ট বা ক্ষারীয় ভঙ্গুরতা তৈরী হয়
- নির্গমনপথ বন্ধ হয়ে যাওয়া
- ফেনা থাকার কারণে বাষ্প দ্রুত প্রবাহিত হতে পারে না।

প্রাইমিং এবং ফোমিং এর প্রভাব

বয়লারে, জল প্রাইমিং এবং ফোমিং সাধারণত একসঙ্গে ঘটে কারণ:

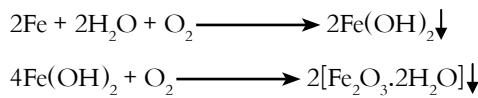
- জলের স্তরের প্রকৃত উচ্চতা সঠিক ভাবে বিচার করা যায় না, যার ফলে বয়লারের চাপ ঠিক রাখা কঠিন হয়ে পড়ে।
- জলে দ্রবীভূত লবণ ভেজা বাষ্প দ্বারা বয়লার এর বিভিন্ন অংশে বাহিত হয়, যেখানে জল বাষ্পীভূত হওয়ার সাথে সাথে লবণ জমা হয়।
- যন্ত্রের আয়ু হ্রাস পায়

2.2.2 (E) ক্ষয়

- বয়লারের ক্ষয় হল রাসায়নিক বা তড়িৎ-রাসায়নিক পরিবেশ দ্বারা বয়লারের উপাদানের ক্ষয় বা ধ্বংস। বয়লারের ক্ষয় নিম্নলিখিত কারণে ঘটে:
 - জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন
 - দ্রবীভূত কার্বন ডাই অক্সাইড
 - দ্রবীভূত লবণ

বয়লার ক্ষয়ের কারণ

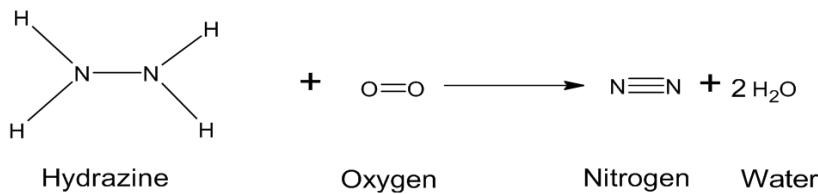
(i) দ্রবীভূত অক্সিজেন: জলে উপস্থিত দ্রবীভূত অক্সিজেন বাষ্পীয় তাপমাত্রায় বয়লারের উপাদানের সাথে যুক্ত হয়ে লোহ-হাইড্রোক্সাইড গঠন করে। গঠিত ফেরাস হাইড্রোক্সাইড আরও অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে ফেরিক অক্সাইড গঠন করে।



(A) রাসায়নিক ব্যবহার করে অক্সিজেন অপসারণ

বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ যেমন হাইড্রোজিন, সোডিয়াম সালফেট, ট্যানিন, যা দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণে ব্যবহৃত হয়। হাইড্রোজিনের ক্ষেত্রে দ্রবীভূত অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে নাইট্রোজেন ও জল তৈরি করে।

যদি আমরা দ্রবীভূত অক্সিজেন-এর জন্যে সেন্সর ব্যবহার করি এবং যদি দেখি যে বয়লারের জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ বৃদ্ধি পেয়েছে; সেক্ষেত্রে এই রাসায়নিক গুলি দ্রবীভূতহয়ে জলের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে এবং সহজেই বয়লারের জল থেকে দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণ করে।



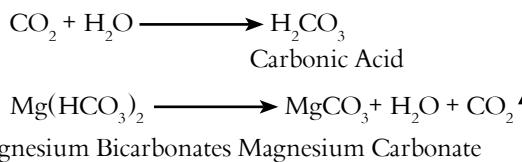
দ্রবীভূত নাইট্রোজেন নিরীহ, এবং নাইট্রোজেন যোগ করার পর জলে দ্রবীভূত কঠিন পদার্থের শতাংশে কোন পরিবর্তন হয় না।

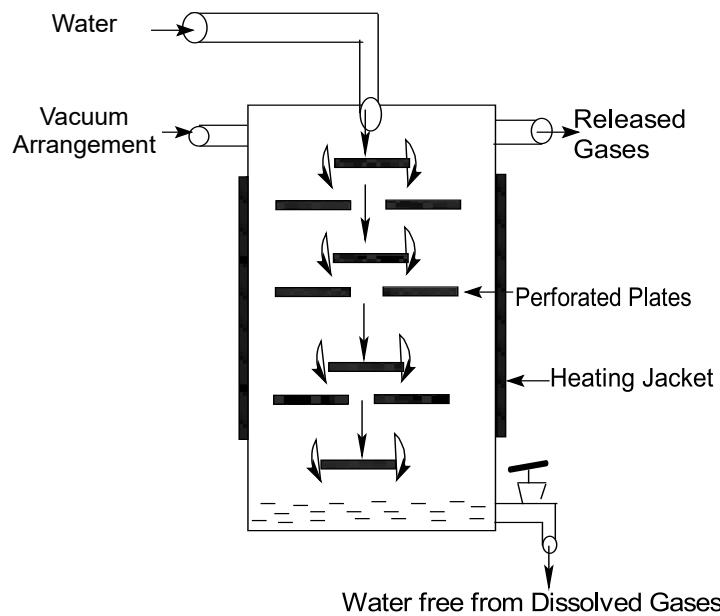
(B) গরম করে দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণ

একটি স্তম্ভের বা টাওয়ারের মধ্যে দিয়ে জল চালানো হয়, যার মধ্যে ছিদ্রযুক্ত প্লেট থাকে, আর থাকে পাশ থেকে গরম করার ব্যবস্থা। এবং ভ্যাকুয়াম পাম্পের ব্যবস্থা।

উচ্চ তাপমাত্রা, কম চাপ এবং বড় উন্মুক্ত পৃষ্ঠাতল জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন হাস করে। [চিত্র 2.6]

(ii) দ্রবীভূত CO_2 : দ্রবীভূত CO_2 এর সাথে যুক্ত হয়ে জল কার্বনিক অ্যাসিড গঠন করে, যা বয়লার উপাদানের উপর থাইরে ক্ষয়কারী প্রভাব ফেলে। বাইকার্বনেট সমৃদ্ধ জল ও CO_2 এর উৎস।

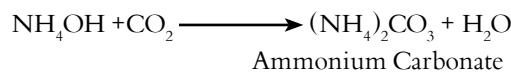
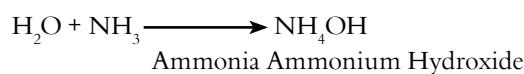




চিত্র 2.6: উত্পন্ন করে দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারণ

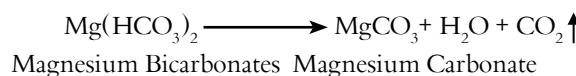
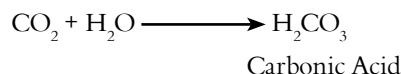
অ্যামোনিয়া ব্যবহার করে CO_2 অপসারণ

পরিমাণ হিসাব করা অ্যামোনিয়া ব্যবহার করে কার্বন ডাইঅক্সাইড অপসারণ করা যায়

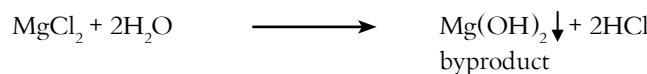


তাপ দ্বারা কার্বন ডাই অক্সাইড অপসারণ

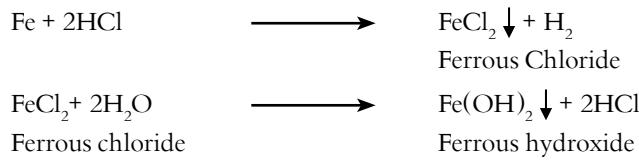
জলে দ্রবীভূত বিভিন্ন ধরনের গ্যাসকে উচ্চ তাপমাত্রায় জল গরম করে অপসারণ করতে হয়, কম চাপ দ্রবীভূত CO_2 কমিয়ে দেয় [চিত্র 2.6]। যদি এটি অপসারণ করা না হয় তবে তারা বয়লারের উপাদান ক্ষয় করতে পারে।



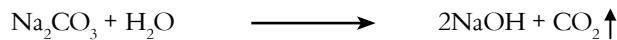
(iii) দ্রবীভূত লবণ: যখন ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড জলের সাথে মিলিত হয়, তখন এটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সাথে উপজাত হিসেবে ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্লোরাইড গঠন করে।



উৎপন্ন অ্যাসিড বয়লারের লোহার সাথে শৃঙ্খলের মত বিক্রিয়া করে বারংবার HCl উৎপন্ন করে। অতএব অল্প পরিমাণে MgCl_2 এর উপস্থিতি লোহার ক্ষয় সৃষ্টি করে।



জল মুদুরণ প্রক্রিয়া চলাকালীন, অঙ্গ পরিমাণে সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করা হয়। উচ্চ চাপযুক্ত বয়লারে, সোডিয়াম কার্বনেটে বিযুক্ত হয়ে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড এবং কার্বন ডাই অক্সাইড দেয়।



সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড গঠনের কারণে জল ক্ষারীয় হয়ে যায়। বয়লারের ভেতরের দেয়ালে অনেকগুলি সূক্ষ্ম ফাটল দেখা যায়। এই ক্ষারীয় জল ক্যাপিলারী বা কৈশিক ক্রিয়া দ্বারা এই সূক্ষ্ম ফাটলে প্রবেশ করে। এখানে জলের বাষ্পীভবনেই ফলে দ্রবীভূত কস্টিক সোডা পড়ে থাকে। ক্রমাগত বাষ্পীভবনের কারণে কস্টিক সোডার পরিমাণ বাঢ়তে থাকে। কস্টিক সোডার ক্ষারীয় ক্রিয়া ফাটলগুলির আশেপাশের অঞ্চলগুলিকে আক্রমণ করে, যার ফলে বয়লারের লোহার উপাদান দ্রবীভূত হয়।

ଲବନେର କାରଣେ କ୍ଷୟ ଏଡାତେ ସତର୍କତା

- $MgCl_2$ এর মত লবণ থেকে মুক্ত জল সরবরাহ করা।
 - জল মুদু করার জন্য সোডিয়াম কার্বনেট এর পরিবর্তে সোডিয়াম ফসফেট ব্যবহার করা।
 - বয়লারের জলে ট্যানিন বা লিগিনিন যোগ করার ফলে সূক্ষ্ম ফাটলগুলি আটকে যেতে পারে।
 - জলের ক্ষারত্ত্বকে একটি সর্বোন্তম স্তরে সমন্বয় করে (pH 7-8)

2.2.3 EDTA পদ্ধতি দ্বারা জল খরচার পরিমাণ, মোট দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ (TDS) এবং ক্ষারত্ব নির্ণয়

উপরোক্ত শিরোনামের অধীনে ব্যবহারিক কর্মক্ষমতা / পরীক্ষাগুলি প্রয়োগকৃত রসায়ন পরীক্ষাগার ম্যানুয়াল -এ উল্লেখ করা হয়েছে। তব্বও সংশ্লিষ্ট কিছু বুনিয়াদি ধারণা এখানে উল্লেখ করা হল।

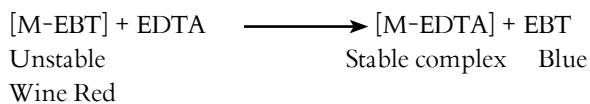
(A) EDTA পদ্ধতি দ্বারা জলের খরতার পরিমাণ নির্ণয়

EBT (Eriochrome Black T) সূচক এবং EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) ব্যবহার করে জলের খরাতা নির্ধারণের জন্য এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এরিওক্রোম ব্ল্যাক-টি (EBT) সূচক হল নীল রঙের একটি আলকোহলে দ্রব্যাভুত দ্রবণ যা প্রায় 10 pH এ টাইট্রেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

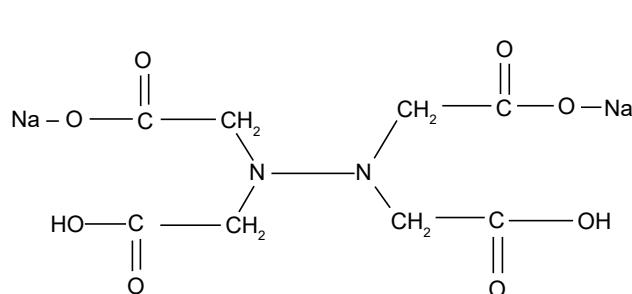
যখন এরিওক্রোম ব্ল্যাক টি সূচক কে প্রায় 10 pH তে খর জলে মেশানো হয়, তখন একটি ওয়াইন লাল রঙের অস্থায়ী জাটিল যোগাতেরি হয়। এভাবে:



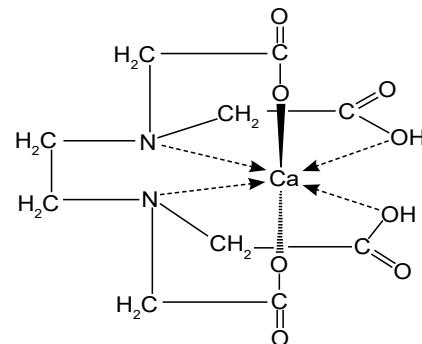
টাইট্রেশন চলাকালীন, EDTA, Ca-EBT বা Mg-EBT-র মত অস্থায়ী জটিল যৌগটির সাথে বিক্রিয়া করে Ca-EDTA বা Mg-EDTA এর একটি স্থিতিশীল জটিল যৌগ গঠন করে এবং EBT কে দ্রবণের মধ্যে ছেড়ে দেয়। যাইহোক, যখন প্রায় সব ধাতব আয়ন (M^{2+} -অর্থাৎ Ca^{2+} বা Mg^{2+}) [M -EDTA] জটিল যৌগ গঠন করে ফেলেছে, তখন EDTA- এর পরবর্তী যৌগ করা ফেঁটা EBT সূচকটিকে তৈরী হওয়া [M-EBT] জটিল যৌগ থেকে সরিয়ে দেয় এবং ওয়াইন লাল রঙ, নীল রঙে পরিবর্তিত হয় (মুক্ত EBT-র কাণের)। তাই টাইট্রেশনের প্রশমক্ষণ বা অস্তিম-বিন্দ (এন্ড-পয়েন্ট)হল ওয়াইন লাল থেকে নীল রঙ।



ডাইসোডিয়াম লবণের মধ্যে উপস্থিত EDTA- এর গঠন [চিত্র। 2.7]. এটি খণ্ডক আয়ন উৎপন্ন করে, যা Ca^{2+} এবং Mg^{2+} আয়ন দিয়ে জটিল আয়ন গঠন করে [চিত্র 2.8]।



চিত্র 2.7: ইথিলিন ডাই অ্যামিন টেট্রা এসিটিক অ্যাসিড (EDTA)



চিত্র 2.8: Ca^{2+} EDTA জটিল যোগ

স্ট্যান্ডার্ড EDTA পদ্ধতি ব্যবহার করে প্রদত্ত নমুনার মোট কঠোরতা নির্ধারণ করো 0.01M সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করে প্রদত্ত জলের নমুনার ক্ষারতা নির্ধারণ করো।

EDTA পদ্ধতির সুবিধা

এই পদ্ধতি নিম্নোক্ত কারণে অন্যান্য পদ্ধতির চেয়ে ভাল

- i) অধিক নির্ভুলতা
 - ii) সুবিধাজনক
 - iii) অধিক দ্রুত পদ্ধতি

(B) জলের খরতা এবং মোট দ্রবীভূত কঠিন দ্রব্যের পরিমাণ নির্ধারণ (TDS)

বাষ্পীভবন-অবশেষ বা সম্পূর্ণ দ্রবীভূত কঠিন পদার্থের অবশিষ্টাংশ নির্ণয়ের জন্য, ফিল্টার করা নমুনার প্রয়োজনীয় পরিমাণ পরিমাপ করো এবং একটি চীনামাটির পাত্রে শুকিয়ে যাওয়া পর্যন্ত বাষ্পীভূত করো। পাত্রের সামগ্রী 180°C এ দেড় ঘন্টা শুকিয়ে নিন এবং ওজন করো। পাত্রের ওজন বাদ দিয়ে প্রাপ্ত ওজনই সাধারণতঃ "মোট দ্রবীভূত কঠিন" হিসাবে রিপোর্ট করা হয়

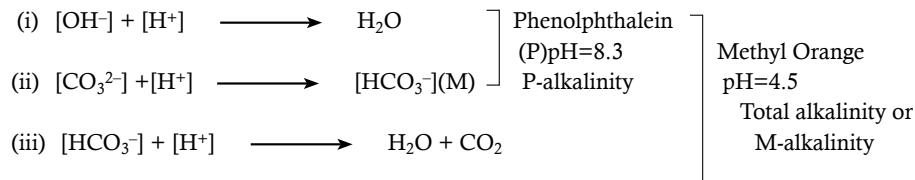
(C) ক্ষারত্ব নিরূপণের দ্বারা জলের খরতার পরিমাণ নির্ধারণ

କ୍ଷାରଭ୍ରତେ ଜଳେର ଅୟାସିଦ ପ୍ରଶମନେର କ୍ଷମତାର ପରିମାପ ହିସାବେ ସଂଜ୍ଞାୟିତ କରା ହୁଏ । ଜଳେ କ୍ଷାରଭ୍ରତେର ଉପଚିତ୍ତିର ଜନ୍ୟ ଦାୟୀ:

কস্টিক শ্বারত্ত (OH⁻ এবং CO₃²⁻ আয়নগুলির কারণে)

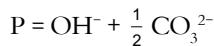
অস্থায়ী খরতা (HCO_3^- আয়নগুলির কারণে)

ফিনোলফথালিন এবং মিথাইল অরেঞ্জ কে সূচক হিসেবে ব্যবহার করে এগুলি স্ট্যান্ডার্ড সালফিউরিক অ্যাসিডের বিরুদ্ধে টাইটেশন দ্বারা আলাদা আলাদাভাবে নির্ণয় করা যেতে পারে। পদ্ধতি টি নিম্নলিখিত বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে:



একটি স্ট্যান্ডার্ড বা আদর্শ অ্যাসিডের বিরুদ্ধে জলের নমুনার টাইট্রেশন ফেনোলফথালিন- অস্তিম-বিন্দু (এন্ড-পয়েন্ট) পর্যন্ত শুধুমাত্র বিক্রিয়া (i) এবং (ii) এর সমাপ্তি চিহ্নিত করে। এইভাবে ব্যবহৃত এসিডের পরিমাণ হাইড্রোকাইড এবং সাধারণ কার্বনেটের পরিমানের অর্থেকের সমতুল্য। অন্যদিকে, একটি আদর্শ অ্যাসিডের বিপরীতে জলের নমুনার মিথাইল- অরেঞ্জ- অস্তিম- বিন্দু বিক্রিয়া i, ii এবং iii এর সমাপ্তি চিহ্নিত করে।

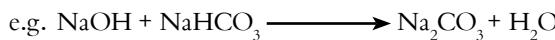
অতএব ফেনোলফথালিন- অস্তিম-বিন্দুর পরে ব্যবহৃত অ্যাসিডের পরিমাণ স্বাভাবিক কার্বনেটের অর্থেক এবং সমস্ত বাইকার্বনেটের সমতুল্য হয়, এবং ব্যবহৃত অ্যাসিডের মোট পরিমাণ মোট ক্ষারত্ত্বকে(হাইড্রোকাইড, বাইকার্বনেট এবং কার্বনেট আয়নগুলির কারণে) প্রকাশ করে।



আয়নগুলির সম্ভাব্য সংমিশ্রণ যা জলে ক্ষারত্ত্ব সৃষ্টি করে:

- কেবলমাত্র OH^-
- কেবলমাত্র CO_3^{2-}
- OH^- এবং CO_3^{2-} একত্রে
- OH^- এবং HCO_3^- একত্রে

OH^- এবং HCO_3^- আয়ন একসাথে হওয়ার সম্ভাবনা একেবারেই বাতিল, কারণ তারা একত্রিত হলে তাংক্ষণিক ভাবে CO_3^{2-} আয়ন গঠন করে।



এইভাবে OH^- এবং HCO_3^- আয়ন জলে একসাথে থাকতে পারে না। একই যুক্তির ভিত্তিতে, তিনটি আয়ন জলে (OH^- , CO_3^{2-} এবং HCO_3^-) একসাথে থাকতে পারে না।

সারণী 2.4: জলের ক্ষারত্ত্বের গণনা

ক্ষারত্ত্বের অবস্থা	ক্ষারত্ত্বের উপস্থিতির কারণে		
	OH^- (ppm)	CO_3^{2-} (ppm)	HCO_3^- (ppm)
P=0	0	0	M
P = M	P = M	0	0
P = 1/2 M	0	2P	0
P < 1/2 M	0	2P	(M-2P)
P > 1/2 M	(2P-M)	2(M-P)	0

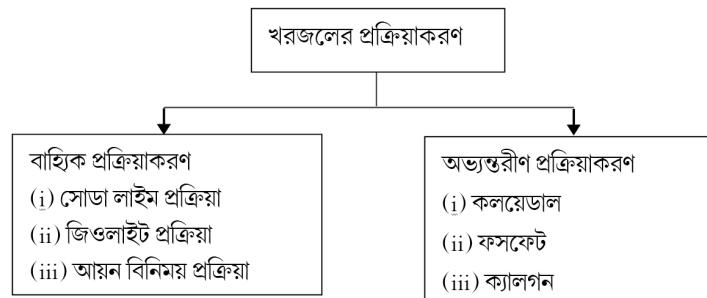
সারণী 2.4 এর ব্যাখ্যা নিম্নরূপ

- যখন $P = 0$, OH^- এবং CO_3^{2-} উভয়ই অনুপস্থিত এবং সেই ক্ষেত্রে ক্ষারীয়তা শুধুমাত্র HCO_3^- এর কারণে হয়।
- যখন $P = M$, শুধুমাত্র OH^- আয়ন উপস্থিত থাকে কারণ CO_3^{2-} বা HCO_3^- আয়নগুলির কোনটিই উপস্থিত নয়, তখন $\text{OH}^- = P = M$ এর কারণে ক্ষারত্ব
- $\text{CO}_3^{2-} + \text{H} \longrightarrow \text{HCO}_3^-$; $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ যখন $P = M/2$, তখন শুধু কার্বনেট আয়ন উপস্থিত থাকে কারণ ফেনোলফথ্যালিন সূচক ব্যবহার করলে অর্ধেক কার্বনেট প্রশমিত হয়, এই বিক্রিয়া দ্বারা। মিথাইল অরেঞ্জ সূচক ব্যবহার করলে সম্পূর্ণ কার্বনেট প্রশমিত হয়, এই বিক্রিয়া দ্বারা; অতএব CO_3^{2-} জনিত ক্ষারত্ব = $2P$
- যখন $P < M/2$, CO_3^{2-} ছাড়াও, HCO_3^- আয়নগুলিও উপস্থিত থাকে। কার্বনেট জনিত ক্ষারীয়তা = $2P$ অতএব HCO_3^- জনিত ক্ষারীয়তা = $(M-2P)$.
- $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ যখন $P > 1M$, তখন CO_3^{2-} ছাড়াও, OH^- আয়ন উপস্থিত থাকে। বিক্রিয়া অনুসারে। CO_3^{2-} কার্বনেট ক্ষারীয়তার অর্ধেক হল ($M-P$). অতএব পুরো কার্বনেট জনিত ক্ষারীয়তা $2(M-P)$ আর OH^- আয়ন ঘটিত ক্ষারত্ব হল $M-2(M-P) = (2P-M)$.

2.3 জল মৃদুকরণের প্রযুক্তি

2.3.1 ভূমিকা

বাস্প উৎপাদনের মতো বিভিন্ন শিল্প কাজে ব্যবহৃত জল ব্যবহারের আগে বিশুদ্ধ এবং লবণ মুক্ত হওয়া উচিত। জল থেকে লবণ উৎপাদনকারী খরতা অপসারণের প্রক্রিয়াটি জলের মৃদুকরণ হিসাবে পরিচিত। এই লবণ দু' ধরনের প্রক্রিয়ার দ্বারা জল থেকে অপসারণ করা যেতে পারে, যেমন:



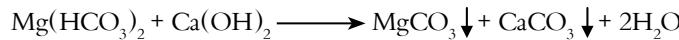
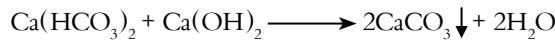
জলকে মৃদু করার জন্য বাহ্যিক প্রক্রিয়াগুলি পদ্ধতিগুলি সাধারণত শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

2.3.2 সোডা লাইম বা সোডা-চুন পদ্ধতি

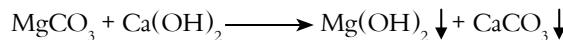
এই প্রক্রিয়ায় চুন (CaO) বা হাইড্রোক্ষেল চুন $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ এবং সোডা অ্যাশ $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$ জল মৃদু করার জন্যে অধঃক্ষেপ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। অস্থায়ী বা কার্বনেট খরতা সৃষ্টিকারী যৌগের অধঃক্ষেপের জন্য চুনের প্রয়োজন হয়। সোডা অ্যাশ স্থায়ী খরতা সৃষ্টি-কারী যৌগের অধঃক্ষেপের জন্য ব্যবহৃত হয়।

কার্বনেট বা অস্থায়ী খরতার জন্য:

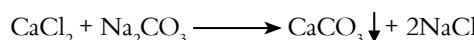
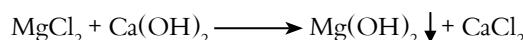
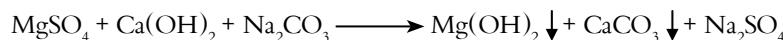
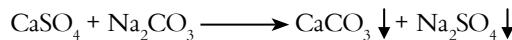




গঠিত MgCO_3 নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে আরও বিক্রিয়া করে :



অ-কার্বোনেট বা স্থায়ী খরতার জন্য

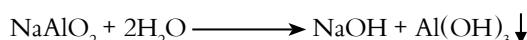


উপরের বর্ণনা থেকে এটা স্পষ্ট যে, অস্থায়ী খরতার ক্ষেত্রে, ক্যালসিয়াম কার্বোনেটের প্রতিটি এককের জন্যে 1 মোল চুনের প্রয়োজন যেখানে ম্যাগনেসিয়াম হাইকার্বোনেটের প্রতিটি ইউনিটের জন্য 1 মোল চুন প্রয়োজন। স্থায়ী খরতার ক্ষেত্রে, এক মোল ম্যাগনেসিয়াম লবণের জন্য 1 মোল চুন এবং 1 মোল সোডা অ্যাশ প্রয়োজন, কিন্তু 1 মোল ক্যালসিয়াম লবণের জন্য শুধুমাত্র একটি মোল সোডা অ্যাশ প্রয়োজন।

মৃদু জলে অতিরিক্ত চুন থাকলে দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম হাইড্রোকার্বাইডের কারণে জল খর হয়ে যাবে। তাই জল মৃদু করার জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণে ক্যালসিয়াম হাইড্রোকার্বাইড এবং সোডা অ্যাশ খরজলে যোগ করা হয়। চুন-সোডা পদ্ধতিকে ঠাণ্ডা চুন-সোডা প্রক্রিয়া এবং গরম চুন-সোডা প্রক্রিয়ার মধ্যে শ্রেণীবদ্ধ করা যেতে পারে।

2.3.2 (A) ঠাণ্ডা সোডা-চুন প্রক্রিয়া

চুন এবং সোডা অ্যাশ রাসায়নিক ট্যাঙ্কে নিয়ে খরজলে যোগ করা হয় এবং পুঙ্খান্পুঙ্খভাবে মেশানো হয়। বিক্রিয়া চলাকালীন গঠিত ক্যালসিয়াম কার্বোনেট অধিক্ষিপ্ত হয় না, বরং অতিসম্পৃক্ত দ্রবণ গঠন করে। অ্যালুমিনিয়াম সালফেট, সোডিয়াম অ্যালুমিনিটের মতো গুচ্ছকারী বা তথনকারী (কোয়াগ্লেন্ট বা ফ্লোকুল্যান্ট) রাসায়নিক যোগ যোগ করা হয় যা ভারী অধঃক্ষেপ গঠনে সহায়তা করে। সোডিয়াম অ্যালুমিনিট জলে থাকলে সিলিকা অপসারণে সাহায্য করে।



Sod. Aluminate



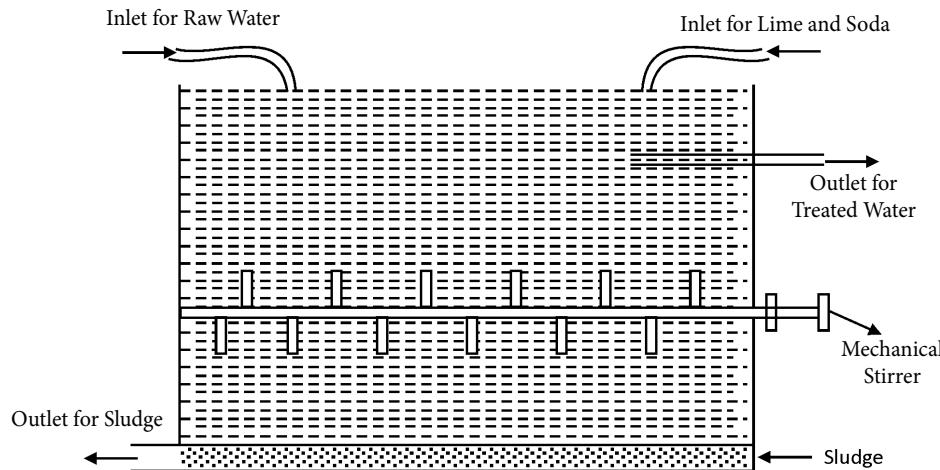
Coagulant Hardness in water

মৃদুকারী বা সফটনারের প্রকার ঠাণ্ডা চুন-সোডা পদ্ধতিতে দুই ধরনের মৃদুকারী ব্যবহার করা হয়।

অস্তর্বর্তী বা ইন্টারমিটেন্ট সফটনার

এই পদ্ধতিতে, চুন এবং সোডা অ্যাশ কাঁচা জলের সাথে একটানা নাড়তে নাড়তে মেশানো হয় [চিত্র 2.3.2 (A)]। অতি সম্পৃক্ততা প্রতিরোধের জন্য পূর্ববর্তী পরিশ্রাবণ থেকে অল্প পরিমাণ অধঃক্ষেপ যোগ করা হয়।

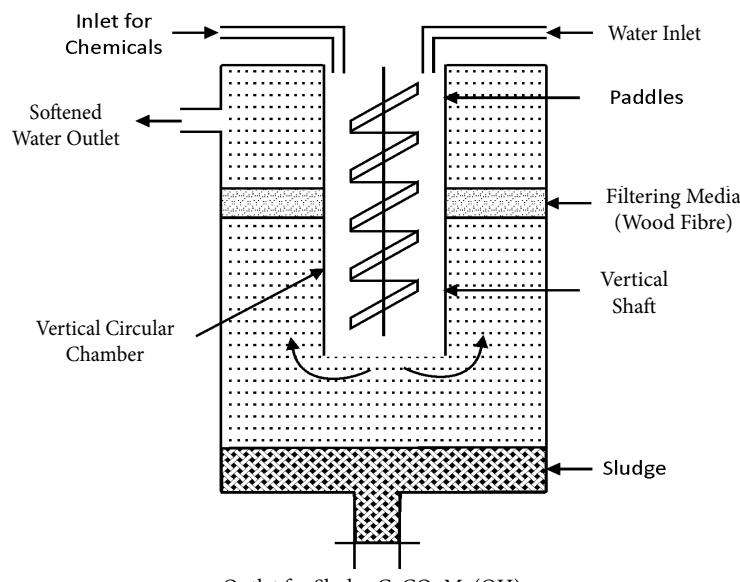
যখন বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হয়, তখন অধঃক্ষেপ স্থির হতে দেওয়া হয় এবং কাদার আকারে বের করা হয়। পরিষ্কার মৃদুজল জল একটি পাইপের মাধ্যমে অন্য ট্যাঙ্কে বের করে নেওয়া হয়।



চিত্র 2.9: অন্তর্বর্তী ধরণের মৃদুকারী

নিরবচ্ছিন্ন মৃদুকারী (সফটলার)

এটি ভিতরের এবং বাইরের দুটি কক্ষ সহ বড় ইস্পাত ট্যাঙ্ক নিয়ে গঠিত। কাঁচামাল এবং প্রয়োজনীয় রাসায়নিকগুলি কক্ষের তাপমাত্রায় ক্রমাগত আলোড়ন সহ অভ্যন্তরীণ কক্ষে মেশানো হয়। ভিতরের কক্ষে জল মৃদু হয়। মৃদুজল বাইরের কক্ষে উৎর্ভূত প্রবাহিত হয় যেখানে সম্পূর্ণ পরিশ্রাবণের দ্বারা সমস্ত কাদা সরানো হয়। ফিল্টার করা জল, জলের নির্গমনপথ দিয়ে বেরিয়ে আসে এবং নিচ থেকে কাদা সরানো হয়।

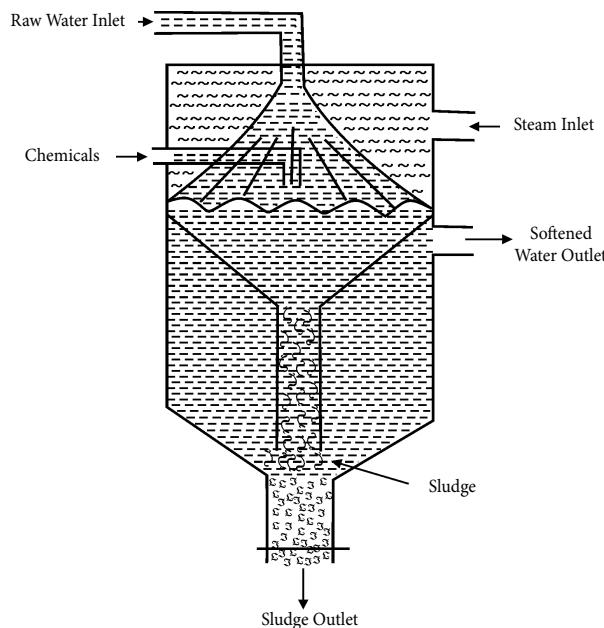


চিত্র 2.10: নিরবচ্ছিন্ন ধরণের মৃদুকারী

বয়লার-এর জল মৃদু করার জন্য, ঠাণ্ডা সোডা চুন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় না কারণ - মৃদুকরণের ফলে জল খরতাশূন্য হয় না এবং অবশিষ্ট খরতা বয়লারে জলের নলগুলির জন্য ক্ষতিকর

2.3.2 (B) গরম সোডা-চুন প্রক্রিয়া

এটি ঠাণ্ডা চুন-সোডা প্রক্রিয়ার অনুরূপ; ব্যতিক্রম হলো এখানে কাঁচা জল, মৃদুকরী রাসায়নিক এবং অল্প গাদ 800 থেকে 1500 তাপমাত্রায় উত্পন্ন করা হয় (চিত্র 2.11)। গরম করার ফলে বিক্রিয়া অনেক দ্রুত হয় এবং কম সময়ে অধঃক্ষেপ তৈরী করা হয়। এছাড়াও অধঃক্ষিপ্ত কাদা দ্রুত থিতিয়ে যায়। এই পদ্ধতিতে কোন তথ্বনকারী রাসায়নিক প্রয়োজন হয় না। নরম জলের 22-25 পিপিএম এর মত খরতা থাকে।



চিত্র 2.11: নিরবচ্ছিন্ন ধরণের গরম সোডা-চুন মৃদুকরী

ঠাণ্ডা সোডা-চুন প্রক্রিয়ার তুলনায় গরম সোডা-চুন প্রক্রিয়ার সুবিধা

- বিক্রিয়া দ্রুত এবং কম সময় নেয়।
- 50°C তে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড এবং চুন যোগ করে, সিলিকাও অধঃক্ষিপ্ত হয়।
- ব্যবহৃত রাসায়নিকের পরিমাণ হ্রাস পায়।
- গঠিত অধঃক্ষেপ দানাদার, আরো গাঢ় হয় এবং সহজেই সরানো যায়।
- অস্থায়ী খরতা, মুক্ত কার্বন ডাই অক্সাইড, দ্রবীভূত অক্সিজেন এবং অন্যান্য দ্রবীভূত গ্যাসগুলি প্রি-হিটিং দ্বারা সরানো হয়।

সোডা-চুন প্রক্রিয়ার অসুবিধা

- এটা ঘোলা এবং অল্পীয় জলের জন্য উপযুক্ত নয়।
- বিপুল পরিমাণ অধঃক্ষেপ হয় যা নিষ্পত্তি নিয়ে সমস্যা তৈরি করে।
- খরতা একেবারে শূন্য করা যাবে না।
- অতিরিক্ত খর জল এই পদ্ধতি দ্বারা মৃদু করা যাবে না।
- অনেক শিল্পক্ষেত্রে উপযুক্ত নয় কারণ প্রাপ্ত জল CaCO_3 এ অতিসম্পৃক্ত।

SAQ 3	কলি চুন হল			
	1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$	2. CaO	3. CaCO_3	4. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

উত্তর: 1

SAQ 4	জলের স্থায়ী খরতা দূর হয়-...দিয়ে			
	1. CaO	2. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	3. Na_2CO_3	4. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

উত্তর: 3

2.3.3 জিওলাইট বা পারমুটিট পদ্ধতি

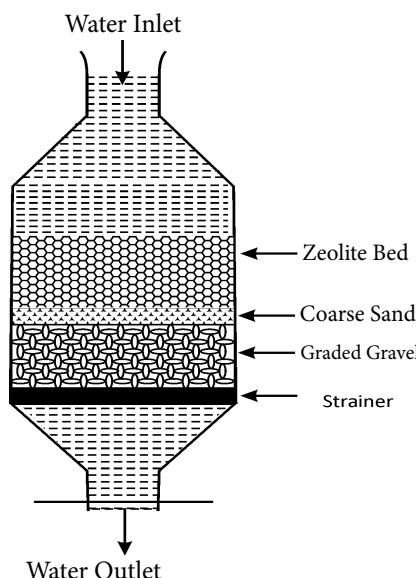
এই পদ্ধতিতে প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম জিওলাইট দ্বারা জল মুদু করা হয়। জিওলাইট হল আর্দ্র সোডিয়াম অ্যালুমিনোসিলিকেট। এটি জলে অন্তর্বৰীয় এবং ক্যাটায়ন-যুক্ত জলের সংস্পর্শে এলে ক্ষার-বিনিময়ক বা বেস এক্সচেঞ্চার হিসেবে কাজ করতে পারে। জিওলাইটগুলি বাণিজ্যিকভাবে পারমুটিট নামে পরিচিত এবং দুটি প্রধান ধরনের হয় - যেমন প্রাকৃতিক এবং কৃত্রিম।

প্রাকৃতিক জিওলাইটস

এগুলি ছিদ্রবিহীন, টেকসই এবং সবুজ বালু থেকে সোডিয়াম-হাইড্রোক্সাইড (NaOH) দিয়ে ধূয়ে, গরম করে এবং প্রক্রিয়াকরণ করে প্রস্তুত করা হয়।

কৃত্রিম জিওলাইটস

এগুলি ছিদ্রযুক্ত এবং জেল কাঠামোর অধিকারী। তাদের প্রতি ইউনিট ওজনের বিনিময় ক্ষমতা বেশি। এগুলি সোডিয়াম সিলিকেট এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইডের দ্রবণ একত্রে গরম করে প্রস্তুত করা হয়।



চিত্র 2.12: জিওলাইট সফটেনার

উদাহরণ

থমসোনাইট ($\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}$). $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

চায়না ক্লে, ফেল্ডস্পার এবং সোডা অ্যাশ

নাট্রোলাইট $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

সোডিয়াম সিলিকেট এবং $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ এর দ্রবণ

লমোনটাইট $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

সোডিয়াম সিলিকেট এবং NaAlO_2 এর দ্রবণ

হারমোটোম ($\text{BaO} \cdot \text{K}_2\text{O}$) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

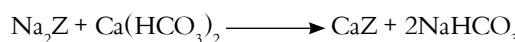
সিলিবাইট ($\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}$). $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

ব্রিটস্টারাইট ($\text{BaO} \cdot \text{SrO} \cdot \text{CaO}$) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

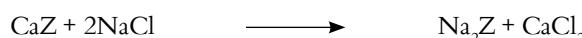
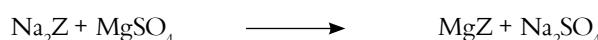
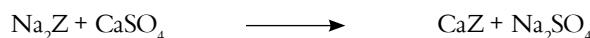
পিটোলাইট ($\text{CaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

2.3.3 (A) প্রক্রিয়া

জিওলাইট সফটনার একটি স্টিলের ট্যাংক নিয়ে গঠিত যার বিভিন্ন স্তর রয়েছে যেমন চিত্র 2.12- এ দেখানো হয়েছে। যখন উপর থেকে বিভিন্ন স্তরে জল দেলে দেওয়া হয়, তখন নিম্নলিখিত বিক্রিয়া ঘটে।

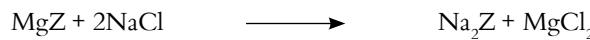


সোডিয়াম জিওলাইট জল মৃদু করার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং এটি Na_2Z দিয়ে প্রকাশ করা হয়, যেখানে Z অদ্বিতীয় জিওলাইট মূলকের কাঠামোকে বোঝায়। এগুলি ক্ষারীয় মূলক বিনিময় করতে পারে তাই তাদেরকে বেস এক্সচেঞ্জারও বলা হয়। এখানে



Exhausted
Regenerated

Zeolite
Zeolite



পুনরুৎপন্নি

যখন আমরা জিওলাইট ট্যাঙ্কের মধ্য দিয়ে খরজল পাঠাই, তখন খরতাবাহী Ca^{2+} এবং Mg^{2+} জিওলাইটের উপর জমা হয় এবং আলগা সোডিয়াম আয়নগুলি জলের সাথে যায়। নির্দিষ্ট পরিমাণ জল প্রবাহিত হওয়ার পর, সমস্ত Na^+ আয়ন, Ca^{2+} এবং Mg^{2+} আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। এর ফলে জিওলাইট কাজ করা বন্ধ করে দেয় অর্থাৎ জিওলাইটের মধ্য দিয়ে জল গেলেও এটি আর জল থেকে খরতা-সৃষ্টিকারী আয়ন কে অপসারণ করতে পারে না। অন্য ভাবে বলতে গেলে আমরা বলতে পারি যে জিওলাইটের স্তরগুলি শেষ হয়ে গেছে অর্থাৎ Ca^{2+} আয়ন এবং Mg^{2+} আয়ন দিয়ে পরিপূর্ণ হয়ে গেছে। কিন্তু এটির পুনরুৎপন্নি করা সম্ভব। NaCl দ্রবণ (বাইন দ্রবণ) ব্যবহার করে একে নতুন করে ব্যবহারযোগ্য করা হয়। সোডিয়াম নাইট্রেট এবং সোডিয়াম সালফেট দ্রবণ ব্যবহার করা যেতে পারে। অতএব আমরা আবার আরও খরতা অপসারণের জন্য পুনর্জাত জিওলাইট ব্যবহার করতে পারি।

পুর্জন্মের ধাপগুলির মধ্যে রয়েছে ব্যাক-ওয়াশিং বা উল্টো-বোতি, লবণান্ত করা বা রাইনিং এবং পুনরায় ব্যবহারের আগে ধূয়ে ফেলা।

2.3.3 (B) উপকারিতা

- মৃদুকরণ সরঞ্জাম ছোট জায়গা দখল করে এবং কাজ করা সহজ।
- এর মাধ্যমে খরতাশুন্য জল উৎপন্ন করা যায়।
- প্রক্রিয়ার সময় কোন গাদ বা কাদা জমা হয় না।
- পদ্ধতিটি সন্তোষজনক এবং পুনরায় ব্যবহারযোগ্য করা যায়।
- বিভিন্ন খরতার জলের সাথে এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সামঞ্জস্য করে।
- মৃদুকরণ সরঞ্জাম জল সরবরাহ লাইনেই স্থাপন করা যেতে পারে। আরো একবার পাস্পিং প্রয়োজন নেই।

2.3.3 (C) সীমাবদ্ধতা

- খরজল ভাসমান কণা থেকে মুক্ত হতে হবে; অন্যথায়, পারমুটিটি -এর ছিদ্রগুলি আটকে যাবে।
- জিওলাইটের জ্বলন রোধ করতে জলের অতিরিক্ত অ্যাসিড বা ক্ষারকে প্রশমিত করতে হবে। এইভাবে জলের pH প্রায় 7 বজায় রাখা উচিত।
- Fe^{2+} এবং Mn^{2+} লবণ উপস্থিতি থাকলে পারমুটিটির পুনরুৎপন্নি খুবই কঠিন।
- জিওলাইট প্রক্রিয়াকরণ করা জলে সোডা-চুন প্রক্রিয়ার তুলনায় প্রায় 25% বেশি দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ থাকে।
- প্রক্রিয়াকরণ করা জলে বেশি সোডিয়াম লবণ থাকে।
- সকল অল্লৌয় আয়ন (যেমন HCO_3^- এবং CO_3^{2-}) মৃদুজলে থেকে যায়।
- এই পদ্ধতিতে খুব বেশি ঘোলা জল শোধন করা যায় না।

SAQ 5	নিঃশেষিত জিওলাইট...দ্বারা পুনরুৎপন্ন হয়			
	1. NaCl	2. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	3. CaSO_4	4. NaHCO_3

উত্তর: 1

2.3.3 (D) জিওলাইট এবং সোডা-চুন পদ্ধতির মধ্যে তুলনা

জিওলাইট প্রক্রিয়া এবং সোডা-চুন প্রক্রিয়ার মধ্যে তুলনা নীচে সারণি 2.3.3 (D) তে দেওয়া হয়েছে।

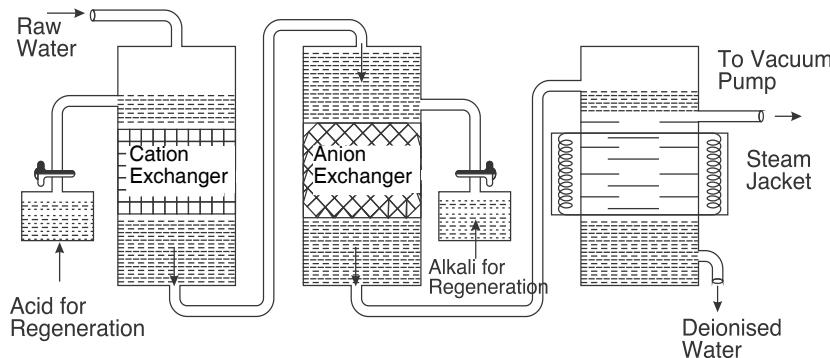
সারণী 2.5: জিওলাইট এবং সোডা-চুন পদ্ধতির মধ্যে তুলনা

Sr. No.	পার্থক্যের বিষয়	জিওলাইট পদ্ধতি	সোডা-চুন পদ্ধতি
1.	কারখানা বা সরঞ্জামের আকার	ঘনসংবন্ধ এবং ছোট	সরঞ্জাম ভারী এবং বড়
2.	প্রয়োজনীয় তত্ত্বাবধান	স্বয়ংক্রিয়, চালানো সহজ এবং বিশেষ কোন দক্ষ তত্ত্বাবধান প্রয়োজন নেই	সফল কাজের জন্য দক্ষ তত্ত্বাবধান প্রয়োজন
3.	গাদের সমস্যা	কোন পলি বা গাদ তৈরি হয় না এবং তাই তার ব্যবস্থা করার কোন সমস্যা নেই	পচুর পরিমাণে কাদা তৈরি হয় যা কিছু উপযুক্ত পদ্ধতি দ্বারা নিষ্পত্তি করা প্রয়োজন

Sr. No.	পার্থক্যের বিষয়	জিওলাইট পদ্ধতি	সোডা-চুন পদ্ধতি
4.	অন্নীয় জলের প্রক্রিয়াকরণ	এটি অন্নীয় জল প্রক্রিয়াকরণে ব্যবহার করা যাবে না।	এমন কোন সীমাবদ্ধতা নেই।
5.	থিতিয়ে পড়া, জমাট বাঁধা, পরিস্রাবণ কাদা অপসারণের সমস্যা	এটিতে থিতিয়ে পড়া, জমাট বাঁধা, পরিস্রাবণ এবং কাদা বা অধঃক্ষেপ অপসারণের কোন সমস্যা নেই।	এটিতে থিতিয়ে পড়া, জমাট বাঁধা, পরিস্রাবণ এবং অধঃক্ষেপ অপসারণের অসুবিধা জড়িত
6.	প্রক্রিয়ার পরবর্তী ধাপ	পুনরুৎপন্নি প্রয়োজন	প্রক্রিয়াকরণের পরে কোনো ধাপ নেই
7.	প্রাপ্ত ফলাফল	সম্পূর্ণ খরতা-শূন্য জল পাওয়া যেতে পারে তাই শিল্প সরবরাহের জন্যও দরকারী।	এটি 50 mg/Litre এর চেয়ে কম খরতার জল তৈরি করতে পারে না তাই এটি কেবলমাত্র সাধারণ পৌর জল সরবরাহের জন্য উপযোগী।
8.	লোহা এবং ম্যাঙ্গানিজ অপসারণ	লোহা এবং ম্যাঙ্গানিজ-যুক্ত জলের জন্য উপযুক্ত নয়, কারণ লোহা জিওলাইট এবং ম্যাঙ্গানিজ জিওলাইট গঠিত হতে পারে যা সোডিয়াম জিওলাইটে রূপান্তরিত করা যায় না।	জল থেকে কিছু পরিমাণ আয়রন এবং ম্যাঙ্গানিজ দূর করতে পারে।
9.	জীবাণুনাশক প্রভাব	এই প্রক্রিয়ায় জীবাণুনাশ হয় না।	এই প্রক্রিয়ায় জীবাণুনাশ সম্ভব।
10.	প্রক্রিয়া করা জলের pH মান	এই প্রক্রিয়া করা জলের pH মান প্রভাবিত হয় না।	এই প্রক্রিয়াকরণের ফলে জলের pH মান বৃদ্ধি পায় যার ফলে সরবরাহ ব্যবস্থার ক্ষয় হ্রাস পায়।
11.	সামগ্রী নাড়ুচাঢ়ার ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় যত্ন	লবণের দ্রবণটি প্রবাহিত করতে হয় যার জন্য খুব বেশি যত্নের প্রয়োজন হয় না।	সাবধানে পরিচালনার প্রয়োজন কারণ উপকরণগুলি, যেমন, চুন এবং সোডা ক্ষয়কারী।
12.	অর্থনীতি	পদ্ধতি টি তুলনামূলকভাবে ব্যয়বহুল।	প্রক্রিয়াটি সাশ্রয়কারী।
13.	প্রক্রিয়াযোগ্য খরতার পরিমাণ	800 mg/Liter এর বেশি খরতার কাঁচা জল সহজে এবং কম খরচে প্রক্রিয়াকরণ করা যায় না।	অত্যধিক খর জল, বিশেষত যেগুলিতে ম্যাগনেসিয়াম-জনিত খরতা বেশি সেগুলি প্রক্রিয়া করা যেতে পারে।
14.	কাঁচা জলে অনুমোদিত ঘোলা ভাব	জিওলাইট কণার চারপাশে জমা হওয়া অশুধি এবং বাধার কারণে অতিশয় ঘোলা জলের প্রক্রিয়া করা কঠিন।	অত্যন্ত ঘোলা এবং অন্নীয় জলের প্রক্রিয়াকরণ করা যেতে পারে।
15.	প্রক্রিয়া করা জলে সোডিয়াম লবণ	প্রক্রিয়াকৃত জলে মূল জলের চেয়ে বেশি পরিমাণ সোডিয়াম লবণ থাকে	প্রক্রিয়াকরণ করা জলে কম পরিমাণে সোডিয়াম লবণ থাকে।
16.	দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ বা লবণ	প্রক্রিয়াকৃত জলে বেশি দ্রবীভূত কঠিন লবণ থাকে	প্রক্রিয়াকরণ করা জলে দ্রবীভূত লবণের পরিমাণ কম থাকে

2.3.4 জল মৃদুকরণের জন্য আয়ন বিনিময় পদ্ধতি

আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়ায়, একটি স্থির আয়ন-বিনিময়ক্ষম দশা বা অবস্থা এবং একটি চলমান বহিরাগত তরল দশাৰ মধ্যে আয়নগুলির একটি দ্বিমুখী বিনিময় ঘটে। কিছু কৃত্রিম জৈব যৌগের আয়ন বিনিময়ের বৈশিষ্ট্য রয়েছে (যেমন জিওলাইট)। এই জাতীয় যৌগগুলি রজন বা রেজিন হিসাবে পরিচিত (চিত্র 2.13)। আয়ন-বিনিময়-রেজিন অন্তর্বরণীয়, বিপরীত-সংযুক্ত, দীর্ঘ শৃঙ্খলের জৈব বহলক বা পলিমার। একটি সূক্ষ্ম-ছিদ্র সম্প্লিত বা মাইক্রোপোরাস কাঠামো এবং তাদের সাথে সংযুক্ত কিছু কার্যকরী গোষ্ঠী আয়ন বিনিময় বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য দায়ী। বিশুদ্ধ কৃত্রিম জৈব বিনিময়-রেজিন নিম্নোক্ত পদ্ধতি দ্বারা তৈরি করা হয়: পলিকেনেলসেশন এবং পলিমারাইজেশন।



চিত্র 2.13: জলের খনিজ-বিদ্রূণ বা ডিমিনারালাইজেশন

তারপর কার্যকরী গোষ্ঠীগুলি ক্রস-লিঙ্কযুক্ত রজন নেটওয়ার্কে প্রবেশ করানো হয়; উৎপান্ন রজনকে পরবর্তী প্রক্রিয়াকরণ দ্বারা অথবা কার্যকরী গোষ্ঠীগুলিকে প্রারম্ভিক পদার্থেই ব্যবহার করে। এই কার্যকরী গোষ্ঠীগুলিই এক্সচেঞ্চারের প্রকৃতি নির্ধারণ করে (যেমন, cationic বা anionic)। কার্যকরী গোষ্ঠীর অন্ততা বা ক্ষারীয়তার উপর ভিত্তি করে আয়ন-বিনিময়-রজন গুলি নিম্নরূপে শ্রেণিবদ্ধ করা হয়েছে:

আয়ন-এক্সচেঞ্চারের প্রকার	কার্যকরী গোষ্ঠী
শক্তিশালী অ্যাসিডিক ক্যাটায়ন এক্সচেঞ্চার	-SO ₃ H
মধ্যম শক্তিশালী ক্যাটায়ন এক্সচেঞ্চার	-PO(OH) ₂
দুর্বল অ্যাসিডিক ক্যাটায়ন এক্সচেঞ্চার	-COOH or -OH
শক্তিশালী ক্ষারীয় আন্যায়ণ এক্সচেঞ্চার	NR ³⁺ ; =P+ -CH ₃ ; etc.
দুর্বল ক্ষারীয় আন্যায়ণ এক্সচেঞ্চার	NH ₂ ; (C ₂ H ₄) _x (NH) _y -

2.3.4 (A) আয়ন এক্সচেঞ্চ রেজিনের প্রকারভেদ

ক্যাটায়ণ বিনিময় রেজিন: এই রেজিনগুলি H⁺ আয়ন দ্বারা ক্যাটায়ণ বিনিময় করতে সক্ষম। ক্যাটায়ণ এক্সচেঞ্চার রজনকে RH₂ হিসাবে উপস্থাপন করা যেতে পারে।

অ্যানায়ন বিনিময় রেজিন: এই রেজিনগুলি OH^- আয়ন দ্বারা আয়ন বিনিময় করতে সক্ষম। অ্যানায়ন এক্সচেঞ্জার রজনকে $\text{R}'(\text{OH})_2$ হিসাবে উপস্থাপন করা যেতে পারে।

2.3.4 (B) আয়ন-বিনিময়ক বা আয়ন-এক্সচেঞ্জারের বৈশিষ্ট্য

কার্যকর জল প্রক্রিয়াকরণের জন্য, আয়ন এক্সচেঞ্জারের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য থাকা উচিত-

1. আয়ন-বিনিময় রেজিন অ-বিষাক্ত হওয়া উচিত।
2. রেজিন যেন প্রক্রিয়া করা জলের রঙে কোনো বদল না ঘটায়।
3. তাদের উচ্চ আয়ন-বিনিময় ক্ষমতা থাকা উচিত। (এটি এক্সচেঞ্জারে প্রতি একক ওজনে উপস্থিত সক্রিয় আয়ন সংখ্যার উপর নির্ভর করে এবং এক্সচেঞ্জারের meq/g হিসাবে প্রকাশ করা হয়।)
4. তাদের টেকসই, সস্তা এবং সহজলভ্য হওয়া উচিত।
5. তাদের রাসায়নিক আক্রমণ প্রতিরোধী হওয়া উচিত।
6. তাদের যেন সহজে এবং সন্তায় অবশ্যই পুনরুৎপন্ন এবং পশ্চাদ-ধোত (ব্যাক-ওয়াশ) করা যায়।
7. আয়ন-বিনিময় একটি পৃষ্ঠতলের ধর্ম হওয়ায় তাদের একটি বৃহৎ আপেক্ষিক পৃষ্ঠতল থাকা উচিত।
8. তাদের প্রবাহের প্রতিরোধ ওদক প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হতে হবে।

2.3.4 (C) পদ্ধতি

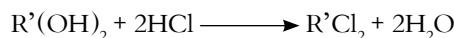
প্রক্রিয়া: এটি দুটি নলাকার টাওয়ার - যথা, একটি ক্যাটায়ণ এক্সচেঞ্জার এবং একটি আন্যায়ণ এক্সচেঞ্জার নিয়ে গঠিত। ক্যাটায়ণ এক্সচেঞ্জার Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe^{2+} সব ক্যাটায়ণ অপসারণ করে এবং H^+ আয়ন প্রকাশ করে। এভাবে Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- বাইকার্বনেট সংশ্লিষ্ট এসিড HCl , H_2SO_4 এবং H_2CO_3 তে রূপান্তরিত হয়। এইভাবে ক্যাটায়ণ এক্সচেঞ্জার থেকে আসা জল সব ক্যাটায়ণ থেকে মুক্ত, কিন্তু এটি অল্পীয়।

খরজল একটি ক্যাটায়ণ এক্সচেঞ্জ স্তুতি বা কলামের মধ্য দিয়ে প্রেরণ করা হয়, যা এটি থেকে Ca^{2+} , Mg^{2+} , ইত্যাদি সব ক্যাটায়ণ সরিয়ে দেয় এবং এই স্তুতি থেকে সমতুল পরিমাণ H^+ আয়ন জলে ছেড়ে দেয়। নিচের বিক্রিয়ার মত:



এই অল্পীয় জল তারপর একটি অন্য আন্যায়ণ এক্সচেঞ্জার ধারী স্তুতি বা টাওয়ারের মধ্য দিয়ে যায়, যেখানে অ্যাসিডগুলি জলে রূপান্তরিত হয়।

আন্যায়ণ এক্সচেঞ্জারে, নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলি ঘটে:



পুনরুৎপন্ন

যখন ক্যাটায়ণ এক্সচেঞ্জার নিঃশেষ হয়ে যায়, তখন এটি পাতলা অ্যাসিড (যেমন HCl বা H_2SO_4) দ্রবণ দিয়ে পুনরুৎপন্ন হয়।



একইভাবে নিঃশেষিত আন্যায়ণ এক্সচেঞ্জারটিও ক্ষারের একটি পাতলা দ্রবণ (যেমন NaOH বা KOH) ব্যবহার করে পুনরুজ্জীবিত করা হয়।



2.3.4 (D) সুবিধা

- (i) অত্যন্ত অলীয় বা ক্ষারীয় জল এই পদ্ধতি দ্বারা নরম করা যায়।
- (ii) যেহেতু এই পদ্ধতিটি খুব কম খরতার জল উৎপন্ন করে, তাই এটি উচ্চ-চাপের বয়লারে ব্যবহারের জন্য প্রক্রিয়াকরণে ব্যবহৃত হয়।

2.3.4 (E) অসুবিধা

- (i) সরঞ্জামগুলি এবং ব্যবহার্য রাসায়নিকগুলি ব্যবহৃত হল।
- (ii) যদি জলে ঘোলাভাব থাকে, তবে প্রক্রিয়াটির উৎপাদনের পরিমাণ হ্রাস পায়। যদি ঘোলাভাব বেশি হয়, তবে এটি প্রথমে জমাট বাঁধা এবং পরিশ্রাবণ দ্বারা অপসারণ করতে হবে।

2.4 পৌর জলশোধন বা মিউনিসিপাল ওয়াটার ট্রিটমেন্ট

2.4.1 ভূমিকা

পানীয়, খাদ্য প্রস্তুত এবং ব্যক্তিগত স্বাস্থ্যবিধিরক্ষা সহ সমস্ত গার্হস্থ্য ব্যবহারের জন্য নিরাপদ জল অপরিহার্য। বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা বা ওয়ার্ল্ড হেলথ অর্গানাইজেশন (2017) নিরাপদ পানীয় জলকে এমন একটি জল হিসেবে সংজ্ঞায়িত করে যেটি নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে ব্যবহার করলে স্বাস্থ্যের জন্য কোন ঝুঁকি নেই, যার মধ্যে রয়েছে জীবনের বিভিন্ন পর্যায়ের মধ্যে সংবেদনশীলতা।

জলের সাধারণ উৎস নদী ও কৃগ, যা পৌরসভা ব্যবহার করে। এই জলে বেশ কিছু অনাকাঙ্ক্ষিত উপাদান রয়েছে যা মানুষের স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর। সিপিসিবি -r জলের গুণমানের তথ্য দেখায় যে জলাশয়ে জৈব এবং ব্যাকটেরিয়া দূষণ ক্রমশ বেড়ে উঠছে যার ফলে জলের গুণমান ক্রমাগত হ্রাস পাচ্ছে। ভারতের অধিকাংশ নদীর জন্য জৈবিক অঙ্গিজেন চাহিদা BOD বৃদ্ধি পাচ্ছে এবং মান অতিক্রম করছে। জলের উচ্চ মাত্রার জৈবিক দূষণের কারণে কলেরা, তীব্র ডায়ারিয়া, টাইফয়োড, হেপাটাইটিস ইত্যাদির কারণে ভারতে জলবাহিত রোগ ছড়িয়ে পড়ছে।

জলে অজৈব দূষণ অত্যন্ত ক্ষতিকারক হতে পারে এবং বিষক্রিয়া থেকে শুরু করে অঙ্গের ক্ষতি এবং ক্যান্সার পর্যন্ত দীর্ঘস্থায়ী এবং মারাত্মক স্বাস্থ্য সমস্যার দিকে চালিত করে। উদাহরণস্বরূপ, জলে উচ্চ মাত্রার আসেনিক, সীসা, অ্যাসবেস্টস, সায়ানাইড, তামা ইত্যাদি স্বাস্থ্যের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর হতে পারে। অতিরিক্ত মাত্রার ফ্লুরাইড দাঁতের এবং কক্ষালের ফ্লুরোসিস, উচ্চ মাত্রার আসেনিক দ্বারা আসেনিকোসিস এবং বেশি মাত্রায় পারদের উপস্থিতি এন্ডোক্রাইন ব্যাঘাত এবং স্নায়বিক ক্ষতির কারণ হতে পারে। অন্যান্য জৈব এবং তেজস্ক্রিয় দূষকগুলি ক্যান্সার, লিভার এবং কিডনি ক্ষতি, প্রজনন এবং অস্ত্রাবের ব্যাধি, জন্মগত অঙ্গ ইত্যাদির কারণ হতে পারে।

সেট্রাল ওয়াটার কমিশনের (2015) গবেষণায় দেখা গেছে যে ভারতে নদীগুলি (ভূগৃহে পানীয় জলের উৎস) বিষাক্ত ভাবী ধাতু যেমন সীসা, আসেনিক, তামা, ক্যাডমিয়াম, পারদ এবং নিকেলের দ্বারা দূষিত যা অত্যন্ত বিষাক্ত এবং কার্সিনোজেনিক।

এই উপাদানগুলির পরিমাণ ইন্ডিয়ান কাউন্সিল অফ মেডিক্যাল রিসার্চ (আইসিএমআর) এবং ব্যুরো অফ ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ডস (বিআইএস) দ্বারা নির্ধারিত মানদণ্ডের চেয়ে অনেক বেশি।

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য: 1.8 বিলিয়ন মানুষ মল -দূষিত পানীয়ের উৎস ব্যবহার করে, তাদের কলেরা, আমাশয়, টাইফয়োড এবং গোলি ও সংক্রমণের ঝুঁকিতে ফেলে। (WHO/UNICEF 2015)

উপরোক্ত আলোচনায় বোৰা যায় যে দূষিত জল প্রক্রিয়াকরণ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। মানুষের স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর অবাঞ্ছিত উপাদানগুলি অপসারণের জন্য পৌর ব্যবহার্য জল সরবরাহ সবচেয়ে দুরহ এবং তার সমাধান করা প্রয়োজন। অশুদ্ধতার ধরনের উপর নির্ভর করে, পানীয় ব্যবহারের জন্য জলকে বিশুদ্ধ করার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি নিচের মত ব্যবহার করা হয়:

- ছাঁকা বা স্ট্রিনিং: পাতার মতো ভাসমান উপকরণ দূর করে।
- অবক্ষেপণ: ভাসমান কণা রূপী অশুদ্ধতা এবং কাদামাটি ইত্যাদি সরিয়ে দেয়।
- তপ্তন: ভাসমান সূক্ষ্ম কণা দূর করে।
- পরিশ্রাবণ: কোলয়েডাল অশুদ্ধতা এবং বড় জৈবিক দূষক অপসারণ করে।
- জীবাণুমুক্তকরণ: ব্যাকটেরিয়া মেরে ফেলে।

2.4.2 স্ট্রিনিং বা ছাঁকা

কাঁচা জল যথাযথ আকারের ছাঁকনি বা পর্দার মধ্য দিয়ে যেতে দেওয়া হয়। কাপড়ের টুকরো, কাগজ, পাতা ইত্যাদির মতো ভাসমান ময়লা চালনী দ্বারা আলাদা করা হয় এবং গর্তগুলির মধ্য দিয়ে জল চালনা করা হয়।

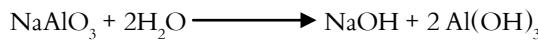
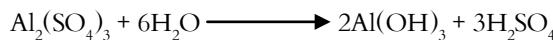
2.4.3 অবক্ষেপণ

অবক্ষেপণ হল অপেক্ষাকৃত বড়ো ভাসমান কণা অপসারণের একটি প্রক্রিয়া। ভাসমান কণাগুলি মাধ্যাকর্ষণ শক্তির কারণে থিতিয়ে যায়। এই প্রক্রিয়াটি দুই খেকে আট ঘন্টা সময় নেয় এবং ভাসমান কণার 70% -75% অপসারণ করে। এটি বড় অবক্ষেপণ ট্যাংক বা জলাশয়ে করা হয়।

2.4.4 তপ্তন বা কোয়াগুলেশন

তপ্তন হল সেই প্রক্রিয়া যার দ্বারা সূক্ষ্ম, ভাসমান এবং কোলয়েডাল অশুদ্ধতা গুলি জল থেকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থের সংযোগে অবক্ষেপ হিসাবে সরানো হয়। সূক্ষ্মভাবে বিভক্ত ভাসমান অজৈব বস্তুগুলি এত সহজে থিতিয়ে পড়ে না, তাই এই ছোট কণাগুলি বৃহত্তর খণ্ডে বা গুচ্ছে রূপান্তরিত হয়, যা অনেক দ্রুত থিতিয়ে পড়ে।

সাধারণত ব্যবহৃত তপ্তক হল $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Alum $[\text{K}_2\text{SO}_4(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$, Ferrous Sulphate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Sodium Aluminate (NaAlO_2)। এই তপ্তক বা coagulants জলের সাথে বিক্রিয়া হাইড্রোক্সাইড আকারে থকথকে অধংক্ষেপ তৈরি করে যা ফ্লোক নামে পরিচিত যা সূক্ষ্ম, ভাসমান এবং কোলয়েডাল কণা শোষণ করে, যা দ্রুত থিতিয়ে যায়। অশুদ্ধতা দূর করার জন্য এটি সবচেয়ে কার্যকর এবং সাশ্রয়ী উপায়:



গুচ্ছিকরণ প্রক্রিয়ার দক্ষতা বৃদ্ধির জন্য চুন, ফুলার্স আর্থ, বেনটোনাইট ক্লে এবং পলিইলেক্ট্রোলাইটের মতো তপ্তন-সহায়ক যোগ করা হয়। স্থির বা ঘোরানো বাফল যুক্ত যান্ত্রিক ফ্লকুলেটেরগুলির সাহায্যে সাধারণত জলে দ্রবণ আকারে কোয়াগুলেন্ট যুক্ত করা হয়। কোগুল্যান্ট এবং কাঁচা জলের পুঞ্জানপুঞ্জ মিশ্রণ নিশ্চিত করা প্রয়োজন যাতে ন্যূনতম কোয়াগুলেন্ট ডোজ প্রয়োজন হয়।

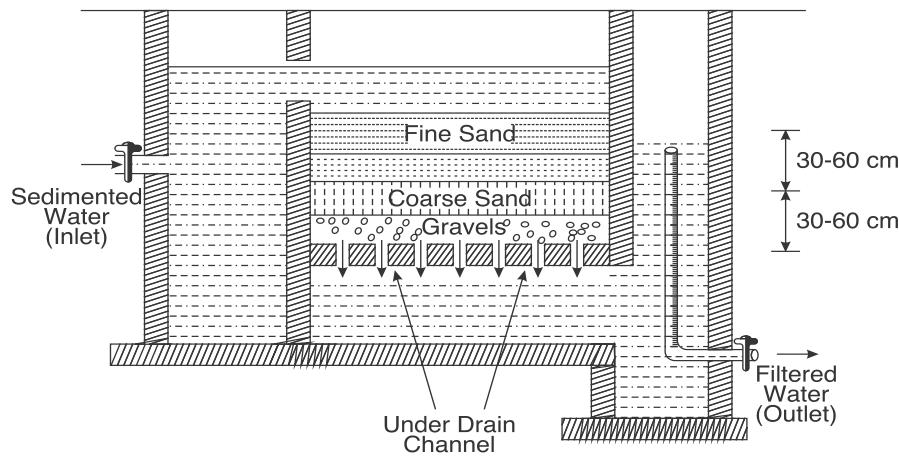
2.4.5 পরিস্রাবণ

এই পদ্ধতিতে ভাসমান অশুক্রতা সব ধরনের অন্দরবীয় কোলয়েডাল এবং ব্যাকটেরিয়া অশুক্রতাগুলি পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে যথাযথ আকারের উপাদানের একটি স্তরবিন্যাসের মধ্য দিয়ে জল পাঠিয়ে সরানো হয়। পরিস্রাবণ বা ফিল্টার করার জন্য সাধারণত দুই ধরনের ফিল্টার ব্যবহার করা হয়।

2.4.5 (A) অভিকর্ষীয় বালি ফিল্টার

এটি কংক্রিটের তৈরি একটি বড়, আয়তক্ষেত্রাকার ট্যাংক এবং একটি প্রক্রিয়া মাধ্যম, যা ফিল্টার মিডিয়াম নামে পরিচিত, যা কঠিন কণা ধরে রাখে কিন্তু চিত্র 2.14 তে দেখানো উপায়ে জল প্রবাহিত হতে দেয়।

এটি তিনটি স্তর নিয়ে গঠিত। উপরের স্তরটি সূক্ষ্ম বালি দিয়ে তৈরী এবং থায় 50 cm পুরু। মাঝের স্তরটি মোটা বালি নিয়ে গঠিত (থায় 20 cm পুরু), এবং নিচের স্তরটি নুড়ি (থায় 30 cm পুরু) নিয়ে গঠিত। পললযুক্ত জলের জন্য একটি খাঁড়ি এবং ফিল্টার করা জল বেরিয়ে আসার জন্য নীচে একটি ড্রেন চ্যানেল থাকে। পলিযুক্ত জল উপরে প্রবেশ করে এবং উপর থেকে ফিল্টার-এর সমস্ত স্তরে সমানভাবে বিস্তৃত হয়।



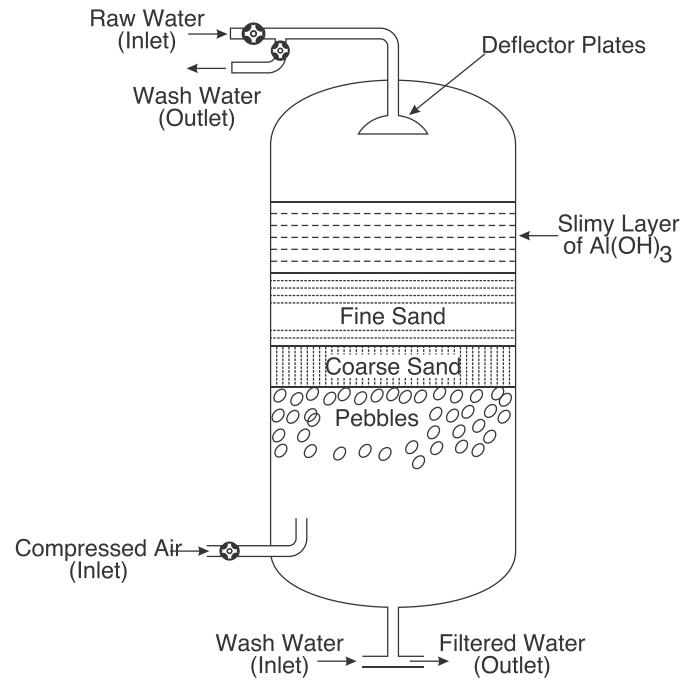
চিত্র 2.14: বালি ফিল্টার

2.4.5 (B) চাপ ফিল্টার

এটি একটি নলাকার ট্যাংক নিয়ে গঠিত যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

(খ)। উল্লম্ব ইস্পাত ট্যাংক ফিল্টারিং মিডিয়ার একটি অন্যটির উপরে তিনটি স্তর নিয়ে গঠিত। নুড়ি স্তর (10-35 mm আকার) সিলিন্ডারের নীচে স্থাপন করা হয়, মোটা দানার স্তর (5-7 mm দানার আকার) মাঝখানে এবং সূক্ষ্ম বালি স্তর (1-2 mm দানার আকার) স্থাপন করা হয় সিলিন্ডার ট্যাঙ্কের উপরের ভাগে। অশুক্র, পললযুক্ত পানিতে অন্ন পরিমাণে এলাম দ্রবণ মিশ্রিত করা হয় এবং তারপরে জল চাপ দিয়ে ফিল্টার স্তরের ভিতর দিয়ে পাঠানো হয়।

অ্যালাম ফিল্টার-মাধ্যমের ওপরে পাতলা স্তর গঠন করে এবং এটি কোলয়েডাল এবং ব্যাকটেরিয়াজনিত অশুক্রতা অপসারণে সহায়তা করে। ফিল্টার পাত্রের ওপরে থাকা ডিফেন্স প্লেটের কাজ হল ফিল্টারের স্তর গুলির উপরের অংশে অ্যালামের পাতলা স্তর সমানভাবে বিস্তৃত করা। ফিল্টার করা জল, যেমন ফিল্টারের নিচ থেকে বেরিয়ে আসে, চাপে থাকে এবং সরাসরি পাম্প করা যায়। এই ফিল্টারগুলি শিল্প উদ্দেশ্যে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র 2.15: উল্লম্ব চাপ ফিল্টার

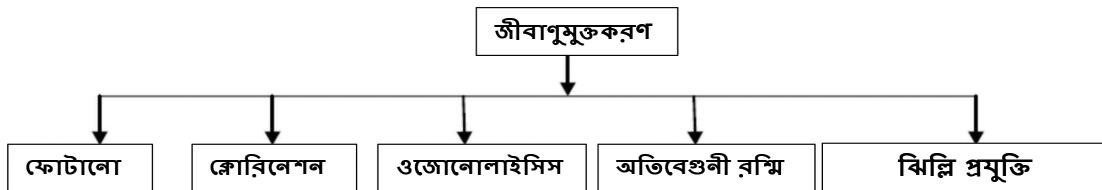
SAQ 6		জলে সৃষ্টি হওয়া বিভিন্ন পদক্ষেপের ক্ষেত্রে কোনটি অপসারণ করা হয়-		
	1. ছাঁকা	2. অবক্ষেপণ	3. গুচ্ছিকরণ	4. পরিশ্রাবণ

উত্তর: 3

2.4.6 জীবাণুমুক্তকরণ/নির্বীজন

জীবাণুমুক্তকরণ মানে জলে উপস্থিত সমস্ত জীবিত অণুজীব যেমন ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস ইত্যাদি সম্পূর্ণ ধরণ। আমরা জানি যে জল বিভিন্ন প্রক্রিয়া যেমন অবক্ষেপন, তধন এবং পরিশ্রাবণ প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়ে যাওয়ার পরও রোগজীবাণুগুলির একটি ছোট শতাংশ তাতে থাকে। অতএব, জল থেকে এই ব্যাকটেরিয়া এবং অণুজীবগুলি অপসারণ করা প্রয়োজন। জীবাণুমুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি জীবাণুনাশক হিসাবে পরিচিত।

জীবাণুমুক্ত করার জন্য বেশ কিছু পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। তাদের মধ্যে কয়েকটি নিচে দেওয়া হল:



2.4.6 (A) জল ফোটানো

গার্হিষ্য উদ্দেশ্যে জল সাধারণ ফোটানোর পদ্ধতিতে প্রায় 20-30 মিনিটের জন্য জল ফুটিয়ে জীবাণুমুক্ত করা যেতে পারে। এই পদ্ধতি ক্ষতিকারক রোগ সৃষ্টিকারী ব্যাকটেরিয়া এবং জীবাণু ধ্বংস করে। গৌরসভার জল সরবরাহের জন্য এই প্রক্রিয়াটি অনেক ব্যবহৃত, এবং উপরন্তু, বেশি পরিমাণে জল ফোটানোর জন্য প্রচুর পরিমাণে জ্বালানি প্রয়োজন হয়। এটি জলকে আরও দূষিত করার বিরুদ্ধে কোন সুরক্ষা প্রদান করে না।

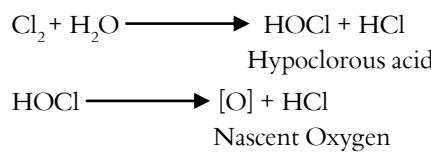
2.4.6 (B) ক্লোরিনেশন পদ্ধতি

এটি জীবাণুমুক্ত করার সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি। নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলি ব্যবহার করে ক্লোরিনেশন করা হয়:

- ক্লোরিন গ্যাস বা কেন্দ্রীভূত জলীয় দ্রবণ।
- রিচিং পাউডার।
- ক্লোরামাইন।

(i) ক্লোরিন গ্যাস বা ঘনীভূত জলীয় দ্রবণ

ক্লোরিন সরাসরি গ্যাস বা ক্লোরিন জল হিসাবে ব্যবহৃত হয়, এটি একটি শক্তিশালী জীবাণুনাশক এবং সর্বাধিক ব্যবহৃত জীবাণুনাশক। এটি জলের সাথে বিক্রিয়া করে হাইপোক্লোরাস এসিড এবং জায়মান অক্সিজেন গঠন করে, উভয়ই শক্তিশালী জীবাণুনাশক।



যন্ত্রপাতি

ক্লোরিন দ্বারা জীবাণুমুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ক্লোরিনেটর (চিত্র 2.16) নামে পরিচিত। এটি একটি বড় টাওয়ার যার মধ্যে বাফল প্লেট বা বাধক পাত রয়েছে। টাওয়ারের উপর থেকে সঠিক মাত্রায় ক্লোরিন এবং জলের প্রবাহ চালু করা হয়। টাওয়ারের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় তারা পুঞ্জানুপুঞ্জভাবে মিশে যায় এবং নিচ থেকে প্রক্রিয়া করা জল বের করা হয়।

সুবিধা

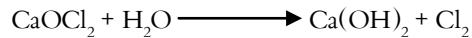
- এটি সস্তা, জীবাণুনাশক সহজেই পাওয়া যায় এবং কম ঘনত্বের জন্য কার্যকর।
- এটি উচ্চ এবং নিম্ন তাপমাত্রায় ব্যবহার করা যেতে পারে।
- এটি স্থিতিশীল এবং রাখার সময় খারাপ হয় না।
- ক্লোরিনের অবশিষ্টাংশ প্রক্রিয়া করা জলে রাখা যেতে পারে, যা ব্যাকটেরিয়ার পুনরুৎসান রোধে অতিরিক্ত নিরাপত্তা প্রদান করে।

অসুবিধা

অতিরিক্ত ক্লোরিন জলে অপ্রীতিকর স্বাদ এবং গন্ধ উৎপন্ন করে।

(ii) রিচিং পাউডার (CaOCl_2)

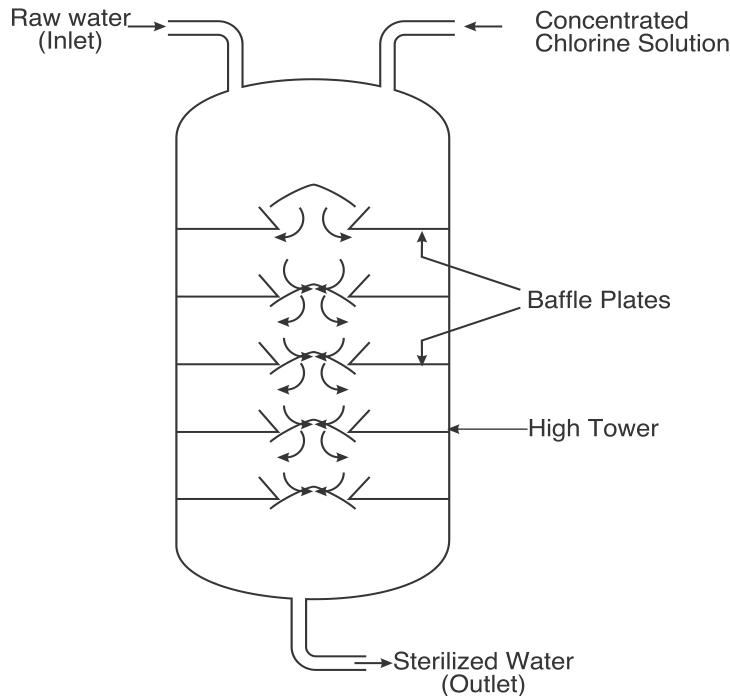
রিচিং পাউডার একটি শক্তিশালী অক্সিডাইজিং এজেন্ট বা জারক এবং এতে 30 শতাংশ ক্লোরিন পাওয়া যায়। যখন জলকে রিচিং পাউডার দিয়ে প্রক্রিয়াকরণ করা হয়, তখন হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড তৈরি হয়। এটি জায়মান অক্সিজেন নির্গত করে যা অণুজীবের এনজাইমগুলিকে নিষ্ক্রিয় করে এবং এভাবে বিপাকীয় ক্রিয়াকলাপ বন্ধ হয়ে যায় এবং অণুজীবগুলি মারা যায়।



প্রায় 1 Kg লিচিং পাউডার 1000 Litr জলের জন্য যথেষ্ট।

অসুবিধা

অতিরিক্ত লিচিং পাউডার জলের খারাপ স্বাদ এবং গন্ধ তৈরি করে। এটি Ca(OH)_2 গঠনের কারণে পানিতে ক্যালসিয়াম-খরতা এনে দেয় এটি অস্থায়ী, অতএব এর সম্ভয় কঠিন।



চিত্র 2.16 : ক্লোরিনেটর

(iii) ক্লোরামাইন (NH_2Cl)

২:১ অনুপাতে ক্লোরিন এবং অ্যামোনিয়া মিশিয়ে ক্লোরামাইন তৈরি হয়। যখনই জল ক্লোরামাইন দিয়ে প্রক্রিয়া করা হয়, তখন হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড তৈরি হয় যা এটি পুনরায় সংক্রমণ থেকে রক্ষা করে।

সুবিধা

NH_2Cl এর অতিরিক্ত ডোজ জলে দুর্দশ এবং বিস্ফাদ তৈরি করে না।

2.4.6 (C) ওজেনোলাইসিস পদ্ধতি

এই পদ্ধতির জন্য ওজেন ব্যবহার করা হয়। ওজেন অত্যন্ত অস্থায়ী এবং চমৎকার জীবাণুনাশক। এটি ভেঙে যায় এবং জায়মান অক্সিজেন দেয় যা খুব শক্তিশালী বা জারক বা অক্সিডাইজিং এজেন্ট এবং জলে উপস্থিত সমস্ত ব্যাকটেরিয়া এবং জীবাণু ধ্বংস করে।

যন্ত্রপাতি

ওজেন এবং জলের বিক্রিয়া ওজেন-জীবাণুনাশক যন্ত্রে করা হয় যেমন চিত্র 2.17 এ দেখানো হয়েছে।

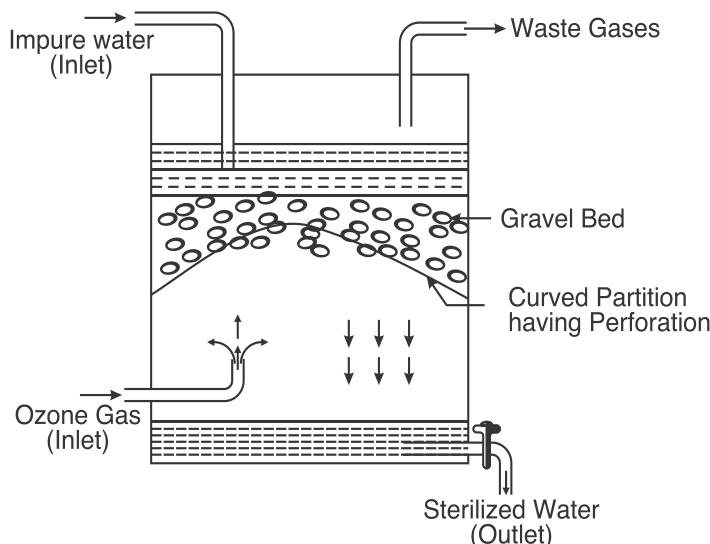
পদ্ধতি

জলের প্রক্রিয়াকরণের সময়ে, জল উপরে থেকে নীচে পাঠানো হয়, এবং ওজোনকে নীচে থেকে উপরে পাঠানো হয়। তারা একে অপরের সাথে যুক্ত হলে জীবাণুগুলিকে হত্যা করে। জীবাণুমুক্ত জল ট্যাঙ্কের নীচে সংগ্রহ করা হয়। ওজোন এবং জলের সংস্পর্শের সময় প্রায় 10-15 মিনিট।

সুবিধা

- এটি জল থেকে রঙ এবং দুর্গন্ধি দূর করে।
- এটি জলের স্বাদ উঘাত করে।

ওজোনের অতিরিক্ত মাত্রা ক্ষতিকারক নয়, কারণ এটি বিয়োজনের সময় অক্সিজেন নিঃসরণ করে।



চিত্র 2.17: ওজোনেলাইসিস পদ্ধতি

2.4.6 (D) অতিবেগনি রশি পদ্ধতি

জল যখন তার মধ্যে ডুবে থাকা বৈদ্যুতিক পারদ-বাল্ব থেকে বের হওয়া অতিবেগনি রশির সংস্পর্শে আসে, তখন বেশিরভাগ রোগের জীবাণু ধ্বংস হয়ে যায়। এই পদ্ধতিটি সুইমিং পুলের জীবাণুমুক্তকরণের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

সুবিধা

- এর জন্য কোন রাসায়নিকের প্রয়োজন হয় না।
- এটি জলে কোন গন্ধ সৃষ্টি করে না।

অসুবিধা

- এটি খুব ব্যবহৃত, তাই এটি ব্যাপকভাবে ও বড়োমাপে ব্যবহৃত হয় না।

2.4.6 (E) বিল্লি বা মেম্ব্রেন প্রযুক্তি

বিল্লি পরিশ্রাবণ জলের নমুনা পরীক্ষা করার একটি কৌশল। এই পদ্ধতিতে, $0.45 \mu\text{m}$ এর চেয়ে বড় অণুজীবকে আটকে রাখার জন্য ডিজাইন করা একটি বিশেষ ছিদ্রযুক্ত বিল্লির মাধ্যমে জল পাঠানো হয়। কৃত্রিম পদার্থ সেলুলোজ অ্যাসিটেট, সেলুলোজ

নাইট্রেট (কোলোডিয়ন), পলিয়ামাইড (নাইলন), পলিকার্বোনেট, পলিপ্রোপিলিন এবং পলিটেট্রাফ্লুরোইথিলিন (টেফলন) দিয়ে তৈরি বিল্লির মাধ্যমে জল জোর করে উচ্চ চাপ (10 থেকে 50 atm বায়বীয় চাপের মধ্যে) প্রয়োগের মাধ্যমে পাঠানো হয়। বিল্লি পদ্ধতি গুলি ব্যাকটেরিয়া, অণুজীব, সূক্ষ্ম কণা এবং প্রাকৃতিক জৈব পদার্থ, যা জলে রঙ, স্বাদ এবং গন্ধ আনে এবং জীবাণুনাশকের সাথে বিক্রিয়া করে উপজাত দ্রব্য তৈরী করতে পারে, সেসব অপসারণের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। বিল্লি বা পর্দার ছিদ্রের ক্রমবর্ধমান মাপ বা আকার অনুসারে চার ধরনের বিল্লি পরিব্রাবণ রয়েছে - রিভার্স অসমোসিস, ন্যানো ফিল্ট্রেশন, আল্ট্রাফিল্ট্রেশন এবং মাইক্রোফিল্ট্রেশন।

আকর্ষণীয় তথ্য: জলবায়ু পরিবর্তন, ক্রমবর্ধমান জলের অভাব, জনসংখ্যা বৃদ্ধি, জনসংখ্যাগত পরিবর্তন এবং নগরায়ণ ইতিমধ্যেই জল সরবরাহ ব্যবস্থাকে দুরহ করে তুলেছে। 2025 সালের মধ্যে বিশ্বের জনসংখ্যার অর্ধেক জল-কষ্ট যুক্ত এলাকায় বাস করবে।

2.5 পানীয় জলের ভারতীয় মান বিশ্লেষণ

2.5.1 ভূমিকা

অধিকাংশ মানুষ জল ছাড়া 3-4 দিনের বেশি বেঁচে থাকতে পারে না। জল হচ্ছে প্রাথমিক প্রয়োজন। তবুও, এটি একটি ভয়াবহ সত্য যে সারা বিশ্বে কোটি কোটি মানুষ আছে যাদের নাগালে বিশুদ্ধ পানীয় জলের অধিকার নেই। জনস্বাস্থের জন্য নিরাপদ এবং পরিষ্কার পানীয় জল গুরুত্বপূর্ণ। 2010 সালে, জাতিসংঘ সাধারণ পরিয়দ স্পষ্টভাবে জল এবং নিকাশির অধিকারকে স্বীকৃতি দেয়। প্রত্যেকেরই ব্যক্তিগত এবং গার্হস্থ ব্যবহারের জন্য হাতের নাগালে পর্যাপ্ত, ক্রমাগত, নিরাপদ, গ্রহণযোগ্য এবং সাশ্রয়ী মূল্যের জলের অধিকার রয়েছে। খাদ্য ও কৃষি বিভাগ পরিয়দ কর্তৃক পানীয় জল বিভাগীয় কমিটির দ্বারা খসড়া চূড়ান্ত হওয়ার পরে ভারতীয় মান (বিতীয় সংশোধন) ব্যুরো অব ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড (বিআইএস) দ্বারা গৃহীত হয়েছিল। যদিও আইএস স্পেসিফিকেশন বা বৈশিষ্ট্যে অনেকগুলি পরামিতি নির্দেশ করা হয়েছে, কিন্তু এখানে শুধু সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ এবং ব্যাপকভাবে পরীক্ষিত পরামিতিগুলি উল্লেখ করা হয়েছে। পানীয় জলের জন্য অগনোলেপটিক এবং ভৌত বৈশিষ্ট্য, পানীয় জলের ব্যাকটেরিয়া সংক্রান্ত গুণমান সম্পর্কিত বৈশিষ্ট্য এবং পানীয় জলের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি সারণী 2.6, সারণী 2.7 এবং সারণী 2.8 তে যথাক্রমে দেওয়া আছে।

সারণী 2.6: পানীয় জলের জন্য অগনোলেপটিক এবং ভৌত পরামিতি সমূহ

ক্রমিক নং	বৈশিষ্ট্য	প্রয়োজনীয়তা (গ্রহণযোগ্য সীমা)	অনুমোদিত সীমা (বিকল্প উৎসের অনুপস্থিতিতে)
1.	রঙ, হ্যাজেন ইউনিট, সর্বোচ্চ মান	5	15
2.	গন্ধ	গ্রহণযোগ্য	গ্রহণযোগ্য
3.	pH মান	6.5-8.5	শিথিলযোগ্য নয়
4.	স্বাদ	গ্রহণযোগ্য	গ্রহণযোগ্য
5.	ঘোলাভাব, NTU, সর্বোচ্চ মান	1	5
6.	মোট দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ, mg/l, সর্বোচ্চ মান	500	2000

দ্রষ্টব্য: উপরের তালিকায় উল্লিখিত বৈশিষ্ট্য গুলির প্রাথমিক মান বাস্তবায়িত করার সুপারিশ করা হচ্ছে। প্রাথমিক মান মধ্যে উল্লিখিত বৈশিষ্ট্যের মানগুলির চেয়ে বেশি হলে জলকে অনুপযুক্ত করে, কিন্তু বিকল্প উৎসের অনুপস্থিতিতে শুধুমাত্র 'অনুমোদিত সীমার অধীনে নির্দেশিত সীমা পর্যন্ত সহ্য করা যেতে পারে, যার উপরে গেলে জলের উৎস গুলি প্রত্যাখ্যান করতে হবে।

সারণী 2.7: পানীয় জলের ব্যাকটেরিয়াগত গুণ

ক্রমিক নং	জীব	প্রয়োজনীয়তা
1.	সমস্ত পানীয় পান করার জন্য: E. coli বা তাপসহ কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়া	কোন 100mL নমুনায় সনাক্ত করা যাবে না
2.	প্রক্রিয়াকৃত জল বিস্তারণের ব্যবস্থার মধ্যে বা বিস্তারণের প্রবেশপথে a) E. coli বা তাপসহ কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়া b) মোট কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়া	কোন 100mL নমুনায় সনাক্ত করা যাবে না

E.coli বা মোট কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়া সনাক্ত করা হলে অবিলম্বে তদন্তমূলক ব্যবস্থা নেওয়া হবে। মোট কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়ার ক্ষেত্রে ন্যূনতম কাজ হলো নমুনার পুনরাবৃত্তি; যদি পুনরাবৃত্ত নমুনায় এই ব্যাকটেরিয়া সনাক্ত করা হয়, তাহলে অবিলম্বে আরও তদন্তের কারণ নির্ণয় করা হবে।

মোট কলিফর্ম ব্যাকটেরিয়া প্রাচীণ জলের সরবরাহের নিকাশি মানের প্রাথমিক সূচক নয়, বিশেষত গ্রীষ্মমন্ডলীয় অঞ্চলে যেখানে প্রায় সমস্ত অপ্রক্রিয়াকৃত সরবরাহে নিকাশি তাৎপর্য হীন অনেক ব্যাকটেরিয়া থাকে।

সারণী 2.8: পানীয় জলের সাধারণ পরামিতি

ক্রমিক নং.	বৈশিষ্ট্য	প্রয়োজনীয়তা (প্রাথমিক সীমা)	অনুমোদিত সীমা (বিকল্প উৎসের অনুপস্থিতিতে)
1	অ্যালুমিনিয়াম (Al হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.03	0.2
2.	অ্যামোনিয়া (মোট অ্যামোনিয়া-এন হিসাবে), mg /L, সর্বোচ্চ মান	0.5	শিথিলযোগ্য নয়
3.	একটি আয়নিক ডিটারজেন্ট (MBAS হিসাবে) mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.2	1.0
4.	ক্যালসিয়াম (Ca হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	75	200
5.	ক্লোরামাইনস (Cl ₂ হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	4.0	শিথিলযোগ্য নয়
6.	ক্লোরাইড (Cl হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	250	1000
7.	কপার (Cu হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.05	1.5
8.	ফ্লোরাইড (F হিসাবে) mg/L, সর্বোচ্চ মান	1.0	1.5
9.	মুক্ত অবশিষ্ট ক্লোরিন, mg/L, সর্বনিম্ন মান	0.2	1

ক্রমিক নং.	বৈশিষ্ট্য	প্রয়োজনীয়তা (গ্রহণযোগ্য সীমা)	অনুমোদিত সীমা (বিকল্প উৎসের অনুপস্থিতিতে)
10.	আয়রন (Fe হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.3	শিথিলযোগ্য নয়
11.	ম্যাগনেসিয়াম (Mg হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	30	100
12.	ম্যাঞ্জনিজ (Mn হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.1	0.3
13.	খনিজ তেল, mg / L, সর্বোচ্চ মান	0.5	শিথিলযোগ্য নয়
14.	নাইট্রেট (NO_3^- হিসেবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	45	শিথিলযোগ্য নয়
15.	ফেনোলিক যৌগ ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.001	0.002
16.	সালফেট (SO_4^{2-} হিসেবে) mg/L, সর্বোচ্চ মান	200	400
17.	সালফাইড (H_2S হিসেবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	0.05	শিথিলযোগ্য নয়
18.	ক্যালসিয়াম কার্বনেট, mg / L, সর্বোচ্চ মান	200	600
19.	মেট খরতা (CaCO_3 হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	200	600
20.	দস্তা (Zn হিসাবে), mg/L, সর্বোচ্চ মান	5	15

দ্রষ্টব্য: গ্রহণযোগ্য সীমার মধ্যে উল্লেখিত বৈশিষ্ট্যের মানগুলির চেয়ে বেশি হলে জলকে অনুপযুক্ত করে, কিন্তু বিকল্প উৎসের অনুপস্থিতিতে শুধুমাত্র 'অনুমোদিত সীমার অধীনে নির্দেশিত সীমা' পর্যন্ত সহ্য করা যেতে পারে, যার উপরে গেলে জলের উৎস গুলি প্রত্যাখ্যান করতে হবে।

2.6 যে কোনো উৎস থেকে পানীয় এবং খাদ্য প্রস্তুত করার উদ্দেশ্যে মানুষের গ্রহণযোগ্য জল

আকর্ষণীয় তথ্য: ভারতের প্রায় 53% পরিবার পানীয় জলের প্রয়োজনের জন্য ভূগর্ভস্থ জলসম্পদের উপর নির্ভর করে এবং প্রায় 2% ভূমিজলের উপর নির্ভর করে। প্রায় 43.5% পরিবার পানের জন্য কলের জল (প্রক্রিয়া করা বা না করা) ব্যবহার করে।

জল পৃথিবীর পৃষ্ঠের দুই তৃতীয়াংশ জুড়ে রয়েছে, এর অধিকাংশই লবণ্য এবং পানের উপযোগী নয়। পৃথিবীতে উপলব্ধ জলের মাত্র 3% জল মিষ্টি এবং উপলব্ধ মিষ্টি জলের মাত্র 1% নদী, হ্রদ এবং ভূগর্ভস্থ জলে রয়েছে। পৃথিবীর পৃষ্ঠের প্রায় 97% জল সমুদ্রের নোনা জল। জলের বন্টনের বিবরণ ইতিমধ্যে পূর্ববর্তী বিভাগে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। পানির তিনটি প্রধান উৎস হল:

- গ্রাউন্ডওয়াটার বা ভূগর্ভস্থ জল: এর মধ্যে রয়েছে বোরওয়েল, টিউবওয়েল, ডাগওয়েল, হান্ডপাম্প এবং ঝর্ণা।
- সারফেসওয়াটার বা ভূ-পৃষ্ঠের জল: এর মধ্যে রয়েছে বিভিন্ন জলাশয় যেমন সমুদ্র, মহাসাগর, জলাধার, নদী, স্রোত, পুকুর, হ্রদ, দীঘি, বৃক্ষির জল।

ভারতের মোট বার্ষিক ব্যবহারযোগ্য জলসম্পদ হল 1123 বিলিয়ন ঘনমিটার (690 বিসিএম সারফেস ওয়াটার + 433 বিসিএম ভূগর্ভস্থ জল)। ভারতে পানীয় জল বেশিরভাগ ভূগর্ভস্থ উৎস থেকে উদ্গৃহ হয়। নদী এবং কৃপগুলিও জলের প্রধান উৎস যা পৌরসভা ব্যবহার করে। তথ্য দেখায় যে, দেশের প্রায় 43 শতাংশ গ্রামীণ জনগোষ্ঠীর জন্য ভূগর্ভস্থ জল পানীয় জলের সবচেয়ে নির্ভরযোগ্য উৎস (ন্যশনাল স্যাম্পল সার্ভে অফিসের (এনএসএসও) তথ্য)।

ভূগর্ভস্থ জল গার্হিণ্য ব্যবহারের জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ উৎস। এটি শহরে এবং গ্রামীণ ভারতে পানীয় জলের একটি প্রধান উৎস। গার্হিণ্য জলের 80% আসে ভূগর্ভস্থ জলের মজুদ থেকে। ভূগর্ভস্থ জলের প্রধান উৎস হল বর্ষার বৃষ্টি থেকে পুনঃসঞ্চয় বা রিচার্জ। দেশের বাসিক পুঁঁঁসঞ্চয়যোগ্য ভূগর্ভস্থ জলের প্রায় 58% রিচার্জ হয় মৌসুমী বৃষ্টিপাত দ্বারা। প্রায় 32% রিচার্জ হয় অন্যান্য উৎস থেকে, যেমন খাল, ট্যাঙ্ক, পুরুর এবং অন্যান্য জলের কাঠামো এবং সোচ থেকে চুঁইয়ে পড়া। যদিও ভারতে বর্ষাকালে প্রচুর বৃষ্টিপাত হয় কিন্তু সঞ্চয়ের অভাবের কারণে, সেই জলের সামান্য অংশ প্রকৃতপক্ষে রিজার্ভে যোগ হয়। জনসংখ্যার সঙ্গে উপলব্ধ জলের স্থানিক বন্টনের উল্লেখযোগ্য অভিন্ন রয়েছে, পরিস্থিতি উদ্বেগজনক হয়ে উঠেছে; অথচ যেখানে বেশি মানুষ বাস করে, সেখানেই কম জল পাওয়া যায়।

ভূপৃষ্ঠের জল, যেমন নদী এবং কৃপ, জলের প্রধান উৎস যা পৌরসভা কর্তৃক জনসাধারণের ব্যবহারের জন্য ব্যবহৃত হয়। সেন্ট্রাল ওয়াটার কমিশনের (2015) গবেষণায় দেখা গেছে যে ভারতে পানীয় জলের উৎসের নদীগুলি সীসা, আসেনিক, তামা, ক্যাডমিয়াম, পারদ এবং নিকেলের মতো বিষাক্ত ভারী ধাতু দ্বারা দূষিত, যেগুলি অত্যন্ত বিষাক্ত, ক্যাল্চার রোগের সম্ভাব্য কারণ (কার্সিনোজেনিক) এবং ইত্যীন কাউন্ট অফ মেডিক্যাল রিসার্চ (ICMR) এবং বুরো অফ ইত্যীন স্ট্যান্ডার্ডস (BIS) দ্বারা নির্ধারিত মান সীমার বাইরে। নিরাপদ জল সরবরাহ এবং নিকাশি নিশ্চিত করা ভারতীয় সংবিধানের অধীনে একটি রাষ্ট্রীয় দায়িত্ব।

সমাধান করা প্রশ্নাবলী

প্রশ্ন 1: খরজলের একটি নমুনায় 450 ppm খরতা রয়েছে। ফ্রেঞ্চ ডিগ্রী ও ক্লার্ক ডিগ্রীতে এই খরতা প্রকাশ করো।

ইঙ্গিত: সারণী 1,2,4 দেখো

1 ppm = 0.07 °C/L

$$450 \text{ ppm} = 450 \times 0.07^\circ\text{Cl}$$

450 ppm = 31.5 °Cl

প্রশ্ন 2: 10 Litre জলে CaCO_3^- এর সমতুল 2.4mg লবণ ছিল। নিম্নোক্ত এককে জলের খরতা প্রকাশ করো :

iii) $^{\circ}\text{Fr}$ iv) $^{\circ}\text{C}$

উঙ্গিত: সাবগী 124 দেখো

$\text{mg/Litre} = (\text{1 parts of CaCO}_3) / (\text{জলের Litre})$

$$= (2.4 \times 1000)/10$$

$$= (2.4 \times 1000)/10$$

$$= 240 \text{ mg/Litre}$$

জলের খরতা 240 mg/Litre (ppm)

1 mg/Litre = 1 ppm

240 mg/Litre = 240 ppm

জলের খরুতা 240 mg/Litre

1 mg/Litre = 0.10 Fr

240 mg/Litre \equiv 24 °Fr

জগের খবরা 24 °Fr

$1 \text{ mg/Litre} = 0.07 {}^{\circ}\text{Cl}$

$240 \text{ mg/Litre} = 240 \times 0.07$

জলের খরতা $16.8 {}^{\circ}\text{Cl}$

প্রশ্ন 3: একটি জলের নমুনা নিম্নলিখিত তথ্য দেয়:

$$\text{MgCl}_2 = 1.43 {}^{\circ}\text{Fr}$$

$$\text{SiO}_2 = 1.43 {}^{\circ}\text{Fr}$$

$$\text{MgSO}_4 = 5.72 {}^{\circ}\text{Fr}$$

$$\text{CaSO}_4 = 2.86 {}^{\circ}\text{Fr}$$

$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 23.16 {}^{\circ}\text{Fr}$$

${}^{\circ}\text{Cl}$ এবং ppm ক্ষেত্রে খরতা গণনা করো।

ইঙ্গিত: সারণী 1.2.4 দেখুন

প্রথমে আমাদের বর্তমান লবণকে ${}^{\circ}\text{Cl}$ এবং ${}^{\circ}\text{Fr}$ তে রূপান্তর করতে হবে-

লবণের নাম	${}^{\circ}\text{Fr}$	${}^{\circ}\text{Fr} = 0.7 \text{ Cl}$	${}^{\circ}\text{Fr} = 10 \text{ ppm}$
MgCl_2	1.43	$0.7 \times 1.43 = 1.001 \text{ Cl}$	$1.43 \times 10 = 14.3 \text{ ppm}$
MgSO_4	5.72	$0.7 \times 5.72 = 4.004 \text{ Cl}$	$5.72 \times 10 = 57.2 \text{ ppm}$
CaSO_4	2.86	$0.7 \times 2.86 = 2.002 \text{ Cl}$	$2.86 \times 10 = 28.6 \text{ ppm}$
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	23.16	$0.7 \times 23.16 = 16.212 \text{ Cl}$	$23.16 \times 10 = 231.6 \text{ ppm}$

CaCO_3 সমতুল্যের খরতা, যৌগের তুল্যাঙ্ক বিবেচনা করে প্রকাশ করা যেতে পারে : অর্থাৎ $50/E$

যেখানে $50 - \text{CaCO}_3$ -এর তুল্যাঙ্ক

E - যৌগের তুল্যাঙ্ক

CaCO_3 সমতুল্য মানে বর্তমান যৌগগুলির কঠোরতা:

লবণের নাম	তুল্যাঙ্ক	${}^{\circ}\text{Cl}$	ppm
MgCl_2	47.5	$(1.001 \times 50)/47.5$	$(14.3 \times 50)/47.5$
MgSO_4	60	$(4.004 \times 50)/60$	$(57.2 \times 50)/60$
CaSO_4	68	$(2.002 \times 50)/68$	$(28.6 \times 50)/68$
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	81	$(16.212 \times 50)/81$	$(231.6 \times 50)/81$

মোট খরতা হল সকল যৌগের খরতার সমষ্টি

মোট খরতা = $[\text{MgCl}_2 + \text{MgSO}_4 + \text{CaSO}_4 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ এর খরতা

মোট খরতা ${}^{\circ}\text{Cl}$ হিসাবে গণনা করা যেতে পারে

মোট খরতা = $(1.001 \times 50)/47.5 + (4.004 \times 50)/60 + (2.002 \times 50)/68 + (16.212 \times 50)/81$

$$= 50 [1.001/47.5 + 4.004/60 + 2.002/68 + 16.212/81]$$

$$\text{মোট খরতা} = 50[0.0210 + 0.0667 + 0.0294 + 0.2001] = 50[0.3172] = 15.86 {}^{\circ}\text{Cl}$$

মোট খরতা ${}^{\circ}\text{Fr}$ হিসাবে গণনা করা যেতে পারে

$$\begin{aligned} \text{মোট খরতা} &= (14.3 \times 50)/47.5 + (57.2 \times 50)/60 + (28.6 \times 50)/68 + (231.6 \times 50)/81 \\ &= 50[14.3/47.5 + (57.2)/60 + (28.6)/68 + (231.6)/81] \\ &= 50 [0.3010 + 0.9533 + 0.4205 + 2.8592] \\ &= 50[4.5327] \\ &= 226.635 \text{ ppm} \end{aligned}$$

প্রশ্ন 4: 100ml জলের নমুনায় অস্থায়ী খরতা = 160mg/L

মোট খরতা = 245mg/L. জলের নমুনায় স্থায়ী খরতা নির্ণয় করো।

মোট খরতা = অস্থায়ী খরতা + স্থায়ী খরতা

$$245\text{mg/L} = 160\text{ mg/L} + \text{স্থায়ী খরতা}$$

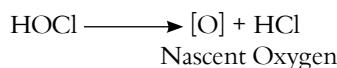
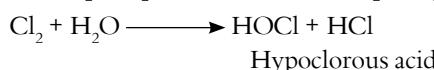
$$\text{স্থায়ী খরতা} = 245 - 160 = 85 \text{ mg/L}$$

জলের নমুনায় 100 ml জলের নমুনায়,

$$= (85 \times 100)/1000 = 8.5 \text{ mg/L}$$

100 ml জলের নমুনায় স্থায়ী খরতা = 8.5mg

প্রশ্ন 5: রিচিং পাউডার ব্যবহার করে জলের জীবাণুন্বকরণে জড়িত বিক্রিয়া লেখো।



ইউনিটের সারাংশ

- মৃদুজল: যে জল সাধারণের দ্রবণ দিয়ে ঝাঁকুনিতে সহজেই ফেনা উৎপন্ন করে তাকে মৃদু জল বলে।
- খর জল: যে জল সহজেই সাধারণের দ্রবণ দিয়ে ফেনার সৃষ্টি করে না কিন্তু একটি সাদা গাদ বা ময়লা তৈরি করে তাকে খর জল বলে।
- অস্থায়ী খরতা: জলের খরতা যা কেবল ফুটানোর মাধ্যমে দূর করা যায় তাকে অস্থায়ী খরতা বলা হয়।
- স্থায়ী খরতা: একটি কঠোরতা যা কেবল ফুটন্ট দ্বারা সরানো যায় না তাকে স্থায়ী কঠোরতা বলা হয়।

পার্টস পার মিলিলিন (পিপিএম-ppm):

খরতার ফ্রেঞ্চ ডিগ্রী (${}^{\circ}\text{Fr}$):

ডিগ্রী ক্লার্ক (${}^{\circ}\text{Cl}$):

Litre প্রতি mg (mg/l):

Litre প্রতি মিলি ইকুইভ্যালেন্ট (meq /l):

- স্লাজ, কাদা বা গাদ : বয়লারের ভিতরে আলগা, থকথকে অধঃক্ষেপ জমা হয় কিন্তু স্থায়ীভাবে আটকে থাকে না- এটি স্লাজ নামে পরিচিত।
- স্কেল বা শঙ্খ : বয়লারের অভ্যন্তরীণ পৃষ্ঠে শক্ত হয়ে লেগে থাকা আবরণ স্কেল নামে পরিচিত।
- প্রাইমিং: যখন বয়লারে দ্রুত বাষ্প তৈরি করা হচ্ছে, তখন কিছু তরল জলকণা বাষ্পের সাথে মিশে যায়। তেজা বাষ্প গঠনের এই প্রক্রিয়াটিকে বলা হয় প্রাইমিং।
- ফোমিং: ফোমিং হল বয়লারে স্থায়ী ফেনা বা বুদবুদ তৈরি করা যা সহজে ভেঙে যায় না। তেলের মতো পদার্থের উপস্থিতির কারণে ফোমিং হয়।
- খরজলের প্রক্রিয়াকরণের জন্য ব্যবহৃত পদ্ধতি হল সোডা-লাইম বা সোডা-চুন পদ্ধতি, জিওলাইট পদ্ধতি এবং আয়ন বিনিয়ন পদ্ধতি
- সোডা-চুন পদ্ধতিতে, পোড়া চুন (CaO) বা কালিচুন (Ca(OH)_2) এবং সোডা অ্যাশ (Na_2CO_3) মুদুকরণে অধক্ষেপণ প্রক্রিয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়
- জিওলাইট বা পারমুটিপ পদ্ধতিতে প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম জিওলাইট দ্বারা জল মুদু করা হয়। জিওলাইট হল আর্দ্র সোডিয়াম অ্যালুমিনো সিলিকেট। জিওলাইট হল এমন পদার্থ যা জলে অদ্বিতীয় এবং ক্যাটায়ণ-যুক্ত জলের সংস্পর্শে এলে ক্ষার-বিনিয়ক বা বেস এক্সচেঞ্চার হিসেবে কাজ করতে পারে।
- একটি আয়ন বিনিয়ন প্রক্রিয়ায়, স্থির আয়ন-বিনিয়ন দশা এবং চলমান বহিরাগত তরল দশার মধ্যে আয়নগুলির একটি বিপরীতমুখী বিনিয়ন ঘটে। আয়ন বিনিয়ন রেজিনগুলি অদ্বিতীয়, বিপরীতভাবে সংযুক্ত, সূক্ষ্ম ছিদ্র সমন্বিত লম্বা শৃঙ্খলের জৈব পলিমার এবং তাদের সাথে সংযুক্ত কার্যকরী গোষ্ঠীগুলি আয়ন বিনিয়ন বৈশিষ্ট্যগুলির জন্য দায়ী।
- পৌর সরবরাহের জন্য জল প্রক্রিয়াকরণের বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়-
 - ক্রিনিং বা ছাঁকা: পাতার মতো ভাসমান উপকরণ দূর করে।
 - অবক্ষেপণ: বালি, কাদামাটি ইত্যাদি অশুক্র কণা দূর করে।
 - পরিশ্রাবণ: কোলয়েডাল অশুক্রতা এবং অগু জীব অপসারণ করে।
 - জীবাণুমুক্তকরণ: জীবাণু বা ব্যাকটেরিয়া মেরে ফেলে।

অনুশীলনী

- 2.1. মুদু আর খরজলের তিনটি গুরুত্বপূর্ণ পার্থক্য লেখ।
- 2.2. খরতার বিভিন্ন একক তালিকাভুক্ত কর।
- 2.3. খরজলে সাধানের কম ফেনা হবার কারণগুলি বল।
- 2.4. চিত্রের সাহায্যে স্কেল এবং স্লাজ গঠনের মধ্যে পার্থক্য কর।
- 2.5. বয়লারে ক্ষয়ের কারণ উল্লেখ কর।
- 2.6. EDTA পদ্ধতিতে জলের পরিমাণগত বিশ্লেষণ ব্যাখ্যা কর।
- 2.7. জলের পরিমাণগত ক্ষারত্ব নির্ধারণের পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।
- 2.8. খরজল প্রক্রিয়াকরণের বাহ্যিক এবং অভ্যন্তরীণ পদ্ধতিগুলি শ্রেণীবদ্ধ কর।

- 2.9. জিওলাইট প্রক্রিয়া ব্যবহার করে জলের মৃদুকরণ বর্ণনা কর। এর সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা লেখ।
- 2.10. জল মৃদুকরণের জন্যে জিওলাইট পদ্ধতি এবং সোডা-চুন পদ্ধতির মধ্যে তুলনা কর।
- 2.11. কার্যকরী গোষ্ঠীর ভিত্তিতে আয়ন-বিনিময়কারীর প্রকারগুলি শ্রেণীবদ্ধ কর।
- 2.12. অশুঙ্খতার উপর ভিত্তি করে পানীয় জল শোধনের জন্য ব্যবহাত বিভিন্ন পদ্ধতি সংক্ষিপ্তভাবে ব্যাখ্যা কর।
- 2.13. আয়ন-বিনিময়কারী রজনের জন্য পুনরুৎপন্নির বিক্রিয়া লেখ।
- 2.14. নিম্নলিখিত পরামিতি গুলিতে পানীয় জলের গ্রাহণযোগ্য IS মান লেখ
- | | | | |
|--------|--------------|-------------------|----------------|
| i) Ca | ii) ফ্লোরাইড | iii) কপার | iv) Fe |
| v) Mg | vi) সালফেট | vii) মোট ক্ষারত্ব | viii) মোট খরতা |
| ix) Zn | | | |

ব্যবহারিক পরীক্ষা

1. জলের খরতা

বিবৃতি

আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) ইথিলিন ডাই অ্যামিন টেট্রা এসিটিক অ্যাসিড (EDTA) দ্রবণ ব্যবহার করে প্রদত্ত জলের নমুনার মোট খরতার আনুমানিক পরিমাণ নির্ধারণ করো।

ব্যবহারিক গুরুত্ব

বয়লার বিভিন্ন শিল্প প্রক্রিয়ার জন্য গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র যাতে জল ব্যবহার করে বাষ্প উৎপাদন করা যায়। জলে উপস্থিত অশুঙ্খতার পরিমাণ বয়লারের দক্ষতা এবং বয়লার দ্বারা সৃষ্টি বিভিন্ন সমস্যার ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। জল বিভিন্ন কাজে বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হয়। ডিপ্লোমা প্রকৌশলীকে তাদের কাজের সময় জলের বিভিন্ন ব্যবহার করতে হয় এবং খরজলের কারণে সৃষ্টি ক্ষয়, শক্ত এবং গাদ গঠনের মতো সমস্যাগুলির ও মোকাবিলা করতে হয়।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

এই ইউনিট, বিভাগ 2.2.3 দেখো।

ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

- PrO1: বৈদ্যুতিন তুলাযন্ত্রে প্রদত্ত নমুনাটি সঠিকভাবে ওজন কর।
- PrO2: নির্ধারিত মোলারিটি এবং নর্মালিটিতে প্রদত্ত নমুনার আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত কর।
- PrO3: জলের অস্থায়ী, স্থায়ী এবং মোট খরতা গণনা কর।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক/ কাঁচের সরঞ্জাম

- রাসায়নিক (AR গ্রেড) জলের নমুনা, EDTA (0.1M), বাষার দ্রবণ ($pH = 10$), এরিওক্রোম ব্ল্যাক টি (EBT) সূচক,
- কাঁচের সরঞ্জাম: (বোরোসিল) শক্ত (কনিকাল) ফ্লাস্ক (100 mL), ব্যুরেট (50 mL), পিপেট (10 mL), বীকার (100 mL, 250 mL)

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- পরীক্ষাগারে কাজ করার সময় মুখোশ (মাস্ক), দস্তানা (গ্লাভস) এবং আবরণী (অ্যাপ্রন) ব্যবহার কর।
- কাঁচের জিনিস এবং রাসায়নিক গুলি সাবধানে নাড়াচাড়া কর।
- সমস্ত কাচের জিনিসগুলি ব্যবহারের আগে পাতিত জল দিয়ে ধুয়ে নেওয়া উচিত।
- ছাঁচেগো মুখের (যেমন ব্যুরেট বা পিপেট) অগভাগের নিচের অংশ থেকে বায়ুর ফাঁক অপসারণ কর এবং অবতলের নিচের অংশ শূন্য চিহ্নের সাথে সামঞ্জস্য কর।
- রঙ পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করার জন্য টাইট্রেশনের সময় সাদা টাইল ব্যবহার কর।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

পার্ট A : জলের মোট খরতা

- ব্যুরেটটি 0.01 (M) EDTA দ্রবণ দিয়ে ধুয়ে ফেলো এবং ভর্তি করো।
- শঙ্কু-ফ্লাস্কে জলের নমুনার 10 mL পিপেট দ্বারা বের করো।
- শঙ্কু ফ্লাস্কে 5mL বাফার দ্রবণ ($pH = 10$) এবং EBT নির্দেশকের 2-3 ড্রপ যোগ করো।
- শঙ্কু-ফ্লাস্কে EBT মিশ্রণ যোগ করার কারণে ওয়াইল লাল রঙ দেখা যাবে।
- ব্যুরেট থেকে ইডিটিএ র দ্বারা শঙ্কু-ফ্লাস্কের দ্রবণটি টাইট্রেট করো যতক্ষণ না রঙ লাল থেকে হালকা নীল হয়ে যায়।
- পরপর তিনবার পদ্ধতিটি পুনরাবৃত্তি করো এবং ব্যুরেটের মান নথিভুক্ত করো।

পার্ট B : জলের স্থায়ী খরতা

- প্রদত্ত নমুনা 8-10 মিনিটের জন্য ফোটাও এবং ফিল্টার করো।
- শঙ্কু-ফ্লাস্কে পরিস্রূত জলের 10 mL পিপেটের সাহায্যে বের করো।
- অংশ A অনুযায়ী পদ্ধতি অনুসরণ করো

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

- ব্যুরেটের দ্রবণ :।
- শঙ্কু-ফ্লাস্কে দ্রবণ :।
- সূচক :।
- অন্তিম বিন্দু :

পার্ট A: জলের মোট খরতা

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ঘনায়তন (TH) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR -IBR)					

পার্ট B: জলের স্থায়ী খরতা

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	যনায়তন (PH) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR -IBR)					

পার্ট A: জলের মোট কর্তৃতা**ধাপ 1:**

$$\begin{aligned}
 1000 \text{ mL } 1 (\text{M}) \text{ EDTA} &= 100 \text{ g CaCO}_3 \\
 (\text{TH}) \text{ mL } 0.01(\text{M}) \text{ EDTA} &= \frac{100 \times 0.01 \times \text{TH}}{1000} \text{ g CaCO}_3 \\
 &= 0.001 \times \text{TH g CaCO}_3 \\
 &= 0.001 \times \text{TH} = 0.001 \times \dots \\
 &= \dots \text{ (y) g CaCO}_3
 \end{aligned}$$

ধাপ 2:

10 mL জলের নমুনায় CaCO_3 এর (y) g রয়েছে

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = $100 \times (\text{y}) \text{ g CaCO}_3 = \dots \text{ g CaCO}_3$

g থেকে mg-এ রূপান্তর

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = $(100 \times (\text{y}) \times 1000) \text{ mg CaCO}_3$

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = mg CaCO_3 (I)

পার্ট B : জলের স্থায়ী খরতা (PH)**ধাপ 1:**

$$\begin{aligned}
 1000 \text{ mL } 1 (\text{M}) \text{ EDTA} &= 100 \text{ g CaCO}_3 \\
 (\text{PH}) \text{ 0.01(M) EDTA mL} &= \frac{100 \times 0.01 \times \text{PH}}{1000} \text{ g CaCO}_3 \\
 &= 0.001 \times \text{PH g CaCO}_3 \\
 &= 0.001 \times \text{PH} = 0.001 \times \dots \\
 &= \dots \text{ (z) g CaCO}_3
 \end{aligned}$$

ধাপ 2:

10 mL জলের নমুনায় CaCO_3 এর (z) g থাকে

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = $100 \times (z) \text{ g CaCO}_3 = \dots \dots \dots \text{ g CaCO}_3$ g থেকে mg রূপান্তর

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = $(100 \times (z) \text{ g} \times 1000) \text{ mg CaCO}_3$

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = mg CaCO_3 (II)

অস্থায়ী খরতা = মোট খরতা - জলের স্থায়ী খরতা CaCO_3 (mg)

= I - II =

= mg CaCO_3

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

1. প্রদত্ত জলের নমুনার জন্য মোট খরতা = Ca CO_3 ppm -এর সমতুল

2. জলের প্রদত্ত নমুনার জন্য স্থায়ী খরতা হল = ppm CaCO_3 -এর সমতুল

3. জলের প্রদত্ত নমুনার জন্য অস্থায়ী খরতা হল = ppm CaCO_3 -এর সমতুল

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে।

- খর জল দিয়ে Ca আয়ন এবং Mg আয়ন এবং EDTA এর মধ্যে বিক্রিয়া লেখ।
- প্রদত্ত টাইট্রেশনে বাফার দ্রবণের ভূমিকা লেখ।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি এবং টাইট্রেশন	30		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

2. জলের ক্ষারত্ব

বিবৃতি

(M) সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করে প্রদত্ত জলের নমুনার ক্ষারত্ব নির্ধারণ করো।

ব্যবহারিক গুরুত্ব

জল বিভিন্ন শিল্প প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এই পরীক্ষা ডিপ্লোমা প্রকৌশলীদের ক্ষয় নিয়ন্ত্রণের জন্য ক্ষারত্বের স্কেল এবং প্রকার নির্ধারণ করতে সহায়তা করে। জলজ প্রাণীদের জন্য ক্ষারত্ব গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি দ্রুত pH পরিবর্তনের বিরুদ্ধে রক্ষা করে বা বাধার করে। বর্জ্য জলের প্রক্রিয়াকরণের ক্ষেত্রে ক্ষারত্ব একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। ক্ষারীয়তা বা ক্ষারকত্ব বর্জ্য জল এবং পানীয় জলের প্রক্রিয়াকরণের বিবেচনার ক্ষেত্রেও গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি আবাত বিয়োজনের মতো প্রক্রিয়াকরণগুলিকে প্রভাবিত করে। ক্ষারকত্ব হল pH -এ বড় পরিবর্তন না করে তরলে কতটা অ্যাসিড যুক্ত করা যায় তার পরিমাপ।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

ক্ষার ও ক্ষারক pH > 7 দেখিয়ে অ্যাসিডকে প্রশমিত করে। ক্ষার জলে দ্রবীভূত হয় না কিন্তু ক্ষারক জলে দ্রবীভূত হয়। (এই ইউনিট, বিভাগ 2.2.4 দেখো)

ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: বৈদ্যুতিন তুলাযন্ত্রে প্রদত্ত নমুনাটি সঠিকভাবে ওজন কর।

PrO2: নির্ধারিত মোলারিটি এবং নর্মালিটিতে প্রদত্ত নমুনার আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত কর।

PrO3: OH⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻ এর কারণে ক্ষারত্ব নির্ধারণ কর।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক/ কাচের সরঞ্জাম

- কেমিক্যালস (AR হোড) স্ট্যান্ডার্ড সালফিউরিক এসিড, ফেনোলফথালিন সূচক, মিথাইল অরেঞ্জ, ইথাইল অ্যালকোহল,
- পাতিত জল।
- কাঁচের সরঞ্জাম (বোরোসিল): বুরেট, পিপেট, শক্ত ফ্লাস্ক (250mL), আদর্শ ঘনায়তন ফ্লাস্ক, মাপন চোঙ

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

1. সূচকটি খোলা রাখবে না কারণ এতে অ্যালকোহল রয়েছে যা বাষ্প হয়ে যায়।
2. রাসায়নিক এবং সূচকগুলি নাড়াচাড়া করার সময়, যত্ন নেওয়া উচিত যাতে এটি তোমার ত্বকে ছিটকে না যায়।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

০.০১ (N) সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা।

- i. 1000 মি লি স্ট্যান্ডার্ড ফ্লাস্কে আনুমানিক 500 mL পাতিত জল নাও।
- ii. 0.1(N) সালফিউরিক এসিডের 200 মি লি পরিমাপ করো এবং স্ট্যান্ডার্ড ফ্লাস্কের পাশে ধীরে ধীরে যোগ করো।
- iii. তারপর পাতিত জল ব্যবহার করে 1000 মি লি পর্যন্ত পাতলা করে তাই আমরা 0.02 (N) সালফিউরিক অ্যাসিড পাই।

ফেনোলফথালিন সূচক প্রস্তুত করা।

- ফেনোলফথালিন পাউডারের 1 g ওজন করো এবং 100 mL ইথাইল অ্যালকোহল বা জল যোগ করো অথবা
- একটি প্রস্তুত-করা ফেনোলফথালিন সূচকের দ্রবণ ব্যবহার করো।

টাইট্রেশন পদ্ধতি

1. ব্যুরেট 0.01 (N) সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়ে ধুয়ে ফেলো এবং ভর্তি করো।
2. ঠিক 100 মি লি নমুনা পরিমাপ করো এবং 250 মি লি শঙ্কু- ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো।
3. শঙ্কু- ফ্লাস্কে ফেনোলফথালিন সূচকের কয়েক ফেঁটা যোগ করো যা গোলাপী রঙ দেখায় যা হাইড্রক্সিল আয়নগুলির কারণে ক্ষারত্বের উপস্থিতি নির্দেশ করে।
4. এটিকে 0.01 (N) সালফিউরিক অ্যাসিডের বিরুদ্ধে টাইট্রেট করো যতক্ষণ না গোলাপী রঙ অদ্যুৎ হয়ে যায় যা হাইড্রক্সিল আয়নকে প্রশমিত করে। এই ব্যুরেট এর মান নথিভুক্ত করো।
5. শঙ্কু-ফ্লাস্কে একই বগুচীন দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জ সূচকের কয়েকফেঁটা যুক্ত করো। জলের নমুনায় CO_3^{2-} এবং HCO_3^- আয়নগুলির উপস্থিতির কারণে দ্রবণের রঙ হলুদে পরিবর্তিত হয়।
6. ফেনোলফথালিন ক্ষারত্বের জন্য যেখানে থামানো হয়েছে সেখান থেকে শুরু করে টাইট্রেশন চালিয়ে যান।
7. দ্রবণটি লালচে কমলা না হওয়া পর্যন্ত টাইট্রেট করো।
8. সালফিউরিক অ্যাসিডের সম্পূর্ণ ভলিউম V_2 নথিভুক্ত করা হয়েছে এবং মিথাইল অরেঞ্জ ক্ষারত্ব গণনার জন্য এটি প্রয়োজন।
9. পরপর মান নির্ণয়ের জন্য পদ্ধতিটি পুনরাবৃত্তি করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

পর্যবেক্ষণ

1. ব্যুরেটে দ্রবণ
2. সূচক
3. অন্তিম বিন্দু

পর্যবেক্ষণ সারণি 1: ফেনলফথালিন ক্ষারত্ব

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ঘনায়তন (P) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR-IBR)					

পর্যবেক্ষণ সারণি 2: মোট ক্ষারত্ব

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ঘনায়তন (P) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR-IBR)					

ক্ষারত্বের জন্য এই ইউনিট বিভাগ 2.2.3 দেখো

OH⁻ এর কারণে ক্ষারত্ব (যখন P = M)

ধাপ 1:

1N H₂SO₄ এর 1000 মি.লি = 17 g OH⁻

$$0.01N H_2SO_4 \text{ এর } M \text{ mL} = \frac{17 \times 0.01 \times M}{1000} \text{ g OH}^- = \frac{17 \times 0.01 \times ...}{1000} = \dots \text{ (x) g OH}^-$$

ধাপ 2:

100 মি. লি জলের নমুনায় রয়েছে = (x) g = OH⁻ এর g

1000 মি. লি জলের নমুনায় রয়েছে = (x) 10 = g OH⁻

1000 মি. লি জলের নমুনায় রয়েছে = (x) × 10 × 1000 = OH⁻ এর mg

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = mg OH⁻

HCO₃⁻ এর কারণে ক্ষারত্ব - (যদি p < (1)/2M)

ধাপ 1:

1N H₂SO₄ এর 1000 মি.লি = 61g HCO₃⁻

$$[2P-M] 0.01(N) H_2SO_4 \text{ এর } M \text{ mL} = \frac{30 \times 0.01 \times [2P-M]}{1000} \text{ g HCO}_3^-$$

$$= \frac{30 \times 0.01 \times ...}{1000} = \dots \text{ (Y)g CO}_3^{2-} \text{ এর}$$

ধাপ 2:

100 মি. লি জলের নমুনায় = (y) g = CO_3^{2-} এর g

1000 মি. লি জলের নমুনায় রয়েছে = (y) $\times 10$ = g CO_3^{2-}

1000 মি. লি জলের নমুনায় রয়েছে = (y) $\times 10 \times 1000$ = l

1000 মি. লি জলের নমুনায় রয়েছে mg CO_3^{2-}

HCO_3^- এর কারণে ক্ষারত্ব- (যদি $p > (1)/2M$)

ধাপ 1:

1N H_2SO_4 এর 1000 মি. লি = 30 g HCO_3^-

[2P-M] 0.01N H_2SO_4 এর mL

$$\begin{aligned} &= \frac{61 \times 0.01 \times [2P - M]}{1000} \text{ g } \text{HCO}_3^- \\ &= \frac{61 \times 0.01 \times}{1000} = (z) \text{ g } \text{HCO}_3^- \end{aligned}$$

ধাপ 2:

100 mL জলের নমুনায় = (z) g = g HCO_3^-

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে = (z) $\times 10$ = g HCO_3^-

1000mL জলের নমুনায় রয়েছে = (z) $\times 10 \times 1000$ = mg HCO_3^-

1000 mL জলের নমুনায় রয়েছে mg HCO_3^-

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

OH^- এর কারণে ক্ষারত্ব = mg / L

CO_3^{2-} = এর কারণে ক্ষারত্ব mg / L

HCO_3^- = mg / L এর কারণে ক্ষারত্ব

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

.....
পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

1. বয়লারে ক্ষারীয় জলের কুপ্রভাব ব্যাখ্যা কর
2. বিশুদ্ধ প্রাকৃতিক জলের pH উল্লেখ কর

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিপ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	 পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টর পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত শিক্ষন সামগ্রী



প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি এবং টাইট্রেশন	30		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

আরও জেনে রাখ

- **রাসায়নিক অক্সিজেনের চাহিদা:** রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা (COD) হল জৈব পদার্থের পচনের সময় এবং অ্যামোনিয়া এবং নাইট্রাইটের মতো আজেব রাসায়নিকের জারণের জন্যে জলের অক্সিজেন প্রয়োজনের চাহিদার পরিমাপ।
- **জৈব অক্সিজেন চাহিদা:** বায়োকেমিক্যাল অক্সিজেন ডিমান্ড (BOD) হল একটি নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রদত্ত জলের নমুনায় উপস্থিত জৈব পদার্থকে বায়বীয় জৈবিক অণুজীব দ্বারা ভেঙে ফেলার জন্য প্রয়োজনীয় দ্বীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ (DO)।
- **ক্যালগন:** ক্যালগন হল সোডিয়াম হেক্সা মেটা ফসফেট; বয়লার বা ওয়াশিং মেশিনের জলে চুন-শক্ত গঠন রোধ করার জন্য যোগ করা হয়।
- **গুচ্ছিকরণ:** রাসায়নের ক্ষেত্রে গুচ্ছিকরণ হল এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে কোলয়েডাল কণা ভাসমান অবস্থা থেকে বের হয়ে গুচ্ছিকৃত পলির আকারে পড়ে, স্বতঃস্ফূর্তভাবে বা কোনো সহায়ক রাসায়নিক যোগ করার কারণে।
- **তৎপৰ এবং গুচ্ছিকরণের মধ্যে পার্থক্য:** গুচ্ছিকরণ সমষ্টি এবং তৎপৰ একত্রিত হওয়ার সমার্থক।
- **ক্যালগন:** ক্যালগন হল সোডিয়াম হেক্সা-মেটা-ফসফেট; বয়লার বা ওয়াশিং মেশিনের জলে চুন-শক্ত গঠন রোধ করার জন্য যোগ করা হয়।
- **গুচ্ছিকরণ:** রাসায়নের ক্ষেত্রে গুচ্ছিকরণ হল এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে কোলয়েডাল কণা ভাসমান অবস্থা থেকে বের হয়ে গুচ্ছিকৃত পলির আকারে পড়ে, স্বতঃস্ফূর্তভাবে বা কোনো সহায়ক রাসায়নিক যোগ করার কারণে।
- **তৎপৰ এবং গুচ্ছিকরণের মধ্যে পার্থক্য:** গুচ্ছিকরণ সমষ্টি এবং তৎপৰ একত্রিত হওয়ার সমার্থক। মূলত, তৎপৰ হল একটি স্থিতিশীল চার্জযুক্ত কণকে অস্থিতিশীল করার জন্য তৎপৰপদাৰ্থ যোগ করে জমাট বাঁধানোর একটি প্রক্রিয়া। অন্য দিকে, গুচ্ছিকরণ হল একটি মিশ্রণ কৌশল যা কণাদের সমষ্টি হতে এবং থিতিয়ে পড়তে সহায়তা করে।

মাইক্রো প্রকল্প / ক্রিয়াকলাপ

বিভিন্ন জলের উৎস থেকে জলের নমুনা সংগ্রহ করো এবং জলের খরতা পরিমাপ করো।

ভূগর্ভস্থ এবং ভূ - পৃষ্ঠের জলের বিভিন্ন উৎস থেকে জলের নমুনা সংগ্রহ করো (কমপক্ষে পাঁচটি)। নতুন এবং সহজ মৃদুকরণ এবং প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি খুঁজে দেখ এবং তোমার বাড়িতে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি এবং কৌশল তৈরি করে একই কাজ করো। জলের ঘনত্ব এবং pH নির্ধারণ করো (pH কাগজ ব্যবহার করে)।

ধর তুমি মেট্রো সিটির শীর্ষ ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজে নির্বাচিত হয়েছ। তুমি তিন মাসেরও বেশি সময় ধরে সেখানে বসবাস করছ। সমালো 1/2 চানমূলক পর্যবেক্ষণ এবং বিভিন্ন ধরণের ক্রিয়াকলাপ/ পারফরম্যান্সের উপর ভিত্তি করে তোমার ব্যবহৃত জলের ধরণটি চিহ্নিত করো। একই বিষয়ে তোমার সিদ্ধান্ত জানাও।

অনুসন্ধিৎসা ও কৌতুহল

- আজ বিশ্বের জনসংখ্যার 71% (5.2 বিলিয়ন মানুষ) নিরাপদ পানীয় জল পরিয়েবা ব্যবহার করে; অর্থাৎ, যা হাতের কাছে, প্রয়োজনের সময় উপলব্ধ এবং দৃশ্যমূল্য। এই 3 জনের মধ্যে 1 জন (1.9 বিলিয়ন মানুষ) গ্রামাঞ্চলে বাস করে। (WHO/UNICEF 2017)
- 1.8 বিলিয়ন মানুষ মল-দূষিত পানীয়জলের উৎস ব্যবহার করে, ফলে তাদের কলেরা, আমাশয়, টাইফয়েড এবং পোলিও সংক্রমণের ঝুঁকি থাকে। (WHO/UNICEF 2015)

- যদি আমাদের 97% সমুদ্রের জল থাকে, তাহলে কেন আমরা এই লবণাক্ত জলকে বিশুদ্ধ এবং নিরাপদ পানীয় জলে রূপান্তর করার পদ্ধতিগুলি আবিষ্কার করতে পারছি না!
- সৌভাগ্যবশত আমরা প্রচুর বৃষ্টিপাতের আশীর্বাদ পেয়েছি। বৃষ্টি হচ্ছে প্রাকৃতিক জলের বিশুদ্ধতম রূপ, কেন আমরা এই জল সংরক্ষণ করতে পারছি না !
- আমাদের বিভিন্ন কৌশল পরাখ করতে হবে এবং বৃষ্টির জল সংগ্রহের বিষয়ে আরও অনুসন্ধান করতে হবে।

তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ

- Shikha Agarwal, Engineering Chemistry, Cambridge University Press; New Delhi, 2015. ISBN, 978-1-107-47641-7
- C.N.R. Rao, Understanding Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN 8173712506
- Dara, S. S. & Dr. S.S. Umare, Engineering Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN, 8121903599
- Jain & Jain, Engineering Chemistry, Dhanpat Rai and Sons; New Delhi, 2015, ISBN 8187433175
- Text Book of Chemistry for Class XI & XII (Part-I, Part-II), N.C.E.R.T., Delhi, 2017-18.
- Indian Standard “Drinking Water Specification (Second Revision), IS 10500:2012

৩

প্রকৌশল উপকরণ

ইউনিট সূচি

এই ইউনিট নিম্নলিখিত প্রধান বিষয় নিয়ে গঠিত:

- ধাতুর প্রাকৃতিক অবস্থিতি
- সাধারণ রাসায়নিক সংযুক্তি, সংযুক্তি ভিত্তিক প্রয়োগ
- বহুলক বা পলিমার

অনুসন্ধিসমা এবং কৌতুহল সৃষ্টির জন্যে উপরোক্ত ধারণা গুলি উদাহরণ সহযোগে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধানের সৃজনশীল ক্ষমতা বিকাশের উদ্দেশ্যে দৈনন্দিন জীবনে ও শিল্পক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারিক প্রয়োগের উল্লেখ করা হয়েছে। ইউনিটের মধ্যে শিক্ষণ ক্ষেত্রের বিভিন্ন স্তরে ও বিভিন্ন ব্যবধানে শিক্ষার মূল্যায়ন করার জন্যে গঠনমূলক মূল্যায়নের উপযোগী প্রশ্ন তৈরী করা হয়েছে।

প্রকৃত অর্থে ফলাফল ভিত্তিক পাঠ্যক্রমের কার্যকরী বাস্তবায়নের জন্য, ইউনিটের মধ্যে নানারকম কার্যক্রম, যেমন ক্ষুদ্র প্রকল্প, নির্দিষ্ট কাজ, কারখানা দর্শন ইত্যাদি রাখা হয়েছে।

পরিপূরক পাঠ এবং অনুশীলনের জন্যে বিভিন্ন বিষয়/উপ বিষয়ের উপর নমুনা QR কোড প্রদান করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

মৌল গুলি হল মহাবিশ্বের সব ধরনের পদার্থের মৌলিক একক। এটি বোঝা প্রয়োজন যে এই মৌলগুলি পৃথিবীর ভূত্তক, বায়ুমণ্ডল এবং সমুদ্রে কীভাবে থাকে। এই মৌলগুলিকে ধাতু, অ-ধাতু এবং ধাতব পদার্থে শ্রেণিবদ্ধ করা যেতে পারে। পৃথিবীর ভূত্তকের ৮০% ধাতুর একটি বড় উৎস। কিছু দ্রবণীয় ধাতব লবণ সমুদ্রের জলেও পাওয়া যায়। মৌলগুলির ৮০% ধাতু। সিমেন্ট, কাঁচ, জেব-অবিযোজী, প্লাস্টিক এবং রাবারের মতো প্রতিটি প্রকৌশল-উপকরণের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য রয়েছে এবং বিভিন্ন ক্ষেত্রে তার বিস্তারিত প্রয়োগও রয়েছে।

এই ইউনিটে আমরা ধাতু নিষ্কাশন/পৃথকীকরণ এবং বিশুদ্ধকরণ সহ তাদের উপাদান-বিশ্লেষণ, প্রয়োগ এবং বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত ইঞ্জিনিয়ারিং উপকরণ সম্পর্কে শিখব।

পূর্ব-প্রয়োজনীয়তা

- রসায়ন: পদার্থের গঠন
- গণিত: মৌলিক বীজগণিত এবং জ্যামিতি

ইউনিট ফলাফল

U3-O1: প্রদত্ত আকরিকের ঘনত্ব, নিষ্কাশন এবং পরিশোধনের জন্য উপযুক্ত ধাতু প্রক্রিয়া নির্বাচন করো।

U3-O2: লোহগঠিত এবং অলোহগঠিত মিশ্রণের রচনা, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার লিখ।

U3-O3: বিভিন্ন প্রকৌশল উপকরণের মধ্যে তাদের রাসায়নিক গঠন এবং গঠন ভিত্তিক অ্যাপ্লিকেশনের ভিত্তিতে পার্থক্য করো।

কোর্সের ফলাফলের সাথে ইউনিট ফলাফলের ম্যাপিং

ইউনিট-3: ফলাফল	কোর্সের ফলাফল সহ প্রত্যাশিত ম্যাপিং				
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5
U3-O1	-	-	3	1	1
U3-O2	-	-	3	-	-
U3-O3	1	-	3	-	-

3.1 ভূমিকা- ধাতুর প্রাকৃতিক অবস্থিতি

পৃথিবীর ভূত্বক ধাতুর একটি বড় উৎস। এই ধাতু দুটি অবস্থায় প্রকৃতিতে দেখা যায়, হয় মুক্ত অবস্থায় (নেটিভ স্টেট) অথবা মিলিত অবস্থায়, তাদের যৌগের আকারে (অন্যান্য উপাদানের সাথে)।

(i) নেটিভ স্টেট বা মুক্ত অবস্থা

একটি ধাতু মুক্ত অবস্থায় থাকে যখন এটি মৌলিক বা অসংযুক্ত আকারে পৃথিবীর ভূত্বকে পাওয়া যায়। এগুলি নিষ্ক্রিয় অর্থাৎ অঙ্গজেনের সাথে বিক্রিয়া করার প্রবণতা নেই, বাতাসের কার্বন ডাই অক্সাইড, আর্দ্রতা বা অন্যান্য অ-ধাতু দ্বারা আক্রান্ত হয় না। তামা, রূপা, সোনা এবং প্ল্যাটিনামের মতো মাত্র কয়েকটি কম ক্রিয়াশীল ধাতু তাদের কম রাসায়নিক ক্রিয়াশীলতার কারণে ধাতু হিসাবে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। এটি লক্ষ করা গুরুত্বপূর্ণ যে তামা এবং রূপা ধাতু গুলি মুক্ত অবস্থায় পাশাপাশি সম্মিলিত অবস্থায় থাকে।

(ii) সংযুক্ত অবস্থা

বেশিরভাগ ধাতুকে তার যৌগের আকারে একটি যৌথ অবস্থায় দেখা যায়। এর কারণ হল উচ্চ তাপমাত্রা এবং চাপে পৃথিবীর পৃষ্ঠে উপস্থিত আর্দ্রতা, বায়ু এবং অন্যান্য পদার্থের সাথে ধাতুর বিক্রিয়া। এই যৌগগুলিকে খনিজ এবং আকরিক বলা হয়।

3.1.1 খনিজ এবং আকরিক

প্রাকৃতিকভাবে বর্তমান রাসায়নিক পদার্থ, যেখানে ধাতু বা তাদের যৌগগুলি হয় স্থানীয় অবস্থায় নয়তো সংযুক্ত অবস্থায় থাকে, তাকে খনিজ বলা হয়।

যে জায়গায় এই খনিজ পাওয়া যায় তাকে খনি বলা হয়। কিছু খনিজ পদার্থে ধাতুর বেশি শতাংশ থাকতে পারে অন্য কিছু খনিজে ধাতুর কম শতাংশ থাকতে পারে। কিছু খনিজ পদার্থে কোনো আপন্তিকর অমেধ্য থাকতে পারে না আবার অন্যগুলোতে আপন্তিকর অমেধ্য থাকতে পারে যা নিষ্কাশনকে বাধাগ্রস্ত করে। তাই সব খনিজ ধাতু নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহার করা যাবে না।

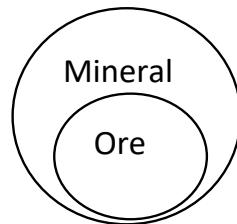
উদাহরণ

অ্যালুমিনিয়াম পৃথিবীর ভূত্তকে দুটি খনিজ, বক্সাইট ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) এবং কাদামাটির ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) আকারে থাকে। এই দুটির মধ্যে, অ্যালুমিনিয়াম সুবিধাজনক এবং লাভজনক ভাবে বক্সাইট থেকে বের করা যায় তাই বক্সাইট অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক।

আকরিক

যে খনিজগুলি থেকে ধাতুগুলি সহজে এবং অর্থনৈতিকভাবে নিষ্কাশন করা হয় তাদের আকরিক বলা হয়।

আকরিকগুলি খনিজ, কিন্তু সমস্ত খনিজগুলি আকরিক নয়। [চিত্র: 3.1]। আকরিকগুলিতে সাধারণত বালি, পাথর, মাটির কণা, চুনাপাথর, অভের মতো অবাঞ্ছিত পদার্থ মিশ্রিত থাকে। এগুলিকে গ্যাং বা ম্যাট্রিক্স বলা হয়। আপনি [চিত্র 3.2] তে আকরিকের একটি চেহারা দেখতে পারেন। খনিজ এবং আকরিকের মধ্যে পার্থক্য সারণী 3.1 এ দেওয়া হয়েছে।



চিত্র 3.1: আকরিক এবং খনিজ



চিত্র. 3.2: আকরিক



Ores and Minerals

সারণী 3.1: খনিজ এবং আকরিকের মধ্যে পার্থক্য

খনিজ	আকরিক
পৃথিবীর ভূত্তকে যে সকল পদার্থ প্রাকৃতিকভাবে বিদ্যমান তা খনিজ পদার্থ হিসেবে পরিচিত।	আকরিক সাধারণত লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহৃত হয়। বিপুল সংখ্যক ধাতু বিদ্যমান।
সব খনিজ আকরিক নয়।	সমস্ত আকরিক খনিজ।
খনিজ পদার্থ হচ্ছে ধাতুর প্রাকৃতিক রূপ।	আকরিক হলো খনিজের সংগৃহ।

আকরিকের প্রকারভেদ

ধাতুগুলির সবচেয়ে পরিচিত আকরিকগুলি হল অক্সাইড, সালফাইড, কার্বনেট, হ্যালাইড ইত্যাদি।

ক) অল্প ক্রিয়াশীল ধাতুগুলি সাধারণতঃ সালফাইড (CuS, PbS ইত্যাদি) হিসাবে থাকে।

খ) ক্রিয়াশীল ধাতুগুলি সাধারণতঃ অক্সাইড ($\text{MnO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$ ইত্যাদি) হিসাবে থাকে।

গ) অতি ক্রিয়াশীল ধাতু ($\text{Ca}, \text{Mg}, \text{K}$ ইত্যাদি) কার্বনেট, সালফেট, হ্যালাইড ইত্যাদি লবণ হিসাবে থাকে।

লোহা, অ্যালুমিনিয়াম এবং তামার আকরিক

লোহা, অ্যালুমিনিয়াম এবং তামার আকরিক নীচে সারণি 3.2-তে দেওয়া হয়েছে।

সারণী 3.2: লোহা, অ্যালুমিনিয়াম এবং তামার আকরিক

নং	লোহার আকরিক	অ্যালুমিনিয়াম-এর আকরিক		তামার আকরিক	
1.	হেমাটাইট	Fe_2O_3	বক্সাইট	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	কপার থান্স
2.	ম্যাগনেটাইট	Fe_3O_4	ক্রায়োলাইট	Na_3AlF_6	কপার পাইরাইটস
3.	লেমনাইট	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	ডায়াস্প্রার	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	কিউপ্রাইট বা রংবি কপার
4.	আয়রন পাইরাইটস	FeS_2	করঞ্চাম	Al_2O_3	মালাচাইট সবৃজ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$
5.	সিডেরিট	FeCO_3	অ্যালুনাইট	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	আজুরাইট $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$
			মাইকা	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ডলোমাইট $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
			ফেন্ডস্প্রার	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	

3.1.2 ধাতুবিদ্যার সাধারণ নীতি

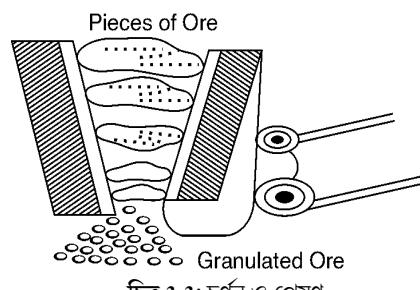
মাটি থেকে আকরিক খনন করার পর, এটি খাঁটি ধাতুতে রূপান্তরিত করা প্রয়োজন। আকরিক থেকে ধাতু প্রাপ্তিকে ধাতুর নিষ্কাশন বলে। আকরিক থেকে ধাতু আহরণ এবং তারপর ব্যবহারের জন্য পরিশোধন করার পদ্ধতির জ্ঞান কে ধাতুবিদ্যা বলে। ধাতুবিদ্যার প্রক্রিয়া ধাতুর প্রকৃতি এবং উপস্থিতি অনেকের ধরণের উপর নির্ভর করে। সমস্ত ধাতু উত্তোলনের জন্য কোনো একটি সাধারণ একক পদ্ধতি নেই। যাইহোক, বেশিরভাগ ধাতু একটি সাধারণ নীতি এবং পদ্ধতি দ্বারা নিষ্কাশন করা যেতে পারে যা নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলি অন্তর্ভুক্ত করে।

ধাতুবিদ্যা প্রক্রিয়ায় জড়িত বিভিন্ন ধাপ হল -

- আকরিক চূর্ণন এবং পেষণ
- আকরিকের ঘনত্ব বা আকরিকের সমৃদ্ধি
- ঘনীভূত আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন
- নিষ্কাশিত অশুদ্ধ ধাতুর পরিশোধন

3.1.2 (A) আকরিকের চূর্ণন ও পেষণ

অধিকাংশ আকরিক প্রকৃতিতে বড় শিলা হিসাবে থাকে। খনি থেকে আকরিক খনন করার পর, Jaw -চূর্ণকের সাহায্যে ছেট টুকরো করা হয় [চিত্র. 3.3]। এই টুকরোগুলি তারপর বল মিল বা স্ট্যাম্প মিলের সাহায্যে সূক্ষ্ম গুঁড়ো করা হয়।



চিত্র 3.3: চূর্ণন ও পেষণ

3.1.2 (B) আকরিকের ঘনীকরণ

আকরিক থেকে অবাঞ্ছিত অমেধ্য (বা গ্যাং) অপসারণের প্রক্রিয়াকে আকরিক ঘনীকরণ বলা হয়। আকরিক থেকে গ্যাং অপসারণের জন্য ব্যবহৃত পদ্ধতিগুলি আকরিক এবং গ্যাং এর কিছু ভৌত বা রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যের পার্থক্যের উপর নির্ভর করে। গ্যাং অপসারণের পরে, আমরা একটি ঘনীভূত আকরিক পাই যাতে অনেক বেশি পরিমাণে ধাতু থাকে। আকরিকের ঘনীকরণ ভৌত বা রাসায়নিক পদ্ধতিতে করা যেতে পারে।

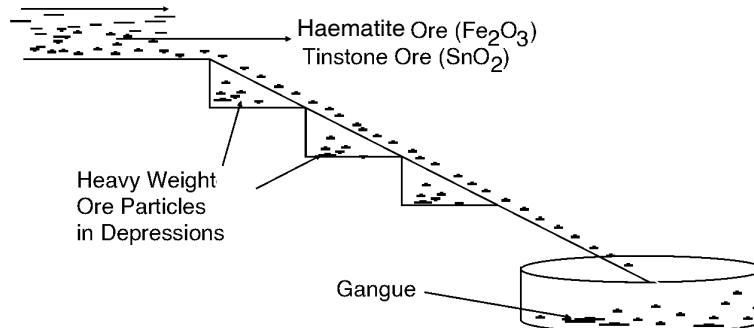
ভৌত পদ্ধতি গুলি হল: ক) অভিকর্ষীয় পৃথকীকরণ খ) চুম্বকীয় পৃথকীকরণ গ) ফেনা বিভাসন বা ফ্রাথ ফ্লোটেশন
রাসায়নিক পদ্ধতি: ক) ভস্মীকরণ বা ক্যালসিনেশন খ) অগ্নিজারণ বা রোসিটিং আকরিকের ঘনীকরণের কিছু সাধারণ পদ্ধতিনিচে দেওয়া হল:

(i) অভিকর্ষীয় পৃথকীকরণ - জলধোতি বা হাইড্রোলিক ওয়াশিং

এই পদ্ধতিটি আকরিক কণার এবং অমেধ্য (গ্যাং) এর ঘনত্বের পার্থক্যের উপর ভিত্তি করে তৈরি। চূর্ণ আকরিকটি প্রবাহিত জলধারা দিয়ে ধূয়ে ফেনা হয় বা জলস্তোত্র দিয়ে ঘোরানো হয়। ভারী আকরিক কণা দ্রুত স্থির হয়ে যায় এবং হালকা গ্যাং কণা ধূয়ে যায়। হেমাটাইট (Fe_2O_3) এবং টিনস্টেন (SnO_2) আকরিক এতাবে ঘনীভূত হয় [চিত্র 3.5]

(ii) ফেনা বিভাসন বা ফ্রাথ ফ্লোটেশন পদ্ধতি

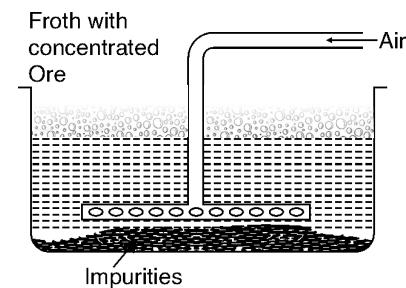
এই পদ্ধতিটি যথাক্রমে তেল এবং জল দিয়ে আকরিক এবং গ্যাং কণার সিক্ততা-বৈশিষ্ট্যগুলির পার্থক্যের উপর ভিত্তি করে তৈরী। সালফাইড আকরিকের ঘনীকরণের জন্য এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।



চিত্র 3.4: অভিকর্ষীয় পৃথকীকরণ

চূর্ণ আকরিক জলযুক্ত বড় লোহার ট্যাঙ্কে নেওয়া হয়। ট্যাঙ্কে কিছু পাইন তেলও মোগ করা হয়। আকরিক কণাগুলি যখন জলে ভিজতে থাকে তখন তাদের উপর একটি তেলাক্ত স্তর তৈরী হয় এবং গ্যাং কণাগুলি অভিকর্ষের দ্বারা থিতিয়ে পড়ে।

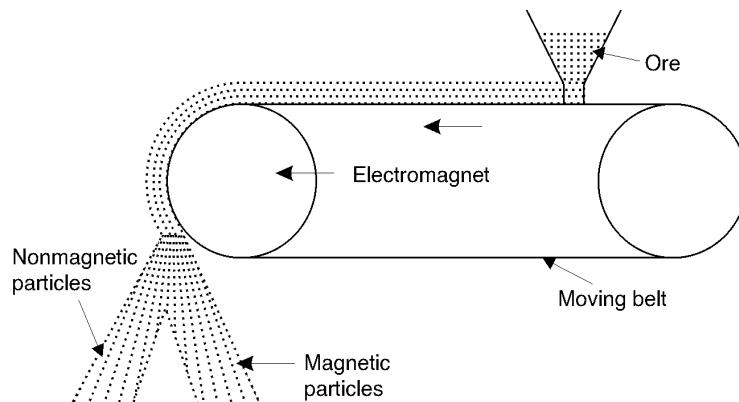
এর পর ট্যাঙ্কের মধ্যে বাতাস দিয়ে বুদবুদ সৃষ্টি করা হয়। তেলাক্ত আকরিক কণাগুলি ফেনার সঙ্গে ভেসে ওঠে এবং গ্যাং কণাগুলি ট্যাঙ্কের তলায় পড়ে থাকে। মাঝে মাঝে ফেনা সরিয়ে পরিশোধিত আকরিক সংগ্রহ করা হয় [চিত্র. 3.5]। জিংক রেল্লের মতো আকরিক (ZnS), গ্যালেনা (PbS), সিনাবার (HgS), নিকেল সালফাইড (NiS), কপার পাইরাইট ($CuFeS_2$) এই পদ্ধতিতে ঘনীভূত করা হয়।



চিত্র 3.5: ফেনাভাসন

(iii) চুম্বকীয় প্রথকীকরণ

এই পদ্ধতি আকরিক এবং গ্যাং এর চোম্বকীয় বৈশিষ্ট্যের পার্থক্যের উপর নির্ভর করে। চূর্ণ আকরিক শক্তিশালী চোম্বক ক্ষেত্রে একটি চলমান বেল্টের উপর ছড়িয়ে রাখা হয়। আকরিক-চূর্ণ যখন নিচে পড়ে, চোম্বক পদার্থ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয় এবং সেগুলিকে একপাশে সংগ্রহ করা হয়। অ-চুম্বকীয় পদার্থ অন্যদিকে সংগৃহীত হয়। এই পদ্ধতিটি লোহার একটি আকরিক হোয়াইটাইটের ঘনীভূত রসায়নের জন্য ব্যবহৃত হয়, [চিত্র 3.6]। টিনস্টেন (SnO_2) এর মতো অ-চুম্বকীয় আকরিকও লোহা এবং ম্যাঙ্গানিজের টাঙ্গস্টেটের মতো চোম্বকীয় অশুদ্ধতা থেকে মুক্ত হয়ে এই পদ্ধতিতে ঘনীভূত হতে পারে।



চিত্র 3.6: চুম্বকীয় প্রথকীকরণ

বিগলক বা ফ্লাক্স

ধাতব আকরিকগুলিতে কখনও কখনও অগলনীয় অশুদ্ধতা থাকে। এগুলি বিগলক নামক উপযুক্ত পদার্থের সাথে সহজে মিশে যায়। অমেধ্যগুলি ফ্লাক্সের সাথে বিক্রিয়া করে ধাতুমল বা স্ল্যাগ নামে একটি ক্রিয়াশীল বস্তু তৈরি করে যা অপসারণ করা যায়।

অর্থাৎ ফ্লাক্স হল এমন একটি পদার্থ যা গ্যাং (মাটি থেকে আসা অমেধ্য বা অশুদ্ধতা) -এর সাথে রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত হয়ে স্ল্যাগ নামক একটি সহজে গলনীয় বস্তু তৈরি করে, যা ভস্মীকৃত বা অফিজারিত আকরিকের মধ্যেও উপস্থিত থাকতে পারে।

ফ্লাক্স + গ্যাং = স্ল্যাগ

(পার্থিব অমেধ্য)

বিগলক দুই প্রকার-

(a) আমিলিক বা এসিডিক বিগলক

যদি অগলনীয় অশুদ্ধতাগুলি ক্ষারীয় হয়, তবে আমিলিক বিগলক ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ: তামা নিষ্কাশনে, SiO_2 দ্বারা লোহার অমেধ্য অপসারণ করা হয়।



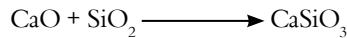
Acidic flux Basic impurity Fusible slag

(b) ক্ষারীয় বা বেসিক বিগলক

CaO , MgO , FeO হল ক্ষারীয় বিগলক যা ব্যবহার করা হয় আমিলিক অগলনীয় অশুদ্ধতা মুক্ত করার জন্যে।



Basic flux Acidic impurities



Basic flux Acidic impurity Fusible slag

স্লাগ বা ধাতুমল মূলতঃ সিলিকেট। এটি ধাতুর গলনাক্ষের চেয়ে কম তাপমাত্রাতেই গলে যায় এবং হালকা হওয়ায় চুল্লিতে ধাতুর উপরিতলে ভাসে। এটি সহজেই চুল্লি থেকে সরানো যায়।

SAQ 1	সালফাইড আকরিক পরিশোধনের জন্য, নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলির মধ্যে একটি ব্যবহার করা হয়-			
	1. অভিকর্ষীয় পথকীকরণ	2. ফেনা বিভাসন	3. চুম্বকীয় পথকীকরণ	4. ভস্মীকরণ

উত্তর: 2

3.1.2 (C) ঘনীভূত আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন

নিচের ধাপগুলো দ্বারা ঘনীভূত আকরিক থেকে ধাতু বের করা হয়

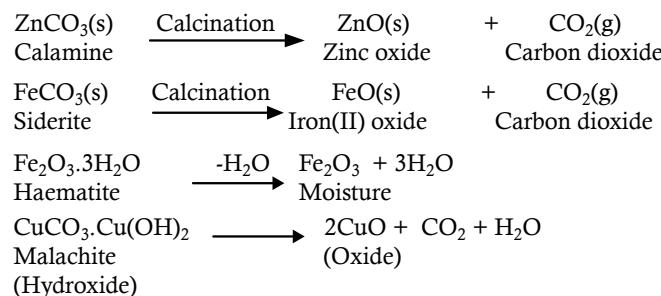
(i) ঘনীভূত আকরিকের ধাতব অক্সাইডে রূপান্তর

ঘনীভূত আকরিক থেকে ধাতু উৎপাদনে প্রধানত বিজ্ঞারণ প্রক্রিয়া জড়িত। সাধারণত আকরিকের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে ভস্মীকরণ বা ক্যালসিনেশন এবং অগ্নিজ্ঞারণ বা রোস্টিং নামে পরিচিত দুটি প্রক্রিয়া দ্বারা এই রূপান্তর করা যেতে পারে।

ভস্মীকরণ বা ক্যালসিনেশন

এটি বিনা বাতাসে ঘনীভূত আকরিক গরম করার প্রক্রিয়া। এটি সোদক এবং কার্বনেট আকরিকের জন্য ব্যবহৃত হয়। ভস্মীকরণ বা ক্যালসিনেশন প্রক্রিয়া করার উদ্দেশ্য হল -

- কার্বনেট আকরিককে ধাতব অক্সাইডে রূপান্তরিত করা।
- সোদক আকরিক থেকে জল সরান।
- আকরিক থেকে উদ্বায়ী অমেধ্য অপসারণ।



অগ্নিজ্ঞারণ বা রোস্টিং

এটি অতিরিক্ত বায়ুর উপস্থিতিতে আকরিকের গলনাক্ষের চেয়ে কম তাপমাত্রায় ঘনীভূত আকরিককে জোরালোভাবে গরম করার প্রক্রিয়া। এই পদ্ধতি সালফাইড আকরিক নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়াটি সালফাইড আকরিককে ধাতব অক্সাইডে রূপান্তর করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

এই প্রক্রিয়ায় নিম্নলিখিত পরিবর্তনগুলি ঘটে:

- সালফাইড আকরিক জারিত হয়ে অক্সাইডে পরিণত হয়।
- সালফাইড আকরিক জারিত হয়ে সালফেটে পরিণত হয়।

- আর্দ্ধতা দূর হয়।
- উদ্বাধী অমেধ্য দূর হয়।

SAQ-2	সত্য অথবা মিথ্যা লিখ
	1. ক্যালসিনেশন হল বাতাসের অভাবে ঘনীভূত আকরিক গরম করার প্রক্রিয়া।
	2. রোস্টিং হল অতিরিক্ত বায়ুর উপস্থিতিতে ঘনীভূত আকরিক গরম করার প্রক্রিয়া।

উত্তর: (1) সত্য; (2) সত্য

(ii) ধাতুর অক্সাইডকে ধাতুতে রূপান্তর করা

ক্যালসিনেশন বা রোস্টিংয়ের পরে গঠিত ধাতুর অক্সাইড বিজারণের ফলে ধাতুতে রূপান্তরিত হয়। ধাতুর অক্সাইড বিজারণের জন্য ব্যবহার্য পদ্ধতি ধাতুর প্রকৃতি এবং রাসায়নিক সক্রিয়তার উপর নির্ভর করে। ধাতুগুলিকে তাদের সক্রিয়তার ভিত্তিতে নিম্নলিখিত তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়:

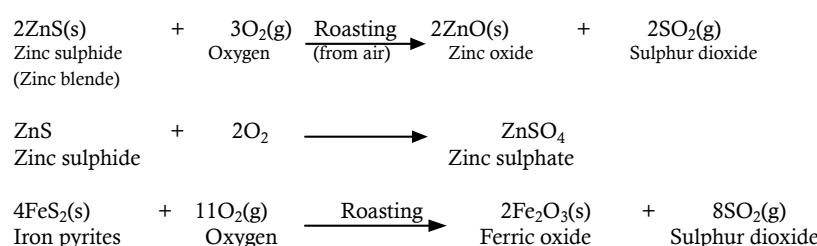
- কম সক্রিয় ধাতু।
- মাঝারি সক্রিয় ধাতু।
- অতি সক্রিয় ধাতু।

উপরোক্ত বিভিন্ন শ্রেণীর ধাতুগুলি বিভিন্ন কৌশল দ্বারা বের করা হয়। পৃথকীকরণের বিভিন্ন ধাপ নিম্নরূপ:

উত্তাপ দ্বারা বিজারণ

সক্রিয় ধাতুগুলির অক্সাইডকে কেবল বাতাসে গরম করেই তাদের থেকে ধাতুকে বের করে নেওয়া যায়।

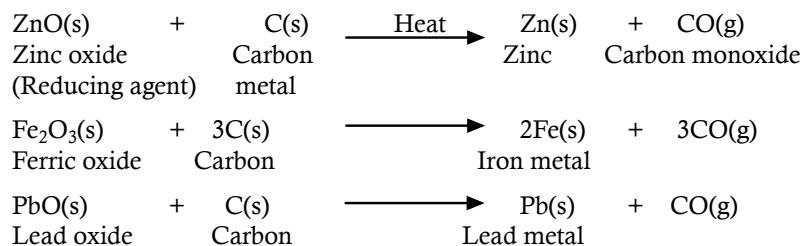
রাসায়নিক বিজারণ



সক্রিয়তা সিরিজের মাঝখানে থাকা ধাতুগুলি, যেমন লোহা, দস্তা, সীসা, তামা ইত্যাদি, মাঝারি মাত্রায় সক্রিয়। এগুলি সাধারণত সালফাইড বা কার্বনেট হিসাবে উপস্থিত থাকে। অতএব, বিজারণ করার আগে, ধাতব সালফাইড এবং কার্বনেটগুলি অবশ্যই অক্সাইডে রূপান্তরিত করতে হবে। এই কাজ রোস্টিং এবং ক্যালসিনেশন দ্বারা সম্পন্ন করা হয়। এইসব ধাতুর অক্সাইড শুধুমাত্র গরম করে বিজারণ করা যায় না। অতএব, এই ধাতব অক্সাইডগুলি কার্বন, অ্যালুমিনিয়াম, সোডিয়াম বা ক্যালসিয়ামের মতো বিজারক ব্যবহার করে মুক্ত ধাতুতে পরিণত হয়।

কার্বন দিয়ে বিজারণ

জিংক, তামা, নিকেল, টিন, সীসা ইত্যাদির মতো মাঝারি সক্রিয় ধাতুর (ক্রিয়াশীলতা সিরিজের মাঝামাঝি থাকা) অক্সাইড কার্বনকে বিজারক হিসাবে ব্যবহার করে বিজারণ করা যেতে পারে। অঙ্গার বা কোক সস্তা বলে বিজারক হিসাবে বহুল প্রচলিত। কার্বনকে বিজারক হিসাবে ব্যবহার করার অসুবিধা হলো এই যে স্বল্প পরিমাণ কার্বনের ধাতুতে অশুদ্ধতা হিসাবে থেকে যায়।



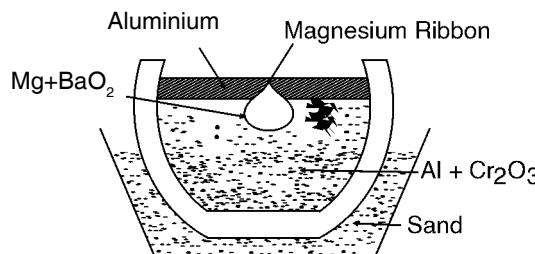
কার্বন মনোক্সাইড দিয়ে বিজ্ঞান

চুল্লিতে কার্বন মনোক্সাইড দিয়ে বিজ্ঞান করে ধাতব অক্সাইড থেকে ধাতু পাওয়া যায়।

অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে বিজ্ঞান

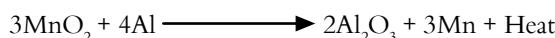
অ্যালুমিনো-তাপীয় প্রক্রিয়া

যেসব ধাতব অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজ্ঞান হয় না, এই পদ্ধতিটি সেই সব ধাতব অক্সাইড (যেমন Cr_2O_3 , MnO_2) বিজ্ঞানে ব্যবহৃত হয়। এখানে ধাতব অক্সাইড অ্যালুমিনিয়াম পাউডারের সাথে মিশিয়ে মিশ্রণটি একটি ক্রুশিবল বা মুচিতে নেওয়া হয়। মিশ্রণটি ক্রুশিবলের ভিতরে অ্যালুমিনিয়াম এবং বেরিয়াম পারক্সাইড মিশ্রণে ঢোকানো একটি ম্যাগনেসিয়াম ফিতার মাধ্যমে জালানো হয়। বিক্রিয়াটি তাপমোচী পায় 3000°C এর মতো উচ্চ তাপমাত্রা উৎপাদন করে। অক্সাইড ধাতুতে বিজ্ঞান হয় এবং Al_2O_3 গঠিত হয়। [চিত্র 3.70]



চিত্র 3.7: অ্যালুমিনো-তাপীয় প্রক্রিয়া

যথাযথ বিগলক দিয়ে ধাতু গরম করে অমেধ্যগুলি ধাতুমল হিসাবে সরানো হয়।

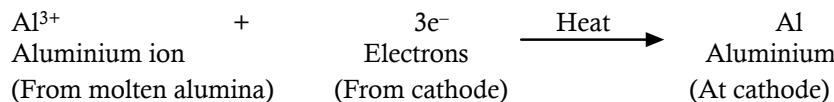


তড়িৎ বিশ্লেষণের দ্বারা বিজ্ঞান বা ইলেক্ট্রোলাইটিক বিজ্ঞান

সক্রিয় ধাতুর অক্সাইডগুলি (যা সক্রিয়তা সিরিজে উচ্চতর অবস্থানে আছে) খুব স্থিতিশীল এবং কার্বন বা অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা বিজ্ঞান করা যায় না। এই ধাতুগুলি সাধারণত উপর্যুক্ত ইলেক্ট্রোল ব্যবহার করে তাদের মিশ্রিত লবণের তড়িৎ বিশ্লেষণের দ্বারা নিষ্কাশিত হয়। একে ইলেক্ট্রোলাইটিক বিজ্ঞান অর্থাৎ তড়িৎ বিশ্লেষণের দ্বারা বিজ্ঞান বলা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রক্রিয়ায় ধাতু নিষ্কাশনের প্রক্রিয়াকে ইলেক্ট্রোমেটালার্জি বলে।

উদাহরণ: অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড খুবই স্থিতিশীল এবং কার্বন দিয়ে হাস করে অ্যালুমিনিয়াম প্রস্তুত করা যায় না। এটি গলিত অ্যালুমিনা (Al_2O_3) কে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা নিষ্কাশন করা হয়।

গলিত লবণের ইলেক্ট্রোলাইটিক বিজ্ঞানের সময়ে, ধাতুগুলি সর্বদা ক্যাথোডে (ধোণাত্মক তড়িৎদারে) পাওয়া যায়।



3.1.2 (D) ধাতুর পরিশোধন

উপরের যে কোন পদ্ধতি দ্বারা প্রাপ্ত ধাতু সাধারণত অশুদ্ধ এবং এটি অপরিশোধিত ধাতু নামে পরিচিত। অপরিশোধিত ধাতুকে পরিশোধন করার প্রক্রিয়াকে বলা হয় পরিশোধন।

(i) তরলীকরণ

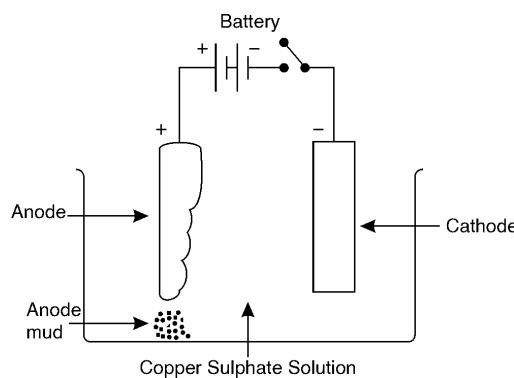
যে ধাতুটি পরিশোধন করা যায় তা সহজেই গোলে যায় হয় কিন্তু অমেধ্যগুলি সহজে গলে না। অশুদ্ধ ধাতু একটি চুল্লির ওপরের ঢালু চুলার উপর স্থাপন করা হয় এবং অল্প গরম করা হয়। ধাতু গলে যায় এবং চুলার উপর অমেধ্যগুলি রেখে নিচে প্রবাহিত হয়। এই পদ্ধতিটি কম গলনাঙ্ক, যেমন টিন লেড, বিসমাখ ইত্যাদি ধাতু পরিশোধন করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

(ii) পাতন

এই পদ্ধতিটি উদ্ঘায়ী ধাতুর পরিশোধনের জন্য ব্যবহৃত হয়। অশুদ্ধ ধাতু উত্তপ্ত হয় এবং এর বাষ্প আলাদাভাবে একটি সংগ্রাহক পাত্রে ঘনীভূত হয়। অনুঘায়ী অমেধ্যগুলি পড়ে থাকে। এটি পারদ, ক্যাডমিয়াম এবং দস্তা পরিশোধনে ব্যবহৃত হয়।

(iii) তড়িৎ বিশ্লেষণীয় বা ইলেক্ট্রোলাইটিক পরিশোধন

অশুদ্ধ ধাতু পরিশোধন করার জন্য এটি বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে অশুদ্ধ ধাতুকে অ্যানোড এবং বিশুদ্ধ ধাতুকে ক্যাথোড বানানো হয়। অনেক ধাতু যেমন তামা, দস্তা, টিন, নিকেল, রূপা, সোনা ইত্যাদি তড়িৎ বিশ্লেষণের ভিত্তিতে পরিশোধিত হয়। এই পদ্ধতিতে অপরিশোধিত ধাতু দিয়ে মোটা দন্ডের আকারে অ্যানোড হিসাবে তৈরি করা হয়। একই ধাতুর লবণের জলীয় দ্রবণ পরিবাহী তরল দ্রবণ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। পরিবাহী তরল বা ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে, অবিশুদ্ধ অ্যানোড থেকে বিশুদ্ধ ধাতু ইলেক্ট্রোলাইটে দ্রবীভূত হয় ও ক্যাথোডে গিয়ে কঠিন আকারে জমা হয়। দ্রবণীয় অমেধ্য দ্রবণে যায়। অদ্রবণীয় অমেধ্যগুলি অ্যানোডের নীচে থিতিয়ে পড়ে যায় – এটি অ্যানোড কাদা হিসাবে পরিচিত। এইভাবে, অ্যানোড থেকে বিশুদ্ধ ধাতু ইলেক্ট্রোলাইটে যায় এবং ইলেক্ট্রোলাইট থেকে এটি ক্যাথোডে যায়।



চিত্র 3.8: তামার তড়িৎ বিশ্লেষণীয় পরিশোধন

3.1.3 হেমাটাইট থেকে লোহা নিষ্কাশন

লোহা তিনটি রূপে পরিচিত: ঢালাই লোহা, পেটাই লোহা এবং ইস্পাত।

লোহা সাধারণত অক্সাইড আকরিক অর্থাৎ হেমাটাইট থেকে বের করা হয়। এতে নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলি জড়িত:

3.1.3 (A) ঘনীভূত

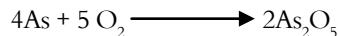
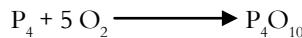
জ -চূর্ণকের দ্বারা (Jaw -ক্রাশার) আকরিক চূর্ণ করা হয়, তারপর চূর্ণ আকরিক অভিকর্ষীয় পৃথকীকরণের মাধ্যমে ঘনীভূত হয়; অর্থাৎ চূর্ণ আকরিক যখন জলের ধূয়ে ফেলা হয় যখন হালকা বালি এবং মাটির কগা ধূয়ে যায় এবং ভারী আকরিক কগা পড়ে থাকে। সালফাইড আকরিক অর্থাৎ আইরন পাইরাইট ফেলা বিভাসন পদ্ধতিতে ঘনীভূত করা হয়।

3.1.3 (B) ভস্মীকরণ বা ক্যালসিনেশন

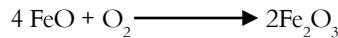
ঘনীভূত আকরিক এরপর ক্যালসিন বা দহন করা হয় অর্থাৎ, একটি পরাবর্তক বা রিভারবেটের চুল্লিতে সীমিত বাতাসের উপস্থিতিতে অতি উত্পন্ন হয় [চিত্র. 3.1.3 (B)]। ক্যালসিনেশনের সময়, নিম্নলিখিত পরিবর্তনগুলি ঘটে:

i) আর্দ্ধতা দূর হয়।

ii) সালফার, ফসফরাস এবং আসেনিক ঘটিত অমেধ্য তাদের উদায়ী অক্সাইড হিসাবে দূর হয়।

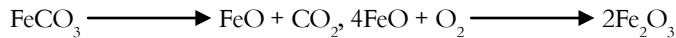


iii) ফেরাস অক্সাইডকে ফেরিক অক্সাইডে জারিত করা হয় যার ফলে গলানোর সময় ধাতুমল হিসাবে লোহার ক্ষয় রোধ হয়।

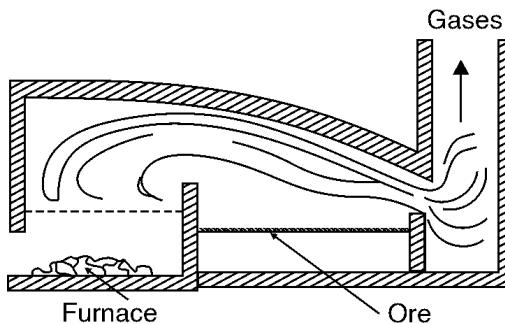


iv) আকরিকটি সচিদ্র হয়ে যায় এবং তাই ধাতুতে বিজারণের জন্য এটি আরও উপযুক্ত।

কার্বনেট আকরিক অর্থাৎ সাইডারাইটের ক্ষেত্রে, দহনের সময়ে এটি ফেরিক অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়।



আবার সালফাইড আকরিক অর্থাৎ আয়রন পাইরাইট অগ্নি বিজারণের সাহায্যে অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়।



চিত্র 3.9: পরাবর্ত চুল্লি

3.1.3 (C) বিগলন বা স্মেল্টিং

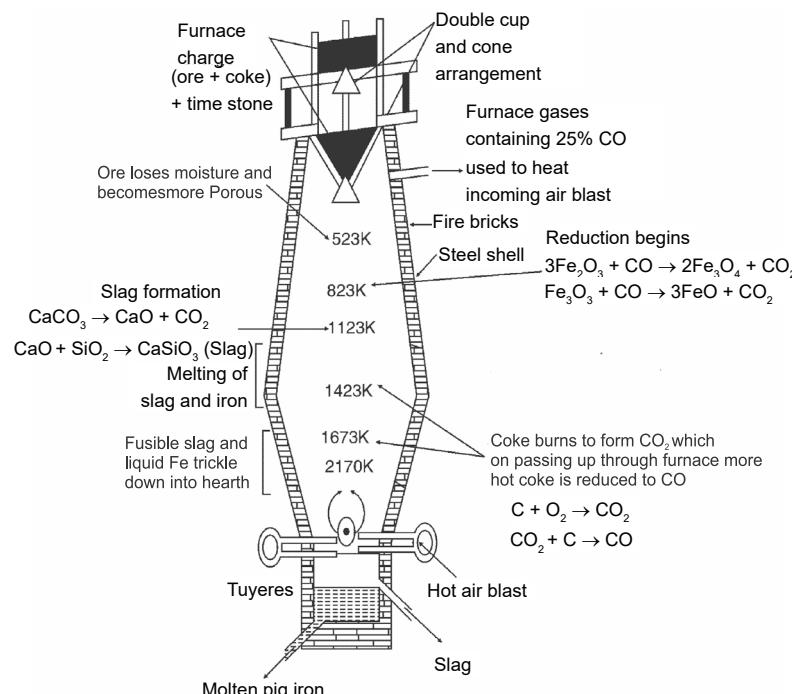
এখানে দুর্ঘ অর্থাৎ ক্যালসাইন করা আকরিক একটি বাতাচুলি বা ব্লাস্ট ফার্নেস এ কার্বন দিয়ে বিজারণ করা হয়। [চিত্র 3.10]। এটি স্টিলের তৈরি একটি লম্বা নলাকার চুল্লি যার ভিতরে তাপসহ আন্তর দেওয়া থাকে। উপরে এবং নীচে এটি কিছুটা সরু। এই আকার বস্তুর সঠিক প্রবাহকে সহজ করে। চুল্লিতে একটি ডবল কাপ এবং শক্ত ব্যবস্থা রাখা হয় যা ভিতর থেকে কোন গ্যাসকে বেরোতে না দিয়ে উপর থেকে বিক্রিয়ক প্রবেশে সাহায্য করে। শীর্ষের কাছাকাছি, চুল্লিতে বর্জ্য গ্যাসের জন্য একটি নির্গম নপথ ও থাকে। চুল্লির নিচের দিকে যা যা থাকে সেগুলি হল:

i) টিউর্সার্স নামক ছেট ছেট পাইপ - যার মাধ্যমে ভিতরে গরম বাতাস পাঠানো হয়।

ii) গলিত লোহা বের করার জন্যে একটি ট্যাপিং গর্ত।

iii) ধাতুমল বের করার জন্যে একটি স্ল্যাগ গর্ত।

ক্যালসাইন করা আকরিক (8 ভাগ), অঙ্গার (4 ভাগ) এবং চুনাপাথর (1 ভাগ) নিয়ে গঠিত বিক্রিয়ক কাপ এবং শক্ত বিন্যাসের মাধ্যমে উপরে থেকে চুল্লিতে প্রবেশ করানো হয়। একই সময়ে, প্রায় 1000 K তাপমাত্রায় উত্তপ্ত গরম বাতাসের একটি প্রবাহ টিউর্সারের মাধ্যমে চুল্লিতে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়। মিশ্রিত অঙ্গার বা কোক একই সঙ্গে জ্বালানী এবং বিজ্ঞারক হিসাবে কাজ করে আর যোগ করা চুনাপাথর ক্ষারীয় বিগলক হিসাবে কাজ করে।



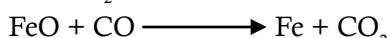
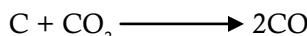
চিত্র 3.10: বাত্যাচুল্লিতে (ব্লাস্ট ফার্নেস)

3.1.3 (D) বাত্যাচুল্লিতে (ব্লাস্ট ফার্নেস) আয়রণ অক্সাইড বিজ্ঞারণ

বাত্যাচুল্লিতে, লোহার অক্সাইড বিজ্ঞারণ বিভিন্ন তাপমাত্রার পরিসরে সংঘটিত হয় যা নীচে সংক্ষেপিত করা হয়েছে 500-800K (বাত্যাচুল্লিতে কম তাপমাত্রার পরিসর)



900-1500K (বাত্যাচুল্লিতে উচ্চ তাপমাত্রার পরিসর)



i) দহন অঞ্চল

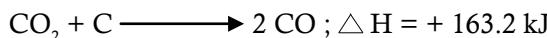
টিউয়ারের কাছে, অঙ্গার বা কোক জলে কার্বন ডাইঅক্সাইড তৈরি করে।



যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপমোটী, প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয় এবং এখানে তাপমাত্রা প্রায় 2170 K।

ii) তাপ শোষক অঞ্চল

এটি চুল্লির নিচের অংশ এবং এখানে তাপমাত্রা 1423-1673 K এর মধ্যে থাকে। টিউয়ারের এর কাছাকাছি তৈরী হওয়া CO_2 উপরের দিকে ওঠার সময়ে নিচে পড়তে থাকা বিক্রিয়ক গুলির সাথে মিলিত হয়। বিক্রিয়কে উপস্থিত অঙ্গার CO_2 কে বিজারিত করে CO তৈরী করে।



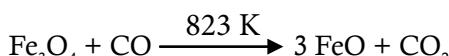
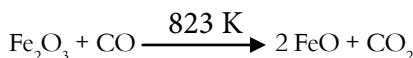
যেহেতু এই বিক্রিয়াটি তাপগ্রাহী, তাই তাপমাত্রা ধীরে ধীরে 1423 K তে নেমে আসে।

iii) ধাতুমল (স্ল্যাগ) গঠনের অঞ্চল

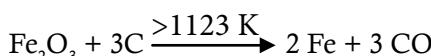
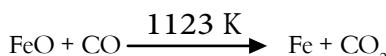
এটি চুল্লির মাঝের অংশ। এখানকার তাপমাত্রা প্রায় 1123 K। এই অঞ্চলে চুনাপাথর বিশিষ্ট হয়ে CaO ও CO_2 তৈরী হয়। এইভাবে গঠিত CaO একটি বিগলক হিসাবে কাজ করে এবং (অগুদ্ধতা হিসাবে উপস্থিত)সিলিকার সঙ্গে মিলিত হয়ে ক্যালসিয়াম সিলিকেট ধাতুমল গঠন করে।

**iv) বিজারণ অঞ্চল**

এটি চুল্লির উপরের অংশ। এখানে তাপমাত্রা প্রায় 823 K. এখানে, আকরিকগুলি CO দ্বারা FeO তে বিজারিত হয়।



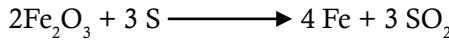
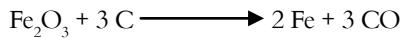
CO দ্বারা FeO আরও বিজারিত হয়ে প্রায় 1123 K তাপমাত্রায় Fe এ পরিণত হয়।

**v) গলন অঞ্চল বা ফিউশন জোন**

এটি চুল্লির নিচের অংশ। এখানকার তাপমাত্রা 1423-1673 K এর মধ্যে থাকে। এই অঞ্চলে সচিদ্ব লোহা গলে যায় ও কিছু পরিমাণ C, S, P, Si, Mn প্রভৃতিকে দ্রবীভূত করে CaSiO_3 ধাতুমলও এখানে গলে যায়। গলিত ধাতুমল এবং গলিত লোহা উভয়ই চুল্লায় নেমে আসে যেখানে তারা দুটি পৃথক স্তর গঠন করে। গলিত CaSiO_3 ধাতুমল হালকা হওয়ায় উপরের স্তর গঠন করে এবং গলিত লোহা ভারী হওয়ায় নীচের স্তর গঠন করে। দুটি তরল পর্যায়ক্রমে বের করা হয়। চুল্লি থেকে প্রাপ্ত লোহাতে প্রায় 4% কার্বন থাকে এবং অল্প পরিমাণে অনেক অমেধ্য (যেমন S, P, Si, Mn) এটিকে লোহপিণ্ড বলা হয় এবং এটি বিভিন্ন আকারে ঢালাই করা হয়। ঢালাই লোহা লোহপিণ্ড থেকে আলাদা। ঢালাই লোহা গরম বায়ু প্রবাহ ব্যবহার করে ছাঁটি বা বাতিল লোহা এবং অঙ্গার সমেত লোহপিণ্ড গলিয়ে তৈরি করা হয়। এতে কার্বনের পরিমাণ কিছুটা কম (প্রায় 3%); এটি অত্যন্ত শক্ত এবং ভঙ্গুর।

পেটাই লোহা প্রস্তুতি

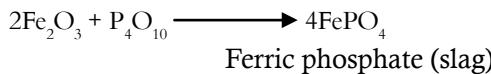
পেটাই লোহা হল বাণিজ্যিক লোহার বিশুদ্ধতম রূপ। এতে ধাতুমল হিসাবে সামান্য P এবং Si ছাড়া প্রায় 0.2–0.5% কার্বন থাকে। লোহাতে কার্বন আংশিকভাবে প্রাফাইট এবং আংশিকভাবে সিমেটাইট (Fe_3C) হিসাবে উপস্থিত। পেটাই লোহা নমনীয়, নরম এবং ঘাতসহ। এতে ধাতুমলের উপস্থিতি এটিকে মরিচা এবং ক্ষয় প্রতিরোধী করে তোলে। অতএব, এটি শিকল, নোঙ্গর, বোল্ট, পেরেক এবং রেলগাড়ির জোড় তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এটি সহজেই চুম্বকীকৃত হতে পারে এবং তাই এটি বৈদ্যুতিক ক্রেন এবং ডায়নামোতে চুম্বক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। কার্বন-এর পরিমাণ কমিয়ে এবং হেমাটাইট দিয়ে পরাবর্ত চুম্বিতে অমেধ্যগুলিকে (S, P, Si, Mn, ইত্যাদি) জারিত করে ঢালাই লোহা থেকে পেটাই লোহা প্রস্তুত করা হয়। হেমাটাইট C থেকে CO , S থেকে SO_2 , Si থেকে SiO_2 , P থেকে P_2O_{10} , Mn থেকে MnO তৈরী করে



তৈরী হওয়া CO এবং SO_2 গ্যাস বেরিয়ে যায় আর ম্যাঙ্গানাস অক্সাইড (MnO) এবং সিলিকা (SiO_2) একত্রিত হয়ে ধাতুমল গঠন করে।



একইভাবে, ফসফরাস পেটাইটাইড হেমাটাইটের সাথে মিলিত হয়ে ফেরিক ফসফেট স্ল্যাগ তৈরি করে।



এইভাবে, সমস্ত অপসারণ করা হলে, প্রাপ্ত লোহা ছোট ছোট বলে রূপান্তরিত হয়। বলগুলি হাতুড়ি দিয়ে পিটে ধাতুমল সরানো হয়। এইভাবে প্রাপ্ত লোহাকে বলা হয় পেটাই লোহা। এটি একটি উচ্চ গলনাক্ষ সম্পন্ন, অত্যন্ত শক্ত এবং দৃঢ় ধাতু। এটি লোহার চাদর, তার, শিকল, রেল, রড ইত্যাদি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। বিজারণের পরে, ধাতুটি চুম্বি থেকে সরানো হয় এবং রোলারের মধ্য দিয়ে পাঠিয়ে স্ল্যাগ থেকে মুক্ত করা হয়।

ইস্পাত

ইস্পাত হল এমন লোহা যা 0.2 থেকে 2% কার্বন ধারণ করে এবং যা কাস্ট লোহা ও ঘূর্ণিত লোহার মধ্যবর্তী। এটি ঢালাই লোহা এবং পেটাই লোহা উভয় ধরনের লোহা থেকে প্রস্তুত করা হয়।

SAQ3	নিচের একটি হল লোহার বিশুদ্ধতম রূপ		
	1. ঢালাই লোহা	2. পেটাই লোহা	3. ইস্পাত

3.1.4 বক্সাইট থেকে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন

3.1.4 (A) ভূমিকা

বক্সাইট হল অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান আকরিক যা থেকে ধাতু বের করা হয়। অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন বক্সাইট আকরিক বিজারণ দ্বারা সম্পন্ন করা হয়। অ্যালুমিনিয়ামের ইলেক্ট্রোড পোটেনশিয়াল বা তড়িৎদ্বার বিভব বেশি, তাই রাসায়নিক বিজারক দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বিজারণ করা যায় না। ইলেক্ট্রোলাইটিক বা তড়িৎ বিশ্লেষণীয় বিজারণ পদ্ধতি দ্বারা এই ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। প্রক্রিয়াটি তিনটি ধাপে সম্পন্ন করা হয়।

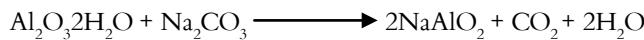
- বক্সাইট পরিশোধন।
- বক্সাইটের তড়িৎ বিশ্লেষণ।
- অ্যালুমিনিয়ামের পরিশোধন।

3.1.4 (B) বক্সাইটের পরিশোধন

বক্সাইট আকরিকের মধ্যে Fe_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 ইত্যাদি অমেধ্যের সাথে প্রায় 55% Al_2O_3 থাকে। তাই আকরিক পরিশোধন করা প্রয়োজন। এটি নিম্নলিখিত পদ্ধতি দ্বারা সম্পন্ন করা হয়।

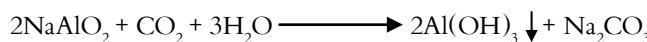
(i) হলের পদ্ধতি

এই পদ্ধতিতে বক্সাইট আকরিক গুঁড়ো করে সোডিয়াম কার্বনেট সাথে মেশানো হয়। অ্যালুমিনা অর্থাৎ Al_2O_3 , সোডিয়াম কার্বনেটের Na_2CO_3 সঙ্গে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট উৎপাদন করে, কিন্তু Fe_2O_3 এবং SiO_2 বিক্রিয়া করে না। অ্যালুমিনেট দ্রবীভূত করার জন্য জল দিয়ে এই মিশ্রণটি ঝাঁকানো হয়। অদ্বিতীয় অমেধ্য পরিশ্রবনের মাধ্যমে অপসারণ করা হয়।

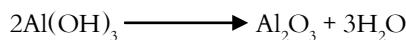


এইভাবে প্রাপ্ত দ্রবণটি $50-60^\circ\text{C}$ পর্যন্ত গরম করা হয় এবং এর মধ্যে দিয়ে কার্বন ডাই অক্সাইড চালিত করা হয়।

অ্যালুমিনেট আর্দ্রবিশ্লেষণের দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয় এবং অধঃক্ষিপ্ত হয়।



বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা পাওয়ার জন্য এই অধঃক্ষেপ কে পরিশ্রত করা হয় এবং 1500°C তাপমাত্রায় উত্পন্ন করা হয়।



(ii) বায়ারের পদ্ধতি

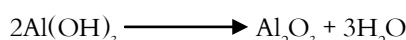
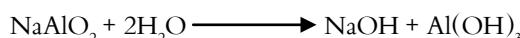
যখন বক্সাইট আকরিকে বেশি পরিমাণে Fe_2O_3 অশুদ্ধতা থাকে, তখন বায়ারের পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। চূর্ণ আকরিকে উপস্থিত FeO কে Fe_2O_3 তে রূপান্তর করতে রোস্টিং বা আগ্নি-জারণ করা হয়। জোরিত আকরিক 150°C এবং 80 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে কস্টিক সোডার একটি শক্তিশালী দ্রবণের সঙ্গে একটি অটোক্লেভে কয়েক ঘন্টা ধরে পরিপাক করা হয়। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ক্ষারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে



সোডিয়াম অ্যালুমিনেট জাটিল লবণ গঠন করে। অশুদ্ধিগুলি অধঃক্ষেপ আকারে থাকে যা ফিল্টার করা হয়।

বীজ বপন

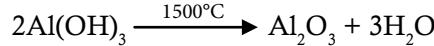
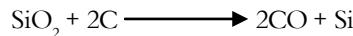
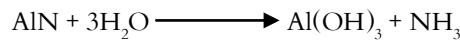
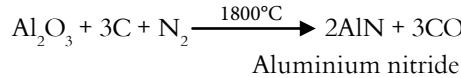
সোডিয়াম অ্যালুমিনেটের দ্রবণে অল্প পরিমাণে সদ্য অধঃক্ষিপ্ত অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড যোগ করা হয় এবং মিশ্রণটিকে কয়েক ঘন্টা আলোড়িত করা হয়। অ্যালুমিনেট আর্দ্রবিশ্লেষণের দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয় এবং অধঃক্ষিপ্ত হয়। অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পরিশ্রবনের মাধ্যমে আলাদা করে শুকনো করা হয়। এটি কে তারপর 7500°C পর্যন্ত উত্পন্ন করলে বিশুদ্ধ Al_2O_3 পাওয়া যায়।



(iii) Serpek এর পদ্ধতি

যে বক্সাইট আকরিকে অনেক সিলিকা (SiO_2) অশুদ্ধতা হিসাবে থাকে, তাকে শুধু করতে এই পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। আকরিকটি প্রথমে গুঁড়ো করা হয়। তারপর এটি কার্বনের সাথে মিশ্রিত করা হয় এবং মিশ্রণটি নাইট্রোজেনের উপস্থিতিতে 1800°C পর্যন্ত

গরম করা হয়। অ্যালুমিনিয়াম অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইডে রূপান্বিত হয়। বক্সাইটের সিলিকাকে উদ্বায়ী সিলিকনে বিজ্ঞাপিত হয়, যা বাষ্প দূরীভূত হয়। অধঃক্ষেপণিকে পরিশব্দন করে, শুকিয়ে এবং 1500°C পর্যন্ত গরম করে খাঁটি Al₂O₃ পাওয়া যায়।

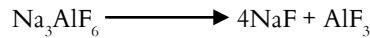


SAQ 4	বায়ার প্রক্রিয়া দ্বারা বক্সাইট পরিশোধন করার সময় বীজ বপনের উদ্দেশ্যে সোডিয়াম আলুমিনেট-এর মধ্যেযোগ করা হয়		
	1. সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড	2. ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড	
	3. অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড	4. অ্যালুমিনিয়াম ফ্লোরাইড	

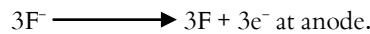
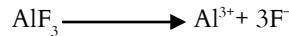
উত্তর: 3

3.1.4 (C) বক্সাইটের তড়িৎ বিশ্লেষণ

বিশুদ্ধ বক্সাইট ক্রিওলাইট এবং ফ্লোরস্পারের গলিত মিশ্রণের সঙ্গে মেশানো হয় এবং মিশ্রণটি একটি লোহার ট্যাঙ্কে নেওয়া হয়। ক্রায়োলাইট গ্রহণের উদ্দেশ্য হল অ্যালুমিনার গলনাক্ষ 2050°C থেকে কমিয়ে 900°C করা। তাছাড়া, ক্রিওলাইট একটি ইলেক্ট্রোলাইট হিসাবেও ব্যবহৃত হয়। লোহার ট্যাঙ্কের ভিতরে কার্বনের পুরু আস্তরণ থাকে যা ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে [চিত্র 3.11]। অ্যানোডটি থাফাইট রড দিয়ে তৈরি যা গলিত মিশ্রণে ঝোলানো থাকে। একটি বৈদ্যুতিক বাল্ব ইলেক্ট্রোলাইটিক কোষের সমান্তরালে সংযুক্ত থাকে। অ্যানোডগুলিতে অক্সিজেনের জোরালো দ্রিয়া পরাখ করার জন্যে কিছু গুঁড়ো কাঠকয়লা উপরিতলে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। 6-7 ভোল্ট এবং 100 অ্যাম্পিয়ার মানের একটি কারেন্ট কোষের মধ্য পর্যানো হয়। উচ্চ তড়িৎপ্রবাহ নিম্নলিখিত পরিবর্তনগুলি নিয়ে আসে, এটি প্রায় 900°C তাপমাত্রা বজায় রাখে যা মিশ্রণটিকে গলিত অবস্থায় রাখে। ক্রায়োলাইট হল সোডিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়ামের মিশ্র ফ্লোরাইড যা সোডিয়াম ফ্লোরাইটে বিশিষ্ট হয়।



AlF₃ নিম্নরূপ তড়িৎ বিশ্লেষণের মধ্য দিয়ে যায়:

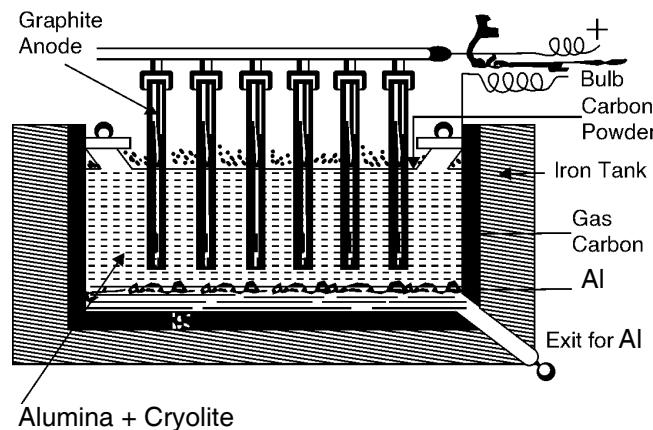


অ্যালুমিনিয়াম ক্যাথোডে জমা হয় এবং ট্যাঙ্কের নীচ থেকে সংগ্রহ করা হয়। ফ্লোরিন অ্যানোডে মুক্ত হয় যা অ্যালুমিনার সঙ্গে বিক্রিয়া করে অ্যালুমিনিয়াম ফ্লোরাইড এবং অক্সিজেন উৎপাদন করে।



এভাবে অ্যালুমিনা বিশিষ্ট হয় এবং Al ধাতু পাওয়া যায়। অ্যানোডে নিঃস্ত অক্সিজেন অ্যানোডের কার্বনের সাথে বিক্রিয়া করে CO এবং CO₂ গঠন করে। এভাবে অ্যানোড ক্রমশঃ ছোট হয়ে যায়। কোষের তরলের ওপরে ছড়িয়ে থাকা কার্বন পাউডার দ্বারা পরাখ করা হয়। যত বেশি Al₂O₃ বিশিষ্ট হয়, কোষের প্রতিরোধ ক্ষমতা তত বৃদ্ধি পায়। এটি কোষের সাথে সংযুক্ত বৈদ্যুতিক

বাস্তুর আলোর জোর দেখে বোঝা যায়। প্রক্রিয়াটি চালিয়ে যেতে প্রয়োজনমত আরও অ্যালুমিনা দেওয়া হয়। এই পদ্ধতি দ্বারা প্রাপ্ত অ্যালুমিনিয়াম প্রায় 99% বিশুদ্ধ।

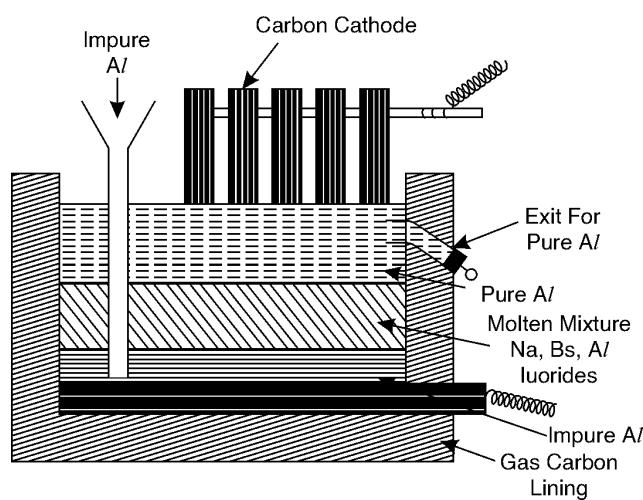


চিত্র 3.11: বক্সাইটের তড়িৎ বিশ্লেষণ

3.1.4 (D) অ্যালুমিনিয়াম পরিশোধন

উপরের প্রক্রিয়া থেকে প্রাপ্ত ধাতুতে লোহা এবং সিলিকন অমেধ্য হিসাবে অন্তর্ভুক্ত থাকে। হপের পদ্ধতি ব্যবহার করে একে আরো পরিশুদ্ধ করা হয়।

একটি লোহার ট্যাঙ্ক-এর নীচে কার্বনের আস্তরণ থাকে যা অ্যানোড হিসাবে কাজ করে। তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে বিভিন্ন ঘনত্বের তিনটি তরল স্তর থাকে। নিচের স্তরটি গলিত অশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের যা কার্বন অ্যানোডের সংস্পর্শে থাকে। মাঝের স্তর হল সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম এবং বেরিয়াম ফ্লোরাইটের মিশ্রিত মিশ্রণ এবং উপরের স্তরটি গলিত বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের যাতে কার্বন রডগুলি ডুবানো হয় এবং যা ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে (চিত্র 3.12)।



চিত্র 3.12: অ্যালুমিনিয়ামের পরিশোধন

যখন বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, তখন Al³⁺ আয়নগুলি মধ্য স্তরে এসে তার উপরের বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম ক্যাথোডের স্তরের দিকে চলে যায় এবং Al হিসাবে নির্গত হয়। আরো Al³⁺ আয়ন নীচের অশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অ্যানোড থেকে মধ্য স্তরে আসে। এইভাবে সবচেয়ে উপরের স্তরে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম সংগ্রহিত হয় যা সময়ে সময়ে সরানো হয়। এইভাবে প্রাপ্ত ধাতু 99.94% বিশুদ্ধ।

3.1.5 সংকর ধাতু

একটি সংকর হল দুই বা ততোধিক ধাতু অথবা ধাতু এবং অধাতুর সমসজ্ঞ মিশ্রণ

উদাহরণস্বরূপ, লোহা হল একটি বহুল ব্যবহৃত ধাতু। কিন্তু এটি কখনই বিশুদ্ধ আকারে ব্যবহৃত হয় না। এর কারণ হল লোহা খুব নরম এবং গরম হলে সহজেই প্রসারিত হয়। কিন্তু যখন এটি অল্প পরিমাণে কার্বন (পোয় 0.5 থেকে 1.5%) এর সাথে মিশে যায়, তখন এটি শক্ত এবং শক্তিশালী হয়ে ওঠে। লোহার অপর রূপকে বলা হয় ইস্পাত।

(i) ধাতু সংকর তৈরির উদ্দেশ্য

মিশ্রণগুলি সাধারণত নির্দিষ্ট কিছু বৈশিষ্ট্যের জন্য প্রস্তুত করা হয় যা সাধারণতঃ আলাদা উপাদান গুলির মধ্যে থাকে না।

সংকর তৈরির প্রধান উদ্দেশ্য হল:

ক্ষয় প্রতিরোধ বৃদ্ধি: বিশুদ্ধ ধাতু ক্রিয়াশীল এবং সহজেই পরিবেশ ও বায়ুমণ্ডল দ্বারা ক্ষয় হয় তাই তাদের স্থায়িত্ব হ্রাস পায়। কিন্তু ধাতুসংকর খাঁটি ধাতুর চেয়ে বেশি ক্ষয় প্রতিরোধী। স্টেইনলেস স্টিলের ক্ষয় প্রতিরোধের ক্ষমতা লোহার চেয়ে বেশি।

রাসায়নিক সক্রিয়তার পরিবর্তন: অন্য ধাতুর সাথে মিশ্রিত করে রাসায়নিক সক্রিয়তা পরিবর্তিত হতে পারে। অতিসক্রিয় সোডিয়ামের রাসায়নিক সক্রিয়তা পারদের সাথে একটি সংকর তৈরি করে করে যায় - যা সোডিয়াম আমলগাম নামে পরিচিত। আবার, পারদ দিয়ে সংকর তৈরি করে অ্যালুমিনিয়ামের সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায় যা অ্যালুমিনিয়াম আমলগাম নামে পরিচিত।

কঠোরতা বৃদ্ধি: বিশুদ্ধ ধাতু নরম হয়, কিন্তু যখন ধাতু অন্য উপাদান দিয়ে মিশ্রিত হয়, তখন তার কঠোরতা বৃদ্ধি পায়। লোহা এবং কার্বনের মিশ্রণ, অর্থাৎ ইস্পাত, লোহার চেয়ে শক্ত।

প্রসার্য শক্তি বা টেনসাইল শক্তি বৃদ্ধি: ধাতু না ভেঙে কঠটা ভার বহন করতে পারে, প্রসার্য শক্তি সে সম্পর্কে তথ্য দেয়। ম্যাগনেলিয়াম হল ম্যাগনেসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়ামের একটি সংকর। ম্যাগনেসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়ামের তুলনায় এটির বেশি প্রসার্য শক্তি রয়েছে। লোহার মধ্যে 1% C যোগ করে লোহার প্রসার্য শক্তি দশগুণ বৃদ্ধি পায়। যদিও তামায় 5% Si যোগ করার ফলে তামার প্রসার্য শক্তি দ্বিগুণ হয়।

ভালো ঢালাই পাওয়া: ধাতু বা সংকর থেকে ভাল ঢালাই পেতে, কঠিনীভবনের সময়ে ধাতুর প্রসারণ আবশ্যিক। এটি গলনীয় হওয়া প্রয়োজন যাতে একটি স্পষ্ট ছাপ সহজে পড়ে। সাধারণত, বিশুদ্ধ গলিত ধাতু কঠিনীভবনের সময়ে সংকুচিত হয়। অতএব ভাল ঢালাই পেতে, ধাতু মিশ্রিত করতে হয় কারণ মিশ্রণগুলি কঠিনীভবনের সময়ে প্রসারিত হয়। ছাপের হরফের জন্যে ব্যবহৃত ধাতু হল সীসা, টিন এবং এস্টিমনির মিশ্রণ।

গলনাক্ষ কর করা: যখন একটি মিশ্রণ যোগ্য খাদ মূল ধাতুর (বৃহত্তর অংশ) মধ্যে যোগ করা হয়, সেটি তখন মূল খাঁটি ধাতুটিতে অশুদ্ধতা হিসাবে কাজ করে এবং তার গলনাক্ষ হ্রাস পায়। মিশনের উপাদানগুলির গলনাক্ষের চেয়ে একটি সংকরের এর গলনাক্ষ তুলনায় কম।

সোল্ডার হল সিসা এবং টিনের একটি সংকর (50% Pb এবং 50% Sn)। এটির গলনাক্ষ কর এবং এটি বৈদ্যুতিক তারকে একসঙ্গে ঢালাইয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

সংকরের শ্রেণীবিভাগ

সংকর গুলিকে এভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়:

লোহঘটিত সংকর: যেসব সংকরে প্রধান বা মূল উপাদান হল লোহ।

যেমন স্টেইনলেস স্টিল সংকরে, Fe মূল উপাদান এবং Cr এবং Ni উপস্থিত থাকে।

লোহ-বিহীন সংকর: যেসব সংকরে প্রধান বা মূল উপাদান হলো লোহ ছাড়া অন্য কোনো ধাতু। যেমন পিতল বা ব্রাস Cu এবং Zn নিয়ে গঠিত, এতে লোহ থাকে না তাই এটি লোহবিহীন সংকর।

তামা, আয়রন এবং অ্যালুমিনিয়ামের কিছু শক্তরের উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার নীচের সারণি 3.1.5 (B1) তে দেওয়া হয়েছে।

সারণী 3.3: উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং তামার কিছু সংকরের ব্যবহার

ক্রমিক নং	সংকর	উপাদান	প্রকৃতি এবং ব্যবহার
1.	পিতল	Cu (60-80%) Zn (20-40%)	পিতল (ব্রাস) ব্যবহার করা হয় গৃহসজ্জার কাজে, অনেক বৈজ্ঞানিক যন্ত্র, টেলিস্কোপ, মাইক্রোস্কোপ, ব্যারোমিটার ইত্যাদি তৈরিতে।
2.	রোঞ্জ	Cu (75-90%) Sn (10-25%)	এটি মূর্তি, রান্নার বাসন এবং মুদ্রা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
3.	জার্মান সিলভার	Cu (30-60%) Zn (25-35%) Ni(15-35%)	এটি রূপালী সাদা এবং নমনীয়। এটি নকল রূপা হিসাবে ব্যবহার করা হয়, অলঙ্কার এবং বাসন তৈরিতে এবং গৃহসজ্জার জন্যও।
4.	বন্দুক ধাতু গান মেটাল	Cu (88%) Sn (10%) Zn (2%)	এটি গিয়ার, ভারবহন এবং বন্দুকের ব্যারেল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
5.	বেল মেটাল	Cu (80%) Sn (20%)	এটি ঘণ্টা ঢালাই করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
6.	অ্যালুমিনিয়াম রোঞ্জ	Cu (90%) Al (10%)	গোল্ডেন ইয়েলো, সস্তা গয়না, কয়েন, পেইঞ্ট ইত্যাদি জন্য ব্যবহৃত।
7.	মোনেল ধাতু	Cu (30%-67%) Fe+Mn (3%)	পাম্প এবং কন্টেইনার অ্যাসিড, কস্টিক ক্ষার শিল্পের জন্য।
8.	ম্যাঙ্গানিন	Cu (82%) Ni (3%) Mn (1%)	বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি।
9.	মুঁঝ মেটাল	Cu (60%) Zn (40%)	কাঠের জাহাজের আচ্ছাদন।

সারণী 3.4: উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং লোহার কিছু সংকরের ব্যবহার

ক্রমিক নং	সংকর	উপাদান	প্রকৃতি এবং ব্যবহার
1.	স্টেইনলেস ইস্পাত	Fe (74%) Cr (18%) Ni (8%)	স্টেইনলেস স্টিল শক্ত, দৃঢ় এবং ক্ষয় প্রতিরোধী। এটি কাঁটা-চামচ, বাসন-পত্র, গৃহসজ্জার অলঙ্করণ, যন্ত্র, যন্ত্রগতি, সাইকেল এবং গাড়ির যন্ত্রাংশ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
2.	নিকেল ইস্পাত	Fe (96-98%) Ni (2-4%)	বৈশিষ্ট্য: নিকেল ইস্পাত শক্ত, ইলাস্টিক এবং ক্ষয় প্রতিরোধী। ব্যবহার: বৈদ্যুতিক তার, গাড়ি এবং বিমানের যন্ত্রাংশ, ঘড়ি, বর্ম প্লেট, প্রপেলার শ্যাফট তৈরির জন্য
3.	এলনিকো	Fe (60%) Al (12%) Ni (20%) Co (8%)	এটি অত্যন্ত চৌম্বকীয়। স্থায়ী চুম্বক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
4.	ফ্রেম ভ্যানডিয়াম ইস্পাত	Fe (98.75%) Cr (1%) V (0.15%)	স্প্রিং, অক্ষ, শ্যাফট এবং মোটর গাড়ির ফ্রেম উৎপাদনের জন্য।
5.	ম্যাঙ্গানিজ ইস্পাত	Fe (63-75) Mn (12-15%) C (0.8-1.2%)	পাথর কাটার যন্ত্র, চুরিনিরোধক লকার/ আলমারী, রেলগাড়ির লাইন ইত্যাদি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
6.	টাংস্টেন ইস্পাত	Fe (83-78%) W (14%) Cr (3-8%)	উচ্চগতির সরঞ্জামগুলির জন্য।
7.	স্টেইনলেস স্টিল	Fe (88.5%) Cr (11.5%)	সাইকেল এবং গাড়ির যন্ত্রাংশ

সারণী 3.5: উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং অ্যালুমিনিয়াম- এর কিছু সংকরের ব্যবহার

ক্রমিক নং	সংকর	উপাদান	প্রকৃতি এবং ব্যবহার
1.	ডুরালিয়াম বা ডুরালুমিন	Al (95%) Cu (4%) Mg (0.5%) Mn (0.5%)	এর শক্তি স্টিলের সাথে তুলনীয় কিন্তু এটি খুব হালকা। এটি শক্ত, ক্ষয় -প্রতিরোধী এবং অত্যন্ত নমনীয়। বিমান, মহাকাশযান, জাহাজ এবং প্রেসার কুকার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

2.	ম্যাগনালিয়াম	Al (90-95%) Mg (5-10%)	হালকা যন্ত্র, ব্যালেন্স বিম এবং যন্ত্রাংশ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
3.	অ্যালুমিনিয়াম ব্রোঞ্জ	Cu (88-90%) Al (10-12%)	রান্নার বাসন, ছবির ফ্রেম ও মুদ্রা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
4.	Y- সংকর	Al (92.5%) Cu (4%) Mg (1.5%) Ni (2%)	ঢালাই এবং ফরজিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।
5.	নিকেলয়	Al (95%) Ni (2%) Cu (4%)	এয়ারশিপ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
6.	অ্যালিনিকো	Fe (50%) Al (20%) Ni (20%) Co (10%)	স্থায়ী চুম্বক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

3.2 সাধারণ রাসায়নিক সংযুক্তি এবং ইঞ্জিনিয়ারিং উপকরণের সংযুক্তি ভিত্তিক ব্যবহার

জল দিয়ে কুইকলাইম ভেজানোর প্রক্রিয়াটিকে বলা হয় চুনের লেকিং অর্থাৎ ক্যালসিয়াম হাইড্রোকাইড Ca(OH)_2 । জলে Ca(OH)_2 এর একটি পরিষ্কার দ্রবণকে চুনের জল বলে।

যে সব উপকরণ ভবন নির্মাণ ও উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়, এবং তাদের বিশেষ বৈশিষ্ট্যের প্রয়োজন হয়, তাকে বলা হয় ইঞ্জিনিয়ারিং বা প্রকৌশলী উপকরণ। এর মধ্যে রয়েছে সিমেন্ট, কাঁচ, তাপসহ বস্তু এবং মিশ্রিত বা কম্পোজিট উপকরণ।

সিমেন্ট

সিমেন্টকে ব্যাপকভাবে বিভিন্ন ধাতু এবং আঠালো এবং সংযোজক বৈশিষ্ট্য সহ বিভিন্ন রচনার অধাতব অক্সাইডের সূক্ষ্ম স্থল মিশ্রণ হিসাবে বর্ণনা করা যেতে পারে। এটি পাথর, ইট এবং বিল্ডিং ব্লকের মতো অন্যান্য উপাদানগুলির বন্ধনে সহায়তা করে। জলের সংস্পর্শে সিমেন্টের জমে শক্ত হওয়ার আন্তর্ভুক্ত বৈশিষ্ট্য রয়েছে তাই একে হাইড্রোলিক সিমেন্ট বলা হয়।

খড়ি ও মাটি থেকে তৈরি সিমেন্ট জলের সংস্পর্শে শক্ত হয়ে যায় এবং যখন শক্ত হয় তখন পোর্টল্যান্ড পাথরের মতো দেখতে হয়।

নির্মাণ কাজে বিভিন্ন ধরনের সিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। তাদের সংযুক্তি ভিন্ন এবং বিভিন্ন ব্যবহারের জন্য তাদের তৈরি করা হয়। কয়েকটি ধরনের সিমেন্ট হল পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট বা সাধারণ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট (OPC), কুইক সেটিং সিমেন্ট (QSC), কম তাপের সিমেন্ট (LHC), সালফেট-প্রতিরোধী সিমেন্ট (SRC), ব্লাস্ট ফার্নেস স্লাগ সিমেন্ট (BFSC), সাদা সিমেন্ট (WC), রান্ডিন সিমেন্ট (CC), পোজেল্যানিক সিমেন্ট (PzC), দ্রুত শক্ত হয়ে যাওয়া সিমেন্ট (RHC), বায়ু প্রবেশকারী সিমেন্ট (AEC), হাইড্রোফোবিক সিমেন্ট (HpC), সম্প্রসারিত সিমেন্ট (EC), প্রাকৃতিক সিমেন্ট (NC), উচ্চ অ্যালুমিনা সিমেন্ট (HAC)

3.2.1 পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট

পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট হল জিপসামের সাথে ধাতু এবং অধাতব অক্সাইডের মিশ্রণ। যখন সিমেন্ট পর্যাপ্ত পরিমাণে জলের সাথে মেসে, তখন এটি একটি পেস্ট তৈরি করে যা অঙ্গ সময়ের মধ্যে জমে যায় এবং কিছুক্ষন রাখলে অনমনীয় এবং টেকসই হয়ে যায়। পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের বিশ্লেষণ সিলিকা, অ্যালুমিনা, আয়রন, ম্যাগনেসিয়া ইত্যাদির অনুপাত সম্পর্কে তথ্য দেয়, যেমন সারণী 3.6 তে দেখানো হয়েছে।

সারণী 3.6 : পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের উপাদানসমূহ

যৌগ	% পরিসীমা	যৌগ করার উদ্দেশ্য
চুন (CaO)	60-67	জমাট বাঁধার সময় বৃদ্ধি করে সিমেন্টকে জেল গঠন করে শক্তি বৃদ্ধি এবং প্রসারিত করতে সক্ষম করে
সিলিকা (সিলিকন অক্সাইড - SiO_2)	17-25	জমাট বাঁধার সময় কমায় কিন্তু শক্তি বৃদ্ধি করে
অ্যালুমিনা (অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড - Al_2O_3)	3-8	জমাট বাঁধার সময় কমায় কিন্তু শক্তি বৃদ্ধি করে
আয়রন অক্সাইড (ফেরিক অক্সাইড - Fe_2O_3)	0.5-6	শক্তি, কঠোরতা এবং রঙ
ম্যাগনেসিয়া (ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড - MgO)	0.1-4	সম্প্রসারণে সাহায্য করে, কংক্রিটে প্রসার্য চাপ কমায়
সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3)	1-2	চুন এবং সালফেটের প্রসারণ বৃদ্ধি করে। 3% এর বেশি শুকোলে সংকোচন বৃদ্ধি করে
সোডা + পটাশ ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0.5 - 1.3	তাড়াতাড়ি শক্ত হয়ে যাওয়ার ক্ষমতা বাড়ায়

যদিও সিমেন্টের বিশ্লেষণে উপস্থিত উপাদান সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়, কিন্তু এতে এই উপাদানগুলো কিভাবে একত্রিত হয় তা নির্দেশ করে না। সিমেন্ট তৈরির সময়, কাঁচামালের উপাদানগুলি একত্রিত হয়ে যৌগ গঠন করে। উৎপাদিত পণ্যটিতে উপস্থিত প্রধান যৌগগুলি সারণী 3.7 এ দেওয়া হয়েছে। সারণী টেবিল থেকে এটা স্পষ্ট যে চুন হল প্রধান উপাদান যা সিমেন্টের 2/3 অংশ গঠন করে।

সারণী 3.7: পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের গড় উপাদান ও তাদের ভূমিকা

সংক্ষিপ্ত রূপ	%	জমাট বাঁধার দিন	বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার
C2S	25	28	ধীরে জল শোষণ করে এবং ধীরে ধীরে শক্ত হয়। এক সপ্তাহ পর শক্তি বৃদ্ধির এটি জন্য অনেকাংশে দায়ী।
C3S	45	07	ধীরে জল শোষণ করে এবং দ্রুত শক্ত হয়, প্রাথমিক জমাট বাঁধা এবং প্রাথমিক শক্তি জন্য দায়ী।
C3A	10	01	জলশোষণের প্রাথমিক পর্যায়ে প্রাচুর তাপ মুক্ত করে, কিন্তু শক্তি বৃদ্ধি কম, যে সিমেন্টে C3A কম, সেটি সালফেট প্রতিরোধী।
C4AF	10	01	বিগলক, যা ভাটায় কাঁচামালের গলানোর তাপমাত্রা কমায় (1650°C থেকে 1430°C পর্যন্ত) এটি দ্রুত জলশোষণে সাহায্য করে, কিন্তু সিমেন্ট পেস্টের শক্তি বৃদ্ধিতে তেমন অবদান রাখে না।

সংক্ষিপ্ত রূপ	%	জমাট বাঁধার দিন	বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার
CaSO ₄ Gypsum	4	-	প্রাথমিক জমাট বাঁধা রোধ করতে C3A এর জলশোষণের হার কমিয়ে দেয়।
CaO	2	-	জমাট বাঁধার সময় বাড়ায়
MgO	4	-	সম্প্রসারণে সাহায্য করে, কংক্রিটে প্রসার্য চাপ কমায়

সংকেত : C - ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO), A - অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al₂O₃), F - ফেরির অক্সাইড, S - সিলিকা, C₂S; - ডাইক্যালসিয়াম সিলিকেট, C₃S - ট্রাই ক্যালসিয়াম সিলিকেট, C₃A - ট্রাই ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনিয়াম, C₄AF - ট্রাই ক্যালসিয়াম এলুমিনো ফেরাইট, CaSO₄ - ক্যালসিয়াম সালফেট (জিপসাম), MgO - ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড.

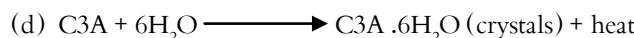
3.2.1 (A) পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের জমাট বাঁধা

যখন সিমেন্ট জলের সাথে মিশে যায়, তখন সেই নমনীয় সিমেন্ট পেস্ট অল্প সময়ের মধ্যেই অনমনীয় হয়ে ওঠে -একে প্রাথমিক জমাট বা ফ্ল্যাশ অবস্থা বলা হয়। সিমেন্টের স্টেটিং এবং শক্ত হওয়া মূলত জলযোজন এবং আর্দ্রবিশ্লেষণ ক্রিয়ার কারণে ঘটে। জলযোজন কিন্তু জলশোষণ বা উপরিতলের পৃষ্ঠতল শোষণ নয়, এটি হল জলের কণা গুলিকে যৌগের কেলাসের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করা। অনার্দ্র মৌগগুলি জলের সাথে বিক্রিয়া করে এবং জলশোষণের মধ্য দিয়ে অদ্রাব্য জেল এবং কেলসিত পণ্য তৈরি হয়। সিমেন্ট জমাট বাঁধা ও শক্ত হবার প্রক্রিয়াটি আংশিক রাসায়নিক ও আংশিক ভৌত বলে মনে করা হয়।

সিমেন্টের জলযোজন এবং আর্দ্রবিশ্লেষণ নীচে উল্লেখ করা হয়েছে।



জলযোজন ক্রিয়া সিমেন্টের প্রাথমিক জমাট বাঁধার জন্য দায়ী।



হাইড্রেটেড ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট (C₃A) সাধারণত ঘনকাকৃতি - C₃A.6H₂O, যটকোনি - C₃A.12H₂O, বিষমমিতি - C₃A.18H₂O রূপে থাকে। সিমেন্টের স্টেটিং এবং শক্ত হওয়ার কারণ হল সংলগ্ন স্ফটিকগুলি অনমনীয় জেল দ্বারা আরো শক্তিশালী হয়। অবশেষে, তারা বালি এবং চূর্ণ পাথরের মতো বস্তুখণ্ডকে একটি শিলার মতো পিণ্ডে আবদ্ধ করে। পাথরের মত এই বস্তুপিণ্ড জমাট বাঁধা আর কঠিন হবার ফলে চমৎকার যান্ত্রিক শক্তি সম্বলিত একটি মূল্যবান বিন্দিং উপাদান গঠন করে। জমাট বাঁধা হল প্রাথমিক জেল গঠনের দ্বারা মূল নমনীয় মিশ্রণটির শক্ত হয়ে যাওয়া। দৃঢ়ী করণ হলো কেলাসনের কারণে শক্তি বৃদ্ধি ও বিকাশ। জমাট বাঁধা ও দৃঢ়ীকরণ মিলিত ভাবে হলো স্টেটিং। জমাট বাঁধার পরে, বস্তুর অভ্যন্তরে ত্রুমাগত কেলাসন হবার ফলে দৃঢ়ী করণ শুরু হয়। যে কোন সময়ে সিমেন্ট পেস্টের বিকশিত শক্তি নির্ভর করে জেল তৈরির পরিমাণ এবং কেলাসনের পরিমাণের উপর।

পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের বিভিন্ন প্রয়োগ

পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট বিভিন্ন ধরণের কাজে ব্যবহৃত হয়-

- গাঁথনির কাজের জন্য কংক্রিট এবং মালমশলা তৈরী।

- মেরো, ছাদ, লিটেল, বিম, কার্নিশ, সিঁড়ি, পিলার ইত্যাদি নির্মাণ।
- প্রয়োজনীয় প্রকৌশল কাঠামো যেমন সেতু, কালভার্ট, বাঁধ, টানেল, স্টোরেজ জলাধার, বাতিঘর, ডক ইত্যাদি নির্মাণ
- জলের ট্যাঙ্ক, টেনিস কোর্ট, সেপটিক ট্যাঙ্ক, ল্যাম্পপোস্ট, রাস্তা, টেলিফোন কেবিন ইত্যাদি নির্মাণ
- ড্রেন, পাইপ ইত্যাদির জন্য জোড় তৈরি করা।
- ঢালাই করা বস্তু যেমন পাইপ, বাগানের আসন, শিল্পদ্রব্য, আবর্জনার পাত্র, বেড়া ইত্যাদি তৈরি করা।
- ভিত্তি, জলরোধী মেরো, ফুটপাথ ইত্যাদি প্রস্তুত করা।
- কঞ্চিট দিয়ে অগ্নিপ্রতিরোধী, অ্যাসিড-প্রতিরোধী ও জল-প্রতিরোধী কাঠামো তৈরি করা।
- কাঠামো শক্তিশালী করার জন্য টানেল বা ভূতাত্ত্বিক দেয়াল গঠন করা।
- কাঠামো সাজাতে বা রঙ করার জন্য রঙিন সিমেন্ট ব্যবহার করা।

SAQ 5	পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট তৈরিতে ব্যবহৃত হয় না।			
	1. জিপসাম	2. বালি	3. Fe_2O_3	4. Al_2O_3
উত্তর: 2				

3.2.2 কাঁচ

কাঁচ একটি নিরাকার, শক্ত, ভঙ্গুর, স্বচ্ছ বা অর্ধ-স্বচ্ছ, আর অসীম সান্দুতা বিশিষ্ট অতিশীতল তরল, যার কোন নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নেই। এটি বেশ কয়েকটি ধাতব সিলিকেট বা সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং সীসার বোরেটের গলিত মিশ্রণ।



Making of
Glass

3.2.2 (A) কাঁচের উপাদান

সারণী 3.8- এ দেখানো উপকরণ থেকে কাঁচ তৈরি করা হয়।

সারণী 3.8: কাঁচের উপাদান

নং	ব্যবহৃত ঘোগ	সংকেত	% অনুপাত
1	সিলিকা	SiO_2	71 থেকে 78
2	অ্যালুমিনা	Al_2O_3	0.5 থেকে 1.5
3	আয়রন অক্সাইড	Fe_2O_3	0.05 থেকে 0.15
4	ক্যালসিয়াম অক্সাইড	CaO	5 থেকে 10
5	ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড	MgO	2 থেকে 5
6	সোডিয়াম অক্সাইড	Na_2O	13 থেকে 16
7	পটাসিয়াম অক্সাইড	K_2O	0 থেকে 1
8	সালফার ট্রাইঅক্সাইড	SO_3	0 থেকে 0.5

3.2.2 (B) কাঁচের ধর্ম

কঠোরতা এবং ভঙ্গুরতা: এটি একটি কঠিন উপাদান কারণ প্রযুক্ত বলের বিরুদ্ধে এর সংঘাত-প্রতিরোধ খুব বেশি। আবার একই সময়ে, এটি একটি ভঙ্গুর উপাদান কারণ বলপ্রয়োগের সঙ্গে সঙ্গে এটি অবিলম্বে ভঙ্গে যায়।

আবহাওয়া প্রতিরোধ: এটি আবহাওয়া- প্রতিরোধী কারণ এটি বৃষ্টি, রোদ এবং বাতাসের প্রতিক্রিয়া সহ্য করতে পারে। এটি শোষণ, প্রতিফলন এবং প্রতিসরণ করতে পারে।

অগ্নি প্রতিরোধ: প্লাস 200°C থেকে 800°C পর্যন্ত তাপ রক্ষা করে।

অপরিবাহীতা: এটি তাপ, বিদ্যুৎ এবং তড়িৎচোম্বকীয় বিকিরণের বিরুদ্ধে একটি চমৎকার অন্তরক।

রাসায়নিক প্রতিরোধ: এটি বিভিন্ন অবস্থায় রাসায়নিক বিক্রিয়ার (অল্লীয় বা ক্ষারকীয় মাধ্যমে) প্রভাব সহ্য করতে পারে।

রঙ এবং আকৃতির বৈচিত্র্য: ব্যবহার, প্রয়োজনীয় মাপ ও নিরাপত্তার প্রয়োজন অনুসারে এটিকে যে কোন রঙ, আকৃতি এবং বৈচিত্র্যে রূপ দেওয়া যায় এবং সেই অনুসারে বাজারে পাওয়া যায়।

স্বচ্ছতা: স্বচ্ছতা কাচের এমনই একটি ধর্ম যা বাইরের জগতের সাথে দ্রুশ্যামান সংযোগ তৈরি করে। প্রযুক্তির আবর্তনের সাথে, পরিষ্কার কাচকে ও পরিবর্তন করে আস্ফল করে তোলা যায়।

ধর্ম পরিবর্তন: বিভিন্ন ব্যবহারিক উদ্দেশ্য অনুসারে এর কিছু বৈশিষ্ট্য সংশোধন করাও সম্ভব।

3.2.2 (C) বিভিন্ন ধরণের কাঁচের ব্যবহার

সারণী 3.9- এ বিভিন্ন ধরনের কাঁচ এবং তাদের ব্যবহার উল্লেখ করা হয়েছে।

সারণী 3.9: কাঁচের ধরন এবং তাদের ব্যবহার

কাচের প্রকার	ব্যবহার
সোডা-লাইম প্লাস বা নরম প্লাস	ইলেক্ট্রিক বাল্ব, প্লেট প্লাস, বোতল, জার, টেস্ট টিউব এবং রিএজেন্ট বোতল।
পটাশ লাইম প্লাস	রাসায়নিক যন্ত্রপাতি, জ্বলন টিউব এবং কাচের জিনিসপত্র গরম করার কাজে ব্যবহৃত হয়।
লিড প্লাস	উচ্চমানের টেবিলওয়্যার, অপটিক্যাল লেন্স, নিয়ন সাইন টিউবিং, ক্যাথোড রে টিউব, ইলেক্ট্রিক্যাল ইনসুলেশন জানালা, এবং এক্স-রে, গামা রশ্মি, চিকিৎসা এবং পারমাণবিক শক্তির ক্ষেত্র থেকে সুরক্ষার জন্য shields।
বোরোসিলিকেট কাচ	ক্ষয়কারী তরল, উচ্চতর রাসায়ন পরীক্ষাগার যন্ত্রপাতি, রান্নাঘর পণ্য, রাসায়নিক উদ্দিদ, টেলিভিশন টিউব বৈদ্যুতিক অন্তরণ।
অ্যালুমিনো সিলিকেট প্লাস	উচ্চ চাপ পারদ শ্রাব টিউব, রাসায়নিক দহন টিউব এবং ঘরোয়া সরঞ্জাম।
সিলিকা প্লাস	রাসায়নিক উদ্দিদ, ল্যাবরেটরি ক্রুসিবলেস, ইন্ডাকশন ফার্মেস লাইনিং এবং ইলেক্ট্রিক্যাল ইনসুলেটর।
ক্ষার-মুক্ত কাচ	তাপ নিরোধক উপাদান যেমন প্লাসওয়াল, ক্ষয়কারী রাসায়নিক পরিশোধন এবং শব্দ নিরোধক।

3.2.3 তাপসহ বস্তু

3.2.3 (A) তাপসহ পদার্থের উপাদান

তাপসহ পদার্থ হল অজৈব অধাতব পদার্থ যা, গলিত ধাতুমল, ধাতু এবং গ্যাসের সংস্পর্শে থাকলেও কোনোরকম বিকৃতি অর্থাৎ ভৌত-রাসায়নিক পরিবর্তন না করে উচ্চ তাপমাত্রা সহ্য করে।

রাসায়নিক গঠন এবং ভৌত আকৃতির উপর ভিত্তি করে তাপসহ পদার্থকে শ্রেণীবদ্ধ করা হয় যেমন আলৌয় তাপসহ, ক্ষারীয় তাপসহ, নিরপেক্ষ তাপসহ এবং বিশেষ তাপসহ।

3.2.3 (B) তাপসহ পদার্থের প্রয়োগ

উপাদানগুলির উপর নির্ভর করে, তাপসহ পদার্থগুলোকে ব্যবহার করা হয়। তাদের উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার সারণি 3.10-এ দেখানো হয়েছে।

সারণী 3.10: তাপসহ পদার্থের উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহার

আইটেম	আলৌয়	ক্ষারীয়	নিরপেক্ষ	বিশেষ
তাপসহ পদার্থের প্রকার	ক) ফায়ার ক্লে খ) সিলিকা গ) উচ্চ- অ্যালুমিনা	ম্যাগনেসাইট ফর্মেটেরাইট ম্যাগনেসাইট-ক্রোম ক্রোম-ম্যাগনেসাইট ডলোমাইট	কার্বন প্রাফাইট সিলিকন কার্বাইড ক্রোমাইট	একক বা বিশুদ্ধ অক্সাইড, বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা, ম্যাগনেসিয়া মিশ্র অক্সাইড : মূলাইট, জিরকন নন অক্সাইড মনোলিথিক অস্তরক
উপাদান	ফায়ারক্লে, সিলিকা SiO_2 , এবং অ্যালুমিনো- সিলিকেট।	CaO , MgO , ডলোমাইট এবং ক্রোম- ম্যাগনেসাইট।	কার্বন, প্রাফাইট এবং সিলিকন কার্বাইড, ক্রোমাইট।	অ্যালুমিনা, ম্যাগনেসিয়া, জিরকোনিয়া, বেরিলিয়া এবং থোরিয়া, সিলিকন নাইট্রাইড, বোরন কার্বাইড, মলিবডেনাম ডিসিলাইসাইড, জিরকোনিয়াম বোরাইড, টাইটানিয়াম বোরাইড।
ধর্ম বা বৈশিষ্ট্য	অলৌয় পদার্থ দ্বারা প্রভাবিত হয় না।	অ্যাসিড স্ল্যাগ দ্বারা আক্রান্ত হয়।	রাসায়নিকভাবে অ্যাসিড এবং ক্ষারে স্থিতিশীল।	খুব গুরুতর অবস্থা সহ্য করতে পারে, প্রচুর ধাতুমল তৈরী হয়।
ব্যবহারিক প্রয়োগ	বাত্যাচুল্লির গাঁথনি, গরম বাতাসের চুলা, কাচের ভাটা, ঘূর্ণান ভাটা ইত্যাদি।	খোলা চুলার চুল্লি, বৈদ্যুতিক চুল্লি এবং মিশ্র লোহার চুল্লি	বাত্যাচুল্লি, গরম বাতাসের চুলা, চুল্লির বাইরে পরিশোধন চুল্লি এবং স্লাইডিং নল, মাফল চুল্লি।	পারমাণবিক ও মহাকাশ গবেষণা প্রকল্প।

3.2.4 যৌগিক বা কম্পোজিট উপকরণ

একটি যৌগিক বা মিশ্রিত উপকরণ হল দুই বা ততোধিক মাইক্রো উপাদানগুলির মিশ্রণ যা পরস্পর অদ্বিতীয় এবং পৃথক গঠনসম্পন্ন থাকে ও পৃথক দশা বজায় রাখে।

যৌগিক উপকরণ হল চমৎকার বহুদশা বিশিষ্ট উপকরণ যা খুব কঠিন এবং নির্দিষ্ট প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়। মৌলিক প্রকৌশল উপকরণের প্রতিটি শ্রেণী, যেমন ধাতু, বহুলক বা পলিমার এবং সিরামিকের নিজস্ব অসামান্য, স্বতন্ত্র এবং নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তা রয়েছে।

3.2.4 (A) যৌগিক পদার্থের উপাদান

পুনর্বলীয়ান সিমেন্ট কংক্রিট (আরসিসি) কাঠামোতে কংক্রিট, ধাতব রড এবং বিভিন্ন উপকরণের মিশ্রণ রয়েছে। কংক্রিট চাপসহ কিন্তু প্রসারযোগ্য নয়, আবার ধাতব রড প্রসারযোগ্য কিন্তু চাপসহ নয়। তাই কংক্রিট ম্যাট্রিক্স বা মাধ্যম হিসাবে কাজ করে এবং ধাতব রড দ্বারা শক্তিবৃদ্ধি করা হয়।

3.2.4 (B) যৌগিক উপকরণের শ্রেণীবিভাগ

কম্পোজিটগুলি প্রধানতঃ প্রাকৃতিক যৌগিক এবং সিস্টেটিক যৌগিক উপকরণে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়। প্রাকৃতিক যৌগিক উপকরণ : কাঠ হল সেলুলোজ তন্তু ও লিগনিনের তৈরী যৌগিক উপকরণ যেখানে লিগনিন সিমেন্টিং বা জোড়ক হিসেবে থাকে। মানব বা পশুর হাড় হল নরম ও শক্তিশালী প্রোটিন কোলাজেন এবং ভঙ্গুর ও শক্ত অ্যাপাটাইটের সংমিশ্রণে তৈরী যৌগিক উপকরণ।

কৃত্রিম যৌগিক উপকরণ: ম্যাট্রিক্স বা মাধ্যম এবং পুনর্বলীকরণের ধরণের উপর ভিত্তি করে, এগুলিকে আরও সূক্ষ্ম ভাবে শ্রেণিবদ্ধ করা যেতে পারে যেমন সারণী 3.11-এ দেখানো হয়েছে।

সারণী 3.11: ম্যাট্রিক্স বা মাধ্যম এবং পুনর্বলীকরণের ধরণের উপর ভিত্তি করে যৌগিক উপকরণের শ্রেণিবিন্যাস

মাধ্যম ভিত্তিক	পুনর্বলীকরণ ভিত্তিক
পলিমার ম্যাট্রিক্স কম্পোজিট	আকৃতি
ধাতব ম্যাট্রিক্স কম্পোজিট	দিকনির্দেশ
সিরামিক ম্যাট্রিক্স কম্পোজিট	বৈশিষ্ট্য

3.2.4 (C) যৌগিক উপকরণ বা কম্পোজিটের প্রয়োগ

যেহেতু যৌগিক উপকরণগুলি ওজনে হালকা এবং উচ্চ শক্তিসম্পন্ন, সেগুলি বিমান তৈরিতে বিমান শিল্পে ব্যবহৃত হয়। এই উপকরণগুলি অটোমোবাইল বা গাড়ির যন্ত্রাংশ তৈরিতেও ব্যবহৃত হয়। যৌগিক উপকরণ চিকিৎসা সহায়তা যন্ত্রের জন্য ব্যবহৃত হয়। এগুলি টেনিস এবং হকি স্টিক তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।



3.3 পলিমার বা বহুলক

পলিমার: পলিমার শব্দটি দুটি গ্রীক শব্দের সংমিশ্রণ দ্বারা প্রাপ্ত: পলি মানে অনেক এবং মার মানে একক। পলিমারের আগবিক ওজন $1000-1000000 \mu$ (mu) পরিসরে থাকতে পারে। পলিমারাইজেশন বা বহুলীভবন প্রক্রিয়া বোঝার জন্য, কিছু প্রাথমিক পরিভাষা নিচে দেওয়া হল।

মনোমার: অভিন্ন বা ভিন্ন একক যা বারবার সংযুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করে।

যেমন:

- পিভিসিতে ভিনাইল ক্লোরাইড
- নাইলন 6.6 এ হেক্সা মেথিলিন ডিয়ামিন এবং অ্যাডিপিক অ্যাসিড।

হোমোমার: একই ধরণের মনোমার থেকে উদ্ভৃত পলিমারগুলি হোমোমার নামে পরিচিত। যেমন পিভিসি

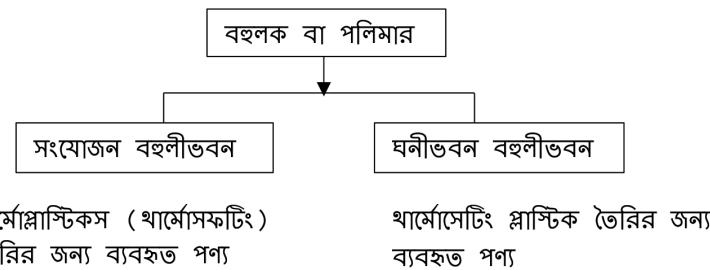
কো-পলিমার: দুটি ভিন্ন মনোমার থেকে উদ্ভৃত পলিমার কো-পলিমার নামে পরিচিত। যেমন: নাইলন 6.6

পলিমারাইজেশন: নির্দিষ্ট তাপমাত্রা, চাপ এবং অনুষ্টুকের উপস্থিতিতে, একটি বড় পলিমার অণু গঠনের জন্য মনোমার অণুগুলিকে একত্রিত বা সংযুক্ত করার প্রক্রিয়াকে পলিমারাইজেশন (বহুলীভবন) বলা হয়।

পলিমারাইজেশনের ডিশী: এটি পলিমারের গড় আণবিক ওজন এবং মনোমারের ওজনের অনুপাত।

$$\text{পলিমারাইজেশনের ডিশী} = \frac{\text{পলিমারের গড় ওজন}}{\text{মনোমারের ওজন}}$$

বহুলক বা পলিমারগুলি নিম্নরূপে বিভক্ত



3.3.1 তাপনমনীয় বা থার্মোপ্লাস্টিক এবং তাপকঠিন বা থার্মোসেটিং প্লাস্টিকের প্রস্তুতি

তাপনমনীয় প্লাস্টিক, সংযোজন বহুলীভবনের ফলে উৎপন্ন হয় আর থার্মোসেটিং প্লাস্টিকগুলি ঘনীভবন বহুলীভবনের ফলে উৎপন্ন হয়। কিছু বিক্রিয়া এবং তাদের ব্যবহার সারণি 3.12 এ দেওয়া হয়েছে।

সারণী 3.12: পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া এবং তাদের ব্যবহার

পলিমার	তৈরির পদ্ধতি	ব্যবহার
পলি ভিনাইল ক্লোরাইড (PVC)	$n \left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{Cl} \\ & \\ \text{C} & = \text{C} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right] \xrightarrow[\text{mon}]{\substack{\text{Pressure} \\ \Delta \\ \text{Catalyst}}} \left[\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{Cl} & \text{H} & \text{Cl} \\ & & & \\ \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$ <p>Monomer Vinyl Chloride</p> <p>Polymer Polyvinylchloride (PVC)</p>	জানলার ফ্রেম, ড্রেনের পাইপ, জলের পাইপ, চিকিৎসার সরঞ্জাম, মোড়ক বা প্যাকেজিং, ক্লিং ফিল্ম, ক্রেডিট কার্ড, ভিনাইল রেকর্ড, কৃত্রিম চামড়া এবং প্রলেপযুক্ত কাপড়।

<p>পলি স্টাইরিন Poly Styrene (PS)</p>	<p>Monomer Styrene</p> <p>Polymer Polystyrene</p>	<p>খাদ্য প্যাকেজিং, গৃহস্থালী যন্ত্রপাতি, ইলেক্ট্রনিক্স ভোগ্য পণ্য, নির্মাণ, অন্তরক ফেনা, প্যানেল, স্নান ঘরের সরঞ্জাম আলো, এবং জল সরবরাহের সরঞ্জাম। চিকিৎসা সামগ্ৰীৰ মধ্যে রয়েছে টিস্যু কালচাৰ ট্ৰে, টেস্ট টিউব, পেট্ৰি ডিশ, ডায়াগনস্টিক উপাদান এবং টেস্ট কিটেৰ পাত্ৰ।</p>
<p>পলি টেট্ৰা ফ্লোরো ইথিলিন (PTFE)</p>	<p>Monomer Tetra Fluoro Ethene</p> <p>Polymer PolyTetra Fluoro Ethene (PTFE)</p>	<p>নন-স্টিক রাখার পাত্ৰ, ক্ষয়াৰোধী ও নিষ্ক্রিয় পাত্ৰে এবং পাইপ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়, যন্ত্রপাতিৰ জন্য লুভ্ৰিকেন্ট, ভাল বৈদ্যুতিক নিরোধক বৈশিষ্ট্য, দাঁতেৰ গৰ্ত ভৱাট কৰাৰ অনুপান যাতে সংলগ্ন দাঁতে লেগে না যায়।</p>
<p>নাইলন 6</p>	<p>Caprolactam</p> <p>Nylon 6</p>	<p>টুথৰাশ-এৰ বিসলস, অঙ্গোপচাৱেৰ সেলাই, সুতো, দড়ি ও তস্তু, জাল, হোসিয়াৰি এবং বোনা পোশাক।</p>
<p>নাইলন 6, 6</p>	<p>Monomer Hexamethylene diamine</p> <p>Monomer Adipic acid</p> <p>Polymer Nylon 6:6</p>	<p>এয়াৱৰ্যাগ, টায়াৱ, দড়ি, পৰিবাহক বেল্ট, প্যারাসুট, সাঁতাৱেৰ পোশাক।</p>
<p>বাকেলাইট</p>	<p>Phenol</p> <p>HCHO</p> <p>Acetic acid</p> <p>Monomethylol Phenol</p> <p>Dimethylol Phenol</p> <p>Trimethylol Phenol</p> <p>Bakelite Polymer Structure:</p> <p>-CH₂OH-C(=O)-C₆H₃(OH)₂-CH₂-O-C(=O)-C₆H₃(OH)₂-CH₂-O-C(=O)-C₆H₃(OH)₂-CH₂-O-</p>	<p>বিদ্যুৎ এবং তাপেৰ উচ্চ প্ৰতিৱেৰেৰ এটি সুইচ এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, ইলেক্ট্ৰনিক্স এবং প্যানেলগুলিৰ জন্য হ্যান্ডেল তৈরি কৰতে ব্যবহৃত হয়।</p>

3.3.1 (B) প্লাস্টিকের মিশ্রণ অথবা যোগিকীকরণ

সাধারণত উৎপাদনের সময়েই প্লাস্টিকগুলি অন্যান্য পদার্থের সাথে মিশ্রিত করা হয়, যা তাদের সমাপ্ত পণ্যগুলিতে নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্য প্রদান করে।

১. **রেজিন (বাইডার):** এগুলি প্লাস্টিক তৈরির সময় যোগ করা বিভিন্ন উপাদানগুলিকে একসাথে ধরে রাখে।

২. **ফিলার:** যে পদার্থগুলি আরও ভাল কঠোরতা, প্রসার্যশক্তি, অস্বচ্ছতা, সম্পূর্ণতা ও কার্যক্ষমতা দেয়।

ফিলার দুই ধরনের।

জৈব ফিলার: কাঠের গুঁড়ো, তুলা, কাগজের মণি, প্রাফাইট, কার্বন ব্ল্যাক, গুঁড়ো রাবার

অজৈব ফিলার: অ্যাসবেস্টস, গুঁড়ো অব্র, সিলিকেট, ক্লে, ট্যালক, ZnO, PbO, BaS, CdS, এবং Fe, Pb, Cu, এবং Al এর মত ধাতুর গুঁড়ো।

৩. **প্লাস্টিসাইজার:** প্লাস্টিকের নমনীয়তা বৃদ্ধির জন্য এই পদার্থগুলি যুক্ত করা হয়।

কর্পুর: এটি প্লাস্টিকের তলের কঠোরতা বৃদ্ধি করে। ট্রায়াসিটিন শক্তি বাড়ায়। ট্রাইবিউটাইল এবং ট্রাইফেনাইল ফসফেটগুলি আগনের শিখা প্রতিরোধের জন্য ব্যবহৃত হয়।

৪. **অনুষ্টক বা অ্যাক্সিলারেটর:** এটি, ছাঁচে ফেলার সময়ে গলনীয় প্লাস্টিক গুলিকে, ত্বর্যক-সংযুক্ত অগলনীয় রূপে বহুলীভবনের বেগ বাড়ায়। H_2O_2 , বেনজেয়েল পারক্সাইড, ধাতু যেমন Pb, Ag, Cu, ZnO, অ্যামোনিয়া ইত্যাদি অনুষ্টক রূপে ব্যবহৃত হয়।

৫. **রঞ্জক পদার্থ বা কণা:** প্লাস্টিকে ব্যবহৃত রঞ্জক পদার্থ সূর্যালোকের ক্রিয়া প্রতিরোধী হওয়া উচিত। জৈব রং এবং অজৈব রঞ্জক কণা গুলি এই কাজে উপকরণ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

সারণী 3.13: থার্মোপ্লাস্টিকস এবং থার্মোসেটিং প্লাস্টিকের মধ্যে পার্থক্য

থার্মোসফটিং প্লাস্টিক (থার্মোপ্লাস্টিকস)	থার্মোসেটিং প্লাস্টিক
এগুলি সংযোজন বহুলীভবন বিক্রিয়ার উৎপাদন।	এগুলি হল ঘনীভবন বহুলীভবন বিক্রিয়ার উৎপাদন।
ন্যূনতম বা শূন্য ত্বর্যক-বন্ধন; প্রধানতঃ সরলরেখিক সংযোগ।	ত্বি-ম্যাক্রিক নেটওয়ার্কের মতো কাঠামো।
এতে থার্মোসেটিং প্লাস্টিকে উপস্থিত বন্ধনের তুলনায় দুর্বল সহযোজী বন্ধন রয়েছে।	এটিতে থার্মোপ্লাস্টিকে উপস্থিত বন্ধনের তুলনায় শক্তিশালী সহযোজী বন্ধন রয়েছে।
এটি জৈব দ্রাবক দ্রবণীয়।	জৈব দ্রাবক- মধ্যে অন্দরবণীয়।
এই প্লাস্টিকগুলি নরম, দুর্বল এবং ভঙ্গুর।	এই প্লাস্টিকগুলি শক্ত, শক্তিশালী এবং আরও ভঙ্গুর।
এটিকে অনেকবার উত্পন্ন করা যায় এবং পুনরায় আকার দেওয়া যায়।	এটি কে একবারই উত্পন্ন করা এবং আকার দেওয়া যায়।
বর্জ্য থেকে পুনরুদ্ধার করা হয়-পুনর্ব্যবহারযোগ্য।	এটি বর্জ্য থেকে পুনরুদ্ধার করা যাবে না-পুনর্ব্যবহারযোগ্য নয়।
থার্মোসফটিং প্লাস্টিকের আণবিক ওজন থার্মোসেটিং প্লাস্টিকের তুলনায় কম।	থার্মোসেটিং প্লাস্টিকের উচ্চ আণবিক ওজন রয়েছে।
উদাহরণ: পলিথিন, পিটিএফই, পলিস্টাইরিন।	উদাহরণ: নাইলন 6.6, বাকেলাইট।

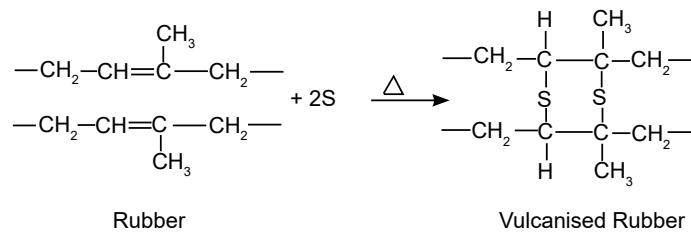
3.3.2 রাবার

ରାବାର ଏମନ ଏକଟି ପଦାର୍ථ୍ୟା ଗାଛ ଥେକେ ପ୍ରାକୃତିକଭାବେ ନିଷ୍କାଶନ କରା ଯାଯା ବା ଗବେଷଣାଗାରେ କୃତ୍ରିମଭାବେ ସଂଖ୍ଲେଷିତ ହୁଯା; ରାବାର ବଳ ପ୍ରୟୋଗେର ପର ଦୈର୍ଘ୍ୟେ ପ୍ରସାରିତ ହତେ ପାରେ ଏବଂ ବଳ ଅପ୍ସାରଣେର ପର ତାର ଆସଲ ଆକୃତି ଏବଂ ମାତ୍ରା ଫିରେ ପେତେ ପାରେ । ରାବାରେର ଏହି ଧର୍ମଟିକେ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ବଲା ହୁଯା ।

একটি রাবার অণুর আকৃতি একটি প্রিং বা কুণ্ডলীর মতো। বল প্রয়োগ করলে এটি সোজ হয়, এবং বল অপসারণের পরে, এটি তার আসল কুণ্ডলীর মতো আকৃতি ফিরে পায়।

৩.৩.৩ রাবার ভলকানাইজেশন

প্রাকৃতিক রাবার গ্রীষ্মে নরম এবং শীতকালে শক্ত। প্রাকৃতিক রাবার জল শোষণ করে, জৈব দ্বাবকে দ্রবণীয় এবং জারিত হয়। ভলকানাইজেশন প্রক্রিয়ায়, অপরিশেধিত রাবারকে সালফার (S) বা হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), বেনজেয়েল ক্লোরাইড, জিংক অক্সাইড বা স্টেরিক আসিডের সাথে 150°C পর্যন্ত উচ্চ তাপমাত্রায় উচ্চ চাপে মেশানো হয়। যোগ করা সালফার বিভিন্ন স্প্রিং-এর আকারের রাবার অণুতে দ্বৈত বন্ধন গুলির সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে এবং আন্তরাগবিক চলাচল বা স্লাইডিং প্রতিরোধ করে। এটি রাবারকে সন্তান্য বিকৃতি থেকে রক্ষা করে; ভলকানাইজড রাবার প্রচলিত, অ-ভলকানাইজড রাবারের মতো সহজে বিকৃত হয় না। ভলকানাইজ করার সময় রাবারও শক্ত হয়ে যায়, যা পরবর্তীতে তার প্রসার্য শক্তি বৃদ্ধি করে এবং ভৌতিক ক্ষতির ঝুঁকি কমায়।



সারণী 3.14: প্রাকৃতিক রাবার এবং ভলকানাইজড রাবারের মধ্যে পার্থক্য

প্রাকৃতিক রাবার	ভলকানাইজড রাবার
প্রাকৃতিক রাবার হল রাবার গাছের ল্যাটেক্স যাতে পলিমারের মিশ্রণ থাকে।	ভলকানাইজড রাবার হল সেই পদার্থ যা প্রাকৃতিক রাবারের ভলকানাইজেশনের পরে তৈরি হয়।
দুধের মত একটি কোলয়েডাল তরল।	বহুলক শৃঙ্খলের মধ্যে ত্বরিক-সংযোগ সম্পন্ন একটি শক্ত রাবার উপকরণ।
কম ইলাস্টিক।	বেশি ইলাস্টিক।
ভারবহুন ক্ষমতা কম।	উচ্চ ভারবহুন ক্ষমতা।
কেবলমাত্র লস্থা আইসোপ্রিন শৃঙ্খল।	এতে দুটি ভিন্ন স্তর জুড়ে একটি সি-এস-সি শৃঙ্খল সহ একটি দীর্ঘ আইসোপ্রিন শৃঙ্খল রয়েছে।

3.3.4 রাবারের ব্যবহারিক প্রয়োগ

স্থিতিশীলকতা, শক্তি এবং বলিষ্ঠতার কারণে এটি রাবার ব্যাস, বাইসাইকেল, অটোমোবাইল তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়। চমৎকার ঘরণ প্রতিরোধের কারণে, পরিবাহক বেল্ট তৈরির জন্য ব্যবহৃত, ভারী যন্ত্রপাতির অভিঘাত-প্রতিরোধী ধারক তৈরীর জন্যেও ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক প্রতিরোধের কারণে, বিদ্যুৎ নিরোধক হিসাবে রাবার তার, প্লাগ, স্কেট, ব্যাটারির আধার, এই সবে ব্যবহৃত হয়। রাসায়নিক প্রতিরোধের কারণে, এটি রাসায়নিক শিল্পে ব্যবহৃত ধাতব ট্যাঙ্কের আস্তরণ তৈরিতেও ব্যবহৃত হয়। পেট্রল, খনিজ তেল এবং কিছু দ্রাবকের প্রতি রাসায়নিক প্রতিরোধের কারণে, তাদের সংবহণের জন্য রাবারের হোস পাইপ ব্যবহার করা হয়। এর কঠোরতার কারণে, রাবার গ্যাসকেটগুলি বিভিন্ন ধরণের সরঞ্জাম যেমন রেফ্রিজারেটর এবং ক্যাবিনেটের দরজা, প্রেসার কুকার, অটোক্লেভ ইত্যাদিতে ও জল নিরোধী ঢাকনা হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

ইউনিটের সারাংশ

- সমস্ত আকরিক খনিজ, কিন্তু সব খনিজ আকরিক নয়।
- ধাতুবিদ্যার সাধারণ নীতি হল-

আকরিক চূর্ণন এবং পেষণ, আকরিকের ঘনীকরণ, ঘনীভূত আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন, অশুল্ক ধাতুর পরিশোধন বা বিশুদ্ধিকরণ।
- আকরিকের ঘনীকরণের জন্যে, অভিকর্ষীয় পৃথকীকরণ, ফেনা বিভাসন বা ফ্রেথ ফ্লোটেশন ও চুম্বকীয় পৃথকীকরণ পদ্ধতি নিযুক্ত করা হয়। ঘনীভূত আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনে দুটি ধাপ জড়িত - যথাঃ ঘনীভূত আকরিককে তার অক্সাইডে রূপান্তর করা এবং বিজারণ প্রক্রিয়া দ্বারা অক্সাইডকে ধাতুতে রূপান্তর করা।
- বাত্যাচুলি বা ব্লাস্ট ফার্নেসে অক্সাইড আকরিক বিজারণ সহ বিভিন্ন ধাপে হেমাটাইট আকরিক থেকে লোহাতে পরিণত করা হয়।
- বক্সাইট আকরিক থেকে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন করা হয়।
- খড়ি ও মাটি থেকে তৈরি সিমেন্ট জলের সংস্পর্শে শক্ত হয়ে যায় এবং যখন শক্ত হয় তখন পোর্টল্যান্ড পাথরের মতো দেখতে হয়।
- কাঁচ হল একটি নিরাকার, শক্ত, ভঙ্গুর, স্বচ্ছ বা অর্ধ-স্বচ্ছ, অতিশীতল বা সুপারকুলড তরল যার অসীম সামৃদ্ধি ও যার কোন নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নেই; এটি বেশ কয়েকটি ধাতব সিলিকেট বা সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং সীসার বোরেট -এর মিশ্রণকে গলিয়ে পাওয়া যায়।
- তাপসহ পদার্থ হল আঁজের অধাতব পদার্থ যা, গলিত ধাতুমল, ধাতু এবং গ্যাসের সংস্পর্শে থাকলেও কোনোরকম বিকৃতি অর্থাৎ ভোঠ-রাসায়নিক পরিবর্তন না করে উচ্চ তাপমাত্রা সহ্য করে।
- একটি যৌগিক উপকরণ হল দুই বা ততোধিক মাইক্রো উপাদানের মিশ্রণ যা পরম্পর অদ্বিতীয়, গঠনে পৃথক অবস্থায় থেকে পৃথক দশা গঠন করে।
- যখন মনোমার অণুগুলি একটি দীর্ঘ শৃঙ্খল গঠনের জন্য তাপমাত্রা চাপ অনুষ্টুক ইত্যাদির উপস্থিতিতে বারবার সংযোজিত হয়, এবং জল, অ্যামোনিয়া এবং অ্যালকোহলের মতো সরল অণুগুলি বাদ না দিয়ে একটি উচ্চ আণবিক ওজন যৌগ তৈরী করে, তাকে সংযোজন পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া বলে।
- যখন মনোমার অণুগুলি তাপমাত্রার চাপ অনুষ্টুকের উপস্থিতিতে একত্রিত হয়ে একটি দীর্ঘ শৃঙ্খল তৈরি করে, উচ্চ আণবিক ওজনের যৌগটি তৈরী হবার সময়ে জল, অ্যামোনিয়া এবং অ্যালকোহলের মতো সরল অণু বের করে দেয়, তখন তাকে ঘনীভবন পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া বলে।

- ৱারার এমন একটি পদাৰ্থ যা প্ৰাকৃতিকভাৱে গাছ থেকে বেৰ কৰা যায় বা পৱীক্ষাগাৰে সংশ্লেষিত কৰা যায়। বল প্ৰয়োগেৱ
পৰ এটি দৈৰ্ঘ্যে প্ৰসাৰিত হতে পাৰে এবং বল অপসাৱণেৱ পৰ তাৰ আসল আকৃতি এবং মাত্ৰা ফিৰে পেতে পাৰে।
- ভলকানাইজেশন প্ৰক্ৰিয়ায়, অপৱিশোধিত ৱারার সালফাৱ (S) বা হাইড্ৰোজেন সালফাইড H_2S বা বেনজয়েল ক্লোৱাইডেৱ
সাথে $150^{\circ}C$ পৰ্যন্ত উচ্চ তাপমাত্ৰায় উচ্চ চাপে মিশ্ৰিত হয়।

অনুশীলনী

- নিম্নলিখিত আকৱিকেৱ ৱাসায়নিক সংকেত লেখ : i) ডলোমাইট ii) মাইকা iii) হেমাটাইট iv) রুবি কপাৱ v) বক্সাইট
vi) কৱণাম
- ধাতুবিদ্যাৱ পদ্ধতি গুলিতে জড়িত বিভিন্ন ধাপগুলি তাৰেৱ সংক্ষিপ্ত বিবৱণ সহ তালিকা আকাৱে লেখ।
- আকৱিক থেকে ধাতু উত্তোলনেৱ বিভিন্ন ধাপ ব্যাখ্যা কৰ।
- ধাতু পৱিশোধনেৱ জন্য তাৰ তড়িৎ বিশ্লেষণীয় (ইলেক্ট্ৰোলাইটিক) পৱিশোধন বৰ্ণনা কৰ।
- অ্যালুমিনো-তাপীয় পদ্ধতি ব্যাখ্যা কৰ ও তাৰ ব্যবহাৱেৱ উদ্দেশ্য লেখ।
- হেমাটাইট থেকে লোহা নিষ্কাশনেৱ জন্য বাত্যাচুল্লিং (ল্লাস্ট ফাৰ্নেসে) গলানোৱ প্ৰক্ৰিয়াটি চিত্ৰে সাহায্যে বৰ্ণনা কৰ।
- বাত্যাচুল্লিতে আয়ৱন অক্সাইড বিজাৱণেৱ জন্য বিভিন্ন তাপমাত্ৰায় সংঘটিত বিক্ৰিয়া লেখ।
- বক্সাইট থেকে অ্যালুমিনিয়াম উত্তোলনেৱ জন্য বায়াৱেৱ প্ৰক্ৰিয়া বৰ্ণনা কৰ।
- সংকৰায়নেৱ উদ্দেশ্য তালিকা ভুক্ত কৰ।
- তাৰা, লোহা এবং অ্যালুমিনিয়ামেৱ নিম্নলিখিত সংকৰণগুলিৱ উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহাৱ লেখ: i) পিতল ii)
অ্যালুমিনিয়াম-ৱোঞ্জ iii) স্টেইনলেস স্টিল iv) ক্ৰেম ভ্যানেডিয়াম স্টিল v) ডুৱালুমিন vi) নিকেলয়
- পোর্টল্যান্ড সিমেন্টেৱ উপাদানগুলি তাৰেৱ শতাংশ সহ লেখ।
- পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট জমাট বাঁধাৱ প্ৰক্ৰিয়া লেখ।
- কঁচেৱ বিভিন্ন ধৰণ গুলি এবং তাৰেৱ ব্যবহাৱ সাৱণিৱ আকাৱে লেখ।
- উপাদান, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহাৱেৱ ভিত্তিতে তাপসহ বস্তুগুলিৱ মধ্যে প্ৰকাৱভেদ কৰ।
- নিমোক্ত বহলক গুলিৱ প্ৰস্তুতিৱ পদ্ধতি, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহাৱ লেখ i) PVC ii) PS iii) বাকেলাইট
- থাৰ্মোপ্লাস্টিক এবং থাৰ্মোসেটিং প্লাস্টিকেৱ মধ্যে পাৰ্থক্য কৰ।
- ৱারার ভলকানাইজেশনেৱ প্ৰক্ৰিয়া লেখ।

ব্যবহাৱিক পৱীক্ষা

1. Percentage of Iron in Haematite

বিৰুতি

স্ট্যান্ডাৰ্ড $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বাৰা হেমাটাইট আকৱিকেৱ মধ্যে লোহাৰ শতাংশ নিৰ্ণয় কৰো।

গুরুত্ব

ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারদের ধাতু শিল্পে কাজ করতে হয়। ধাতুর বৈশিষ্ট্যগুলির উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরণের প্রয়োগের জন্য এর ধাতব গঠন চিহ্নিত করতে তাদের আকরিক বিশ্লেষণ করতে হবে। টাইট্রেশন ব্যবহার করে প্রদত্ত আকরিকের মধ্যে লোহার পরিমাণ নির্ধারণ, ব্যাপকভাবে শিল্প প্রকৌশল সমস্যার সমাধানের জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

হেমাটাইট হল লোহার একটি গুরুত্বপূর্ণ আকরিক। প্রদত্ত আকরিক নমুনায় আয়রন নির্ধারণের জন্য, আকরিকের নমুনা পাতলা HCl বা H_2SO_4 তে দ্রবীভূত হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্নের সাথে লোহা ফেরিক বা লোহ লবণের দ্রবণে রূপান্তরিত হয়। Fe^{3+} কে Fe^{2+} এ রূপান্তর করার জন্য ব্যবহৃত বিজারক গুলি হল ধাতব দস্তা বা স্ট্যানাস ক্লোরাইড। দ্রবণে উপস্থিত Fe^{2+} কে স্ট্যান্ডার্ড $KMnO_4$ দ্রবণ দিয়ে প্রশমন করে নির্ধারণ করা যায়।



ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: ইলেকট্রনিক ব্যালেন্সে প্রদত্ত নমুনাটি সঠিকভাবে ওজন করো।

PrO2: নমুনা দ্রবণ প্রস্তুত করো।

PrO3: মোলারিটি সমীকরণ ব্যবহার করে প্রদত্ত অ্যাসিড বা বেসের শক্তি বা গাঢ়ত্ব গণনা করো।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক এবং কাচের সরঞ্জাম

- কেমিক্যাল: $KMnO_4$, H_2SO_4 , জিংক দানা, নমুনা আকরিক উপাদান, অক্সালিক এসিড, HCl
- কাঁচের জিনিসপত্র: বুরেট, (50 mL), পিপেট (10 mL), গোলতলা কাঁচকুপি বা রাউন্ড বটম ফ্লাস্ক (250 mL), তার জালি, শক্ত কুপি বা কনিকাল ফ্লাস্ক (100 mL), ঘনায়তন ফ্লাস্ক (250 mL)

নিরাপত্তা মূলক সতর্কতা

- পরীক্ষাগারে কাজ করার সময় মুখোশ (মাস্ক), দস্তানা (গ্লাভস) এবং আবরণী (অ্যাপ্রন) ব্যবহার কর।
- কাঁচের জিনিস এবং রাসায়নিক গুলি সাবধানে নাড়াচাড়া কর।
- তুলায়ন্ত্রের ভিতরে কখনও রাসায়নিক ছড়াবে না।
- গরম করার সময় ফ্লাস্কটি ঢেকে রাখ।
- ফ্লাস্কের ত্রুমাগত ঝাঁকুনির সাথে, বুরেট থেকে ফেঁটা ফেঁটা করে দ্রবণ যোগ কর।
- অন্তিম -বিন্দুতে রঙ পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করার জন্য সাদা টাইলের উপর শক্ত ফ্লাস্ক রাখ।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

পার্ট A - নমুনা দ্রবণের প্রস্তুতি

- আকরিকের 1 g ওজন করো এবং এটি 250 mL গোলতলা ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো।
- গোলতলা ফ্লাস্কে 100 mL পাতলা H_2SO_4 যোগ করো এবং নমুনা সম্পূর্ণ দ্রবীভূত না হওয়া পর্যন্ত তারের জালির ওপর রেখে অক্স গরম করো।
- নমুনা দ্রবীভূত হলে জিংকের কয়েকটি দানা যোগ করো।

4. এটি ঠাণ্ডা করো এবং 250 mL ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো, পাতিত জল ব্যবহার করে দ্রবণটিকে অঙ্কিত দাগ পর্যন্ত পাতলা করো।

পার্ট B: $KMnO_4$ এর আদর্শীকরণ (স্ট্যান্ডার্ডাইজেশন)

- 0.1 N $KMnO_4$ প্রস্তুত করো [পূর্বোক্ত পরীক্ষা 1 বিভাগ 1.3 স্বাভাবিক দ্রবণ প্রস্তুতি দেখো]
- শঙ্কু-ফ্লাস্কে 10 mL 0.1N অক্সালিক অ্যাসিড পিপেটের সাহায্যে বের করে রাখো।
- 10 mL পাতলা H_2SO_4 ঘোগ করো এবং দ্রবণ $70^\circ C$ পর্যন্ত গরম করো
- আগে তৈরী করা $KMnO_4$ দ্রবণের বিপরীতে এই দ্রবণ টি হালকা গোলাপী রং না আসা পর্যন্ত টাইট্রেট করো
- পরপর তিনটি মানের জন্য পদ্ধতিটি পুনরাবৃত্তি করো।

পার্ট - C: লোহার শক্তকরা হার নির্ধারণ

- আদর্শীকৃত $KMnO_4$ দ্রবণ দিয়ে ব্যুরেটেটি ধূয়ে ফেলো এবং পূরণ করো।
- শঙ্কু-ফ্লাস্কে নমুনা দ্রবণের 10 mL পিপেট দ্বারা বের করো। পাতলা H_2SO_4 দ্রবণ 10 mL ঘোগ করো
- হালকা গোলাপী রং না আসা পর্যন্ত এই নমুনা দ্রবণ টিকে স্ট্যান্ডার্ড $KMnO_4$ দ্রবণের বিপরীতে টাইট্রেট করো।
- পরপর তিনবার এই পদ্ধতিটি পুনরাবৃত্তি করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

পর্যবেক্ষণ সারণী

KMnO ₄ এর আদর্শীকরণ			লোহার শতাংশ নির্ণয়		
ক্রমিক নং	পর্যবেক্ষণ	মান	ক্রমিক নং	পর্যবেক্ষণ	মান
1	ব্যুরেটের মধ্যে দ্রবণ		1	ব্যুরেটের মধ্যে দ্রবণ	
2	পিপেট দ্বারা নেওয়া দ্রবণ		2	পিপেট দ্বারা নেওয়া দ্রবণ	
3	ব্যবহৃত নির্দেশক বা সূচক		3	ব্যবহৃত নির্দেশক বা সূচক	
4	অস্তিম-বিন্দু		4	অস্তিম-বিন্দু	

সারণী 1: $KMnO_4$ এর আদর্শীকরণ

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ক্ষারের ঘনায়তন (VB) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR-IBR)					

সারণী 2: লোহার শতাংশ নির্গয়

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ক্ষারের ঘনায়তন (VB) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR -IBR)					

ଗଣା

KMnO₄ এর আদর্শীকরণ

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

N_1 = অক্সালিক এসিডের স্বাভাবিকতা $0.1N$

V_1 = অক্সালিক এসিডের ঘনায়তন 10mL

N_2 = KMnO₄ এর স্বাভাবিকতা

V_2 = টেবিল 1 থেকে নেওয়া $KMnO_4$ এর ঘনায়তন

N₂=

ଲୋହାର ଶତାଙ୍କ ନିର୍ଧାରଣ

ধাপ ১: $1000\text{mL}_1 (\text{N}) \text{KMnO}_4 = 56\text{g লোহা}$

$V_3 mL N_2(N) KMnO_4 = \dots \dots \dots (y) g$ লোহা

ধাপ 2: আকরিক নমুনার দ্রবণের $10\text{ mL} = y\text{ g}$ লোহা

আকরিক নমুনার $250\text{mL} = y \times 25 \text{ g লোহা} = \dots \times 25 = \dots \text{ (z) g লোহা}$

ধাপ ৩: 1 g নমুনা = (z) g লোহা

100 g ନମୁନା = g ଲୋହ

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

১. হেমাটাইট আকরিক নমুনায় লোহার শতাংশ =%

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমনা প্রশ়ঙ্গলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে।

1. আকরিক দ্রবীভূত করার পদ্ধতি লেখো।
 2. লোহার বিভিন্ন আকরিকের নাম দাও।
 3. $KMnO_4$ এর আদর্শীকরণের পদ্ধতি উল্লেখ করো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব বিয়োজী বা বায়োডিপ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
KMnO ₄ এর দ্রবণ প্রস্তুত করা এবং আদর্শীকরণ	30		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

2. আয়োডোমেট্রিক পদ্ধতিতে পাইরাইট আকরিকের মধ্যে তামার পরিমাণ অনুমান

বিবৃতি: তামার তামার পরিমাণের আয়োডোমেট্রিক অনুমান।

গুরুত্ব

ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারদের বিভিন্ন ধাতু শিল্পে কাজ করতে হয়। গুণমান নিশ্চিত করতে এবং বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহারের জন্য ধাতুর গঠন জানতে তাদের আকরিক বিশ্লেষণ করতে হয়। আয়োডোমেট্রিক অনুমান ব্যবহার করে প্রদত্ত আকরিক নমুনার দ্রবণে তামার পরিমাণ নির্ণয়, উপকরণের শক্তি নির্ধারণ এবং প্রকৌশল সমস্যার সমাধানের জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।

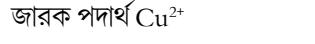
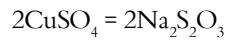
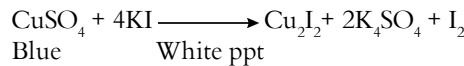
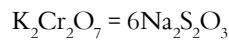
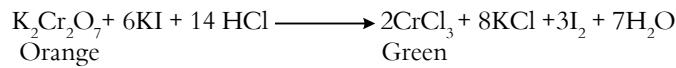
ପ୍ରାମଣ୍ଡିକ ତତ୍ତ୍ଵ

নমনীয়তা, বৈদ্যুতিক এবং তাপ পরিবাহিতার কারণে, তামা বৈদ্যুতিক পরিবাহী, সুইচ, ট্রান্সফরমার এবং টেলিযোগাযোগ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। অতএব তামার নিষ্কাশন এবং শতাংশ গণনা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। আয়োডোমেট্রিক টাইট্রেশনের মাধ্যমে তামার পরিমাণ আনুমানিক নির্ধারণ করা যেতে পারে যেখানে জারক বস্তু আয়োডিন যোগ থেকে আয়োডিনকে মুক্ত করে এবং তাকে বিজ্ঞাক পদার্থের আদর্শ দ্রবণ দিয়ে টাইট্রেট করা হয়; একে পরোক্ষ বা ব্যাক টাইট্রেশন বলে।

এই টাইট্রেশনে আয়োডিন, Cu^{2+} জারক দ্বারা মুক্ত হয়, যা বিজারক সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ দিয়ে, সূচক হিসাবে স্টার্চ ব্যবহার করে, টাইট্রেট করা হয়।

অল্পীয় মাধ্যমের পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ এবং পটাসিয়াম ডাইক্রেমেট দ্রবণের মধ্যে বিক্রিয়া আয়োডিনকে মুক্ত করে।

সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ (হাইপো) মুক্ত হওয়া আয়োডিন কে বিজারিত করে আয়োডাইডে পরিণত করে।



ମ୍ୟାଗିରିକୁଲ୍ଚରଲ ପାଦାଧ ନାମ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

ব্যবহারক ফলাফল (PrOs)

PrO1: তামার পারমাণের আনুপ্তাতক।

PrO2: তামার নমুনা দ্রবণ প্রস্তুত করো।

- রাসায়নিক সরঞ্জাম (AR গ্রেড) পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$), সোডিয়াম থায়োসালফেট ($Na_2S_2O_3$)।
কাচের সরঞ্জাম (বেলেমিল): ফিল্মপ্রার্ট স্নাইকেল ফাস্ট ফ্রেন্ডল প্রেস্টি বেলেল শীকোর স্নাইকেল।

Digitized by srujanika@gmail.com

ନିବାଲା ପାତ୍ର ମାତ୍ରା

১. পরীক্ষাগারে কাজ করার সময় মুখোশ (মাস্ক), দস্তানা (গ্লাভস) এবং আবরণী (অ্যাথ্রন) ব্যবহার কর।
 ২. কাঁচের জিনিস এবং রাসায়নিকগুলি সাবধানে নাড়াচাঢ়া কর।
 ৩. তলায়ন্ত্রের ভিতরে কখনও রাসায়নিক ছড়াবে না।

4. সূচকটি খোলা অবস্থায় রাখবে না কারণ এতে আলকোহল রয়েছে যা বাষ্পীভূত হয়।
5. রাসায়নিক এবং সূচকগুলি নাড়াচাড়া করার সময়, লক্ষ্য রাখ উচিত যাতে এটি তোমার হাতে ছড়িয়ে না পড়ে।

প্রস্তুতি পদ্ধতি

তামার আদর্শ নমুনা প্রস্তুত করা (পিতল বা ব্রাস দ্রবণ / পরীক্ষার জন্যে দ্রবণ)

1. ব্যবহারের আগে কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো।
2. তামার নমুনার 1g ওজন করো, এটিতে 1 : 1 HNO₃ : পরীক্ষার দ্রবণ মিশিয়ে মিশণটি ফুটিয়ে নিন যতক্ষণ পর্যন্ত না পিতল সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়।
3. দ্রবীভূত NO₂ সম্পূর্ণরূপে বের করে দিতে 1 g ইউরিয়া যোগ করো। সাদা বাষ্প না দেখা পর্যন্ত ফোটান।
4. গভীর নীল রং না দেখা পর্যন্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করো।
5. হালকা নীল রং না আসা পর্যন্ত এসিটিক অ্যাসিড যুক্ত করো। এটি অ্যাসিড প্রশমনের জন্য যোগ করা হয়। আয়োডিন মুক্তির জন্য, সামান্য অঞ্চল পরিবেশ প্রয়োজন।
6. বিক্রিয়ক মিশণ 250mL স্ট্যান্ডার্ড ভলুমেট্রিক ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো এবং পাতিত জল দিয়ে অক্ষিত চিহ্ন পর্যন্ত পাতলা করো।

250mL 0.1(N) (0.1/6M) পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ প্রস্তুত করা:

পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের আয়তন (v) = 250mL

পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের শক্তি M = 0.1/6 M

পটাসিয়াম ডাইক্রোমেটের মোলার ভর (K₂Cr₂O₇) = 294 g mol⁻¹

$$250\text{mL } 0.1/6 \text{ M দ্রবণ তৈরির জন্য } K_2Cr_2O_7 \text{ এর ওজন} = \frac{\text{মোলারিটি} \times \text{ঘনায়তন} \times \text{মোলার ভর}}{6 \times 1000} = 1.225 \text{ g}$$

1. ইলেকট্রনিক ওজন যন্ত্র বা তুলাদণ্ড ব্যবহার করে সঠিকভাবে 1.225 g পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ওজন করো।
2. স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কে কঠিন পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট স্থানান্তর করো।
3. প্রায় 100mL পাতিত জল যোগ করো এবং কঠিন পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবীভূত করো।
4. দ্রবণটিকে ফ্লাস্কে অক্ষিত চিহ্ন পর্যন্ত পাতিত জল দিয়ে পাতলা করো অর্থাৎ অর্থাৎ 250 mL পর্যন্ত।

0.1 (N) সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ প্রস্তুত করা

1. সঠিকভাবে 6.2 g সোডিয়াম থায়োসালফেট ওজন করো।
2. তার্জ একটি পরিষ্কার 250 mL স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কে ওজন করা সোডিয়াম থায়োসালফেট স্থানান্তর করো।
3. প্রায় 100 mL পাতিত জল যোগ করো এবং কঠিন সোডিয়াম থিওসালফেট দ্রবীভূত করো।
4. দ্রবণটিকে ফ্লাস্কে অক্ষিত চিহ্ন পর্যন্ত পাতিত জল দিয়ে পাতলা করো অর্থাৎ অর্থাৎ 250 mL পর্যন্ত।

পদ্ধতি

ধাপ 1: পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের আদর্শীকরণ বা মানকায়ন

1. 20 mL পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণকে শক্ত- ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে বের করে নাও।
2. সেই ফ্লাস্কে 10 mL 20% KI দ্রবণ যোগ করো যেখানে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ রয়েছে।

3. এবার সেই একই ফ্লাস্ক-এ 5 mL গাঢ় HCl যোগ করো।
4. ওয়াচগ্লাস দিয়ে শক্তি-ফ্লাস্কটি ঢাকা দাও এবং সেটি অন্ধকার জায়গায় 5 মিনিটের জন্য রাখো।
5. ইতিমধ্যে সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ (হাইপো সলিউশন) দিয়ে ব্যুরেটটি ধূয়ে পরিষ্কার করো এবং তাতে থায়োসালফেট দ্রবণ ভর্ন।
6. অন্ধকারে রাখা অবস্থায় শক্তি-ফ্লাস্কে 150 mL পাতিত জল যোগ করো।
7. সোডিয়াম থায়োসালফেটের সাহায্যে এই দ্রবণটি টাইট্রেট করো যতক্ষণ না এটি ফ্যাকাশে হলুদ হয়ে যায়।
8. এবার সূচক হিসাবে 2 mL স্টার্ট বা শেতসার দ্রবণ যোগ করো।
9. সমাধান স্বচ্ছ সবুজ না হওয়া পর্যন্ত টাইট্রেশন চালিয়ে যাও।
10. সবুজ হবার মুহূর্তে ব্যুরেটের মান নোট করো - এটি ই টাইট্রেশনের অন্তিম বিন্দু

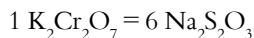
ধাপ 2: তামার শতাংশ নির্ধারণ

1. 20 mL তামার দ্রবণ পিপেটের সাহায্যে বের করো।
2. তামার দ্রবণে কয়েক ফোঁটা অ্যামোনিয়া দ্রবণ যোগ করো যতক্ষণ না তা ঘোলা হয়ে যায় (অধঃক্ষেপ গঠন করে)
3. এবার সেই তামার দ্রবণে কয়েক ফোঁটা অ্যাসিটিক অ্যাসিড যোগ করো যতক্ষণ না এটি সমস্ত অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করে।
4. 20% KI দ্রবণের 10 mL যোগ করো।
5. ওয়াচ গ্লাস দিয়ে শক্তি-ফ্লাস্কটি ঢেকে রাখো এবং সেটি ফ্লাস্কটি 5 মিনিটের জন্য অন্ধকার জায়গায় রাখো।
6. 100 mL পাতিত জল যোগ করো।
7. ব্যুরেটে নেওয়া সোডিয়াম থায়োসালফেটের সাহায্যে এই দ্রবণটি টাইট্রেট করো যতক্ষণ না এটি ফ্যাকাশে হলুদ হয়ে যায়।
8. ফ্যাকাশে হলুদ দ্রবণে 2 mL স্টার্ট দ্রবণ যোগ করো (রঙ ফ্যাকাশে হলুদ থেকে গাঢ় নীল/বেগুনী অধঃক্ষেপে পরিবর্তিত হয়)।
9. সোডিয়াম থায়োসালফেট দিয়ে টাইট্রেশন চালিয়ে যান যতক্ষণ না রঙ গাঢ় নীল থেকে দুধসাদা দ্রবণে পরিবর্তিত হয়
10. 20 mL 2% সোডিয়াম থায়োসায়ানেট দ্রবণ যোগ করো।
11. এটিকে সাদা অধঃক্ষেপ না হওয়া পর্যন্ত টাইট্রেট করো।
12. টাইট্রেশনের অন্তিম বিন্দু লক্ষ্য করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

পর্যবেক্ষণ সারণি 1: পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের মানকায়ন

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ঘনায়তন (V_x) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR - IBR)					



$M_1 = 0.1M$, $V_1 = 20 \text{ mL}$, $n_1 = 1$; $M_2 = ?$ $V_2 = V_x$, $n_2 = 6$

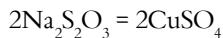
$$\frac{M_1 V_1}{n_1} = \frac{M_2 V_2}{n_2}$$

$$M_2 = \frac{\frac{M_1 \times V_1 \times n_2}{n_1 \times n_2}}{6 \times \text{Burette reading } V_x} = \frac{0.1 \times 20 \times 6}{6 \times \text{Burette reading } V_x} = \frac{2}{\text{Burette reading } V_x} = \dots$$

হাইপো দ্রবণের মোলারিটি (M_{hypo}) = M

পর্যবেক্ষণ সারণী 2: তামার শতাংশ নির্ধারণ

ব্যুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	ঘনায়তন (V_y) = গড় পার্থক্য = $(1+2+3)/3$
প্রাথমিক ব্যুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত ব্যুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR - IBR)					



$M_2 = M_{\text{hypo}}$, $V_2 = \text{Constant burette reading } (V_y)$, $n_2 = 2$; $M_3 = ?$ $V_3 = 20 \text{ mL}$, $n_3 = 2$

$$\frac{M_2 V_2}{n_2} = \frac{M_3 V_3}{n_3}$$

$$\frac{M_2 \times V_2 \times n_2}{n_2 \times n_3} = \frac{M_{\text{hypo}} \times \text{burette reading } (V_y) \times n_3}{n_2 \times V_3}$$

$$= \frac{M_{\text{hypo}} \times \text{burette reading } (V_y) \times 2}{2 \times 20} = \dots$$

Molarity of copper Cu^{2+} solution = $M_3 = \dots$ M

$$\text{Amount of Cu}^{2+} \text{ in } 100 \text{ mL solution} = \frac{M_3 \times \text{Atomic weight of copper} \times 100}{1000}$$

$$= \frac{M_3 \times 63.5 \times 100}{1000} = \dots$$

Amount of Cu^{2+} in 100 mL solution = z = $M_3 \times 6.35$

1 g sample = z g Cu

100 g sample = $z \times 100 = \dots \times 100 = \dots$

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

1. প্রদত্ত নমুনায় উপস্থিত তামার শতাংশ হল = %

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

.....

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে।

- নমুনার দ্রবণে অ্যামোনিয়া যুক্ত হওয়ার ফলে যে রাসায়নিক সৃষ্টি হয় তা দূর করো।
- আকরিকের নমুনায় KI যুক্ত করে আয়োডিন যুক্ত হলে রঙটি বল।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিযোজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
দ্রবণ তৈরিতে নির্ভুলতা	15		মৌখিক পরীক্ষা	10		
টাইট্রেশন প্রক্রিয়া এবং অস্তিম বিন্দু চিহ্নিতকরণ	20		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	15					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

3. কালারমিটার ব্যবহার করে প্রদত্ত সিমেন্টের নমুনায় লোহার পরিমাণ নির্ধারণ

বিবৃতি

কালারমিটার ব্যবহার করে প্রদত্ত সিমেন্টের নমুনায় লোহার পরিমাণ নির্ধারণ করো।

গুরুত্ব

সিমেন্ট একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ নির্মাণ উপকরণ, যার চমৎকার জমাট বাঁধার বৈশিষ্ট্য রয়েছে। প্রায় প্রতিটি নির্মাণ কাজে সিমেন্টের প্রয়োজন হয় তাই এর গঠন জানা ইঙ্গিনিয়ার এবং প্রযুক্তিবিদদের কাছে খুবই আগ্রহের বিষয়। সিমেন্ট-এর উপাদানগুলির কার্যকারিতা জানা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সিমেন্ট উৎপাদনের সময় উপাদানটির পরিমাণ পরিবর্তন করে, সিমেন্টের কঙ্কিত গুণমান অর্জন করা যেতে পারে।

লোহা মানবদেহের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। এটি অক্সিজেন সরবরাহকারী প্রোটিন, হিমোগ্লোবিনে পাওয়া যায়। সিমেন্টে থাকা লোহা এতে রঙ দেয়। এটি ফ্লাক্স বা বিগলক হিসেবেও কাজ করে। খুব উচ্চ তাপমাত্রায়, এটি ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনো-ফেরাইট গঠন করে। ক্যালসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়ামের সাথে এটি সিমেন্টের কঠোরতা এবং শক্তি প্রদান করে। তাই সিমেন্টে লোহার উপাদান নির্ধারণ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

রঙমিতি বা কালারমেট্রি হল রঙিন দ্রবনে পদার্থের গাঢ়ত্ব বের করার জন্য ব্যবহৃত কৌশল যেমন ফটোকালারমিটার বা স্পেকট্রোফোটোমিটার। স্পেকট্রোফোটোমেট্রিক পদ্ধতির ভিত্তি হল দ্রবণ দ্বারা বিকিরণ শোষণ এবং দ্রবণে উপস্থিত রাসায়নিকের গাঢ়ত্বের মধ্যে সহজ সম্পর্ক। যখনই একরঙা আলো (একক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো) একটি রঙিন দ্রবণে প্রেরণ করা হয়, তখন কিছু পরিমাণ বিকিরণ শোষিত হয় এবং অবশিষ্ট অংশ বিচ্ছুরিত হয়। 'I₀' আপত্তি বিকিরণের তীব্রতা নির্দেশ করে এবং 'I' বিচ্ছুরিত বিকিরণের তীব্রতা নির্দেশ করে। C হল দ্রবণের ঘনত্ব এবং L হল কিউভেটের এর আলোকী পথের দৈর্ঘ্য। যখন একরঙা আলো রঙিন দ্রবণের মধ্য দিয়ে যায় তখন শোষণ দৃশ্যমান অঞ্চলে ঘটে। গাঢ়ত্বের বৃদ্ধির সাথে শোষণ বৃদ্ধি পায়, এবং বিচ্ছুরণ হ্রাস পায়। আবার এক ই গাঢ়ত্বে যখন পথের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তখনও শোষণ বৃদ্ধি পায়।

ব্যবহারিক ফলাফল (PROS)

PRO1: এবং

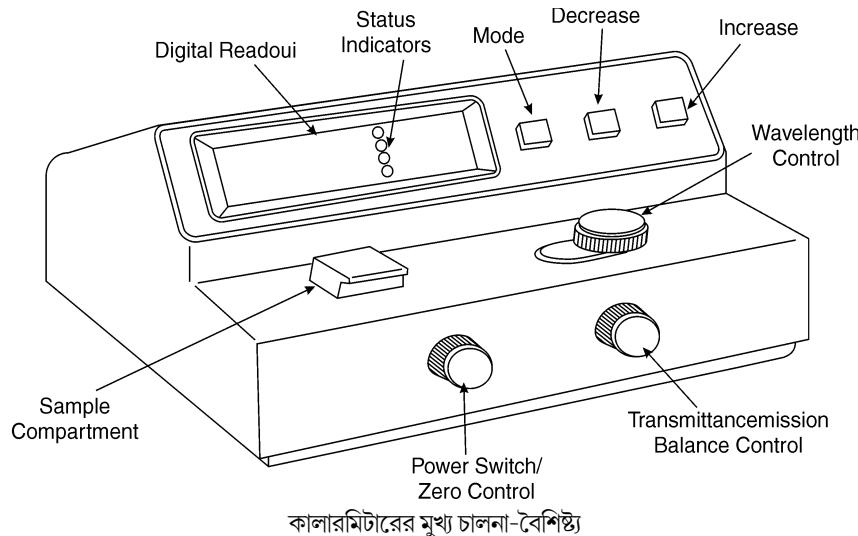
PRO2: P-1 এর মতো

PRO3: স্পেকট্রোফোটোমিটার ব্যবহার করে সিমেন্ট এবং অন্যান্য অজানা নমুনায় লোহার পরিমাণ নির্ধারণ করো।

PRO4: লেখচিত্রে লোহার গাঢ়ত্ব চিহ্নিত করো।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অঙ্কন / ক্ষেত্র / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)

একটি আলোর উৎস (ল্যাম্প), ফিল্টার, কিউভেট এবং আলোক সংবেদনশীল ডিটেক্টর সমন্বিত কালারমিটার যা আপত্তি এবং প্রেরিত আলো পরিমাপ করে। একটি কালারমিটারে একটি আলোক-কোষ বা ফোটোসেল থাকে যা পরীক্ষাধীন দ্রবণের মধ্য দিয়ে যাওয়া আলোর পরিমাপ করতে সক্ষম। ফোটোসেল দ্বারা উৎপন্ন বিদ্যুতের পরিমাণ রঙিন দ্রবণটি অতিক্রম করার পরে আলোর পরিমাণের উপর নির্ভর করে। দ্রবণে রঞ্জক পদার্থের অর্থাৎ রঙিন রাসায়নিকের গাঢ়ত্ব যত বেশি, আলোর শোষণ তত বেশি; দ্রবণের মধ্য দিয়ে যাবার পর কম ফোটোসেলে কম আলো যাওয়ার ফল হল ফোটোসেল দ্বারা কম বিদ্যুৎ তৈরি।



প্রয়োজনীয় রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

ফটো কালারমিটার (তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ভুলতা $\pm 0.9\text{nm}$)

- রাসায়নিক (AR গ্রেড): সিমেটের নমুনা, ফেরাস অ্যামোনিয়াম সালফেট, 40% পটাসিয়াম থায়োসায়ানেট, 40% অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট, গাঢ় H_2SO_4 , HNO_3 , পাতলা HCl , KMnO_4 ।
- কাঁচের জিনিস (বোরোসিল): স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাক্স (100mL), বীকার (100/250/500mL), ব্যুরেট, পিপেট।

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- স্পেক্ট্ৰোফোটোমিটাৰ চালু কৰা হয় এবং 10 মিনিটের জন্য উৎক্ষেপণ কৰা হয়।
- মনোক্রমেটাৰ 480 ন্যানো মিটাৰে এ সামঞ্জস্য কৰা হয়।
- শোষণ-এৰ মান নথিভুক্তিৰ পৰ, পাতিত জল দিয়ে কিউভেট ধুয়ে নাও।

প্রস্তাৱিত পদ্ধতি

মূল আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুতি

- 0.083 g ফেরাস অ্যামোনিয়াম সালফেট (FAS) পরিমাপ কৰো।
- 1 mL গাঢ় HNO_3 যোগ কৰো বা FAS এৰ Fe^{2+} কে Fe^{3+} তে জাৰিত কৰো।
- 1 লিটাৰ পাতিত জল ব্যবহাৰ কৰে মিশ্ৰণটি পাতলা কৰো। এটি মূল বা স্টক আদর্শ দ্রবণ।
- পৰ্যবেক্ষণ সাৰণী অনুযায়ী স্টক দ্রবণ, অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট (ৱেঁচেৰ বিকাশেৰ জন্য) এবং পাতিত জল মিশ্রিত কৰো।

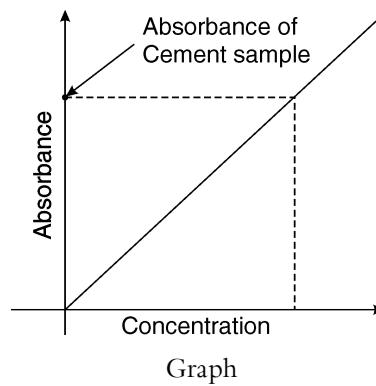
সিমেন্ট দ্রবণ প্রস্তুত কৰাৰ পদ্ধতি

- প্ৰদত্ত সিমেন্টেৰ নমুনাৰ প্ৰায় 0.1 g একটি পৰিষ্কাৰ 250 mL বীকাৰে সঠিকভাৱে ওজন কৰো।
- নমুনায় প্ৰায় 5 mL জল যোগ কৰো। ভাল কৰে মেশান এবং তাৰপৰ 1-2 mL গাঢ় HCl যোগ কৰো। আবাৰ ভালো কৰে মিশ্যে নাও।
- মিশ্ৰণটিকে শুক্র হওয়া পৰ্যন্ত বাষ্পীভূত কৰো যাতে অতিৰিক্ত অ্যাসিড বেৰ হয়ে যায়।

4. এবার বস্তুটি দ্রবীভূত করার জন্য 20 mL পাতিত জল যোগ করো এবং সমস্ত তরল স্ট্যান্ডার্ড ভলিউমেট্রিক ফ্লাস্কে (100 এমএল) স্থানান্তর করো।
5. পাতিত জল দিয়ে চিহ্ন পর্যন্ত দ্রবণটি পাতলা করো।
6. দ্রবণ সমসত্ত্ব হবার জন্য ভালভাবে ঝাঁকাও।
7. এবার এই দ্রবণের 10 mL পিপেটের সাহায্যে, 100 mL স্ট্যান্ডার্ড ফ্লাস্কে নাও।
8. 1 mL গাঢ় HNO_3 যোগ করো। এবং তারপর একটি ব্যুরেট দ্বারা 40% অ্যামোনিয়া থায়োসায়ানেট (NH_4SCN) দ্রবণের 5 mL যোগ করো। পাতিত জল দিয়ে চিহ্ন পর্যন্ত পাতলা করে দ্রবণ তৈরি করো।

আলোর শোষণ নথিভুক্ত করার পদ্ধতি

1. জল এবং অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেটের দ্রবণ মিশিয়ে কোষে রাখা হয়। এটি বণহীন, তাই এর দ্বারা আলোর শোষণ শূন্য এবং বিচ্ছুরণ 100 %।
2. এখন প্রস্তুতকরা সমস্ত আদর্শ দ্রবণের শোষণ একইভাবে ক্রমবর্ধমান গাঢ়ত্বের হিসাবে পরিমাপ করা হয়। যেহেতু আদর্শ দ্রবণ গুণির গাঢ়ত্ব জানা, তাই এথেকে গাঢ়ত্ব বনাম শোষণের একটি লেখচিত্র তৈরী করা হয় - এটিকে ক্রমাঙ্কন লেখচিত্র বা ক্যালিব্রেশন কার্ড বলে।
3. পরিশেষে নমুনা দ্রবণ শোষণ কালারমিটার কিউভেট-এ নিয়ে ছবির আলোক-রঞ্জিতি বা ফটো কালার মিটার ব্যবহার করে আলোর শোষণ পরিমাপ করো।
4. নমুনা দ্রবণের শোষনের মান আর ক্রমাঙ্কন লেখচিত্র ব্যবহার করে Fe^{2+} এর অজানা গাঢ়ত্ব পরিমাপ করা যায়।



পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

ক্রমিক নং	FAS মূল দ্রবণের ঘনায়তন	অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেটের ঘনায়তন	পাতিত জলের ঘনায়তন	Fe^{3+} -এর গাঢ়ত্ব (ppm)	পর্যবেক্ষণ করা শোষণ
1	0	5	5	---	
2	1	1	8	1	
3	2	2	6	2	

ক্রমিক নং	FAS মূল দ্রবণের ঘনায়তন	অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেটের ঘনায়তন	পাতিত জলের ঘনায়তন	Fe^{3+} -এর গাঢ়ত্ব (ppm)	পর্যবেক্ষণ করা শোষণ
4	3	3	4	3	
5	4	4	2	4	
6	5	5	0	5	
7	সিমেন্ট দ্রবণ				

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

- গ্রাফ থেকে অজানা সিমেন্ট নমুনাতে লোহার গাঢ়ত্ব =

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ়ঙ্গলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- শোষণ এবং ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক লিখ।
- মানবদেহে আয়রন সাপ্লিমেন্টের ভূমিকা উল্লেখ কর।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিপ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি	10		গণনা, ফলাফল এবং লেখচিত্রের ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
স্পেকট্রোফোটোমিটার ব্যবহার এবং লোহার পরিমাণ নির্ধারণ	30					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

আরও জেনে রাখো

- শিক্ষকদের ধাতুবিদ্যায় ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের চুল্লি যেমন রিভারবেটের ফার্নেস, বেসেমার কনভার্টার, ইলেক্ট্রিক ফার্নেস, মাফেল ফার্নেস সম্পর্কে জানতে হবে।
- কৃত্রিম সমাহার বা বেনিফিশিয়েশন: শিল্প প্রক্রিয়া যা একটি শিলা এবং/অথবা খনিজ থেকে কাঞ্চিত উৎপন্ন বস্তু বের করে।
- তাপমোচী (এঙ্গোথার্মিক) বিক্রিয়া এবং তাপগ্রাহী (এন্ডোথার্মিক) বিক্রিয়া।
- তাপসহ বস্তুর ছিটকানো: উচ্চ তাপমাত্রায় অসম বিস্তারের কারণে ফাটল। তাপীয় শক বা অত্যধিক তাপমাত্রা, যান্ত্রিক ক্ষতি বা ভুল স্থাপনের কারণে তাপসহ নির্মাণ উপকরণ অকালে বাতিল বা নষ্ট হতে পারে।
- সংযোজন এবং ঘনীভবন পলিমারাইজেশন প্রতিক্রিয়া।
- রাবারের বৈশিষ্ট্য, যেমন, কঠোরতা, প্রসার্য শক্তি, প্রতিক্রিয়া এবং আঠালো ভাব।

মাইক্রো প্রকল্প

- বিভিন্ন প্রাকৃতিক উৎস থেকে যথেষ্ট পরিমাণ খনন করে, আকরিকের কিছু নমুনা অন্তেরণ করো এবং সংগ্রহ করো। এই ইউনিট থেকে আপনার শেখার উপর ভিত্তি করে, সবচেয়ে সুবিধাজনক পদ্ধতি যা ভূমি অবলম্বন করতে পারো, তা ব্যবহার করে আকরিক পরিশোধন করো। একটি রিপোর্ট প্রস্তুত করো এবং ক্লাসে এটি উপস্থাপন করো।
- বিভিন্ন পলিমার সংগ্রহ করো এবং তাদের ধরন, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে চার্ট/ পাওয়ার পয়েন্ট প্রস্তুত করো।

অনুসন্ধিৎসা এবং কৌতুহল তৈরি করো

আমাদের দেশে প্রাচুর পরিমাণে প্রাকৃতিক আকরিক এবং খনিজ সম্পদ রয়েছে। তা সঙ্গেও গৃহস্থালী উদ্দেশ্যে তৈরী করা ধাতব জিনিসগুলি সাধারণ মানুষের জন্য ভাল মানের নয় এবং সময়ের সাথে সাথে ফাটল তৈরি করে।

তথ্যসূত্র ও প্রস্তাবিত পাঠ

- Shikha Agarwal, Engineering Chemistry, Cambridge University Press; New Delhi, 2015. ISBN, 978-1-107-47641-7
- C.N.R. Rao, Understanding Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN 8173712506
- Dara, S. S. & Dr. S.S. Umare, Engineering Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN, 8121903599
- Jain & Jain, Engineering Chemistry, Dhanpat Rai and Sons; New Delhi, 2015, ISBN 8187433175
- Dr. G.H Hugar & Prof. AN. Pathak, Vol. I and Vol. II, NITTTR Chandigarh, Publications, 2013-14

4

জ্বালানী এবং পিচ্ছিলক বা লুরিকেন্টের রসায়ন

ইউনিট সূচি

এই ইউনিট নিম্নলিখিত প্রধান বিষয় নিয়ে গঠিত:

- জ্বালানী এবং তার দহন
- কয়লার বিশ্লেষণ
- পিচ্ছিলক বা লুরিকেশন
- পিচ্ছিলক বা লুরিকেন্ট কাজ
- লুরিক্যান্টের শ্রেণিবিন্যাস
- ভাল লুরিকেন্ট বৈশিষ্ট্য
- পিচ্ছিলক বা লুরিকেশনের প্রক্রিয়া

অনুসন্ধিস্থা এবং কৌতুহল সৃষ্টির জন্যে উপরোক্ত ধারণা গুলি উদাহরণ সহযোগে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধানের সৃজনশীল ক্ষমতা বিকাশের উদ্দেশ্যে দেনন্দিন জীবনে ও শিল্পক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারিক প্রয়োগের উল্লেখ করা হয়েছে।

ইউনিটের মধ্যে শিক্ষণ ক্ষেত্রের বিভিন্ন স্তরে ও বিভিন্ন ব্যবধানে শিক্ষার মূল্যায়ন করার জন্যে গঠনমূলক মূল্যায়নের উপযোগী প্রশ্ন তৈরী করা হয়েছে।

প্রকৃত অর্থে ফলাফল ভিত্তিক পাঠ্যক্রমের কার্যকরী বাস্তবায়নের জন্য, ইউনিটের মধ্যে নানারকম কার্যক্রম, যেমন ক্ষুদ্র প্রকল্প, নির্দিষ্ট কাজ, কারখানা দর্শন ইত্যাদি রাখা হয়েছে।

পরিপূরক পাঠ এবং অনুশীলনের জন্যে বিভিন্ন বিষয়/উপ বিষয়ের উপর নমুনা QR কোড প্রদান করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

শিল্পায়নের দ্রুত বৃদ্ধি এবং প্রযুক্তিগত উন্নতির কারণে তাপ, বিদ্যুৎ এবং শক্তি উৎপাদন জরুরী হয়ে পড়েছে - যা আজ অন্যতম প্রধান প্রকৌশল চ্যালেঞ্জ। বিশ্বের শক্তির চাহিদা প্রতিনিয়ত বাড়ছে। জীবাশ্ম জ্বালানী আধুনিক সমাজের অনেক প্রয়োজন মিটিয়েছে এবং অনেক জীবন্যাপনে অনেক সুবিধা করে দিয়েছে। পুনরুদ্ধীরণ- অযোগ্য শক্তির সম্পদের মধ্যে রয়েছে কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস, তেল এবং পারমাণবিক শক্তি, একবার এই সম্পদগুলি ব্যবহার করা হলে, সেগুলি প্রতিস্থাপন করা যাবে না, যা মানবতার জন্য একটি বড় সমস্যা, কারণ আমরা বর্তমানে আমাদের বেশিরভাগ শক্তির চাহিদার জন্য তাদের উপর নির্ভরশীল। এই অবস্থায়, আমাদের ফসল থেকে জ্বালানি উৎপাদনের প্রক্রিয়া তৈরি করতে হবে এবং এটিকে পেট্রলের বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করতে হবে। তাই আমরা নবায়ন-অযোগ্য জ্বালানির ব্যবহার করাতে ইথানল, বায়োগ্যাস তৈরি করতে পারি যা দূর্ঘ করাতে সাহায্য করবে।

লুব্রিকেন্ট বা পিচ্ছিলককে যন্ত্রপাতির প্রাণ হিসেবে বিবেচনা করা হয়। লুব্রিকেন্টস একাধিক শিল্প ক্ষেত্রে একটি অপরিহার্য উপাদান। বিয়ারিং থেকে শুরু করে ইঞ্জিন অথবা হাইড্রোলিক, এগুলিকে নির্ধিষ্ঠে চালানোর জন্য লুব্রিকেন্টস ব্যবহার হয়।

পূর্ব-প্রস্তুতি

- রসায়ন: পদার্থের অবস্থা, প্রকৌশল উপকরণ
- গণিত: মৌলিক বীজগণিত এবং জ্যামিতি

ইউনিট ফলাফল

U4-O1: গার্হস্থ্য এবং শিল্প ব্যবহারের জন্য কয়লার গুণমান মূল্যায়নের জন্য তার আপাত বিশ্লেষণ।

U4-O2: জ্বালানির ক্যালরিফিক মান নির্ধারণ করে কয়লার দক্ষতা মূল্যায়ন।

U4-O3: গঠন, ক্যালোরি মান এবং অন্যান্য বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন গ্যাসীয় জ্বালানীর ব্যবহার।

U4-O4: কার্যকরিতা এবং বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে এবং বিভিন্ন ধরণের যন্ত্রপাতির উপযুক্ত লুব্রিকেন্ট নির্বাচন।

U4-O5: সুনির্দিষ্ট ব্যবহারের জন্য প্রদত্ত লুব্রিকেন্ট সামৃদ্ধতা, ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বা জ্বলনাক্ষ এবং ফায়ার পয়েন্ট বা দহনাক্ষ নির্ধারণ।

কোর্সের ফলাফলের সাথে ইউনিট ফলাফলের ম্যাপিং:

ইউনিট-4 ফলাফল	কোর্সের ফলাফল সহ প্রত্যাশিত ম্যাপিং (1-দুর্বল পারম্পরিক সম্পর্ক, 2-মাঝারি সম্পর্ক, 3-শক্তিশালী পারম্পরিক সম্পর্ক)				
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5
U4-O1	-	-	-	3	-
U4-O2	-	-	-	3	-
U4-O3	-	-	-	3	-
U4-O4	-	-	1	3	2
U4-O5	-	-	1	3	2

4.1 ভূমিকা

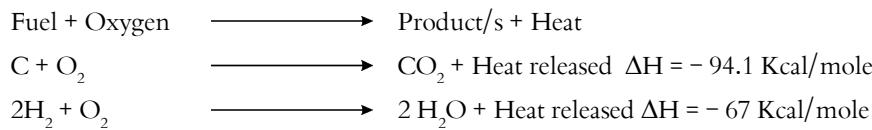
নিয়ন্ত্রণিত ক্রিয়াকলাপের জন্য শিল্পক্ষেত্রে শক্তির প্রয়োজন। তাপশক্তি হল শক্তির প্রাথমিক উৎস। জ্বালানী হল দহনযোগ্য পদার্থ, এবং জ্বালানি পোড়ানোর ফলে উৎপন্ন তাপ শিল্প এবং গার্হস্থ্য ক্ষেত্রে অর্থনৈতিকভাবে ব্যবহৃত হয়। বর্ধিত প্রয়োজনীয়তা পূরণ করার জন্যে আমাদের বিভিন্ন ধরণের জ্বালানির সম্মান করা উচিত।

বর্তমান ইউনিট টিতে জ্বালানী এবং লুব্রিকেন্ট বিষয়ে অধ্যয়নের উপর জোর দেওয়া হয়েছে।

4.1.1 জ্বালানি এবং দহন

জ্বালানি হল একটি দাহ্য পদার্থ, যার মধ্যে প্রধান উপাদান হিসেবে কার্বন থাকে, যার সঠিকভাবে দহন প্রচুর পরিমাণে তাপ দেয়, যা অর্থনৈতিকভাবে গার্হস্থ্য এবং শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহার করা যেতে পারে

যেমন কাঠ, কয়লা, কেরোসিন তেল, পেট্রল, তরলীকৃত পেট্রোলিয়াম গ্যাস (এলপিজি), পেট্রল, ডিজেল, হাইড্রোজেন গ্যাস, ইথানল ইত্যাদি জ্বালানীর দহন প্রক্রিয়ার সময়, কার্বনের পরমাণু হাইড্রোজেন ইত্যাদি, বাতাসের অক্সিজেনের সাথে সংযুক্ত হয় এবং সেই সঙ্গে দ্রুত তাপমোচন করে। জ্বালানির পরমাণুগুলির মধ্যে ভ্যানেস ইলেকট্রনগুলির পুনর্বিন্যাসের কারণে এই তাপ শক্তি মুক্ত হয়, যার ফলে নতুন যৌগ তৈরি হয়।



এই নতুন যৌগগুলির শক্তি কম থাকে এবং সেইজন্য জ্বলন প্রক্রিয়া চলার সময়ে বাড়তি শক্তি মুক্তি পায় যা হল বিক্রিয়ক ও উৎপাদিত বস্তুর শক্তির মধ্যে পার্থক্য।

4.1.2 জ্বালানির শ্রেণীবিভাগ

ভৌত অবস্থা এবং উৎসের উপর ভিত্তি করে জ্বালানির শ্রেণিবিন্যাস, সারণী 4.1 এ দেখানো হয়েছে

জ্বালানির দহন: এটি জ্বালানি ও অক্সিজেনের মধ্যে তাপমাত্রা বৃদ্ধিকারী একটি তাপমোটী বিক্রিয়া

সারণি 4.1: জ্বালানির শ্রেণীবিভাগ

ভৌত অবস্থা	জ্বালানির প্রাকৃতিক উৎস	মানুষের তৈরি জ্বালানির উৎস
কঠিন জ্বালানি	কাঠ, কয়লা, পিট, লিগনাইট, বিটুমিনাস, আনন্থ্যাসাইট, তেল-শেল, টার বালি, গোবর	কাঠকয়লা, অঙ্গার বা কোক, অর্ধ-অঙ্গার বা সেমি-কোক, পেট্রোলিয়াম অঙ্গার, চূর্ণ অঙ্গার, কলয়েড জ্বালানি, থিওকোল, হাইড্রোজেন, নাইট্রোসেলুলোজ, কয়লার ব্রিকেট ইত্যাদি।
তরল জ্বালানি	অপরিশেধিত তেল বা পেট্রোলিয়াম, প্রাকৃতিক গ্যাসোলিন	পেট্রল, গ্যাসোলিন, ডিজেল তেল, গ্যাস তেল, কেরোসিন তেল, কয়লার আলকাতরা, অ্যালকোহল, সিস্টেটিক স্পিরিট ইত্যাদি।
গ্যাসীয় জ্বালানি	প্রাকৃতিক গ্যাস	কোল গ্যাস, কোক ওভেন গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস, প্রোডিউসার গ্যাস, কার্বুরেটেড ওয়াটার গ্যাস, অয়েল গ্যাস, বায়োগ্যাস বা জৈব, রাস্ট ফার্নেস গ্যাস, রিফাইনারি অয়েল গ্যাস, সিস্টেম গ্যাস, অ্যাসিটিলিন এবং তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস, হাইড্রোজেন গ্যাস ইত্যাদি।

4.1.3 ক্যালরিফিক বা তাপোৎপাদক মান

জ্বালানির তাপোৎপাদক মান হল এর একটি প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য, যা এর তাপ সরবরাহ বিষয়ে জানায়। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ জ্বালানী দ্বারা সরবরাহকৃত তাপের পরিমাণ বিভিন্ন জ্বালানীর জন্যে আলাদা হয়। তাপোৎপাদক মান দিয়ে জ্বালানীর ক্ষমতা বিচার করা হয়।

জ্বালানীর ক্যালরিফিক বা তাপোৎপাদক মান হল জ্বালানীর একক ভরের সম্পূর্ণ দহন দ্বারা প্রাপ্ত তাপের পরিমাণ।

কঠিন এবং তরল জ্বালানির ক্যালরিফিক মান সাধারণত গ্রামপ্রতি ক্যালোরি (Cal / g) বা কিলোগ্রামপ্রতি কিলো ক্যালোরি (K cal / Kg) অথবা পাউন্ডপ্রতি ব্রিটিশ তাপীয় একক (B.T.U./lb) তে প্রকাশ করা হয়। গ্যাসীয় জ্বালানীর তাপোৎপাদক মান ঘনমিটাৰপ্রতি কিলোক্যালোরি (K cal/m³) বা ঘনফুটপ্রতি ব্রিটিশ তাপীয় একক (B.T.U./ft³) বা পাউন্ডপ্রতি সেন্টিগ্রেড তাপ একক (CHU/lb) বা ঘনফুটপ্রতি সেন্টিগ্রেড তাপ একক (CHU / ft³) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

এই ইউনিটগুলি পরম্পর রূপান্তরিত হতে পারে :

- 1 ক্যালোরি/গ্রাম (Cal/g) = 1 কিলোক্যালোরি/কিলোগ্রাম (kCal/kg) = 1.055 বি.টি.ইউ / পাউন্ড (BTU/lb)
- 1 কিলোক্যালোরি/ঘনমিটার (Kcal/m³) = 0.1077 বি.টি.ইউ / ঘনফুট (BTU/ft³)
- 1 বি.টি.ইউ/ঘনফুট (BTU/ft³) = 9.3 কিলোক্যালোরি/ঘনমিটার (Kcal/m³)

(A) উচ্চতর ক্যালরিফিক মান (HCV) বা মোট তাপোৎপাদক মান

সাধারণত, সমস্ত জ্বালানীতে কিছু হাইড্রোজেন থাকে এবং যখন হাইড্রোজেনযুক্ত জ্বালানির ক্যালরিফিক মান দহনের দ্বারা পরীক্ষামূলকভাবে নির্ধারিত হয়, তখন হাইড্রোজেন জলীয় বাষ্পে রূপান্তরিত হয়। যদি দহনের উৎপাদন গুলি ঘরের তাপমাত্রায় ঘনীভূত হয়, বাষ্পের ঘনীভূত হওয়ার সুপ্রতিক্রিয়া করা তাপের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত হয়, যাকে উচ্চতর বা মোট তাপোৎপাদক মান বলা হয়। সুতরাং মোট বা উচ্চতর ক্যালোরি মান হল :

যখন একক পরিমাণ জ্বালানী সম্পূর্ণভাবে পুড়ে যায় এবং দহন দ্বারা উৎপন্ন বস্তু গুলি 15°C পর্যন্ত ঠান্ডা হয়, তখন যে মোট উৎপন্নতাপ হয়।

(B) নিম্নতর তাপোৎপাদক মান (LCV) বা নিট ক্যালরিফিক মান

যে কোনো জ্বালানীর প্রকৃত ব্যবহারে, জলীয় বাষ্প এবং আর্দ্রতা, ইত্যাদি ঘনীভূত হয় না এবং গরম দহন গ্যাসের সঙ্গে বেরিয়ে যায়। তাই কম পরিমাণে তাপ পাওয়া যায়। সুতরাং নেট বা কম ক্যালোরিফিক মান হল:

যখন একক পরিমাণ জ্বালানী সম্পূর্ণভাবে পুড়ে যায় এবং দহনজাত দ্রব্যগুলিকে বেরিয়ে যেতে দেওয়া হয়, তখন যে তাপ উৎপন্ন হয়।

নিম্নতর তাপোৎপাদক বা নিট ক্যালরিফিক মান (LCV) = (HCV) গঠিত জলীয় বাষ্পের লীনতাপ।

আমরা বোমা ক্যালোরিমিটার ব্যবহার করে কঠিন বা তরল জ্বালানির ক্যালরিফিক মান নির্ধারণের বিষয়ে শিখব যা পাঠ্যপুস্তকের শেষে সংযুক্ত ল্যাব ম্যানুয়ালে উল্লেখ করা হয়েছে।

4.1.4 ডুলৎ এর সূত্র ব্যবহার করে HCV এবং LCV এর গণনা

জ্বালানির উৎপাদনগুলির পরিমাণ ব্যবহার করে জ্বালানীর ক্যালরিফিক মানের আনুমানিক গণনা করা যেতে পারে। জ্বালানির কিছু প্রধান দহনযোগ্য উৎপাদনের উচ্চতর তাপোৎপাদক মানগুলি সারণি 4.2- এ দেওয়া হয়েছে।

সারণি 4.2: জ্বালানী উৎপাদনগুলির উচ্চতর ক্যালরিফিক মান

উৎপাদন	হাইড্রোজেন	কার্বন	সালফার
উচ্চতর তাপোৎপাদক মান (kcal/kg)	34500	8080	2240

জ্বালানীতে যে অক্সিজেন উপস্থিত থাকে সেটি হাইড্রোজেনের সাথে একটি যৌগ আকারে উপস্থিত বলে ধরে নেওয়া হয়, অর্থাৎ, স্থির হাইড্রোজেন $[H_2O]$ ।

সুতরাং, দহনের জন্য যে হাইড্রোজেনের পরিমাণ পাওয়া যায়, তা হল :

$$= \text{জ্বালানীতে হাইড্রোজেনের মোট ভর} - \text{স্থির হাইড্রোজেন-এর ভর}$$

যেহেতু অক্সিজেনের 8 টি অংশ হাইড্রোজেনের একটি অংশের সাথে মিলিত হয়ে H_2O গঠন করে, তাই:

$$= \text{জ্বালানীতে হাইড্রোজেনের মোট ভর} - \frac{1}{8} \text{জ্বালানীতে অক্সিজেনের ভর}$$

জ্বালানির রাসায়নিক গঠন থেকে উচ্চ ক্যালরিফিক মান (HCV) এর জন্য ডুলং এর সূত্র হল:

$$HCV = \frac{1}{100} \left[8080C + 34500 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2240S \right] \text{Kcal/kg}$$

যেখানে C, H, O এবং S হল জ্বালানিতে যথাক্রমে কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন এবং সালফারের শতাংশ। এই সূত্রে অক্সিজেনকে জল হিসাবে এবং হাইড্রোজেনের সাথে যৌগ হিসাবে উপস্থিত বলে ধরে নেওয়া হয় এটি এই সত্যের উপর ভিত্তি করে যে H এর একটি অংশ (ভর) দ্বারা H_2O -এর নয়টি অংশ (ভর) তৈরী করে:

H_2	+	O	H_2O
2g		16g	18g
1g		8g	9g

$LCV = HCV - \text{উৎপাদিত জলীয় বাষ্পের ঘনীভূত হওয়ার লীনতাপ}$

= $HCV - \text{জলীয় বাষ্পের লীনতাপ}$

= $HCV - (\text{জ্বালানির প্রতি একক ওজনে দৃঢ় H এর ভর} \times 9 \times \text{জলের বাষ্পীকরণের লীনতাপ})$

(জলীয় বাষ্পের লীনতাপ 587Kcal/Kg)

জ্বালানির রাসায়নিক গঠন থেকে নিম্নতর তাপোৎপাদক মান বা লো ক্যালরিফিক ভ্যালু (LCV) এর জন্য ডুলং এর সূত্র হল

যেখানে C, H, O এবং S হল জ্বালানিতে যথাক্রমে কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন এবং সালফারের শতাংশ। এই সূত্রে অক্সিজেনকে জল হিসাবে এবং হাইড্রোজেনের সাথে যৌগ হিসাবে উপস্থিত বলে ধরে নেওয়া হয় এটি এই সত্যের উপর ভিত্তি করে যে H এর একটি অংশ (ভর) দ্বারা H_2O -এর নয়টি অংশ (ভর) তৈরী করে:

$$LCV = \left[HCV - \frac{H}{100} 9 \times 587 \right] \text{Kcal/kg}$$

$$LCV = HCV - 0.09H \times 587 \text{ Kcal/kg}$$

যেখানে H = জ্বালানীতে % হাইড্রোজেন।

জ্বালানির প্রকৃত ব্যবহারিক ক্ষেত্রে, দহনের ফলে উৎপন্ন বস্তুগুলিকে তাপমাত্রায় ঠান্ডা করা প্রায় অসম্ভব; জলীয় বাষ্পের লীনতাপকেও কাজে লাগানো সম্ভব নয়। অতএব সৃষ্টি জলীয় বাষ্পকেও উত্তপ্ত দহন গ্যাসের সঙ্গে বেরিয়ে যেতে দিতে হয়।

4.2 কয়লার বিশ্লেষণ

4.2.1 কয়লার (কঠিন জ্বালানী) আপাত বিশ্লেষণ

কয়লার গঠন খনিতে পরিবর্তিত হয়, অতএব, কয়লার গুণমান বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন, যা বাণিজ্যিকভাবে কয়লার শ্রেণিবিন্যাস, মূল্য নির্ধারণ এবং শিল্প ব্যবহার নির্ণয় করতে সহায়তা করে। কয়লার আপাত বিশ্লেষণে আর্দ্রতা, উদ্বায়ী পদার্থ, ছাই এবং স্থির কার্বন নির্ণয় করা হয়। আপাত বিশ্লেষণ কয়লার ব্যবহারিক উপযোগিতা সম্পর্কে তথ্য দেয়।

1. আর্দ্রতা নির্ণয়: ঢাকনা দিয়ে সিলিকার মুচি বা ক্রুশিবলে প্রায় 1 গ্রাম সূক্ষ্মভাবে গুঁড়োকরা ও বাতাসে- শুকনো- করা কয়লার নমুনা ওজন করা হয়। মুচি টি বৈদ্যুতিক গরম হাওয়ার ওভেনের ভিতরে স্থাপন করা হয়, যা $105-110^{\circ}\text{C}$ এর মধ্যে রাখা হয়। মুচিটি ওভেনের মধ্যে 1ঘন্টা রাখা হয়, তার পর চিমটে দিয়ে বাইরে এনে ডেসিকেটর পাত্রে রেখে ঠান্ডা করা হয় যাতে তার মধ্যে বাতাসের জলীয় বাষ্প না শোষিত হয়। এরপর কয়লার নমুনাটি ওজন করে ওজনের হ্রাস থেকে আর্দ্রতা গণনা করা যায় :

$$\% \text{ of Moisture} = \frac{\text{Loss in weight of coal}}{\text{Weight of coal taken}} \times 100$$

২. উদ্বায়ী পদার্থের নির্ণয়: মুচিতে রাখা কয়লার শুকনো নমুনা (প্রথম ধাপে আর্দ্রতা নির্ণয়) তারপর ঢাকনা দিয়ে ঢেকে রাখা হয় এবং ৯২৫°C এ বজায় রাখা বৈদ্যুতিক মাফল চুল্লিতে ৭ মিনিটের জন্য গরম করা হয়। তারপর গরম ক্রুসিবল বের করা হয়, এবং প্রথমে বাতাসে ঠাণ্ডা করা হয়, তারপর একটি ডেসিকেটর এর ভিতরে এবং আবার ওজন করা হয়। ওজন হ্রাস শতাংশের ভিত্তিতে উদ্বায়ী পদার্থ হিসাবে নির্ণয় করা হয়। কয়লা থেকে সরানো উদ্বায়ী পদার্থের ওজন জেনে, এর শতাংশ হিসাবে গণনা করা যেতে পারে:

$$\% \text{ of Volatile Matter} = \frac{\text{Loss in weight due to removal of volatile matter}}{\text{Weight of coal taken}} \times 100$$

উদ্বায়ী পদার্থ কয়লার উপাদান নয়; কয়লার পদার্থের তাপীয় বিয়োজনের ফলে উৎপন্ন বায়বীয় এবং তরল দ্রব্যের একটি জটিল মিশ্রণ। অতএব এর নির্ণয়ের সময় নির্ধারিত নিয়মাবলী অনুসরণ করা উচিত। স্বভাবতঃই, উদ্বায়ী পদার্থ যত বেশি, তাপোৎপাদক মান তত কম; অর্থাৎ উদ্বায়ী পদার্থ তত কম, কয়লার মান তত ভাল।

৩. ছাই বা অ্যাশ নির্ণয়: মুচির অবশিষ্ট কয়লা (দ্বিতীয় পর্যায়ের উদ্বায়ী পদার্থ নির্ণয়ের পর) তারপর একটি খোলা মুচিতে (ঢাকনা ছাড়া অর্থাৎ বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে) ৭৫০°C তাপমাত্রায় আধা ঘন্টার জন্য গরম করা হয়। এখানে বাতাসে পুড়ে কয়লা ছাইতে রাঙ্গান্তরিত হয়। মুচি বের করা হয়, প্রথমে বাতাসে, তারপর ডেসিকেটরে ঠাণ্ডা করা হয় এবং ওজন করা হয়। যতক্ষণ না ধূক্ষণ ওজন পাওয়া যায়, ততক্ষণ পর্যন্ত উত্তাপ, শীতলকরণ এবং ওজন পুনরাবৃত্তি করা হয়। অবশিষ্টাংশ শতাংশের ভিত্তিতে ছাই হিসাবে নির্ণয় করা হয়।

$$\% \text{ Ash} = \frac{\text{Weight of ash left}}{\text{Weight of dry coal taken}} \times 100$$

ছাই অকেজো, অদ্যুত পদার্থ, যা কয়লার ক্যালোরিফিক মান কমায়। তদুপরি, ছাই বাতাস এবং তাপথ্রবাহে বাধা সৃষ্টি করে, যার ফলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়। ছাইএর উপস্থিতি পরিবহন, হ্যান্ডলিং এবং স্টোরেজ খরচ বৃদ্ধি পায়। ছাই দূর করার জন্যে অতিরিক্ত খরচও হয়। অতএব কয়লা পুড়িয়ে ছাই হওয়া অনাকাঙ্ক্ষিত। ছাইয়ের পরিমাণ যত কম, কয়লার গুণগত মান তত ভাল।

৪. স্থির কার্বন নির্ণয়: এটি পরোক্ষভাবে আর্দ্রতা, উদ্বায়ী পদার্থ এবং ছাইয়ের শতকরা শতকরা শতকরা অংশ কেটে নিয়ে নির্ধারিত হয়। এটি স্থির কার্বনের পরিমাণ দেয়:

$$\text{স্থির কার্বনের \%} = 100 - \% \text{ আর্দ্রতা} + \text{উদ্বায়ী পদার্থের \%} + \text{ছাই}$$

স্থির কার্বনের শতকরা হার বেশি হলে, ক্যালোরিফিক মান বেশি তথা কয়লার গুণগত মান ভালো হয়। স্থির কার্বনের শতকরা হার বেশি হওয়ার অর্থ, উদ্বায়ী পদার্থের ভাগ কম। তাই স্থির কার্বনের উচ্চ শতাংশ কাম্য।

আমরা প্রদত্ত কয়লার নমুনায় আর্দ্রতা এবং ছাইয়ের পরিমাণ নির্ধারণের বিষয়ে শিখব যা ইউনিটের শেষে ব্যবহারিক পরীক্ষাগুলির মধ্যে উল্লেখ করা হয়েছে।

4.2.2 জ্বালানী হিসাবে পেট্রোল এবং ডিজেলের রেটিং (অক্টেন এবং সিটেন সংখ্যা)

অক্টেন সংখ্যা: একটি অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিনে, গ্যাসোলিন (পেট্রোল) বাষ্প এবং বায়ুর মিশ্রণ জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। দহন বিক্রিয়া শুরুর পরে, সিলিন্ডারে একটি স্ফুলিঙ্গ দ্বারা, শিথাটি দ্রুত এবং মসৃণভাবে গ্যাসীয় মিশ্রণের মাধ্যমে ছড়িয়ে দেওয়া হয়, যার ফলে গ্যাস প্রসারিত হয় যা পিস্টনকে সিলিন্ডার বরাবর চালিত করে।

সাক্ষন স্ট্রাক্টের শেষে সিলিন্ডারে গ্যাসের ঘনায়তন আর পিস্টনের কম্প্রেশন স্ট্রাক্টের শেষে ঘনায়তনের অনুপাত কম্প্রেশন রেশিও বা সংকোচন অনুপাত নামে পরিচিত। একটি অভ্যন্তরীণ দহন (আইসি) ইঞ্জিনের দক্ষতা সংকোচন অনুপাত বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায়, যা ব্যবহৃত পেট্রলটিতে উপস্থিত উপাদানটির প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

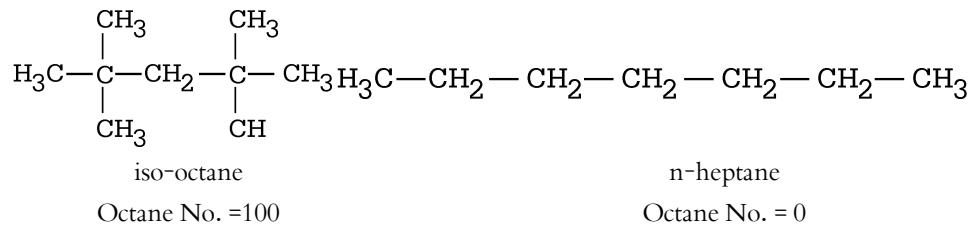
কিছু পরিস্থিতিতে, জারণের হার এতটাই বেশি হয়ে যায় যে জ্বালানী-বায়ু মিশ্রণের শেষ অংশটি তাঙ্কণিক ভাবে জলে ওঠে ও বিস্ফোরণ হয়, যা নকিং নামে পরিচিত।



Chemistry of
Coal

এর অর্থ পিস্টনের সংকোচনের সময়, বিস্ফোরক মিশ্রণের প্রাক-জ্বলন স্পার্কের ঠিক আগে স্বতঃস্ফূর্তভাবে দহন শুরু করে। নক করার ফলে বিস্ফোরণ-এর শব্দ হয় যা ইঞ্জিনের ভিতরে জ্বালানীর অসম জ্বলনের কারণে উদ্ভূত হয় এবং এর ফলে দক্ষতা হ্রাস পায়। স্পার্ক প্লাগের গরম ডগাও প্রাক-জ্বলন বা প্রি-ইগনিশন এর কারণ হতে পারে। প্রি-ইগনিশন প্রতিরোধ করতে স্পার্ক প্লাগ সাবধানে সুপারিশকৃত তাপ পরিসর অনুসারে ব্যবহার করা উচিত।

দেখা গেছে যে n-হেপটেন খুব খারাপভাবে নক করে, এর অ্যান্টি-নক মানটি নির্বিচারে শূন্য দেওয়া হয়েছে এবং আইসো-অকটেন খুব কম নকিং দেয়, তাই এর অ্যান্টি-নক মান 100 হিসাবে ঠিক করা হয়েছে।



গ্যাসোলিনের অকটেন সংখ্যা হল আইসোঅকটেন এবং n-heptane মিশ্রণে আইসোঅকটেনের শতকরা অংশ যা পরীক্ষাধীন জ্বালানির নকিং বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে পুরোপুরি মেলে।

অকটেন সংখ্যার রেটিং নির্ধারণের জন্য জ্বালানীর নকিং পরীক্ষা করা হয়; পাশাপাশি একই পরিস্থিতিতে আইসোঅকটেন এবং n-হেপটেন নির্দিষ্ট মিশ্রণের নকিং পরীক্ষা করা হয়। আইসোঅকটেন এবং n-হেপটেন যে মিশ্রণটির সঙ্গে একই পরিমাণ নক তৈরি করে, সেটির উপাদানের অনুপাত থেকে পরীক্ষাধীন জ্বালানির অকটেন সংখ্যা বের করা যায়।

যেমন অকটেন সংখ্যা 80 এর জ্বালানি এটি নির্দেশ করে যে এটি 80% আইসোঅকটেন এবং 20% n-হেপটেন দিয়ে উৎপাদিত জ্বালানীর সঙ্গে একই পরিমাণ নক তৈরি করে।

অকটেন সংখ্যা যত বেশি হবে, পিস্টন থেকে তত বেশি সংকোচন হবে এবং ইঞ্জিনে জ্বালানোর আগে পেট্রল সেটা সহ্য করতে পারবে। এর মানে হল অকটেন সংখ্যা বেশি হলে নকিং কম হয়। গ্যাসোলিনের অকটেন সংখ্যা উচ্চতর নকিং-সম্পন্ন জ্বালানি যোগ করে বাড়ানো যেতে পারে।

পেট্রলের অ্যান্টি-নক বৈশিষ্ট্যগুলি সাধারণত টেট্রাইথাইল লেড (TEL) $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]$ যোগ করে বৃদ্ধি করা হয় এবং প্রক্রিয়াটিকে ডোপিং বলা হয়। TEL যে কোন হাইড্রোকার্বনের নকিং প্রবণতাকে ব্যাপকভাবে হ্রাস করে যার সাথে এটি মিশ্রিত হয়।

অকটেন সংখ্যার রেটিং নির্ধারণের জন্য জ্বালানীর নকিং পরীক্ষা করা হয়; পাশাপাশি একই পরিস্থিতিতে আইসো-অকটেন এবং n-হেপটেন নির্দিষ্ট মিশ্রণের নকিং পরীক্ষা করা হয়। আইসোঅকটেন এবং n-হেপটেন যে মিশ্রণ টির সঙ্গে একই পরিমাণ নক তৈরি করে, সেটির উপাদানের অনুপাত থেকে পরীক্ষাধীন জ্বালানির অকটেন সংখ্যা বের করা যায়।

যেমন অকটেন সংখ্যা 80 এর জ্বালানি এটি নির্দেশ করে যে এটি 80% আইসোঅকটেন এবং 20% n-হেপটেন দিয়ে উৎপাদিত জ্বালানীর সঙ্গে একই পরিমাণ নক তৈরি করে।

অকটেন সংখ্যা যত বেশি হবে, পিস্টন থেকে তত বেশি সংকোচন হবে এবং ইঞ্জিনে জ্বালানোর আগে পেট্রল সেটা সহ্য করতে পারবে। এর মানে হল অকটেন সংখ্যা বেশি হলে নকিং কম হয়। গ্যাসোলিনের অকটেন সংখ্যা উচ্চতর নকিং-সম্পন্ন জ্বালানি যোগ করে বাড়ানো যেতে পারে।

পেট্রলের অ্যান্টিনক বৈশিষ্ট্যগুলি সাধারণত টেট্রাইথাইল লেড (TEL) $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]$ যোগ করে বৃদ্ধি করা হয় এবং প্রক্রিয়াটিকে ডোপিং বলা হয়। TEL যে কোন হাইড্রোকার্বনের নকিং প্রবণতাকে ব্যাপকভাবে হ্রাস করে যার সাথে এটি মিশ্রিত হয়।

সারণি 4.3: কিছু সাধারণ হাইড্রোকার্বন এর অকটেন রেটিং

হাইড্রোকার্বন	অকটেন সংখ্যা
বেনজিন	100+
আইসোপেন্টেন	90
সাইক্লোহেক্সেন	77
2-মিথাইল পেন্টেন	71
এন-পেন্টেন	62
এন-হেক্সেন	26

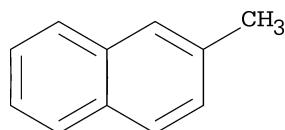
কম অ্যাস্টিনক মানের পেট্রলে অল্প পরিমাণে TEL যোগ করা হলে সাধারণত অকটেন সংখ্যাকে উল্লেখযোগ্য পরিমাণে বৃদ্ধি করে।

মোটর স্পিরিটের জন্য প্রতি লিটারে প্রায় 0.5 mL টেট্রাইথাইল লেড যোগ করা হয় এবং প্রায় 1 mL টিইএল প্রতি লিটার সাধারণত এভিয়েশন পেট্রোলে যোগ করা হয়। সীসা - দূষণের জন্যে বর্তমানে TEL এর ব্যবহার নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

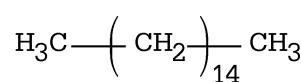
কিছু সাধারণ হাইড্রোকার্বনের অকটেন রেটিং সারণী 4.3- এ দেওয়া হয়েছে

সিটেন সংখ্যা: ডিজেল তেলের নকিং বৈশিষ্ট্যগুলি সিটেন সংখ্যার পরিপ্রেক্ষিতে প্রকাশ করা হয়। সিটেন $[C_{16}H_{34}]$ হল একটি স্যাচুরেটেড হাইড্রোকার্বন, যেকোনো বাণিজ্যিক ডিজেল জ্বালানির তুলনায় যার খুব ছোট ইগনিশন ল্যাগ বা জ্বলন -বিলম্ব। অতএব, এর সিটেন রেটিং 100 হিসাবে নেওয়া হয়। বিপরীতভাবে, মিথাইল ন্যাপথালিন $[C_{11}H_{10}]$ একটি সুগন্ধযুক্ত হাইড্রোকার্বন, যেকোনো বাণিজ্যিক ডিজেল তেলের তুলনায় যার খুব দীর্ঘ ইগনিশন ল্যাগ থাকে। তাই এর সিটেন রেটিং শূন্য হিসাবে ধরে নেওয়া হয়।

সিটেন সংখ্যা হল একটি ডিজেল জ্বালানীর ইগনিশন ভ্যালুর বা জ্বলনের একটি পরিমাপ যা সিটেন এবং তরল α -মিথাইল ন্যাপথালিনের মিশ্রণে সিটেনের ঘনায়তনের শতাংশকে নির্দেশ করে যার নকিং বৈশিষ্ট্য, পরীক্ষাধীন জ্বালানী তেলের নকিং বৈশিষ্ট্যের সাথে ঠিকঠাক মিলে যায়।



α methyl naphthalene
(Cetane No.=0)



Cetane or n-Hexadecane
(Cetane No.=100)

সিটেন সংখ্যা হল একটি ডিজেল জ্বালানীর ইগনিশন ভ্যালুর বা জ্বলনের একটি পরিমাপ যা সিটেন এবং তরল α -মিথাইল ন্যাপথালিনের মিশ্রণে সিটেনের ঘনায়তনের শতাংশকে নির্দেশ করে যার নকিং বৈশিষ্ট্য, পরীক্ষাধীন জ্বালানী তেলের নকিং বৈশিষ্ট্যের সাথে ঠিকঠাক মিলে যায়।

একটি জ্বালানী পরীক্ষা করে এবং সিটেন এবং α - মিথাইল ন্যাপথালিনের মিশ্রণের রেটিং প্রদান করে সিটেন নম্বর দেওয়া হয় যা একই অবস্থাতে একই পরিমাণ নক তৈরি করে।

উচ্চ গতির ডিজেল ইঞ্জিনে, ডিজেলের ফোঁটাগুলি ইগনিশন পমেন্টে গরম হবার জ্বলন-বিলম্ব খুবই কম, সেকেন্ডের প্রায় 1/500 অংশ। এই ধরনের ডিজেল ইঞ্জিনগুলিতে 45 এর চেয়ে বড় সিটেন নাম্বারযুক্ত ডিজেলের প্রয়োজন।

ডোপ নামক পদাৰ্থ যোগ করে তেলের সিটেন সংখ্যা উন্নত করা যায়। ডোপ, যেমন ইথাইল নাইট্রোইল, ইথাইল নাইট্রোট, আইসো-এমাইল নাইট্রোট এবং অ্যাসিটোন পারক্সাইড। ডোপগুলি শুধুমাত্র অল্প পরিমাণে যোগ করা হয় এবং সেগুলি কম সিটেন সংখ্যা কম করে আছে।

পেট্রোল ইঞ্জিনগুলিতে জ্বালানির শেষ অংশের স্বতঃস্ফূর্ত জ্বলনের কারণে নকিং হয়, কিন্তু ডিজেলের ইঞ্জিনে জ্বালানির প্রথম অংশের স্বতঃস্ফূর্ত দহনে বিলম্বের কারণে নকিং হয়। এইভাবে উচ্চ অকটেন সংখ্যার তেলের সিটেন সংখ্যা কম হয় এবং তদ্বিপরীত। অধিকন্তু, একটি অশোধিত তেল যা উচ্চ অকটেন সংখ্যার পেট্রোল দেয় তা কম সিটেন সংখ্যার একটি ডিজেল তেল দেয়।

সামগ্রিকভাবে অকটেন রেটিং নির্দেশ করে যে জ্বলন ছাড়াই জ্বালানী কত সংকোচন সহ করতে পারে; পক্ষান্তরে সিটেন রেটিং বোঝায় জ্বালানী কত দ্রুত জ্বালনো যায়।

SAQ 1	আইসো-অকটেনের অকটেন সংখ্যা			
	1) 0	2) 100	3) 50	4) 30

উত্তর: 2

4.2.3 উপাদান, তাপোৎপাদক মান এবং জ্বালানির প্রয়োগ

উপাদান, তাপোৎপাদক মান এবং কিছু জ্বালানির প্রয়োগ সারণি 4.4 এ দেওয়া হয়েছে

সারণী 4.4: উপাদান, তাপোৎপাদক মান এবং জ্বালানীর প্রয়োগ

জ্বালানি	উপাদান	তাপোৎপাদক মান	প্রয়োগ
তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস (LPG)	প্রোপেন, n-বিউটেন, আইসোবিউটেন, প্রোপিলেন, বিউটিলিন অল্প পরিমাণে ইথেন, পেটেন, ইথিলিন এবং পেন্টিনও থাকতে পারে	11,850 Kcal/Kg কিলোক্যালরি/কেজি	গৃহস্থালীর জ্বালানী, শিল্প জ্বালানী, গরম করার যন্ত্রপাতি এবং যানবাহন, অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিনে মোটর জ্বালানী (IC- ইঞ্জিন)
সংকুচিত প্রাক্তিক গ্যাস (CNG)	95% মিথেন, 4% নাইট্রোজেন এবং ইথেন, 1% কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং প্রোপেন	12,600 Kcal/Kg কিলোক্যালরি/কেজি	মোটর জ্বালানী
ওয়াটার গ্যাস (নীল গ্যাস)	কার্বন মনোক্সাইড, হাইড্রোজেন	2670 Kcal/ m ³ কিলোক্যালোরি/ ঘনমিটার	অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণ, মিথাইল অ্যালকোহল, আলোকন গ্যাস, উত্তাপ এবং আলোকন, ওয়েল্ডিং

জ্বালানি	উপাদান	তাপোৎপাদক মান	প্রয়োগ
কোল গ্যাস	হাইড্রোজেন, মিথেন, ইথিন, অ্যাসিটিলিন, কার্বন মনোক্সাইড, নাইট্রোজেন	4500 Kcal/m ³ কিলোক্যালোরি/ ঘনমিটার	আলোকন, গরম করা, রান্নার জ্বালানী
প্রেডিউসার গ্যাস	কার্বন মনোক্সাইড, নাইট্রোজেন	1300 Kcal/m ³ কিলোক্যালোরি/ ঘনমিটার	উন্মুক্ত চুলার চুল্লি গরম করা, মাফল চুল্লিতে, ধাতুবিদ্যা ক্রিয়াকলাপে বিজারক হিসাবে
বায়োগ্যাস	মিথেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন।	5300 Kcal/m ³ কিলোক্যালোরি/ ঘনমিটার	ঘরোয়া জ্বালানি, আলোকন, জলের পাম্প, কাটিং মেশিন

আকর্ষণীয় তথ্য: পেট্রোলের চেয়ে (যার ফ্ল্যাশ পয়েন্ট 232-282°C), সিএনজির ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বা জ্বলনাক্ষ (যে তাপমাত্রায় জ্বালানীটি নিজেই বিস্ফোরিত হওয়ার সম্ভাবনা রয়েছে) উচ্চতর (540°C)

4.3 পিচ্ছিলন -একটি ভূমিকা

সব ধরণের মেশিনে, চলমান ধাতুগুলির তল, ঘূর্ণমান বা ঘর্ষমান অংশ একে অপরের বিরুদ্ধে ঘৰতে থাকে। এক অংশের সঙ্গে অন্য অংশের ঘৰার কারণে, তাদের চলাচলের একটি প্রতিরোধের সৃষ্টি হয়। এই প্রতিরোধ ঘর্ষণ নামে পরিচিত।

দুটি চলন্ত/ঘর্ষমান পৃষ্ঠাতলের মধ্যে ঘর্ষণ বা ঘর্ষণ প্রতিরোধকে কমিয়ে আনার লক্ষ্যে যা ব্যবহার হয়, সেরকম যে কোন পদার্থকে লুব্রিকেট বলা হয়।

তার ফলে চলন্ত অংশগুলির পৃষ্ঠাতল বহু ব্যবহারে জীর্ণ হয়ে যায়। ঘর্ষণের কারণে, তাপের আকারে প্রচুর পরিমাণে শক্তিমোচন হয় যা মেশিনের দক্ষতা হ্রাস করে। একটি পিচ্ছিলক বা লুব্রিকেন্টের প্রধান উদ্দেশ্য হল চলমান বা ঘর্ষমান পৃষ্ঠাতল গুলিকে আলাদা রাখা, যাতে ঘর্ষণ এবং তার ফলস্বরূপ পৃষ্ঠাতলের ক্ষয় কম হয়।

চলমান বা ঘর্ষমান পৃষ্ঠাতল গুলির চলাচল থেকে আওয়াজ, ঘর্ষণজনিত ক্ষয় এবং উত্তুত তাপ আটকানোর জন্যে তেল বা শ্রীস ব্যবহার করা হয়। কিছু বিশেষ ক্ষেত্রে, কঠিন পিচ্ছিলক বা লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করা হয়। রোলিং বিয়ারিংয়ের পরিমাণ এবং প্রকার নির্ধারিত হয় যন্ত্র ব্যবহারের গতি, তাপমাত্রা, আশেপাশের অবস্থা ইত্যাদির ভিত্তিতে। এসব লুব্রিকেন্ট বা পিচ্ছিলক কিছুদিন পর পর পাল্টাতে হয়।

পিচ্ছিলক বা লুব্রিকেন্ট দিয়ে চলন্ত/ঘর্ষমান পৃষ্ঠাতলের মধ্যে ঘর্ষণ হ্রাস করার প্রক্রিয়াকে তেলাভ্রকরণ বা পিচ্ছিলন বলা হয়।

4.4 পিচ্ছিলক বা লুব্রিকেন্টের কাজ

তেলাভ্রকরণের প্রধান কাজগুলি নিম্নরূপ:

- দুটি চলমান পৃষ্ঠার মধ্যে ঘর্ষণ কমাতে।
- বিয়ারিংগুলির অতিরিক্ত উত্তাপ রোধ করা এবং উৎপন্ন তাপকে বাইরে ছড়িয়ে দিয়ে লুব্রিকেন্টের মান অবনমন রোধ করা।

- অনভিধেত উপাদানের অনুপ্রবেশ, মরিচা, এবং ক্ষয় প্রতিরোধ।
- ঘর্ষমান দুটি ধাতব পৃষ্ঠের মাঝাখানে উপস্থিত থেকে পৃষ্ঠাদুটির সরাসরি যোগাযোগ এড়িয়ে ব্যবহার জনিত ক্ষয় প্রতিরোধ।
- ঘর্ষণজনিত তাপের কারণে ধাতুর সম্প্রসারণ কমানো এবং উপাদানের ক্ষয় হ্রাস করা।
- তাপ সঞ্চালনের মাধ্যমে ধাতব অংশকে ঠাণ্ডা করা।
- অসমান আপেক্ষিক গতি এড়ান
- রক্ষণাবেক্ষণ খরচ কমাতে
- অভ্যন্তরীণ জলন ইঞ্জিনে বিদ্যুতের অপচয় হ্রাস করা।
- মরিচা এবং ক্ষয় প্রতিরোধক।

লুণিকেন্ট বা পিচ্ছিলকের প্রয়োগ

লুণিকেন্ট ব্যবহার করা হয়:

- সাবান জারণ-রোধী (অ্যান্টিঅঙ্গিডেন্ট) এবং ফেনা-রোধী (অ্যান্টি-ফোমিং)।

4.5 ভাল লুণিকেন্টের চরিত্রগত বৈশিষ্ট্য

ভাল লুণিকেন্টে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য থাকা উচিত -

- উচ্চ স্ফুটনাক্ষ
- কম হিমাক্ষ
- সঠিকভাবে কাজ করার জন্য পর্যাপ্ত সান্দুতা
- জারণ এবং তাপের উচ্চ প্রতিরোধ
- ক্ষয়রোধী বৈশিষ্ট্য
- ব্যবহারের তাপমাত্রায় অবিযোজিতা
- উচ্চ সান্দুতা সূচক
- মেশিনের ব্যবহারের তাপমাত্রার চেয়ে বেশি জ্বলনাক্ষ এবং দহনাক্ষ
- উচ্চ তৈলাক্ততা
- মেশিনের ব্যবহারের তাপমাত্রার চেয়ে কম ক্লাউড পয়েন্ট এবং পৌর পয়েন্ট
- কম উদ্ধৃয়ীতা
- ব্যবহারের সময় কম কার্বন জমা
- উচ্চ আনিলিন (অ্যানিলিন) বিন্দু
- ভাল নির্মলক (ডিটারজেন্ট) ধর্ম

4.6 লুণিকেন্টে র শ্রেণীবি ন্যাস

4.6.1 তরল পিচ্ছিলক বা লুণিকেন্ট-এর শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য

তরল লুণিকেন্টকে তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয় যেমন

1. প্রাকৃতিক বা প্রাণী বা উদ্ভিজ্জ তেল
2. খনিজ বা পেট্রোলিয়াম তেল
3. কৃত্রিম বা মিশ্রিত তেল।

বিভিন্ন ধরণের তরল লুভিকেন্টের বৈশিষ্ট্য সারণী 4.5-তে দেখানো হয়েছে

সারণী 4.5: বিভিন্ন ধরণের তরল লুভিকেন্টের বৈশিষ্ট্য

তরল পিচিলকের প্রকার	উদাহরণ	উপাদান এবং বৈশিষ্ট্য
প্রাকৃতিক অর্থাৎ প্রাণিজ বা উত্তিজ্ঞ তেল	পশুর তেল, চর্বিজ তেল, তিমি তেল, সীল মাছের। উত্তিজ্ঞ তেল, অলিভ অয়েল, তুলার বীজের তেল, ক্যাস্টর অয়েল, পাম অয়েল, রেপসিড তেল ইত্যাদি।	অপরিশোধিত চর্বি এবং উত্তিজ্ঞ তেল (যেমন তুলা বীজ তেল এবং কাস্টার তেল) থেকে বের করা। এই তেলগুলি ভাল তৈলাক্ততার অধিকারী এবং অতএব তারা উচ্চ তাপমাত্রা এবং ভারী চাপের মধ্যেও কার্যকরভাবে ধাতব পৃষ্ঠে আটকে থাকতে পারে। জারক এবং তাপীয় পরিবেশে অস্থিতিশীল ব্যয়বহুল; সহজে জারিত হয়ে আঠালো বস্তু তৈরী করে; আর্দ্র বায়ু বা জলের সংস্পর্শে আর্দ্রবিশ্লেষণ হয়ে যায়। অতএব দু-একটি ক্ষেত্রে, যেমন, পেট্রোলিয়াম ভিত্তিক লুভিকেন্টে উচ্চত তৈলাক্ততা পেতে ন্যোন্ত এজেন্ট বা মিশ্রক হিসাবে, ব্যবহৃত হয়।
খনিজ বা পেট্রোলিয়াম তেল	প্যারাফিন, ন্যাপথিনস, অ্যারোমেটিক যৌগের মিশ্রণ এবং আলিফ্যাটিক হাইড্রোকার্বন। পেট্রোলিয়ামের উপাংশ	প্রায় 12 থেকে 50 কার্বন পরমাণু সহ কম আণবিক গুরুত্বের হাইড্রোকার্বন। সালফার অক্সিজেন, ফসফরাস, নাইট্রোজেন ইত্যাদি ধারণ করে সাধারণত কম সান্দুতা সূচক (VI) (≈ 120 বা তার কম)। যেহেতু এগুলি সস্তা, প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় এবং পরিয়েবার অবস্থায় স্থিতিশীল, তাই ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। খনিজ তেলের তৈলাক্ততা কম, তাই ওলিক অ্যাসিড এবং স্টিয়ারিক অ্যাসিডের মতো উচ্চ আণবিক গুরুত্বের যৌগের মিশ্রণ খনিজ তেলের তৈলাক্ততা বাঢ়ায়। পোর পয়েন্ট বা প্রবাহ বিন্দু 6 থেকে -60°C এর মধ্যে থাকে কম জ্বলনের ফলে গাদ এবং বার্নিশ জমা হতে পারে।
কৃত্রিম বা মিশ্রিত তেল	পলিমারাইজেশন দ্বারা উৎপন্ন হাইড্রোকার্বন, পলি (আলফা- ওলেফিন), জৈব এস্টার, পলিপ্লাইকোলস, সিলিকোণ।	অঙ্গ পরিমাণ যুক্ত -যোগ যোগ করে তৈলাক্তকরণের পছন্দসই বৈশিষ্ট্যগুলি উন্নত করা যেতে পারে। এইভাবে প্রাপ্ত তেলগুলি মিশ্রিত বা যৌগিক তেল হিসাবে পরিচিত। বেশি আণবিক গুরুত্বের যোগ, যেমন ওলিক অ্যাসিড, স্টিয়ারিক অ্যাসিড, পামিটিক এসিড বা উত্তিজ্ঞ তেল, যেমন নারকেল তেল, ক্যাস্টর অয়েল ইত্যাদি যোগ করলে খনিজ তেলের তৈলাক্ততা বৃদ্ধি পায়। কোন অশুন্দুতা নেই উচ্চ সান্দুতা সূচক পোর পয়েন্ট বা প্রবাহ বিন্দু 18 থেকে -5°C এর মধ্যে থাকে। অজ্বলনযোগ্য অর্থাৎ উচ্চ ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বা জ্বলনাঙ্ক। সাধারণত গাদ এবং বার্নিশ জমা হয় না।

	<p>মূলতঃ দুই প্রকার যুত -যৌগ যোগ করা হয় :</p> <p>(i) রাসায়নিকভাবে সক্রিয় যুত -যৌগ: যেমন, ডিটারজেন্ট বা সাবান, জীর্ণতারোধক, ডিসপারসেণ্ট বা বিস্তারক, জারগ-রোধী বা অঙ্গিডেশন ইনহিবিটারস।</p> <p>(ii) রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় যুত -যৌগ: যারা ভৌত ধর্মের উন্নতি করে, যেমন সান্দুতা সূচক উন্নয়ক, ফেনা-রোধী বা ফোম ইনহিবিটারস, অবদ্রাবক বা ইমালসিফায়ার, অবদ্রব-ভঙ্গক বা ডি-ইমালসিফায়ার।</p>
--	--

4.6.2 অর্ধ-তরল পিচ্ছিলক (লুভিকেন্ট)

অর্ধ-তরল লুভিকেন্টগুলি তেলকে ঘন করার উপাদানগুলির সাথে পিচ্ছিলক তেল বা গ্রিজ মিশিয়ে তৈরী করা হয়। পেট্রোলিয়াম তেল অথবা কম থেকে বেশি সান্দুতা কৃতিম হাইড্রোকার্বন পিচ্ছিলক তেল হতে পারে। ঘন করার উপাদান গুলির মধ্যে থাকতে পারে লি, না, সিএ, বা, আল ইত্যাদির বিশেষ ধরণের সাবান। সাবান ছাড়াও কার্বন ব্ল্যাক, সিলিকা জেল, পলি ইউরিয়া, অন্যান্য কৃতিম পলিমার, ক্লে প্রভৃতি ব্যবহার করা যেতে পারে। কম গতিতে গ্রিজ বেশি ভার সহ্য করতে পারে। গ্রিজের অভ্যন্তরীণ রোধ পিচ্ছিলক তেলের তুলনায় অনেক বেশি, তাই গ্রিজের পরিবর্তে তেল ব্যবহার করা ভাল। গ্রিজ কার্যকরভাবে বিয়ারিং থেকে তাপ বিকিরণ করতে পারে না, তাই তুলনামূলকভাবে কম তাপমাত্রায় কাজ করে। সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অর্ধ-তরল পিচ্ছিলক (লুভিকেন্ট) হল গ্রিজ এবং ভ্যাসলীন।

4.6.2 (A) অর্ধ-তরল লুভিকেন্টের শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য

অর্ধ-তরল লুভিকেন্টের শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য নিম্নলিখিত সারণীতে দেওয়া হয়েছে

সারণী 4.6: অর্ধ-তরল লুভিকেন্টের শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য

অর্ধ-তরল লুভিকেন্টের প্রকারভেদ	বৈশিষ্ট্য
সোডা ভিত্তিক	সোডিয়াম সাবান খনিজ বা পেট্রোলিয়াম তেলে গাঢ় করার উপাদান হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তারা জলে সামান্য দ্রবণীয়। এগুলি 175°C পর্যন্ত ব্যবহার করা যেতে পারে।
লিথিয়াম ভিত্তিক	লিথিয়াম সাবান পেট্রোলিয়াম তেল দিয়ে অবদ্রব তৈরী করে। এগুলি জল প্রতিরোধী এবং 15°C পর্যন্ত ব্যবহৃত হয়।
ক্যালসিয়াম ভিত্তিক	ক্যালসিয়াম সাবান পেট্রোলিয়াম তেলের সঙ্গে অবদ্রব তৈরী করে। এগুলি জল প্রতিরোধী এবং 40°C পর্যন্ত ব্যবহৃত হয়। উচ্চ তাপমাত্রায়, সাবান এবং পেট্রোলিয়াম তেল একে অপরের থেকে আলাদা হয়।

পিচ্ছিলক গ্রিজ গুলি নিচে বর্ণিত পরিস্থিতিতে ব্যবহার করা হয়-

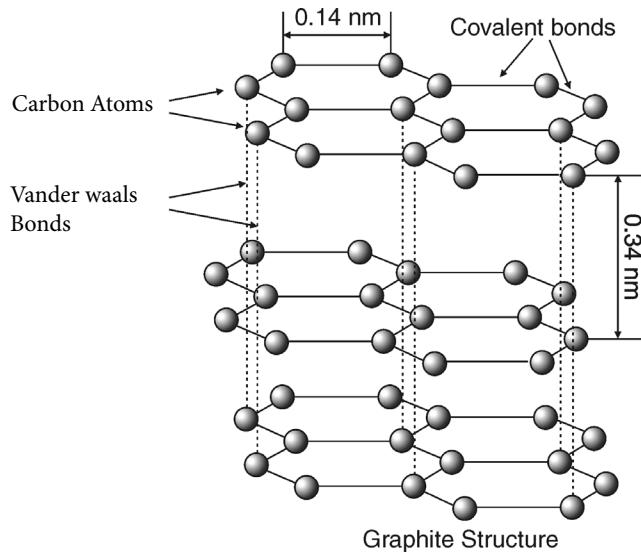
- যখন একটি মেশিন থীর গতি এবং উচ্চ চাপে কাজ করে।
- যেখানে বিয়ারিং থেকে তেল ছিটানো বা ছড়ানো, উৎপাদিত পণ্যের জন্য ক্ষতিকর, যেমন, টেক্সটাইল মিল, কাগজ এবং খাদ্যপণ্য তৈরিতে।
- যেখানে খারাপ সীল বা বিরতিযুক্ত ক্রিয়াকলাপের কারণে তেলকে তার অবস্থানে স্থির রাখা যায় না।
- যেখানে বিয়ারিংকে ময়লা, জল, ধূলো এবং ময়লার বিরুদ্ধে সিল করা আছে।

4.6.3 কঠিন পিচ্ছিলক (লুব্রিকেন্টস) - শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য

একটি কঠিন লুব্রিকেন্ট এমন একটি উপাদান, যা সংস্পর্শে থাকা দুটি চলমান পৃষ্ঠকে তাদের সীমানায় আলাদা করে এবং ঘর্ষণজনিত জীর্ণতার পরিমাণ হ্রাস করে। সাধারণতঃ গ্রাফাইট, মলিবডেনাম ডাইসালফাইড (MoS_2), বোরন নাইট্রাইড (BN)_x কঠিন লুব্রিকেন্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এগুলি উচ্চ তাপমাত্রা এবং উচ্চ চাপে ব্যবহৃত হয়।

গ্রাফাইট

এটি একটি কঠিন লুব্রিকেন্ট হিসাবে সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়। গ্রাফাইটের স্তরযুক্ত কাঠামো রয়েছে [চিত্র। 4.1]। ভ্যান ডার ওয়ালের দুর্বল শক্তির সাহায্যে স্তরগুলি একসাথে রাখা হয় যা এক স্তরকে অন্য স্তরের উপর সহজে পিছলে যেতে সহায়তা করে। স্পর্শ করতে এটি সাধারণের মতো পিচ্ছিল, এবং অদৃশ্য। এটি উচ্চ তাপমাত্রায় (প্রায় 450°C) ব্যবহৃত হয়।



চিত্র 4.1: গ্রাফাইটের গঠন

এগুলি হয় পাউডার আকারে ব্যবহার করা হয় নয়তো বা তেল বা জলের সাথে মিশ্রিত করা হয়।

মলিবডেনাম ডাইসালফাইড (MoS_2)

এটি স্যান্ডউইচের মতো কাঠামো যেখানে মোলিবডেনাম (Mo) এর যড়ভুজ স্তর সালফার (S) পরমাণুর দুটি যড়ভুজ স্তরের মধ্যে অবস্থিত। গ্রাফাইটের মতো প্রতিটি স্তর দুর্বল ভ্যান ডার ওয়ালের শক্তি দ্বারা একত্রে ধারণ করা হয়। এটি 400°C পর্যন্ত স্থিতিশীল। এটি উচ্চ চাপশূন্য অবস্থায় (ভ্যাকুয়াম) ব্যবহৃত হয়। এটি ধাতু বা অন্যান্য পৃষ্ঠতলে আরও দৃঢ়ভাবে আটকে থাকে।

4.6.3 (A) কঠিন লুব্রিকেটের শ্রেণিবিন্যাস

বিভিন্ন ধরণের কঠিন লুব্রিকেন্ট নিম্নরূপ:

- i. স্ট্রাকচারাল লুব্রিকেন্ট বা গঠনগত পিচ্ছিলক: স্ট্রাকচারাল লুব্রিকেন্ট হলো সেসব পিচ্ছিলক যাদের পিচ্ছিলনের বৈশিষ্ট্য তাদের স্তরীভূত ও কেলাসিত গঠনের কারণে। উদাহরণ: গ্রাফাইট, মলিবডেনাম ডাইসালফাইড, ট্যালক, অব্র, ভার্মিকুলাইট ইত্যাদি। এই বস্তু গুলি নিজেদের মধ্যে ফাটলের সৃষ্টি করে এবং নিজেদেরকে ভারবহন পৃষ্ঠে স্থির রাখে।

- ii. যান্ত্রিক লুভিকেন্ট: এগুলি ঘর্ষণান পৃষ্ঠের উপর একটি নিরবচ্ছিন্ন পর্দা গঠন করে এবং সেইভাবে ঘর্ষণজনিত জীর্ণতা কমায়।
উদাহরণ: ধাতু এবং প্লাস্টিক যাদের বৈশিষ্ট্য হলো এভাবে আঝোংসর্গ করা।
- iii. সাবান: ফ্যাটি অ্যাসিড এবং ধাতুর মিথস্ক্রিয়া দ্বারা ধাতুর পৃষ্ঠাই সাবানজাতীয় যৌগিক পদার্থ গঠনের মাধ্যমে কাজ করে।
- iv. রাসায়নিকভাবে সক্রিয় লুভিকেন্ট: এর মধ্যে রয়েছে চরম চাপে যুক্ত হয় এরকম এবং অন্যান্য রাসায়নিক যা ধাতব পৃষ্ঠের সাথে সংযুক্ত হয়ে একটি পিচ্ছিল স্তর তৈরি করে। উদাহরণ হল ফসফেট, ক্লোরাইড এবং কিছু জারক পদার্থ।
- v. তাপসহ পদার্থ (রিফ্র্যাক্টরি), চিনেমাটি (সিরামিকস) এবং কাঁচ: এগুলো প্রতিরক্ষা কর্মসূচি এবং রকেট তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। তাপসহ সামগ্ৰীৰ সংমিশ্ৰণ উচ্চ তাপমাত্ৰায় স্বল্প সময়েৰ জন্য লুভিকেন্ট হিসাবে সন্তোষজনকভাৱে কাজ কৰে। ব্যবহৃত তাপমাত্ৰায় নৰম হয়ে গিয়ে কাঁচ কাজ কৰে এবং উদ-গতিমূলক (হাইড্ৰোডায়নামিক)পিচ্ছিলনে সহায়তা কৰে।

সংযোজক (যুত-যোগ)

পিচ্ছিলক তেলগুলিতে ব্যবহাৰ সংযোজক উপাদানগুলিৰ পৰিমান, তাদেৱ ভূমিকাৰ ওপৰ নিৰ্ভৰ কৰে, লক্ষপ্ৰতি মাত্ৰ কয়েক অংশ থেকে কয়েক শতাংশ পৰ্যন্ত হতে পাৱে। নিম্নলিখিত ভাৱে তাদেৱ শ্ৰেণীভুক্ত কৰা যেতে পাৱে-

- যে উপাদানগুলি মূল তেলটিৰ গুলিৰ অভ্যন্তৰীণ বৈশিষ্ট্যগুলি উন্নত কৰাৰ উদ্দেশ্যে যোগ কৰা হয়েছে (যেমন, সান্দ্ৰতা সূচক সংশোধন বা পোৱ পয়েন্ট-এৰ উন্নয়ন)।
- যে উপাদানগুলি লুভিকেন্ট বা পিচ্ছিলক গুলিকে বিযোজন থেকে রক্ষা কৰাৰ জন্যে যোগ কৰা হয়েছে। (যেমন, অ্যান্টিঅক্সিডেট)।
- যে পদার্থগুলি নতুন বৈশিষ্ট্য যোগ কৰে এবং ইঞ্জিনেৰ ধাতব পৃষ্ঠকে রক্ষা কৰে (ডিটাৰজেন্ট, ডিসপাৰসেন্টস, ঘৰ্ষণ সংশোধনকাৰী, জীৱতা -ৱেৰী, চৰম চাপ (ইপি)-সহন কাৰী সংযোজন, মৱিচা এবং ক্ষয় প্রতিৰোধক)।

4.6.4 অবদ্বৰ বা ইমালসন

ঘষা (মিলিং), প্যাঁচ কাটা (থ্ৰেডিং), ঘোৱানো (টাৰ্নিং) এবং ছিদ্ৰ কৰা (বোৰিং), এৱকম সব ব্যবহাৰেৰ ফলে যন্ত্ৰপাতিগুলি খুব উচ্চ তাপমাত্ৰায় উত্তপ্ত হয়, বিশেষত যে দিকটিতে কাটা হয়। একটি কাটাৰ প্ৰক্ৰিয়ায়, ছুৱিৰ ধাৰেৰ অংশে চাপ কখনও কখনও 100,000 পিএসআই পৰ্যন্ত পোঁচতে পাৱে এবং প্ৰচুৰ তাপ উৎপন্ন হয়, যা ধাতুৰ জাৰণ এবং মৱিচা সৃষ্টি কৰে। অতিৰিক্ত গৱৰ্ম হওয়া এবং যন্ত্ৰেৰ ক্ষয় রোধ কৰতে দক্ষ শীতলীকৰণ এবং পিচ্ছিলন কৰতে হবে। এটি সাধাৱণত জলে তেলেৰ ফোঁটাৰ অবদ্বৰ ব্যবহাৰ কৰে কৰা হয়, যাকে বলা হয় কাটাৰ তেল, কাটাৰ তৱল বা কাটাৰ অবদ্বৰ।

তেলেৰ আপেক্ষিক তাপ কম কিন্তু এৱ পিচ্ছিলন-বৈশিষ্ট্য ভালো, অন্যদিকে জল একটি দুৰ্বল লুভিকেন্ট কিন্তু এটি একটি চমৎকাৰ শীতলকাৰী তৱল কাৰণ এৱ আপেক্ষিক তাপ এবং আপ্সৌভবনেৰ তাপ বেশী। অতএব এই দুটিৰ সংমিশ্ৰণ অবদ্বৰ আকাৱে একই সঙ্গে পিচ্ছিলন ও শীতলীকৰণেৰ দুটি কাজই কৰতে পাৱে। যন্ত্ৰপাতিৰ কাৰ্যকৰী অংশে জলেৰ ক্ষয়কাৰী ক্ৰিয়া আপন্তিকৰ এবং তাই সাবান বা অন্যান্য নিষ্ক্ৰিয় ক্ষাৰীয় পদার্থ যোগ কৰে সেই ক্ষয় প্রতিৰোধ কৰা হয়।

একটি ভাল কাটাৰ তেল কাটা নিখুঁত কৰে এবং কাজেৰ খৰচ কমায়, (ক) উচ্চগতিতে কাটা সন্তুষ্ট কৰে (খ) কাটাৰ যন্ত্ৰপাতিৰ আয়ু দীৰ্ঘায়িত কৰে এবং (গ) শক্তিৰ চাহিদা হ্ৰাস কৰে এবং খুঁতযুক্ত উৎপাদনেৰ সংখ্যাৰ কমায়।

দুই ধৰনেৰ অবদ্বৰ লুভিকেটিং কাজেৰ জন্য ব্যবহাৰ হয়, যেমন: জলে-তেল বা অয়েল-ইন-ওয়াটাৰ ধৰণেৰ অবদ্বৰ বা কাটিং ইমালসন। তেলেৰ মধ্যে ৩-২ শতাংশ জলে দ্রবণীয় অবদ্বৰক (যেমন, জলে দ্রবণীয় সাবান, অ্যালকাইল বা আৱিল সালফোনেট, অ্যালকাইল সালফেট) এবং উপযুক্ত পৰিমাণে জল মিশিয়ে এগুলি প্ৰস্তুত কৰা হয়। গ্লাইকোলস, লিসারল এবং ট্ৰাইথানল অ্যামাইন এৱ মত রাসায়নিক পদার্থও মাৰো মাৰো যোগ কৰা হয়। অয়েল-ইন-ওয়াটাৰ ধৰণেৰ অবদ্বৰ শীতলকাৰী পিচ্ছিলক হিসেবে কাটাৰ যন্ত্ৰ, ডিজেল মোটৱ পিস্টন এবং বড় অভ্যন্তৰীণ জুলন ইঞ্জিনে ব্যবহাৰ হয়।

টেলি-জল বা ওয়াটার-ইন-অয়েল ধরণের অবদ্রব যা মূলতঃ শীতলকারী তরল। এগুলি তেলের মধ্যে 1 থেকে 10% জলে অদ্রবণীয় অবদ্রবক (মেমন, ক্ষারীয় মাটির ধাতব সাবান), জল এবং তেল মিশ্রিত করে প্রস্তুত করা হয়।

SAQ-2	উদ্ভিজ্জ তেলগুলি এই বিভাগের অধীনে রাখা হয়		
	প্রাকৃতিক তেল	খনিজ তেল	কৃত্রিম তেল

উত্তর: ১

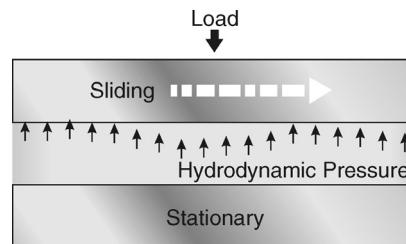
4.7 পিচ্ছিলন বা লুভিকেশনের প্রক্রিয়া

আণুবীক্ষণিক বা পারমাণবিক স্তরে, প্রকৃতির সমস্ত পৃষ্ঠাতল রূক্ষ। যখন দুটি রূক্ষ পৃষ্ঠাতল একে অপরের বিরুদ্ধে বিসর্পিত হয়, তখন রূক্ষ পৃষ্ঠাগুলি একে অপরের কাছাকাছি আসে, পরম্পর সংলগ্ন হয় এবং ঘর্ষণ সৃষ্টি হয়। পিচ্ছিলনের উদ্দেশ্য হল লুভিকেন্ট স্তর দ্বারা ঘর্ষণান্বিত পৃষ্ঠাগুলি পৃথক করা, যা তাদের সরাসরি যোগাযোগকে বাধা দেয় বা কমিয়ে দেয়। উপর্যুক্ত লুভিকেন্ট বা পিচ্ছিলক নির্বাচন করে, উপকরণগুলির ঘর্ষণ এবং জীর্ণতা নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

লুভিকেশনের ঘটনাটি নিম্নলিখিত কার্যপ্রণালীর সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়:

4.7.1 পুরু-পর্দা, তরল-পর্দা বা উদগতিশীল (হাইড্রো ডাইনামিক) পিচ্ছিলন

হাইড্রোডাইনামিক হাইড্রো এবং ডায়নামিক এই দুটি শব্দ থেকে উদ্ভূত। হাইড্রো অর্থ তরল এবং গতিশীল অর্থ আপেক্ষিক গতি। এই ব্যবস্থায়, প্রায় 1000 Å পুরু লুভিকেন্ট তেলের পর্দা দ্বারা দুটি চলন্ত এবং বিসর্পিল পৃষ্ঠাতলকে পৃথক করা হয়, যা পৃষ্ঠাতলগুলির সরাসরি যোগাযোগ প্রতিহত করে এবং ফলস্বরূপ ধাতুর ব্যবহারজনিত ক্ষয় রোধ করে। [চিত্র। 4.2] চলমান/বিসর্পিত পৃষ্ঠাতলের উঁচু-নিচু রূক্ষতাকে এই পুরু পর্দা কিছুটা ভরাট করে ঢেকে দেয় যাতে করে তাদের মধ্যে সরাসরি ঘর্ষণ না হয়।



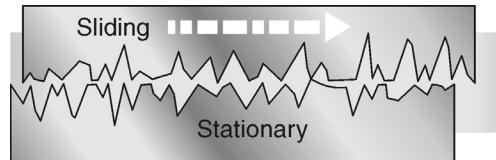
চিত্র 4.2 পুরু পর্দা পিচ্ছিলন

এর ফলে ঘর্ষণ কমে যায়। লুভিকেন্ট কণার মধ্যে অভ্যন্তরীণ প্রতিরোধ ক্ষমতা কমাতে নির্বাচিত লুভিকেন্ট ন্যূনতম সান্দ্রতা থাকা উচিত এবং সেই জায়গায় স্থির থেকে পৃষ্ঠাতল আলাদা করা উচিত। হাইড্রোকার্বন তেল (খনিজ তেল অর্থাৎ কম আণবিক ওজনের হাইড্রোকার্বন যাতে প্রায় 12 থেকে 50 কার্বন পরমাণু থাকে) পুরু-ফিল্ম পিচ্ছিলনের জন্য সন্তোষজনক লুভিকেন্ট হিসাবে বিবেচিত হয়। বছরের সব ধাতুতে তেলের সান্দ্রতা বজায় রাখার জন্য, সাধারণ হাইড্রোকার্বন লুভিকেন্টগুলি নির্বাচিত দীর্ঘ শৃঙ্খলের পলিমারের সাথে মিশ্রিত হয়। এই ক্ষেত্রে লম্বা শৃঙ্খলের পলিমারের সাথে হাইড্রোকার্বন তেল এবং অ্যান্টি-অক্সিডেন্টের মিশ্রণে তরল তৈরি হয় যাতে সান্দ্রতা বজায় থাকে। তরল পিচ্ছিলন হাতঘড়ি, ঘড়ি, বন্দুক এবং বেজানিক যন্ত্রপাতির মতো সূক্ষ্ম এবং হালকা সরঞ্জামের ক্ষেত্রে দরকারী।

4.7.2 পাতলা পর্দা বা সীমানা পিচ্ছিলন

সীমানা পিচ্ছিলন এমন একটি প্রণালী যেখানে একটি লুভিকেন্ট ফিল্ম সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্নতা প্রদানের জন্য খুব পাতলা হয়ে যায়। পাতলা পর্দা লুভিকেশন অপেক্ষাকৃত কম গতি এবং বেশী চাপে কাজ করে [চিত্র। 4.3]।

কম সান্দ্রতাযুক্ত ব্যবহার করলে তা নিরবচ্ছিন্ন একটি পর্দার আকারে টিকে থাকতে পারে না - সেই সব পরিস্থিতিতে এই ধরনের তেলাক্তকরণ পছন্দ করা হয় যেখানে চলমান বিসর্পিল পৃষ্ঠগুলির মাঝের ফাঁকা অংশ পিচ্ছিল করা হয় এমন সব উপাদান দ্বারা যা ঘর্ষমান দুটি ধাতব পৃষ্ঠেই ভৌত বা রাসায়নিক বল অথবা ভ্যান্ডার ওয়াল-এর কম শক্তিশালী বল দ্বারা শোষিত হতে পারে।



চিত্র 4.3 পাতলা পর্দা পিচ্ছিলন

এই শোষিত পাতলা স্তর একটি পর্দার আকারে ধাতব পৃষ্ঠতলগুলিকে একে অপরের থেকে দ্রুত রাখতে সাহায্য করে, অন্তত কুক্ষ পৃষ্ঠের উপরের উচ্চতম বিন্দু পর্যন্ত। উদ্বিজ্ঞ এবং প্রাণীজ তেল এবং তাদের সাবান এই ধরনের তেলাক্তকরণে ব্যবহার করা যেতে পারে কারণ তারা ধাতব পৃষ্ঠে ভৌত বল দ্বারা শোষিত হয় অথবা রাসায়নিক বিক্রিয়ার দ্বারা ধাতব সাবানের একটি পাতলা পর্দা তৈরি করে যা লুরিকেন্ট হিসাবে কাজ করতে পারে। যদিও এই তেলের ভাল তেলাক্ততা আছে, কিন্তু এগুলি উচ্চ তাপমাত্রায় ভেঙে যায়। অন্যদিকে, খনিজ তেলগুলি তাপীয়ভাবে স্থিতিশীল এবং খনিজ তেলের সাথে উদ্বিজ্ঞ বা পাশুর তেল যুক্ত করে তাদের তেলাক্ততাও বাঢ়ানো যায়। গ্রাফাইট এবং মলিবডেনাম ডাইসালফাইড পাতলা পর্দা পিচ্ছিলনের জন্যও উপযুক্ত।

4.8 পিচ্ছিলক বা লুরিকেন্টের ভৌত ধর্ম

পিচ্ছিলকের কয়েকটি ভৌত বৈশিষ্ট্য হল সান্দ্রতা, সান্দ্রতা সূচক, তেলাক্ততা, জ্বলনাক্ষ (ফ্ল্যাশ পয়েন্ট) এবং দহনাক্ষ (ফায়ার পয়েন্ট), মেঘবিন্দু ও প্রবাহ-বিন্দু (ক্লাউড ও পোর পয়েন্ট)। আমরা একে একে এগুলো শিখব। আমরা এই ইউনিটের শেষে উল্লিখিত পরীক্ষাগুলির মাধ্যমে অ্যাবেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে লুরিকেন্ট তেলের জ্বলনাক্ষ এবং দহনাক্ষ নির্ধারণ সম্পর্কে গভীরভাবে শিখব।

4.8.1 সান্দ্রতা

সান্দ্রতা লুরিকেন্টের একটি গুরুত্বপূর্ণ ভৌত ধর্ম, তেলের আন্তরাগবিক মিথস্ট্রিয়ার একটি পরিমাপ এবং সেই কারণে প্রবাহের একটি প্রতিরোধ বিশেষ।

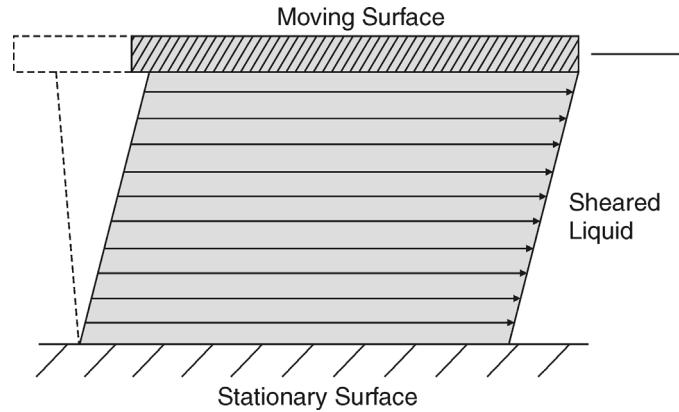
সান্দ্রতা তরলের একটি ধর্ম যা প্রবাহের প্রতি তার নিজস্ব প্রতিরোধ নির্ধারণ করে। প্রবাহের প্রতি তরলের এই প্রতিরোধকে সান্দ্রতা বলা হয়। বৈজ্ঞানিকভাবে সংজ্ঞা দিতে হলে বলা যায়, সান্দ্রতা হলো এমন একটি বল (ডাইনে প্রকাশিত) যা তরলের এক সেন্টিমিটার বর্গকে অন্য পৃষ্ঠের উপর দিয়ে সেকেণ্টে 1 সেন্টিমিটার গতিতে চলতে সক্ষম করে।

সান্দ্রতার একক হল পয়েজ। যদি তেলের সান্দ্রতা খুব কম হয়, দুটি চলমান/বিসর্পিল পৃষ্ঠের মধ্যে একটি তরল পর্দা বজায় রাখা যাবে না। অন্যদিকে, যদি তেলের সান্দ্রতা খুব বেশি হয়, অত্যধিক ঘর্ষণ হবে। এটি পিচ্ছিলকের প্রবাহ ক্ষমতার একটি সূচক।

সান্দ্রতা যত কম হবে, প্রবাহ ক্ষমতা তত বেশি হবে। যদি তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়, পিচ্ছিলক তেলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়।

যদি চাপ বৃদ্ধি পায়, তেলের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। সুতরাং একটি ভাল পিচ্ছিলক তেল হল যার সান্দ্রতা তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তন হয় না। বেশি সান্দ্রতাসম্পন্ন লুরিকেন্টগুলি ঘন এবং অপ্রবাহী; কম সান্দ্রতাসম্পন্ন লুরিকেন্টগুলির জলের সাথে ঘনিষ্ঠ মিল থাকে এবং এগুলি প্রবাহিত হয়।

উদাহরণ: একটি বল পাতলা ও কম সান্দ্রতাসম্পন্ন তেলের দ্রুত ডুবে যায়। কিন্তু বেশি সান্দ্রতা সম্পন্ন তরল মিশ্রনে, তেল গরম হওয়ার সাথে সাথে এটি ধীরে ধীরে ডুবে যায়। আমরা এই পাঠ্যপুস্তকের শেষে সংযুক্ত ল্যাব ম্যানুয়ালের ব্যবহারিক পরীক্ষাপদ্ধতির সাহায্যে রেডউড ভিসকেমিটার ব্যবহার করে পিচ্ছিলক তেলের সান্দ্রতা নির্ণয় সম্পর্কে বিস্তারিত শিখব।



চিত্র 4.4: সান্দ্রতা

4.8.2 সান্দ্রতা সূচক

বর্ধিত তাপমাত্রার সাথে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায় এবং ফলস্বরূপ, কার্যকরী তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে পিচ্ছিলক তেল পাতলা হয়ে যায়। অতএব, তাল পিচ্ছিলক তেলের সান্দ্রতা তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে খুব বেশি পরিবর্তিত হওয়া উচিত নয়, যাতে এটি বিভিন্ন তাপমাত্রায় ক্রমাগত ব্যবহার করা যায়।

যে হারে পিচ্ছিলক তেলের সান্দ্রতা তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তিত হয় তা পরিমাপ করার জন্যে যে মানদণ্ড বা স্কেল ব্যবহার হয়, তাকে সান্দ্রতা সূচক বা ভিসকেসিটি ইনডেক্স (VI) বলা হয়। যদি তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে পিচ্ছিলক তেলের সান্দ্রতা দ্রুত কমে যায়, তবে এর সান্দ্রতা সূচক কম বলে ধরা হয়। অন্যদিকে, যদি পিচ্ছিলক তেলের সান্দ্রতা তাপমাত্রা বাড়ালে সামান্য প্রভাবিত হয়, তবে তার সান্দ্রতা সূচক বেশি বলে ধরা হয়।

সান্দ্রতা সূচক উন্নয়ক (ভিসকেসিটি ইনডেক্স ইন্ফ্রার-VII**) বা সান্দ্রতা সংশোধনকারী (ভিসকেসিটি মডিফায়ার-**VM**)**

সান্দ্রতা সূচক উন্নয়ক, বা সান্দ্রতা সংশোধনকারী তাপমাত্রার সঙ্গে সান্দ্রতার সম্পর্ককে প্রভাবিত করে। VII গুলি হল পরিবর্তনশীল আণবিক ওজন সম্পন্ন পলিমার যা প্রধানতঃ নিম্নলিখিত শ্রেণীর অন্তর্গত:

- হাইড্রোজেনেটেড ইথিলিন-প্রোপিলিন কো-পলিমার বা সহ-বহুলক (ওসিপি, ওলেফিন কো-পলিমারও বলা হয়)।
- হাইড্রোজেনেটেড পলি আইসোপ্রিন যা সরলরেখিক, আণশিক শাখাযুক্ত বা তারকা আকৃতির হতে পারে।
- C_{12} থেকে C_{18} , সরলরেখিক এবং/ অথবা আণশিকভাবে শাখাযুক্ত লম্বা শৃঙ্খলের অ্যালকোহলগুলির পলিমেটাক্রাইলেটস (PMA)।
- হাইড্রোজেনেটেড স্টাইরিন-আইসোপ্রিন কো-পলিমার, যা সরলরেখিক, আণশিকভাবে শাখাযুক্ত বা তারকা-আকৃতির হতে পারে।
- পলি-আইসোবিউটিন (পিআইবি): কম তাপমাত্রায়, এই পলিমারগুলির একটি ঘনবদ্ধ বুনন কাঠামো থাকে যা লুব্রিকেটের মূল উপাদানের সাথে পলিমারের মিথস্ক্রিয়াকে কমিয়ে দেয়; তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে, পলিমার পিচ্ছিলকের মূল উপাদানের সাথে তার মিথস্ক্রিয়া বৃদ্ধি করে, এর শৃঙ্খলকে দীর্ঘায়িত এবং প্রসারিত করে, মাধ্যমের সান্দ্রতা হ্রাস প্রতিরোধ

করে। VM উৎপাদনে, আণবিক ওজন নিয়ন্ত্রণ এবং তার বিস্তার খুবই গুরুত্বপূর্ণ কারণ এই গুলি পলিমারের দুটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণ করে, যেমন এর ঘনীভবন ক্ষমতা এবং যান্ত্রিক পীড়নে এর স্থায়িত্ব।

4.8.3 তৈলাক্ততা

একটি লুভিকেটের তৈলাক্ততা হল চাপের মধ্যেও মেশিনের যন্ত্রাংশের প্রচে লেগে থাকার ক্ষমতার পরিমাপ।

যখন বেশি চাপে একটি কম তৈলাক্ত পিচ্ছিলক তেল প্রয়োগ করা হয়, তখন এটি প্রযুক্তি পৃষ্ঠাতল থেকে নিঃসৃত হয় এবং লুভিকেশন বন্ধ হয়ে যায়। যদি তেল ভাল তৈলাক্ত হয় তবে এটি তার জায়গায় স্থির থাকতে পারে এবং চাপের মধ্যেও তৈলাক্তকরণ করতে পারে।

সীমানা বা পাতলা পর্দা পিচ্ছিলনের ক্ষেত্রে তৈলাক্ততা হলো পিচ্ছিলকের একটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। খনিজ তেলের তৈলাক্ততা খুব কম, কিন্তু আণবিক এবং ডিস্ট্রিজ তেলের তৈলাক্ততা ভাল। অতএব, অল্প পরিমাণে উচ্চ আণবিক গুরুত্ব সম্পন্ন ফ্যাটি অ্যাসিড যেমন ওলিক অ্যাসিড, স্টিয়ারিক অ্যাসিড বা তাদের ক্লোরিনযুক্ত এস্টার ইত্যাদি যোগ করে খনিজ তেলের তৈলাক্ততা সাধারণত বৃদ্ধি করা হয়। চরম তৈলাক্ততা নির্ণয়ের কোনো নির্খুত পদ্ধতি নেই, বিশেষ কাজের জন্য পিচ্ছিলক তেল নির্বাচন করার সময় কেবলমাত্র আপেক্ষিক তৈলাক্ততা বিবেচনা করা হয়।

4.8.4 জ্বলনাক্ষ (ফ্ল্যাশ পয়েন্ট) এবং দহনাক্ষ (ফায়ার পয়েন্ট)

ফ্ল্যাশ পয়েন্ট

একটি উদ্বায়ী তরল পদার্থের জ্বলনাক্ষ (ফ্ল্যাশ পয়েন্ট) হল সর্বনিম্ন তাপমাত্রা যেখানে উপাদানটির বাষ্প ক্ষণিকের জন্য প্রজ্ঞালিত হবে যদি একটি আগুনের উৎস তার কাছে নিয়ে আসা হয়। এই তাপমাত্রায় একটি লুভিকেন্ট উত্পন্ন হয়ে বাতাসে মিশে গেলে জ্বলে উঠবে, কিন্তু শিখা বেশিক্ষণ স্থায়ী হবে না। যুক্তিসঙ্গতভাবে পিচ্ছিলক তেলের জ্বলনাক্ষটি তার কাজের তাপমাত্রার উপরে থাকা উচিত।

ফায়ার পয়েন্ট

জালানীর দহন বিন্দু বা দহনাক্ষ (ফায়ার পয়েন্ট) হল সর্বনিম্ন তাপমাত্রা যেখানে জ্বলনের উৎস তার কাছে নিয়ে এলে সেই জালানির বাষ্প কমপক্ষে 5 সেকেন্ড ধরে জ্বলতে থাকবে।

বেশিরভাগ ক্ষেত্রে, দহনাক্ষ জ্বলনাক্ষের চেয়ে 40°C থেকে 50°C বেশি। সাধারণভাবে জ্বলনাক্ষ আর দহনাক্ষের সঙ্গে পিচ্ছিলকের বেশিরভাগ ক্ষেত্রে তেমন কোনো সম্পর্ক নেই, কিন্তু যখন তেল উচ্চ তাপমাত্রায় ব্যবহৃত হয়, তখন এগুলি গুরুত্বপূর্ণ। আগেই বলা হয়েছে যে একটি ভাল লুভিকেন্টের জ্বলনাক্ষ, সেটি যে তাপমাত্রায় ব্যবহৃত হবে, তার ওপরে থাকা উচিত। এর দ্বারা লুভিকেন্ট ব্যবহারের সময় আগুনের ঝুঁকি থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।

আমরা এই পার্থ্যপুস্তকের শেষে সংযুক্ত ল্যাব ম্যানুয়ালের ব্যবহারিক পরীক্ষাপ্রণালীর মাধ্যমে ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে লুভিকেন্ট তেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট এবং ফায়ার পয়েন্ট নির্ধারণ সম্পর্কে শিখব।

4.8.5 মেঘবিন্দু (ক্লাউড পয়েন্ট) এবং প্রবাহ বিন্দু (পোর পয়েন্ট)

ক্লাউড পয়েন্ট বা মেঘবিন্দু: যখন লুভিকেন্ট তেল আস্তে আস্তে ঠান্ডা হয়, সর্বনিম্ন যে তাপমাত্রায় পিচ্ছিলক তেল কিছুটা অর্ধ-স্বচ্ছ (মেঘলা) হয়ে যায় তাকে ক্লাউড পয়েন্ট বা মেঘবিন্দু বলে।

পোর পয়েন্ট বা প্রবাহ বিন্দু: যে সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় পিচ্ছিলক (লুভিকেন্ট) তেল অর্ধ-কঠিন হয়ে যাবার ফলে তার প্রবাহ বন্ধ হয় তাকে পোর পয়েন্ট বলে।

ক্লাউড এবং পোর পয়েন্ট ঠাণ্ডা অবস্থায় লুভিকেন্ট তেলের উপযুক্ততা নির্দেশ করে। কম তাপমাত্রায় কাজ করা মেশিনে ব্যবহৃত লুভিকেন্ট তেলের পোর পয়েন্ট কম হওয়া উচিত; অন্যথায় লুভিকেন্ট তেলের কঠিনীভবন মেশিনের চলায় বাধা সৃষ্টি করবে। দেখা গেছে যে লুভিকেন্ট তেলের মধ্যে মোমের উপস্থিতি পোর পয়েন্ট বাঢ়ায়। পোর পয়েন্ট যন্ত্রের সাহায্যে মেঘবিন্দু ও প্রবাহ বিন্দু নির্ধারণ করা হয়।

প্রবাহ বিন্দু উন্নয়ক বা পোর পয়েন্ট ইস্প্রুভার: এই সংযোজকগুলি (পোর পয়েন্ট ডিপ্রেসেন্ট, PPD) কম তাপমাত্রায় লুভিকেন্টের পোর পয়েন্ট বৈশিষ্ট্যকে উন্নত করে। এদের মধ্যে প্রধান প্রকারগুলি হল পলি মিথ্যাক্রাইলেটস, ইথিলিন-ভিনাইল অ্যাসিটেট কো-পলিমার এবং পলিফিউমারেটস। পিপিডির প্রভাব প্রধানত লুভিকেন্টে ব্যবহৃত মূল উপাদানের বা মাধ্যমের বৈশিষ্ট্য এবং তাদের ঘনত্বের উপর নির্ভর করে।

SAQ-3	সত্য মিথ্যা লেখ
	<p>ভাল লুভিকেন্টে থাকা উচিত-</p> <p>i) মেশিনের অপারেটিং তাপমাত্রার চেয়ে কম ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার পয়েন্ট।</p> <p>ii) মেশিনের অপারেটিং তাপমাত্রার চেয়ে কম ক্লাউড এবং পোর পয়েন্ট।</p>

উত্তর: i) মিথ্যা ii) সত্য

4.9 পিচ্ছিলক বা লুভিকেন্টের রাসায়নিক ধর্ম

লুভিকেন্টের কিছু রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য হল কোক সংখ্যা বা কার্বন-অবশেষ, মোট অক্স সংখ্যা (টোটাল অ্যাসিড নম্বর, TAN) এবং স্যাপোনিফিকেশন বা সাবানায়ন মান।

4.9.1 কোক সংখ্যা বা কার্বন-অবশেষ

এটি জ্বালানির জ্বলনযোগ্যতার আনুমানিক ইঙ্গিত দেয় বলে মনে করা হয়। পরিমাণগতভাবে এটি তেলের বাষ্পীভবন এবং অবাত-দহনের পরে অবশিষ্ট কার্বনের পরিমাণ নির্দেশ করে। কার্বন-অবশেষ ছাড়াও একে প্রায়ই কোক বা তাপীয় কোক হিসাবেও উল্লেখ করা হয়।

কার্বন-অবশেষ নির্ধারণের জন্য, কনরাডসনের যন্ত্র এবং রামসবটম পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় এবং রামসবটম কার্বন-অবশেষ (RCR-ASTM D524), কনরাডসন কার্বন-অবশেষ (CCR-ASTM D189), অথবা মাইক্রোকার্বন-অবশেষ (MCR-ASTM D5430) হিসাবে প্রকাশ করা হয়। সংখ্যার হিসাবে CCR-এর মান MCR - এর মানের সমান। প্রকাশিত একক হল ভরের শতাংশ ($\% \text{m/m}$)। জ্বালানির বিযোজন এবং সেই কারণে উদ্ভৃত কার্বনজাত পদার্থডিজেল ইঞ্জিনের জ্বালানির ইঞ্জেকশন নলগুলি আটকে দিতে পারে; কার্বন-অবশেষের মান এই বিষয়ে ইঙ্গিত দিতে পারে। কার্বন-অবশেষের মান জ্বালানির উৎপাদনে ব্যবহৃত শোধন-প্রক্রিয়ার উপর নির্ভর করে। ভরের অনুপাতে এটি 15-16% থেকে 20% পর্যন্ত হতে পারে। তেলের কার্বন-অবশেষ পরিবেশকে প্রভাবিত করে। কার্বন বিভিন্ন রূপে উপযুক্ত হয় এবং তার একটি বড় ভগ্নাংশ বায়ুমণ্ডলে দহন করা হয়; এইভাবে বায়ুদূষক বর্জ্য হিসাবে প্রচুর পরিমাণে প্রিনহাউস গ্যাস, কার্বন ডাইঅক্সাইড তৈরি করে। প্রাকৃতিক গ্যাস, যা মূলতঃ মিথেন, পুড়ে

যাওয়ার আগে বায়ুমণ্ডলে উপস্থিত হলে আরও শক্তিশালী গ্রিনহাউস হাউস গ্যাস হিসাবে কাজ করে। হাইড্রোকার্বনের পাতনের পরে অবশিষ্ট অ্যাসফাল্ট-এর প্রতি তাঙুতে 20 টিরও বেশি কার্বন পরমাণু ভারী হাইড্রোকার্বন হিসাবে পড়ে থাকে।

4.9.2 টেটাল অ্যাসিড নম্বর (TAN) বা মোট অঞ্চল সংখ্যা

টেটাল অ্যাসিড সংখ্যা (TAN) হল একটি লুভিকেন্টে উপস্থিত অ্যাসিড-এর মাত্রার একটি পরিমাপ। অ্যাসিড ঘনত্ব, যুত-যৌগের উপস্থিতি, অল্লীয় দৃষ্টি এবং জারণের ফলে উদ্ভৃত উপজাত বস্তুর উপর একটি লুভিকেন্টের মধ্যেকার অ্যাসিড-এর মাত্রা নির্ভর করে। যুত-যৌগের বিযোজনের জন্যে একটি টাটকা তেলের TAN এর মানের প্রাথমিক হ্রাস হতে পারে। অপরিশেধিত তেলের জন্যে এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ মান-নির্দেশক।

মোট অ্যাসিড সংখ্যা (TAN) হল অঞ্চলতার পরিমাপ যা এক থাম তেলে উপস্থিত অ্যাসিডকে প্রশমিত করার জন্য যত মিলিগ্রাম পটাসিয়াম হাইড্রোকার্বনের প্রয়োজন, তার মান দ্বারা নির্ধারিত হয়।

TAN এর মান কিন্তু একটি তেলের ক্ষয়কারী প্রকৃতির পূর্বাভাস দিতে ব্যবহার করা যাবে না, কারণ পরীক্ষাটি শুধুমাত্র একটি নমুনায় অ্যাসিডের পরিমাণ পরিমাপ করে, নমুনায় বিভিন্ন অল্লীয় যৌগের নির্দিষ্ট পরিমাণ নয়। দুটি নমুনার একই TAN মান থাকলেও তাদের একটিতে উচ্চ স্তরের ক্ষয়কারী অ্যাসিড এবং অন্যটিতে নিম্ন স্তরের ক্ষয়কারী অ্যাসিড থাকতে পারে। ক্ষয়কারী অ্যাসিড দ্বারা সান্দ্রতা বৃদ্ধি এবং আঠা জাতীয় বস্তু গঠন-এই দুটি নেতৃত্বাচক কারণ TAN মান বৃদ্ধির জন্য দায়ী। TAN মান পেট্রোকেমিকাল নমুনায় উপস্থিত অল্লীয় যৌগের পরিমাণ নির্দিষ্ট করে। TAN হল লুভিকেন্টের অবনতি নির্ধারণের জন্য একটি বিশেষগতাক পরীক্ষা। লুভিকেন্ট যত বেশি অল্লীয়, তার তত বেশি অবনতি ঘটে। তরল পিচ্ছিলক পদার্থের বিযোজনের ফলে, ক্ষয়কারী অ্যাসিডের মাত্রা বাড়ার সাথে সাথে উপকরণ নষ্ট হবার প্রবণতাও বৃদ্ধি পায়।

এটি সাধারণত অশোধিত তেলের ন্যাপথেনিক অ্যাসিড যা ক্ষয়ের সমস্যা সৃষ্টি করে। এই ধরনের ক্ষয়কে ন্যাপথেনিক অ্যাসিড ক্ষয় (NAC) বলা হয়। অন্যান্য শিল্পে, যেখানে লুভিকেন্ট হিসাবে তেল ব্যবহৃত হয়, সেখানে তেলের জারণ ও যন্ত্রের সম্ভাব্য ক্ষয়ের ঝুঁকি নির্ধারণের জন্য TAN এর মান কার্যকরী হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, কম্প্রেসর এবং টারবাইনে ব্যবহৃত তেলগুলির অ্যাসিড সংখ্যা সাধারণত প্রতি থাম নমুনায় $0.01\text{-}0.25 \text{ mg KOH}$ হয়; গিয়ারবক্স এবং লুব অয়েল গুলির অ্যাসিড সংখ্যা হয় প্রামাণ্যত $0.1\text{-}10 \text{ mg KOH}$ এবং লুভিকেন্ট অ্যাডিটিভ-এর অ্যাসিড সংখ্যা হয় $20\text{-}200 \text{ mg KOH/g}$. অ্যাসিডিক বৈশিষ্ট্য অসংখ্য রাসায়নিক দ্বারা সৃষ্টি হতে পারে। মোট অ্যাসিড সংখ্যা (TAN) পরিমাপের জন্য, পটেনশিওমেট্রিক টাইট্রেশন, রঙ নির্দেশক টাইট্রেশন এবং বর্ণলী পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

TAN এর গুরুত্ব

এটি অপরিশেধিত তেলের একটি গুরুত্বপূর্ণ গুণমান পরিমাপ এবং পিচ্ছিলক প্রস্তুতপ্রণালীর মান নিয়ন্ত্রণে নির্দেশক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এটি কখনও কখনও পরিষেবা চলাকালীন লুভিকেন্ট-এর সম্ভাব্য বিযোজনের পরিমাপ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

সরঞ্জাম রক্ষণাবেক্ষণ এবং সুরক্ষার জন্য এবং যন্ত্রপাতির ক্ষতি অগ্রিম রোধ করার জন্য TAN এর জন্য পরীক্ষা করা অপরিহার্য। TAN পরীক্ষা হল তেলের মধ্যে উপস্থিত দুর্বল জৈব অ্যাসিড এবং শক্তিশালী অজৈব অ্যাসিড উভয়ের পরিমাপ।

ইউনিটের শেষে সংযুক্ত ব্যবহারিক পরীক্ষাগুলির সাহায্যে তেলের TAN নির্ধারণ আমরা শিখব।

4.9.3 স্যাপোনিফিকেশন ভ্যালু (SV) বা স্যাপোনিফিকেশন নাম্বার (SN)

স্যাপোনিফিকেশন বা সাবানায়ন হল সেই প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে ট্রাইলিপ্সারাইড বা চর্বিতে থাকা ফ্যাটি অ্যাসিডকে ক্ষার দ্বারা আক্রমণিকভাবে করে ছিসারল এবং ফ্যাটি অ্যাসিড সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণ তৈরী হয়। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ চর্বি বা তেল অতিরিক্ত পরিমাণে আলকোহল-যুক্ত KOH সঙ্গে ফোটানো হয়।

স্যাপোনিফিকেশন ভ্যালু (মান) বা স্যাপোনিফিকেশন নম্বর (সংখ্যা) (SV বা SN)

পিচিলক তেলের স্যাপোনিফিকেশন মান হল এক গ্রাম চর্বিযুক্ত তেল সাবানে পরিণত করার জন্য প্রয়োজনীয় পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড (KOH) এর পরিমাণকে মিলিথামে প্রকাশ করলে যা হয় সেই সংখ্যা।

এটি ট্রাইলিসারাইড হিসাবে নমুনায় উপস্থিত সমস্ত ফ্যাটি অ্যাসিডের গড় আণবিক ওজন (বা শৃঙ্খল -দৈর্ঘ্য) এর একটি পরিমাপ। স্যাপোনিফিকেশন নম্বর একটি যৌগিক তেলে সাবানায়ন-যোগ্য চর্বি-জাতীয় উপাদানের পরিমাণের ইঙ্গিত। কিছু পদার্থ তেলের মধ্যে থাকলে পরীক্ষার ফলাফলের ব্যাখ্যায় সর্তর্কতা অবলম্বন করতে হবে; যেমন সালফার যোগ বা হ্যালোজেন যদি তেলের মধ্যে থাকে, এগুলিও KOH- এর সাথে বিক্রিয়া করে, যার ফলে আপাত স্যাপোনিফিকেশন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়।

এসিড মান এবং স্যাপোনিফিকেশন মানের মধ্যে পার্থক্য

অ্যাসিড মান এবং স্যাপোনিফিকেশন ভ্যালুর মধ্যে মূল পার্থক্য হল অ্যাসিড মান পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইডের ভর দেয় যা রাসায়নিক পদার্থের এক গ্রামকে প্রশমিত করার জন্য প্রয়োজনীয়; অন্যদিকে, স্যাপোনিফিকেশন মান পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইডের ভর দেয় যা এক গ্রাম চর্বি স্যাপোনিফিক করার জন্য প্রয়োজনীয়। স্যাপোনিফিকেশনের আক্ষরিক অর্থ "সাবান তৈরি"। চর্বিতে পাওয়া লম্বা-শৃঙ্খলের ফ্যাটি অ্যাসিডের কম স্যাপোনিফিকেশন ভ্যালু থাকে কারণ তাদের ফ্যাটের প্রতি ইউনিট ভরের তুলনায় অপেক্ষাকৃত কম সংখ্যক কার্বক্সিলিক ফাংশনাল গ্রুপ থাকে এবং তাই উচ্চ আণবিক ওজন হয়।

ইউনিটের সারাংশ

- জ্বালানী:** যে কোন দাহ্য পদার্থ বাতাসে জ্বলনে প্রচুর পরিমাণে তাপ উৎপন্ন করে যা অর্থনৈতিকভাবে গার্হস্থ্য এবং শিল্পের কাজে ব্যবহার করা যায়।
- জ্বালানীর ক্যালরিফিক মান হল** জ্বালানীর একক ভরের সম্পূর্ণ দহন দ্বারা প্রাপ্ত তাপের পরিমাণ।
- গ্যাসোলিনের অকটেন সংখ্যা** হল আইসোঅকটেন এবং n-হেপটেন মিশ্রণে আইসোঅকটেনের শতাংশ যা একটি মান পরীক্ষা ইঞ্জিনে পরীক্ষা করা জ্বালানির সাথে মেলে।
- যে পদার্থ দুটি দুইটি চলমান/স্লাইডিং পৃষ্ঠের মধ্যে, তাদের মধ্যে ঘর্ষণ বা ঘর্ষণ প্রতিরোধকে হ্রাস করার লক্ষ্যে ব্যবহৃত হয়, সেগুলি পিচিলক বা লুব্রিকেন্ট নামে পরিচিত।
- পিচিলন:** লুব্রিকেন্ট প্রয়োগের মাধ্যমে চলমান/স্লাইডিং পৃষ্ঠের মধ্যে ঘর্ষণ হ্রাস করার প্রক্রিয়াকে, লুব্রিকেশন, তেলাক্তকরণ বা পিচিলন বলা হয়
- লুব্রিকেন্টগুলিকে** তরল, অর্ধ-কঠিন, কঠিন এবং অবদ্রব হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়
- তেলাক্তকরণের পদ্ধতিগুলি** পুরু পর্দা বা ফ্লুইড ফিল্ম বা হাইড্রোডায়নামিক লুব্রিকেশন এবং পাতলা পর্দা বা সীমানা পিচিলন দ্বারা বোঝা যায়
- ক্লাউড এবং পোর পয়েন্ট** - মেঘবিন্দু ও প্রবাহ বিন্দু: যখন লুব্রিকেন্ট তেল ধীরে ধীরে ঠান্ডা হয়, যে তাপমাত্রায় সেটি চেহারাতে অস্বচ্ছ বা মেঘলা হয়ে যায় তাকে ক্লাউড পয়েন্ট বলে। যে সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় লুব্রিকেন্ট তেল আধা-কঠিন হয়ে যায় এবং প্রবাহ বন্ধ হয় তাকে পোর পয়েন্ট বলে। ভাল লুব্রিকেন্টের মেশিনের ব্যবহার্য তাপমাত্রার চেয়ে কম ক্লাউড এবং পোর পয়েন্ট থাকতে হবে।
- জ্বলনাক্ষ ও দহনাক্ষ:** একটি উদ্বায়ী তরল পদার্থের জ্বলনাক্ষ হল সর্বনিম্ন তাপমাত্রা যেখানে উপাদানটির বাস্প ক্ষণিকের জন্য প্রজ্বলিত হবে যদি একটি আণনের উৎস তার কাছে নিয়ে আসা হয়।

- জ্বালানীর দহন বিন্দু বা দহনাঙ্ক হল সর্বনিম্ন তাপমাত্রা যেখানে জ্বলনের উৎস তার কাছে নিয়ে এলে সেই জ্বালানির বাষ্প কর্মপক্ষে ৫ সেকেন্ড ধরে জ্বলতে থাকবে।
- একটি ভাল লুভিকেন্টের জ্বলাঙ্ক, সোটি যে তাপমাত্রায় ব্যবহৃত হবে, তার ওপরে থাকা উচিত।
- সান্দ্রতা: প্রবাহের প্রতি তরলের এই প্রতিরোধকে সান্দ্রতা বলা হয়। বর্ধিত তাপমাত্রার সাথে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়।
- তৈলাক্ততা: একটি লুভিকেন্টের তৈলাক্ততা হল চাপের মধ্যেও মেশিনের যন্ত্রাংশের পৃষ্ঠে লেগে থাকার ক্ষমতার পরিমাপ।
- টোটাল এসিড সংখ্যা: টোটাল এসিড সংখ্যা (TAN) হল একটি লুভিকেন্টে উপস্থিত অ্যাসিড-এর মাত্রার একটি পরিমাপ।
- স্যাপোনিফিকেশন নাম্বার: এটি এক গ্রাম চর্বি স্যাপোনিফাই করার জন্য প্রয়োজনীয় পটাশিয়াম হাইড্রোকাইট (KOH) এর মিলিগ্রামের সংখ্যাকে নির্দেশ করে।

অনুশীলনী

- তাপোৎপাদক বা ক্যালোরিফিক মান নির্ধারণ করত্ব এবং এর একক উল্লেখ কর।
- ডুলং এর সূত্র ব্যবহার করে উচ্চ এবং নিম্ন ক্যালোরি মান গণনা কর।
- কয়লার আপাত-বিশ্লেষণে জড়িত উপাদানগুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও এবং ব্যাখ্যা কর।
- গ্যাসোলিনের অকটেন সংখ্যা লেখ। আইসোপেন্টেন, n-হেক্সেন, বেনজিন এবং সাইক্লোহেক্সেনের অকটেন সংখ্যা উল্লেখ কর।
- সিটেন সংখ্যা সংজ্ঞায়িত কর। পেট্রোল ইঞ্জিন নকিংয়ের কারণগুলো বল।
- এলপিজি, সিএনজি, বায়োগ্যাস এবং কয়লা গ্যাসের রচনা, ক্যালোরিফিক মান এবং প্রয়োগ লেখ।
- ভাল লুভিকেন্টের বৈশিষ্ট্য লেখ।
- বিভিন্ন ধরনের তরল লুভিকেন্টের গঠন ও বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর।
- হাইড্রোডায়নামিক লুভিকেশনের ধারণা ব্যবহার করে লুভিকেশনের যথাযথ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।
- নিচের পদগুলো ব্যক্ত কর : i) সান্দ্রতা এবং সান্দ্রতা সূচক ii) জ্বলাঙ্ক ও দহনাঙ্ক iii) মেঘ এবং প্রবাহ বিন্দু।
- কোক সংখ্যা এবং লুভিকেন্টের TAN এর গুরুত্ব লেখ।
- অ্যাসিড মান এবং স্যাপোনিফিকেশন মানের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

ব্যবহারিক পরীক্ষা

1. প্রদত্ত তেলের নমুনায় মোট অ্যাসিড নম্বর(TAN) নির্ধারণ

বিবৃতি

প্রদত্ত তেলের মোট অ্যাসিড নম্বর (TAN) নির্ধারণ করো।

গুরুত্ব

এই ইউনিট 4 এর ধারা 4.9.2 দেখো

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

এই ইউনিট 4 এর ধারা 4.9.2 দেখো

ব্যবহারিক ফলাফল (PROs)

PrO1: ইলেকট্রনিক তুলাযন্ত্রে প্রদত্ত নমুনাটি সঠিকভাবে ওজন করো

PrO2: নমুনা দ্রবণ প্রস্তুত করো।

PrO3: TAN নির্ণয়ের জন্য টাইট্রেশন করো

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক এবং কাচের সরঞ্জাম

- রাসায়নিক (AR গ্রেড) তেলের নমুনা, ফেনোলফথালিন সূচক, KOH
- কাঁচের সরঞ্জাম (বোরোসিল): শঙ্কু ফ্লাস্ক (100 mL), বুরেট (50mL), পিপেট (10 mL), ওজন তুলাযন্ত্র (0.0001 mg সংবেদনশীলতা)

নিরাপত্তা মূলক সতর্কতা

- ব্যবহারিক পরীক্ষা করার সময় অ্যাথন, দস্তানা ব্যবহার করো।
- কাঁচের জিনিস এবং রাসায়নিকগুলি সাবধানে নাড়াচাড়া করো

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- শঙ্কু-ফ্লাস্কে 1g তেলের নমুনা ওজন করো।
- দ্রবণ ঝাঁকিয়ে তেল সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত করার জন্য তেলের সাথে 50 mL ইথাইল অ্যালকোহল যোগ করো।
- শঙ্কু-ফ্লাস্কের দ্রবণে 2-3 ফেট্টা ফেনোলফথালিন সূচক যোগ করো।
- 0.01 (N) KOH দ্রবণ দিয়ে বুরেটিটি ধূয়ে ফেলো এবং পূর্ণ করো।
- রঙটি বগইন থেকে স্থায়ী হালকা গোলাপী না হওয়া পর্যন্ত 0.01 (N) KOH দ্রবণ দিয়ে শঙ্কু-ফ্লাস্কে দ্রবণটি টাইট্রেট করো।
- পরপর তিনটি বুরেট মানের জন্য পদ্ধতিটি পুনরাবৃত্তি করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

- বুরেটে দ্রবণ : 0.01 (N) KOH
- শঙ্কু-ফ্লাস্ক দ্রবণ : 1 g তেল + 50 mL ইথানল
- নির্দেশক: ফেনোলফথালিন
- অন্তিম বিন্দু:

বুরেট মান	নির্দেশক মান	1	2	3	গড় পার্থক্য = (1+2+3)/3
প্রাথমিক বুরেট মান (IBR)					
চূড়ান্ত বুরেট মান (FBR)					
পার্থক্য (FBR -IBR)					

1(N) KOH এর 1000 mL = 56.119 g KOH

1(N) KOH এর 1 mL = 56.119 mg KOH

0.01 N KOH এর 1 mL = 56.119×0.01 mg KOH

(গড় পার্থক্য) 0.01 N KOH এর mL = $56.119 \times 0.01 \times$ (গড় পার্থক্য mL) KOH এর mg

তেলের নমুনার অ্যাসিড মান = $56.119 \times 0.01 \times$ (গড় পার্থক্য mL) mg KOH / 1 g তেল

তেলের নমুনার অ্যাসিড মান = _____

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

1. প্রদত্ত তেলের নমুনার 1 গ্রামের অ্যাসিড মান হল

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে।

- বাজারে পাওয়া পিচ্ছিলক (লুব্রিকেট) তেলের তালিকা দাও।
- একটি তেলের অ্যাসিড মূল্যের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করো।
- লুব্রিকেটের বিয়োজনের সাথে TAN- এর সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	 পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি এবং টাইট্রেশন	30		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

2 কয়লায় আর্দ্রতা এবং ছাইয়ের পরিমাণ নির্ণয়

বিবৃতি

ওজনমিতি (গ্রাভিমেট্রি) দ্বারা প্রদত্ত কয়লার নমুনায় আর্দ্রতা এবং ছাই-এর আনুমানিক পরিমাণ নির্ণয় (আপাত বিশ্লেষণ)।

ব্যবহারিক গুরুত্ব

আর্দ্রতা, উদ্বায়ী পদার্থ, ছাই এবং স্থির কার্বন হল কয়লা বা কোকের মতো কঠিন জ্বালানীর গুণমান নির্ণয়ের জন্য নির্ধারিত প্রধান পরামিতি। কয়লা বিশ্লেষণে আর্দ্রতা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এটি একটি কয়লার ক্যালরিফিক (তাপোৎপাদিতা) মান নির্ধারণ এবং নাড়াচাড়া করার জন্য প্রয়োজন। দহনের পরে কতটুকু উপাদান অবশিষ্ট থাকবে, যা নিষ্পত্তি করতে হবে, তার তথ্য প্রদান করে ছাই-এর পরিমাণ। কম ছাই-যুক্ত কয়লা ইস্পাত শিল্পে কোকিং কয়লার জন্য পছন্দ করা হয়। আপাত বিশ্লেষণে কয়লা এবং কোকে আর্দ্রতা, উদ্বায়ী পদার্থ, স্থির কার্বন এবং ছাই নির্ণয় করা হয়; কয়লার মান নির্ণয় করতে, দাহ্য উপাদানগুলির সাথে আদাহ্য উপাদানের অনুপাত দেখাতে, ক্রয়/বিক্রয়ের ভিত্তি প্রদান করতে এবং বিভিন্ন উদ্দেশ্যে কয়লা মূল্যায়ন করতে ব্যবহৃত হয়।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

এই ইউনিট 4, বিভাগ 4.2.1 দেখো

ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: সঠিকভাবে কয়লার নমুনা ওজন করো।

PrO2: যেকোনো উৎস থেকে কয়লার নমুনায় আর্দ্রতা এবং ছাইয়ের পরিমাণ নির্ধারণ করো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম

বৈদ্যুতিক তুলাযন্ত্র, বৈদ্যুতিক চুল্লি, মাফল চুল্লি, চিমটা, সিলিকা মুচি বা ক্রুসিবল, কয়লার নমুনা ইত্যাদি

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- অভিজ্ঞ ব্যক্তির তত্ত্বাবধানে খুব সাবধানে চুলা এবং চুল্লি পরিচালনা করো।
- গরম ক্রুসিবল নাড়াচাড়া করার সময় চিমটা ব্যবহার করো।
- মাফল চুল্লি ব্যবহার করার সময় তাপরোধী দস্তানা ব্যবহার করো।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

পার্ট A : আর্দ্রতা নির্ধারণের প্রক্রিয়া।

- সিলিকা ক্রুসিবলে বায়ু দ্বারা শুকনো কয়লার নমুনা আনুমানিক 1 g ওজন করো।
- ক্রুসিবলটি বৈদ্যুতিক চুলায় 1050°C তাপমাত্রায় 1 ঘন্টার জন্য রাখো
- কয়লার নমুনার প্রারম্ভিক ওজন এবং চূড়ান্ত ওজনের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করো যা আর্দ্রতার পরিমাণকে উপস্থাপন করে কারণ গরম করার সময় আর্দ্রতা বাস্পীভূত হয়।

পার্ট B : ছাই বা অ্যাশ নির্ধারণের প্রক্রিয়া।

- সিলিকা মুচি তে আর্দ্রতা মুক্ত (অংশ A থেকে) কয়লার নমুনা সঠিকভাবে ওজন করো।
- ক্রুসিবলকে 750°C তাপমাত্রায় 1 ঘন্টার জন্য রাখো।
- উৎপন্ন ছাইয়ের ওজন নির্ণয় করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

পার্ট A : আর্দ্রতা নির্ধারণ

খালি ক্রুসিবল = W_1 = g

গরম করার আগে ক্রুসিবল এবং কয়লার নমুনার ওজন = W_2 = g

কয়লার ওজন = W_3 = $W_2 - W_1$ = g

গরম করার পর সিলিকা ক্রুসিবল এবং কয়লার নমুনার ওজন = W_4 = g

আর্দ্রতার ওজন W_5 = $W_2 - W_4$ = g

$$\text{আর্দ্রতার পরিমাণ} = \frac{\text{বিদ্যুরিত আর্দ্রতার ওজন } (W5)}{\text{কয়লার ওজন } (W3)} \times 100$$

পার্ট B: ছাই নির্ধারণ

খালি ক্রুসিবল = W_1 = g

গোড়ানোর আগে সিলিকা ক্রুসিবল এবং কয়লার নমুনার ওজন = W_2 = g

কয়লার ওজন = W_3 = $W_2 - W_1$ = g

সিলিকা ক্রুসিবল এবং ছাই = W_4 = g

ছাইয়ের ওজন W_5 = $W_4 - W_1$ = g

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

এই পরিকল্পনাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পরিমাণ কয়লার নমুনা ব্যবহার করো।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
প্রদত্ত নমুনার ওজন নির্ণয়	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
আর্দ্ধতা নির্ধারণের প্রক্রিয়া	20		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
ছাই নির্ণয়ের প্রক্রিয়া	20		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরিচ্ছন্নতা	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

3. বোমা ক্যালোরিমিটার ব্যবহার করে কঠিন বা তরল জ্বালানির ক্যালরিফিক মান নির্ধারণ

বিবৃতি

বোমা ক্যালোরিমিটার ব্যবহার করে কঠিন বা তরল জ্বালানির ক্যালরিফিক মান নির্ধারণ করো

গুরুত্ব

বোমা ক্যালরিমিটার হল একটি রাসায়নিক বিক্রিয়াজাত দহনের তাপ নিরাপনের যন্ত্র। এই তথ্য বিজ্ঞানীদের আরও ভালভাবে জানতে সাহায্য করে, কিছু খাদ্য পণ্য ব্যবহারের জন্য নিরাপদ কি না। কঠিন এবং তরল জ্বালানির উচ্চ বা স্থূল তাপোৎপাদক (ক্যালরিফিক) মান (GCV) নির্ধারণ করতে একটি বোমা ক্যালোরিমিটার ব্যবহার করা যেতে পারে। উচ্চতর GCV মানে কম আগেক্ষিক জ্বালানি খরচ। দহনের জন্য প্রয়োজনীয় বায়ুর পরিমাণ আগেই গণনা করা যেতে পারে। ভাল মানের জ্বালানী ব্যবহার করে নির্দিষ্ট জ্বালানী খরচ উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস করা যেতে পারে।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

তাপোৎপাদক মান হল জ্বালানির সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। এটি জ্বালানির একক ভরের সম্পূর্ণ দহন দ্বারা মুক্ত হওয়া তাপের মোট পরিমাণ হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা যেতে পারে। তাপোৎপাদক (ক্যালরিফিক) মান জ্বালানির মান নির্ধারণ করে। যেখানে কয়লা জ্বালানী হিসাবে ব্যবহৃত হয় তখন তাপীয় দক্ষতা এবং তাপের ভারসাম্য গণনা করতে সহায়তা করে। দহন দ্বারা গঠিত জল সম্পূর্ণভাবে ঘনীভূত হলে উচ্চতর ক্যালরিফিক মান (HCV) বা গ্রাস ক্যালরিফিক মান (GCV) পাওয়া যায়। লোয়ার ক্যালরিফিক ভ্যালু (LCV) বা মোট ক্যালরিফিক ভ্যালু (NCV) পাওয়া যায় যখন দহন দ্বারা গঠিত জল বাস্প পর্যায়ে সম্পূর্ণভাবে বিদ্যমান থাকে। [ইউনিট 4 বিভাগ 4.1 থেকে 4.1.4 পত্রে] মূলত, এই যন্ত্রটি একটি জ্বালানির নমুনাকে পুড়িয়ে দেয় এবং উৎপন্ন তাপকে একটি নির্দিষ্ট ওজনের জলে স্থানান্তর করে।

ব্যবহারিক ফলাফল (PROs)

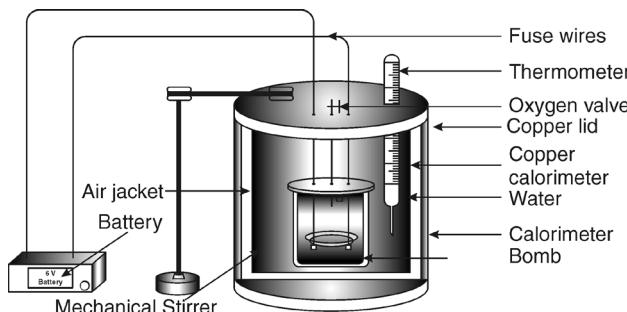
PRO1: এবং

PRO2: P1 এর সমান

PRO3: অন্য কোন কঠিন বা তরল জ্বালানির ক্যালরিফিক মান নির্ধারণ করতে বোমা ক্যালোরিমিটার ব্যবহার করো।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অক্ষন / স্কেচ / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)

বোমা ক্যালোরিমিটারে একটি শক্তিশালী ইল্পাতের খোলস থাকে যা বোমা নামে পরিচিত। এটির একটি ভিত্তি আছে যার ওপর প্ল্যাটিনাম ক্রুসিবেল বসানো হয় এবং বোমাটির সঙ্গে লাগানো হয়। বোমাটির উপরের অংশে একটি অক্সিজেন সরবরাহ সংযোগ এবং উৎপন্ন বস্তু মুক্ত করার জন্য একটি কপাটিকা বা ভালভ রয়েছে। ইলেক্ট্রোডগুলি বোমার মধ্য দিয়ে প্রসারিত হয় এবং ফিউজ তারকে বৈদ্যুতিক সার্কিটের সাথে সংযুক্ত করে। বৈদ্যুতিক সার্কিট বন্ধ করে কয়লা জ্বালানো যায়। বোমাটি একটি তামার পাত্রের ভিতরে রাখা হয়েছে যাতে জল রয়েছে। ক্যালোরিমিটারের মধ্যে জলকে মিশ্রিত করার জন্য একটি আলোড়ন সৃষ্টিকারী যন্ত্র রয়েছে। বোমা ধারণকারী ক্যালরিমিটার অন্য একটি পাত্রে রাখা হয় যা তাপ নিরোধক হিসেবে কাজ করে। ক্যালরিমিটারে জলের তাপমাত্রা একটি থার্মোমিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয়।



প্রয়োজনীয় রসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

ইলেকট্রনিক তুলাযন্ত্র (0.0001 mg সংবেদনশীলতা), বৈদ্যুতিক চুলা (সাইজ -18 "x 18 " x 18 ") 40 লিটার ধারণক্ষমতা 25°C পর্যন্ত তাপমাত্রা, স্ট্যান্ডার্ড বোমা ক্যালোরিমিটার, সিলিকা মুচি (ক্রুসিবেল), চিপ্টা, কয়লার নমুনা.

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- শিক্ষকের তত্ত্ববধানে ক্যালরিমিটার ব্যবহার করো।
- ক্রুসিবেল নাড়াচাড়া করার সময় চিপ্টা ব্যবহার করো।
- বিস্ফোরণের সম্ভাব্য বিপদের কারণে ক্যালোরিমিটারের উপরের দিকটি নিজের থেকে দূরে রাখো।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- সিলিকা ক্রুসিবেলে প্রায় 1 g কঠিন জ্বালানির নমুনা নিন, এটিকে বোমা ক্যালোরিমিটারে প্রবেশ করান।
- 2000 mL পাতিত জল যোগ করো, নাড়তে শুরু করো এবং জলের প্রাথমিক তাপমাত্রা নোট করো।
- প্রায় 20 থেকে 25 atm এ অক্সিজেন গ্যাস পাস করো।
- ক্রুসিবেল দিয়ে বিদ্যুৎ পাঠাতে শুরু করো এবং জ্বালানির নমুনা অক্সিজেনের উপস্থিতিতে জ্বলতে দাও।
- বোমা ক্যালোরিমিটারের ভিতরে ইলেকট্রিক স্পার্ক তৈরি করে জ্বালানি পোড়ানো হয়।

6. নমুনা জ্বালানি দহনের সময় নিঃসৃত তাপ জল দ্বারা গ্রহণ করা হয়, যার কারণে জলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।
7. চূড়ান্ত স্থির তাপমাত্রা নথিভুক্ত করো।
8. ক্যালোরিমিটারের জল সমতুল্য নির্ধারিত হয় ব্যবহার করে একই পদ্ধতি পুনরাবৃত্তির দ্বারা। বেনজোয়িক অ্যাসিড পরিচিত GCV -র আদর্শ জ্বালানী।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

ক্রমিক নং	বর্ণনা	ওজন (g)
1	বোমা ক্যালোরিমিটারের জল সমতুল্য = ক্যালোরিমিটারের জন্য নির্দিষ্ট বা বেনজোয়িক অ্যাসিড জ্বালানীয়ে গণনা করা = (m_1)	
2	তামার ক্যালোরিমিটারে জলের ভর (m_2)	
3	জলের আপেক্ষিক তাপ (C_w)	
4	কঠিন জ্বালানী কয়লার নমুনার ওজন W_s	
5	জলের প্রাথমিক তাপমাত্রা (T_1)	
6	জলের চূড়ান্ত তাপমাত্রা (T_2)	

গণনা

$$\text{পাত্রে } W_s \text{ কেজি জ্বালানী দ্বারা মুক্ত তাপ} = \text{বোমায় } (m_1 + m_2) \text{ kg জল দ্বারা শোষিত তাপ} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{আমরা জানি যে বন্ধ পাত্রে 1 কেজি জ্বালানী দ্বারা মুক্ত তাপ} = GCV$$

$$\text{বন্ধ পাত্রে } W_s \text{ kg জ্বালানী দ্বারা মুক্ত তাপ} = GCV \times W_s \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{যে পরিমাণ তাপ } 1 \text{ কেজি জল দ্বারা শোষিত হয়ে তার তাপমাত্রা } 1^\circ \text{ সেন্টিগ্রেড বাড়ায়} = \text{জলের আপেক্ষিক তাপ } C_w = 4.187 \text{ kJ/ (kg. } ^\circ\text{C)}$$

$$\text{যে তাপ } (m_1 + m_2) \text{ kg জল দ্বারা শোষিত হয়ে তার তাপমাত্রা } T_1 \text{ থেকে } T_2 \text{ } ^\circ\text{C অবধি বাড়ায় তা হলো} = (m_1 + m_2) \times (T_2 - T_1) \times C_w \dots\dots\dots (3)$$

সমীকরণ 1 এ সমীকরণ 2 এবং 3 প্রতিস্থাপন করয়ে পাওয়া যাবে :

$$GCV \times W_s = (m_1 + m_2) \times (T_2 - T_1) \times C_w$$

$$\text{স্থূল তাপোৎপাদক মান} = \frac{(m_1 + m_2) \times (T_2 - T_1) \times C_w}{W_s} = \dots\dots\dots$$

$$\text{তাপোৎপাদক মান} = \dots\dots\dots \text{ Cal/g}$$

$$\text{তাপোৎপাদক মান} = \dots\dots\dots 4.183 \times 10^3 \text{ J/kg}$$

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

1. নমুনা জ্বালানির ক্যালোরিফিক মান হল

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- যে জ্ঞানানির সর্বোচ্চ ক্যালোরি মান আছে তার নাম দাও।
- ক্যালোরি ভ্যালুর তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর।
- বোমা ক্যালোরিমিটারে বোমাটির উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা কর।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিপ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
লুণিকেন্ট এবং থার্মোমিটার দিয়ে কাপ ঠিক করা	20		মৌখিক পরীক্ষা	10		
ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বের করা	10		গগনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
ফায়ার পয়েন্ট বের করা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরিচ্ছন্নতা	10					
ঠিকমতো গরম করা	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

4. পিচ্ছিলক তেলের সান্দুতা নির্ধারণ

বিবৃতি

রেডউড ভিসকোমিটার ব্যবহার করে পিচ্ছিলক তেলের সান্দুতা নির্ধারণ করো।

গুরুত্ব

সান্দুতা বা তেলের ঘনত্ব গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি লুব্রিকেশ্টের পর্দার শক্তি এবং চলমান অংশগুলির মধ্যে ঘর্ষণ প্রতিরোধের দক্ষতা নির্ধারণ করে। যদি একটি লুব্রিকেশ্ট খুব পাতলা হয়, পর্দাটি ঘর্ষণ প্রতিরোধ করার জন্য যথেষ্ট মোটা নাও হতে পারে।

গতি, তাপমাত্রা এবং ভারের জন্য সঠিক সান্দুতাযুক্ত লুব্রিকেশ্ট-এর ব্যবহার ঘূর্ণয়মান অংশগুলির মধ্যে একটি সম্পূর্ণ লুব্রিক্যান্ট পর্দার অস্তিত্ব নিশ্চিত করে। ধাতব তল গুলির মধ্যে প্রত্যক্ষ যোগাযোগ ছাড়া এবং নূনতম ঘর্ষণের সাথে ঘূর্ণয়মান ঘন্টাংশ গুলিকে কাজ করার পক্ষে তরল পর্দাটি যথেষ্ট পুরু ও সক্ষম।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

এই ইউনিট 4, বিভাগ 4.8.1 এবং 4.8.2 দেখো।

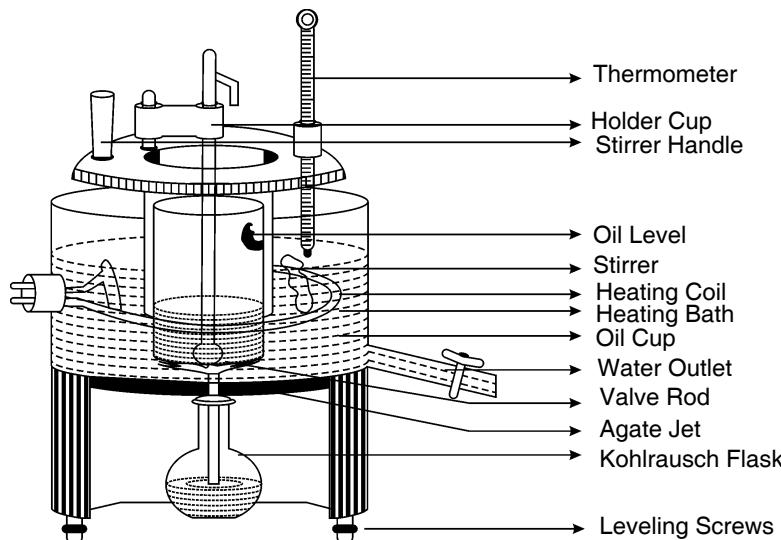
ব্যবহারিক ফলাফল (PROs)

PrO1: বিভিন্ন ধরণের পিচ্ছিলক তেলের সান্দুতা নির্ধারণ করতে রেডউড ভিসকোমিটার ব্যবহার করো।

PrO2: লেখচিত্র থেকে সান্দুতা এবং তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক বের করো।

PrO3: বিভিন্ন প্রয়োগের জন্য উপযুক্ত লুব্রিকেশ্ট নির্বাচন করো।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি(অক্ষন / স্কেচ / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)



পিচ্ছিলক তেলের সান্দুতা ভিসকোমিটারের সাহায্যে পরিমাপ করা হয়। একটি ভিসকোমিটারে তরলের নির্দিষ্ট ঘনায়তন একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে একটি আদর্শ ক্যাপিলারি টিউবের মাধ্যমে, তার নিজের ওজন অনুযায়ী প্রবাহিত হতে দেওয়া হয় এবং প্রবাহের সময় সেকেন্ডে পরিমাপ করা হয়। সেকেন্ডেপ্রকাশিত প্রবাহের সময় প্রকৃত সান্দুতার সমানপাতিক। রেডউড

ভিসকোমিটার লুভিকেন্ট তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি দুই প্রকার। রেডউড ভিসকোমিটার নম্বর 1 কম সান্দ্র লুভিকেন্ট তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটিতে জেটের ছিদ্রের ব্যাস 1.62 মিমি এবং দৈর্ঘ্য 10 মিমি। রেডউড ভিসকোমিটার নং 2 অত্যন্ত সান্দ্র লুভিকেন্ট তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এর জেটের ছিদ্রের ব্যাস 3.8 মিমি এবং দৈর্ঘ্য 15 মিমি।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

রেডউড ভিসকোমিটার নং 1 (স্ট্যার্ড), স্টপ ওয়াচ, পিচ্ছিলক তেল (60 mL), থার্মোমিটার।

কাঁচের সরঞ্জাম (বোরোসিল): কোহলরাশ ফ্লাস্ক (50 mL - 50 mL পর্যন্ত চিহ্নিত ফ্লাস্ক) অথবা মাপন চোঙ (100 mL)।

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- প্রথমে উচ্চ তাপমাত্রায় এবং তারপর কম তাপমাত্রায় সান্দ্রতা নির্ধারণ করো।
- রেডউড ভিসকোমিটারের ট্রাইপড লেভেলিং স্তুর সাহায্যে যন্ত্রগুলিকে অনুভূমিক করো।
- অভিগ্রহ কাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রার সমসত্ত্বতা বজায় রাখার জন্য গরম করার সময় আলোড়ক ব্যবহার করো।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- জলবাহুর মধ্যে জল পূরণ করো; জলতল যেন নলাকার কাপে ভরা তেলের তেলের (নির্দেশকের অগ্রভাগের দ্বারা নির্দিষ্ট) সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ হয়।
- ভালভ রডের পিতলের বলটি সঠিক অবস্থানে রাখো যাতে ছিদ্রটি বন্ধ থাকে।
- সূচকের অগ্রভাগ পর্যন্ত তেলের কাপে সাবধানে পরীক্ষার তেল ঢালুন।
- খালি কোহলরাশ ফ্লাস্ক বা খালি পরিমাপ সিলিন্ডার ওজন করো। সেই ওজন হবে W1
- জেট এর নিচে 50 mL কোহলরাশ ফ্লাস্ক (বা পরিমাপ সিলিন্ডার) রাখো।
- থার্মোমিটার রাখো, একটি তেলে এবং অন্যটি জলে।
- তেল এবং জল ভালভাবে নাড়ো এবং তাদের প্রাথমিক তাপমাত্রা নথিবন্ধ করো।
- যখন তেল এবং জলের তাপমাত্রা 60°C এ স্থির থাকে, তখন বল ভালভ খোলো এবং থার্মোমিটারের বালতি থেকে এটি ঝুলিয়ে দাও এবং একই সাথে স্টপ ওয়াচ শুরু করো।
- কোহলরাশ ফ্লাস্কে তেলের পরিমাণ যখন 50 mL দেখাবে, তখন স্টপ ওয়াচ বন্ধ করো এবং সেকেন্ডে সময় নথিভুক্ত করো, যাকে বলা হয় নির্গমনের সময়।
- 50mL তেল সহ ফ্লাস্কটি ওজন করো - এই ওজন W2
- তেল উপচে পড়া রোধ করার জন্য বল ভালভ প্রতিস্থাপন করে কাপটি বন্ধ করো।
- তেল কাপের নির্দেশকের ডগা পর্যন্ত পুনরায় তেল পূরণ করো।
- বিভিন্ন তাপমাত্রায় (যথা: 50°C এবং 40°C) তেল নির্গমনের জন্য প্রয়োজনীয় সময় নথিভুক্ত করো।
- উপরে বর্ণিত পদ্ধতিতে প্রবাহের সময় নথিভুক্ত করো।
- সান্দ্রতা বনাম তাপমাত্রার সম্পর্ক দেখিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করো।

পর্যবেক্ষণ

খালি কোহলরাস ফ্লাক্সের ওজন = W_1 g = g

ফ্লাক্সের ওজন + 50 mL তেল = W_2 g = g

তেলের ওজন = $W = W_2 - W_1$ = g

$$\text{তেলের ঘনত্ব} = \frac{\text{Weight of oil}}{\text{Volume of oil}} = \frac{W}{50} = \dots \text{g/ঘন মিটার}$$

$$= \dots \times 1000 = \dots \text{কিলোগ্রাম/ঘন মিটার}$$

$$\text{তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 'S'} = \frac{\text{Density of oil}}{\text{Density of water}} = \frac{\rho}{1} = \frac{\dots}{1} =$$

ক্রমিক নং.	তাপমাত্রা °সেন্টিগ্রেড	50 mL তেল সংগ্রহের সময় (R) (s)	তেলের ওজন W (g)	তেলের ঘনত্ব (kg / ঘনমিটার)	তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব (s)	রেডউড সংখ্যা RN (s)	সূত সান্দ্রতা (V) বগমিটার /s)	পরম সান্দ্রতা ($\eta = V \times$ ρ) (নিউটন s/ বগমিটার)
1	60							
2	50							
3	40							

$$\text{রেডউড সংখ্যা (RN)} = \frac{K R S}{R1S1}$$

যেখানে K ধ্রুবক = 100, R = 50mL. তেল সংগ্রহের সময়, S- তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব, R1 ধ্রুবক = 535, S1 তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ধ্রুবক = 0.915

যদি RN 100 এর নিচে থাকে তাহলে নিম্নরূপ সূত্র ব্যবহার করো

$$\text{সূত সান্দ্রতা (কাইনেমেটিক ভিসকোসিটি) } V = \left[0.26 \times RN - \frac{179}{RN} \right] \times 10^{-6} \text{ বগমিটার /s}$$

যদি RN 100 এর উপরে হয় তাহলে সূত্রটি $\eta = V \times \rho$ হিসাবে ব্যবহার করো

$$\text{সূত সান্দ্রতা (কাইনেমেটিক ভিসকোসিটি) } V = \left[0.247 \times RN - \frac{50}{RN} \right] \times 10^{-6} \text{ বগমিটার /s}$$

গতিশীল সান্দ্রতা বা পরম সান্দ্রতা

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

1. ঘরের তাপমাত্রায় প্রদত্ত তেলাঙ্ক তেলের সান্দ্রতা =

2. লেখাচিত্র থেকে তাপমাত্রার বৃদ্ধির সঙ্গে প্রদত্ত তেলের সান্দ্রতা

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- ইঞ্জিন তেলের সান্দুতা ব্যাখ্যা করো।
- পিচিলক তেলের সান্দুতার উপর তাপমাত্রা এবং চাপের প্রভাব উল্লেখ করো।
- সান্দুতা এবং পুরুষের মধ্যে সম্পর্ক উল্লেখ করো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিযোজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
সান্দুতা পরিমাপ	30		মৌখিক পরীক্ষা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		গগনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
রেডটুড ভিসকোমিটারের ব্যবহার	20		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

5. পিচ্ছিলক তেলের ফ্ল্যাশ (জ্বলনাক্ষ) এবং ফায়ার (দহনাক্ষ) পয়েন্ট নির্ধারণ

বিবৃতি

অ্যাবেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র ব্যবহার করে পিচ্ছিলক তেলের ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার (জ্বলনাক্ষ এবং দহনাক্ষ) বিন্দু নির্ধারণ করো।

গুরুত্ব

ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার বিন্দু জানা লুভিকেন্টের উদ্বায়ীতা এবং অগ্নি প্রতিরোধ বিষয়ে জানার জন্য দরকারী। জ্বলনাক্ষ বা ফ্ল্যাশ পয়েন্ট পিচ্ছিলক তেলের পরিবহন এবং সঞ্চয়ের তাপমাত্রার প্রয়োজনীয়তা নির্ধারণ করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। ফ্ল্যাশ পয়েন্ট অগ্নি তদন্ত এবং অগ্নি সুরক্ষায়ও প্রযোজ্য কারণ এটি সর্বনিম্ন তাপমাত্রা যেখানে প্রদন্ত তরলের মধ্যে অগ্নিসংযোগের ঝুঁকি বিদ্যমান। লুভিকেন্টের উৎপাদকরাও সম্ভাব্য পণ্যের দৃষ্ট শনাক্ত করতে ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ব্যবহার করতে পারে। 38°C (100°F) -এর কম ফ্ল্যাশ পয়েন্টযুক্ত পণ্যগুলিতে সাধারণত নিরাপদ নাড়াচাড়ার জন্য বিশেষ সতর্কতা প্রয়োজন। একটি পিচ্ছিলক বা লুভিকেন্টের ফায়ার পয়েন্ট সাধারণত ফ্ল্যাশ পয়েন্টের 8 থেকে 10 শতাংশ বেশি থাকে। ফ্ল্যাশ পয়েন্ট এবং ফায়ার পয়েন্ট কে কিন্তু একটি লুভিক্যাটের স্বতঃস্ফূর্ত জ্বলন তাপমাত্রার সাথে মিশিয়ে ফেলে বিভাস্ত হওয়া উচিত নয়; কারণ, স্বতঃস্ফূর্ত জ্বলন তাপমাত্রা হলো সেই তাপমাত্রা যে তাপমাত্রায় একটি লুভিকেন্ট বহিরাগত অগ্নির উৎস ছাড়াই স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলবে।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বা জ্বলনাক্ষ হল সর্বনিম্ন তাপমাত্রা যেখানে তরল তার বাষ্প ছেড়ে তার পৃষ্ঠতলের কাছাকাছি বাতাসে একটি জ্বলনযোগ্য মিশ্রণ তৈরি করতে পারে যাতে অগ্নি স্ফুলিঙ্গ পেলে সেই মিশ্রণটি অন্য সময়ের জন্যে জ্বলে উঠতে পারে। ফায়ার পয়েন্ট বা দহনাক্ষ সাধারণত ফ্ল্যাশ পয়েন্টের কয়েক ডিগ্রি উপরে থাকে।

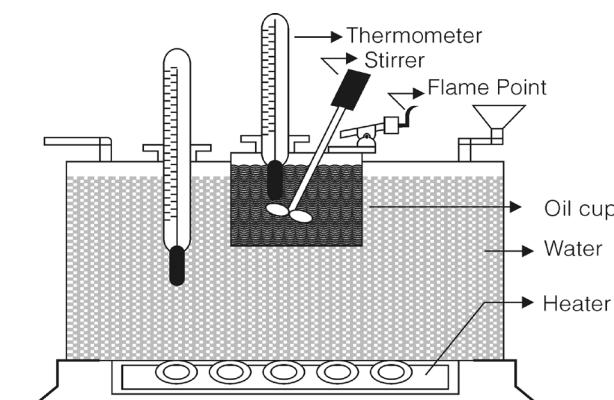
ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: পিচ্ছিলক তেলের ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার পয়েন্ট বের করা।

PrO2: কোন পিচ্ছিলক তেলের ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয়ের জন্য আবেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র ব্যবহার করা।

PrO3: উপর্যুক্ত পিচ্ছিলক তেল নির্বাচন করা।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অঙ্কন / স্কেচ / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)



আবেলের যন্ত্রপাতি একটি নলাকার পিতলের কাপ নিয়ে গঠিত যার চারপাশে একটি ডাবল জ্যাকেটযুক্ত তামার জলবাহ রয়েছে এবং যা একটি তামার আবরণীতে ঢাকা অবস্থায় একটি লোহার ত্রিপদে বসানো। তেলের কাপটিতে একটি পিতলের ঢাকনা

দেওয়া হয়েছে যাতে পরীক্ষার জন্য আগুনের ছেট শিখার ব্যবস্থা আছে। একটি স্লাইডিং শাটার রয়েছে যা ঢাকনার তিনটি ছেটে

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

আবেলের আদর্শ যন্ত্রপাতি, স্পিরিট ল্যাম্প, জলবাহ, পিচ্ছিলক তেল

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- প্যাডেল আলোড়ক ধূরিয়ে ক্রমাগত তেল নাড়ুন। তেলের পৃষ্ঠেতে পরীক্ষার জন্যে আগুনের শিখা এগিয়ে দেবার সময়ে নাড়নো বন্ধ করা উচিত।
- এমনভাবে গরম করতে হবে যাতে তেলের তাপমাত্রা প্রতি মিনিটে 1 থেকে 1.5°C হারে বৃদ্ধি পায়।
- যন্ত্র থেকে তেলের কাপ অপসারণ করতে চিমটে ব্যবহার করো।
- তেলের পৃষ্ঠেতে পরীক্ষার জন্যে আগুনের শিখা এগিয়ে দেবার সময়ে যত্ন ও সাবধানতা নেওয়া প্রয়োজন।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- পরীক্ষার তেল দিয়ে কাপে অক্ষিত চিহ্ন পর্যন্ত পূরণ করো এবং ঢাকনাটি দাও।
- যন্ত্রের মধ্যে তেলের কাপটি ঠিক করে বসান; প্যাডেল আলোড়ক এবং তেলে ডোবানো বান্ধ সহ স্ট্যান্ডার্ড থার্মোমিটার একত্রিত করো আর যন্ত্রটিতে প্রদত্ত নিজ নিজ স্থানে রেখে দাও।
- ঠাণ্ডা জল দিয়ে জলবাহটি পূর্ণ করো।
- স্লাইডিং শাটার বন্ধ করো এবং স্ট্যান্ডার্ড শিখা জালাও।
- গরম করার ব্যবস্থা চালু করো।
- তেলটি ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার পয়েন্ট দেয় কিনা তা দেখার জন্য কেন্দ্রীয় হিদ্রিটির মাধ্যমে তেলের পৃষ্ঠাতের উপর শিখা এগিয়ে দাও। যেখানে একটি স্বতন্ত্র শিখা দপ করে জলে উঠবে, সেইসবন্ধে তাপমাত্রা টিকে তেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট হিসাবে নথিভুক্ত করো।
- তাপমাত্রা এবার ধীরে ধীরে ফায়ার পয়েন্ট দেয় কিনা তা দেখার জন্য কেন্দ্রীয় হিদ্রিটির মাধ্যমে তেলের পৃষ্ঠাতের উপর শিখা এগিয়ে দাও।
- ফায়ার পয়েন্ট পাওয়ার পর যন্ত্রপাতি থেকে তেলের কাপটি ঠাণ্ডা করার জন্য সরিয়ে ফেলো।
- শীতল করার সময় পর্যবেক্ষণকৃত তথ্য আবার যাচাই করো।

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

- নির্বাচিত লুণিকেন্ট তেল $^{\circ}\text{C}$ এ জলনাশ বা ফ্ল্যাশ পয়েন্ট দেয়
- নির্বাচিত লুণিকেন্ট তেল $^{\circ}\text{C}$ এ দহনাশ বা ফায়ার বিন্দু দেয়

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নাগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- ফ্ল্যাশ পয়েন্টের তাংপর্য বর্ণনা কর।

2. ফ্ল্যাশ পয়েন্ট এবং ফায়ার পয়েন্টের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করো।
3. স্ফুটনাক্সকে ফ্ল্যাশ পয়েন্টের সাথে সম্পর্কযুক্ত করো।
4. কোন তাপমাত্রায় পেট্রল জ্বলবে?
5. কোম্পাটি বেশি দাহ্য, পেট্রল বা কেরোসিন?

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	 পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

1. দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
2. এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
3. পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন	ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর			
	পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
লুরিকেট এবং থার্মোমিটার দিয়ে কাপ ঠিক করা	20			মৌখিক পরীক্ষা	10		
ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বের করা	10			গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
ফায়ার পয়েন্ট বের করা	10			রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরিচ্ছন্নতা	10						
ঠিকমতো গরম করা	10						
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/ অনুসরণ	10						

আরও জেনে রাখো

- আদর্শ পদ্ধতিতে ব্যবহারিক প্রগলীতে ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ও ফায়ার পয়েন্ট এবং ক্লাউড পয়েন্ট ও গোর পয়েন্ট নির্ণয় করা।
- অ্যানিলিন পয়েন্ট সম্পর্কে জ্ঞান।
- নরম সাবান উচ্চ ফ্যাটি অ্যাসিডের পটাসিয়াম লবণ।
- শক্ত সাবান উচ্চ ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ।
- ডিটারজেন্ট সাধারণত লম্বা শৃঙ্খলের কার্বক্লিক অ্যাসিডের অ্যামোনিয়াম বা সালফোনেট লবণ। তাদেরকে সাবানহীন নির্মলক ও বলা হয়।

প্রস্তাবিত স্কুল প্রকল্প

- বিভিন্ন তেলের নমুনা সংগ্রহ করো এবং বিভিন্ন ক্ষার ব্যবহার করে সাবান প্রস্তুত করো এবং সাবান তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় ক্ষারের পরিমাণ এবং উৎপন্ন সাবানের প্রকার পঞ্জীকরণ করো।
- পেট্রল, কেরোসিন তেল, ডিজেল, কোন ভোজ্য তেল, নারকেল তেলের নমুনা সংগ্রহ করো। ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ও ফায়ার পয়েন্ট, ক্লাউড ও গোর পয়েন্ট এবং সান্দ্রতা নির্ণয় করো। বৈশিষ্ট্যগুলির তুলনা করো এবং প্রাসঙ্গিক প্রয়োগ গুলিতে তাদের ব্যবহারের ন্যায্যতা দাও।
- যন্ত্রের ধরন, চাপ বা ভার প্রয়োগ, যন্ত্রের গতি, উৎপন্ন তাপ ইত্যাদির উপর নির্ভর করে যথাযথ লুণিক্যান্ট নির্বাচন করো যা যন্ত্রপাতিতে প্রয়োগ করা যায়।

সৃজনশীল অনুসন্ধান এবং কৌতুহল

পটাসিয়াম লবণ ব্যবহার করে আমরা নরম সাবান প্রস্তুত করতে পারি এবং সোডিয়াম লবণ থেকে আমরা শক্ত সাবান প্রস্তুত করতে পারি।

আমাদের দেশ সংযুক্ত রাষ্ট্র সংগঠন সমূহ কৃষি উৎপাদনের জন্য পরিচিত। আমরা এই ফসল থেকে ভোজ্য তেল বের করতে সক্ষম। আমাদের বিজ্ঞানীরা কি লুণিকেশন এর উদ্দেশ্যে শিল্প ও যন্ত্রের প্রয়োজনীয়তা পূরণের জন্য এই বিস্তৃত বৈশিষ্ট্যের তেলগুলিকে রূপান্তর/ সংশোধন করার উদ্দাবনী পদ্ধতিগুলি আবিষ্কার করতে পারেন।

তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ

- Shikha Agarwal, Engineering Chemistry, Cambridge University Press; New Delhi, 2015. ISBN, 978-1-107-47641-7
- C.N.R. Rao, Understanding Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN 8173712506
- Dara, S. S. & Dr. S.S. Umare, Engineering Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN, 8121903599
- Jain & Jain, Engineering Chemistry, Dhanpat Rai and Sons; New Delhi, 2015, ISBN 8187433175



5

তড়িৎ রসায়ন

ইউনিট সূচি

এই ইউনিট নিম্নলিখিত প্রধান বিষয় নিয়ে গঠিত:

- জারণ ও বিজারণের ইলেকট্রনিক ধারণা
- তড়িৎ-বিশেষ্য (ইলেক্ট্রোলাইট) এবং তড়িৎ-অবিশেষ্য (নন ইলেক্ট্রোলাইট)
- শিল্পক্ষেত্রে তড়িৎ-বিশেষণের প্রয়োগ
- তড়িৎ-রাসায়নিক কোষে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার প্রয়োগ

অনুসন্ধিস্থা এবং কোতুহল সৃষ্টির জন্যে উপরোক্ত ধারণা গুলি উদাহরণ সহযোগে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। শিক্ষার্থীদের মধ্যে সমস্যা সমাধানের সৃজনশীল ক্ষমতা বিকাশের উদ্দেশ্যে দৈনন্দিন জীবনে ও শিল্পক্ষেত্রে তাদের ব্যবহারিক প্রয়োগের উল্লেখ করা হয়েছে। ইউনিটের মধ্যে শিক্ষণ ক্ষেত্রের বিভিন্ন স্তরে ও বিভিন্ন ব্যবধানে শিক্ষার মূল্যায়ন করার জন্যে গঠনমূলক মূল্যায়নের উপযোগী প্রশ্ন তৈরী করা হয়েছে।

প্রকৃত অর্থে ফলাফল ভিত্তিক পাঠ্যক্রমের কার্যকরী বাস্তবায়নের জন্য, ইউনিটের মধ্যে নানারকম কার্যক্রম, যেমন ক্ষুদ্র প্রকল্প, নির্দিষ্ট কাজ, কারখানা দর্শন ইত্যাদি রাখা হয়েছে।

পরিপূরক পাঠ এবং অনুশীলনের জন্যে বিভিন্ন বিষয়/উপ বিষয়ের উপর নমুনা QR কোড প্রদান করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

তড়িৎ-রসায়ন বা ইলেক্ট্রোকেমিস্ট্রি হল ভৌত রসায়নের একটি শাখা যা রাসায়নিক পরিবর্তন এবং বৈদ্যুতিক শক্তির পরম্পর-নির্ভরতা নিয়ে কাজ করে। তড়িৎ-রসায়নের বিস্তৃত প্রয়োগ রয়েছে যেমন ধাতু নিষ্কাশন, ধাতু সুরক্ষা, ধাতু পুনরুদ্ধার এবং রাসায়নিক শক্তি এবং সূর্য থেকে বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপাদন। ধাতু সুরক্ষা থেকে অর্ধপরিবাহী থেকে উন্নত ব্যাটারি পর্যন্ত সমস্ত শিল্প ক্ষেত্রে নিরাপদ, কার্যকর এবং দক্ষ পরিচালনার জন্যে ইলেক্ট্রোকেমিস্ট্রি অপরিহার্য। পদার্থের ক্ষয় কে একটি সর্বজনীন সর্বব্যাপী এবং সর্বশক্তিমান ঘটনা হিসাবে দেখা যেতে পারে। ক্ষয়জনিত কারণে ভারতে বছরে 2.0 লক্ষ কোটি টাকা ক্ষতি হতে পারে। ক্ষয় জাতীয় অবকাঠামোর সমস্ত দিক, যেমন, মহাসড়ক, সেতু, ভবন, তেল ও গ্যাস, রাসায়নিক প্রক্রিয়াকরণ, জল এবং বর্জ্য জল প্রক্রিয়াকরণ এবং ব্যবহারযোগ্য সমস্ত ধাতব বস্তুর উপর ব্যাপক অর্থনৈতিক ও পরিবেশগত প্রভাব ফেলে। ক্ষয় মানুষের নিরাপত্তাও হস্তক্ষেপ করে, শিল্প কার্যক্রমকে ব্যাহত করে এবং পরিবেশের দূষণ সৃষ্টি করে। ক্ষয় সম্পর্কে সচেতনতা এবং সময়োপযোগী ও যথাযথ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা গ্রহণ করাই হল উপাদানের ক্ষয়জনিত ব্যর্থতা হ্রাসের মূল চাবিকাঠি।

পূর্ব-প্রস্তুতি

- রসায়ন: দ্রবণ, প্রকৌশল উপকরণ
- গণিত: মৌলিক বীজগণিত এবং জ্যামিতি

ইউনিট ফলাফল

U5-O1: ইলেকট্রনের ক্ষতি এবং লাভের ভিত্তিতে জারণ -হাস প্রক্রিয়া চিহ্নিত করা।

U5-O2: জমা হওয়া বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজন নির্ধারণের জন্য ফ্যারাডের ইলেক্ট্রোলাইসিসের সূত্র প্রয়োগ করা।

U5-O3: প্রক্রিয়া এবং বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরণের তড়িৎ-রাসায়নিক কোষ ব্যবহার করা।

U5-O4: বিভিন্ন ইলেক্ট্রোলাইসিস প্রক্রিয়া যেমন ইলেক্ট্রোমেটালার্জি, ইলেক্ট্রোপ্লেটিং এবং ইলেক্ট্রো-রিফাইনিং ব্যবহার করে শিল্পের বিভিন্ন সমস্যা সমাধান করতে।

U5-O5: ক্ষয় থেকে ধাতুকে প্রতিরোধ করার জন্য প্রাসঙ্গিক পদ্ধতি নির্বাচন করা।

কোর্সের ফলাফলের সাথে ইউনিট ফলাফলের ম্যাপিং

ইউনিট-5: ফলাফল	কোর্সের ফলাফল সহ প্রত্যাশিত ম্যাপিং				
	CO-1	CO-2	CO-3	CO-4	CO-5
U5-O1	1	-	-	-	3
U5-O2	-	-	-	-	3
U5-O3	-	-	-	-	3
U5-O4	-	-	1	-	3
U5-O5	-	-	1	1	3

আকর্ষণীয় তথ্য: অ্যালেন জে বার্ড 60 বছরেরও বেশি সময় ধরে তড়িৎ রসায়নের অগ্রদূত এবং আধুনিক তড়িৎ রসায়নের জনক হিসাবে বিবেচিত

5.1 ভূমিকা

তড়িৎ রসায়ন বা ইলেক্ট্রোকেমিস্ট্রি হল রসায়নের একটি শাখা যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে। বৈদ্যুতিক প্রবাহ উচ্চতর বৈদ্যুতিক বিভব থেকে কম বৈদ্যুতিক বিভবের দিকে প্রবাহিত হয়। বৈদ্যুতিক হল একটি তার বা দ্রবণের মধ্যে দিয়ে ইলেকট্রনের প্রবাহ। কঠিন অবস্থায়, ইলেক্ট্রনগুলি একটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত ধাতব পরমাণু থেকে পরবর্তী পরমাণুতে প্রেরণ করা হয়, যেখানে দ্রবণ বা গলিত অবস্থায় ইলেকট্রনগুলি দ্রবণে উপস্থিত আয়ন দ্বারা বাহিত হয়। অতএব কঠিন ধাতুতে বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য মুক্ত ইলেক্ট্রন দায়ী, অন্যদিকে গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য আয়নগুলিই দায়ী।

জারণ: এটি এমন একটি প্রক্রিয়া যা একটি পরমাণু আয়ন বা অণু থেকে ইলেকট্রনের বিয়োগ বোঝায়।

আমরা জ্বালানি পোড়ানো, ধাতুর মরিচা, ধাতু নিষ্কাশন, এবং ধাতুর সুরক্ষা, ইলেক্ট্রোপ্লেটিং ইত্যাদি অনেক প্রক্রিয়া জানতে পারি। এই জারণ-বিজারণের বিক্রিয়াগুলি তড়িৎ-রসায়নের ভিত্তি। আসুন আমরা জারণ- বিজারণ সংক্রান্ত কিছু সংজ্ঞা বুঝতে চেষ্টা করি।

ইলেকট্রনের ক্ষতির সাথে ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধি বা ঋণাত্মক চার্জ হ্রাস অর্থাৎ জারণ-রত প্রজাতির অঙ্গিডেশন বা জারণ জড়িত।



সোডিয়াম একটি ইলেকট্রন হারায়, সোডিয়ামে জারণ বিক্রিয়া ঘটে।



তামা ধাতুর ক্ষেত্রে, এটি দুটি ইলেকট্রন হারায়, জারণ বিক্রিয়া কপারে সংঘটিত হয়।



বিজারণ: এটি এমন একটি প্রক্রিয়া যা পরমাণু আয়ন বা অণু দ্বারা ইলেকট্রন লাভ করা বোঝায়।

ইলেকট্রন লাভের ফলে প্রজাতির ধনাত্মক চার্জ কমে যায় বা ঋণাত্মক চার্জ বৃদ্ধি পায়।



Chlorine Chloride



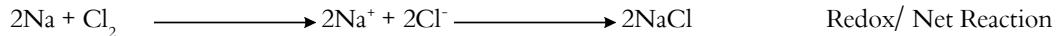
Oxygen Oxygen ion



(IV) (II)

জারণ-বিজারণ, রেডক্স বা মোট বিক্রিয়া: এগুলো হল পরম্পরাগত নির্ভরশীল বিক্রিয়া যাতে একটি প্রজাতি বিজারিত হয় এবং অন্যটির জারণ হয়।

সোডিয়াম ক্লোরাইড গঠনের কথা বিবেচনা করো। বিক্রিয়া নং (1) এবং (4) কে বলা হয় অর্ধ কোষ বিক্রিয়া, যা ইলেকট্রনের অংশগ্রহণ দেখায়। অর্ধ-বিক্রিয়ার সমষ্টি সার্বিক বিক্রিয়া দেয় যাকে বলা হয় জারণ-বিজারণ, রেডক্স বা মোট বিক্রিয়া।



সোডিয়াম এবং ক্লোরিনের মধ্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপাদনের বিক্রিয়াতে, সোডিয়াম জারিত হয় (এর জারণ সংখ্যা $\text{Na}-\text{এ } 0$ থেকে NaCl তে $+1$ হয়ে যায়) এবং ক্লোরিন বিজারিত হয় (এর জারণ সংখ্যা $\text{Cl}_2-\text{এ } 0$ থেকে NaCl এ $-1-\text{এ } -1$ কমে যায়)

SAQ	নিম্নলিখিত বিক্রিয়া -এর একটি উদাহরণ $\text{Pb}^{2+} \longrightarrow \text{Pb}^{4+} + 2e^-$		
	1. জারণ বিক্রিয়া	2. বিজারণ বিক্রিয়া	3. জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া

উত্তর: 1

5.2 তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (ইলেক্ট্রোলাইট) এবং তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য (নন ইলেক্ট্রোলাইট)

একটি কঠিন পদাৰ্থ যা বৈদ্যুতিক প্ৰবাহকে এৱম মধ্য দিয়ে যেতে দেয় তাকে পৰিবাহী বলা হয় যেমন সব ধাতু, থাফাইট। যখন কোন পদাৰ্থ দ্রবণে উপস্থিত হয়, তখন বিদ্যুতের সঞ্চালন নিম্নলিখিত উপায়ে প্ৰকাশ কৰা যায়।

5.2.1 তড়িৎ-বিশ্লেষ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট

ইলেক্ট্রোলাইট: গনিত অবস্থায় বা দ্রবণে পদার্থ আয়ন উৎপন্ন করে এবং তার মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচল করতে দেয় যা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (ইলেক্ট্রোলাইট) বা তড়িৎ-বিশ্লেষণীয় পরিবাহী (ইলেক্ট্রোলাইটিক ক্যানাকেটর) নামে পরিচিত

যেমন NaCl , NaCl দ্রবণ, CuSO_4 দ্রবণ, HCl , H_2SO_4 , KOH , NaOH , NH_4OH , CH_3COOH ইত্যাদি। গলিত অবস্থায় NaCl লবণ দুটি আয়ন দেয়, ধনাত্মক চার্জযুক্ত Na^+ ক্যাটিয়ন এবং খণাত্মক চার্জযুক্ত Cl^- অ্যানায়ন। যখন বিদ্যুৎ গলিত অবস্থার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন দ্রবণে উপস্থিত ক্যাটিয়ন এবং অ্যানায়ন বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য দায়ী। আতএব গলিত NaCl একটি ইলেক্ট্রোলাইট বা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থ।

ইলেক্ট্রোলাইট দৃষ্টি ধরনের হতে পারে

(A) শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট
(B) দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট

(A) **শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট:** দ্রবণগুলি দ্রাবকে দ্রবীভূত হলে পরিপূর্ণ ভাবে ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নে বিশিষ্ট বা আয়নিত হয়। HCl, H_2SO_4 , KOH, NaOH, এবং NaCl এর মত দ্রবণগুলো সম্পূর্ণভাবে ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নে বিভক্ত হয়, যাকে বলা হয় **শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট** বা **শক্তিশালী দ্রাব্য**।

- বিচ্ছিন্নতা:** ইতিমধ্যে বিদ্যমান আয়নগুলির বিচ্ছিন্নকরণকে বিচ্ছিন্নতা বলে। যেমন যখন NaCl এর মতো আয়নিক যোগাদাবকে দ্রব্যভূত হয়, এটি Na^+ এবং Cl^- এ বিভক্ত হয়ে যায় এবং প্রক্রিয়াটিকে বিচ্ছিন্নতা বলে।
 - আয়নীকরণ:** তেরো হওয়া এবং আয়ন হিসাবে পৃথক হওয়াকে বলা হয় আয়নীকরণ। যেমন যখন HCl এর মত একটি সহযোজি যোগাদাবকে দ্রব্যভূত হয় এবং H^+ ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে, তখন প্রক্রিয়াটিকে আয়নীকরণ বলে।

(B) দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট: দ্রবণগুলি দ্রাবকের মধ্যে দ্রবীভূত হলে দুর্বলভাবে বা অসম্পূর্ণভাবে আয়নায়িত হয় এবং অল্প পরিমাণ
ক্ষ্যাটোফেন এবং অ্যানাস্টেজিক পরিণত হয়। NH_4OH , CH_3COOH এর মত দ্রবণগুলি দুর্বলভাবে বিচ্ছিন্ন হয় তাই দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট হয়।
বলা হয়। সারণী 5.1 এ মোট দ্রবণীয় অণুর মেঘ ভগ্নাশ বিচ্ছিন্ন বা আয়নায়িত হয়েছে তা দেখানো হয়েছে। এটি বিচ্ছিন্নতার ডিগ্রি
হিসাবে পরিচিত(মানগুলি কেবল ধারণার স্বচ্ছতার জন্য)।

সারণী 5.1: শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট এবং দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট

দ্রবণ	ক্যাটায়ন	আনায়ন	বিচ্ছিন্নতার ডিগ্রী	শক্তিশালী বা দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট
HCl	H^+	Cl^-	90/100	
H_2SO_4	2H^+	SO_4^{2-}	95/100	
HNO_3	H^+	NO_3^-	92/100	
KOH	K^+	OH^-	88/100	
NaOH	Na^+	OH^-	92/100	
NaCl	Na^+	Cl^-	100/100	

দ্রবণ	ক্যাটায়ণ	আনায়ন	বিচ্ছিন্নতার ডিগ্রী	শক্তিশালী বা দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট
CH_3COOH	H^+	CH_3COO^-	40/100	দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট
NH_4OH	NH_4^+	OH^-	45/100	

5.2.2 তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য বা নন-ইলেক্ট্রোলাইট

গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে যে পদার্থ আয়ন উৎপন্ন করে না এবং তার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ যেতে দেয় না তাকে নন-ইলেক্ট্রোলাইট বলা হয়। যখন বেনজিন বা CCl_4 বা CS_2 অথবা চিনি দ্রবণ, মিথেন, ইথেন ইত্যাদি নন-পোলার দ্রবণের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পাঠানো হয়, সেখানে কোনো আয়ন উপস্থিত থাকে না, এই দ্রবণ গুলি নন-ইলেক্ট্রোলাইটের উদাহরণ।

5.2.3 ফ্যারাডে এর তড়িৎ-বিশ্লেষণের সূত্র

5.2.3 (A) ফ্যারাডে এর তড়িৎ-বিশ্লেষণের প্রথম সূত্র

একটি তড়িৎদ্বার বা ইলেক্ট্রোডে জমা বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজন তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থের (ইলেক্ট্রোলাইটের) মধ্য দিয়ে যাওয়া বিদ্যুতের পরিমাণের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক।

গাণিতিকভাবে,

$$W \propto Q$$

$$W \propto It \quad \therefore Q = It$$

$$W = ZIt$$

যেখানে:

W - একটি ইলেক্ট্রোডে জমা বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজন (g)

Q - ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ (কুলম্বে) আনুপাতিকতার চিহ্ন দূর করার জন্য, আমাদের কিছু ধ্রুবক লাগাতে হবে যাকে সমানুপাতিক ধ্রুবক বলা হয়। এই ধ্রুবকের নাম তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল বা ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (ECE) এবং 'Z' দ্বারা চিহ্নিত করা হয় (g/Coulomb)

I - তড়িৎ প্রবাহ (ampere)

t - সময় (second)

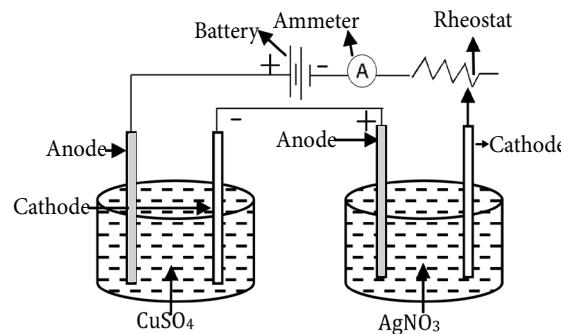
যখন $t = 1$ second, এবং $I = 1$ ampere, তখন $W = Z \times 1 \times 1$

যখন এক ampere বিদ্যুৎ-প্রবাহ 1s ধরে কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্যে দিয়ে যায়, তখন জমা বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজনকে সেই পদার্থের তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য বা ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (Z) বলা হয়।

এই ইউনিটের শেষে সংযুক্ত ব্যবহারিক পরীক্ষাগুলির মাধ্যমে ফ্যারাডে ইলেক্ট্রোলাইসিসের প্রথম সূত্র ব্যবহার করে আমরা তামা ধাতুর ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সমতুল্য নির্ধারণ সম্পর্কে গভীরভাবে শিখব।

5.2.3 (B) ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণের দ্বিতীয় সূত্র

যখন একই পরিমাণ বিদ্যুৎ পরপর সাজানো বিভিন্ন ইলেক্ট্রোলাইটের দ্রবণের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন সংশ্লিষ্ট ইলেক্ট্রোডে জমা বা মুক্ত হওয়া বিভিন্ন পদার্থের ওজন সরাসরি তাদের রাসায়নিক সমতুল্যের (পদার্থের তুল্যক) সমানুপাতিক হয়।



চিত্র 5.1: ফ্যারাডে এর তড়িৎ বিশ্লেষণের দ্বিতীয় সূত্র

সিরিজ-সংযোগে যুক্ত দুটি কোষের মধ্য দিয়ে, যারা যথাক্রমে কপার সালফেট এবং সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণ ধারণ করে, একই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রেরণ করা যাক [চিত্র 5.1].

ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণের দ্বিতীয় সূত্র অনুক্রমিক তড়িৎ-দ্বারে জমা হওয়া রূপা ও তামার ওজন তাদের তুল্যাক্ষের (যা রাসায়নিক সমতুল্য নামেও পরিচিত) সমানুপাতিক হবে।

$$\text{জমা তামার ওজন } (W_1) \propto \text{তামার তুল্যাক্ষ } (E_1) \quad \dots(1)$$

$$\text{জমা রূপার ওজন } (W_2) \propto \text{রূপার তুল্যাক্ষ } (E_2) \quad \dots(2)$$

সমীকরণ (1) কে (2) দ্বারা ভাগ করলে আমরা পাই,

$$\frac{\text{জমা তামার ওজন } (W_1)}{\text{জমা রূপার ওজন } (W_2)} = \frac{\text{তামার তুল্যাক্ষ } (E_1)}{\text{রূপার তুল্যাক্ষ } (E_2)}$$

এইভাবে, তিনটি পদ জেনে, আমরা খুব সহজেই চতুর্থটি গণনা করতে পারি।

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

SAQ 2	ফ্যারাডের তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রথম সূত্র অনুসারে, জমা হওয়া পদার্থের ওজন			
	1. রাসায়নিক সমতুল্যের সঙ্গে সমানুপাতিক	2. তুল্যাক্ষের ব্যাস্তানুপাতিক	3. তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্যসমতুল ব্যাস্তানুপাতিক	4. তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য সমানুপাতিক

উত্তর: 4

ফ্যারাডে এবং কুলম্বের মধ্যে সম্পর্ক

ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র থেকে, বিদ্যুতের পরিমাণ যা এক g-equiv তামা অর্থাৎ 31.75g তামা মুক্ত করে, অথবা এক g-equiv রূপা অর্থাৎ 107.88 g রূপা, তা সমান। যেহেতু রূপার তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল 0.001118 g, 0.001118 g রূপা জমা করার জন্য 1 Coulomb বিদ্যুৎ প্রয়োজন হবে। অতএব, 107.88 g রূপা জমা করার জন্য, প্রয়োজনীয় বিদ্যুতের পরিমাণ হবে = 96496 Coulomb। একই ভাবে, যেহেতু তামার তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল 0.000329 g, তামার 0.000329 g জমা করার জন্য 1 Coulomb বিদ্যুতের প্রয়োজন হয়। 31.75 g তামা জমা করতে, প্রয়োজনীয় বিদ্যুতের পরিমাণ হবে = 96504 Coulomb

ফ্যারাডে পরীক্ষামূলকভাবে কোন দ্রবণের এক g-সমতুলকে তার দ্রবণ থেকে মুক্ত বা জমা করার জন্য প্রয়োজনীয় বিদ্যুতের গড় পরিমাণ নির্ধারণ করেন, তাই এই পরিমাণটি এক ফ্যারাডে (F) নামে পরিচিত। অতএব, 1 ফ্যারাডে = 96500 Coulomb

তুল্যাক্ষ বা রাসায়নিক সমতুল (C.E.) এবং তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুলের (E.C.E) মধ্যে সম্পর্ক

96500 Coulomb = 1 g-সমতুল বা পদার্থের রাসায়নিক সমতুল

1 Coulomb = পদার্থের 1 গ্রাম তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য (পদার্থের ECE)

পদার্থের 1 g রাসায়নিক সমতুল্য (CE) = $96500 \times$ পদার্থের তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য (ECE)

অর্থাৎ পদার্থের তুল্যাক্ষ বা রাসায়নিক সমতুল্য হল তার তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য 96500 গ্রাম।

5.3 শিল্পক্ষেত্রে তড়িৎ-বিশ্লেষণের প্রয়োগ

তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটাছে। অতএব এই কোষগুলিতে, স্বতঃস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটাছে। এই ধরনের কোষগুলি ইলেক্ট্রোলাইটিক কোষ নামেও পরিচিত। তড়িৎ বিশ্লেষণের উল্লেখযোগ্য শিল্প প্রয়োগ নিম্নরূপ

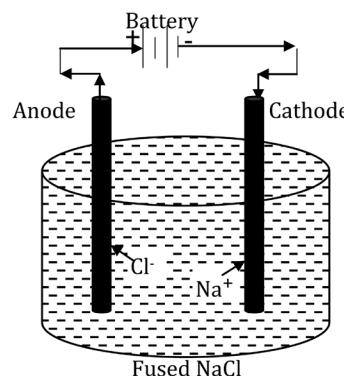
1. ইলেক্ট্রোমেটালার্জি বা তড়িৎ-ধাতুবিদ্যা
2. ইলেক্ট্রোপ্লেটিং বা তড়িৎ-লেপন
3. ইলেক্ট্রোলাইটিক রিফাইনিং বা তড়িৎ-শোধন

5.3.1 ইলেক্ট্রোমেটালার্জি বা তড়িৎ-ধাতুবিদ্যা

ইলেক্ট্রোলাইসিসের মাধ্যমে আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন অনুচ্ছেদ [3.1.4 (C)] এ দেখানো হয়েছে। সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, পটাসিয়াম এবং ক্যালসিয়ামের মতো কিছু সক্রিয় ধাতু তাদের সংশ্লিষ্ট গলিত ধাতু লবণের তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে বের করা হয়; অন্যান্য ধাতু তার জলীয় দ্রবণ থেকে পাওয়া যায়।

গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড থেকে সোডিয়াম নিষ্কাশন

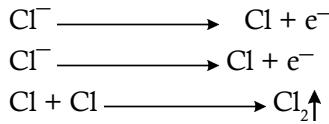
এখানে, গ্রাফাইট ইলেক্ট্রোড বা তড়িৎ-ধার ব্যবহার করে গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রেরণ করা হয়। এই প্রক্রিয়ায়, গ্রাফাইট ইলেক্ট্রোড সক্রিয়ভাবে কোষে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না কিন্তু শুধুমাত্র ইলেকট্রনের সংগ্রালনের জন্য ব্যবহৃত হয় (নিষ্ক্রিয় ইলেক্ট্রোড হিসাবে কাজ করে)। ক্যাটায়ন গুলি ক্যাথোডের দিকে স্থানান্তরিত হয় এবং ক্লোরাইড আয়ন অ্যানোডের দিকে স্থানান্তরিত হয়। এই রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি এভাবে দেখানো হয় [চিত্র-5.2]



চিত্র 5.2: সোডিয়াম নিষ্কাশন

অ্যানোডে বিক্রিয়া

ক্লোরাইড আয়ন ইলেকট্রন হারায় এবং প্রাথমিক পর্যায়ে ক্লোরিন পরমাণুতে রূপান্তরিত হয় (প্রথম ধাপ) তারপর দুটি চার্জ হীন ক্লোরিন একে অপরের সাথে মিলিত হয় ও এভাবে ক্লোরিন গ্যাস অ্যানোডে মুক্ত হয়।



জারণ বক্রিয়া (প্রাথমিক পর্যায়)

জারণ বক্রিয়া

দ্বিতীয় পর্যায়ের বিক্রিয়া

ক্যাথোডে বিক্রিয়া

ক্লোরাইড আয়ন দ্বারা নিঃসৃত ইলেক্ট্রন অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে স্থানান্তরিত হয় এবং ইলেক্ট্রোলাইট থেকে সোডিয়াম আয়ন ইলেক্ট্রন প্রহণ করে এবং ক্যাথোডে জমা হয়।



Reduction reaction

বিজারণ বিক্রিয়া এভাবে আরও সক্রিয় ধাতু সহজেই লবণ থেকে নিষ্কাশিত হতে পারে।

5.3.2 ইলেক্ট্রোপ্লেটিং

বিদ্যুৎ প্রবাহের সাহায্যে ভিস্তি ধাতুর (বা নিকৃষ্ট ধাতু বা অধিক সক্রিয় ধাতু) পৃষ্ঠাতলে অধিক প্রতিরোধী ধাতু (অথবা উচ্চস্তরের ধাতু বা কম সক্রিয় ধাতু যেমন রূপা, সোনা, নিকেল, ক্রেমিয়াম, তামা ইত্যাদি) দিয়ে ধাতব আবরণ তৈরির প্রক্রিয়াকে তড়িৎ-লেপন বা ইলেক্ট্রোপ্লেটিং বলে।

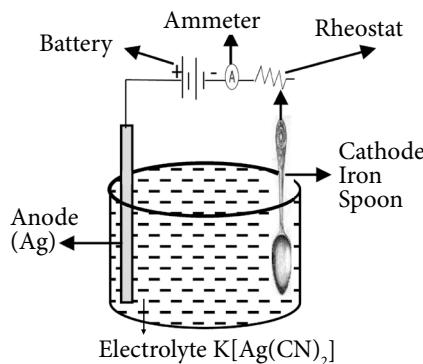
ইলেক্ট্রোপ্লেটিং-এর উদ্দেশ্য হল a) ধাতুকে ক্ষয় থেকে রক্ষা করা, b) বাজারে দাম বাড়ানোর জন্য অলঙ্কার বা কাঁটা-চামচ সাজানো এবং c) যন্ত্রপাতির ক্ষতিপ্রস্ত অংশে তৈরী হওয়া ফাটল এবং গহ্বর মেরামত করা।

এই প্রক্রিয়ায়, গ্রীস বা গিট বা ময়লা অপসারণের জন্য উদ্বিদিত জিনিসটিকে ক্ষার বা সাবানের গরম দ্রবণ দ্বারা পুঞ্জানুপুঞ্জভাবে পরিষ্কার করা হয়। তারপরে অক্সাইড স্তর বা আটকে থাকা অন্যান্য অশুদ্ধতা অপসারণের জন্য এটি পাতলা অ্যাসিড দিয়ে পরিষ্কার করা হয়। পাতলা অ্যাসিড দিয়ে ধোয়াকে বলা হয় অ্যাসিড পিকলিং। এরপর, এটি জল দিয়ে ধূয়ে ফেলা হয় এবং তারপরে মসৃণ করার কাগজ বা এমোরি কাগজ দিয়ে সাবধানে পালিশ করা হয়।

পরিষ্কার করা জিনিসটি তখন ইলেক্ট্রোলাইটিক কোষে ক্যাথোড হিসাবে ঝুলিয়ে রাখা হয়। আর যে ধাতুর প্রলেপ দিতে হবে সেই ধাতুর একটি খাঁটি ধাতব প্লেট বা রড অ্যানোড হিসাবে কোষে ঝুলিয়ে দেওয়া হয়। ইলেক্ট্রোলাইট হল অ্যানোডিক ধাতুর ধাতব লবণের দ্রবণ যার সাহায্যে জিনিসটি ইলেক্ট্রোপ্লেটেড হবে। বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবার সময়ে, ইলেক্ট্রোলাইট থেকে ধাতব আয়নগুলি ক্যাথোড হিসাবে তৈরি জিনিসের ওপরে জমা হয়। সমপরিমাণ অ্যানোড ধাতব আয়ন আকারে দ্রবীভূত হয় এবং ইলেক্ট্রোলাইটে যায়। নিম্নোক্ত পরিস্থিতিতে মসৃণ এবং উজ্জ্বল প্রলেপ জমা হয়: i) কম তাপমাত্রায়, ii) উচ্চ বৈদ্যুতিক ঘনত্ব, iii) ইলেক্ট্রোলাইটে ধাতুর আয়নের বেশি ঘনত্ব এবং iv) নির্দিষ্ট pH- এ।

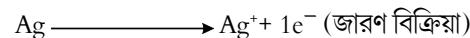
উদাহরণ: লোহার চামচের উপর রূপার ইলেক্ট্রোপ্লেটিং একটি আয়তক্ষেত্রাকার ইস্পাতের ট্যাঙ্ক-এর মধ্যে করা হয়। লোহার চামচ, যেটিকে ইলেক্ট্রোপ্লেটেড হতে হবে, সেটিকে ময়লা বা গ্রীস অপসারণের জন্য কস্টিক সোডা দিয়ে সিন্দ করে ভালভাবে পরিষ্কার করা হয়। তারপর এটি কস্টিক সোডা থেকে মুক্ত না হওয়া পর্যন্ত জল দিয়ে ধূয়ে ফেলা হয়। তারপর এটির উপরিতলে উপস্থিত অক্সাইড স্তর অপসারণের জন্য পাতলা অ্যাসিডযুক্ত একটি অ্যাসিড ট্যাঙ্কে স্থাপন করা হয়। অধিকস্তু, এটি অতিরিক্ত অ্যাসিড অপসারণের জন্য জল দিয়ে ধূয়ে ফেলা হয় এবং পালিশিং পেগার দিয়ে পালিশ করা হয়। তারপর লোহার চামচ ক্যাথোড হিসাবে তৈরি করা হয়, এবং অ্যানোড একটি বিশুद্ধ রূপার ধাতব প্লেট দিয়ে তৈরি হয় [চিত্র.5.3]। অ্যানোড এবং ক্যাথোড,

পটাসিয়াম পটাসিয়াম আর্জেন্টেন্টাইড K [Ag (CN)₂] ইলেক্ট্রোলাইট-পূর্ণ কোষে বোলানো থাকে। ভোল্টেজের প্রয়োগে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবার সময়, লোহার চামচটির ওপর রূপার মসৃণ এবং উজ্জ্঳ল প্রলেপ দেয়। Ag⁺ আয়ন সরবরাহ করতে করতে সিলভার অ্যানোড থারে থারে দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।



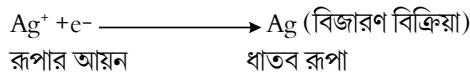
চিত্র 5.3: লোহার চামচের উপর রূপার ইলেক্ট্রোলেটিং

ଆମୋଡେ ବିକ୍ରିଯା



ରୂପାର ଅୟାନୋଡ

କ୍ୟାଥୋଡେ ବିକ୍ରିଯା



ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲାଇସ୍

যখন অ্যানোড ধাতু তার নিজস্ব লবণের দ্রবণে নিমজ্জিত হয়, সে কম ঘোষণ বিভবের আনায়ন মুক্ত না করে, দ্রবণে দ্রুত হওয়ার প্রবণতা দেখায়।

যেহেতু সিলভার ধাতুর দণ্ড বা ইলেক্ট্রোড দ্রবণে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করেছে, এটি একটি সক্রিয় ইলেক্ট্রোড নামে পরিচিত। অ্যানোড-ধাতুর আকার ছোট হয়ে যায়।

Ag^+ , H^+ এবং K^+ এর মত ইলেক্ট্রোলাইট থেকে সমস্ত ক্যাটায়ন ক্যাথোডের দিকে চলে যায়, কিন্তু H^+ এবং K^+ এর চেয়ে Ag^+ আয়নের কম মোক্ষণ-বিভব প্রয়োজন, তাই কেবল Ag^+ ক্যাথোডে জমা হয়। লোহার চামচ বা নিকৃষ্ট ধাতু, কোষে সংঘটিত বিক্রিয় সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করে না এবং শুধুমাত্র ইলেক্ট্রন সঞ্চালনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

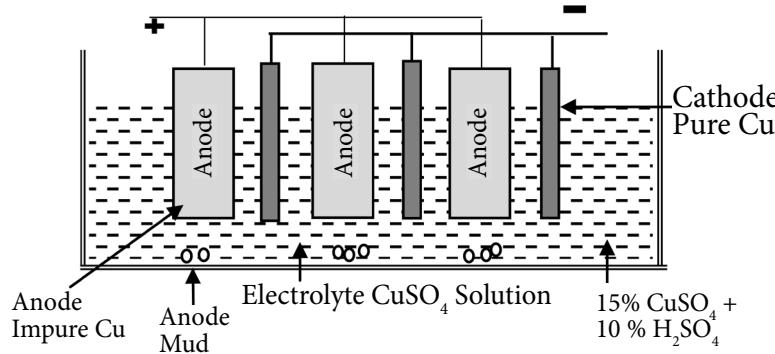
তড়িৎ বিশ্লেষণের মোট ফলাফল

Ag^+ এর মাত্রা পুরো প্রক্রিয়া জুড়ে অপরিবর্তিত থাকে। যেহেতু একটি ধাতব পরমাণু একই সময়ে একটি আয়নে রূপান্তরিত হয়, ইলেক্ট্রোলাইট থেকে ক্যাট্যুণ Ag^+ আয়ন ক্যাথোডে নিঃস্ত হয়।

যেহেতু অ্যানোড তার নিজস্ব লবণের দ্রবণে নিমজ্জিত হয়, এটি দ্রবণে দ্রবীভূত হয়, তাই প্রক্রিয়া চলাকালীন অ্যানোডের আকার হ্রাস পায়। যেহেতু ক্যাথোডে ধাতব ক্যাটায়ণগুলি নি:সৃত হচ্ছে, প্রক্রিয়া

চলাকালীন ক্যাথোডের আকার বাড়তে থাকে।





চিত্র 5.4: তামার ইলেক্ট্রোলাইটিক পরিশোধন

তড়িৎ-বিশ্লেষণীয় (ইলেক্ট্রোলাইটিক) পরিশোধন

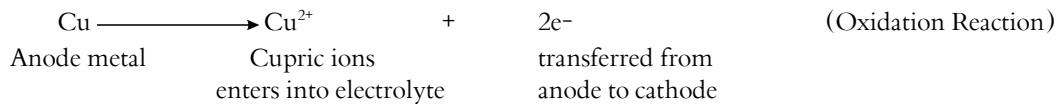
ইলেক্ট্রোলাইটিক পরিশোধন হল অশুদ্ধ ধাতব রড থেকে ধাতু বিশুদ্ধিকরণের প্রক্রিয়া। এই ইলেক্ট্রোলাইসিস প্রক্রিয়ায়, একটি অশুদ্ধ ধাতু রড থেকে একটি বিদ্যুৎ প্রবাহ ব্যবহার করে বিশুদ্ধ ধাতু পাওয়া যায়। একটি পুরু রড বা প্লেটের আকারে অশুদ্ধ ধাতু একটি অ্যানোড হিসাবে তৈরি করা হয় এবং একই ধাতুর একটি পাতলা পাতকে ক্যাথোড বানানো হয়। ইলেক্ট্রোলাইট হল ধাতুর লবণের পরিশোধিত দ্রবণ। প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ ব্যবহার করে, অশুদ্ধ ধাতব রডের অ্যানোড ধাতব আয়ন আকারে দ্রবণে যায়। ইলেক্ট্রোলাইট ধনাত্মক চার্জযুক্ত ধাতু এবং খণ্ডাত্মক চার্জযুক্ত আয়নগুলিতে বিভক্ত হয়। ধনাত্মক চার্জযুক্ত ধাতু পরমাণু ক্যাথোডে নির্গত হয় এবং জমা হয়। অ্যানোড দ্রবীভূত হয়, এবং অশুদ্ধতাগুলি অ্যানোডের নীচে স্থির হয়ে যায়, যাকে অ্যানোড কাদা বলা হয়। ক্যাথোড হল পরিশোধিত ধাতু, এবং এটি ধূয়ে, শুকিয়ে ব্যবহার করা হয়।

তড়িৎ-বিশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি Zn, Cu, Sn, Ag, Al ইত্যাদি ধাতুগুলিকে পরিমার্জিত করে। যেমন, অশুদ্ধ তামা বৈদ্যুতিক পরিবাহী হিসেবে ব্যবহার করার উপযুক্ত নয়। এতে উপস্থিত অশুদ্ধতার কারণে পরিবাহিতা উল্লেখযোগ্য ভাবে হ্রাস পায়। বৈদ্যুতিক পরিবাহিতার জন্য 100% বিশুদ্ধ তামা প্রয়োজন। অতএব, অপরিশোধিত তামা ইলেক্ট্রো-রিফাইনিং নামক প্রক্রিয়া দ্বারা পরিশোধিত হয়। তামার বৈদ্যুতিক পরিশোধন একটি বড় সীসার ট্যাঙ্কে করা হয়। অশুদ্ধ তামা ট্যাঙ্কের মধ্যে ঝোলানো বড় প্লেটে অ্যানোড হিসাবে কাজ করে। ক্যাথোডগুলি খাঁটি তামার পাতলা প্লেট, এবং প্রতিটি অ্যানোডের দুটি প্লেটের মধ্যে ঝোলানো থাকে। ইলেক্ট্রোলাইট হল 15% কপার সালফেট দ্রবণ এবং 10% পাতলা সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ। প্রক্রিয়ার জন্য, কম ভোল্টেজে সরাসরি কারেন্ট ব্যবহার করা হয় [চিত্র 5.4]।

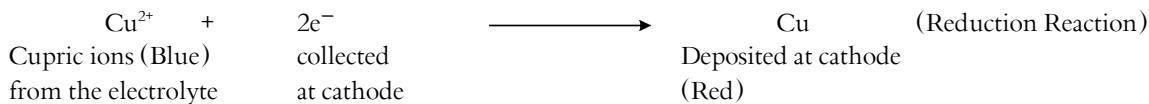
যখন বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, তখন অশুদ্ধ তামার অ্যানোড থেকে তামা এবং আরও সক্রিয় ধাতু, যেমন অশুদ্ধতা হিসাবে উপস্থিত Zn, Fe, Ni, ধাতব আয়ন হিসাবে দ্রবণে যায়। Ag, Au এবং Pt এর মতো কম সক্রিয় ধাতু আয়নিত হয়না কিন্তু ভেঙে গিয়ে অ্যানোডের নীচে অ্যানোড কাদা হিসাবে জমা হয়।

ইলেক্ট্রোলাইটগুলিতে (Cu^{2+}) কিউপ্রিক আয়ন এবং (SO_4^{2-}) সালফেট আয়ন এবং H^+ আয়ন এবং OH^- আয়ন থাকে। ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ যাবার সময়ে, আয়নগুলি বিপরীত চার্জযুক্ত ইলেক্ট্রোড - এর দিকে স্থানান্তরিত হয়; যেমন Cu^{2+} এবং H^+ আয়ন স্থানান্তরিত হয় বা আকৃষ্ট হয় বা ক্যাথোড এবং SO_4^{2-} এর OH^- আয়নগুলি অ্যানোডের দিকে স্থানান্তরিত হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে বিক্রিয়া শুরু হয়। অতএব আমরা এই ধরনের প্রতিক্রিয়াগুলিকে অ-স্বত্ত্বস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া বলতে পারি। বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবেশ করার পরে, রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটছে, তাই এটিকে একটি ইলেক্ট্রোলাইটিক কোষ বলা হয়।

অ্যানোডে বিক্রিয়া (সক্রিয় ইলেক্ট্রোড)



ক্যাথোডে বিক্রিয়া (নিষ্ক্রিয় ইলেক্ট্রোড)



কিউপ্রিক আয়নগুলির মাত্রা (Cu^{2+}) পুরো প্রক্রিয়া জুড়ে অপরিবর্তিত থাকে। তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় অ্যানোডের আকার কমতে থাকে এবং ক্যাথোডের আকার বাড়তে থাকে। অ্যানোডে উপস্থিত অশুদ্ধতা গুলি অ্যানোডের নীচে সংগ্রহ করা হয়, যাকে অ্যানোড কাদা বলা হয়। এই পদ্ধতিটি 99.9 % বিশুদ্ধ তামা বের করতে সহায়ক, যা প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড, মাদারবোর্ড, ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট, পেনড্রাইভ, মোবাইল ইত্যাদির প্রস্তুতি এবং উন্নয়নে প্রযোজন হয়।

5.4 তড়িৎ রাসায়নিক কোষে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াগুলির প্রয়োগ

জারণ-বিজারণ এর বিক্রিয়াগুলি একটি ইলেক্ট্রোড থেকে অন্য ইলেক্ট্রোড ইলেকট্রনের প্রকৃত স্থানান্তর দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যে ইলেকট্রোডে ধাতু বা আয়ন ইলেকট্রন হারায় তাকে জারিত করা হয়েছে, অন্যদিকে যে ইলেকট্রোডে ধাতু বা আয়ন ইলেকট্রন প্রদান করে তা বিজারিত হয়েছে। কোষে উপস্থিত রাসায়নিকগুলি একে অপরের সাথে স্বত্ত্বস্ফূর্তভাবে বিক্রিয়া করে এবং বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করে। এই ধরনের কোষ একটি তড়িৎ-রাসায়নিক কোষ নামে পরিচিত। কোষে জারণ এবং বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে। তড়িৎ রাসায়নিক কোষের কিছু উদাহরণ নিম্নরূপ:

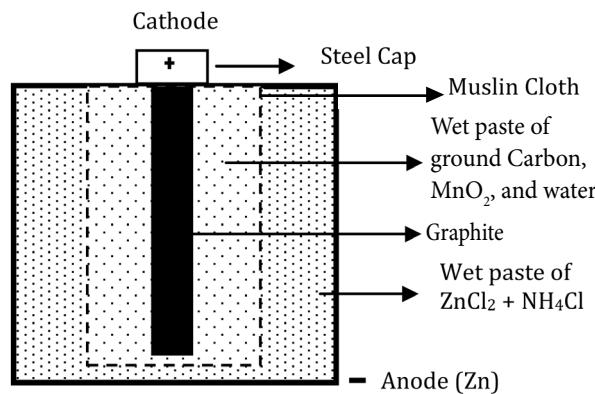
1. প্রাথমিক কোষ
2. সংপ্রয় - কোষ

5.4.1 প্রাথমিক কোষ বা শুষ্ক কোষ

প্রাথমিক কোষগুলি পুনর্নবীকরণযোগ্য নয় (নন-রিচার্জেবল) এবং একবার ব্যবহার করে ফেলে দেবার মতো (ডিসপোজেবল)। এই ব্যাটারির বা কোষের তড়িৎ রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি একমুখী। প্রাথমিক কোষ শুষ্ক কোষ বা পেস্টেল সেল নামেও পরিচিত। এটি ভিতরে পুরো শুকনো নয় তবে এটি পেস্টের মতো। প্রাথমিক কোষ নির্মাণ এবং কোষে সংরেখিত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া নিম্নরূপ:

নির্মাণ

শুষ্ক কোষের মাঝাখানে একটি প্রাফাইট রড থাকে যার চারপাশে ম্যান্ডানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2), গুঁড়ো কার্বন এবং জল থাকে। এই পুরো ব্যবস্থাটি মসলিন কাপড়ে রাখা হয়েছে, যা কিছু আয়নকে এর মধ্য দিয়ে যেতে দেয়। প্রাফাইট রড ধনাত্মক মেরু তৈরী করে - তার মাঝায় স্টিলের আবরণ থাকে। মসলিন কাপড়ের চারপাশে পেস্ট আকারে একটি ইলেক্ট্রোলাইট উপস্থিত থাকে। জিঙ্ক ক্লোরাইড এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড পেস্ট মসলিন কাপড়ের চারপাশে স্থাপন করা হয় এবং একটি ধাতব দস্তার পাত্রে আবৃত থাকে যা একটি ধাতব মেরু বা অ্যানোড হিসাবে কাজ করে। দস্তার বা জিঙ্কের পাত্রটি কোম্পানির লেবেল দিয়ে ঢাকা থাকে [চিত্র. 5.5]।



চিত্র 5.5: প্রাথমিক কোষ বা শুষ্ক কোষ

কোষে জারণ এবং বিজারণ বিক্রিয়া ঘটছে। যেহেতু অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয়, এটি বিদ্যুৎ উৎপাদন নির্দেশ করে। অতএব প্রাথমিক কোষ 1.5 V বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। যেহেতু কোষ রাসায়নিকের প্রাথমিক ক্রিয়ার পর বিদ্যুৎ উৎপাদন করে তাই প্রাথমিক কোষ হিসেবে পরিচিত। যেহেতু রাসায়নিক পদার্থ এবং বিক্রিয়া বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য দায়ী, এবং স্বতঃস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটছে, এই কোষটি ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সেল বা তড়িৎ রাসায়নিক কোষ নামে পরিচিত।

Zn ইলেক্ট্রোলাইট পেস্টে দ্রবীভূত জিঙ ক্লোরাইডের সাথে সংযুক্ত, একটি সক্রিয় ইলেক্ট্রোল এবং গ্রাফাইট একটি নিষ্ঠিয় ইলেক্ট্রোল হিসাবে কাজ করে। শুকনো কোষের দীর্ঘ জীবন থাকে না, কারণ অ্যাসিডিক অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড জিংকের পাত্রকে ক্ষয় করে, এমনকি যখন এটি ব্যবহার করা হয় না, তখনও।

5.4.2 সেকেন্ডারি সেল বা সঞ্চয় কোষ

প্রাথমিক কোষ দ্বারা বেশি পরিমাণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা যায় না কারণ এতে নিঃশেষিত ইলেক্ট্রোল প্রতিস্থাপনের প্রয়োজন হয়। এমন বিপরীতমুখী কোষ রয়েছে যেখানে রাসায়নিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং বৈদ্যুতিক শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর করা যায়। কোষের মধ্য দিয়ে বিপরীত দিকে বিদ্যুৎ শ্রেত পাঠিয়ে নিঃশেষিত ইলেক্ট্রোলগুলি পুনরুৎপন্ন হতে পারে। এই ধরনের কোষ, যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে সঞ্চয় এবং সম্প্রসারণের করতে দেয় তাদের বলা হয় সঞ্চয় কোষ, স্টোরেজ সেল বা সেকেন্ডারি সেল বা অ্যাকুমুলেটর।

একটি অ্যাকুমুলেটরে বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চয় করার প্রক্রিয়াকে আধান-যোগ বা চার্জিং বলা হয়, যখন বৈদ্যুতিক শক্তি প্রদানের বিপরীত প্রক্রিয়াটি আধান-বিয়োগ বা ডিসচার্জিং নামে পরিচিত। সঞ্চয় কোষ মালা (স্টোরেজ ব্যাটারি) তৈরির জন্য বেশ কয়েকটি সঞ্চয় কোষ (স্টোরেজ সেল) সিরিজ-সংযোগে সংযুক্ত থাকে। এই স্টোরেজ সেলগুলি বিভিন্ন ধরণের হতে পারে - যেমন ক্ষারীয়, লেড অক্সাইড লিথিয়াম-আয়ন।

5.4.2 (A) লেড অক্সাইড সঞ্চয় কোষ বা লেড -অ্যাকুমুলেটর

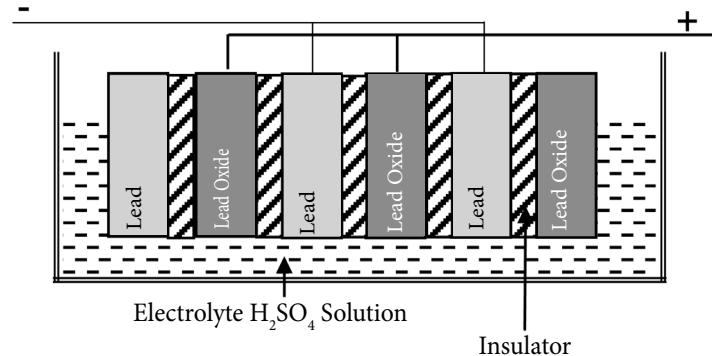
সঞ্চয় কোষ গুলি ভোল্টাইক কোষ এবং বৈদ্যুতিক কোষ উভয় হিসাবেই কাজ করে। একটি ভোল্টাইক কোষ হিসাবে কাজ করার সময়, এটি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করে এবং অবশেষে সম্পূর্ণ আধান-বিয়োগ বা মোক্ষণ করে। তাহলে অবশ্যই আধান-যোগ বা রিচার্জ করতে হবে। রিচার্জ করার সময়, কোষটি ইলেক্ট্রোলাইটিক কোষ হিসাবে কাজ করে। সঞ্চয় কোষের আরও সুবিধা হল উভয় উপায়ে কাজ করার ক্ষমতা, বৈদ্যুতিক শক্তি ধ্রুণ এবং সরবরাহ করা।



লেড-অ্যাসিড সঞ্চয়-কোষে, এর একটি ইলেক্ট্রোড লেড (Pb) দিয়ে তৈরি হয়, এবং অন্য ইলেক্ট্রোড লেড অক্সাইড (PbO_2 , যা লেড ডাইঅক্সাইড নামেও পরিচিত) দিয়ে তৈরি।

বেশ কিছু সংখ্যক সীসা প্লেট (-ve ইলেক্ট্রোড) সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করা হয়, এবং সমসংখ্যক লেড অক্সাইড প্লেট (+ve ইলেক্ট্রোড) ও সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করা হয়।

প্রতিটি সীসা প্লেট দুটি লেড অক্সাইড প্লেটের মধ্যে স্থাপন করা হয়। এই প্লেটগুলি কাচ বা রাবার বা কাঠের ফলার মতো বা অপরিবাহী দ্বারা সংলগ্ন প্লেট থেকে আলাদা করা হয় যেমন এগুলি এরপর পাতলা H_2SO_4 (20%, 25°C এ আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.15 সহ)-এ ডোবানো হয় [চিত্র 5.6]।



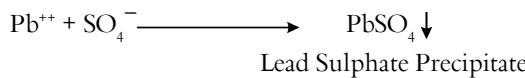
চিত্র 5.6: লেড অ্যাসিড স্টোরেজ সেল

ডিসচার্জিং বা আধান-বিয়োগ

যখন কোষটি ভোল্টাইক কোষ হিসাবে কাজ করে, অর্থাৎ এটি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করে, তখন এটি আধান-বিয়োগ করে বলে বলা হয়। সীসা ইলেক্ট্রোড সীসা আয়ন গঠনের সাথে দ্রবণে প্রবেশ করে। অতএব, লেড ইলেক্ট্রোডে জারণ ঘটে।

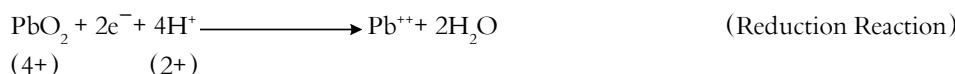


সক্রিয় ইলেক্ট্রোড Pb ইলেক্ট্রনের ক্ষয় দ্বারা আয়ন আকারে ইলেক্ট্রোলাইটে প্রবেশ করে। গঠিত লেড আয়নগুলি সালফেট আয়নগুলির সাথে বিক্রিয়া করে লেড সালফেট অধঃক্ষেপ তৈরি করে।

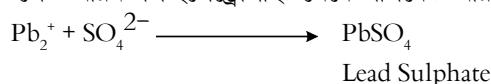


লেড অক্সাইড (PbO_2) ইলেক্ট্রোডে বিক্রিয়া

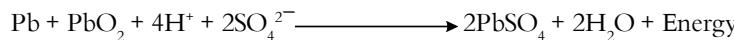
লেড অক্সাইড ইলেক্ট্রোড ও বাইরের বর্তনী বা সার্কিট থেকে ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করে আয়ন আকারে ইলেক্ট্রোলাইটে প্রবেশ করে। সুতরাং লেড অক্সাইড ইলেক্ট্রোডে বিজারণ ঘটে। অতএব Pb এর জারণ অবস্থা +4 থেকে +2 তে পরিবর্তিত হয়।



গঠিত লেড আয়নগুলি ইলেক্ট্রোলাইট থেকে সালফেট আয়নগুলির সাথে বিক্রিয়া করে লেড সালফেট অধঃক্ষেপ তৈরি করে।



সুতরাং সীসা সঞ্চয় কোষে মোট জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া হয়।



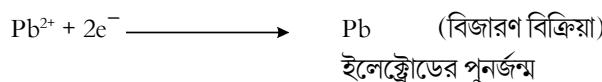
আধান-বিয়োগের সময়, লেড এবং লেড অক্সাইড ইলেক্ট্রোলগুলি ধীরে ধীরে ইলেক্ট্রোলাইটে দ্রবীভূত হয়, Pb^{2+} মুক্ত হয়। তাই ডিসচার্জ করার সময় ইলেক্ট্রোলাইট গুলিতে সীসা সালফেট প্রবাহের পরিমাণ এবং জলের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং সে সময় H_2SO_4 শতাংশ মাত্রা হ্রাস পায়। Pb এবং PbO_2 একটি জোড়া 2 ভোল্ট বিদ্যুৎ দেয়। এটি সম্পূর্ণরূপে আধান-যুক্ত অবস্থায় 2 ভোল্ট বিদ্যুৎ দেয়, আধান-বিয়োগের সময়ে 1.6 থেকে 1.7 ভোল্ট পর্যন্ত ধীরে ধীরে হ্রাস পায়। অতএব, ব্যাটারির ভোল্টেজ ক্ষমতা বাঢ়ানোর জন্য, $Pb-PbO_2$ ইলেক্ট্রোল জোড়ার সংখ্যা বৃদ্ধি করতে হবে এবং শ্রেণী বা সিরিজ-সংযোগে সংযুক্ত করতে হবে।

চার্জিং বা আধান-যোগ

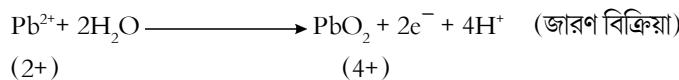
যখন উভয় ইলেক্ট্রোড সেল সালফেটে আবৃত থাকে, তখন কোষটি ভোল্টাইক কোষ (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সেল) হিসাবে কাজ করা বন্ধ করে দেয়। তারপর এটি রিচার্জ করা প্রয়োজন। তাই ডিসচার্জ করার সময় যে বিক্রিয়া হয় তা বহিরাগত ইলেক্ট্রোমোটিভ ফোর্স অর্থাৎ বাইরের সাপ্লাই থেকে 2 ভোল্টের বেশি বিভব-প্রভেদ ব্যবহার করে, বিপরীতমুখ্যে চালনা করা হয়। তাই কোষটিকে ইলেক্ট্রোলাইটিক সেল বলা হয়। এখানে আ-স্বত্ত্ব-স্ফর্তু রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে।

Ph (লেড) ইলেক্ট্রোডে বিক্রিয়া

Pb^{2+} আয়ন PbSO_4 হিসেবে ইলেক্ট্রোলাইটে উপস্থিত থাকে।

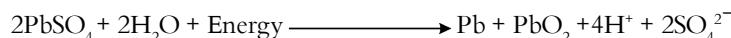


PbO₂ (লেড অক্সাইড) ইলেক্ট্রোডে বিক্রিয়া।

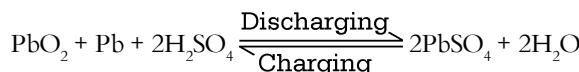


PbO₂ ইলেক্ট্রোডের পুনর্জন্ম

তাই চার্জিংয়ের সময় মোট বিক্রিয়া হয়



ডিসচার্জ এবং চার্জিংয়ের সময় কোষের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া হিসাবে দেখানো যেতে পারে



চার্জিং প্রক্রিয়ার সময়, কোয়ের ইলেক্ট্রোগুলি তাদের আসল অবস্থানে ফিরিয়ে আনা হয়। দেখা যায় যে আধান-বিয়োগের সময়, অ্যাসিডের ঘনত্ব হাস পায় (H_2SO_4), আর আধান-যোগের সময় অ্যাসিডের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়।

আমরা এই ইউনিটের শেষে সংযুক্ত ব্যবহারিক পরীক্ষাগুলির মাধ্যমে ড্যানিয়েল সেল ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া থেকে উৎপন্ন ভোল্টেজ নির্ধারণ সম্পর্কে গভীরভাবে শিখিব।

সারণী 5.2: তড়িৎ-বিশ্লেষণীয় (ইলেক্ট্রোলাইটিক) কোষ এবং তড়িৎ-রাসায়নিক (ইলেক্ট্রোকেমিকাল) কোষের মধ্যে পার্থক্য

তড়িৎ-বিশ্লেষণীয় কোষ (ইলেক্ট্রোলাইটিক সেল)	তড়িৎ-রাসায়নিক কোষ (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সেল)
এটি বৈদ্যুতিক শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে।	এটি রাসায়নিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে।

তড়িৎ-বিশেষণীয় কোষ (ইলেক্ট্রোলাইটিক সেল)	তড়িৎ-রাসায়নিক কোষ (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সেল)
বিদ্যুৎ খরচ হয়, শক্তির উৎস প্রয়োজনীয়।	বিদ্যুৎ উৎপাদন করে, এটি নিজেই শক্তির উৎস।
জারণ-বিজারণের উপর ভিত্তি করে অ-স্বতঃস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া হয়	জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে স্বতঃস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে
অ্যানোড (+ve) মেরুতে জারণ ঘটে	অ্যানোড (-ve) মেরুতে জারণ ঘটে
ক্যাথোড (-ve) মেরুতে বিজারণ ঘটে	ক্যাথোড (+ve) মেরুতে বিজারণ ঘটে

5.4.2 (B) জ্বালানী কোষ

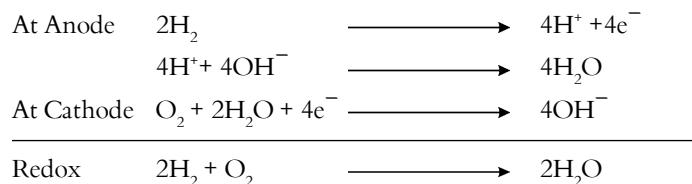
জ্বালানী কোষ হল একটি তড়িৎ-রাসায়নিক কোষ যা একটি সহজলভ্য জ্বালানী- জারক ব্যবস্থায় থাকা রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ-রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করতে পারে, যেখানে জ্বালানী অ্যানোডে জারিত হয়। অন্য যেকোনো ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল কোষের মতই, জ্বালানী কোষে একটি ইলেক্ট্রোলাইট এবং দুটি ইলেক্ট্রোড থাকে। যাইহোক, জ্বালানী এবং জারক ক্রমাগত এবং পৃথকভাবে কোষের ইলেক্ট্রোডগুলিতে সরবরাহ করা হয় যেখানে তারা বিক্রিয়া দেখায়। এই প্রাথমিক কোষগুলি যতক্ষণ বিক্রিয়ক সরবরাহ করা হয় ততক্ষণ বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করতে সক্ষম। আমরা জানি যে ভোল্টাইক কোষে একটি জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া জড়িত। জ্বালানী কোষগুলি উচ্চ দক্ষতায় কাজ করে এবং ফলে নির্গত দূরকণ্ঠগুলি অনুমোদিত সীমার অনেক নিচে থাকে। একটি জ্বালানী কোষে, অক্সিজেন থেকে দহন ছাড়াই বৈদ্যুতিক শক্তি পাওয়া যায়। তাই জ্বালানী কোষ জ্বালানির রাসায়নিক শক্তিকে সরাসরি বিদ্যুতে রূপান্তর করে। জ্বালানী কোষের মূল গঠনসজ্জা এভাবে প্রকাশ করা যায়:

জ্বালানী/ইলেক্ট্রোড/ইলেক্ট্রোলাইট/ইলেক্ট্রোড/জারক

ফুর্যেল সেলে অপরিহার্য প্রক্রিয়া হল

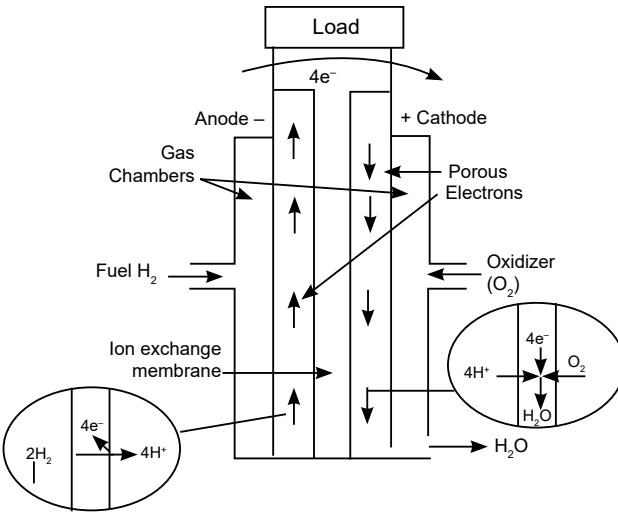


সরলতম এবং সফলতম জ্বালানীর মধ্যে একটি হল হাইড্রোজেন-অক্সিজেন জ্বালানী কোষ। এটি মূলত [চিত্র 5.7] একটি ইলেক্ট্রোলাইটিক দ্রবণ, যেমন 25% KOH দ্রবণ, এবং দুটি নিষ্প্রিয় ছিদ্রযুক্ত ইলেক্ট্রোড দিয়ে তৈরী। হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন গ্যাস যথাক্রমে অ্যানোড এবং ক্যাথোড কক্ষে বুদবুদ আকারে বেরিয়ে আসে, যেখানে নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলি ঘটে



$$\text{কোষের আদর্শ তড়িৎ-চালক বল বা emf, } E^\circ = E^\circ_{\text{জারণ}} + E^\circ_{\text{বিজারণ}} = 0.83\text{V} + 0.40\text{ V} = 1.23\text{ V.}$$

প্রকৃত বাস্তবে, কোষের emf হল 0.8 থেকে 1.0 V. সাধারণত, এই কোষগুলির একটি বড় সংখ্যা সিরিজ বা শ্রেণীবদ্ধ-সংযোগে একত্রিত হয় যাতে জ্বালানী কোষের একটি ব্যাটারি বা জ্বালানী ব্যাটারি তৈরি হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস ইলেক্ট্রোলাইট এবং কঠিন সঞ্চালন কাঠামোর সাথে বিক্রিয়া করে 2H⁺ আয়ন উৎপন্ন করে। দুটি প্রোটন ইলেক্ট্রোলাইটের হাইড্রোক্সিল আয়ন দিয়ে বিক্রিয়া করে জল তৈরি করে, যা KOH ইলেক্ট্রোলাইটকে পাতলা করে। বাইরের বর্তনীতে দুটি ইলেক্ট্রন পাওয়া যায়। এইভাবে ব্যবহৃত হাইড্রোক্সিল আয়নগুলি ক্যাথোড বিক্রিয়া থেকে পুনরায় পুরণ করা হয়, যার মধ্যে O₂ দুটি জলের অনুর সাথে বিক্রিয়া করে, বাইরের বর্তনী থেকে চারটি ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করে 4OH⁻ আয়ন উৎপাদন করে। উপরে প্রদত্ত কোষের বিক্রিয়াগুলিতে এই তথ্যগুলি প্রতিফলিত হয়েছে।



চিত্র 5.7: হাইড্রোজেন-অক্সিজেন জ্বালানী কোষ

ইলেক্ট্রোডগুলিকে অবশ্যই নিম্নোক্ত শর্ত পূরণ করতে হবে i) ভাল পরিবাহী, ii) ভাল ইলেকট্রন উৎস, iii) ইলেক্ট্রোলাইট, তাপ বা ইলেক্ট্রোড বিক্রিয়া দ্বারা ক্ষয় না হওয়া এবং iv) তাদের পৃষ্ঠাতলে ঘটে যাওয়া বিক্রিয়াগুলির জন্য একটি চমৎকার অনুষ্টুক্ত হওয়া। যখন জ্বালানি হিসেবে হাইড্রোজেন ব্যবহার করা হয়, তখন ইলেক্ট্রোডগুলি হয় সূক্ষ্ম ভাবে বিভক্ত প্লাটিনাম যুক্ত প্রাফাইট দিয়ে অথবা প্যালাডিয়াম এবং রূপার 75/75 সংকর ধাতু দিয়ে, অথবা নিকেল দিয়ে তৈরি করা হয়। সফল জ্বালানী কোষের রহস্য সম্ভবত ব্যবহৃত ইলেক্ট্রোড তৈরির মধ্যে নিহিত যা ইলেক্ট্রোড বিক্রিয়াগুলির জন্য শক্তিশালী অনুষ্টুক্ত। ইলেক্ট্রোলাইট হিসাবে প্রায়শই ব্যবহৃত হয় জলীয় KOH বা H_2SO_4 বা জলে সম্পৃক্ত আয়ন বিনিয়োগ রজন। কম তাপমাত্রায় ব্যবহার্য জ্বালানী ব্যাটারির জন্য (-54°C থেকে 72 °C), তরল অ্যামেনিয়ায় দ্রবীভূত পটাসিয়াম থায়োসায়ানেট ব্যবহার করা হয়।

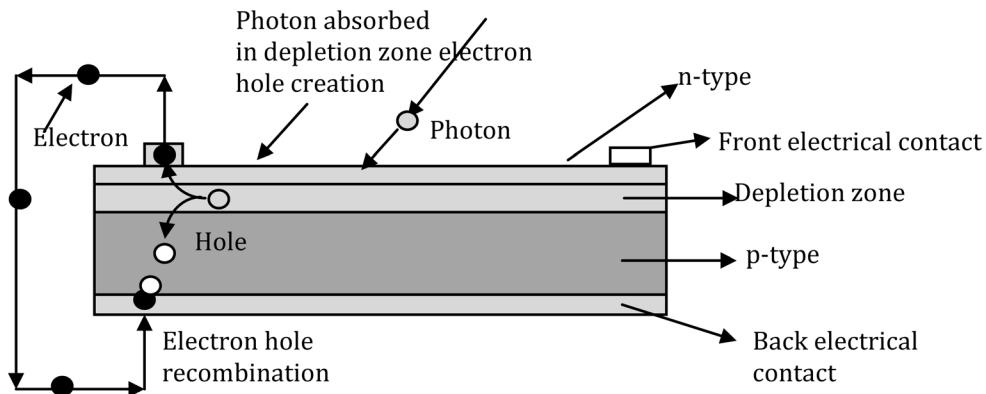
প্রয়োগ

হাইড্রোজেন-অক্সিজেন জ্বালানী কোষগুলি মহাকাশ যান, সাবমেরিন বা অন্যান্য সামরিক যানবাহনে শক্তির সহায়ক উৎস হিসেবে ব্যবহৃত হয়। H_2-O_2 জ্বালানী কোষে উৎপন্ন জল মহাকাশচারীদের মিষ্টি জলের মূল্যবান উৎস হিসেবে প্রমাণিত হয়েছে।

5.4.2 (C) সৌর কোষ

ফটোভোলাটাইক কোষ ব্যবহার করে সূর্য থেকে সরাসরি সৌরশক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত অবস্থায় পাওয়া যায়। [চিত্র 5.8] একটি ফটোভোলাটাইক কোষ দেখায়, যেখানে একটি p -ধরণের অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টর (যেমন Si দিয়ে ডোপ করা B) একটি n -ধরণের অর্ধপরিবাহী (যেমন P দিয়ে ডোপ করা Si) পরস্পর সংলগ্ন থাকে।

সূর্যের আলো কোয়ান্টা বা ফোটন নামক শক্তির পুঁজি প্রমণ করে। p -n সংক্রিত ভায়োডের ক্ষয়ক্ষেত্রের ভিতরে বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয়। যখন আলোর একটি ফোটন এসে n -ধরণের সিলিকন পদার্থে পড়বে এবং পরমাণুগুলির মধ্যে একটি দ্বারা শোষিত হবে, তখন এটি একটি ইলেক্ট্রনকে সরিয়ে দেবে, একটি মুক্ত ইলেক্ট্রন এবং একটি গর্ত তৈরি করবে। মুক্ত ইলেক্ট্রন এবং গর্তের ক্ষয়ক্ষেত্র থেকে লাফ দেওয়ার জন্য পর্যাপ্ত শক্তি রয়েছে। ইলেক্ট্রন p -ধরণের উপাদানের ধনাত্মক চার্জের প্রতি আকৃষ্ট হয় এবং বাইরের বর্তনী দিয়ে প্রমণ করে, ফলে বৈদ্যুতিক যোগাযোগে প্রবাহিত হয়। ইলেক্ট্রন বিছিন্ন হবার ফলে তৈরি গর্তটি n -ধরণের উপাদানগুলির ধনাত্মক চার্জের প্রতি আকৃষ্ট হয় এবং পিছনের দিকে বৈদ্যুতিক যোগাযোগে প্রবাহিত হয়। ইলেক্ট্রনগুলি n -ধরণের উপাদান থেকে সরে যায় এবং পিছনের বৈদ্যুতিক যোগাযোগ থেকে p -ধরণের উপাদানে প্রবেশ করে যেখানে এটি গর্তের সাথে মিলিত হয় যা বৈদ্যুতিক নিরপেক্ষতা পুনরুদ্ধার করে।



চিত্র 5.8: ফোটোভেলটাইক সৌর কোষ

সাধারণত 32, 36, 48, 60, 72 এবং 96 ফোটোভেলটাইক কোষ নিয়ে একটি সোলার প্যানেল গঠিত হয়। সোলার পৎক্ষি বা অ্যারে হল এমন একটি ব্যবস্থা যা অনেকগুলি সংযুক্ত সৌর প্যানেলের একটি দল নিয়ে গঠিত। 32 টি কোষ নিয়ে গঠিত একটি সোলার প্যানেল সাধারণত 14.72 ভোল্ট (প্রতিটি কোষ 0.46 ভোল্ট বিদ্যুৎ উৎপাদন করতে পারে) বিদ্যুৎ তৈরি করতে পারে।

আকর্ষণীয় তথ্য: অক্সিজেন অথবা কিছু বিষাক্ত গ্যাস সন্তোষকরণের জন্য তড়িৎ রাসায়নিক সংবেদী বা সেন্সর ব্যবহার করা হয়। প্রকৃতপক্ষে, তারা একটি বাইরের বর্তনীর মধ্যে একটি নির্দিষ্ট গ্যাসের ঘনত্ব পরিমাপ করে। কার্যত এটি জারণ বা বিজ্ঞান বিক্রিয়া পদ্ধতি দ্বারা করা যেতে পারে। এই বিক্রিয়াগুলি উল্লিখিত বাইরের বর্তনীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ধনাত্মক বা ঋণাত্মক বিদ্যুৎ প্রবাহ তৈরি করে।

5.5 ক্ষয় - একটি ভূমিকা

বায়ুমণ্ডলের সংস্পর্শে এলে অনেক ধাতুর পৃষ্ঠাতল সহজেই আক্রমণ হয়। তারা পরিবেশে উপস্থিত বায়ু বা জলের সাথে বিক্রিয়া করে এবং তাদের পৃষ্ঠাতলে অবাঞ্চিত যৌগ গঠন করে। এই অবাঞ্চিত যৌগগুলি সাধারণত অক্সাইড।

অর্থাৎ নিজের কার্যকরী পরিবেশে অবাঞ্চিত রাসায়নিক, তড়িৎ- রাসায়নিক এবং জৈব রাসায়নিক আক্রমণের মাধ্যমে পদার্থের অবনতি বা ধ্বংসের প্রক্রিয়া এবং ফলস্বরূপ একটি কঠিন ধাতব পদার্থের ক্ষতি কে ক্ষয় বলে।

অতএব, ক্ষয় হল ধাতু নিষ্কাশনের একটি বিপরীত প্রক্রিয়া। ধাতু এবং সংকর গুলি ইঞ্জিনিয়ারিংয়ে গঠন বা নির্মাণ সামগ্রী হিসাবে ব্যবহৃত হয়। যদি ধাতু বা সংকর-ধাতুর কাঠামো সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ করা না হয়, তবে বায়ুমণ্ডলীয় গ্যাস, আর্দ্রতা এবং অন্যান্য রাসায়নিকের ক্রিয়া দ্বারা সেগুলি ধীরে ধীরে নষ্ট হয়ে যায়। ধাতু এবং সংকর-ধাতু ধ্বংসের এই ঘটনাটি ক্ষয় হিসাবে পরিচিত।

উদাহরণ:

- লোহার মরিচা - যখন লোহা বায়ুমণ্ডলীয় অবস্থার সম্মুখীন হয়, তখন লালচে শঙ্ক এবং Fe_3O_4 এর গুঁড়ার একটি স্তর তৈরি হয়।
- তামার উপর সবুজ আস্তরণ - যেমন CO_2 -ধারী আর্দ্রবায়ুর দ্বারা তামার পৃষ্ঠাতলে $[\text{CuCO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2]$ -এর স্তর তৈরী হয়।

ক্ষয় এর ফলাফল

ক্ষয় প্রক্রিয়া ধীর এবং শুধুমাত্র ধাতু পৃষ্ঠে ঘটে, কিন্তু ক্ষতি হয় অনেক বেশি। মেশিন, যন্ত্রপাতি, নির্মাণ সামগ্রী এবং বিভিন্ন ধরনের ধাতব দ্রব্য, কাঠমো ইত্যাদি এভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয় ও অনেক বড় ধরণের ডেকে আনে। অনুমান করা হয় যে ক্ষয়জনিত ক্ষতি সারা বিশ্বে প্রায় 2 থেকে 2.5 বিলিয়ন ডলার। ক্ষয়ের অনেক সামাজিক ও অর্থনৈতিক পরিণতি রয়েছে। ক্ষয়ক্ষতির অর্থনৈতিক ও সামাজিক পরিণতিগুলির মধ্যে রয়েছে:

যদ্দের উপর ক্ষয়জনিত উৎপাদন তৈরির কারণে, মেশিনের দক্ষতা হ্রাস পায় বা ব্যর্থতার পর্যায়ে পৌঁছায় ও কারখানা বন্ধ হয়ে যায়। ক্ষয় দ্বারা উৎপাদিত বিষাক্ত বস্তুগুলি পরিবেশে মুক্ত হয় যা মানবজাতির স্বাস্থ্যের উপর প্রভাব ফেলে।

ক্ষয়ের কারণ

ধাতব ক্ষয়

ধাতুগুলি তাদের আকরিক থেকে বের করা হয়। নিষ্কাশনের সময়, বিভিন্ন প্রক্রিয়ার আকারে শক্তি প্রয়োগ করে আকরিক বিজ্ঞানিত করে ধাতু হিসাবে পাওয়া যায়। বিশুদ্ধ ধাতব অবস্থায়, ধাতুগুলি অস্থিতিশীল কারণ সেগুলি উন্নেজিত অবস্থায় (উচ্চ শক্তির অবস্থা) থাকে। অতএব, যেইমাত্র ধাতুগুলি তাদের আকরিক থেকে বের করা হয়, বিপরীত প্রক্রিয়া শুরু হয় এবং ধাতব যোগ গঠন করে, যা তাপগতিবিদ্যার মাপকাঠিতে স্থিতিশীল (নিম্ন শক্তির অবস্থা)। অতএব, যখন ধাতুগুলি বিভিন্ন রূপে ব্যবহৃত হয়, তখন তারা পরিবেশের সংস্পর্শে আসে, উন্মুক্ত ধাতুর পৃষ্ঠ ক্ষয় হতে শুরু করে বা আরও স্থিতিশীল যৌগে রূপান্তরিত হয়। এটিই ধাতব ক্ষয়ের মূল কারণ।

ধাতু —————→ ধাতব যোগ + শক্তি

যদিও ক্ষয়প্রাপ্ত ধাতু বিশুদ্ধ ধাতুর তুলনায় তাপগতিবিদ্যা অনুসারে বেশি স্থিতিশীল, কিন্তু ক্ষয়ের কারণে, ধাতুর দরকারী বৈশিষ্ট্য যেমন নমনীয়তা, ঘাত সহতা, কঠোরতা, দীপ্তি এবং বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা হারিয়ে যায়।

ক্ষয়ের ধরন

ধাতুগুলির ক্ষয় শুরু হবার প্রাথমিক কারণগুলি হ'ল বায়ুমণ্ডলীয় বায়ু এবং জল। পরিবেশের উপর ভিত্তি করে ক্ষয়কে এভাবে শ্রেণিবদ্ধ করা হয়

(i) শুষ্ক বা রাসায়নিক ক্ষয় (ii) আর্দ্র বা তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়

5.5.1 শুষ্ক বা রাসায়নিক ক্ষয়

এটি আর্দ্রতার অনুপস্থিতিতে বা পরিবাহী ইলেক্ট্রোলাইট মাধ্যমে ঘটে। এই ধরনের ক্ষয় যেমন অক্সিজেনের মতো বায়ুমণ্ডলীয় গ্যাস অথবা হালোজেন, বা হাইড্রোজেন সালফাইট, সালফার ডাই অক্সাইট, নাইট্রোজেন, নির্জল অক্সিজেন তরল ইত্যাদি দ্বারা ধাতু পৃষ্ঠের সরাসরি রাসায়নিক আক্রমণের কারণে হয়।

রাসায়নিক ক্ষয়কে পরিবেশে উপস্থিত বায়ুমণ্ডলীয় গ্যাস দ্বারা ধাতব রূপার রাসায়নিক আক্রমণ হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়। এটি ধাতু এবং ধাতব সংকরের পৃষ্ঠের উপরে একটি অক্সাইট স্তর তৈরি করে।

উদাহরণ:

- বায়ুমণ্ডলীয় H_2S গ্যাস দ্বারা ধাতব রূপার রাসায়নিক ক্ষয় হয়।
- HCl গ্যাস দ্বারা ধাতব লোহার রাসায়নিক ক্ষয় হয়।

শুষ্ক বা রাসায়নিক ক্ষয়ের প্রকার

5.5.1 (A) অক্সিজেন বা জারণ দ্বারা ক্ষয় [চিত্র। 5.9]

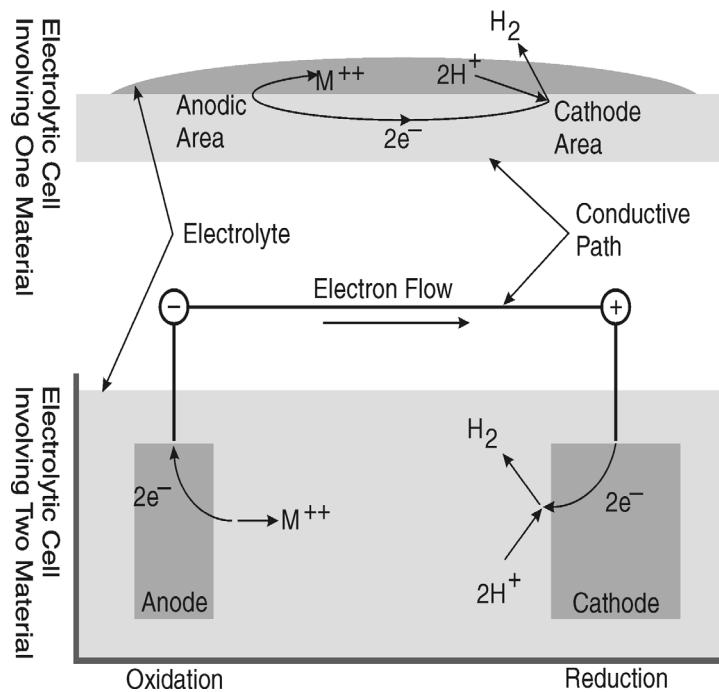
5.5.1 (B) হাইড্রোজেন দ্বারা ক্ষয় [চিত্র। 5.10]

5.5.1 (C) তরল ধাতুর ক্ষয়

আমরা এখানে প্রথম দুই ধরনের ক্ষয় নিয়ে আলোচনা করব

5.5.1 (A) অক্সিজেন বা জারণ দ্বারা ক্ষয়

- আর্দ্ধতার অভাবে ধাতব পৃষ্ঠে কম বা উচ্চ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের সরাসরি আক্রমণ দ্বারা জারণ ক্ষয় হয়। ক্ষার ধাতু (Li, Na, K ইত্যাদি) এবং ক্ষারীয় পৃথিবীর ধাতু (Mg, Ca, Sn, ইত্যাদি) কম তাপমাত্রায় দ্রুত জারিত হয়।



চিত্র 5.9: অক্সিজেন বা জারণ দ্বারা ক্ষয়

- উচ্চ তাপমাত্রায়, প্রায় সব ধাতুরই (Ag, Au এবং Pt ব্যতীত) জারণ হয়।
- গঠিত অক্সাইডের প্রকৃতি জারণ ক্ষয় প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।
- ধাতু + অক্সিজেন \longrightarrow ধাতু অক্সাইড (ক্ষয়জনিত উৎপাদন)
- যখন জারণ শুরু হয়, তখন ধাতুর পৃষ্ঠে অক্সাইডের একটি পাতলা স্তর তৈরি হয় এবং এই আস্তরণের প্রকৃতি পরবর্তী ক্রিয়া নির্ধারণ করে। বিভিন্ন ধাতু অক্সিজেন সহ বিভিন্ন ধরনের স্তর গঠন করে, যেমনটি নিচে উল্লেখ করা হয়েছে
- (i) স্থিতিশীল স্তর: একটি স্থিতিশীল স্তরের গঠন সূক্ষ্ম কণাযুক্ত হতে পারে এবং তা মূল ধাতুর পৃষ্ঠের সাথে শক্তভাবে লেগে থাকতে পারে। অতএব, এই ধরনের স্তর, যা ভেতরে থাকা ধাতুতে অক্সিজেনের অনুপ্রবেশ বন্ধ করে দেয়, তা সুরক্ষামূলক আবরণ হিসাবে কাজ করে যার ফলে ধাতুর পৃষ্ঠকে রক্ষা করে। Al, Sn, Pb, Cu, Pt, ইত্যাদি অক্সাইড ফিল্মগুলি স্থিতিশীল, শক্তভাবে লেগে থাকা এবং প্রাকৃতিকভাবে অভেদ্য।
- (ii) অস্থিতিশীল অক্সাইড স্তর: টি Ag, Au, Pt এর মতো বর-ধাতুর পৃষ্ঠে গঠিত হয় এগুলির ধাতব অবস্থা তার অক্সাইডের তুলনায় বেশি স্থিতিশীল তাই অক্সাইড ফিরে আবার ধাতু এবং অক্সিজেনে বিযোজিত হয়। অতএব, বর-ধাতুর ন ক্ষয় সম্ভব নয়।

- (iii) উদায়ী অক্সাইড স্ট্র: অক্সাইড স্ট্র টি তৈরি হওয়ার সাথে সাথেই উর্ধপাতিত হয়ে যায়। অতএব, আরও আক্রমণের জন্য সর্বীয়া একটি তাজা ধাতব পৃষ্ঠ পাওয়া যায়। এটি ক্রমাগত ক্ষয় সৃষ্টি করে। MoO_3 স্বভাবতঃ অস্থিতিশীল।
- (iv) ছিদ্যুক্ত স্ট্র: স্ট্রের ছিদ্র বা ফাটল থাকে। এই ক্ষেত্রে, বায়ুমণ্ডলীয় অক্সিজেন স্ট্রের ছিদ্র বা ফাটলের মাধ্যমে ধাতুর অন্তর্নিহিত পৃষ্ঠে প্রবেশ করতে পারে, যার ফলে ক্ষয় অবিরাম অব্যাহত থাকে, যতক্ষণ না পুরো ধাতুটি সম্পূর্ণরূপে তার অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়।

5.5.1 (B) হাইড্রোজেন দ্বারা ক্ষয়

হাইড্রোজেন নিম্নলিখিত উপায়ে ধাতুর ক্ষয় ঘটায়-

(i) হাইড্রোজেন ঘটিত ভঙ্গুরায়ণ বা এন্ট্রিটলমেন্ট

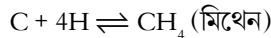
হাইড্রোজেনের উপস্থিতিতে কোনো উপাদানের নমনীয়তা হ্রাস হাইড্রোজেন ভঙ্গুরায়ণ নামে পরিচিত।

(ii) ডিকার্বুরাইজেশন বা কার্বন-বিয়োজন

ইস্পাতে কার্বনের উপস্থিতি এটিকে পর্যাপ্ত শক্তি দেয়। কিন্তু যখন উচ্চ তাপমাত্রায় ইস্পাত হাইড্রোজেন পরিবেশের সংস্পর্শে আসে তখন পারমাণবিক হাইড্রোজেন তৈরি হয়।



পারমাণবিক হাইড্রোজেন ইস্পাতের কার্বনের সাথে বিক্রিয়া করে এবং মিথেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



অতএব, ইস্পাতের কার্বনের পরিমাণ কমে যায়। ইস্পাতে কার্বনের পরিমাণ কমে যাওয়ার প্রক্রিয়াটি ডিকার্বুরাইজেশন নামে পরিচিত। ইস্পাতের মধ্যেকার শূন্যস্থানে মিথেন গ্যাসের সঞ্চয় উচ্চ চাপ তৈরি করে, যা ইস্পাতে ফাটল সৃষ্টির কারণ হয়। সুতরাং, ইস্পাত তার শক্তি হারায়।

5.5.2 আর্দ্র বা তড়িৎ বিশ্লেষণীয় ক্ষয়

ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল ক্ষয়ে নিম্নোক্ত শর্তগুলি জড়িত:

- অ্যানোডিক এবং ক্যাথোডিক এলাকাব বা একে অপরের সংস্পর্শে থাকা অংশগুলির গঠন
- একটি পরিবাহী মাধ্যমের উপস্থিতি
- শুধুমাত্র অ্যানোডিক এলাকার ক্ষয় এবং
- অ্যানোডিক এবং ক্যাথোডিক এলাকার মধ্যে কোথাও ক্ষয়জনিত উৎপাদন গঠন।

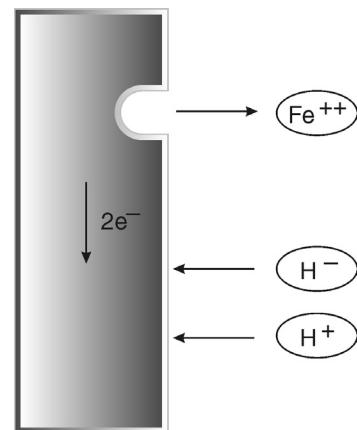
এর মধ্যে অ্যানোডিক এবং ক্যাথোডিক এলাকার মধ্যে ইলেক্ট্রন- প্রবাহ জড়িত।

অ্যানোডিক এলাকায় জারণ বিক্রিয়া ঘটে (মুক্ত ইলেক্ট্রনের মুক্তি)। অতএব অ্যানোডিক ধাতু হয় দ্রবীভূত অথবা সম্মিলিত অবস্থা (যেমন অক্সাইড ইত্যাদি) গ্রহণ করে ধূংস হয়। তাই সবসময় ক্ষয় অ্যানোডিক এলাকায় ঘটে।



M^{n+} (ধাতু আয়ন) \longrightarrow দ্রবণে দ্রবীভূত হয় ও অক্সাইডের মতো যৌগ গঠন করে

ক্যাথোডিক এলাকায়, বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে (ইলেক্ট্রন যোগ)। ক্যাথোডিক বিক্রিয়াগুলি ক্যাথোডকে প্রভাবিত করে না, যেহেতু বেশিরভাগ ধাতুগুলিকে আর



চিত্র 5.10 আর্দ্র বা তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়

বিজুরিত করা যায় না। সুতরাং ক্যাথোডিক অংশে, পরিবাহী মাধ্যমের দ্রবীভূত উপাদানগুলি OH^- এবং O_2^- এর মতো কিছু আয়ন গঠনের জন্য ইলেকট্রন প্রহণ করে

ক্ষয়কারী পরিবেশের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে, ক্যাথোডিক বিক্রিয়া এভাবে ইলেকট্রন প্রহণ করে

(a) হাইড্রোজেনের উত্তোলন / মুক্তি

(b) অক্সিজেন শোষণ

5.5.2 (A) হাইড্রোজেন উত্তোলন / মুক্তির প্রকার

তত্ত্ব-রসায়নিক শ্রেণীতে (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সিরিজের) হাইড্রোজেনের উপরের সব ধাতুর একই সাথে হাইড্রোজেনের উত্তোলের সাথে অল্পীয় দ্রবণে দ্রবীভূত হওয়ার প্রবণতা রয়েছে। এটি অল্পীয় পরিবেশে ঘটে। লোহার উদাহরণ বিবেচনা করো।

অ্যানোডে: $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$

এই ইলেকট্রন ধাতুর মধ্য দিয়ে, অ্যানোড থেকে ক্যাথোড পর্যন্ত প্রবাহিত হয়, যেখানে অ্যাসিডিক দ্রবণের H^+ আয়নগুলি হাইড্রোজেন গ্যাস হিসাবে নির্মূল হয়।

ক্যাথোডে: $2\text{H}^+ + 2e^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$

সামগ্রিক বিক্রিয়া হল: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$

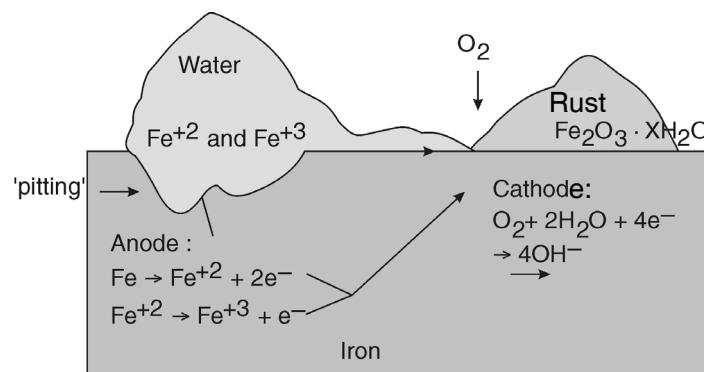
এই ইউনিটের শেষে শেষে সংযুক্ত ব্যবহারিক পরীক্ষাগুলির মাধ্যমে যখন দুটি ভিন্ন ধাতু সংযুক্ত হয় এবং দ্রবণে নিমজ্জিত হয় তখন আমরা ওজন পরিবর্তনে নির্গং করা সম্পর্কে গভীরভাবে শিখব।

5.5.2 (B) অক্সিজেন শোষণের ধরন

বায়ুমণ্ডলীয় অক্সিজেনের উপস্থিতিতে NaCl দ্রবণের মতো ইলেক্ট্রোলাইটের প্রশমিত জলীয় দ্রবণে লোহার মরিচা পড়া এই ধরণের ক্ষয়ের একটি সাধারণ উদাহরণ। লোহার পৃষ্ঠাতল সাধারণত আয়রন অক্সাইডের পাতলা ফিল্ম দিয়ে আবৃত থাকে। যাইহোক, যদি এই আয়রন অক্সাইড ফিল্মটিতে কিছু ফাটল তৈরি হয়, ধাতু পৃষ্ঠে অ্যানোডিক এলাকা তৈরি হয়; আর ভাল ধাতুর অংশ ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে।

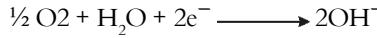
অ্যানোডে

ইলেকট্রন মোচনের সাথে ধাতু লোহ আয়ন হিসাবে দ্রবীভূত হয় [চিত্র. 5.11]।

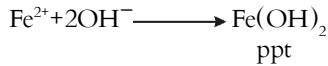


চিত্র. 5.11: অক্সিজেন শোষণের ধরন

ক্যাথোডে: মুক্ত ইলেক্ট্রনগুলি দ্রবীভূত অক্সিজেনের দ্বারা বন্ধ হয়ে যায়।



Fe^{2+} আয়ন এবং OH^- আয়ন ছড়িয়ে পড়ে এবং যখন তারা মিলিত হয়, তখন লৌহ হাইড্রকাইড উৎপন্ন হয়।



যদি পর্যাপ্ত অক্সিজেন থাকে তবে ফেরাস হাইড্রকাইড সহজেই জারিত হয়ে ফেরিক হাইড্রকাইডে পরিণত হয়। যদি অক্সিজেনের সরবরাহ সীমিত থাকে, ক্ষয়জাত উৎপাদন এমনকি কালো নির্জল ম্যাগনেটাইট ও Fe_3O_4 হতে পারে।



5.5.2 (C) শুষ্ক/রাসায়নিক এবং তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়ের মধ্যে পার্থক্য

রাসায়নিক এবং তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়ের মধ্যে পার্থক্য সারণি 5.3- এ উল্লেখ করা হয়েছে।

সারণী 5.3: শুষ্ক/রাসায়নিক এবং আর্দ্র/তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়ের মধ্যে পার্থক্য

ক্রমিক নং	রাসায়নিক ক্ষয়	তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়
1.	এটি শুষ্ক অবস্থায় ঘটে।	এটি আর্দ্রতা বা ইলেক্ট্রোলাইটের উপস্থিতিতে ঘটে।
2.	এটি পরিবেশ দ্বারা ধাতুকে সরাসরি রাসায়নিক আক্রমণের কা রণেহয়।	এটি বিপুল সংখ্যক অ্যানোডিক এবং ক্যাথোডিক অধ্যল গঠনের কারণে হয়।
3.	এমনকি একটি ধাতুর সমসত্ত্ব পৃষ্ঠাও ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।	অসমসত্ত্ব (বাইমেটালিক) পৃষ্ঠাটি কেবল ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
4.	ক্ষয়ের জায়গায় ক্ষয়জাত উৎপাদন জমে।	পণ্যগুলি অন্যত্র গঠিত হওয়ার সময় অ্যানোডে ক্ষয় ঘটে।
5.	এটি একটি স্ব-নিয়ন্ত্রিত প্রক্রিয়া।	এটি একটি নিরবাচিন্ন প্রক্রিয়া।
6.	এটি শোষণ প্রক্রিয়া অনুসারে হয়।	এটি তড়িৎ-রাসায়নিক বিক্রিয়া অনুসরণ করে।
7.	উদাহরণ-লোহার পৃষ্ঠে হালকা স্তর গঠন।	আর্দ্র বায়ুমণ্ডলে লোহার মরিচা পড়া।

5.6 ক্ষয়ের হার প্রভাবের কারণ

নিম্নোক্ত বিষয়গুলি ক্ষয় হারের উপর প্রভাব ফেলে-

5.6.1 ধাতুর প্রকৃতি

ধাতুর প্রকৃতি সম্পর্কিত অনেকগুলি উপাদান ক্ষয়ের হারকে প্রভাবিত করে। তাদের মধ্যে কয়েকটি হল:

- গ্যালভানিক সিরিজে অবস্থান:** সিরিজে উচ্চতর অবস্থানে ধাতু বেশি সক্রিয় এবং বেশি ক্ষয় ভোগ করে। ক্ষয়ের হার এবং ব্যাপ্তি, তড়িৎদ্বারের বিভব-প্রভেদের সঙ্গে সমানুপাতিক।
- ওভার ভোল্টেজ:** একটি ক্ষয়কারী পরিবেশে একটি ধাতুর ওভার ভোল্টেজ ক্ষয়ের হারের ব্যাস্তানুপাতিক। উদাহরণস্বরূপ, হাইড্রোজেনের ওভার ভোল্টেজ 0.7 V। যখন দস্তা ধাতু 1(M) সালফিউরিক অ্যাসিডে রাখা হয়, তখন ক্ষয়ের হার কম।

সালফিউরিক অ্যাসিডকে পাতলা করার জন্য যখন আমরা অল্প পরিমাণে কপার সালফেট যোগ করি, তখন হাইড্রোজেন ওভার ভোল্টেজ 0.33V এ নেমে আসে। এর ফলে দস্তা বা জিংক ধাতুর ক্ষয়ের হার বৃদ্ধি পায়।

- iii. ধাতুর বিশুদ্ধতা: ধাতুর অশুদ্ধতা সাধারণত অসমসত্ত্ব সৃষ্টি করে এবং ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তত্ত্ব রাসায়নিক কোষ গঠন করে এবং তাদের অ্যানোডিক অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। যেমন Zn ধাতুর মধ্যে Pb বা Fe এর মতো অশুদ্ধতার ফলে ক্ষয় হয়। ক্ষয়ের হার এবং ব্যাপ্তি অশুদ্ধতার পরিমাণের সাথে বৃদ্ধি পায়।
- iv. পৃষ্ঠতলের প্রকৃতি: যখন ধাতু বায়ুমণ্ডলে উন্মুক্ত হয়, তখন কার্যত সমস্ত ধাতু ধাতব অক্সাইডের পাতলা স্তর দিয়ে আবৃত হয়ে যায়। ধাতুর অক্সাইড আর ধাতুর ঘনায়তনের অনুপাত আপেক্ষিক ঘনায়তন অনুপাত হিসাবে পরিচিত। আপেক্ষিক ঘনায়তন অনুপাত বেশি হলে জারণ ক্ষয় হার কম হয়। যেমন Ni, Cr, W এর আপেক্ষিক ঘনায়তন অনুপাত যথাক্রমে 1.6, 2.0 এবং 3.6। জারণ ঘটিত ক্ষয়ের হার টাঙ্কেটন (W)-এর জন্য সর্বনিম্ন।
- v. ক্ষয়জাত উৎপাদনের প্রকৃতি: নিম্নলিখিত বিষয়গুলি ক্ষয়জাত উৎপাদনের প্রকৃতিকে প্রভাবিত করে।
 - (a) ক্ষয়জাত উৎপাদনের দ্রব্যতা: যদি ক্ষয়জাত উৎপাদন ক্ষয়কারী মাধ্যমে দ্রবণীয় হয়, তাহলে ক্ষয় দ্রুততর হারে এগিয়ে যায়; যদি এটি অদ্রবণীয় হয় তবে ক্ষয় দমন করা হয় - যেমন H_2SO_4 এ Pb এর ক্ষেত্রে $PbSO_4$ গঠন।
 - (b) ক্ষয়জাত উৎপাদনের উদ্বায়ীতা: যদি ক্ষয়জাত উৎপাদন উদ্বায়ী হয়, এটি তৈরি হওয়ার সাথে সাথেই বাষ্পীভূত হয়, সেখানে আরও আক্রমণের জন্য উন্মুক্ত ধাতব পৃষ্ঠকে রেখে। এটি দ্রুত এবং ক্রমাগত ক্ষয় সৃষ্টি করে। উদাহরণস্বরূপ, Mo, MoO_3 উদ্বায়ী অক্সাইড গঠন করে।
- vi. ভৌত অবস্থা: ক্ষয়ের হার ধাতুর ভৌত অবস্থা দ্বারা প্রভাবিত হয় (যেমন শস্যের আকার, স্ফটিকগুলির অভিমুখ, চাপ ইত্যাদি)। ধাতু বা ধাতু-সংকরের এর দানার আকার যত ছোট হবে, তার দ্রবণীয়তা তত বেশি হবে এবং তাই এর ক্ষয়ও বেশি হবে। তদুপরি, চাপের মধ্যে থাকা অঞ্চলগুলি, এমনকি একটি বিশুদ্ধ ধাতুতেও, অ্যানোডিক হ্বার প্রবণতা হয় এবং তাতে ক্ষয় হয়।

5.6.2 ক্ষয়কারী পরিবেশের প্রকৃতি

- i. তাপমাত্রা: তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে ক্ষয়ের হারও বৃদ্ধি পায় কারণ ক্ষয়কারী মাধ্যমে আয়নগুলির বিক্রিয়া এবং ব্যাপনের হার বৃদ্ধি পায়।
- ii. বাতাসের আর্দ্রতা: পরিবেশের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে ক্ষয়ের হার বেশি হবে। আর্দ্রতা বাতাসে অক্সিজেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড, সালফার ডাইঅক্সাইড ইত্যাদির দ্রাবক হিসেবে কাজ করে ইনেক্সেলাইট উৎপাদন করে যা যা ক্ষয়কারক কোষ স্থাপনের জন্য প্রয়োজনীয়।
- iii. pH এর প্রভাব: ক্ষয়ের হার pH হ্রাসের সাথে বৃদ্ধি পায়।
 - (a) pH 10-এর চেয়ে বেশি হলে, ধাতুতে হাইড্রস অক্সাইডের প্রতিরক্ষামূলক আবরণ গঠনের কারণে ক্ষয় বন্ধ হয়ে যায়। যদি pH 10-এর মধ্যে থাকে, ক্ষয়ের হার ক্যাথোডিক এলাকায় বিজারণের জন্য অক্সিজেনের উপস্থিতির উপর নির্ভর করে। O_2 এর ঘনত্ব যত বেশি, ক্ষয়ের হার তত বেশি।
 - (b) যদি pH 3 এর কম হয়, ক্যাথোডিক অঞ্চলে হাইড্রোজেনের উপস্থিতির কারণে বায়ুর অনুপস্থিতিতেও ক্ষয়ের হার বেশি থাকে।
- iv. বায়ুমণ্ডলে অশুদ্ধতার উপস্থিতি: শিল্পাঞ্চলের বায়ুমণ্ডলে CO_2, H_2S, SO_2 এবং HCl, H_2SO_4 ইত্যাদির মতো ক্ষয়কারী গ্যাস থাকে। এসব গ্যাসের উপস্থিতিতে ধাতু সংলগ্ন তরল পদার্থের অন্তর্ভুক্ত এবং বিদ্যুৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়, তাই ক্ষয়ের হারও বৃদ্ধি পায়।

- v. বায়ুমণ্ডলের দ্বারা ক্ষয়ের ক্ষেত্রে বায়ুমণ্ডলে ভাসমান কণার উপস্থিতি: যদি ভাসমান কণাগুলি রাসায়নিকভাবে প্রকৃতিতে সংক্রিয় থাকে (যেমন NaCl, অ্যামোনিয়াম সালফেট), তারা আর্দ্রতা শোষণ করে এবং শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট হিসাবে কাজ করে, যার ফলে বৰ্ধিত হবে ক্ষয় হয়।
যদি স্থগিত কণাগুলি রাসায়নিকভাবে নিষ্পত্তি প্রকৃতির হয় (যেমন, কাঠকয়লা), তারা সালফার গ্যাস এবং আর্দ্রতা উভয়ই শোষণ করে এবং ধীরে ধীরে ক্ষয়ের হার বাঢ়ায়।
- vi. পরিবাহিতা: ক্ষয়ের হার, মাধ্যমের পরিবাহিতা বৃদ্ধির সঙ্গে, বৃদ্ধি পায়।
উদাহরণস্বরূপ, ধাতুর ক্ষয়ের হার শুষ্ক আবহাওয়ার চেয়ে ভেজা আবহাওয়াতে বেশি হবে কারণ বেশি পরিবাহিতা। একইভাবে, ধাতু নদীর জলের চেয়ে সমুদ্রের জলে দ্রুত ক্ষয় হয়।

5.7 ক্ষয় প্রতিরোধের আভ্যন্তরীণ ব্যবস্থা

ক্ষয়ের কিছু অভ্যন্তরীণ প্রতিরোধমূলক ব্যবস্থা, যেমন ধাতুর পরিশোধন, মিশ্রণ এবং তাপ প্রক্রিয়াকরণ নিচে দেওয়া হল:

5.7.1 ধাতু পরিশোধন

ধাতুতে উপস্থিত অশুরুতা তাদের ক্ষয় প্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস করে। অতএব, যথাযথ পদ্ধতি দ্বারা ধাতুর পরিশোধন করা যেতে পারে। বিশুদ্ধ করার জন্য বিভিন্ন ধাতুর বৈশিষ্ট্য এবং গঠনের উপর ভিত্তি করে, ধাতু পরিশোধনের বিভিন্ন পদ্ধতি নিচের মত উল্লেখ করা হয়েছে-

- পাতন
- লিউকিনেশন বা তরলীকরণ
- পোলিং বা মেরুকরণ
- তড়িৎ বিশ্লেষণ
- অধ্যল পরিশোধন
- বাষ্প দশায় পরিশোধন
- ক্রোমাটোগ্রাফিক পদ্ধতি

5.7.2 সংকরায়ন

ক্ষয় প্রতিরোধের জন্য ক্ষয় প্রতিরোধী ধাতু-সংকর ব্যবহার করা উচিত। সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্য এবং পরিবেশের জন্য বেশ কয়েকটি ক্ষয় প্রতিরোধী সংকর তৈরি করা হয়েছে।

উদাহরণ স্বরূপ

- (a) ক্রেমিয়াম যুক্ত স্টেইনলেস স্টিল একটি অসাধারণ সুসংগত অক্সাইড ফিল্ম তৈরি করে যা ইস্পাতকে আরও আক্রমণ থেকে রক্ষা করে।
- (b) কিউপ্রো -নিকেল ($70\% \text{ Cu} + 30\% \text{ Ni}$) সংকর গুলি এখন ঘনীভবন যন্ত্রের নালিকা (কনডেন্সার টিউব) এবং তেল শোধনাগারগুলিতে অংশায়ন স্তরে (ফ্রাকশনেটিং কলামে) ব্যবহৃত বুদুদ ট্রেণ্টিলির জন্য ব্যবহৃত হয়।
- (c) গ্যাস টারবাইনে ব্যবহৃত অত্যন্ত চাপযুক্ত নিমোনিক সংকর ($\text{Ni} - \text{Cr} - \text{Mo}$ alloys) গরম গ্যাসের জন্য অত্যন্ত প্রতিরোধী।
সংকরায়িত ইস্পাত - ইস্পাতের সংকরায়ন সবচেয়ে কার্যকর ক্ষয় প্রতিরোধ পদ্ধতিগুলির মধ্যে একটি। ক্ষয় প্রতিরোধী নিকেল এবং জারণ-প্রতিরোধী ক্রেমিয়ামের সাহায্যে বিভিন্ন ধাতুর ক্ষয় প্রতিরোধ ক্ষমতা উন্নত করা যায়। এর ফলে একটি

সংকর তৈরি হয় যা জারণ এবং রাসায়নিক বিজ্ঞান কমাতে ব্যবহার করা যেতে পারে। সংকরায়নের উপাদানগুলির উপস্থিতির কারণে, স্টেইনলেস স্টিল কার্বন স্টিলের তুলনায় ক্ষয় প্রতিরোধী। তার গঠনে উপস্থিত ন্যূনতম 10.5% ক্রেমিয়াম স্টেইনলেস স্টিলকে সত্যিই 'স্টেইনলেস' করে তোলে। এই ইস্পাত তৈরির সময়, ক্রেমিয়াম সমৃদ্ধ অক্সাইড বাধা তৈরি হয় যা পৃষ্ঠতলকে নিষ্ক্রিয় করে, অন্যান্য সংকর ইস্পাতের তুলনায় ভালো ক্ষয় প্রতিরোধ তৈরী করে। ক্রেমিয়াম ছাড়াও, সংকরায়নের নিম্নলিখিত উপাদানগুলি স্টেইনলেস স্টিল ফর্মুলেশনে সাধারণ সংযোজন।

- নিকেল অস্টেনিটিক কাঠামোকে আরও স্থিতিশীল করে তোলে, নমনীয়তা যোগ করে এবং উচ্চ তাপমাত্রার শক্তি এবং ক্ষয় প্রতিরোধের ক্ষমতা বাড়ায়।
- ম্যাঙ্গানিজও অস্টেনিটিক গঠন স্থিতিশীল করে, এবং এটি উত্তপ্ত অবস্থায় কাজ করার বৈশিষ্ট্য উন্নত করে।
- মলিবডেনাম ক্রোরাইড থেকে ক্ষয় প্রতিরোধের ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।
- নিওবিয়াম আস্টকণা ক্ষয় থেকে রক্ষা করে এবং ক্রোম কার্বাইড তৈরিতেও বাধাদান করে।
- নিওবিয়াম এবং টাইটানিয়াম উভয়ই আস্টকণা ক্ষয়ের ঝুঁকি কমাতে কার্বনকে সহায়তা করে এবং কণা-পরিশোধক হিসাবে কাজ করে।

তুমি এই পাঠ্য বইয়ের ইউনিট - 3, প্রকৌশল উপকরণে ইতোমধ্যে উল্লিখিত তামা, লোহা এবং অ্যালুমিনিয়ামের কিছু সংকরের গঠন, বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহারের উল্লেখ করতে পারো।

5.7.3 তাপ প্রক্রিয়াকরণ

তাপ প্রক্রিয়াকরণের দ্বারা ক্ষয়ের হার প্রভাবিত হতে দেখা গেছে। লোহ এবং অ লৌহস্টিত ধাতুগুলি ব্যবহারের আগে তাদের তাপ প্রক্রিয়াকরণ করা হয়। তাপ প্রক্রিয়া ঢালাই ধাতু সংকর কে সমসত্ত্ব করার জন্যে ব্যবহার করা যেতে পারে; উত্তপ্ত অবস্থায় তাদের কর্মক্ষমতা উন্নত করতে, গরম এবং ঠাণ্ডা প্রক্রিয়াকরণের পূর্বে এবং ধাতু নরম করার জন্য, অথবা কাঞ্জিক্ত যান্ত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি অর্জনের জন্য তাদের মাইক্রোস্ট্রাকচার পরিবর্তন করে। এই প্রক্রিয়া চলার ফলে, ধাতুর বৈশিষ্ট্য যেমন বৈদ্যুতিক প্রতিরোধ, চুম্বকত্ত্ব, কঠোরতা, শক্তি, নমনীয়তা, ভঙ্গুরতা এবং ক্ষয় প্রতিরোধের পরিবর্তন হবে।

ধাতব সংকর গুলির তাপীয় প্রক্রিয়াকরণ একটি উপাদানের পৃষ্ঠতলের রাসায়নিক পরিবর্তন করতেও ব্যবহৃত হয়। এটি উপাদানটির পৃষ্ঠে কার্বন, নাইট্রোজেন এবং অন্যান্য গ্যাসীয় বা কঠিন পদার্থ ব্যাপনের ফলে অর্জন করা হয়। এই প্রক্রিয়াগুলি নির্ধারিত পৃষ্ঠতলের কঠোরতা দিতে এবং জীৱন্তা, ক্ষয় এবং ক্লান্সি প্রতিরোধের উন্নতি করতে ব্যবহৃত হয়।

তাপ প্রক্রিয়াকরণ হল ধাতু গরম ও ঠাণ্ডা করার প্রক্রিয়া, বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করে কাঞ্জিত বৈশিষ্ট্য অর্জন করা। ইস্পাতের ভৌত বৈশিষ্ট্য উত্তাপ এবং শীতলতায় পরিবর্তিত হয়। নিচে কিছু তাপ প্রক্রিয়াকরণের পদ্ধতি দেওয়া হল যার দ্বারা বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের ইস্পাত পাওয়া যায়।

- (i) কোমলায়ন বা অ্যানিলিং: এটি উজ্জ্বল লাল হওয়ার মতো উচ্চ তাপে ইস্পাত গরম করার এবং তারপর ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করার প্রক্রিয়া। এর দ্বারা, ইস্পাত নরম এবং নমনীয় হয়ে ওঠে।
- (ii) কঠোরায়ন বা শীতলায়ন (হার্ডেনিং বা কোয়েণ্ডিং)- এটি হল ইস্পাতকে উজ্জ্বল লাল হওয়ার মতো উচ্চ তাপে গরম করার প্রক্রিয়া এবং তারপর তেল বা জল দেলে হঠাৎ ঠাণ্ডা করা। এতে করে ইস্পাত খুব শক্ত এবং ভঙ্গুর হয়ে যায়।
- (iii) টেম্পারিং বা সহনীয়ায়ন হল সবচেয়ে কঠিন ইস্পাতকে লালচে তাপমাত্রার নিচ পর্যন্ত তাপমাত্রায় গরম করার এবং কিছুটা ধীরে ধীরে (কোমলায়নের তুলনায় দ্রুত) ঠাণ্ডা করার প্রক্রিয়া। এইভাবে প্রাপ্ত ইস্পাত খুব বেশি শক্ত বা নরম নয়। এটি তেমন ভঙ্গুরও নয়।

মোটা দানার ইস্পাতের কোমলায়িত নমুনা ভাল ক্ষয় প্রতিরোধ দেখায়। অন্যান্য তাপ প্রক্রিয়া করা নমুনার ক্ষয় প্রতিরোধ ক্ষমতা, কোমলায়িত নমুনার তুলনায় 35% কম দেখা গেছে। কাঞ্চিত বৈশিষ্ট্য পাওয়ার জন্য ধাতু বা সংকরকে তার কঠিন দশায় প্রয়োগ করা উচ্চপৃষ্ঠ এবং শীতল করার প্রক্রিয়ার সংমিশ্রণ হিসেবে তাপ প্রক্রিয়াকরণকে সংজ্ঞায়িত করা যায়।

ধাতুবিদ্রোহ সময়ের সাথে বিভিন্ন নতুন পদ্ধতির ফলাফল এবং সার্শয়কারীতা উন্নত করার জন্য ক্রমাগত কাজ করছেন। তাঁরা ধাতু গরম, ধরে রাখা এবং শীতল করার বিভিন্ন হারের সাপেক্ষে ধাতু বা সংকরের বিভিন্ন ধরণের গ্রেড বা মান তৈরির জন্য নতুন সময়সূচী বা চক্র তৈরি করছেন। এই পদ্ধতিগুলি, যখন সাধারণে অনুসরণ করা হয়, উল্লেখযোগ্যভাবে নির্দিষ্ট ভৌত এবং রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য সহ বিভিন্ন মানের ধাতু তৈরি করতে পারে।

5.8 ক্ষয় প্রতিরোধের বাহ্যিক ব্যবস্থা

ক্ষয় প্রক্রিয়া অত্যন্ত ক্ষতিকর এবং এতে প্রচুর আর্থিক ক্ষতিও হয়। যেহেতু ক্ষয়ের ধরন অসংখ্য এবং যে পরিস্থিতিতে ক্ষয় হয় তা বিভিন্ন, তাই ক্ষয় নিয়ন্ত্রণের জন্যও বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। যেহেতু ক্ষয় ধাতু বা সংকর এবং পরিবেশের মধ্যে একটি পারস্পরিক বিক্রিয়া, তাই ক্ষয় নিয়ন্ত্রণের যে কোন পদ্ধতির লক্ষ্য হওয়া উচিত হয় ধাতু বা সংকরের পরিবর্তন, নয়তো পরিবেশের পরিবর্তন করা।

5.8.1 ক্যাথোডিক সুরক্ষা

যে ধাতুটির সুরক্ষা প্রয়োজন, তাকে ক্যাথোড হিসাবে তৈরি করা হয় যার ফলে ক্ষয় হয় না। ক্যাথোডিক সুরক্ষা দুই ধরনের আছে।

5.8.1 (A) স্যাক্রিফিশিয়াল বা উৎসর্গীকৃত অ্যানোডিক সুরক্ষা পদ্ধতি

এই পদ্ধতিতে রক্ষণীয় ধাতব কাঠামোটি একটি তারের দ্বারা আরও বেশি অ্যানোডিক ধাতুর সাথে সংযুক্ত থাকে, যাতে সমস্ত ক্ষয় এই আরও সক্রিয় ধাতুতে কেন্দ্রীভূত হয় [চিত্র 5.12]। আরও সক্রিয় ধাতু নিজেই ধীরে ধীরে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, কিন্তু মূল ক্যাথোডিক কাঠামো সুরক্ষিত থাকে। বেশি সক্রিয় ধাতু যাকে অ্যানোড হিসাবে নিযুক্ত করা হয় তাকে বলা হয় "উৎসর্গীকৃত অ্যানোড" বা স্যাক্রিফিশিয়াল অ্যানোড। যখনই স্যাক্রিফিশিয়াল অ্যানোড সম্পূর্ণভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, তখন একটি নতুন স্যাক্রিফিশিয়াল অ্যানোড দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। যে ধাতুগুলি সাধারণত স্যাক্রিফিশিয়াল অ্যানোড হিসাবে নিযুক্ত হয়, তারা হল Mg, Zn, Al এবং তাদের সংকর।

ধাতব আস্তরণ গুলির জন্য ক্যাথোডিক সুরক্ষা এবং অ্যানোডিক সুরক্ষা পদ্ধতি ক্ষয়ের বাহ্যিক প্রতিরক্ষামূলক ব্যবস্থাগুলির অধীনে করা হয়।

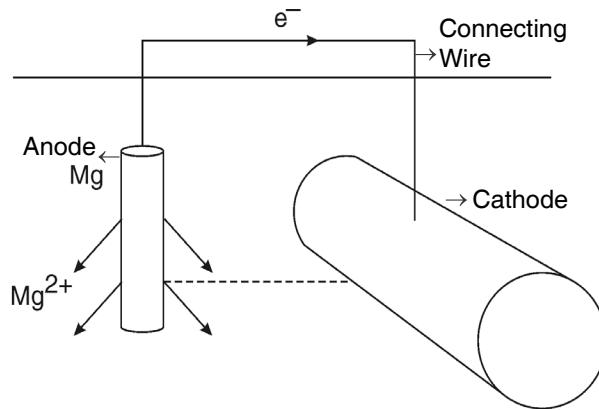
প্রয়োগ

কিছু প্রয়োগ হল

- (i) মাটির ক্ষয় থেকে ভূগর্ভস্থ পাইপলাইন ও তারের সুরক্ষা।
- (ii) সামুদ্রিক ক্ষয় থেকে নিমজ্জিত তারের, জাহাজের হাল, মাস্তুল ইত্যাদির রক্ষা।
- (iii) মরিচা সৃষ্টি রোধ করতে জলের গার্হস্থ্য বয়লারে ম্যাগনেসিয়াম চাদর ঢোকানো।
- (iv) ইঞ্জিনের ক্ষয় কমানোর ক্যালসিয়াম ধাতু জন্য নিযুক্ত করা।

5.8.1 (B) বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রয়োগে ক্যাথোডিক সুরক্ষা

এই পদ্ধতিতে ক্ষয়জনিত বিদ্যুৎ প্রবাহ কে প্রশমিত করতে এবং ক্ষয়িয়ে ধাতুকে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে রূপান্তর করতে বিপরীত দিকে একটি বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রয়োগ করা হয়। সাধারণত এই প্রযুক্তি প্রবাহ একটি সমপ্রবাহ বিদ্যুতের উৎস (যেমন ব্যাটারি বা এসি লাইনের রেক্টিফিয়ার) থেকে উদ্ভৃত হয় ও একটি



চিত্র 5.12: স্যাক্রিফিশিয়াল বা উৎসর্গীকৃত অ্যানোডিক সুরক্ষা পদ্ধতি

নিম্নিয় অ্যানোড (যেমন প্রাফাইট, উচ্চ সিলিকায়ুক্ত লোহা, ছাঁট লোহা, স্টেইনলেস স্টিল বা প্লাটিনাম) সহ চালিত হয়। সাধারণত একটি পর্যাপ্ত সমপ্রবাহী বিদ্যুৎ একটি নিম্নিয় ভূগর্ভস্থ (বা ক্ষয়কারী মাধ্যমের মধ্যে নিমজ্জিত) অ্যানোডে প্রয়োগ করা হয়, এবং সুরক্ষিতব্য ধাতব কাঠামোর সাথে সংযুক্ত। অ্যানোডটি কোক-বিজ বা জিপসাম দ্বারা গঠিত যা পার্শ্ববর্তী মাটির সাথে বৈদ্যুতিক যোগাযোগ বাঢ়ায়।

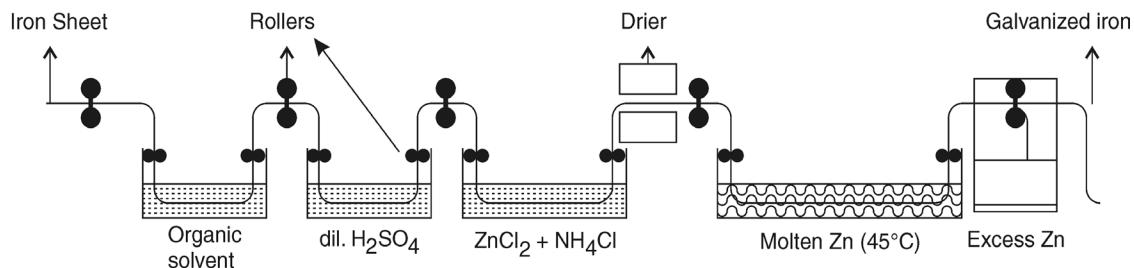
বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রয়োগে ক্যাথোডিক সুরক্ষা খোলা জলের বাক্স কুলার, জলের ট্যাঙ্ক, ভূগর্ভস্থ তেল বা জলের পাইপ, কনডেন্সার, ট্রান্সিশন লাইনের টাওয়ার, জাহাজ ইত্যাদিতে প্রয়োগ করা হয়েছে।

5.8.2 অ্যানোডিক সুরক্ষা

অ্যানোডিক সুরক্ষার জন্য সাধারণত গ্যালভানাইজিং ব্যবহৃত হয়।

5.8.2 (A) গ্যালভানাইজিং (লোহার উপর দস্তার প্রলেপ)

লোহার উপর দস্তা বা জিংকের একটি স্তর গরম অবস্থায় ডুবিয়ে প্রলেপ দেওয়ার প্রক্রিয়াকে বলা হয় গ্যালভানাইজিং [চিত্র.5.13]।



চিত্র 5.13: গ্যালভানাইজিং (লোহার উপর দস্তার প্রলেপ)

এটিতে নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলি জড়িত:

- (i) লোহার চাদর জৈব দ্রাবকের দ্বারা খোওয়া হয় যাতে এটিতে থাকা তেল বা গ্রীস অপসারণ করা যায়।
- (ii) তারপর এটি পাতলা H_2SO_4 (পিকলিং) দিয়ে ধূয়ে ফেলা হয়-পৃষ্ঠের যে কোন মরিচা (অক্সাইড স্তর) অপসারণ করতে।
- (iii) তারপর এটি জিংক ক্লোরাইড ($ZnCl_2$) এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) এর জলীয় দ্রবণের মিশ্রণ দিয়ে প্রক্রিয়া করা হয় (যা বিগলক বা ফ্লাক্স হিসাবে কাজ করে) এবং তারপর শুকিয়ে নেওয়া হয়।

- (iv) প্রক্রিয়াকৃত লোহার চাদর এরপর $430\text{--}470^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় গলিত জিংকে (দস্তায়) ডুবানো হয়।
- (v) লোহার চাদরে উপস্থিত অতিরিক্ত জিংক ঘূর্ণন, মুছে দেওয়া বা বায়ু প্রবাহের মাধ্যমে সরানো হয়।
- ব্যবহার:** ছাদের চাদর, বালতি, নাট-বোল্ট, পেরেক, পাইপ ইত্যাদির জন্য গ্যালভানিজশন ব্যবহৃত হয়।
গরম দস্তায় ডুবিয়ে গ্যালভানাইজিং এবং টিনিং ইলেক্ট্রোপ্লেটিংয়ের চেয়ে বেশি লাভজনক। গরম দস্তায় ডোবানোর প্রক্রিয়া লোহার উপরে Zn, Sn এবং Al এর মত নিম্ন গলনাঙ্ক সম্পর্ক ধাতুর প্রলেপে সীমাবদ্ধ। কিন্তু গ্যালভানাইজড পাত্রগুলি খাদ্যদ্রব্য প্রস্তুত এবং সংরক্ষণের জন্য ব্যবহার করা যায় না, বিশেষ করে অল্পীয় মাধ্যমে, যেহেতু জিংক সমস্ত অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়ে অত্যন্ত বিষাক্ত যৌগ তৈরি করে।

5.8.3 ক্ষয় প্রতিরোধী পদার্থ বা করোশন ইনহিবিটরস

প্রতিরোধী বা ইনহিবিটর হলো জৈব বা অজৈব পদার্থ যা ক্ষয়ের হার কমায়। সাধারণত ক্ষয়কারী মাধ্যমের সাথে ইনহিবিটর অঙ্গ পরিমাণে যোগ করা হয়। প্রতিরোধীকে এইভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়:

- অ্যানোডিক ইনহিবিটারস (রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়করণ)
- ক্যাথোডিক ইনহিবিটারস (শোষণ প্রতিরোধক)
- বাস্প দশার ইনহিবিটারস (উদ্ধায়ী ক্ষয় প্রতিরোধক)

5.8.3 (A) অ্যানোডিক ইনহিবিটারস

এগুলি এমন ইনহিবিটরস যা একটি সদ্যজাত ধাতব ক্যাটায়ণের সাথে একটি খুব কম দ্রবণীয় যৌগ গঠন করে ধাতুর ক্ষয় রোধ করে। এই যৌগটি তখন ক্ষয়কারী ধাতুর পৃষ্ঠে শোষিত হয়ে একটি নিষ্ক্রিয় আস্তরণ বা বাধা তৈরি করে। অ্যানোডিক ইনহিবিটারস এসব জিনিস মেরামত করতে ব্যবহৃত হয়:

- (i) ধাতব পৃষ্ঠের উপর অক্সাইড ফিল্মের ফাটল
- (ii) ছিদ্রক্ষেত্রে ক্ষয়
- (iii) ধাতব পৃষ্ঠে গঠিত অক্সাইডের ছিদ্যুক্ত আস্তরণ। উদাহরণ: ক্রেমেট, ফসফেট, টাঙ্সেট, নাইট্রেট, মলিবিডেট ইত্যাদি।

5.8.3 (B) ক্যাথোডিক ইনহিবিটারস

তড়িৎ-রাসায়নিক ক্ষয়ের ক্ষেত্রে ক্যাথোডিক বিক্রিয়ার প্রকৃতির উপর নির্ভর করে ক্যাথোডিক ইনহিবিটারগুলিকে এইভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়

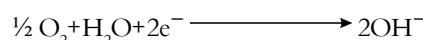
- (a) একটি অল্পীয় দ্রবণে: এক্ষেত্রে প্রথম ক্যাথোডিক বিক্রিয়া হল হাইড্রোজেন গ্যাসের উত্তৰ, ক্যাথোডের মাধ্যমে H^{+} আয়নগুলির ব্যাপনকে থীর করে ক্ষয় নিয়ন্ত্রণ করা যায়। যেমন, অ্যামাইনস, মার্ক্যাপটানস, থাইওহিউরিয়া ইত্যাদি।



- (b) একটি প্রশম দ্রবণে: এক্ষেত্রে ক্যাথোডিক বিক্রিয়া হল অক্সিজেনের শোষণ বা হাইড্রোক্সিল আয়ন গঠন। তাই এই দ্রবণে হয় ক্ষয়কারী মাধ্যম থেকে অক্সিজেন নির্মূল করে বা ক্যাথোডিক অঞ্চলে এর ব্যাপন রোধ করে ক্ষয় নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

Na_2SO_3 এর মতো বিজারক যোগ করে দ্রবীভূত অক্সিজেন নির্মূল করা যেতে পারে।

Mg, Zn বা Ni লবণের মত ইনহিবিটার যোগ করে অক্সিজেনের ব্যাপন বা বিস্তার নিয়ন্ত্রণ করা যায়। যেমন, Na_2SO_3 , N_2H_4 , Mg, Zn বা Ni এর লবণ।



5.8.3 (C) বাষ্প দশায় ইনহিবিটারস

এগুলি হল জৈব ইনহিবিটারস যা সহজেই বাষ্প হয়ে যায় এবং ধাতব পৃষ্ঠে একটি প্রতিরক্ষামূলক স্তর গঠন করে। এইগুলি সুবিধামত বদ্ব স্থানে ক্ষয় প্রতিরোধের জন্য ব্যবহৃত হয়, সঞ্চয়ের পাত্রে, প্যাকিং উপকরণ, অত্যাধুনিক বন্দপাতি ইত্যাদি। উদাহরণ হলো ডাইসাইক্লোহেক্সিল অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, ডাইসাইক্লোহেক্সিল অ্যামোনিয়াম ক্রোমেট, বেনজোডিয়াজোল, ফেনাইলথিওরিয়া ইত্যাদি।

5.9 সূজনশীল অনুসন্ধান এবং কৌতুহল

লোহার মরিচা হওয়া খুব সাধারণ এবং সর্বজনীনভাবে পরিচিত ঘটনা, লোহা ব্যাপকভাবে নির্মাণ এবং অনেক শিল্প প্রয়োগে ব্যবহৃত হয়। আমাদের প্রকৌশলী, গবেষক এবং বিজ্ঞানীরা কি বিকল্প উপাদান হিসাবে এর বিকল্পের জন্য অনুরূপ বৈশিষ্ট্য সহ নতুন উপকরণ/পণ্যগুলি অঙ্গেণ করতে পারেন?

উত্তর সহ প্রশ্নাবলী

প্রশ্ন 1: একটি ধাতুর লবণের দ্রবণের মধ্যে দিয়ে 32 মিনিটের জন্য 0.5 অ্যাম্পিয়ারের বিদ্যুৎ প্রবাহ পাঠিয়ে 0.3158 g ধাতু জমা হয়। ধাতুর তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য কত?

সমাধান: দেওয়া হয়েছে

$$I = 0.5 \text{ ampere}, t = 32 \times 60 \text{ s}, W = 0.3158 \text{ g}, \text{যেমন আমরা জানি } W = Z I t \text{ সমীকরণের পুনর্বিন্যাসের পর}$$

$$Z = \frac{W}{I t} = \frac{0.3158}{(0.5 \times 32 \times 60)}$$

$$Z = 3.29 \times 10^{-4} \text{ g/C}$$

$$\text{তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য (ECE)} = 3.29 \times 10^{-4} \text{ g/C}$$

প্রশ্ন 2: তামার লবণের দ্রবণের মধ্যে দিয়ে 20 মিনিটের জন্য 0.6 A এর বিদ্যুৎ প্রবাহ পাঠিয়ে 0.24 g তামা জমা হল। তামার তুল্যাঙ্ক কত?

সমাধান: দেওয়া হয়েছে

$$I = 0.6 \text{ ampere}, t = 20 \text{ min} = 20 \times 60 \text{ s}, W = 0.24 \text{ g তামা জমা, রাসায়নিক সমতুল্য বা তামার সমতুল্য ওজন} = ?$$

এর জন্য আমাদের সবার আগে হিসাব করতে হবে তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য (E.C.E.) = $Z = ?$

ফ্যারাডের তড়িৎ-বিক্ষেপণের প্রথম সূত্র থেকে

$$\text{সমীকরণগুলি পুনর্বিন্যাস করার পরে } W = \frac{W}{I t}$$

$$Z = \frac{W}{I t}$$

$$Z = \frac{0.24}{0.6 \times 20 \times 60}$$

$$Z = 3.33 \times 10^{-4} \text{ g/C}$$

$$\text{রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক} = 96500 \times \text{E.C.E.}$$

$$= 96500 \times 3.33 \times 10^{-4} = 31.84 \text{ g}$$

$$\text{অতএব রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক} = 31.84 \text{ g}$$

প্রশ্ন ৩: একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বিদ্যুৎ যথাক্রমে কপার সালফেট এবং সিলভার নাইট্রেট দ্রবণযুক্ত দুটি কোষের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। যদি 0.99 g রূপার এবং 0.29 g তামা জমা হয়, তাহলে তামার তুল্যাঙ্ক 31.6 হলে রূপার তুল্যাঙ্ক নির্ণয় করো।

সমাধান: জমা করা রূপার ওজন = 0.99 g , তামার জমা করা ওজন = 0.29 g , তামার তুল্যাঙ্ক = 31.6 g , রূপার তুল্যাঙ্ক = ?

ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণের দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী,

$$\frac{\text{জমা রূপার ওজন}}{\text{জমা তামার ওজন}} = \frac{\text{রূপার তুল্যাঙ্ক}}{\text{তামার তুল্যাঙ্ক}} = \frac{\text{রূপার তুল্যাঙ্ক}}{31.6}$$

$$\text{রূপার } \frac{0.99 \times 31.6}{0.29} \text{ তুল্যাঙ্ক} = 107.8 \text{ g}$$

ইউনিটের সারাংশ

- একটি ইলেক্ট্রোলাইটে জমা বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজন ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়ে যাওয়া বিদ্যুতের পরিমাণের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক।
- যখন একই পরিমাণ বিদ্যুৎ সিরিজে (শ্রেণী)সংযুক্ত বিভিন্ন ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়ে যায় তখন সংশ্লিষ্ট ইলেক্ট্রোডে জমা বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজন সরাসরি পদার্থের তুল্যাঙ্কের সমানুপাতিক হয়।
- জারণ-বিজ্ঞান বিক্রিয়াগুলি একটি ইলেক্ট্রোড থেকে অন্য ইলেক্ট্রোড ইলেক্ট্রনের প্রকৃত স্থানান্তর দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।
- তড়িৎ-বিশ্লেষণীয় (ইলেক্ট্রোলাইটিক) পরিশেধন হল অশুর্দ্ধ ধাতব রড থেকে ধাতু নিষ্কাশনের প্রক্রিয়া। তড়িৎ- রাসায়নিক কোষের কিছু উদাহরণ নিম্নরূপ
 - A) প্রাথমিক কোষ
 - B) সংধর্য কোষ
 - C) জ্বালানী কোষ
 - D) সৌর কোষ

পরিবেশের দ্বারা একটি কঠিন ধাতব পদার্থের পৃষ্ঠতলের ওপর অবাঞ্ছিত রাসায়নিক, তড়িৎ রাসায়নিক এবং জৈব রাসায়নিক আক্রমণ ও তার ফলস্বরূপ উপাদানের ধৰণ কে ক্ষয় বলে।

অনুশীলনী

- 5.1 নিম্নলিখিতগুলিকে শক্তিশালী ইলেক্ট্রোলাইট এবং দুর্বল ইলেক্ট্রোলাইট হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ কর:–
- | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------|
| i) H_2SO_4 | ii) HNO_3 | iii) NH_4OH | iv) HCl |
| v) CH_3COOH | vi) NaCl | | |
- 5.2 ফ্যারাডের তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রথম এবং দ্বিতীয় সূত্র ব্যক্ত কর।
- 5.3 তড়িৎ বিশ্লেষণের শিল্প প্রয়োগের তালিকা দাও।
- 5.4 তড়িৎ লেপন (ইলেক্ট্রোপ্লেটিং) প্রক্রিয়া চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

- 5.5 চিত্রের সাহায্যে তড়িৎ-পরিশোধন (ইলেক্ট্রোবিফাইনিং) প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।
- 5.6 প্রাথমিক কোষের নির্মাণ ও কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা কর।
- 5.7 সীমা অ্যাসিড সংরক্ষণ কোষের সাথে জড়িত নির্মাণ, কার্যপ্রণালী এবং বিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।
- 5.8 জ্বালানি কোষ বা ফুয়েল সেলের গুরুত্ব লেখ এবং এর প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর।
- 5.9 রাসায়নিক এবং তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়ের মধ্যে পার্থক্য কর।
- 5.10 ক্ষয় হার প্রভাবিত হবার কারণ তালিকার আকারে লেখ।
- 5.11 তড়িৎ রাসায়নিক ক্ষয়ের ক্ষেত্রে হাইড্রোজেনের উদ্ভব বা মুক্তি কি প্রকারে ঘটে তা ব্যাখ্যা কর।
- 5.12 অভ্যন্তরীণ ক্ষয় প্রতিরোধের ব্যবস্থাগুলি লেখ।
- 5.13 বাহ্যিক ক্ষয় রোধের পরিমাপ হিসাবে উৎসগীর্জুত অ্যানোড সুরক্ষা পদ্ধতি লেখ।
- 5.14 লেবেলযুক্ত চিত্রের সাহায্যে লোহার গ্যালভানাইজেশন ব্যাখ্যা কর।

ব্যবহারিক পরীক্ষা

1. জলের পরিবাহিতা নির্ণয়

বিবৃতি

প্রদত্ত জলের নমুনার পরিবাহিতা নির্ধারণ করো।

গুরুত্ব

জলের পরিবাহিতা গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি আমাদের জলে দ্রবীভূত পদার্থ, রাসায়নিক এবং খনিজগুলির পরিমাণ জানতে সাহায্য করে। এই অশুন্দুতাগুলির বেশি পরিমানের কারণে উচ্চ পরিবাহিতা হতে পারে। পরিবাহিতা জলের মানের একটি সাধারণ পরামিতি হিসাবে উল্লেখ্য। পরিবাহিতা মূলত জলে দ্রবীভূত লবণের গাঢ়ত্ব অনুমান করতে ব্যবহৃত হয়। পরিবাহিতা পরিমাপের গুরুত্বপূর্ণ প্রয়োগ গুলি হল জলের প্রক্রিয়াকরণ, জলাধার বা পাইপে ছিদ্র সনাক্তকরণ, আন্ত-তল সনাক্তকরণ এবং লবন মুক্ত করণ।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

পরিবাহিতা হল একটি দ্রবনের মধ্যে দিয়ে বৈদ্যুতিক প্রবাহ চালানোর ক্ষমতা। পরিবাহিতা একটি এশনিক শলাকা বা প্রোব এবং মাপনযন্ত্র বা মিটার দিয়ে পরিমাপ করা হয়। পরিবাহিতা (G) হল রোধের (R) বিপরীত; ওহমস সূত্র অনুযায়ী বিভব প্রভেদ বা ভোল্টেজ এবং তড়িৎ প্রবাহের মান থেকে নির্ধারিত হয় $R = V/I$; তাত্পর $G = 1/R = I/V$ । মাপনযন্ত্রটি, প্রোব দ্বারা পাওয়া পরিমাপকে $\text{micro-mho}/\text{cm}$ রূপান্তরিত করে এবং সেই ফলাফল প্রদর্শন করে।

পরিবাহিতা $\text{micro-mhos}/\text{cm}$, $\text{milli-mho}/\text{cm}$ বা $\text{millisiemens}/\text{m}$ এ পরিমাপ করা হয়; $1 \text{ millisiemens}/\text{m} = 10 \text{ micro-mhos}/\text{cm}$

ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: ইলেক্ট্রনিক ব্যালেন্সে প্রদত্ত নমুনাটি সঠিকভাবে ওজন করো।

PrO2: প্রদত্ত নমুনার নির্ধারিত মোলারিটি এবং স্বাভাবিকতার আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করো।

PrO3: পরিবাহিতা মিটার বা মাপনযন্ত্রিকে ক্যালিব্রেট অর্থাৎ ক্রমান্বয় করো।

PrO4: বিভিন্ন ক্ষেত্রে এর ব্যবহার প্রচলন করার জন্য বিভিন্ন উৎস থেকে পাওয়া জলের নমুনার পরিবাহিতা নির্ধারণ করো।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অঙ্কন / ক্ষেত্র / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)



প্রয়োজনীয় রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

- রাসায়নিক (AR গ্রেড) 0.1 (N) KCl দ্রবণ, জলের নমুনা
- কাঁচের সরঞ্জাম(বোরোসিল): বীকার (100ml), কাচের রড, স্ট্যান্ডার্ড ফ্লাস্ক

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- পরীক্ষা শুরু করার কমপক্ষে 30 মিনিট আগে পরিবাহিতা মিটারটি চালু করো যাতে যন্ত্রটি স্থিতিশীল হয়।
- যন্ত্রটি ক্যালিব্রেট বা ক্রমান্বয় করো।
- পরীক্ষা শুরুর ঠিক আগে ক্রমান্বয় দ্রবণ প্রস্তুত করো।
- তড়িৎধার বা ইলেক্ট্রোডকে সর্বদা পাতিত জলে ডুবিয়ে রাখো এবং এটিকে বাতাসে অবারিত রাখবে না।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- 50 mL পাতিত জল পরিমাপ করো এবং এটি বীকারে স্থানান্তর করো।
- 0.7456 g পটাসিয়াম ক্লোরাইড সঠিকভাবে ওজন করো।
- এবার এই 0.7456 g পটাসিয়াম ক্লোরাইডকে বীকারে নেওয়া পাতিত জলে মেশাও। গ্লাস রড দিয়ে ক্রমাগত নাড়ো, যতক্ষণ না এটি ভালভাবে দ্রবীভূত হয়।
- এবার দ্রবণটি 100 mL স্ট্যান্ডার্ড ঘনায়তন ফ্লাস্কে স্থানান্তর করো।
- 100 mL ভলিউম পর্যন্ত পাতিত জল যোগ করে দ্রবণ তৈরি করো; এবং ভালভাবে ঝাঁকাও। প্রস্তুত দ্রবণ পরিবাহিতা মিটার ক্যালিব্রেট করতে ব্যবহৃত হয়।
- একটি বিকারে 0.1(N) পটাসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ নিন। চুম্বকীয় আলোড়ক বা ম্যাগনেটিক স্টারার চালু করো এবং বীকার টি তার ওপর রাখো। বিকারে চৌম্বকীয় পুঁতি ঢেকাও।
- দ্রবণের ভিতরে ইলেক্ট্রোড রাখো। ক্রমান্বয় বোতাম নির্বাচন করো এবং 'up' এবং 'down' চাবি ব্যবহার করে, 0.1(N) পটাসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণটির পরিবাহিতা 30°C এ 14.12 milisiemens/m - এভাবে সামঞ্জস্য করো।
- এখন পরিবাহিতা মিটার নমুনা পরিমাপের জন্য প্রস্তুত। পুঁতি টি যেন ইলেক্ট্রোড কে আঘাত না করে সোটি লক্ষ্য রাখো।

জলের নমুনা পরীক্ষার পদ্ধতি

- ইলেক্ট্রোডটি ডিওনাইজড জল দিয়ে ভালভাবে ধূয়ে ফেলো এবং টিস্যু পেপার দিয়ে সাবধানে মোছো।
- 200 mL জলের নমুনা পরিমাপ করো এবং একটি বীকারে স্থানান্তর করো এবং চৌম্বকীয় আলোড়কের উপর রাখো।
- এবার বীকারে নেওয়া নমুনা দ্রবণে ইলেক্ট্রোড ডুবিয়ে রাখো এবং মান ছির হবার জন্য অপেক্ষা করো।
- নিশ্চিত করো যে যত্রাটি ছির মান দিচ্ছে।
- যন্ত্রের পর্দায় প্রদর্শিত মান, যা মিটারপ্রতি মিলিসেমেন্সে প্রকাশ করা হয়, তা সরাসরি নথিবদ্ধ করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

- প্রদত্ত নমুনার পরিবাহিতা হল millisiemens/m

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

- প্রদত্ত নমুনার পরিবাহিতা হল millisiemens/m

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- পরিবাহিতা জলজ জীবনকে প্রভাবিত করে কিনা, ব্যাখ্যা করো।
- দৈনন্দিন জীবনে পরিবাহিতার প্রয়োগ উল্লেখ করো।
- জলের পরিবাহিতার গুরুত্ব ব্যাখ্যা করো।
- পরিবাহিতার সঙ্গে pH-এর সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিযোজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	 পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	15		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি	15		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরিবাহিতা মিটার ব্যবহার	20					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

2. কপার সালফেটের তড়িৎ বিশ্লেষণ

বিবৃতি

কপার ইলেক্ট্রোল ব্যবহার করে কপার সালফেটের তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা ফ্যারাডের ইলেক্ট্রোলাইসিসের প্রথম সূত্র যাচাই করো।

গুরুত্ব

তড়িৎ-বিশ্লেষণ (ইলেক্ট্রোলাইসিস) কোনো জিনিস বা মেশিনের অংশ সাজাতে সাহায্য করে। এটি ক্ষয় থেকে ধাতুকে রক্ষা করতেও সাহায্য করে। ফ্যারাডের সূত্র থেকে, আমরা নির্দিষ্ট ইলেক্ট্রোলে ধাতু জমা বা গ্যাসের মুক্তির জন্য প্রয়োজনীয় বিদ্যুতের পরিমাণ এবং সময় অনুমান করতে পারি।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রথম সূত্র বলে যে একটি তড়িৎ-ধার - তড়িৎ- বিশ্লেষ্য সীমানায় বিদ্যুৎ দ্বারা উৎপন্ন রাসায়নিক পরিবর্তনের পরিমাণ ব্যবহৃত বিদ্যুতের পরিমাণের সমানুপাতিক। একই পরিমাণ বিদ্যুৎ বিভিন্ন পদার্থে প্রবাহিত হলে উৎপন্ন রাসায়নিক পরিবর্তনের পরিমাণ তাদের তুল্যাক্ষের সমানুপাতিক হয়। একটি ইলেক্ট্রোলে জমা বা মুক্ত হওয়া পদার্থের ওজন ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। [এই ইউনিট 5, বিভাগ 5.2.3 (A) এবং 5.3 দেখো]

ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: দক্ষতার সাথে রিওস্ট্যাট, অ্যামিটার, প্লাগ কী এর মতো সরঞ্জাম ব্যবহার করা।

PrO2: তড়িৎ-সংযোগ যুক্ত করো।

PrO3: অন্য ধাতু/ ইলেক্ট্রোল ব্যবহার করে তড়িৎ বিশ্লেষণ করো

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অক্ষন / স্কেচ / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)

চিত্রের জন্য এই ইউনিট 5 বিভাগ 5.3.2 দেখো

প্রযোজনীয় রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

- তামার প্লেট, লোহার চামচ, আমিটার, রিওস্ট্যাট, প্লাগচাবি, ব্যাটারি (12 Volt), তারের সংযোগ, স্টপওয়াচ, পালিশ করার কাগজ, এয়ার ড্রায়ার, বৈদ্যুতিন তুলাযন্ত্র (ইলেকট্রনিক ব্যালেন্স)।
- রাসায়নিক (AR গ্রেড) কপার সালফেট (CuSO_4), 1% H_2SO_4
- কাঁচের জিনিস (বোরোসিল) বীকার (1000 mL.)

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- প্রথমে লোহার চামচটি ক্ষার দিয়ে, তারপর অ্যাসিড দিয়ে পরিষ্কার করো, পলিশিং পেপার দিয়ে পালিশ করো অবশেষে ক্যাথোড হিসেবে স্থাপন করো।
- সমস্ত বৈদ্যুতিক তার সঠিকভাবে কপার প্লেট, লোহার চামচ, ব্যাটারি ইত্যাদির সাথে সংযুক্ত করো।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- ইলেক্ট্রোলেট স্থাপন করার আগে লোহার চামচ ওজন করো- এটি W_1
- যন্ত্রপাতি সেটআপ করো এবং চিত্রিতে নির্দেশিত সার্কিটটি সংযুক্ত করো [চিত্র ইউনিট 5 বিভাগ 5.3.2 দেখো]
- একই সাথে অ্যামিটার এবং রিওস্ট্যাটের সাহায্যে 1 থেকে 2 অ্যাম্পিয়ারের মধ্যে প্রযোজনীয় বিদ্যুৎ প্রবাহ পাঠানোর ব্যবস্থা করো। স্টপওয়াচ শুরু করো।
- স্টপওয়াচ ব্যবহার করে 900 s-এর (15 মিনিট) জন্য বিদ্যুৎ প্রবাহ পাঠাও।
- 15 মিনিট পরে লোহার চামচ সরান। এয়ার ড্রায়ার দিয়ে এটি শুকিয়ে নিন এবং সঠিকভাবে ওজন করো- এটি W_2

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

ক্রমিক নং.	পর্যবেক্ষণ	মান
1	তামা জমা হওয়ার আগে লোহার চামচ (ক্যাথোড) এর ওজন (W_1)g
2	তামা জমা হওয়ার লোহার চামচের ওজন (W_2)g
3	জমা তামার ওজনg
4	$W = W_2 - W_1$ ampere
5	অ্যাম্পিয়ারের বিদ্যুৎ প্রবাহ (প্রকৃতপক্ষে ব্যবহৃত)s

ফ্যারাডের ইলেক্ট্রোলাইসিসের প্রথম সূত্র

$$W = ZIt$$

$$Z = W/(I t)$$

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

- তামার তড়িৎ-রাসায়নিক সমতুল্য = g /Coulomb

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- তড়িৎ বিশ্লেষণের তাৎপর্য লেখো।
- তড়িৎ বিশ্লেষণে কোন সূত্র প্রযোজ্য লেখো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় কাচের জিনিসগুলি ভালভাবে পরিষ্কার করো। আরও পরীক্ষার জন্য প্রস্তুতকরা আদর্শ দ্রবণ সংরক্ষণ করো।
- এই পরীক্ষাটি করার সময়, বর্জ্য কমাতে ন্যূনতম প্রয়োজনীয় পদার্থ ব্যবহার করো।
- পাতিত জল অপচয় করবে না।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
ক্যাথোড প্রস্তুতি	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
তড়িৎ বিশ্লেষণের জন্য যন্ত্রপাতি গোছানো	20		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
বিদ্যুৎ প্রবাহের ব্যবস্থা করা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরিচ্ছন্নতা	10					
কাঁচের জিনিসপত্র নাড়াচাড়া	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

৩. ড্যানিয়েল সেল ব্যবহার করে তড়িৎচালক বল (ইএমএফ)পরিমাপ

বিবৃতি

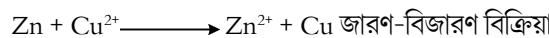
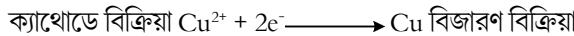
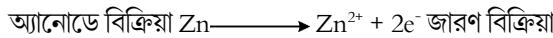
তড়িৎরাসায়নিক কোষ বা ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সেল (ড্যানিয়েল সেল) ব্যবহার করে তড়িৎচালক বল (ইএমএফ) নির্ধারণ করো

গুরুত্ব

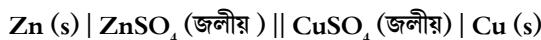
ড্যানিয়েল সেল রাসায়নিক থেকে বিদ্যুৎ তৈরি করে। জারণ-বিজ্ঞারণ প্রক্রিয়ার কারণে ভোল্টেজ উৎপাদনের নির্ণয় ইলেকট্রনের স্থানান্তর সম্পর্কে তথ্য দেয়। এটি ধাতুর ক্ষয় এবং ক্ষয় থেকে এর সুরক্ষা বুবাতে সাহায্য করে।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

একটি গ্যালভানিক কোষে দুটি ইলেক্ট্রোডের মধ্যে সম্ভাব্য পার্থক্যকে বলা হয় কোষের বিভব বা কোষের তড়িৎচালক বল (ইএমএফ)। এটি ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়। ড্যানিয়েল কোষ একটি গ্যালভানিক সেল বা ভোল্টাইক সেল নামেও পরিচিত। এই কোষটি একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষের উদাহরণ। সাধারণত, রড বা প্লেটকে ইলেক্ট্রোড বলা হয়। প্রতিটি ইলেক্ট্রোড তার ধাতব লবণের দ্রবণে নিমজ্জিত হয় এবং এগুলি অর্ধ-কোষ গঠন করে। দুটি অর্ধ-কোষ একটি লবণ সেতু বা ছিদ্রযুক্ত বিভাজন দ্বারা পৃথক করা হয়। যে দ্রবণ গলিত অবস্থায় বা জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ সঞ্চালন করে তাকে ইলেক্ট্রোলাইট বলে। একটি ইলেক্ট্রোড একটি অ্যানোড হিসাবে কাজ করে যেখানে জারণ ঘটে। যখন দুটি ধাতু সংযুক্ত হয়, বেশি সক্রিয় ধাতু একটি অ্যানোড হিসাবে কাজ করে এবং অন্য ধাতুটি ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে। ড্যানিয়েল সেলে ইলেক্ট্রোড বিক্রিয়া



ড্যানিয়েল সেল এভাবে বোঝানো হয় :



ড্যানিয়েল সেলে উৎপন্ন ভোল্টেজ হল ইলেক্ট্রোড গুলিতে বিকশিতবিজ্ঞারণ এবং জারণ ভোল্টেজের যোগফল :

$$E^0_{\text{Cell}} = E^0_{\text{Reduction}} + E^0_{\text{Oxidation}}$$

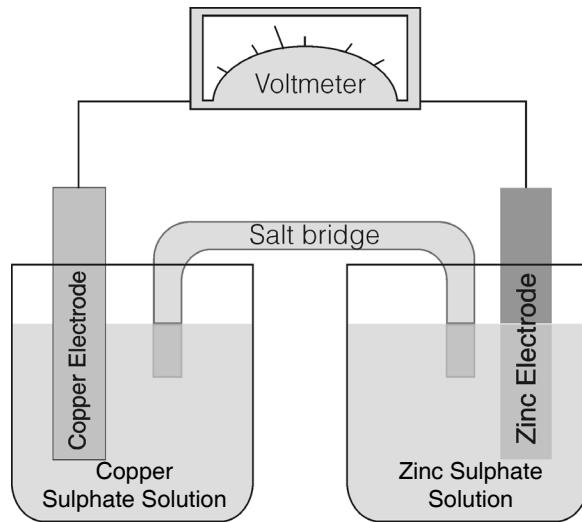
ব্যবহারিক ফলাফল (PrOs)

PrO1: ড্যানিয়েল সেলের মাধ্যমে তড়িৎচালক বল পরিমাপের জন্য সম্পূর্ণ সেটআপ প্রস্তুত করা।

PrO2: তড়িৎচালক বল নির্ণয়ের জন্য ড্যানিয়েল সেল ব্যবহার করা।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অঙ্কন / স্কেচ / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)

প্রায় 1.1 ভোল্টের একটি ধ্রবক তড়িৎচালক বল সহ একটি প্রাথমিক কোষ যার মধ্যে কপার সালফেট দ্রবণে তামার ইলেক্ট্রোড এবং পাতলা সালফিউরিক অ্যাসিড বা জিংক সালফেট দ্রবণে দস্তার ইলেক্ট্রোড থাকে এবং দুটি দ্রবণ একটি ছিদ্রযুক্ত বিভাজন দ্বারা পৃথক করা হয়। ড্যানিয়েল কোষে Cu এবং Zn ইলেক্ট্রোড যথাক্রমে CuSO_4 এবং ZnSO_4 দ্রবণে নিমজ্জিত। Zn অ্যানোড হিসাবে কাজ করে এবং Cu ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে। জারণ Zn এ সংযুক্ত হয় এবং বিজ্ঞারণ ক্যাথোডে ঘটে। Zn আয়নগুলি দ্রবণের মধ্যে দিয়ে যায়। বাইরে, তারের সাহায্যে, দুটি ইলেক্ট্রোড সংযুক্ত থাকায়, Zn^- এর জারণের দ্বারা উৎপন্ন



ইলেকট্রনগুলি তারের মধ্য দিয়ে সরে যায় এবং তামার ইলেক্ট্রোডে সংগৃহীত হয়। দ্রবণে উপস্থিত কিউপ্রিক আয়নগুলি (ইলেক্ট্রোলাইট) ইলেক্ট্রন প্রহণ করে এবং ক্যাথোডে জমা বা নির্গত হয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি, রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

মাল্টিমিটার, ভোল্টমিটার, সংযোগকারী তার

রাসায়নিক (AR গ্রেড) CuSO_4 , ZnSO_4 , Zn দণ্ড, Cu দণ্ড, লবণ সেতু

কাঁচের সরঞ্জাম (বোরোসিল) বীকার (1000 mL)

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

- দণ্ডটি ক্ষার, এসিড দিয়ে পরিষ্কার করো এবং শেষ পর্যন্ত পালিশের কাগজ দিয়ে মসৃণ করে পালিশ করো।
- যেহেতু CuSO_4 মানুষের জন্য বিয়োস্ত, তাই এটি সঠিকভাবে অপসারণের জন্য যত্ন নেওয়া প্রয়োজন।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

- ZnSO_4 দ্রবণে Zn দণ্ড এবং CuSO_4 দ্রবণে Cu দণ্ড রাখো।
- এক প্রাণ্টে Zn দণ্ড এবং মাল্টিমিটারের অন্য প্রাণ্টে Cu দণ্ড সংযুক্ত করো।
- উভয় দ্রবণে লবণ সেতু রাখো। লবণ সেতু হল একটি উলটানো 'ইউ' টিউব যা আগর আগরযুক্ত একটি নিষ্ক্রিয় ইলেক্ট্রোলাইট KCl/KNO_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণে ভরা, এটি আয়নগুলিকে ইলেক্ট্রোলাইটে ছেড়ে দেয় যাতে পুরো দ্রবণটি বৈদ্যুতিকভাবে নিরপেক্ষ হয়ে যায়।
- পর্যবেক্ষণ সারণীতে দেখানো হিসাবে ZnSO_4 এবং CuSO_4 দ্রবণের গাঢ়ত্ব নিন।
- যথাক্রমে পাঁচটি ভিন্ন গাঢ়ত্বের ZnSO_4 এবং CuSO_4 এর দ্রবণ প্রস্তুত করো।
- পর্যবেক্ষণ সারণীতে দেখানো জুটি অনুসারে দুটি বিকার সংযুক্ত করো।
- এই দুই অর্ধেক কোষ জুড়ে তৈরী হওয়া তড়িঢালক বল (ইএমএফ) নথিভুক্ত করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

কোষ নং	ZnSO_4 এর গাঢ়ত্ব	CuSO_4 -এর গাঢ়ত্ব	উৎপন্ন তড়িৎচালক বল (emf, Volt)
1	2 (M)	2M	
2	1M	2M	
3	0.5M	2M	
4	0.25M	2M	
5	0.0125M	2M	
6	2M	1M	
7	2M	0.5M	
8	2M	0.25M	
9	2M	0.0125M	

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

- কোষ 1 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- কোষ 2 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- কোষ 3 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- সেল 4 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- সেল 5 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- কোষ 6 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- সেল 7 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- সেল 8 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- কোষ 9 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt
- কোষ 9 এ বিকশিত ইএমএফ হল = Volt

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- ড্যানিয়েল সেলে লবণ সেতুর কাজ বলুন।
- ড্যানিয়েল সেলে অ্যানোড এবং ক্যাথোডের নাম উল্লেখ করো।
- অ্যানোড এবং ক্যাথোডে ঘটে যাওয়া জারণ প্রতিক্রিয়া লেখো।

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিপ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে।
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

যেহেতু CuSO_4 মানুষের জন্য বিয়োঅক্ত, তাই এটি সঠিকভাবে অপসারণ করার জন্য যত্ন নেওয়া প্রয়োজন। কপার সালফেট কৃষি এবং অকৃষি উভয় ক্ষেত্রেই ছত্রাকনাশক, শৈবালনাশক, রাট কিলার এবং হার্বিসাইড হিসাবে ব্যবহৃত হয়। যেহেতু CuSO_4 শৈবাল এবং ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করে, যথাযথভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে। অপচয় এড়াতে পরীক্ষার জন্য অল্প পরিমাণ CuSO_4 এবং ZnSO_4 নেওয়া উচিত।



Determination of EMF of a Cell

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
ড্যানিয়েল সেলের সেটআপ প্রস্তুত করা	20		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি	20		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরীক্ষা এবং পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা	10					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

4. দ্রবণে নিমজ্জিত দুটি ভিন্ন ধাতুর সংযোগের প্রভাব নির্ধারণ

বিবৃতি

দ্রবণে নিমজ্জিত দুটি ভিন্ন ধাতুর সংযোগের প্রভাব নির্ধারণ করো।

গুরুত্ব

যখন দুই বা ততোধিক ভিন্ন ধাতু জলের নিচে বৈদ্যুতিক সংস্পর্শে আনা হয়, তখন ভিন্ন ধাতুর ক্ষয় বা গ্যালভানিক ক্ষয় হয়। যখন কোনো একটি ধাতু তার চেয়ে কম সক্রিয় ধাতুর সাথে সংযুক্ত থাকে, তখন এটি ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, যখন এটি তার চেয়ে বেশি সক্রিয় ধাতুর সাথে সংযুক্ত থাকে, তখন এটি সুরক্ষিত থাকে। যেহেতু ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারদের বিভিন্ন পরিস্থিতিতে কাজ করতে হয়, তাদের ক্ষয়ের প্রক্রিয়ার বিষয়ে জানা উচিত।

প্রাসঙ্গিক তত্ত্ব

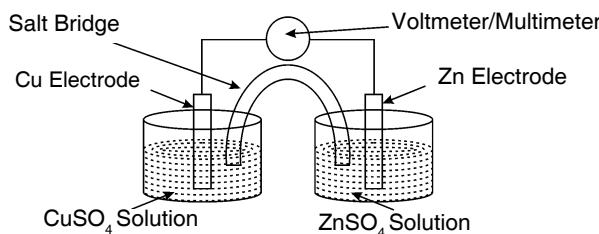
তড়িৎ-রসায়নিক বা ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সিরিজে, ধাতুগুলিকে তাদের আদর্শ তড়িৎ-দ্বার বিভব (স্ট্যান্ডার্ড ইলেক্ট্রোড পোটেনশিয়াল) অনুযায়ী সাজানো হয়। এই সিরিজ বা শ্রেণী বিন্যাসে সক্রিয় ধাতুগুলি উপরের দিকে থাকে আর কম ক্রিয়াশীল বা বর - ধাতুগুলি নীচে থাকে। সিরিজের উচ্চ অবস্থানে থাকা ধাতু গুলির ইলেকট্রন হারানোর প্রবণতা বেশি থাকে। এই ধরনের ধাতুগুলি সহজেই জারিত হয়। সিরিজের নিম্ন অবস্থানে থাকা মৌলগুলি ইলেকট্রন হারায় না। যখন দুটি ভিন্ন ধাতু সংযুক্ত হয়, সক্রিয়তার সিরিজে উচ্চতর অবস্থানযুক্ত ধাতু অ্যানোড হিসাবে কাজ করে এবং ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, আর ওই সিরিজে নিম্ন অবস্থানের ধাতু ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে এবং সুরক্ষিত হয়। যখন ভিন্ন ধাতু আন্দৰ্তার উপস্থিতিতে একে অপরের সাথে সংযুক্ত হয়, তখন গ্যালভানিক ক্ষয় হতে পারে। ভেজা ধাতু ব্যাটারির মতো আচরণ করে এবং একটি বৈদ্যুতিক প্রবাহ উৎপন্ন করে। ইলেকট্রনের বিনিময় ঘটার সাথে সাথে এক বা উভয় ধাতুর পৃষ্ঠগুলিতে ছিদ্র হয়ে যায় এবং ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। ক্যাথোডিক প্রোটেকশন নামক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে আরও সক্রিয় ধাতু সংযুক্ত করে ধাতব যন্ত্রপাতি সুরক্ষিত করা যায় [এই ইউনিট 5, 5.8.1 দেখো]।

ব্যবহারিক ফলাফল (PROs)

PrO1: সক্রিয়তা সিরিজের ধারণা ব্যবহার করে ধাতু রক্ষা করো।

PrO2: বিভিন্ন ধরণের প্রয়োগে ব্যবহারের জন্য সক্রিয়তা সিরিজ থেকে উপযুক্ত ধাতু নির্বাচন করো।

পরীক্ষার সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি (অঙ্কন / ফ্রেচ / সার্কিট ডায়াগ্রাম / কাজের পরিস্থিতি)



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি, রাসায়নিক এবং কাঁচের সরঞ্জাম

ভোল্টমিটার, বৈদ্যুতিক সংযোগকারী তার, ইলেকট্রনিক তুলাযন্ত্র।

রাসায়নিক (AR গ্রেড) CuSO_4 (2M), ZnSO_4 (2M), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (2M), Zn, Cu ও Al দণ্ড

কাঁচের সরঞ্জাম (বোরোসিল) বীকার (1000 mL.), লবণ সেতু (KCl বা KNO_3 ধারী ইট টিউব আগর-আগার সহ)

নিরাপত্তামূলক সতর্কতা

1. Zn এবং Cu, Al ইলেক্ট্রোডকে ক্ষার, অ্যাসিড, জল এবং পালিশ কাগজের সাহায্যে পরিষ্কার করো
2. সমস্ত বৈদ্যুতিক তার সঠিকভাবে সংযুক্ত করো
3. সব কাঁচের জিনিস সঠিকভাবে পরিষ্কার করো।
4. লবণ সেতু দুটি বীকারের মধ্যে নির্মজিত করা আবশ্যিক।

প্রস্তাবিত পদ্ধতি

স্থাপনা - I (Cu-Zn কোষ)

1. তামা এবং দস্তার দণ্ড অর্থাৎ ইলেক্ট্রোড ওজন করো।
2. একটি বিকারে জিংক সালফেট এবং অন্যটিতে কপার সালফেট দ্রবণ নিন।

3. জিংক সালফেট দ্রবণে ইলেক্ট্রোড হিসেবে জিংক দণ্ড এবং কপার সালফেট দ্রবণে তামার দণ্ড ইলেক্ট্রোড হিসেবে নির্মজিত করো।
4. ভোল্টমিটার খণ্ডক মেরুতে জিঙ্ক (দস্তা) দণ্ড এবং ভোল্টমিটার ধনাত্ত্বক মেরুতে কপার (তামা) দণ্ড সংযুক্ত করো।
5. 30 মিনিট পরে, কোষের বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করো, ইলেক্ট্রোডগুলি বের করে নিয়ে এয়ার ড্রায়ার দিয়ে শুকিয়ে নিন।
6. দস্তা এবং তামার ইলেক্ট্রোড ওজন করো।

স্থাপনা - II (Zn-Al কোষ)

1. অ্যালুমিনিয়াম এবং দস্তা দণ্ড ওজন করো।
2. একটি বীকারে জিংক সালফেট এবং অন্যটিতে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণ নিন।
3. জিংক সালফেট দ্রবণে ইলেক্ট্রোড হিসেবে জিংক (দস্তা) দণ্ড এবং অ্যালুমিনিয়াম দণ্ড কে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণে ইলেক্ট্রোড হিসেবে নির্মজিত করো।
4. অ্যালুমিনিয়াম দণ্ড কে ভোল্টমিটারের খণ্ডক মেরুতে এবং জিংক দণ্ড কে ভোল্টমিটারের ধনাত্ত্বক মেরুতে সংযুক্ত করো।
5. 30 মিনিট পরে, কোষটির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করো, ইলেক্ট্রোডগুলি বের করে এয়ার ড্রায়ার দিয়ে শুকিয়ে নিন।
6. দস্তা এবং অ্যালুমিনিয়াম ইলেক্ট্রোড ওজন করো।

পর্যবেক্ষণ এবং গণনা

স্থাপনা - I (Cu-Zn কোষ)

1. সংযুক্তির আগে তামার (W_1) Cu এর ওজন = g
2. সংযুক্তির আগে দস্তা (W_1) Zn এর ওজন = g
3. 30 মিনিট পর তামার (W_2) Cu এর ওজন = g
4. 30 মিনিট পরে দস্তা (W_2) Zn এর ওজন = g
5. Cu রডের ওজনের পরিবর্তন = g
6. Zn রডের ওজনের পরিবর্তন = g

স্থাপনা- II (Zn-Al কোষ)

1. সংযুক্তির আগে অ্যালুমিনিয়াম (W_1) Al এর ওজন = g
2. সংযুক্তির আগে দস্তা (W_1) Zn এর ওজন = g
3. 30 মিনিট পর অ্যালুমিনিয়াম (W_2) Al এর ওজন = g
4. 30 মিনিট পরে জিংকের ওজন (W_2) Zn = g
5. Al দণ্ডের ওজনের পরিবর্তন = g
6. Zn দণ্ডের ওজনের পরিবর্তন = g

ফলাফল এবং/অথবা ব্যাখ্যা

1. Zn ধাতুর ওজন হ্রাস পায় যখন এটি ধাতুর সাথে সংযুক্ত থাকে। অতএব জিংক ক্ষয়প্রাপ্ত হয় যখন ধাতুর সাথে সংযুক্ত হয়।

2. Zn ধাতুর ওজন বৃদ্ধি পায় যখন এটি ধাতুর সাথে সংযুক্ত থাকে। অতএব জিঃক সুরক্ষিত থাকে যখন ধাতুর সাথে সংযুক্ত থাকে।

উপসংহার এবং/অথবা বৈধতা

পরীক্ষা সম্পর্কিত প্রশ্ন

নমুনা প্রশ্নগুলি এখানে রেফারেন্সের জন্য দেওয়া হয়েছে, মৌখিক পরীক্ষায় জিজ্ঞাসা করা হবে

- ভিন্ন ধাতু ব্যবহারের তাৎপর্য লেখো।
- Zn ইলেক্ট্রোডে ক্ষয় ব্যাখ্যা করো।
- আপনি কিভাবে ভিন্ন ধাতুর মধ্যে ক্ষয় রোধ করতে পারো?

বর্জ্য অপসারণ

বর্জ্যের ধরন	বিস্তারিত
জীব-বিয়োজী বা বায়োডিগ্রেডেবল বর্জ্য (সবুজ পাত্র)	পরীক্ষার সময় সাধারণ ফিল্টার পেপার ব্যবহার করা হয়েছে
রাসায়নিক বর্জ্য	ব্যবহৃত নির্দিষ্ট রাসায়নিকের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত রাসায়নিকগুলি যথাযথভাবে নিষ্পত্তি করা উচিত।

পরিবেশ বান্ধব দৃষ্টিভঙ্গি: পুনর্ব্যবহার, বর্জ্য হ্রাস এবং পুনরাবর্তন

- আবার পরীক্ষা -নিরীক্ষার জন্য ইলেক্ট্রোড পুনরায় ব্যবহার করা যেতে পারে।
- আবার ব্যবহারের জন্য ধাতু সংরক্ষণ করা উচিত।

প্রস্তাবিত মূল্যায়ন পরিকল্পনা

শিক্ষার্থীর নাম রোল নং।

পদ্ধতির মূল্যায়ন			ফলাফলের মূল্যায়ন			শিক্ষকের স্বাক্ষর
পদ্ধতি নির্দেশক (70%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	ফলাফল নির্দেশক (30%)	% গুরুত্ব	প্রাপ্ত নম্বর	
নমুনার ওজনে নির্ভুলতা	10		মৌখিক পরীক্ষা	10		
দ্রবণ প্রস্তুতি	20		গণনা, ফলাফল এবং ব্যাখ্যা	10		
পরিচ্ছন্নতা	10		রিপোর্ট প্রস্তুতি	10		
পরীক্ষার স্থাপনা প্রস্তুত করা	20					
নিরাপত্তা সতর্কতার বিধি পালন/অনুসরণ	10					

আরও জেনে রাখো

- মৌলিক ধারণা যেমন, কোষের ধরন, কভাকটর, ইনসুলেটর, পোলার সলিউশন, ইলেক্ট্রোলাইটিক ডিসোসিয়েশনের আহেনিয়াস তত্ত্ব, বিচ্ছিন্নতার ভিত্তি, ফিউজড NaCl এর ইলেক্ট্রোলাইসিস, NaCl সলিউশন, CuSO_4 প্ল্যাটিনাম ব্যবহার করে এবং CuSO_4 কপার ইলেক্ট্রোল ব্যবহার করে, ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল সিরিজ, ভিত্তি প্রভাবিত করার কারণগুলি বিচ্ছিন্নতা, জারণ অবস্থা।
- সিরিজ সংযোগ এবং সমান্তরাল সংযোগ সম্পর্কে জ্ঞান।
- দৈনন্দিন জীবনে ইলেক্ট্রোকেমিস্টির বিভিন্ন প্রয়োগ যেমন গাড়ির ব্যাটারি, দুই চাকার ব্যাটারি, মোবাইল ব্যাটারি ইত্যাদি সম্পর্কে বিস্তারিত জানা উচিত, তাদের এগুলোর রক্ষণাবেক্ষণ এবং সঠিক ব্যবহার সম্পর্কেও ব্যাখ্যা করতে হবে।
- বিভিন্ন ধাতু এবং সংকরে ক্ষয়ের জন্য দায়ী বিভিন্ন কারণের প্রভাব অনুধাবন করতে হবে যা কার্যত নির্দিষ্ট কিছু কার্যকলাপ, পর্যবেক্ষণ এবং বিশ্লেষণ করা।

প্রস্তাবিত ক্ষুদ্র প্রকল্প / কার্যক্রম

- Al, Cu, Fe, এর তিনটি ধাতব স্ট্রিপ সংগ্রহ করো, একই ঘনত্বের বিভিন্ন অলীয় এবং ক্ষারীয় দ্রবণে রাখো। অলীয় এবং ক্ষারীয় পরিবেশের কারণে ধাতুর ওজন হ্রাস লক্ষ্য করো এবং রেকর্ড করো। তোমার শিক্ষক এবং সহকর্মীদের সাথে ফলাফলগুলি আলোচনা করো।
- আশেপাশের ক্ষয় কে শুন্খ এবং আর্দ্র ক্ষয়ে শ্রেণিবদ্ধ করো।
- শক্তপোক্ত সামগ্রী, লোহা, তামা, পিতল, বোঝ এবং অন্যান্য সংকর গুলির বিভিন্ন নমুনা সংগ্রহ করো। খোলা পরিবেশে ছায়ায় রাখো। চার সপ্তাহের সময় ধরে ক্ষয়কারী বৈশিষ্ট্যগুলি পর্যবেক্ষণ করো। তোমার পর্যবেক্ষণ রেকর্ড করো। তোমার শিক্ষক এবং সহকর্মীদের সাথে ফলাফলগুলি আলোচনা করো।

তথ্যসূত্র এবং প্রস্তাবিত পাঠ

- Shikha Agarwal, Engineering Chemistry, Cambridge University Press; New Delhi, 2015. ISBN, 978-1-107-47641-7
- C.N.R. Rao, Understanding Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN 8173712506
- Dara, S. S. & Dr. S.S. Umare, Engineering Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN, 8121903599
- Jain & Jain, Engineering Chemistry, Dhanpat Rai and Sons; New Delhi, 2015, ISBN 8187433175
- Agnihotri, Rajesh, Chemistry of Engineers, Wiley India Pvt. Ltd. 2014, ISBN 9788126550784
- Dr. B.S. Chauhan, Engineering Chemistry, Laxmi Publications, 9789381159514

সংযোজন: ব্যবহারিক পরীক্ষার তথ্যপঞ্জী

ক্রমিক নং	পঠা নং	পরীক্ষার শিরোনাম	তারিখ			প্রাপ্ত নম্বর	স্বাক্ষর
			প্রকৃত	পুনরাবৃত্ত	পঞ্জীকৃত		
1		অক্সালিক অ্যাসিড বা পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গনেটের আদর্শ দ্রবণ প্রস্তুত করো।					
2		ফেনোলফ্থালিন সূচক ব্যবহার করে আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) অক্সালিক অ্যাসিড দ্রবণের বিপরীতে প্রশমন দ্বারা প্রদত্ত সোডিয়াম হাইড্রোকাইড দ্রবণের শক্তি নির্ধারণ করো।					
3		আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) ইথিলিন ডায়ামিন টেট্রা এসিটিক এসিড (EDTA) দ্রবণ ব্যবহার করে প্রদত্ত জলের নমুনার আনুমানিক মোট খরতা নির্ণয় করো।					
4		0.01 (M) সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করে প্রদত্ত জলের নমুনার ক্ষারত্ব নির্ধারণ করো।					
5		আদর্শ (স্ট্যান্ডার্ড) $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা হেমাটাইট আকরিকের লোহার শতাংশ নির্ণয় করো।					
6		তামার পাইরাইট আকরিকের মধ্যে তামার পরিমাণের আনুমানিক আয়োডোমেট্রিক নির্ধারণ করো।					
7		কালারমিটার ব্যবহার করে প্রদত্ত সিমেন্টের নমুনায় লোহার পরিমাণ নির্ধারণ করো।					
8		প্রদত্ত তেলের নমুনায় মোট অ্যাসিড নম্বর (TAN) নির্ধারণ করো।					
9		ওজনমিতি (গ্রাভিমেট্রি) দ্বারা প্রদত্ত কয়লার নমুনায় আর্দ্রতা এবং ছাই-এর আনুমানিক পরিমাণ নির্ণয় (আপাত বিশ্লেষণ)।					
10		বোমা ক্যালোরিমিটার ব্যবহার করে কঠিন বা তরল জ্বালানির ক্যালোরিফিক মান নির্ধারণ করো।					
11		রেডিউড ভিসকোমিটার ব্যবহার করে পিচ্ছিলক তেলের সান্দুতা নির্ধারণ করো।					
12		অ্যাবেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র ব্যবহার করে পিচ্ছিলক তেলের (জ্বলনাক্ষ) ফ্ল্যাশ এবং ফায়ার (দহনাক্ষ) বিন্দু নির্ধারণ করো।					
13		প্রদত্ত জলের নমুনার পরিবাহিতা নির্ধারণ করো।					

ক্রমিক নং	পঠা নং	পরীক্ষার শিরোনাম	তারিখ			প্রাপ্ত নথির	স্বাক্ষর
			প্রকৃত	পুনরাবৃত্ত	পঞ্জীকৃত		
14		কপার ইলেক্ট্রোড এবং কপার সালফেটের দ্রবণ ব্যবহার করে ফ্যারাডের তড়িৎ-বিপ্লবণের (ইলেক্ট্রোলাইসিস) প্রথম সূত্র যাচাই করো।					
15		তড়িৎ-রাসায়নিক কোষ (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল - ড্যানিয়েল সেল) ব্যবহার করে তড়িৎচালক বল (ইএমএফ) নির্ধারণ করো।					
16		দ্রবণে নিমজ্জিত দুটি ভিন্ন ধাতুর সংযোগের প্রভাব নির্ধারণ করো।					

পরিশিষ্ট-I

রসায়ন গবেষণাগারে সাধারণ নির্দেশাবলী

- শিক্ষার্থীদের সময়-সারণির সময়সূচী অনুযায়ী পরীক্ষাগারে উপস্থিত হতে হবে।
- গবেষণাগারে প্রবেশ করার সময় সমস্ত ব্যক্তিগত জিনিসপত্র বুককেসে রাখতে হবে।
- কাজের টেবিল পরিষ্কার এবং সংগঠিত রাখতে হবে।
- প্রাথমিক চিকিৎসার সরঞ্জাম সহজলভ্য হওয়া এবং সকলের হাতের কাছে থাকা দরকার।
- নির্দেশনা, কার্যপ্রগালী এবং পর্যবেক্ষণের সময় তাঙ্কণিক লেখার জন্য প্রতিটি শিক্ষার্থীর একটি করে লগ বুক রাখা বাফ্ফনীয়।
- প্রশিক্ষিত ব্যক্তির তত্ত্বাবধানে পরীক্ষাগারে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করবে।
- পরীক্ষাগারের কর্মী, শিক্ষার্থী এবং অনুষদের সদস্যদের সাধারণ বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা নির্দেশিকা/নিয়ম মেনে চলতে হবে।
- সর্বদা পরীক্ষার নিয়মানুগ এবং সঠিক পদ্ধতি অনুসরণ কর। কখনো সংক্ষিপ্ত বা চাট্জলদি কাজ করার চেষ্টা কোরো না।
- আপত্কালীন প্রস্তাবনের পথ গুলি জেনে রেখো।
- যে কোন ধরনের সহায়তার জন্য, তোমার প্রশিক্ষককে প্রশ্ন করতে দিধা করবে না। এটি সঠিক পরীক্ষা পদ্ধতি, নিরাপত্তা ইত্যাদি যে কোনো বিষয়ে হতে পারে।
- পরীক্ষার সময় যন্ত্রপাতিগুলির যদি কোনও ক্ষতি হয়, তবে তা পরীক্ষাগারের দায়িত্বে যিনি আছেন, তাঁর নজরে আনতে হবে। কাচের জিনিসপত্র বা যন্ত্রপাতি হ্যান্ডেল করার সময় সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত।
- অত্যন্ত সতর্কতার সাথে পরীক্ষাগারে সঠিক শৃঙ্খলা বজায় রাখবে।
- শিক্ষার্থীদের পরীক্ষাগারে আসার আগে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করার জন্য অন্তর্নিহিত ধারণা এবং নীতিগুলি বুঝে প্রস্তুত হয়ে আসা উচিত।
- প্রয়োজন অনুসারে তোমার পর্যবেক্ষণ ঠিক মতো নথিভুক্ত কর।
- আপত্কালীন গুরুত্বপূর্ণ জরুরী ফোন নম্বরগুলি পরীক্ষাগারে প্রদর্শিত হওয়া উচিত এবং প্রত্যেকের জানা উচিত।
- সাধারণ নিরাপত্তা প্রতীক এবং চিহ্ন ল্যাবে প্রদর্শিত হওয়া উচিত।
- শিক্ষার্থীদের জন্যে প্রদত্ত পরীক্ষাগার নির্দেশিকা/ পদ্ধতি-পত্র / তথ্য-পত্র ইত্যাদি সময়মত এবং অনুজ্ঞানুসারে জমা দেবে।
- পরীক্ষাগারে খাওয়া, ধূমপান এবং পান করা নিষিদ্ধ।
- কখনোই ঘন অ্যাসিডে জল ঢালবে না।
- রসায়ন গবেষণাগারে কাজ করার সময় সর্বদা সঠিক ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) পর।
- পরীক্ষাগারের কর্মী, ছাত্র এবং অনুষদের সদস্যদের নিরাপত্তা সরঞ্জাম, অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র ইত্যাদির ব্যবহার সম্পর্কে ভালভাবে সচেতন হওয়া উচিত যাতে কোন দুর্ঘটনা না ঘটে।
- সমস্ত রাসায়নিক পদার্থ সঠিকভাবে লেবেলযুক্ত এবং যথাযথভাবে সংরক্ষণ করা উচিত।
- পরীক্ষাগারের কর্মী, ছাত্র এবং অনুষদের সদস্যদের সবাইকে, রাসায়নিক ঢেলে যাওয়া, আগুন, বিস্ফোরণ এবং ব্যক্তিগত আঘাতের মতো দুর্ঘটনার ক্ষেত্রে যথাযথ ব্যবস্থা গ্রহণের বিষয়ে সচেতন থাকতে হবে।
- মুখে শোষণ করে কখনই পিপেট পূরণ করবে না।
- পরীক্ষাগারের কর্মী, ছাত্র এবং অনুষদের সদস্যদের সবাইকে, রাসায়নিক বর্জের যথাযথ নিষ্পত্তি, নির্দিষ্ট রাসায়নিক সংরক্ষণ, নিরাপত্তা ও জরুরি সরঞ্জাম ব্যবহার, রাসায়নিক বিপদের মূল্যায়ন সম্পর্কে সচেতন থাকতে হবে।

- পরীক্ষাগারের কর্মী, ছাত্র এবং অনুষদের সদস্যদের সবাইকে, রাসায়নিক পোড়া, তাপ পোড়া, চোখের আঘাত, কাচের জিনিস থেকে কাটা, বিপজ্জনক গ্যাসে শ্বাস নেওয়ার ক্ষেত্রে যথাযথ ব্যবস্থা প্রয়োগের বিষয়ে ভালভাবে সচেতন থাকতে হবে।
- বার্নার জ্বলনোর আগে নিশ্চিত হও যে আশপাশের সমস্ত জ্বলনযোগ্য পদার্থ ও রাসায়নিক ঠিক ভাবে সরানো হয়েছে।
- পরীক্ষাগার থেকে বের হওয়ার আগে নিশ্চিত হয়ে নাও যে তোমার কাজের জায়গা পরিষ্কার এবং শুক্ল। নিশ্চিত কর যে সমস্ত গ্যাস, জল, ভ্যাকুয়াম এবং বায়ু ভালভ সম্পূর্ণরূপে বন্ধ।
- বিয়ক্ত বা অস্বাস্থিকর বাষ্প/ ধোঁয়া নির্গত হলে ফিউর-হড়/ ধোঁয়া-চিমনি ব্যবহার কর।
- পরীক্ষা শেষ হলে, শিক্ষার্থীদের যন্ত্রপাতি এবং কাঁচের জিনিস পরিষ্কার করা উচিত। অবশিষ্ট রাসায়নিকগুলি সাবধানে অপসারণ করবে। তার দ্বারা তৈরি বৈদ্যুতিক স্থাপনার বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন কর এবং এই উদ্দেশ্যে নেওয়া সমস্ত উপাদান/ যন্ত্র ফেরত দিয়ে দেবে।
- কখনোই তুলাযন্ত্রের পাত্রে রাসায়নিক পদার্থ রাখবে না। রাসায়নিক ওজন করার জন্য তুলাযন্ত্র ব্যবহার করার সময় সর্বদা একটি সঠিক ওজন ধারক ব্যবহার করবে।
- পরীক্ষাগার থেকে বের হওয়ার পর ভালো করে হাত ধুয়ে নিও।
- ব্যবহারের পর রাসায়নিক গুলোকে তাদের যথাযথ স্থানে রাখ। তাদের অবস্থান পরিবর্তন করবে না।
- বেসিন বা সিঙ্ক-এর মধ্যে ঘন অ্যাসিড ঢালবে না। কোন বর্জ্য কাগজ / লিটমাস কাগজ ইত্যাদি সিঙ্কে ফেলবে না। এগুলো ডাস্টবিনে ফেলে দেবে। ব্যবহার না হলে গ্যাসের এবং জলের ভাস্তু বা কল বন্ধ রাখ।
- রসায়ন পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত কয়েকটি সাধারণ কাঁচের জিনিসপত্র নিচে দেওয়া হল।

পরীক্ষাগারের সাধারণ কিছু কাঁচের সরঞ্জাম

Burette	Pipette	Test - Tube	Measuring Cylinder
Conical Flask		Separating Funnel	Volumetric Flask
Beaker		Filter Funnel	

আধিক জ্ঞানের জন্য পাঠ

- Shikha Agarwal, Engineering Chemistry, Cambridge University Press; New Delhi, 2015. ISBN, 978-1-107-47641-7
- C.N.R. Rao, Understanding Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN 8173712506
- Dara, S. S. & Dr. S.S. Umare, Engineering Chemistry, Universities Press (India) Pvt. Ltd., 2011, ISBN, 8121903599
- Jain & Jain, Engineering Chemistry, Dhanpat Rai and Sons; New Delhi, 2015, ISBN 8187433175
- Agnihotri, Rajesh, Chemistry of Engineers, Wiley India Pvt. Ltd. 2014, ISBN 9788126550784
- Dr. B.S. Chauhan, Engineering Chemistry, Laxmi Publications, 9789381159514
- Dr. Vikram S, Engineering Chemistry, Wiley India Pvt. Ltd. nEw Delhi,2013
- Dr. G.H. Hugar & Prof. A.N. Pathak, Applied Chemistry Laboratory Practices, Vol I and Vol II, NITTTR, Chandigarh, Publications, 2013-201
- Text Book of Chemistry for Class XI & XII (Part I and Part II), N.C.E.R.T., Delhi, 2017-18.

CO এবং PO অর্জনের সারণী

কোর্স শেষ হওয়ার পরে এই কোর্সের জন্য কোর্স ফলাফল (COs) এর সাথে প্রোগ্রাম ফলাফল (POs) ম্যাপ করা যেতে পারে এবং ব্যবধান বিশ্লেষণ করার জন্য PO-এর অর্জনের জন্য একটি পারস্পরিক সম্পর্ক তৈরি করা যেতে পারে।

CO এবং PO অর্জনের জন্য টেবিল

কোর্সের ফলাফল	প্রোগ্রামের ফলাফল দিয়ে ম্যাপিং (1-দুর্বল সম্পর্ক; 2-মাঝারি সম্পর্ক; 3-দ্রু সম্পর্ক)						
	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PO-6	PO-7
CO-1							
CO-2							
CO-3							
CO-4							
CO-5							

উপরের টেবিলে ডেটা ভরে দিয়ে ব্যবধান বিশ্লেষণ জন্য ব্যবহার করা যেতে পারে।

অনুক্রমণী

অ		খরজলে সাবানের কম ফেনা হবার কারণ	51
অবক্ষেপণ	71	খরজলের কারণ	51
অবদ্রব (ইমালসন)	157	খরতার একক	49
ক্ষয় প্রতিরোধের অভ্যন্তরীণ ব্যবস্থা	206	জ	
অর্ধ-তরল পিচ্ছিলক, শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য	155	জমাট বাঁধা (সিমেন্টের)	117
অ্যানোডিক সুরক্ষা	209	জল মুদুকরণের প্রযুক্তি	60
আ		জলের খরতা সৃষ্টিকারী লবণ	48
আউফবাউ নিয়ম	11	জারণ-বিজ্ঞারণের বৈদ্যুতিন ধারণা	185
আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়া	68	জিওলাইট প্রক্রিয়া	64
আয়নিক বা ইলেক্ট্রোভ্যালোট বন্ড	14	জীবাণুমুক্তকরণ / নির্বার্জন	73
আর্দ্র বা তড়িৎ রাসায়নিক (ইলেক্ট্রোকেমিক্যাল) ক্ষয়	202	জৈব (ক্ষয়) প্রতিরোধী	211
ই		জুলনাক্ষ (ফ্ল্যাশ পয়েন্ট) এবং দহনাক্ষ (ফায়ার পয়েন্ট)	161
ইডিটিএ পদ্ধতি দ্বারা জলের খরতার পরিমাপ	57	জ্বালানী এবং দহন	144
ইলেকট্রনিক বিন্যাস (কনফিগারেশন)	12	জ্বালানী কোষ	197
ক		জ্বালানীর শ্রেণীবিভাগ	145
কক্ষপথের (অরবিটাল) ধারণা এবং s, p, d ও f কক্ষপথ	7	ড	
কঠিন পিচ্ছিলক, শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য	156	ডুলং এর সূত্র ব্যবহার করে HCV এবং LCV এর গণনা	146
কয়লার (কঠিন জ্বালানী) আপাত বিশ্লেষণ	147	ত	
কয়লার বিশ্লেষণ	147	তড়িৎ ধাতুবিদ্যা (ইলেক্ট্রোমেটালার্জি)	189
কাঁচ	118	তড়িৎ বিশ্লেষণ (ইলেক্ট্রোলাইটিক) পরিশোধন	192
কোক নম্বর বা কার্বন অবশেষ	162	তড়িৎ বিশ্লেষ্য (ইলেক্ট্রোলাইট) এবং তড়িৎ-অবিশ্লেষ্য	
কোয়ান্টাম সংখ্যা	8	(নন ইলেক্ট্রোলাইট)	186
ক্যাথোডিক সুরক্ষা	208	তড়িৎরাসায়নিক কোষে জারণ-বিজ্ঞারণ	
ক্ষ/খ		বিক্রিয়ার প্রয়োগ	193
ক্ষয়	199	তড়িৎ-লেপন (ইলেক্ট্রোপ্লেটিং)	190
ক্ষয়-এর হার প্রভাবিত হবার কারণ	204	তরল পিচ্ছিলক, শ্রেণীবিভাগ এবং বৈশিষ্ট্য	153
ক্ষয়কারী পরিবেশের প্রকৃতি	205	তাপ প্রক্রিয়াকরণ	207
খনিজ এবং আকরিক	96	প্লাস্টিকের প্রস্তুতি	122
		তাপসহ পদার্থ	120

তাপোৎপাদক (ক্যালোরিফিক) মান (HCV এবং LCV) 145		ব	
তেলাক্ততা	161	বক্সাইট থেকে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন	108
দ		বন্ধনের প্রকার	14
দ্রবণের গাঢ়ত্ব প্রকাশ করার পদ্ধতি	30	বয়লারে খরজল ব্যবহারের কারণে সৃষ্টি সমস্যা	52
দ্রাব্য, দ্রাবক এবং দ্রবণ	30	বহুলক (পলিমার)	121
ধ		বাহ্যিক ক্ষয় প্রতিরোধমূলক ব্যবস্থা	208
ধাতব বন্ধন	28	বোরের তত্ত্ব	3
ধাতুবিদ্যার সাধারণ নীতি	98	বোরের পরমাণুর মডেলের উপর ভিত্তি করে	
ধাতুর প্রকৃতি (ক্ষয়ের জন্যে)	204	হাইড্রোজেন বর্ণালী ব্যাখ্যা	4
ধাতুর প্রাকৃতিক অবস্থিতি	96	ভালো পিচ্ছিলকের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য	153
প		ম	
পরমাণুর রাদারফোর্ড মডেল	2	মানুষের ব্যবহারের জন্য জল	79
পরিশোধন (ধাতুর)	104	মৃদু এবং খরজনের শ্রেণিবিন্যাস	47
পরিস্রাবণ	72	মেঘবিন্দু (ক্লাউড পয়েন্ট) এবং প্রবাহ বিন্দু (পোর পয়েন্ট) 161	
পাউলির অপবর্জন নীতি	10	মোট অল্প সংখ্যা	163
পানীয় জলের ভারতীয় মান বিশ্লেষণ	77	য	
পারমাণবিক গঠন -একটি ভূমিকা	2	যৌগিক পদার্থ	121
পিচ্ছিলকের কার্যপ্রণালী	152	র	
পিচ্ছিলকের ভৌত বৈশিষ্ট্য	159	রাবার	125
পিচ্ছিলকের রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য	162	রাবার ভলকানাইজেশন	125
পিচ্ছিলকের শ্রেণিবিন্যাস	153	রাসায়নিক বন্ধন	12
পিচ্ছিলন	152	ল	
পিচ্ছিলনের প্রক্রিয়া	158	লেড এসিড সংপ্রয় কোষ	194
পৃথিবীতে জল বন্টনের লেখচিত্র	47	শ	
পেট্রল এবং ডিজেলের জ্বালানী রেটিং (অক্টেন এবং সিটেন সংখ্যা)		শিল্প ক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রয়োগ	189
পের্টল্যান্ড সিমেন্ট	116	স	
পৌর জল শোধন	70	সংকর	112
প্রাথমিক কোষ - শুষ্ক কোষ	193	সংকরায়ন (ধাতুর)	206
ফ		সমন্বয়ী বন্ধন-(NH_4^- - এর মধ্যে)	25
ফ্যারাডের তড়িৎ বিশ্লেষণের সূত্র	187	সমযোজী বন্ধন	17

সান্দুতা	159	স্যাপোনিফিকেশন মান	163
সান্দুতা সূচক	160	হ	
সেকেন্ডারি কোষ	194	হাইজেনবাগের অনিশ্চয়তার নীতি	6
সোডা চুন পদ্ধতি	60	হাইড্রোজেন বন্ধন	25
সৌর কোষ	198	হন্তের সর্বাধিক গুণের নিয়ম	10
স্ট্রিনিং	71	হেমাটাইট আকরিক থেকে লোহা নিষ্কাশন	104