सत्यमेव जयते

ভারতের সংবিধান

প্রস্তাবনা

“আমরা, ভারতের জনগণ, ভারতকে সার্বভৌম, সমাজতান্ত্রিক, ধর্মনিরপেক্ষ, গণতান্ত্রিক, সাধারণতন্ত্ররূপে গড়ে তুলতে এবং তার সকল নাগরিকই যাতে সামাজিক, অর্থনৈতিক ও রাজনৈতিক, ন্যায়বিচার, চিন্তা, মতপ্রকাশ, বিশ্বাস, ধর্ম এবং উপাসনার স্বাধীনতা, সামাজিক প্রতিষ্ঠা অর্জন ও সুযোগের সমতা প্রতিষ্ঠা এবং তাদের সকলের মধ্যে ব্যক্তির মর্যাদা এবং জাতীয় ঐক্য ও সংহতি সুনিশ্চিতকরণের মাধ্যমে তাদের মধ্যে যাতে ভ্রাতৃত্বের ভাব গড়ে ওঠে তার জন্য সত্যনিষ্ঠার সঙ্গে শপথ গ্রহণ করে, আমাদের গণপরিষদে আজ, ১৯৪৯ সালের ২৬ নভেম্বর, এতদ্দ্বারা এই সংবিধান গ্রহণ, বিধিবদ্ধ এবং নিজেদের অর্পন করছি।”

Constitution of India

Part IV A (Article 51 A)

Fundamental Duties

It shall be the duty of every citizen of India —

(a) to abide by the Constitution and respect its ideals and institutions, the National Flag and the National Anthem;

(b) to cherish and follow the noble ideals which inspired our national struggle for freedom;

(c) to uphold and protect the sovereignty, unity and integrity of India;

(d) to defend the country and render national service when called upon to do so;

(e) to promote harmony and the spirit of common brotherhood amongst all the people of India transcending religious, linguistic and regional or sectional diversities; to renounce practices derogatory to the dignity of women;

(f) to value and preserve the rich heritage of our composite culture;

(g) to protect and improve the natural environment including forests, lakes, rivers, wildlife and to have compassion for living creatures;

(h) to develop the scientific temper, humanism and the spirit of inquiry and reform;

(i) to safeguard public property and to abjure violence;

(j) to strive towards excellence in all spheres of individual and collective activity so that the nation constantly rises to higher levels of endeavour and achievement;

*** (k) who is a parent or guardian, to provide opportunities for education to his child or, as the case may be, ward between the age of six and fourteen years.**

Note: The Article 51A containing Fundamental Duties was inserted by the Constitution (42nd Amendment) Act, 1976 (with effect from 3 January 1977).

**(k) was inserted by the Constitution (86th Amendment) Act, 2002 (with effect from 1 April 2010).Constitution of India.*

দ্বাদশ শ্রেণির পাঠ্যবই

রসায়ন

দ্বিতীয় ভাগ

প্রস্তুতকরণ

জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ, নতুন দিল্লি ।

অনুবাদ ও অভিযোজন

রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ, ত্রিপুরা সরকার ।

© এন সি ই আর টি কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত।

এন সি ই আর টি অনুমোদিত
প্রথম বাংলা সংস্করণ-
প্রথম প্রকাশ- মার্চ, ২০২০

দ্বাদশ শ্রেণির পাঠ্যবই
এন সি ই আর টি-র
Chemistry Part-II পাঠ্যপুস্তকের
২০১৭ সালের পুনর্মুদ্রণের অনূদিত সংস্করণ।

প্রচ্ছদ : সুদীপ দাস

অক্ষর বিন্যাস : সুদীপ দাস

মূল্য: ১৩০ টাকা মাত্র

মুদ্রক : সত্যযুগ এমপ্লয়িজ কো-অপারেটিভ
ইন্ডাস্ট্রিয়াল সোসাইটি লিমিটেড
১৩ প্রফুল্ল সরকার স্ট্রিট, কলকাতা-৭২

প্রকাশক
অধিকর্তা
রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ, ত্রিপুরা।

ভূমিকা

২০০৬ সাল থেকে রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ প্রথম থেকে অষ্টম শ্রেণি পর্যন্ত প্রাথমিক ও উচ্চপ্রাথমিক স্তরের পাঠ্যপুস্তকের মুদ্রণ ও প্রকাশের দায়িত্ব পালন করে আসছে।

রাজ্যের বিদ্যালয়স্তরে উন্নত ও সমৃদ্ধতর পাঠ্যক্রম চালু করার লক্ষ্যে ত্রিপুরা রাজ্য শিক্ষা দপ্তরের প্রচেষ্টায় প্রথম থেকে অষ্টম, নবম ও একাদশ শ্রেণির জন্য ২০১৯ শিক্ষাবর্ষ থেকে জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদের (এন সি ই আর টি) পাঠ্যপুস্তকসমূহ গ্রহণ করার সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

বাংলা বিষয় ছাড়া অন্যান্য বিষয়গুলোর জন্য জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদের প্রকাশিত পুস্তকগুলোর অনূদিত ও অভিযোজিত সংস্করণ ২০১৯ সালে প্রথম প্রকাশ করা হয় এবং এ বছর ওইসব পুস্তকগুলোর পুনর্মুদ্রণ করা হল। পাশাপাশি দশম ও দ্বাদশ শ্রেণির বাংলা বিষয় ছাড়া অন্যান্য বিষয়গুলোর জন্য জাতীয় শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদের প্রকাশিত পুস্তকগুলোর অনূদিত ও অভিযোজিত সংস্করণ ২০২০ শিক্ষাবর্ষে প্রথম প্রকাশ করা হয়। এখানে উল্লেখ্য যে, বাংলা বিষয়ে পাঠ্যপুস্তক রচনা ও প্রকাশনার দায়িত্বও রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ পালন করে আসছে।

বিশাল এই কর্মকাণ্ডে যেসব শিক্ষক-শিক্ষিকা, অধ্যাপক-অধ্যাপিকা, শিক্ষাবিদ, অনুবাদক, অনুলেখক, মুদ্রণকর্মী ও শিল্পীরা আমাদের সঙ্গে থেকে নিরলসভাবে অক্লান্ত পরিশ্রমে এই উদ্যোগ বাস্তবায়িত করেছেন তাদের সবাইকে সকৃতজ্ঞ ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

প্রকাশিত এই পাঠ্যপুস্তকটির উৎকর্ষ ও সৌন্দর্য বৃদ্ধির জন্য শিক্ষানুরাগী ও গুণীজনের মতামত ও পরামর্শ বিবেচিত হবে।

উত্তম কুমার চাকমা
অধিকর্তা
রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ
ত্রিপুরা।

আগরতলা
মার্চ, ২০২০

উপদেষ্টা

১। ড. অর্ণব সেন, সহ অধ্যাপক, এন ই আর আই ই, শিলং, এন সি ই আর টি।

২। ড. অরূপ কুমার সাহা, সহ অধ্যাপক, আর আই ই, ভুবনেশ্বর, এন সি ই আর টি।

পুস্তকটি যাঁরা অনুবাদ করেছেন

১। শৈবাল রায় (শিক্ষক)

২। সুভাষ চন্দ্র দাস (শিক্ষক)

৩। গৌতম রায় বর্মন (শিক্ষক)

ভাষা পরিমার্জনায় ঃ

১। এমেলী নাগ (শিক্ষিকা)

২। গৌতম রুদ্র পাল (শিক্ষক)

৩। বিশ্বনাথ রায় (শিক্ষক)

FOREWORD

The National Curriculum Framework (NCF), 2005 recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change in school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calender so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard

work done by the textbook development committee responsible for this book. We wish to thank the Chairperson of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor B. L. Khandelwal for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director

New Delhi — National Council of Educational

20 November 2006 — Research and Training

PREFACE

Chemistry has made a profound impact on the society. It is intimately linked to the well-being of human kind. The rate of advancements in chemistry is so high that curriculum developers continuously look for strategies to cope with these advancements. Also, the students have to be inspired to be the future leaders who would make fundamental contributions. The present textbook is a sincere effort in this direction.

The textbook, presented in two parts, comprises of sixteen Units. Although the titles of various Units indicate a sort of compartmentalisation into physical, inorganic and organic chemistry, readers will find that these sub-disciplines have been intermingled, at least to a certain extent, to have a unified approach to the subject. First nine Units covering physical and inorganic chemistry portions are included in Part I while organic chemistry portion comprising of seven Units is included in Part II of the book. The approach of presentation of the subject matter discourages students from rote memorisation. The subject has in fact, been organised around the laws and principles of chemistry. As students master these laws and principles, they will soon get to the point where they can predict much of what will come.

Efforts have been directed towards making the subject stimulating and exciting by references to the historical developments and its usefulness to our lives, wherever appropriate. The text is well illustrated with examples from surrounding environment to facilitate grasping of the qualitative and quantitative aspects of the concept easily. Physical data are given in SI units throughout the book to make comparison of various properties easier. IUPAC system of nomenclature has been followed along with the common names. Structural formulae of chemical compounds showing functional/coordinating groups in different colours are drawn using electronic system. Each Unit has a good number of examples, as illustrations, with their solutions and some intext questions, the answers of some of which are given at the end of the Unit. The end of Unit exercises are designed to apply important principles and provoke thinking process to solve them. Answers of some of these exercises are given at the end of the book.

A variety of materials, e.g., biographical sketches of some scientists, additional information related to a particular topic, etc., is given in boxes with a deep yellow coloured bar. This boxed material with a 'deep yellow bar' is to bring additional life to the topic. However, it is non-evaluative. The structures of some of the more complex compounds incorporated in the book are for understanding their chemistry. As their reproduction would lead to memorisation, it is also a non-evaluative portion of the text.

The information part has been significantly reduced and, wherever possible, it has been substantiated with facts. However, it is necessary for students to be aware of commercially important chemicals, their processes of manufacture and sources of raw materials. This leads to descriptive material in the book. Attempts have been made to make descriptions of such compounds interesting by considering their structures and reactivity. Thermodynamics, kinetics and electrochemical aspects have been applied to a few chemical reactions which should be beneficial to students for understanding why a particular reaction happened and why a particular property is exhibited by the product. There is currently great awareness of environmental and energy issues which are directly related to chemistry. Such issues have been highlighted and dealt with at appropriate places in the book.

A team of experts constituted by the NCERT has developed the manuscript of the book. It gives me great pleasure to acknowledge the valuable contribution of all the members of this team. I also acknowledge the valuable and relentless contribution of the editors in bringing the book to the present shape. I also acknowledge with thanks the dedicated efforts and valuable contribution of Professor Brahm Parkash, who not only coordinated the entire programme but also actively involved in writing and editing of this book. Thanks are also due to the participating teachers and subject experts of the review workshop for their contribution, which has helped us to make the book learner friendly. Also, I thank the technical and administrative staff of the NCERT for their support in the entire process.

The team of this textbook development programme hopes that the book stimulates its readers and makes them feel the excitement and fascination for this subject. Efforts have been made to bring out this book error-free. Nevertheless, it is recognised that in a book of this complexity, there could inevitably be occasional errors. It will always be a pleasure to hear about them from readers to take necessary steps to rectify them.

B.L. KHANDELWAL

Textbook Development Committee

Chairman, Advisory Group for Textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Professor Emeritus*, *Chairman*, Advisory Committee, Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Ganeshkhind, Pune University Campus, Pune

Chief Advisor

B.L. Khandelwal, *Professor*, *Director*, Disha Institute of Management and Technology, Raipur, Chhattisgarh. Formerly *Chairman*, Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, New Delhi

Members

A.S. Brar, *Professor*, Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, New Delhi

A.Q. Contractor, *Professor*, Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, Powai, Mumbai

Alka Mehrotra, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Anjni Koul, *Lecturer*, DESM, NCERT, New Delhi

Brahm Parkash, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

I.P. Agarwal, *Professor*, DESM, Regional Institute of Education, NCERT, Bhopal, M.P.

K.K. Arora, *Reader*, Department of Chemistry, Zakir Hussain College, University of Delhi, New Delhi

K.N. Upadhayaya, *Head* (Retired), Department of Chemistry, Ramjas College, Delhi University, Delhi

Kavita Sharma, *Lecturer*, DEE, NCERT, New Delhi

M.P. Mahajan, *Professor*, Department of Chemistry, Guru Nanak Dev University, Amritsar, Punjab

M.L. Agarwal, *Principal* (Retired), Kendriya Vidyalaya, Jaipur, Rajasthan

Puran Chand, *Professor*, *Joint Director* (Retired), CIET, NCERT, New Delhi

R.A. Verma, *Vice Principal*, Shaheed Basant Kumar Biswas Sarvodaya Vidyalaya, Civil Lines, New Delhi

R.K. Verma, *Professor*, Department of Chemistry, Magadh University, Bihar

R.K. Prashar, *Lecturer*, DESM, NCERT, New Delhi

R.S. Sindhu, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

S.K. Gupta, *Reader*, School of Studies in Chemistry, Jiwaji University, Gwalior, M.P.

S.K. Dogra, *Professor*, Dr B.R. Ambedkar Centre for Biomedical Research, University of Delhi, Delhi

Sarabjeet Sachdeva, *PGT*, (Chemistry), St. Columbas School, New Delhi

S. Badhwar, *Lecturer*, The Daly College, Indore, M.P.

V.N. Pathak, *Professor*, Department of Chemistry, University of Rajasthan, Jaipur, Rajasthan

Vijay Sarda, *Reader*, Department of Chemistry, Zakir Hussain College, University of Delhi, New Delhi

V.K. Verma, *Professor*, (Retired), Institute of Technology, Banaras Hindu University, Varanasi, U.P.

V.P. Gupta, *Professor*, DESM, Regional Institute of Education, NCERT, Bhopal, M.P.

MEMBER-COORDINATOR

Brahm Parkash, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

ACKNOWLEDGMENTS

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) gratefully acknowledges the valuable contributions of the individuals and organisations involved in the development of Chemistry textbook for Class XII. The acknowledgements are also due to the following practicing teachers and subject experts for reviewing the draft manuscript and giving useful suggestions for its improvement in a workshop: Dr D.S. Rawat, Department of Chemistry, University of Delhi, Delhi; Dr Mahendra Nath, *Reader,* Chemistry Department, University of Delhi, Delhi; Dr Sulekh Chandra, *Reader,* Zakir Hussain College, New Delhi; Ms Ameeta K., *PGT* (Chemistry), Vidyalaya No. 3, Patiala Cantt (Pb.); Dr G.T. Bhandge, *Professor* and *Head,* DESM, Regional Institute of Education, Mysore; Dr Neeti Misra, *Senior Lecturer,* Department of Chemistry, Acharya Narendra Dev College, New Delhi; Dr S.P.S. Mehta, Department of Chemistry, Kumaun University, Nainital (UA); Dr N.V.S. Naidu, *Assistant Professor* (Chemistry), SVU College of Mathematics and Physical Sciences, S.V. University, Tirupati (A.P.); Dr A.C. Handa, Hindu College, Delhi University, Delhi; Dr A.K. Vashishtha, G.B.S.S.S. Jafrabad, Delhi; Dr Charanjit Kaur, *Head,* Department of Chemistry, Sri Sathya Sai College for Women, Bhopal, P.O. Habibganj; Ms Alka Sharma, *PGT* (Chemistry), S.L.S. DAV Public School, Mausam Vihar, Delhi; Dr H.H. Tripathy, *Reader* (Retired), Regional Institute of Education, Bhubaneswar; Shri C.B. Singh, *PGT* (Chemistry), Kendriya Vidyalaya No. 2, Delhi Cantt, Delhi; and Dr Sunita Hooda, Acharya Narendra Dev College, Delhi University, New Delhi.

The Council also thanks Professor B.L. Khandelwal, Professor Brahm Parkash, Dr K.K. Arora, Dr Vijay Sarda and Professor R.S. Sindhu, members of the Textbook Development Committee for editing the manuscript and bringing it to the present shape.

The Council also acknowledges the contributions of Shri Vijay Singh, Narender Verma and Vijay Kaushal *DTP Operators and* Dr K.T. Chitralekha, *Copy Editor* in shaping this book. The efforts of the Publication Department, NCERT are also duly acknowledged.

রসায়ন (প্রথম ভাগ)-এর বিষয়সমূহ

Unit 1	পদার্থের কঠিন অবস্থা	1
Unit 2	দ্রবণ	35
Unit 3	তড়িৎরসায়ন	65
Unit 4	রাসায়নিক গতিবিদ্যা	95
Unit 5	পৃষ্ঠতলীয় রসায়ন	123
Unit 6	মৌলিক পৃথকীকরণের সাধারণ নীতি ও পদ্ধতি সমূহ	149
Unit 7	*p*-ব্লক মৌলসমূহ	170
Unit 8	*d* -এবং *f* -ব্লক মৌল	215
Unit 9	সবর্গীয় যৌগ	244
	পরিশিষ্ট	268
	অনুশীলনীর কিছু প্রশ্নাবলির উত্তরমালা	281
	Index	285

সূচিপত্র

অধ্যায় 10	**হ্যালোঅ্যালকেন এবং হ্যালোঅ্যারিন**		**289**
	10.1	শ্রেণিবিন্যাস	290
	10.2	নামকরণ	291
	10.3	C–X বন্ধনের প্রকৃতি	293
	10.4	হ্যালোঅ্যালকেনের প্রস্তুতির পদ্ধতিসমূহ	294
	10.5	হ্যালোঅ্যারিন প্রস্তুতি	296
	10.6	ভৌত ধর্মাবলি	297
	10.7	রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ	299
অধ্যায় 11	**অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথার সমূহ**		**323**
	11.1	শ্রেণিবিন্যাস	324
	11.2	নামকরণ	325
	11.3	কার্যকরী মূলকসমূহের গঠন	328
	11.4	অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহ	329
	11.5	বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপুর্ণ অ্যালকোহলসমূহের কয়েকটি	344
	11.6	ইথারসমূহ	345
অধ্যায় 12	**অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড সমূহ**		**357**
	12.1	কার্বনিল মূলকের নামকরণ এবং গঠন	358
	12.2	অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের প্রস্তুতি	361
	12.3	ভৌত ধর্মাবলি	365
	12.4	রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ	366
	12.5	অ্যালডিহাইড এবং কিটোন সমূহের ব্যবহারিক প্রয়োগ	373
	12.6	কার্বোক্সিল মূলকের নামকরণ এবং গঠন	374
	12.7	কার্বোক্সিল অ্যাসিডসমূহের প্রস্তুতির পদ্ধতি সমূহ	375
	12.8	ভৌত ধর্মাবলি	379
	12.9	রাসায়নিক বিক্রিয়া সমূহ	379
	12.10	কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের ব্যবহার	384

অধ্যায় 13	**অ্যামিন সমূহ**		**389**
	13.1	অ্যামিনের গঠন	389
	13.2	শ্রেণিবিন্যাস	390
	13.3	নামকরণ	390
	13.4	অ্যামিনের প্রস্তুতি	392
	13.5	ভৌত ধর্মাবলি	395
	13.6	রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ	396
	13.7	ডায়াজোনিয়াম লবন প্রস্তুতির পদ্ধতি	404
	13.8	ভৌত ধর্মাবলি	405
	13.9	রাসায়নিক ধর্মাবলি	405
	13.10	অ্যারোমেটিক যৌগের সংশ্লেষনে ডায়াজোনিয়াম লবণের গুরুত্ব	406
অধ্যায় 14	**জীব অণু**		**411**
	14.1	কার্বোহাইড্রেট	411
	14.2	প্রোটিন	420
	14.3	এনজাইম	425
	14.4	ভিটামিন	425
	14.5	নিউক্লিক অ্যাসিড	427
	14.6	হরমোন	430
অধ্যায় 15	**পলিমার**		**433**
	15.1	পলিমারসমূহের শ্রেণিবিন্যাস	434
	15.2	পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার প্রকার ভেদ	436
	15.3	পলিমারের আণবিক ভর	443
	15.4	জৈববিশ্লেষ্য পলিমার	443
	15.5	পলিমারের বাণিজ্যিক গুরুত্ব	444
অধ্যায় 16	**প্রাত্যহিক জীবনে রসায়ন**		**447**
	16.1	ড্রাগসমূহ এবং এদের শ্রেণিবিন্যাস	447
	16.2	ড্রাগ-ড্রাগের লক্ষ্যবস্তুর অণুর মিথষ্ক্রিয়া	448
	16.3	চিকিৎসাক্ষেত্রে বিভিন্ন শ্রেণির ড্রাগের কার্যকারিতা	451
	16.4	ভোজ্যবস্তুতে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ	457
	16.5	পরিষ্কারক পদার্থ সমূহ	458
অনুশীলনীর কিছু প্রশ্নের উত্তরমালা			**464**
Index			**469**

অধ্যায়

10

হ্যালোঅ্যালকেন এবং হ্যালোঅ্যারিন
Haloalkanes and Haloarenes

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা জানতে সক্ষম হবে—

- হ্যালোঅ্যালকেন এবং হ্যালোঅ্যারিনের প্রদত্ত গঠন আকৃতির থেকে IUPAC পদ্ধতিতে এদের নামকরণ করতে।
- হ্যালোঅ্যালকেন এবং হ্যালোঅ্যারিনের প্রস্তুতির বিক্রিয়াসমূহ বর্ণনা করতে এবং এদের দ্বারা সংঘটিত বিভিন্ন বিক্রিয়াগুলো বুঝতে।
- হ্যালোঅ্যালকেন এবং হ্যালোঅ্যারিনের বিভিন্ন ধরনের বিক্রিয়ার সাথে এদের গঠন আকৃতির সম্পর্ক স্থাপন করতে।
- বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল বোঝার জন্য স্টেরিওকেমিস্ট্রি প্রয়োগ করতে।
- জৈব ধাতব যৌগগুলোর ব্যবহারিক প্রয়োগের গুরুত্ব উপলব্ধি করতে।
- পলিহ্যালোজেন যৌগগুলোর পরিবেশগত প্রভাবসমূহের উপর আলোকপাত করতে।

মাটির ব্যাকটেরিয়াগুলোর দ্বারা বিয়োজিত হয় না বলে হ্যালোজেন যৌগগুলো পরিবেশে টিকে থাকতে পারে।

অ্যালিফ্যাটিক বা অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণু বা পরমাণু সমূহকে হ্যালোজেন পরমাণুসমূহের দ্বারা প্রতিস্থাপনের ফলে যথাক্রমে অ্যালকিল হ্যালাইড (হ্যালোঅ্যালকেন) এবং অ্যারাইল হ্যালাইড (হ্যালোঅ্যারিন) উৎপন্ন হয়। হ্যালো অ্যালকেনে হ্যালোজেন পরমাণু বা পরমাণুসমূহ অ্যালকিন মূলকের sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে, অপর পক্ষে হ্যালোঅ্যারিনে হ্যালোজেন পরমাণু বা পরমাণুসমূহ অ্যারাইল মূলকের sp^2 সংকরায়িত কার্বন বা পরমাণুসমূহের সাথে যুক্ত। হ্যালোজেন যুক্ত বহু জৈবযৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এবং এদের মধ্যে কিছু সংখ্যক চিকিৎসাগত ভাবে ব্যবহারযোগ্য। শিল্প কারখানায় এবং সেই সাথে দৈনন্দিন জীবনেও এই শ্রেণির যৌগ সমূহের বিশদ ব্যবহার রয়েছে। অপেক্ষাকৃত অধ্রুবীয় যৌগসমূহের দ্রাবক হিসাবে এবং বিশাল সংখ্যক জৈবযৌগের সংশ্লেষণে প্রারম্ভিক উপাদান হিসাবে এদের ব্যবহার করা হয়। জীবাণুর আক্রমণে সৃষ্ট টাইফয়েড জ্বরের চিকিৎসায়, ক্লোরিনযুক্ত, ক্লোরোমফিনিকল *(chloramphenicol)* অ্যান্টিবায়োটিকটি খুবই কার্যকরী। আমাদের শরীর আয়োডিনযুক্ত একটি হরমোন থাইরোক্সিন *(thyroxine)* উৎপন্ন করে, যার অভাবের কারণে গলগণ্ড *(goiter)* রোগ হয়। সংশ্লেষিত হ্যালোজেন যৌগ যেমন ক্লোরোকুইন ম্যালেরিয়ার চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়, হ্যালোথেন অস্ত্রোপচারের সময় চেতনানাশক রূপে ব্যবহৃত হয়। ফ্লুরিন দ্বারা সম্পূর্ণভাবে প্রতিস্থাপিত কিছু যৌগ অস্ত্রোপচারের সময় ব্যাপকভাবে রক্তের বিকল্প হিসাবে বিবেচিত হয়।

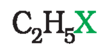
এই অধ্যায়ে তোমরা কিছু সংখ্যক গুরুত্বপূর্ণ জৈব হ্যালোজেন *(organohalogen)* যৌগসমূহের প্রস্তুতির পদ্ধতি, ভৌত এবং রাসায়নিক ধর্মাবলি এবং ব্যবহার সম্পর্কে অধ্যয়ন করবে।

10.1 শ্রেণিবিন্যাস

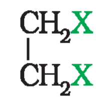
হ্যালোঅ্যালকেন এবং হ্যালোঅ্যারিনকে নিম্নলিখিতভাবে শ্রেণিবিভক্ত করা যায়ঃ

10.1.1 হ্যালোজেন পরমাণুর সংখ্যার উপর ভিত্তি করে

এদের গঠন আকৃতিতে উপস্থিত এক, দুই বা বহু সংখ্যক হ্যালোজেন পরমাণুর উপস্থিতির উপর নির্ভর করে এদের মনো, ডাই অথবা পলিহ্যালোজেন (ট্রাই, টেট্রা ইত্যাদি) যৌগে শ্রেণিবিভক্ত করা যায়। উদাহরণ স্বরূপ—

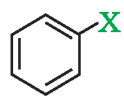


মনোহ্যালোঅ্যালকেন

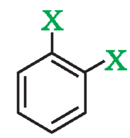


ডাইহ্যালোঅ্যালকেন

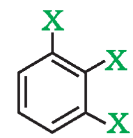
ট্রাইহ্যালোঅ্যালকেন



মনোহ্যালোঅ্যারিন



ডাইহ্যালোঅ্যারিন



ট্রাইহ্যালোঅ্যারিন

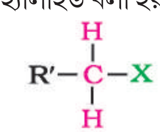
হ্যালোজেন পরমাণুটি যে কার্বন পরমাণুতে যুক্ত থাকে, এর সংকরায়ন অনুসারে মনোহ্যালোঅ্যালকেনকে পুনরায় শ্রেণিবিভক্ত করা যায় যা নীচে আলোচনা করা হল।

10.1.2 sp^3 C—X বন্ধন যুক্ত যৌগ (X= F, Cl, Br, I)

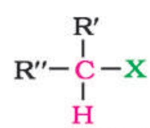
এই শ্রেণিতে অন্তর্ভুক্ত যৌগগুলো হল:

(a) ***অ্যালকিল হ্যালাইড অথবা হ্যালোঅ্যালকিন (R—X)ঃ***

অ্যালকিল হ্যালোইডে, হ্যালোজেন পরমাণুটি অ্যালকিল মূলকের ***(R)*** সাথে যুক্ত। এরা একটি সমগণীয় শ্রেণি গঠন করে যা C_nH_{2n+1} দ্বারা প্রকাশ করা হয়। হ্যালোজেন পরমাণুটি যে কার্বন পরমাণুতে যুক্ত তার প্রকৃতির উপর নির্ভর করে এদের পুনরায় প্রাইমারি, সেকেন্ডারি অথবা টারসিয়ারি যৌগে শ্রেণিবিভক্ত করা যায়। যদি হ্যালোজেন পরমাণুটি যদি অ্যালকিল হ্যালাইডের প্রাইমারি কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে তবে এই সকল অ্যালকিল হ্যালাইডকে প্রাইমারি অ্যালকিল হ্যালাইড বা 1° অ্যালকিল হ্যালাইড বলে। অনুরূপে যদি হ্যালজেন পরমাণুটি সেকেন্ডারি বা টারসিয়ারি কার্বন পরমাণুতে যুক্ত থাকে তবে এই সকল অ্যালকিল হ্যালাইডগুলোকে যথাক্রমে সেকেন্ডারি অ্যালকিল হ্যালাইড এবং টারসিয়ারি অ্যালকিল হ্যালাইড বলা হয়।



প্রাইমারি (1°)

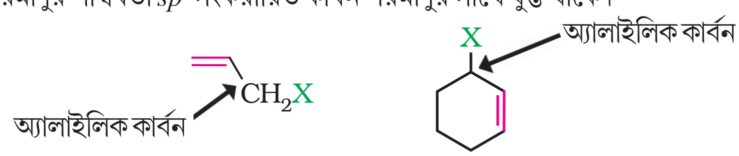


সেকেন্ডারি (2°)

টারসিয়ারি (3°)

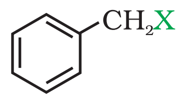
(b) *অ্যালাইলিক হ্যালাইডঃ*

এই সকল যৌগগুলোতে হ্যালোজেন পরমাণুটি কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন (C=C) অর্থাৎ অ্যালাইলিক কার্বন পরমাণুর পার্শ্ববর্তী sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।

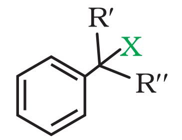


(c) *বেঞ্জাইলিক হ্যালাইডঃ*

এই সকল যৌগগুলোতে হ্যালোজেন পরমাণুটি অ্যারোমেটিক বলয়ের সাথে সংযুক্ত sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।



(1°)



R′ = CH_3, R″ = H (2°)

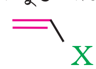
R′ = R″ = CH_3 (3°)

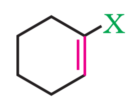
10.1.3 sp^2 C—X বন্ধন যুক্ত যৌগ

এই শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত যৌগগুলো হল ঃ

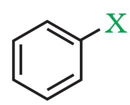
(a) ভিনাইলিক হ্যালাইড ঃ

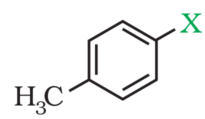
এই সকল যৌগগুলোতে হ্যালোজেন পরমাণুটি কার্বন–কার্বন (C = C) দ্বিবন্ধনের sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।





(b) এই সকল যৌগগুলোতে হ্যালোজেন পরমাণুটি সরাসরি অ্যারোমেটিক বলয়ের sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।





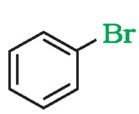
10.2 নামকরণ (Nomenclature)

হ্যালোজেন যুক্ত যৌগের শ্রেণির বিন্যাস শিখে নেওয়ার পর, চলো এখন আমরা কীভাবে এদের নামকরণ করা হয় তা শিখি। অ্যালকিল মূলকের নাম লেখার পর হ্যালাইডের নাম লিখে অ্যালকিল হ্যালাইডের প্রচলিত নামটি লেখা হয়। নামকরণের IUPAC পদ্ধতিতে অ্যালকিল হ্যালাডের নামকরণ হ্যালো প্রতিস্থাপিত হাইড্রোকার্বন অনুসারে করা হয়। একটি হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিনের জাতকগুলোর প্রচলিত নাম এবং IUPAC নাম একই হয়। দ্বি হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত জাতকের ক্ষেত্রে প্রচলিত পদ্ধতিতে নামকরণের ক্ষেত্রে উপসর্গ (prefixes) রূপে *o*-, *m*-, *p*- ব্যবহার করা হয়, কিন্তু IUPAC পদ্ধতিতে 1,2; 1,3 এবং 1,4 সংখ্যা ব্যবহার করা হয় যা তোমরা একাদশ শ্রেণিতে দ্বাদশ অধ্যায়ে পড়েছ।

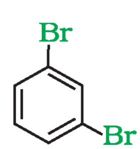
$CH_3CH_2CH_2Br$
প্রচলিত নাম : n- প্রোপাইল ব্রোমাইড
IUPAC নাম : 1-ব্রোমোপ্রোপেন

$H_3C-CH(Cl)-CH_3$
আইসোপ্রোপাইল ক্লোরাইড
2- ক্লোরোপ্রোপেন

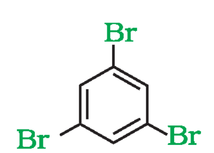
$H_3C-CH(CH_3)-CH_2Cl$
আইসোবিউটাইল ক্লোরাইড
1 ক্লোরো- 2-মিথাইল প্রোপেন



প্রচলিত নাম : ব্রোমোবেঞ্জিন
IUPAC নাম : ব্রোমোবেঞ্জিন



প্রচলিত নাম : m- ডাইব্রোমোবেঞ্জিন
1, 3-ডাইব্রোমোবেঞ্জিন



***sym*- ট্রাইব্রোমোবেঞ্জিন**
1, 3-ট্রাই ব্রোমোবেঞ্জিন

$H_3C-C(CH_3)_2-CH_2-Cl$
IUPAC নাম : 1-ক্লোরো-2, 2- ডাইমিথাইল প্রোপেন

$H_3C-CH(Br)-CH_3$
2- ব্রোমোপ্রোপেন

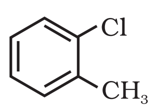
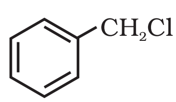
ডাইহ্যালোঅ্যালকেনে একই ধরনের হ্যালোজেন পরমাণু থাকলে এদের অ্যালকিলিডিন অথবা অ্যালকিলিন ডাই হ্যালাইড বলে। ডাইহ্যালো যৌগের উভয় হ্যালোজেন পরমাণু যখন কার্বন শৃঙ্খলের একই কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে তখন এদের জেমিন্যালডাইহ্যালাইড বা জেম্-ডাইহ্যালাইড এবং

যখন দুটো হ্যালোজেন পরমাণু পার্শ্ববর্তী দুটো কার্বন পরমাণুতে উপস্থিত থাকে তখন এদের ভিসিন্যাল অথবা ভিস্‌ডাইহ্যালাইড হিসাবে পুনরায় শ্রেণিবিভক্ত করা হয়। প্রচলিত নামকরণ পদ্ধতিতে জেম-ডাই হ্যালাইডকে অ্যালকিলিডিন হ্যালাইড এবং ভিস্-ডাই হ্যালাইডকে অ্যালকিলিন ডাই হ্যালাইড রূপে নামকরণ করা হয়। IUPAC পদ্ধতিতে এদের ডাইহ্যালোঅ্যালকেন হিসাবে নামকরণ করা হয়।

	$H_3C-CHCl_2$	$H_2C(Cl)-CH_2(Cl)$
প্রচলিত নাম :	ইথিলিডিন ক্লোরাইড (জেম-ডাইহ্যালাইড)	ইথিলিন ডাইক্লোরাইড (ভিস্-ডাইহ্যালাইড)
IUPAC নাম :	1, 1- ডাইক্লোরোইথেন	1, 2- ডাইক্লোরোইথেন

হ্যালোযৌগের কয়েকটি সাধারণ উদাহরণ সারণি 10.1 এ উল্লেখ করা হল।

সারণি 10.1: কয়েকটি হ্যালাইডের প্রচলিত এবং IUPAC নাম

Structure	Common name	IUPAC name
$CH_3CH_2CH(Cl)CH_3$	সেক্ বিউটাইল ক্লোরাইড	2-ক্লোরোবিউটেন
$(CH_3)_3CCH_2Br$	নিউ-পেন্টাইল ব্রোমাইড	1-ব্রোমো-2, 2-ডাই মিথাইল প্রোপেন
$(CH_3)_3CBr$	ট্রার্ট্-বিউটাইল ব্রোমাইড	2-ব্রোমো-2-মিথাইল প্রোপেন
$CH_2=CHCl$	ভিনাইল ব্রোমাইড	ক্লোরোইথিন
$CH_2=CHCH_2Br$	অ্যালাইল ব্রোমাইড	3-ব্রোমোপ্রোপেন
	*o*-ক্লোরোটলুইন	1-ক্লোরো -2-মিথাইলবেঞ্জিন অথবা 2-ক্লোরোটলুইন
	বেঞ্জাইল ক্লোরাইড	ক্লোরোফিনাইলমিথেন
CH_2Cl_2	মিথিলিন ক্লোরাইড	ডাই ক্লোরোমিথেন
$CHCl_3$	ক্লোরোফর্ম	ট্রাই ক্লোরোমিথেন
$CHBr_3$	ব্রোমোফর্ম	টেট্রাব্রোমোমিথেন
CCl_4	কার্বন টেট্রাক্লোরাইড	টেট্রা ক্লোরোমিথেন
$CH_3CH_2CH_2F$	n-প্রোপাইল ফ্লুরাইড	1-ফ্লুরো প্রোপেন

নমুনা প্রশ্ন 10.1 $C_5H_{11}Br$. আণবিক সংকেত বিশিষ্ট আটটি গঠনগত সমাবয়বীর গঠন সংকেত লেখো। IUPAC পদ্ধতিতে প্রত্যেকটির নাম লেখো এবং এদের প্রাইমারি, সেকেন্ডারি বা টারসিয়ারি ব্রোমাইড হিসাবে শ্রেণিবিভক্ত করো।

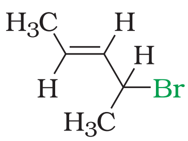
সমাধান

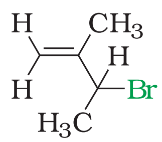
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Br$ 1-ব্রোমোপেন্টেন (1^o)
$CH_3CH_2CH_2CH(Br)CH_3$ 2-ব্রোমোপেন্টেন (2^o)
$CH_3CH_2CH(Br)CH_2CH_3$ 3-ব্রোমোপেন্টেন (2^o)
$(CH_3)_2CHCH_2CH_2Br$ 1-ব্রোমো-3-মিথাইল বিউটেন (1^o)

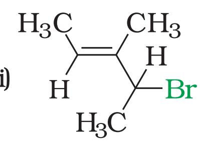
$(CH_3)_2CHCHBrCH_3$	2-ব্রোমো-3-মিথাইল বিউটেন (2°)
$(CH_3)_2CBrCH_2CH_3$	2-ব্রোমো-2-মিথাইল বিউটেন (3°)
$CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Br$	1-ব্রোমো-2-মিথাইল বিউটেন (1°)
$(CH_3)_3CCH_2Br$	1-ব্রোমো-2, 2-ডাই মিথাইল প্রোপেন (1°)

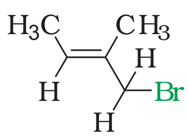
নমুনা প্রশ্ন 10.2

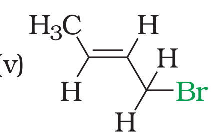
নিম্নলিখিত যৌগগুলোর IUPAC নাম লেখো :

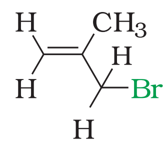
(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

(v) 

(vi) 

সমাধান

(i) 4-ব্রোমোপেন্ট-2-ইন (ii) 3-ব্রোমো-2-মিথাইলবিউট-1-ইন
(iii) 4-ব্রোমো-3-মিথাইলপেন্ট-2-ইন (iv) 1-ব্রোমো-2-মিথাইলবিউট-2-ইন
(v) 1-ব্রোমোবিউট-2-ইন (vi) 3-ব্রোমো-2-মিথাইল প্রোপিন

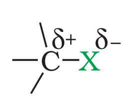
বিষয় ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

10.1 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গঠন সংকেত লেখো ঃ

(i) 2-ক্লোরো-3-মিথাইল পেন্টেন
(ii) 1-ক্লোরো-4-মিথাইল সাইক্লোহেক্সেন
(iii) 4-ট্রাটবিউটাইল-3-আয়োডোহেপ্টেন
(iv) 1,4-ডাইব্রোমো বিউট-2- ইন
(v) 1-ব্রোমো-4-সেক্ বিউটাইল-2-মিথাইল বেঞ্জিন।

10.3 C-X বন্ধনের প্রকৃতি :

হ্যালোজেন পরমাণুগুলো কার্বন পরমাণু থেকে অধিক তড়িৎঋণাত্মক, ফলে অ্যালকিল হ্যালাইডে কার্বন-হ্যালোজেন বন্ধনটি ধ্রুবীয় প্রকৃতির হয় এবং কার্বন পরমাণু আংশিক ধনাত্মক আধানগ্রস্ত এবং হ্যালোজেন পরমাণু আংশিক ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত।



পর্যায় সারণির শ্রেণি বরাবর নীচের দিকে অগ্রসর হলে হ্যালোজেন পরমাণুগুলোর আকার বৃদ্ধি পায়। ফ্লুরিন পরমাণুটি ক্ষুদ্রতম এবং আয়োডিন পরমাণুটি বৃহত্তম হয়। তাই, কার্বন-হ্যালোজেন বন্ধন দূরত্ব C—F থেকে C—I পর্যন্ত ক্রমশ: বৃদ্ধি পায়। সারণি 10.2 তে কয়েকটি বিশেষ বন্ধনের বন্ধন দূরত্ব, বন্ধন এনথ্যালপি এবং দ্বিমেরু ভ্রামক দেওয়া হল।

সারণি 10.2: কার্বন-হ্যালোজেন (C—X) বন্ধন দূরত্ব, বন্ধন এনথ্যালপি এবং দ্বিমেরু ভ্রামক।

বন্ধন	বন্ধন দূরত্ব/pm	C-X বন্ধন এনথ্যালপি/$kJmol^{-1}$	দ্বীমেরু ভ্রামক/Debye
CH_3–F	139	452	1.847
CH_3– Cl	178	351	1.860
CH_3–Br	193	293	1.830
CH_3–I	214	234	1.636

10.4 হ্যালোঅ্যালকেনের প্রস্তুতির পদ্ধতি সমূহ (Methods of Preparation of Haloalkanes)

10.4.1 অ্যালকোহল থেকে

অ্যালকোহলগুলো সহজলভ্য হওয়ায় সাধারণত অ্যালকোহল থেকেই সর্বাধিক পরিমাণে অ্যালকিল হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয়। গাঢ় হ্যালোজেন অ্যাসিড, ফসফরাস হ্যালাইড বা থায়োনিল ক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলের হাইড্রোক্সিল মূলক হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। থায়োনিল ক্লোরাইডকে প্রাধান্য দেওয়া হয় কারন এই বিক্রিয়ায় অ্যালকিল হ্যালাইডের সাথে SO_2 এবং HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই দুটি গ্যাসীয় পদার্থ সহজে নির্গত হয় ফলে এই বিক্রিয়ায় বিশুদ্ধ অ্যালকিল হ্যালাইড পাওয়া যায়। HCl এর সাথে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় $ZnCl_2$ অনুঘটকের উপস্থিতির প্রয়োজন। টারসিয়ারি অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে, ঘরের তাপমাত্রায় অ্যালকোহলের সাথে গাঢ় HCl মিশিয়ে কেবলমাত্র ঝাঁকানোর মাধ্যমে বিক্রিয়াটি সংঘটিত করা হয়। অ্যালকিল ব্রোমাইডের প্রস্তুতির জন্য একে অ্যালকোহলীয় HBr (48%) সাথে ক্রমাগত ফোটানো হয়। 95% অর্থো ফসফরিক অ্যাসিডের মধ্যে অ্যালকোহলকে সোডিয়াম বা পটাসিয়াম আয়োডাইডের সাথে উত্তপ্ত করে R—I বেশি পরিমাণে প্রস্তুত করা যেতে পারে। একটি প্রদত্ত হ্যালোঅ্যাসিডের সাথে অ্যালকোহলগুলোর সক্রিয়তার ক্রমটি হল $3° > 2° > 1°$। ফসফরাস ট্রাই ব্রোমাইড এবং ট্রাইআয়োডাইড সাধারণত ঐ স্থানেই (বিক্রিয়া মিশ্রণে উৎপন্ন হয়) লাল ফসফরাসের সাথে যথাক্রমে ব্রোমিন এবং আয়োডিনের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন হয়।

$$R\text{–}OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} R\text{–}Cl + H_2O$$

$$R\text{–}OH + NaBr + H_2SO_4 \longrightarrow R\text{–}Br + NaHSO_4 + H_2O$$

$$3R\text{–}OH + PX_3 \longrightarrow 3R\text{–}X + H_3PO_3 \quad (X = Cl, Br)$$

$$R\text{–}OH + PCl_5 \longrightarrow R\text{–}Cl + POCl_3 + HCl$$

$$R\text{–}OH \xrightarrow[X_2=Br_2,I_2]{\text{লাল } P/X_2} R\text{–}X$$

$$R\text{–}OH + SOCl_2 \longrightarrow R\text{–}Cl + SO_2 + HCl$$

অ্যালকোহল দ্রবণের মধ্য দিয়ে শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস চালনা করে অথবা অ্যালকোহল এবং হ্যালোজেন অ্যাসিডের গাঢ় জলীয় দ্রবণের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে অ্যালকিল ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়।

অ্যারাইল হ্যালাইড প্রস্তুতির জন্য এই পদ্ধতিটি ব্যবহার করা যায় না কারণ ফেনলের মধ্যে কার্বন-অক্সিজেন বন্ধনটি আংশিক দ্বিবন্ধন চরিত্রের হয় এবং এক বন্ধন থেকে শক্তিশালী হওয়ায় সহজে ভাঙা যায় না। (একাদশ অধ্যায়, একাদশ শ্রেণি)।

10.4.2 হাইড্রোকার্বন থেকে

(I) মুক্তমূলক হ্যালোজেনেশন দ্বারা অ্যালকেন থেকে :

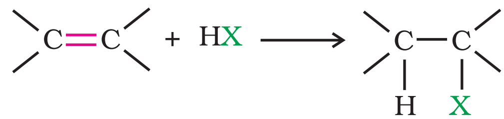
অ্যালকেনের মুক্ত মূলক ক্লোরিনেশন অথবা ব্রোমিনেশন বিক্রিয়ায় সমবায়বী মনো এবং পলিহ্যালোঅ্যালকেনের একটি জটিল মিশ্রণ উৎপন্ন হয় যা থেকে বিশুদ্ধ যৌগগুলোকে পৃথক করা কঠিন।

ফলস্বরূপ, উৎপন্ন যৌগগুলোর প্রত্যেকটির পরিমাণ কম হয় (ত্রয়োদশ অধ্যায়, একাদশ শ্রেণি)।

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow[\text{অথবা তাপ}]{Cl_2/UV\ \text{রশ্মি}} CH_3CH_2CH_2CH_2Cl + CH_3CH_2CHClCH_3$$

(II) অ্যালকিন থেকে :

(i) হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সংযোজন : অ্যালকিনকে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড, হাইড্রোজেন ব্রোমাইড অথবা হাইড্রোজেন আয়োডাইডের বিক্রিয়া করিয়ে সংশ্লিষ্ট অ্যালকিন হ্যালাইডে রূপান্তরিত করা হয়।



প্রোপিন দুটি বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন করে, যদিও কেবলমাত্র একটি বিক্রিয়াজাত পদার্থই মারকনিকবের নিয়ম অনুসারে মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ হয় (ত্রয়োদশ অধ্যায়, একাদশ শ্রেণি)।

$$CH_3CH = CH_2 + H\text{–}I \longrightarrow \underset{\text{গৌণ}}{CH_3CH_2CH_2I} + \underset{\text{মুখ্য}}{CH_3CHICH_3}$$

(ii) হ্যালোজেনের সংযোজন ঃ পরীক্ষাগারে অ্যালকিনের মধ্যে CCl_4 এ দ্রবীভূত ব্রোমিন দ্রবণ যোগ করলে ব্রোমিনের লালচে বাদামি বর্ণ বর্ণহীন হয়, কোনো অণুর মধ্যে দ্বিবন্ধনের উপস্থিতি শনাক্ত করার জন্য এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি। এরূপ সংযোজনের ফলে বর্ণহীন ভিস্ ডাইব্রোমাইডের সংশ্লেষণ হয় (ত্রয়োদশ অধ্যায়, একাদশ শ্রেণি)।

নমুনা প্রশ্ন 10.3

$(CH_3)_2CHCH_2CH_3$ এর মুক্ত মূলক মনোক্লোরিনেশনে উৎপন্ন সম্ভাব্য সকল মনোক্লোরো গঠনগত সমবায়ীগুলো চিহ্নিত করো।

সমাধান

প্রদত্ত অণুটিতে চারটি বিভিন্ন ধরনের হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। এই সকল হাইড্রোজেন পরমাণুগুলো প্রতিস্থাপনের ফলে নিম্নলিখিত যৌগগুলো পাওয়া যায়।

$(CH_3)_2CHCH_2CH_2Cl$ $\quad$ $(CH_3)_2CHCH(Cl)CH_3$

$(CH_3)_2C(Cl)CH_2CH_3$ $\quad$ $CH_3CH(CH_2Cl)CH_2CH_3$

10.4.3 হ্যালোজেন বিনিময় দ্বারা

অ্যালকেল ক্লোরাইডের/ব্রোমাইডের সাথে NaI এর বিক্রিয়ায় অ্যালকিল আয়োডাইড প্রায়ই শুষ্ক অ্যাসিটোনের উপস্থিতিতে প্রস্তুত করা হয়। এই বিক্রিয়াকে ফিংকেল স্টেইন বিক্রিয়া বলে।

$$R\text{–}X + NaI \longrightarrow R\text{–}I + NaX$$

$X = Cl, Br$

এভাবে প্রাপ্ত NaCl বা NaBr শুষ্ক অ্যাসিটোনে অধক্ষিপ্ত হয়। এটি লা-শাতেলিয়ারের নিয়ম অনুসারে সম্মুখ বিক্রিয়াকে সুগম করে।

AgF, Hg_2F_2, CoF_2 অথবা SbF_3. এর মতো ধাতব ফ্লুরাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিল ক্লোরাইড/ব্রোমাইডকে উত্তপ্ত করে অ্যালকিল ফ্লুরাইডের সংশ্লেষণ সর্বোত্তমভাবে সম্পন্ন করা হয়। এই

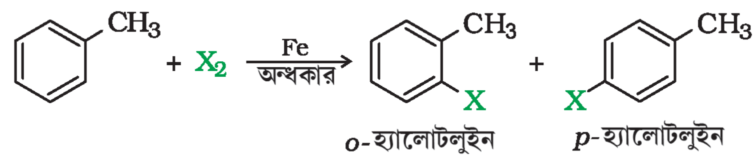
বিক্রিয়াটিতে সোয়ার্টস বিক্রিয়া বলে।

$$H_3C-Br + AgF \longrightarrow H_3C-F + AgBr$$

10.5 হ্যালোঅ্যারিন প্রস্তুতি (Preparation of Haloarenes)

(i) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন দ্বারা হাইড্রোকার্বন থেকেঃ

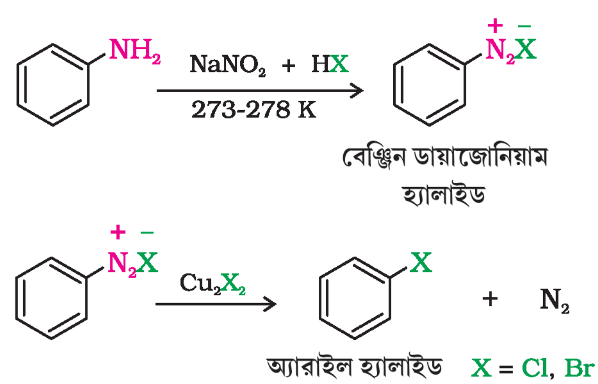
আয়রন বা আয়রন (III) ক্লোরাইডের মতো লুইস অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে ক্লোরিন এবং ব্রোমিন দ্বারা অ্যারিনের ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে যথাক্রমে অ্যারাইল ক্লোরাইড এবং ব্রোমাইড সহজে প্রস্তুত করা যায়।



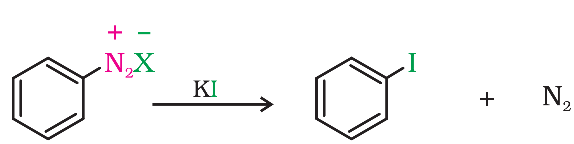
আর্থো এবং প্যারা সমবায়বীগুলোকে সহজে আলাদা করা যায় কারণ এদের স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য বেশি। আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়াটি উভধর্মী প্রকৃতির হয় এবং আয়োডেনেশনের সময় উৎপন্ন HI কে জারণের জন্য জারক দ্রব্যের (HNO_3, HIO_4) উপস্থিতির প্রয়োজন। ফ্লুরিনের অধিক রাসায়নিক সক্রিয়তার কারণে এই পদ্ধতিতে ফ্লুরোযৌগসমূহ প্রস্তুত করা যায় না।

(ii) স্যান্ডামায়ার বিক্রিয়ার দ্বারা অ্যামিন থেকে ঃ

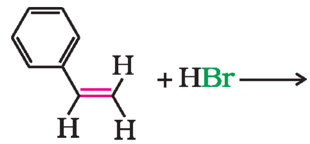
যখন খনিজ অ্যাসিডের ঠান্ডা জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত বা নিলম্বিত প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিনকে সোডিয়াম নাইট্রাইটের সাথে বিক্রিয়া করানো হয় তখন ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন হয় (ত্রয়োদশ অধ্যায়, দ্বাদশ শ্রেণি)। সদ্য প্রস্তুত ডায়াজোনিয়াম লবণের দ্রবণের সাথে কিউপ্রাস ক্লোরাইড বা কিউপ্রাস ব্রোমাইড মিশ্রিত করলে ডায়াজোনিয়াম মূলকটি –Cl বা –Br দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



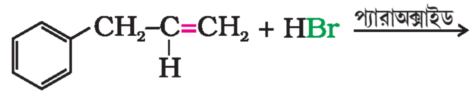
আয়োডিন দ্বারা ডায়াজোনিয়াম মূলকের প্রতিস্থাপনের ক্ষেত্রে কিউপ্রাস হ্যালাডের উপস্থিতির প্রয়োজন হয় না বরং ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে পটাসিয়াম আয়োডাইড মিশিয়ে ঝাঁকানোর মাধ্যমে এটি সহজেই প্রস্তুত করা যায়।



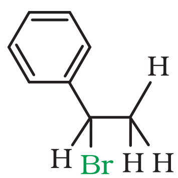
নমুনা প্রশ্ন 10.3 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোর বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলো লেখো ঃ

(i) 

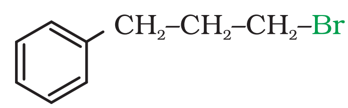
(ii) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HCl \longrightarrow$

(iii) 

সমাধান

(i) 

(ii) $CH_3-CH_2-CH(Cl)-CH_3$

(iii) 

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

10.2 অ্যালকোহলের সাথে KI এর বিক্রিয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় না কেন?

10.3 প্রোপেনের বিভিন্ন হ্যালোজেন জাতকসমূহের গঠন আকৃতি লেখো।

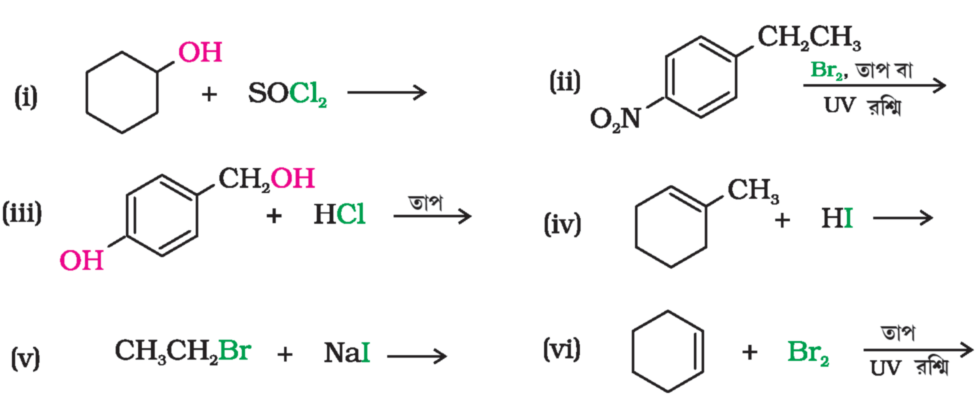
10.4 C_5H_{12} আণবিক সংকেত বিশিষ্ট সমাবয়বী অ্যালকেনগুলোর মধ্যে কোন্‌টির ফটোকেমিক্যাল ক্লোরিনেশনের ফলে :

(i) একটি মাত্র মনোক্লোরাইড

(ii) তিনটি সমাবয়বী মনোক্লোরাইড

(iii) চারটি সমাবয়বী মনোক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

10.5 নিম্নলিখিত প্রতিটি বিক্রিয়ার মধ্যে উৎপন্ন মূখ্য মনোহ্যালো বিক্রিয়াজাত পদার্থটির গঠন আকৃতি লেখো :



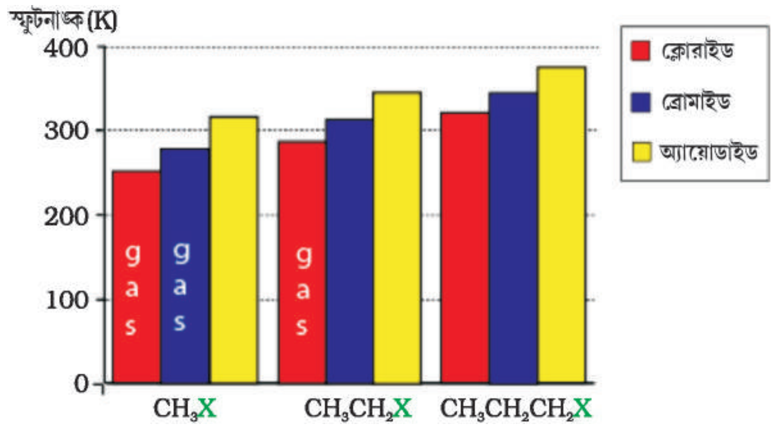
10.6 ভৌত ধর্মাবলি (Physical Properties)

বিশুদ্ধ অবস্থায় অ্যালকিল হ্যালাইডসমূহ বর্ণহীন হয়। যদিও আলোর সংস্পর্শে অ্যালকিল ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড রঙিন বর্ণ ধারণ করে। অসংখ্য উদ্বায়ী হ্যালাজেন যৌগ রয়েছে যারা সুমিষ্ট গন্ধ যুক্ত হয়।

গলনাঙ্ক এবং স্ফুটনাঙ্ক (Melting and boiling points)

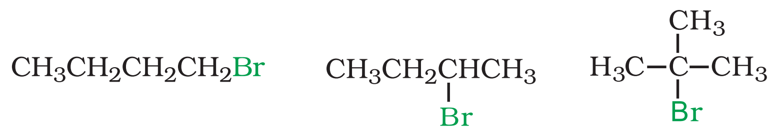
মিথাইল ক্লোরাইড, মিথাইল ব্রোমাইড, ইথাইল ক্লোরাইড এবং কিছু সংখ্যক ক্লোরোফ্লুরোমিথেন ঘরের উষ্ণতার গ্যাসীয়। উচ্চতর সদস্যগুলো তরল বা কঠিন হয়। আমরা এর মধ্যেই পড়েছি যে জৈবহ্যালোজেন যৌগের অণুগুলো সাধারণত ধ্রুবীয় হয়। যে হাইড্রোকার্বন থেকে তৈরি হয়েছে, তার তুলনায় ধ্রুবীয়তা এবং আণবিক গুরুত্ব বেশি হওয়ায় হ্যালোজেনযুক্ত যৌগসমূহের মধ্যকার আন্ত:আণবিক আকর্ষণ (দ্বিমেরু-দ্বিমেরু এবং ভ্যানডার ওয়াল) বল অধিকতর শক্তিশালী হয়। এই কারণে সমতুল্য আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন অপেক্ষা ক্লোরাইড, ব্রোমাইড এবং আয়োডাইডের স্ফুটনাঙ্ক তুলনামূলকভাবে বেশি হয়।

অণুর আকার বৃদ্ধি পেলে এবং অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন উপস্থিত থাকলে আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায়। চিত্র 10.1 এর মধ্যে বিভিন্ন হ্যালাইডগুলোর স্ফুটনাঙ্কের পরিবর্তনের নমুনা দেখানো হল। একই অ্যালকিল মূলকের জন্য, অ্যালকিল হ্যালাইডগুলোর স্ফুটনাঙ্কের ক্রমহ্রাসমান ক্রমটি হল : RI> RBr> RCl> RF। এর কারণ হল, হ্যালোজেন পরমাণুর আকার এবং ভর বৃদ্ধি পেলে ভেন্ডার ওয়াল আকর্ষণ বলের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।



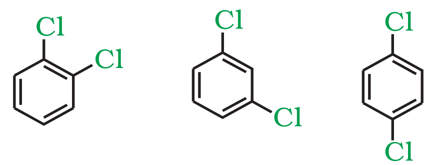
চিত্র : 10.1: কিছু অ্যালকিল হ্যালাইডের স্ফুটনাঙ্কের তুলনা

সমবায়বী হ্যালোঅ্যালকেনগুলোর শৃঙ্খলের সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে এদের স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায় (দ্বাদশ অধ্যায়, একাদশ শ্রেণি)। উদাহরণস্বরূপ, নীচের তিনটি সমবায়বীর মধ্যে 2-ব্রোমো-2-মিথাইল প্রোপেনের স্ফুটনাঙ্ক সর্বনিম্ন।



b.p./K 375 364 346

সমবায়বী ডাইহ্যালোবেঞ্জিনের স্ফুটনাঙ্ক প্রায় সমান হয়। কিন্তু প্যারা সমবায়বী, অর্থো এবং মেটা সমবায়বীর অপেক্ষা উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিষ্ট। এর কারণ হল প্যারা সমবায়বীটি প্রতিসাম্য হওয়ায়, এটি অর্থো এবং মেটা সমবায়বীর অপেক্ষা উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিষ্ট। এর কারণ হল প্যারা সমবায়বী প্রতিসাম্য হওয়ায়, এটি অর্থো এবং মেটা সমবায়বী অপেক্ষা ভালভাবে কেলাসজালকের মধ্যে স্থাপিত হতে পারে।



b.p / K	453	446	448
m.p / K	256	249	323

ঘনত্ব (Density)

হাইড্রোকার্বনের ব্রোমো, আয়োডা এবং পলিক্লোরো যৌগগুলো জল অপেক্ষা ভারী হয়। কার্বন পরমাণুর সংখ্যা, হ্যালোজেন পরমাণুর সংখ্যা এবং হ্যালোজেন পরমাণুর পারমাণবিক ভর বৃদ্ধি পেলে ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় (সারণি 10.3)।

সারণি : 10.3 কিছু হ্যালোঅ্যালকেনের ঘনত্ব

যৌগ	ঘনত্ব (g/mL)	যৌগ	ঘনত্ব (g/mL)
n–C_3H_7Cl	0.89	CH_2Cl_2	1.336
n–C_3H_7Br	1.335	$CHCl_3$	1.489
n-C_3H_7I	1.747	CCl_4	1.595

দ্রাব্যতা (Solubility)

হ্যালো অ্যালকেনসমূহ জলে স্বল্প মাত্রায় দ্রাব্য। হ্যালো অ্যালকেনকে জলে দ্রবীভূত করতে শক্তির প্রয়োজন হয়। এই শক্তি হ্যালোঅ্যালকেন অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অতিক্রম করার জন্য এবং জলের অণুগুলোর মধ্যকার হাইড্রোজেন বন্ধনগুলোকে ভাঙার জন্য প্রয়োজন হয়। যখন হ্যালোঅ্যালকেন এবং জলের অণুগুলোর মধ্যকার নতুন আকর্ষণ বল গঠিত হয়, যেগুলো জলের মধ্যে উপস্থিত মূল হাইড্রোজেন বন্ধনগুলোর মত এত বেশি শক্তিশালী নয়, তখন কম শক্তি নির্গত হয়। ফলে জলের মধ্যে হ্যালোঅ্যালকেনের দ্রাব্যতা কম। যদিও হ্যালোঅ্যালকেন জৈব দ্রাবকে দ্রবীভূত হওয়ার প্রবণতা দেখায় কারণ হ্যালোঅ্যালকেন এবং দ্রাবকের অণুগুলোর মধ্যে উৎপন্ন নতুন আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের শক্তি, বিভিন্ন হ্যালোঅ্যালকেন এবং দ্রাবকের অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে ভাঙ্গার জন্য যে শক্তির প্রয়োজন তা থেকে সামান্য বেশী হয়।

বিষয় ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

10.6 নিম্নলিখিত প্রতিটি সেটের যৌগগুলোকে ক্রমবর্ধমান স্ফুটনাঙ্ক অনুসারে সাজাও:

(i) ব্রোমেমিথেন, ব্রোমোফর্ম, ক্লোরোফর্ম, ডাইব্রোমোমিথেন

(ii) 1-ক্লোরোপ্রোপেন, আইসোপ্রোপোইল ক্লোরাইড, 1-ক্লোরোবিউটেন

10.7 রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ (Chemical Reactions)

হ্যালোঅ্যালকেনের বিক্রিয়াসমূহকে নিম্নলিখিত শ্রেনিতে ভাগ করা যায়।

1. নিউক্লিয়াস সন্ধানী (নিউক্লিওফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া
2. অপনয়ন বিক্রিয়া
3. ধাতুর সাথে বিক্রিয়া

10.7.1 হ্যালোঅ্যালজেনের বিক্রিয়াসমূহ (Reactions of Haloalkanes)

(1) নিউক্লিয়াস সন্ধানী (নিউক্লিওফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া

তুমি একাদশ শ্রেণিতে পড়েছ যে নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারক (নিউক্লিওফাইল) হল ইলেকট্রন সমৃদ্ধ অণু বা আয়ন। তাই, এরা সবস্ট্রেট অণুর যে অংশটিতে ইলেকট্রনের ঘাটতি রয়েছে, সেই অংশে আক্রমণ করে। যে বিক্রিয়ায় একটি নিউক্লিওফাইল, অণুর মধ্যে আগে থেকেই উপস্থিত

অপর নিউক্লিওফাইলকে প্রতিস্থাপিত করে তাকে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে। এই সকল বিক্রিয়াগুলোতে হ্যালোঅ্যালকেন হল সাবস্ট্রেট। এই প্রকারের বিক্রিয়ায়, নিউক্লিওফাইল সে সকল হ্যালোঅ্যালকেনের সাথে বিক্রিয়া করে, যাদের হ্যালোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত কার্বন পরমাণুটি আংশিক ধনাত্মক আধানগ্রস্ত হয়। এক্ষেত্রে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংগঠিত হয় এবং হ্যালোজেন পরমাণু, যাকে অপসারিত মূলক (Leaving Group) বলে তা হ্যালাইড আয়ন রূপে বেরিয়ে যায়। যেহেতু নিউক্লিওফাইল দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াটির সূচনা হয় তাই বলে একে নিউক্লিফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে।

এটি অ্যালকিল হ্যালাইডের জৈব বিক্রিয়াসমূহের মধ্যে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণি, যেখানে হ্যালোজেন পরমাণুটি sp^3 সংকরায়িত কার্বনের সাথে যুক্ত থাকে। হ্যালোঅ্যালকেন এবং কিছু সাধারণ নিউক্লিওফাইলের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলো সারণি 10.4 এ দেওয়া হল—

সারণি 10.4: অ্যালকিল হ্যালাইডগুলোর (R–X) নিউক্লিফিলিক প্রতিস্থাপন

$$R - X + Nu^- \rightarrow R - Nu + X^-$$

বিকারক	নিউক্লিওফাইল (Nu^-)	প্রতিস্থাপিত বিক্রিয়াজাত পদার্থ R–Nu	মূল বিক্রিয়াজাত পদার্থের শ্রেণি
NaOH (KOH)	HO^-	ROH	অ্যালকোহল
H_2O	H_2O	ROH	অ্যালকোহল
NaOR′	$R'O^-$	ROR′	ইথার
NaI	I^-	R—I	অ্যালকিল আয়োডাইড
NH_3	NH_3	RNH_2	প্রাইমারি অ্যামিন
$R'NH_2$	$R'NH_2$	RNHR′	সেক্ অ্যামিন
R′R″NH	R′R′NH	RNR′R″	টার্ট অ্যামিন
KCN	$\bar{C}\equiv N:$	RCN	নাইট্রাইল (সায়ানাইড)
AgCN	Ag-CN:	RNC	আইসোনাইট্রাইল (আইসোসায়ানাইড)
KNO_2	O=N—O	R—O—N=O	অ্যালকিল নাইট্রাইল
$AgNO_2$	Ag—Ö—N=O	$R—NO_2$	নাইট্রোঅ্যালকেন
R′COOAg	$R'COO^-$	R′COOR	এস্টার
$LiAlH_4$	H	RH	হাইড্রোকার্বন
$R'^- M^+$	R'^-	RR′	অ্যালকেন

সায়ানাইড এবং নাইট্রেট মূলকগুলোতে দুটি করে নিউক্লিওফিলিক কেন্দ্র আছে এবং এদের অ্যামিডেন্ট নিউক্লিওফাইল (***ambident nucleophiles***) বলে। আসলে সায়ানাইড মূলক হল দুটি সংস্পন্দন গঠন আকৃতির সংকর এবং তাই এটি দুটি ভিন্ন উপায়ে নিউক্লিওফাইল রূপে কার্য করতে পারে [$^{\ominus}C\equiv N \leftrightarrow :C=N^{\ominus}$],

হ্যালোঅ্যালকেন KCN-এর সাথে বিক্রিয়ায় মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে অ্যালকিন সায়ানাইড উৎপন্ন করে কিন্তু AgCN-এর সাথে বিক্রিয়ায় মুখ্য যৌগ রূপে আইসোসায়ানাইড উৎপন্ন হয়— ব্যাখ্যা করো।

নমুনা প্রশ্ন 10.3

সমাধান

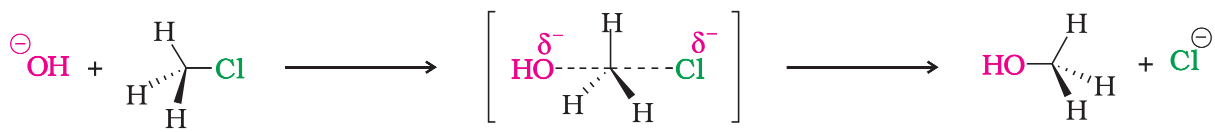
KCN প্রধানত আয়নীয় এবং দ্রবণে সায়ানাইড আয়ন উৎপন্ন করে। যদিও কার্বন এবং নাইট্রোজেন উভয় পরমাণুই ইলেকট্রন যুগল দান করার অবস্থায় থাকে কিন্তু কার্বন পরমাণুর দ্বারা মূলত আক্রমণটি সংঘটিত হয়, নাইট্রোজেন পরমাণুর দ্বারা নয়, কারণ C—C বন্ধনটি C—N বন্ধন অপেক্ষা অধিক স্থায়ী। অপরপক্ষে AgCN সাধারণত সমযোজী চরিত্রের এবং নাইট্রোজেন পরমাণু, মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে আইসোসায়ানাইড উৎপন্ন করার জন্য ইলেকট্রন যুগল দান করতে সক্ষম।

অর্থাৎ কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে অ্যালকিল সায়ানাইড এবং নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে আইসোয়ানাইড গঠন করে। অনুরূপে নাইট্রাইট আয়ন ও [$^{-}$O—$\ddot{N}$=O] দুটি ভিন্ন সংযোগ কেন্দ্র যুক্ত অ্যামবিডেন্ট নিউক্লিওফাইল রূপ প্রদর্শন করে। অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে অ্যালকিল নাইট্রাইটস এবং নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে নাইট্রোজেন গঠন করে।

ক্রিয়াকৌশল (Mechanism) এই বিক্রিয়াটি দুটি ভিন্ন ক্রিয়াকৌশলের মাধ্যমে সম্পন্ন হতে দেখা যায় যা নীচে বর্ণনা করা হল :

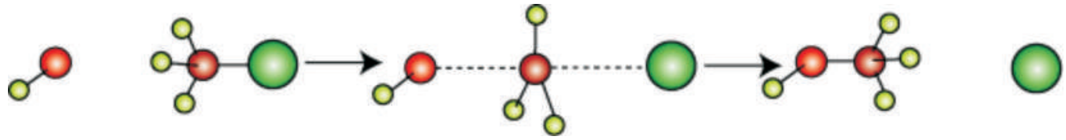
(a) দ্বিআণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_N2)

CH_3Cl এবং হাইড্রোঅক্সাইড আয়নের বিক্রিয়ায় মিথানল এবং ক্লোরাইড আয়ন উৎপন্ন হয় যা দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়া অনুসরণ করে অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার উভয় বিক্রিয়ক পদার্থের গাঢ়ত্বের উপর নির্ভর করে।



তোমরা একাদশ শ্রেণিতে 12.3.2 অনুচ্ছেদে পড়ছে যে solid wedge (◤) রেখা কাগজের উপরিতলের বন্ধন, dashed line (||||) কাগজের পেছনের তলের বন্ধন এবং সরল রেখা কাগজের মধ্যে উপস্থিত বন্ধনগুলোকে প্রদর্শিত করে।

উপরের বিক্রিয়াটি রেখাচিত্রের মাধ্যমে চিত্র 10.2 তে প্রদর্শিত করা যায়।



চিত্র 10.2: লাল বল আগত হাইড্রোঅক্সাইড আয়নকে নির্দেশ করে এবং সবুজ বল নির্গত হ্যালাইড আয়নকে নির্দেশ করে।

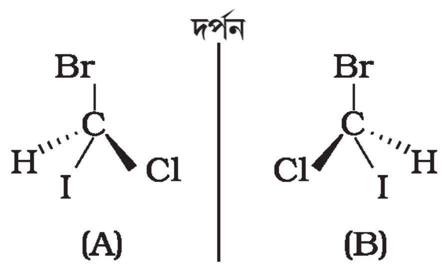
1937 খ্রিস্টাব্দে অ্যাডুয়ার্ড ডেবিস হিউজেস এবং স্যার ক্রিস্টোফার ইনগোল্ড S_N2 বিক্রিয়ার জন্য ক্রিয়াকৌশল প্রস্তাব করেন।

এটি দ্বিআণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_N2) বিক্রিয়াকে প্রদর্শিত করে। আগত নিউক্লিওফাইল অ্যালকিন হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করার ফলে কার্বন-হ্যালাইড বন্ধন ভেঙ্গে যায় এবং কার্বন ও আক্রমণকারী নিউক্লিওফাইলের মধ্যে নতুন বন্ধন তৈরি হয়। এখানে C এবং -OH এর মধ্যে C-O বন্ধন গঠিত হয়। এই দুটি প্রক্রিয়া একসাথে একধাপের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় এবং কোনো ধরনের

অন্তর্বর্তী যৌগ উৎপন্ন হয় না। বিক্রিয়া অগ্রগতির সাথে সাথে আগত নিউক্লিওফাইল এবং কার্বন পরমাণুর মধ্যে বন্ধন গঠন শুরু হয় এবং কার্বন ও নির্গমনশীল (লিভিং) মূলকের মধ্যকার বন্ধনটি দুর্বল হতে থাকে। এরূপ সংগঠিত হয় বলেই সবস্ট্রেটের তিনটি কার্বন-হাইড্রোজেন বন্ধন আক্রমণকারী নিউক্লিওফাইল থেকে দূরে সরে যেতে শুরু করে। অন্তর্বর্তী অবস্থায় (transition state) তিনটি C-H বন্ধনই একই তলে থাকে এবং আক্রমণকারী ও নির্গমনশীল নিউক্লিওফাইল আংশিকভাবে কার্বনের সাথে যুক্ত থাকে। আক্রমণকারী নিউক্লিওফাইল কার্বনের কাছে পৌঁছানোর সাথে সাথে C-H বন্ধনগুলো একই দিকে চলতে থাকে যতক্ষণ না আক্রমণকারী নিউক্লিউফাইল কার্বন পরমাণুতে যুক্ত হয় এবং নির্গমনশীল মূলক কার্বন পরমাণু থেকে বেরিয়ে যায়। ফলস্বরূপ কনফিগারেশন বা বিন্যাসটি উল্টে যায়। এরূপ আক্রমণের ফলে কার্বন পরমাণুর কনফিগারেশনটি (বাক্সে দেখ) এমন ভাবে উল্টে যায় যেমন তীব্র বাতাসে ধরা একটি ছাতা ভেতরের দিক থেকে বাহিরের দিকে উল্টে যায়। এই প্রক্রিয়াকে ইনর্ভাশন অব্ কনফিগারেশন বলে। অন্তর্বর্তী অবস্থায় কার্বন পরমাণু একই সময়ে আগত নিউক্লিওফাইল এবং নির্গমনশীল মূলকের সাথে যুক্ত থাকে। এরূপ গঠন আকৃতি অস্থায়ী প্রকৃতির হয় এবং একে পৃথক করা যায় না। তাই, অন্তর্বর্তী অবস্থায় কার্বন পরমাণু একই সাথে পাঁচটি পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।

কনফিগারেশন বা ত্রিমাত্রিক বিন্যাস:

কার্বনের চারদিকে কার্যকরী মূলকের ত্রিমাত্রিক সজ্জাকেই এর কনফিগারেশন বা ত্রিমাত্রিক বিন্যাস বলে। নীচে প্রদত্ত গঠন আকৃতি (A) এবং (B) ভালভাবে লক্ষ করো।



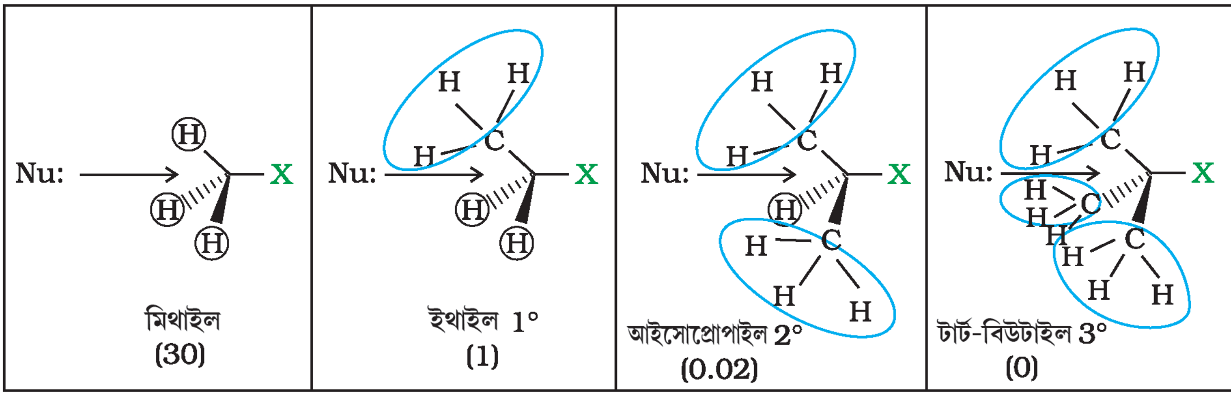
এগুলো হল একই যৌগের দুটি গঠন আকৃতি। কার্বনের সাথে যুক্ত কার্যকরী মূলকের ত্রিমাত্রিক সজ্জার দিক থেকে এরা ভিন্ন। (A) গঠন আকৃতিটি (B) এর গঠন আকৃতির দর্পণ প্রতিবিম্ব। আমরা বলতে পারি (A) গঠন আকৃতির মধ্যে কার্বন পরমাণুর কনফিগারেশন, (B) গঠন আকৃতির মধ্যে কার্বন পরমাণুর কনফিগারেশনের দর্শন প্রতিবিম্ব।

হিউজেস ইনগোল্ডের অধীনে কাজ করতেন এবং লন্ডন বিশ্ববিদ্যালয় থেকে ডি.এসসি (D.Sc.) ডিগ্রি লাভ করেছিলেন।

যেহেতু এই বিক্রিয়ায় নির্গমনশীল মূলক যুক্ত কার্বনের কাছে নিউক্লিওফাইলের আসা প্রয়োজন, তাই কার্বন পরমাণুতে বা কাছাকাছি স্থানে বড় প্রতিস্থাপকগুলো উপস্থিত থাকলে একটি চমকপ্রদ বাধা প্রভাব (dramatic inhibiting effect) উৎপন্ন করে। সরল অ্যালকিল হ্যালাইডগুলোর মধ্যে, মিথাইল হ্যালাইড সহজে S_N2 বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে কারণ এর মধ্যে কেবল তিনটি ক্ষুদ্র হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান। টারসিয়ারি হ্যালাইড কম সক্রিয় কারণ এর বড়ো মূলকগুলো আগত নিউক্লিওফাইলকে বাধা প্রদান করে।

সুতরাং সক্রিয়তা নিম্নলিখিত ক্রমঅনুসরণ করে ঃ

প্রাইমারি হ্যালাইড > সেকেন্ডারি হ্যালাইড > টারসিয়ারি হ্যালাইড



চিত্র 10.3: S_N2 বিক্রিয়ার মধ্যে স্টেরিক প্রভাব। S_N2 বিক্রিয়ার তুলনামূলক হার প্রথম বন্ধনীতে দেওয়া হল।

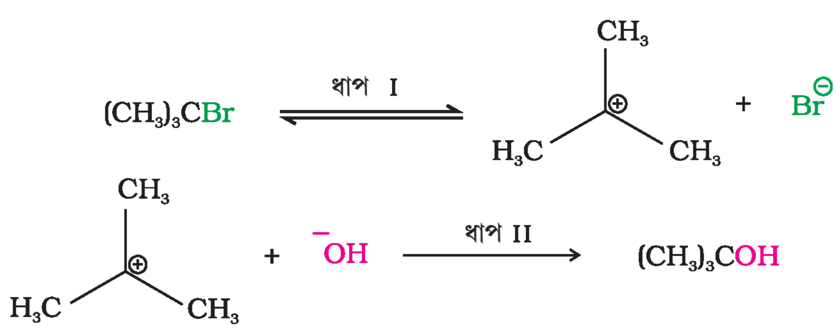
(b) এক আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_N1)
Substitution nucleophilic unimolecular (S_N1)

ধ্রুবীয় প্রোটন যুক্ত দ্রাবকের (যেমন জল, অ্যালকোহল, অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইত্যাদি) মধ্যে S_N1 বিক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। টার্ট-বিউটাইল ব্রোমাইড এবং হাইড্রোঅক্সাইড আয়নের বিক্রিয়ায় টার্ট-বিউটাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয় এবং বিক্রিয়াটি প্রথমক্রম বিক্রিয়া অনুসরণ করে অর্থাৎ বিক্রিয়ার গতিবেগ কেবল মাত্র একটি বিক্রিয়ক পদার্থের উপর নির্ভর করে, যেটি হল টার্ট-বিউটাইল ব্রোমাইড।

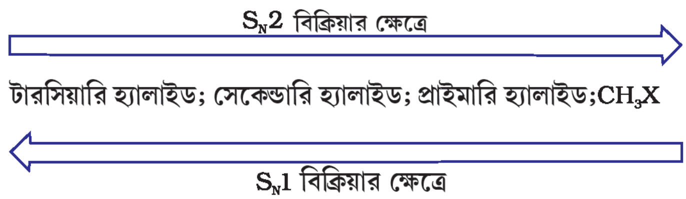
$$(CH_3)_3CBr + {}^{-}OH \longrightarrow (CH_3)_3COH + Br^{-}$$

2 ব্রোমো-2-মিথাইল প্রোপেন　　　　　2 মিথাইল প্রোপেন-2-অল

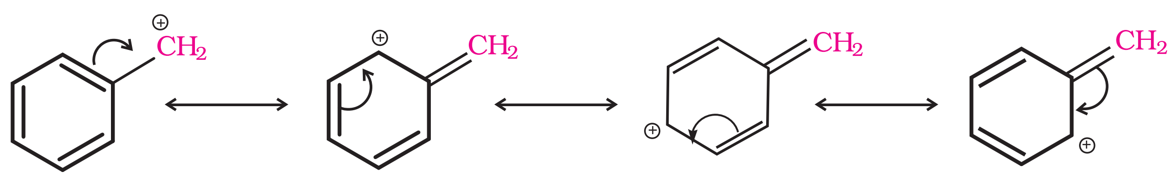
বিক্রিয়াটি দুটি ধাপে সম্পন্ন হয়। ধাপ-I এর মধ্যে ধ্রুবীয় C—Br বন্ধনটি ধীর গতিতে ভেঙে গিয়ে কার্বোক্যাটায়ন এবং ব্রোমাইড আয়ন উৎপন্ন করে। এভাবে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়ন ধাপ-II তে নিউক্লিওফাইল দ্বারা আক্রান্ত হয় এবং প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ করে।



ধাপ-I টি মন্থর গতিসম্পন্ন এবং উভধর্মী হয়। এই ধাপে C–Br বন্ধনটি ভেঙে যায় এবং এর জন্য প্রয়োজনীয় শক্তিপ্রোটনযুক্ত দ্রাবকের প্রোটনের মধ্যে হ্যালাইড আয়নটিকে দ্রবীভূত করার মাধ্যমে যে শক্তি প্রাপ্ত হয়, তা থেকে অর্জন করা হয়। যেহেতু বিক্রিয়ার গতি মন্থর ধাপটির উপর নির্ভর করে, তাই বিক্রিয়ার গতি কেবল মাত্র অ্যালকিল হ্যালাইডের গাঢ়ত্বের উপর নির্ভরশীল তাই হাইড্রোক্সাইড আয়নে গাঢ়ত্বের উপর নির্ভরশীল নয়। তাছাড়া কার্বোক্যাটায়নের স্থায়ীত্ব বৃদ্ধি পেলে, অ্যালকিল হ্যালাইড থেকে এর গঠন সহজতর হয় এবং বিক্রিয়ার গতি দ্রুততর হয়। অ্যালকিল হ্যালাইডের ক্ষেত্রে, 3^0 অ্যালকিল হ্যালাইড দ্রুত গতিতে S_N1 বিক্রিয়া সংঘঠিত করে কারণ 3^0 কার্বোক্যাটায়ন অধিক স্থায়ী। আমরা অ্যালকিল হ্যালাইডের S_N1 এবং S_N2 বিক্রিয়ার সক্রিয়তার ক্রম সংক্ষেপে নিম্নলিখিত ভাবে প্রকাশ করতে পারি।



একই কারণে, অ্যালাইলিক এবং বেঞ্জাইলিক হ্যালাইড S_N1 বিক্রিয়ার প্রতি অধিক সক্রিয়তা প্রদর্শন করে। উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়ন সংস্পন্দন দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করে। (দ্বাদশ অধ্যায়, একাদশ শ্রেণি) যা নীচে দেখানো হল:

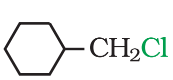


একটি প্রদত্ত অ্যালকিল হ্যালাইডের ক্ষেত্রে, হ্যালাইডের R-X এর সক্রিয়তা উভয় ক্রিয়াকৌশলের ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত ক্রম অনুসরণ করে, R–I > R–Br > R–Cl >> R–F.

নমুনা প্রশ্ন 10.3

নিম্নলিখিত হ্যালোজেন যৌগসমূহের যুগলগুলো মধ্যে কোন্‌টি দ্রুতগতিতে S_N2 বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে?

সমাধান



এটি একটি প্রাইমারি হ্যালাইড এবং দ্রুতগতিতে S_N2 বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

যেহেতু আয়ডিন এর বড়ো আকারের জন্য উত্তম নির্গমনশীল মূলক তাই আগত নিউক্লিওফাইলের উপস্থিতিতে এটি দ্রুত গতিতে নির্গত হতে পারে।

নমুনা প্রশ্ন 10.3

S_N1 এবং S_N2 বিক্রিয়ার প্রতি নিম্নলিখিত যৌগগুলোর সক্রিয়তার ক্রমটি কি হবে তা লেখো :

(i) ব্রোমেবিউটেনের চারটি সমবায়বী

(ii) $C_6H_5CH_2Br$, $C_6H_5CH(C_6H_5)Br$, $C_6H_5CH(CH_3)Br$, $C_6H_5C(CH_3)(C_6H_5)Br$

সমাধান (i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br < (CH_3)_2CHCH_2Br < CH_3CH_2CH(Br)CH_3 < (CH_3)_3CBr$ (S_N1)

$CH_3CH_2CH_2CH_2Br > (CH_3)_2CHCH_2Br > CH_3CH_2CH(Br)CH_3 > (CH_3)_3CBr$ (S_N2)

$(CH_3)_2CH$- মূলকের ইলেকট্রন প্রদানকারী অধিক আবেশ প্রভাবের কারণে দুটি প্রাইমারি ব্রোমাইডের মধ্যে, $(CH_3)_2CHCH_2Br$ থেকে প্রাপ্ত মধ্যবর্তী কার্বোক্যাটায়নটি $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ থেকে প্রাপ্ত মধ্যবর্তী কার্বোক্যাটায়নটি থেকে অধিক স্থায়ী হয়। তাই $(CH_3)_2CHCH_2Br$, S_N1 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ থেকে অধিক সক্রিয়। $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$ হল একটি সেকেন্ডারি ব্রোমাইড এবং $(CH_3)_3CBr$ হল একটি টারসিয়ারি ব্রোমাইড। সুতরাং S_N1 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উপরের ক্রমটি অনুসরণ করে। S_N2 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ইলেকট্রোফিলিক কার্বনের চতুর্দিকে স্টেরিক বিকর্ষণ বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে বিপরীত ক্রমটি অনুসরণ করে।

(ii) $C_6H_5C(CH_3)(C_6H_5)Br > C_6H_5CH(C_6H_5)Br > C_6H_5CH(CH_3)Br > C_6H_5CH_2Br$ (S_N1)

$C_6H_5C(CH_3)(C_6H_5)Br < C_6H_5CH(C_6H_5)Br < C_6H_5CH(CH_3)Br < C_6H_5CH_2Br$ (S_N2)

দুটি সেকেন্ডারি ব্রোমাইডের মধ্যে $C_6H_5CH(C_6H_5)Br$ থেকে উৎপন্ন মধ্যবর্তী কার্বোক্যাটায়ন $C_6H_5CH(CH_3)Br$ থেকে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়ন থেকে অধিক স্থায়ী কারণ এটি দুটি ফিনাইল মূলকের সংস্পন্দন দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করে। তাই S_N1 বিক্রিয়ার প্রতি পূর্ববর্তী ব্রোমাইডটি পরের ব্রোমাইডটি থেকে অধিক সক্রিয়। ফিনাইল মূলকের আকার এবং ভর একটি মিথাইল মূলকের অপেক্ষা অধিক হয়। তাই, S_N2 বিক্রিয়ার প্রতি $C_6H_5CH(C_6H_5)Br$ এর সক্রিয়তা $C_6H_5CH(CH_3)Br$ অপেক্ষা কম হয়।

(c) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ত্রিমাত্রিক রসায়ন **(Stereochemical aspects of nucleophilic substitution reactions)**

প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াসমূহের ত্রিমাত্রিক রসায়ন বোঝাতে আমাদের ত্রিমাত্রিক রসায়নের কিছু মৌলিক নীতি এবং প্রতীক (আলোক সক্রিয়তা, কাইরেলিটি, রিটেশন, ইনভারশন রেসিমাইজেশন) সম্পর্কে শেখা প্রয়োজন ঃ

উইলিয়াম নিকল (1768-1851) সর্বপ্রথম সমতল সমবর্তিত আলোকে উৎপাদনকারী প্রিজম প্রস্তুত করেন।

(i) আলোক সক্রিয়তা *(Optical activity)*: সাধারণ আলোক রশ্মিকে নিকল প্রিজমের মধ্যে দিয়ে চালনা করে সমতল সমবর্তিত আলোকে রূপান্তরিত করে যখন এটিকে কিছু যৌগের দ্রবণের মধ্যে চালনা করা হয় তখন যৌগের দ্রবণ রশ্মিকে ঘুড়িয়ে দেয়। এরূপ যৌগগুলোকে আলোক সক্রিয় যৌগ বলে। যে কোণে সমতল সমবর্তিত আলোকের ঘূর্ণন হয় তা যে যন্ত্রের সাহায্যে পরিমাপ করা হয় তাকে পোলারিমিটার বলে। যদি যৌগ সমতল সমবর্তিত আলোককে ডান দিকে অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার ঘূর্ণনের অভিমুখে ঘোড়ায়, তাকে দক্ষিণাবর্তী বা ডেক্সট্রোরোটেটরি (গ্রিক ভাষায় ডান দিকে ঘূর্ণন) অথবা *d*-রূপ বলে এবং ঘূর্ণন কোণের আগে ধনাত্মক (+) চিহ্ন বসিয়ে নির্দেশ করা হয়। যদি যৌগ আলোককে বামদিকে (ঘড়ির কাঁটার ঘূর্ণনের বিপরীত দিক) ঘোড়ায়, তাকে বামাবর্তী বা লিভোরোটেটরি অথবা *l*-রূপ বলে এবং ঘূর্ণন কোণের আগে ঋনাত্মক (–) চিহ্ন বসানো হয়। একটি যৌগের এরূপ ধনাত্মক (+) এবং ঋণাত্মক (–) সমবায়বীগুলোকে আলোক সমবায়বী বলে এবং এই ঘটনাকে বলা হল আলোক সমবায়বতা।

(ii) *আণবিক অপ্রতিসাম্য, কাইরেলিটি এবং এনান্‌সিওমাব (Molecular asymmetry, chirality and enantiomers)* : নির্দিষ্ট কিছু যৌগের কেলাস দর্পন প্রতিবিম্ব রূপে অবস্থান করে, লুইস পাস্তুরের (1848) এই পর্যবেক্ষণ আধুনিক ত্রিমাত্রিক রসায়নের ভিত্তি স্থাপন করেছিল। তিনি দেখিয়েছিলেন যে উভয় প্রকার কেলাসের জলীয় দ্রবণ সমান মানের (সমান গাঢ়ত্বের দ্রবণের জন্য) আলোকীয় ঘূর্ণন দেখায় কিন্তু ঘূর্ণনের অভিমুখ বিপরীত হয়। তিনি বিশ্বাস করতেন যে আলোক সক্রিয়তার এই পার্থক্য, দুই প্রকার কেলাসের অণুগুলোর মধ্যে উপস্থিত পরমাণুসমূহের ত্রিমাত্রিক সজ্জার (বিন্যাস) মধ্যে সম্পর্ক রয়েছে। একই বছর

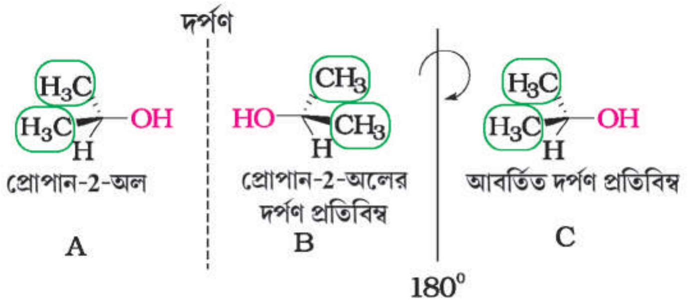
জেকবস হেনড্রিকাস ভ্যান্টহফ (1852-1911) দ্রবণের উপর তার কাজের জন্য রসায়নের সর্বপ্রথম 1901 সালে নোবেল পুরষ্কারটি লাভ করেন।

(1874) ডাচ বিজ্ঞানী জে. ভ্যান্টহফ্ এবং ফরাসি বিজ্ঞানী সি.লে. বেল স্বাধীনভাবে যুক্তি দেন যে একটি কেন্দ্রীয় কার্বন পরমাণুর চতুর্দিকে যুক্ত চারটি মূলকের (যোজ্যতা) ত্রিমাত্রিক সজ্জাটি হবে চতুস্তলকীয় আকৃতির এবং যদি কার্বনে যুক্ত সবকয়টি মূলক ভিন্ন হয় তবে অণুটির দর্পণ প্রতিবিম্ব অণুটির উপর উপরিপাতযোগ্য (সমতাপতিত) হয় না। এরূপ কার্বনকে অপ্রতিসাম্য কার্বন (**asymmetric carbon**) বা স্টিরিও কেন্দ্র (**stereocentre**) বলে। এরূপ উৎপন্ন অণুগুলোর প্রতিসাম্যতার অভাব দেখা দেয় এবং এদের অপ্রতিসাম্য অণু বলে। অণুর অপ্রতিসাম্যতা এবং সেই সাথে দর্পণ প্রতিবিম্বের উপর উপরিপাত যোগ্য না হওয়াই এরূপ জৈব যৌগসমূহের আলোক সক্রিয়তার জন্য দায়ী।

প্রতিসাম্যতা এবং অপ্রতিসাম্যতা আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহৃত অনেক বস্তুতেও দেখা যায়। একটি গোলক, একটি ঘনক, একটি শঙ্কু সকলেই তাদের দর্পণ প্রতিবিম্বের অনুরূপ এবং উপরিপাতযোগ্য। তথাপিও অনেক বস্তু রয়েছে যারা তাদের দর্পণ প্রতিবিম্বের উপর উপরিপাত যোগ্য নয়। উদাহরণস্বরূপ, তোমাদের বাম হাত এবং ডান হাত একই রকমের কিন্তু যদি তোমরা তোমাদের বাম হাত এবং ডান হাতের উপর রেখে একই তল বরাবর অগ্রসর কর তবে এরা সমাপতিত হয় না। যে সকল বস্তু তাদের দর্পণ প্রতিবিম্বের (দুটি হাতের মতো) উপর উপরিপাতযোগ্য নয় তাদের কাইরেল বলে এবং এই ধর্মটিকে বলা হয় কাইরেলিটি। কাইরেল অণুগুলো আলোক সক্রিয়। যে সকল বস্তু তার দর্পণ প্রতিবিম্বের উপর উপরিপাতযোগ্য তাদের অ্যাকাইরেল বলে। এই অণুগুলো আলোক নিষ্ক্রিয়।

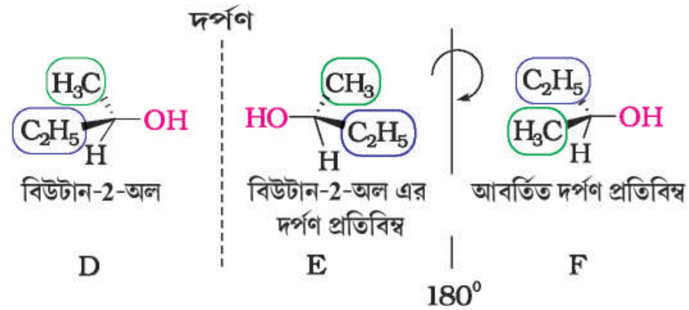
চিত্র 10.4: কয়েকটি কাইরেল এবং অ্যাকইরেন বস্তুর সাধারণ উদাহরণ।

আণবিক কাইরেলিটির উপরোক্ত পরীক্ষা জৈব অণুসমূহের উপর প্রয়োগ করা যায় এদের মডেল তৈরি করে এবং এদের দর্পন প্রতিবিম্ব অথবা ত্রিমাত্রিক গঠন অঙ্কন করে এবং আমাদের মনের মধ্যে এদের উপরিপাতিত করে। তাছাড়াও অন্য একটি সহায়ক পদ্ধতি রয়েছে যা আমাদের কাইরেল অণু চিহ্নিত করতে সাহায্য করে। এমন একটি সহায়ক পদ্ধতি হল একটি অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণুর উপস্থিতি। চলো আমরা দুটি সরল অণু প্রোপান-2-অল (চিত্র 10.5) এবং বিউটান-2-অল (চিত্র 10.6) এবং এদের দর্পণ প্রতিবিম্বের কথা বিবেচনা করি।



চিত্র 10.5: B হল A এর দর্পন প্রতিবিম্ব; 'B' 180° কোণে আবর্তিত হয় এবং C উৎপন্ন করে; C হল A এর উপর উপরিপাত যোগ্য।

যেহেতু তোমরা খুবই সুস্পষ্টভাবে দেখতে পাচ্ছ যে প্রোপান-2-অল এর মধ্যে কোনো অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণু নেই কারণ চতুস্তলকীয় কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত চারটি মূলক ভিন্ন হয়। আমরা যদি অণুটির দর্পণ প্রতিবিম্ব (B) কে 180° কোণে আবর্তন করি (গঠন C) এবং গঠন (C) কে, গঠন (A) এর উপর সমাপতিত করি, তবে এই গঠন আকৃতিগুলো সম্পূর্ণরূপে সমাপতিত হয়। তাই প্রোপান-2-অল একটি অ্যাকাইরেল অণু।



চিত্র 10.6: E হল D এর দর্পণ প্রতিবিম্ব; E কে 180° আবর্তন করলে F পাওয়া যায় এবং F, এর দর্পণ প্রতিবিম্ব D এর উপর উপরিপাত যোগ্য নয়।

চিত্র 10.7: একটি কাইরেল অণু এবং এর দর্পণ প্রতিবিম্ব

বিউটান-2-অল এর মধ্যে চারটি ভিন্ন মূলক চতুস্তলকীয় কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত এবং প্রত্যাশিতভাবে এটি কাইরেল। কাইরেল অণুসমূহের কিছু উদাহরণ হল, 2-ক্লোরোবিউটেন, 2, 3 ডাই হাইড্রোঅক্সিপ্রোপান্যাল ($OHC–CHOH–CH_2OH$) ব্রোমোক্লোরো আয়োডোমিথেন (BrClCHI), 2-ব্রোমোপ্রোপানোয়িক অ্যাসিড ($H_3C–CHBr–COOH$) ইত্যাদি।

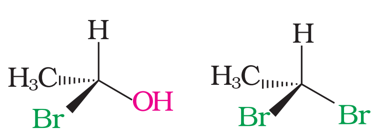
পরস্পর সম্পর্ক যুক্ত ত্রিমাত্রিক সমবায়বী যাদের দর্পণ প্রতিবিম্বগুলো উপরিপাতযোগ্য নয় তাদের এনানসিওমার বলে (চিত্র 10.7)। চিত্র 10.5 এর মধ্যে A ও B এবং চিত্র 10.6 এর মধ্যে D ও E পরস্পর এনানসিওমার।

এনানসিওমারগুলোর ভৌত ধর্মসমূহ যেমন গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, প্রতিসারাঙ্ক ইত্যাদি অনুরূপ। এরা কেবলমাত্র সমতল সমবর্তিত আলোকের সাপেক্ষে ঘূর্ণনের দিক থেকে ভিন্ন যদি একটি এনানসিওমারের ঘূর্ণন ডানাবর্তী বা দক্ষিণাবর্তী (*dextro rotatory*) হয় অপরটির ঘূর্ণন বামাবর্তী (*laevo rotatory*) হয়।

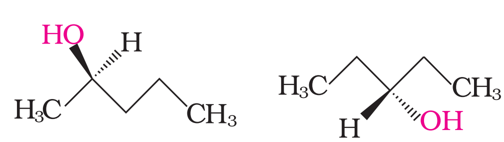
> যদিও অণুর আলোকীয় ঘূর্ণনের (optical rotation) চিহ্ন অণুর পরম বিন্যাসের সাথে সম্পর্কিত হতে হবে এমন কোনো আবশ্যিকতার প্রয়োজন নেই।

দুটি এনানসিওমারের সম অনুপাত মিশ্রণের আলোকীয় ঘূর্ণনের মান শূন্য কারণ একটি সমবায়বীর ঘূর্ণন অপর সমবায়বীর ঘূর্ণন দ্বারা প্রশমিত হয়। এরূপ মিশ্রণকে রেসিমিক মিশ্রণ বা রেসিমিক মডিফিকেশন বলে। একটি রেসিমিক মিশ্রণকে নামের আগে উপসর্গ রূপে *dl* বা (±) দ্বারা প্রকাশ করা হয়, উদাহরণস্বরূপ (±) বিউটান-2–অল। এনানসিওমারকে রেসিমিক মিশ্রণে রূপান্তরিত করার পদ্ধতিকে রেসিমাইজেশন (**racemisation**) বলে।

নমুনা প্রশ্ন 10.8 নিম্নলিখিত যুগলগুলোর মধ্যে কাইরেল এবং অ্যাকাইরেল অণুগুলো চিহ্নিত করো। (ওয়েজ এবং ডেশ্ উপস্থাপন একাদশ শ্রেণির চিত্র 12.1 অনুসারে)

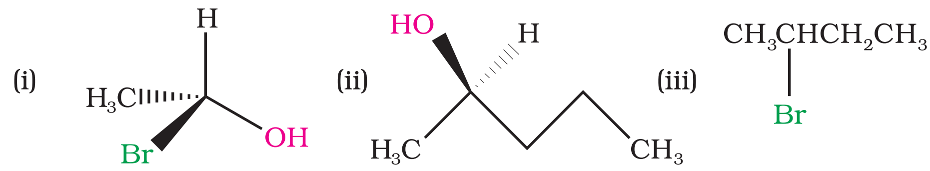
(i) 

(i) (ii)

(ii) 

(i) (ii)

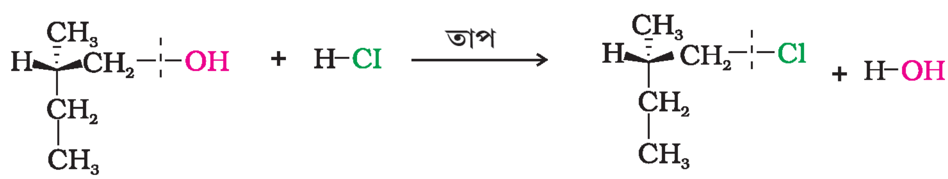
(iii) $CH_3CHCH_2CH_3$ (Br attached to C-2) (i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ (ii)



সমাধান

(iii) *রিটেনশন বা বিন্যাস অপরিবর্তিত থাকা (Retention):* একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া বা পরিবর্তনের সময় অপ্রতিসাম্য কেন্দ্রে যুক্ত বন্ধনগুলোর ত্রিমাত্রিক বিন্যাস অপরিবর্তনীয় থাকাকে রিটেনশন অব্ কনফিগারেশন বলে।

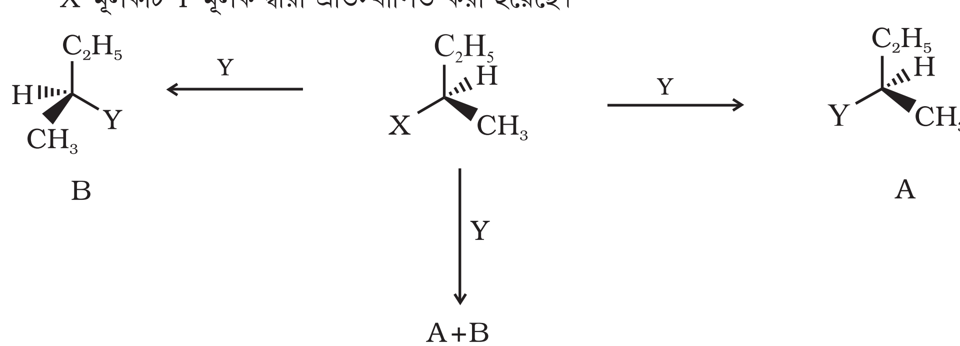
সাধারণভাবে, যদি কোনো বিক্রিয়ায় স্টিরিওকেন্দ্রের বন্ধনগুলো না ভাঙে তবে বিক্রিয়াগত পদার্থের স্টিরিওকেন্দ্রের চারদিকে মূলকগুলোর সাধারণ বিন্যাস বিক্রিয়ক পদার্থের অনুরূপ থাকে। এরূপ বিক্রিয়াগুলোতে রিটেনশন অব্ কনফিগারেশন অক্ষুন্ন থাকে। উদাহরণস্বরূপ (–)-2-মিথাইল বিউটান-2-অল কে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সাথে উত্তপ্ত করা হলে, যে বিক্রিয়াটি সংঘটিত হয়, সেটির কথা ভাবতে পারো।



(-)-2-মিথাইল বিউটান-2-অল **(+)-1-ক্লোরো-2-মিথাইল বিউটেন**

এটি লক্ষ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যে বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থের প্রতিসাম্য কেন্দ্রের বিন্যাস একই রকম কিন্তু বিক্রিয়জাত পদার্থের আলোকীয় ঘূর্ণন পরিবর্তিত হয়েছে। এর কারণ হল দুটি ভিন্ন যৌগের অপ্রতিসাম্য কেন্দ্রের বিন্যাস একই রকমের হওয়া সত্ত্বেও এদের আলোকীয় ঘূর্ণন ভিন্ন হতে পারে। একটি ডানাবর্তী বা দক্ষিণাবর্তী (আলোকীয় ঘূর্ণনের চিহ্ন +) অপর দিকে অন্যটি বামাবর্তী (আলোকীয় ঘূর্ণনের চিহ্ন –) হতে পারে।

(iv) *ইনভারশন, রিটেনশন এবং রেসিমাইজেশন (Inversion, retention and racemisation):* একটি অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণুর সাথে সরাসরি যুক্ত বন্ধনটি যখন ভাঙে তখন অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণুর বিক্রিয়ার জন্য তিন ধরনের ফলাফল পাওয়া সম্ভব। ধরা যাক, নিম্নলিখিত বিক্রিয়াটিতে X মূলকটি Y মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা হয়েছে।



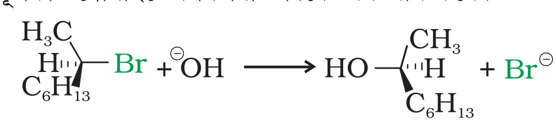
যদি কেবলমাত্র (A) যৌগটি উৎপন্ন হয়, তবে পদ্ধতিটিকে বলা হয় রিটেশন অব্ কনফিগারেশন। লক্ষ করো A -এর মধ্যে বিন্যাস অপরিবর্তিত থাকে।

যদি কেবলমাত্র (B) যৌগটি উৎপন্ন হয়, তবে পদ্ধতিটিকে বলা হয় ইনভারশন অব্ কনফিগারেশন। B এর ক্ষেত্রে বিন্যাসটি উল্টো হয়।

যদি A এবং B এর 50:50 আনুপাতিক মিশ্রণ উৎপন্ন হয় তখন এই পদ্ধতিটিকে রেশিমাইজেশন বলে এবং উৎপন্ন যৌগটি আলোক নিষ্ক্রিয়, কারণ একটি সমবায়বী সমতল সমবর্তিত আলোককে যে দিকে ঘোরায়, অপরটি তার বিপরীত দিকে ঘোরায়।

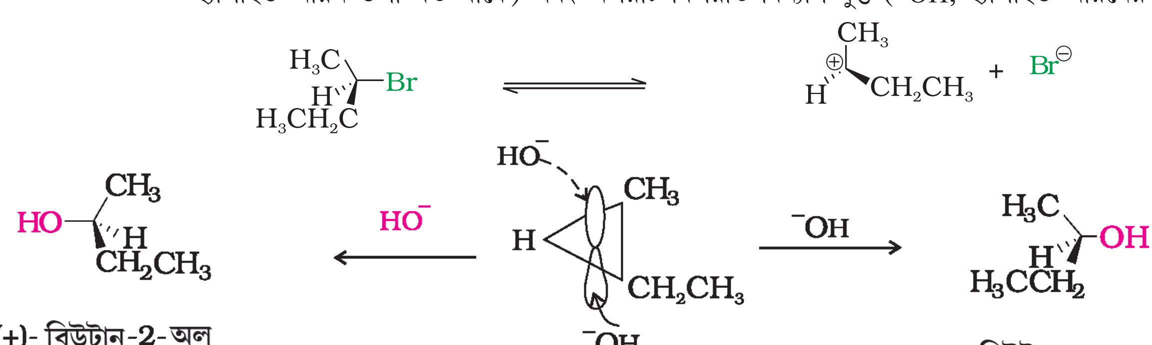
চলো এখন আমরা আলোক সক্রিয় অ্যালকিল হ্যালাইডকে উদাহরণ হিসাবে নিয়ে S_N1 এবং S_N2 বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশলগুলোকে নতুন ভাবে অবলোকন করি।

আলোক সক্রিয় অ্যালকিল হ্যালাইডগুলোর ক্ষেত্রে, S_N2 ক্রিয়াকৌশলের ফলে উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থের বিন্যাস বিক্রিয়ক পদার্থের বিন্যাসের তুলনায় উল্টো হয়। এর কারণ হল যে দিকে হ্যালোজেন পরমাণুটি উপস্থিত থাকে, নিউক্লিওফাইল তার বিপরীত দিকে যুক্ত হয়। যখন (–)-2-ব্রোমোঅক্টেনকে সোডিয়াম হাইড্রোঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করানো হয়, তখন (+)- অক্টান-2-অল উৎপন্ন হয় যেখানে –OH মূলকটি ব্রোমাইডের বিপরীত দিকে অবস্থান করে।



তাই আলোক সক্রিয় অ্যালকিল হ্যালাইডগুলোর S_N2 বিক্রিয়া ইনভারশন অব্ কনফিগারেশন সাথে সম্পন্ন হয়।

আলোক সক্রিয় অ্যালকিল হ্যালাইডের ক্ষেত্রে S_N1 বিক্রিয়া রেসিমাইজেশনের সাথে সম্পন্ন হয়। তুমি কি ভাবতে পার এরূপ কেন ঘটে? আসলে মন্থর ধাপে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়নটি sp^2 সংকরায়িত হওয়ার ফলে সমতলীয় হয় (অ্যাকাইরেল)। নিউক্লিওফাইল সমতলীয় কার্বোক্যাটায়নটিকে দুদিক থেকে আক্রমণ করতে পারে। ফলস্বরূপ একটি একই বিন্যাস যুক্ত (–OH ঐ অবস্থানে যুক্ত হয় যেখানে হ্যালাইড আয়ন উপস্থিত থাকে) এবং অপরটি বিপরীত বিন্যাস যুক্ত (–OH, হ্যালাইড আয়নের

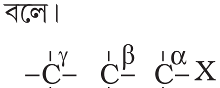


(+)- বিউটান-2-অল

(–) বিউটান-2-অল

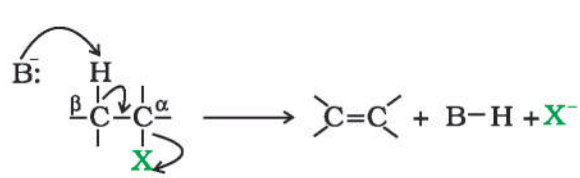
বিপরীত দিকে যুক্ত হয়) বিক্রিয়াজাত পদার্থের মিশ্রণ উৎপন্ন করে। এটিকে আলোক সক্রিয় 2-ব্রোমোবিউটেনের আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন (±)–বিউটান–2–অল দ্বারা বর্ণনা করা যেতে পারে।

একটি অণুর মধ্যে α এবং β কার্বনের অবস্থান : যে কার্বন পরমাণুতে হ্যালোজেন পরমাণুটি সরাসরি যুক্ত থাকে তাকে α-কার্বন বলে এবং α -কার্বনের পার্শ্ববর্তী কার্বনটিকে β-কার্বন বলে।



2. অপনয়ন বিক্রিয়া (Elimination reactions)

যখন β হাইড্রোজেন যুক্ত হ্যালোঅ্যালকেনকে অ্যালকোহলীয় পটাসিয়াম হাইড্রোঅক্সাইডসহ উত্তপ্ত করা হয়, তখন β কার্বন থেকে হাইড্রোজেন পরমাণু এবং α কার্বন পরমাণু থেকে হ্যালজেন পরমাণুর অপনয়ন (অপসারণ) ঘটে।



B= ক্ষারক; X= নির্গমনশীল মূলক।

ফলস্বরূপ, বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। যেহেতু β হাইড্রোজেন পরমাণু অপনয়নে অংশগ্রহণ করে, তাই এটিকে β অপনয়নও বলা হয়।

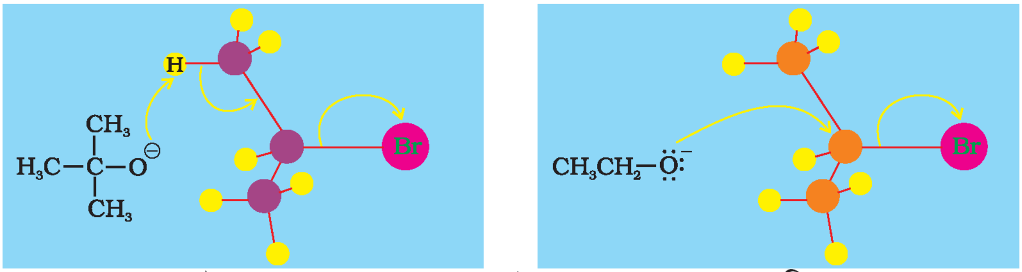
যদি একের অধিক β হাইড্রোজেন পরমাণু উপস্থিত থাকে, তবে এদের অধিক অ্যালকিন উৎপন্ন হওয়ার সম্ভবনা থাকে। তবে একটি অ্যালকিন মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে উৎপন্ন হয়। এরূপ গঠন সর্বপ্রথম রাশিয়ান রসায়নবিদ আলেকজান্ডার জেটসেভ (যা সেটজেফ্ রূপেও উচ্চারিত হয়) পর্যবেক্ষণ করেন। তিনি 1875 খ্রিস্টাব্দে একটি নিয়ম প্রতিপাদন করেছিলেন, নিয়মটি সংক্ষেপে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়। 'ডিহাইড্রোহ্যালোজেনেশন বিক্রিয়ায়, ঐ অ্যালকিনটিই মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে উৎপন্ন হয় যার দ্বিবন্ধনে যুক্ত কার্বন পরমাণুগুলোতে অধিক সংখ্যক অ্যালকিল মূলক যুক্ত থাকে। তাই 2-ব্রোমোপেন্টেন মুখ্য যৌগ রূপে পেন্ট-2-ইন উৎপন্ন করে।

$$H_3C{-}CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_3 \xleftarrow{\bar{O}H} H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}\underset{H}{\overset{Br}{C}}H{-}CH_2 \xrightarrow{\bar{O}H} H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH{=}CH_2$$

পেন্ট-2-ইন (81%) 2-ব্রোমোপেন্টেন পেন্ট-1-ইন (19%)

অপনয়ন বনাম প্রতিস্থাপন (Elimination Versus Substitution)

রাসায়নিক বিক্রিয়া হল একটি প্রতিযোগিতার ফল ঃ এটি এমন একটি দৌড় প্রতিযোগিতা যেখানে দ্রুততম দৌড়বিদই জেতে। অণুর সমন্বয় প্রধানত সেই পথটিই অনুসরণ করে যে পথটি এদের জন্য সহজতম হয়। β হাইড্রোজেন পরমাণুযুক্ত একটি অ্যালকিল হ্যালাইড যখন ক্ষারক অথবা নিউক্লিওফাইলের সাথে বিক্রিয়া করে তখন তাদের সামনে দুটি ভিন্ন প্রতিযোগিতামূলক পথ খোলা থাকে, প্রতিস্থাপন (S_N1 এবং S_N2) এবং অপনয়ন। কোন পথটি অনুসরণ করবে তা নির্ভর করে অ্যালকিল হ্যালাইডের প্রকৃতি, ক্ষারক/নিউক্লিওফাইলের শক্তি এবং আকার ও বিক্রিয়ার শর্তের উপর। তাই বড়ো আকৃতির নিউক্লিওফাইল ক্ষারক হিসাবে কাজ করে এবং চতুস্তলকীয় কার্বন পরমাণুর দিকে অগ্রসর না হয়ে প্রোটন আকর্ষণ করতে পছন্দ করে (স্টেরিক বাধার কারণে) এবং বিপরীত বক্তব্যটিও সত্য। অনুরূপে প্রাইমারি অ্যালকিল হ্যালাইড S_N2 বিক্রিয়ার পথ অনুসরণ করতে পছন্দ করে, সেকেন্ডারি হ্যালাইডের S_N2 অথবা অপনয়ন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করা, ক্ষারক/নিউক্লিওফাইলের শক্তির উপর নির্ভর করে এবং টারসিয়ারি হ্যালাইডের S_N1 এবং অপনয়ন বিক্রিয়া করা কার্বোক্যাটায়নের স্থায়িত্ব অথবা অধিক সংখ্যক অ্যালকিল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনের উপর নির্ভর করে।



অপনয়ন বনাম প্রতিস্থাপন

3. ধাতুর সাথে বিক্রিয়া (Reaction with metals)

অধিকাংশ জৈব ক্লোরাইড, ব্রোমাইড এবং আয়োডাইড কয়েকটি নির্দিষ্ট ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন-ধাতু বন্ধন যুক্ত যৌগ উৎপন্ন করে। এরূপ যৌগগুলোকে **জৈব ধাতব যৌগ (organo-metallic compounds.)** বলে। 1900 খ্রিস্টাব্দে ভিক্টর গ্রির্গনাড অ্যালকিল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড নামক একটি বিশেষ শ্রেণির জৈব-ধাতব যৌগ, RMgX আবিষ্কার করেন যাকে গ্রিগনার্ড বিকারক বলে। শুষ্ক ইথার মাধ্যমে হ্যালোঅ্যালকেনের সাথে ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর বিক্রিয়ায় এই বিকারকটি প্রস্তুত করা হয়।

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} CH_3CH_2MgBr$$

গ্রিগনার্ড বিকারক

ভিক্টর গ্রিগনার্ড গণিতের ডিগ্রি অর্জন করেছিলেন— রসায়নবিদ রূপে তার অ্যাকাডেমিক জীবন অদ্ভুতভাবে শুরু হয়েছিল। ভৌত রসায়নের গাণিতিক ক্ষেত্রটির প্রতি আকৃষ্ট হয়ে নয় বরং জৈব রসায়নের প্রতি আকৃষ্ট হয়েই অবশেষে তিনি রসায়ন শাস্ত্রের প্রতি মনোনিবেশ করার সিদ্ধান্ত নেন। মিথাইলেশন বিক্রিয়ার উপযোগী একটি উৎকৃষ্ট অনুঘটকের সন্ধান করতে গিয়ে তিনি লক্ষ করেন যে, জিংক এবং ডাই ইথাইল ইথারের মিশ্রণ এ কাজটি সম্পন্ন করার জন্য দীর্ঘদিন ধরে ব্যবহৃত হয়ে আসছে এবং তার ধারণা হয়েছিল Mg/ইথারের জুটি দ্বারাও কাজটি সম্পন্ন করা যাবে, সেটি জানার জন্য তার তীব্র আগ্রহ ছিল। গ্রিগনার্ড বিকারকের সম্পর্কে 1900 খ্রিস্টাব্দে সর্বপ্রথম জানা যায় এবং তার এই কাজের (গবেষণার) জন্যই 1901 খ্রিস্টাব্দে গ্রিগনার্ড ডক্টরেট উপাধি লাভ করেন। 1910 খ্রিস্টাব্দে গ্রিগনার্ড ন্যান্সি বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রফেসর পদে আসীন হন এবং 1912 খ্রিস্টাব্দে নোবেল পুরস্কারে ভূষিত হন, পুরস্কারটি অবশ্য তিনি পল স্যাবটিয়ারের সাথে যৌথভাবে পেয়েছিলেন, যিনি নিকেল অনুঘটক দ্বারা হাইড্রোজেনেশন বিক্রিয়া সংঘটিত করার ক্ষেত্রটির প্রভূত উন্নতিসাধন করেছিলেন।

গ্রিগনার্ড বিকারকের মধ্যে, কার্বন-ম্যাগনেশিয়াম বন্ধনটি হল সমযোজী কিন্তু খুবই ধ্রুবীয় এবং সেই সাথে কার্বন, তড়িৎধনাত্মক ম্যাগনেশিয়াম থেকে ইলেকট্রন আকর্ষণ করে। ম্যাগনেশিয়াম-হাইড্রোজেন বন্ধনটি আবশ্যিক ভাবেই আয়নীয়।

$$\overset{\delta-}{R}-\overset{\delta+}{Mg}\ \overset{\delta-}{X}$$

গ্রিগনার্ড বিকারক খুবই সক্রিয় এবং প্রোটনের যে- কোনো উৎসের সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন করে এমনকি জল, অ্যালকোহল, অ্যামিনও এদের অনুরূপ হাইড্রোকার্বনে রূপান্তরিত করার জন্য যথেষ্ট পরিমাণে আম্লিক হয়।

$$RMgX + H_2O \longrightarrow RH + Mg(OH)X$$

তাই গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে স্বল্প আর্দ্রতাও এড়ানো প্রয়োজন। এই কারণে বিক্রিয়াটি শুষ্ক ইথার মাধ্যমে করা হয়। এছাড়া হ্যালাইড যৌগকে হাইড্রোকার্বনে রূপান্তরিত করার পদ্ধতিগুলোর মধ্যে এই বিক্রিয়াটিকেও অন্তর্ভুক্ত করা যেতে পারে।

উর্জ বা ভার্জ বিক্রিয়া (Wurtz reaction)

অ্যালকিল হ্যালাইড শুষ্ক ইথার মাধ্যমে সোডিয়ামের সাথে বিক্রিয়া করে, হ্যালাইডের তুলনায় দ্বিগুণ কার্বন পরমাণুযুক্ত হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াকে উর্জ বা ভার্জ বিক্রিয়া বলে (ত্রয়োদশ অধ্যায়,একাদশ শ্রেণি)।

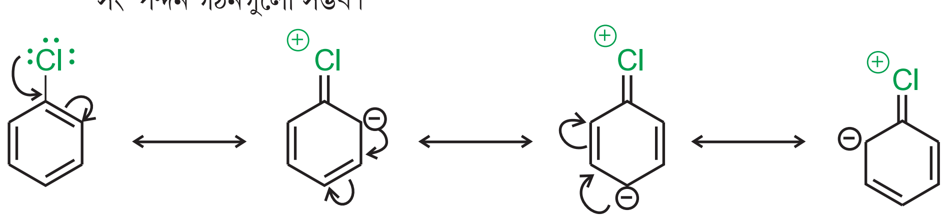
$$2RX + 2Na \longrightarrow RR + 2NaX$$

10.7.2 হ্যালঅ্যারিনের বিক্রিয়াসমূহ (Reactions of Haloarenes)

1. নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (Nucleophilic substitution)

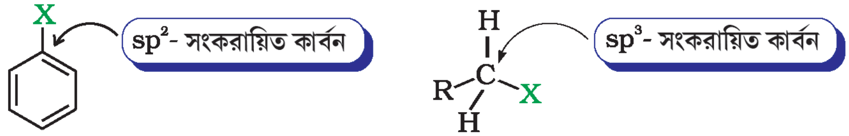
নিম্নলিখিত কারণগুলোর জন্য অ্যারাইল হ্যালাইডসমূহ নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার প্রতি খুবই কম সক্রিয়।

(i) *সংস্পন্দন প্রভাব (Resonance effect)* : হ্যালোঅ্যারিনের মধ্যে, হ্যালোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন যুগলগুলো বলয়ের π ইলেকট্রন সমূহের সাথে কনজুগেশনে থাকে এবং নিম্নলিখিত সংস্পন্দন গঠনগুলো সম্ভব।



সংস্পন্দনের কারণে C—Cl বন্ধনটি আংশিক দ্বিবন্ধন চরিত্র লাভ করে। এর ফলে হ্যালোঅ্যালকেনের তুলনায় হ্যালোঅ্যারিনের C—Cl বন্ধনটি ভাঙা কঠিন হয় এবং তাই এরা নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার প্রতি কম সক্রিয়।

(ii) *C—Cl বন্ধনের কার্বন পরমাণুর সংকরায়ণের মধ্যে পার্থক্য:* হ্যালোঅ্যালকেনে হ্যালোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত কার্বন পরমাণুটি sp^3 সংকরায়িত যদিও হ্যালোঅ্যারিনের ক্ষেত্রে, হ্যালোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত কার্বন পরমাণুটি sp^2 সংকরায়িত।



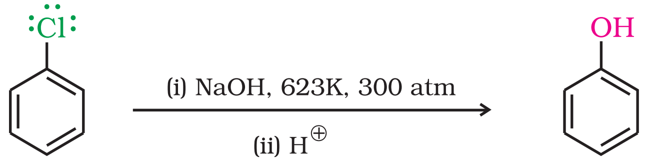
অধিক *s*-চরিত্র যুক্ত sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণু অধিক তড়িৎঋণাত্মক হয় এবং হ্যালোঅ্যালকেনের কম *s*-চরিত্র যুক্ত sp^3-সংকরায়িত কার্বন পরমাণু অপেক্ষা খুবই দৃঢ়ভাবে C—X বন্ধনের ইলেকট্রন যুগলকে ধরে রাখে। তাই হ্যালোঅ্যালকেনে C—Cl বন্ধন দৈর্ঘ্য 177pm এবং হ্যালোঅ্যারিনে C—Cl বন্ধন দৈর্ঘ্য 169 pm। দীর্ঘতর বন্ধন অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর বন্ধনকে ভাঙা কঠিন হয় বলে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার প্রতি হ্যালোঅ্যারিন, হ্যালোঅ্যালকেন অপেক্ষা কম সক্রিয় হয়।

(iii) *ফিনাইল ক্যাটায়নের অস্থায়িত্ব :* হ্যালোঅ্যারিনের ক্ষেত্রে, স্ব-আয়নের ফলে উৎপন্ন ক্যাটায়নটি সংস্পন্দন দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করতে পারে না এবং ফলে S_N1 ক্রিয়াকৌশল এদের জন্য নিয়ম বহির্ভূত।

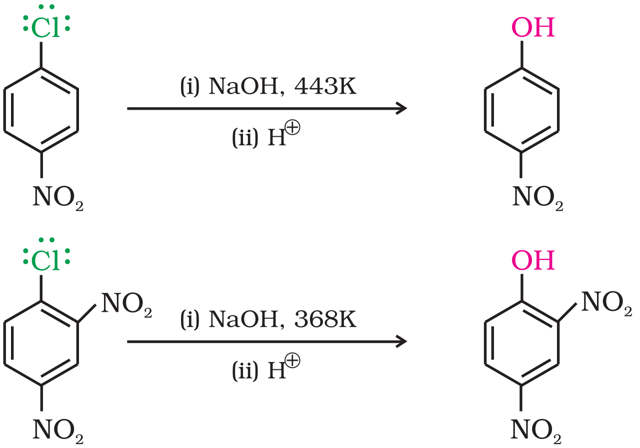
(iv) সম্ভাব্য বিকর্ষণের ফলে, অধিক ইলেকট্রন গাঢ়ত্ব যুক্ত নিউক্লিওফাইল, অধিক ইলেকট্রনযুক্ত অ্যারিনের কাছে যাওয়ার সম্ভাবনা কমে যায়।

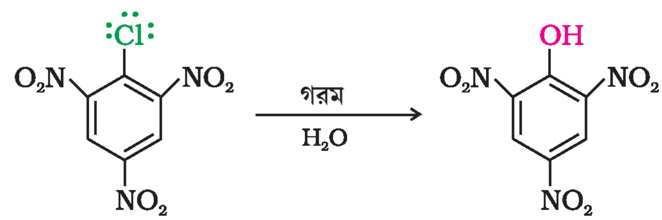
হাইড্রোঅক্সিল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন (Replacement by hydroxyl group)

ক্লোরোবেঞ্জিনকে সোডিয়াম হাইড্রোঅক্সাইডের জলীয় দ্রবণে 623K উষ্ণতায় এবং 300 অ্যাটমোস্ফিয়ার বায়ুমণ্ডলীয় চাপে উত্তপ্ত করে ফেনলে রূপান্তরিত করা যায়।

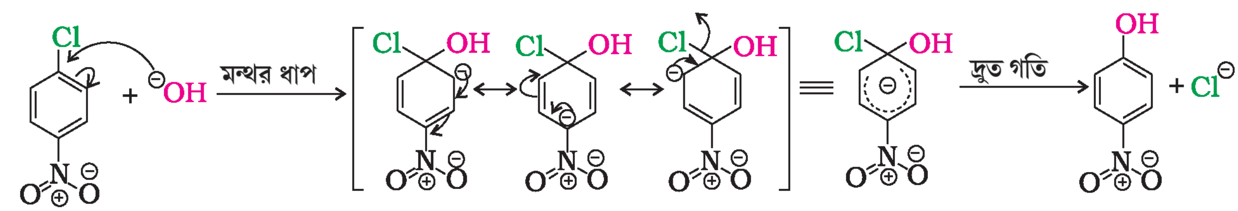


অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন আকর্ষমূলক ($-NO_2$) উপস্থিত থাকলে হ্যালোঅ্যারিনের রাসায়নিক সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায়।

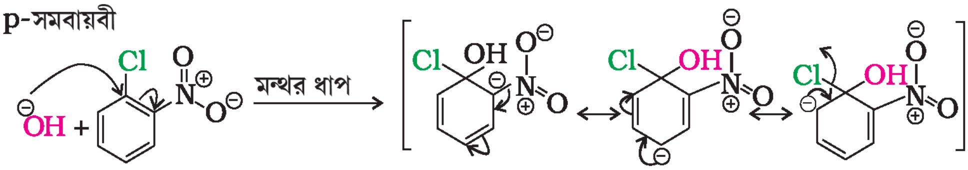




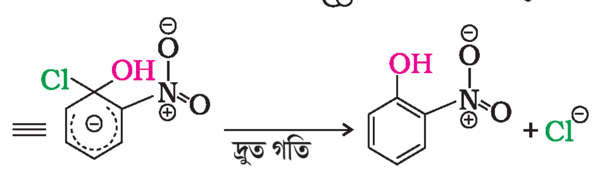
যখন ($-NO_2$) মূলক অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে যুক্ত থাকে তখন প্রভাব অধিক প্রবল হয়। যদিও ইলেকট্রন আকর্ষী মূলক মেটা অবস্থানে উপস্থিত থাকলে হ্যালোঅ্যারিনের সক্রিয়তার উপর কোনো প্রভাব পরিলক্ষিত হয় না। বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল নীচে বর্ণনা করা হল :

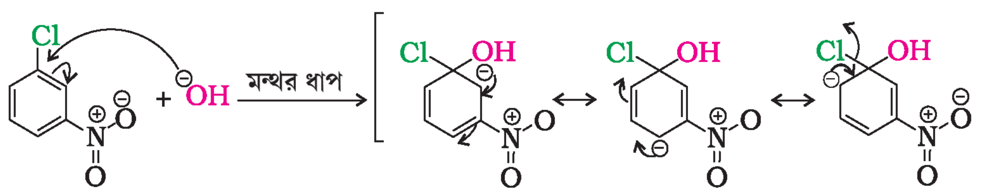


p-সমবায়বী

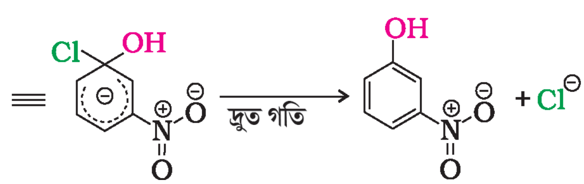


o-সমবায়বী





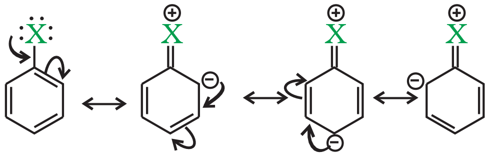
m- সমবায়বী



তোমরা কি ভাবতে পারছ, NO_2 মূলক তার প্রভাব কেবলমাত্র অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে দেখায় কিন্তু মেটা অবস্থানে নয় কেন?

উপরে দেখানো হয়েছে যে, অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে নাইট্রো মূলকের উপস্থিতির ফলে বেঞ্জিন বলয় থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব আকর্ষণ করে এবং ফলে হ্যালোঅ্যারিনে নিউক্লিওফিলিকের আক্রমণ সহজ হয়। এইভাবে উৎপন্ন কার্বঅ্যানায়ন সংস্পন্দন দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করে। হ্যালোজেন প্রতিস্থাপকের সাপেক্ষে আর্থো এবং প্যারা অবস্থানের ঋণাত্মক আধান $-NO_2$ মূলক দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করে কিন্তু মেটা নাইট্রো বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে এমন কোনও সংস্পন্দন গঠন আকৃতি নেই যার মধ্যে $-NO_2$ মূলকের সাথে যুক্ত কার্বন পরমাণুটি ঋণাত্মক হয়। সুতরাং মেটা অবস্থানে উপস্থিত নাইট্রোমূলক ঋণাত্মক আধানকে স্থায়িত্ব প্রদান করতে পারে না এবং সক্রিয়তার উপর মেটা অবস্থানে উপস্থিত নাইট্রো ($-NO_2$) মূলকের কোনো প্রভাব পরিলক্ষিত হয় না।

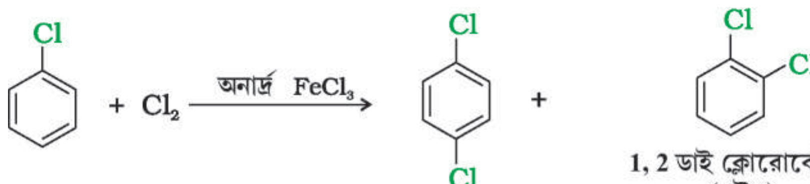
2. ইলেকট্রন সন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াসমূহ ***(Electrophilic substitution reactions) :*** হ্যালোঅ্যারিন, বেঞ্জিন বলয়ের মতো সাধারণ ইলেকট্রন সন্ধ্যানী (ইলেকট্রোফিলিক) বিক্রিয়া যেমন হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন এবং ফ্রিডেল ক্র্যাফ্ট বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। হ্যালোজেন পরমাণু কিছুটা নিষ্ক্রিয় হওয়া সত্ত্বেও ইহা *o, p*- নির্দেশক। ফলে হ্যালোজেন পরমাণুর সাপেক্ষে পুনঃপ্রতিস্থাপন বিক্রিয়াটি অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে হয়। হ্যালোজেন পরমাণুর *o, p* নির্দেশক প্রভাব সহজেই বোঝা যায় যদি আমরা নীচে প্রদর্শিত হ্যালোবেঞ্জিনের সংস্পন্দন গঠন আকৃতিগুলো বিবেচনা করি।



I II III IV

সংস্পন্দনের ফলে মেটা অবস্থানের তুলনায় অর্থো এবং প্যারা অবস্থানের ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তাছাড়া হ্যালোজেন পরমাণুর –I প্রভাবের ফলে বেঞ্জিন বলয় থেকে ইলেকট্রন আকর্ষণ করার প্রবণতা রয়েছে। ফলে বেঞ্জিন বলয়ের তুলনায় হ্যালোঅ্যারিনের বলয়টি কিছুটা নিষ্ক্রিয় প্রকৃতির হয় এবং তাই হ্যালোঅ্যারিনের ক্ষেত্রে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াটি কিছুটা মন্থর গতিতে সংঘটিত হয় এবং বেঞ্জিনের তুলনায় অধিক সক্রিয় অবস্থার প্রয়োজন হয়।

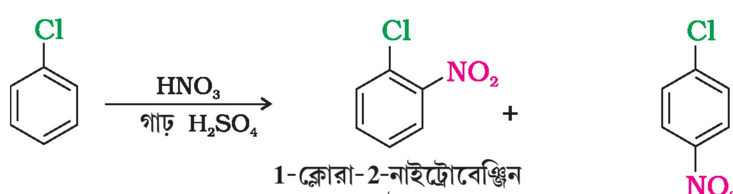
(i) হ্যালোজেনেশন



1, 4 ডাই ক্লোরোবেঞ্জিন (মুখ্য)

1, 2 ডাই ক্লোরোবেঞ্জিন (গৌণ)

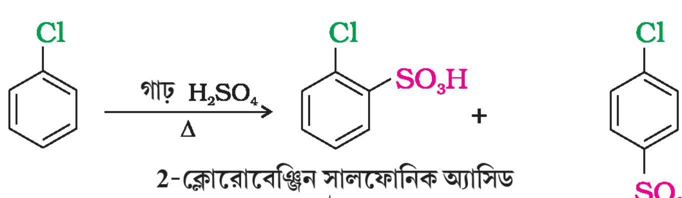
(ii) নাইট্রেশন



1-ক্লোরা-2-নাইট্রোবেঞ্জিন (গৌণ)

1-ক্লোরা-4-নাইট্রোবেঞ্জিন (মুখ্য)

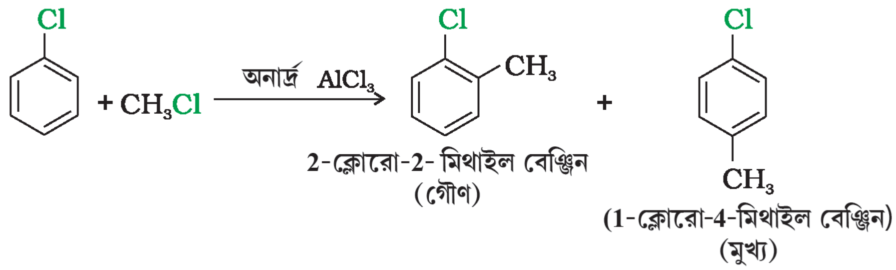
(iii) সালফোনেশন

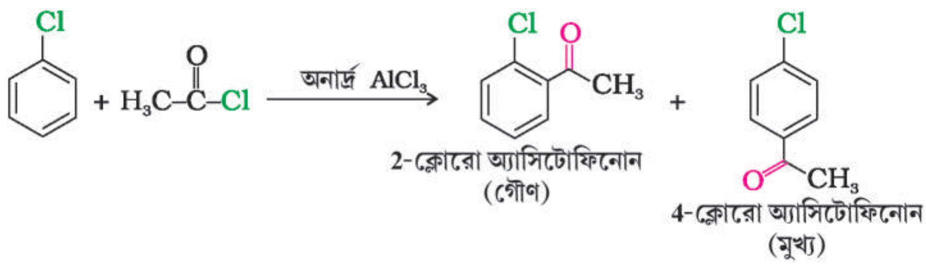


2-ক্লোরোবেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড (গৌণ)

4-ক্লোরোবেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড (মুখ্য)

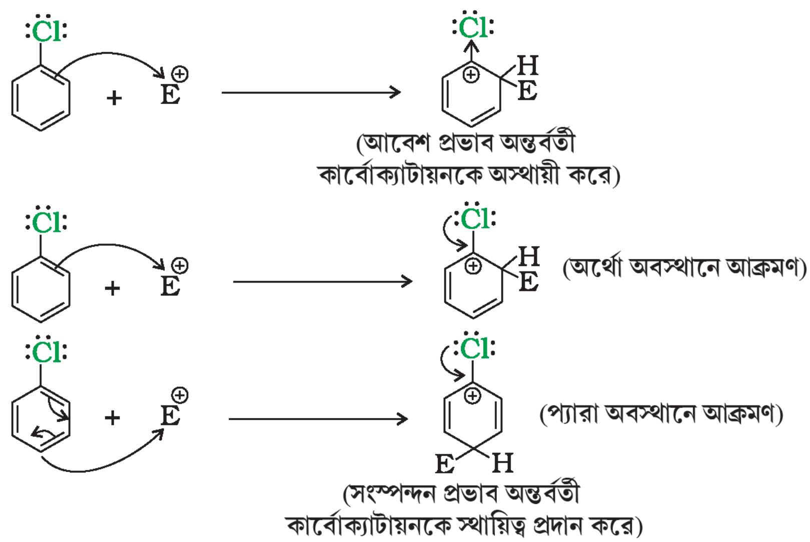
(iv) ফ্রিডেল ক্র্যাফ্টস বিক্রিয়া





নমুনা প্রশ্ন 10.9 যদিও ক্লোরিন একটি ইলেকট্রন অপসারণকারী মূলক তথাপি এটি অ্যারোমেটিক ইলেকট্রোফিলিক বিক্রিয়ায় অর্থো প্যারা নির্দেশক কেন?

সমাধান ক্লোরিন আবেশ প্রভাবের ফলে ইলেকট্রন আকর্ষণ করে এবং সংস্পন্দনের ফলে ইলেকট্রন দান করে। ক্লোরিনের আবেশ প্রভাবের মাধ্যমে সংঘটিত ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার সময় উৎপন্ন অন্তর্বর্তী কার্বোক্যাটায়নকে অস্থায়ী করে তোলে।

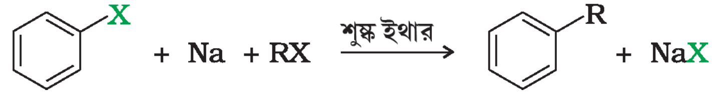


হ্যালোজেন, সংস্পন্দনের মাধ্যমে কার্বোক্যাটায়নকে সুস্থিত করে তোলার চেস্টা করে এবং এই প্রভাব অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে অধিক হয়। অবেশ প্রভাব, সংস্পন্দন প্রভাব অপেক্ষা শক্তিশালী হয় এবং ফলে ইলেকট্রন অপসারণ প্রভাব অধিক কার্যকরী হয় এবং নিষ্ক্রিয়তা সৃষ্টি হয়। অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে আক্রমণের ক্ষেত্রে সংস্পন্দন প্রভাব আবেশ প্রভাবের বিপরীতে কাজ করে এবং তাই অর্থো এবং প্যারা অবস্থানের আক্রমণের নিষ্ক্রিয়তা কমিয়ে দেয়। এভাবে শক্তিশালী আবেশ প্রভাব দ্বারা রাসায়নিক সক্রিয়তা নিয়ন্ত্রিত হয় এবং সংস্পন্দন প্রভাব দ্বারা অভিবিন্যাস (ওরিয়েন্টেশন) নিয়ন্ত্রিত হয়।

3. ধাতুর সাথে বিক্রিয়া (Reaction with metals)

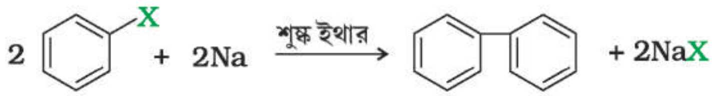
ভার্জ-ফিটিগ বিক্রিয়া (Wurtz-Fittig reaction)

যখন শুষ্ক ইথার মাধ্যমে অ্যালকিল হ্যালাইড এবং অ্যারাইল হ্যালাইডের মিশ্রণকে সোডিয়ামের সাথে বিক্রিয়া করানো হয় তখন অ্যালকিল অ্যারিন উৎপন্ন হয় এবং এই বিক্রিয়াটিকে ভার্জ-ফিটিগ বলে।



ফিটিগ বিক্রিয়া (Fittig reaction)

শুষ্ক ইথার মাধ্যমে অ্যারাইল হ্যালাইডকে সোডিয়ামের সাথে বিক্রিয়া করানো হলে অনুরূপ যৌগ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটিকে ফিটিগ্ বিক্রিয়া বলে।



ডাইফিনাইল

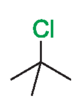
বিষয় ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

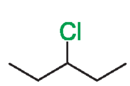
10.7 নিম্নলিখিত অ্যালকিল হ্যালাইডের যুগলগুলোর মধ্যে কোনটি খুব দ্রুততার সাথে S_N2 ক্রিয়াকৌশলের দ্বারা বিক্রিয়া করে বলে তুমি মনে কর? তোমার উত্তরটি ব্যাখ্যা করো :

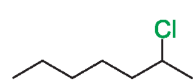
(i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ বা $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$ (ii) $CH_3CH_2CH(Br)CH_3$ বা $H_3C{-}C(CH_3)_2{-}Br$

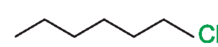
(iii) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2Br$ বা $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Br$

10.8 নিম্নলিখিত হ্যালোজেন যৌগসমূহের যুগলগুলোর মধ্যে কোন্ যৌগটি দ্রুততার সাথে S_N1 বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করবে?

(i) 

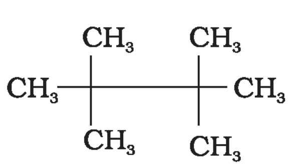
এবং 

(ii) 

এবং 

10.9 নিচের A, B, C, D, E, R এবং R^1 কে সনাক্ত কর :

$$R{-}Br + Mg \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} C \xrightarrow{D_2O} CH_3CH(D)CH_3$$



$\xleftarrow{\text{Na/শুষ্ক ইথার}} R^1{-}X \xrightarrow{Mg} D \xrightarrow{H_2O} E$

10.7 পলিহ্যালোজেন যৌগসমূহ (Polyhalogen Compounds)

একের অধিক হ্যালোজেন পরমাণুযুক্ত কার্বন যৌগগুলোকে পলি হ্যালোজেন যৌগ বলা হয়। এদের মধ্যে অধিকাংশ যৌগই শিল্পক্ষেত্রে এবং কৃষিক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। এই অনুচ্ছেদে কিছু পলিহ্যালোজেন যৌগ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

10.7.1 ড্রাইক্লোরামিথেন (মিথিলিন ক্লোরাইড)

দ্রাবক রূপে, রং অপসারক হিসাবে, এরোসলে চালক হিসাবে এবং ঔষধ প্রস্তুতিতে দ্রাবক হিসাবে ডাইক্লোরোমিথেনের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। ধাতু পরিষ্কার করার জন্য এবং ফিনিশিং দ্রাবক রূপেও এটির ব্যবহার রয়েছে। মিথিলিন ক্লোরাইড কেন্দ্রীয় স্থায়ুতন্ত্রের ক্ষতিসাধন করে। বায়ুতে উপস্থিত কম মাত্রার মিথিলিন ক্লোরাইডের সংস্পর্শে আসলে শ্রবণশক্তি ও দৃষ্টিশক্তি সামান্য হ্রাস পায়। বায়ুতে অধিকমাত্রায় মিথিলিন ক্লোরাইডের উপস্থিতির কারণে মাথা ঘোরানো, বমি বমি ভাব, টিংলিং এবং হাত ও পায়ের আঙুলে অসাড়তা সৃষ্টি হয়। মানুষের ক্ষেত্রে মিথিলিন ক্লোরাইড সরাসরি চামড়ার লাগলে ভীষণ জ্বালা করে এবং চামড়া কিছুটা লাল হয়ে যায়। চোখে সরাসরি লাগলে কর্নিয়া পুড়ে যায়।

10.7.2 ট্রাইক্লোরোমিথেন (ক্লোরোফর্ম)

রাসায়নিকভাবে, ক্লোরোফর্ম ফ্যাট উপক্ষার, আয়োডিন এবং অন্যান্য পদার্থের দ্রাবক রূপে ব্যবহৃত হয়। ফ্রেয়ন শীতক R-22 প্রস্তুতিতে বর্তমানে ক্লোরোফর্ম ব্যাপক হারে ব্যবহার করা হয়। আগে এটি শল্য চিকিৎসায় সাধারণ চেতনানাশক রূপে ব্যবহৃত হত কিন্তু এখন এ জায়গায় কম ক্ষতিকারক, নিরাপদ চেতনানাশক ইথার ব্যবহার করা হয়। চেতনানাশক রূপে এর ব্যবহার থেকে আশা করা যায় যে, ক্লোরোফর্ম বাস্প শুঁকলে বা নাক দিয়ে গ্রহণ করলে কেন্দ্রীয় স্নায়ুতন্ত্র অবসাদগ্রসস্ত হয়। প্রতি দশ লক্ষ ভাগ বায়ুতে প্রায় 900 ভাগ ক্লোরোফর্ম যুক্ত বায়ু (প্রতি দশ লক্ষ ভাগে 900) খুবই কম সময় ধরে প্রশ্বাসের সাথে গ্রহণ করলে মাথা ঘোরানো, অবসাদ এবং মাথা ব্যাথার সৃষ্টি হয়। দীর্ঘ সময় ধরে ক্লোরোফর্মের কারণে লিভার (যেমন ক্লোরোফর্ম বিপাকীয় ক্রিয়ায় ফসজিনে পরিণত হয়) এবং কিডনি ক্ষতিগ্রস্ত হয় এবং কিছু কিছু মানুষের ত্বক ক্লোরোফর্মে ডুবিয়ে রাখলে এতে ঘা সৃষ্টি হয়। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে ক্লোরোফর্ম বায়ু দ্বারা ধীরে ধীরে জারিত হয়ে খুবই বিষাক্ত গ্যাস কার্বনিল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে, যাকে ফসজিনও বলা হয়। এইজন্য ক্লোরেফর্মকে বন্ধ কালো রঙিন বোতলে সম্পূর্ণভাবে ভর্তি করে রাখা হয়, যাতে ভেতরের বায়ু সম্পূর্ণরূপে বেরিয়ে আসে।

$$2CHCl_3 + O_2 \xrightarrow{\text{সূর্যালোক}} \underset{\text{ফসজিন}}{2COCl_2} + 2HCl$$

10.7.3• ট্রাইআয়োডোমিথেন (আয়োডোফর্ম)

পূর্বে এটি অ্যান্টিসেপটিক রূপে ব্যবহৃত হত কিন্তু আয়োডোফর্মের অ্যান্টিসেপটিক গুন এর নিজস্ব কারণে নয়, মুক্ত আয়োডিন নির্গত করার কারণে হয়। রুচিবিরোধী (বিশ্রী) গন্ধের কারণে এর পরিবর্তে আয়োডিন যুক্ত অন্য সংকেত বিশিষ্ট যৌগ ব্যবহার করা হয়।

10.7.4 টেট্রাক্লোরোমিথেন (কার্বন টেট্রা ক্লোরাইড)

শীতক এবং অ্যারোসল ক্যান এর চালক উৎপাদনের কাজে ব্যবহার করার জন্য এটি অধিক মাত্রায় প্রস্তুত করা হয়। এটি আরও ব্যবহৃত হয় ক্লোরোফ্লুরো কার্বন সংশ্লেষণে ইন্ধন (ফিডস্টক) রূপে এবং অন্যান্য রাসায়নিক দ্রব্যাদি প্রস্তুতিতে, ঔষধ প্রস্তুতিতে এবং সাধারণ দ্রাবক রূপে। 1960 খ্রিস্টাব্দের মধ্য ভাগ পর্যন্ত, এটি শিল্প ক্ষেত্রে গ্রিজ পরিষ্কার করতে এবং বাড়িঘরে দাগ অপসারণ পরিষ্কারক দ্রাবক রূপে এবং অগ্নিনির্বাপক রূপে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হত। এমনও কিছু প্রমাণ রয়েছে যে কার্বনটেট্রাক্লোরাইডের সংস্পর্শে আসলে মানুষের লিভার ক্যান্সার হয়। এর কিছু সাধারণ প্রভাব হল মাথা ঘোরানো, মস্তিস্ক হালকা অনুভব করা, গা-গোলানো এবং বমি বমি ভাব, যার ফলে স্নায়ু কোষের স্থায়ী ক্ষতিসাধন হয়। এই সকল প্রভাব মারাত্মক আকার ধারণ করলে দ্রুত অসাড়তা, কোমা, অজ্ঞান হওয়া অথবা মৃত্যুও হতে পারে। CCl_4 এর সংস্পর্শে হৃদকম্পন অনিয়মিত বা বন্ধ হতে পারে। চোখের সংস্পর্শে এই রাসায়নিক পদার্থটি এলে চোখ জ্বালা করে। কার্বনটেট্রাক্লোরাইড যখন বায়ুতে নির্গত হয় তখন এটি বায়ুমণ্ডলের উপরে চলে আসে এবং ওজোন স্তরের ক্ষতিসাধন করে। এমনটা মনে করা হয় যে, ওজোন

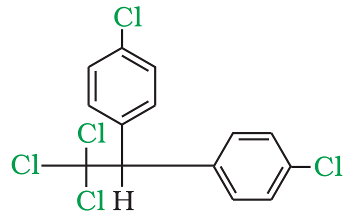
স্তরের ক্ষয়ের কারণে মনুষ্যজাতির অতিবেগুনি রশ্মির সংস্পর্শে আসার সম্ভাবনা বেড়ে যায়, যার ফলস্বরূপ ত্বকের ক্যান্সার, চোখের রোগ ও চোখের সমস্যা এবং দেহের প্রতিরোধক্ষমতা ভেঙে পড়ার সম্ভাবনা বেড়ে যায়।

10.7.5 ফ্রেয়ন (Freons)

মিথেন এবং ইথেনের ক্লোরোফ্লুরোকার্বন যৌগসমূহকে একত্রে ফ্রেয়ন বলা হয়। এরা খুবই সুস্থিত, নিষ্ক্রিয়, অবিষাক্ত ও ক্ষয় সাধনকারী নয় এবং সহজে গ্যাসগুলো তরলে পরিণত হয়। ফ্রেয়ন-12(CCl_2F_2) হল একটি খুবই সাধারণ ফ্রেয়ন যা শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। একে সোয়ার্টস বিক্রিয়ার দ্বারা ট্রেটা ক্লোরোমিথেন থেকে প্রস্তুত করা হয়। এদেরকে এরোসল চালক, রেফ্রিজারেশন এবং এয়ার কন্ডিশনে ব্যবহারের জন্য উৎপাদন করা হয়। 1974 খ্রিস্টাব্দ পর্যন্ত বিশ্বে ফ্রেয়নের বার্ষিক উৎপাদন এক লক্ষ কোটি পাউন্ড পর্যন্ত ছিল। অধিকাংশ ফ্রেয়ন, এমনকি রেফ্রিজারেশনে ব্যবহৃত ফ্রেয়নও বায়ুমন্ডলের ভিতর দিয়ে ব্যাপিত হয়ে অপরিবর্তিত অবস্থায় স্টেটোস্ফিয়ারে যায়। স্টেটোস্ফিয়ারের মধ্যে ফ্রেয়ন মূলক শৃঙ্খল বিক্রিয়া সূচনা করতে সক্ষম হয় যা প্রাকৃতিক ওজোনের সমতাকে বিঘ্নিত করে (একাদশ শ্রেণি, চতুর্দশ অধ্যায়)।

10.7.6 *p, p'*-ডাইক্লোরোডাই-ফিনাইল ট্রাই ক্লোরোইথেন (DDT)

প্রথম ক্লোরিনযুক্ত জৈব কীটনাশক DDT মূলত 1873 খ্রিস্টাব্দে তৈরি করা হয়েছিল কিন্তু কীটনাশক রূপে DDT এর কার্যকারিতা (প্রভাব) 1939 খ্রিস্টাব্দে সুইজারল্যান্ডের গেইজি ফার্মাসিটিকেলের (Geigy Pharmaceuticals) পল মুলার আবিষ্কার করেছিলেন। 1948 খ্রিষ্টাব্দে এই আবিষ্কারের জন্য পল মুলার ঔষধশাস্ত্র এবং শারীরবিদ্যায় নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর বিশ্বব্যাপী এর ব্যবহার অতিমাত্রায় বৃদ্ধি পেয়েছিল কারণ এটি মূলত ম্যালেরিয়া ছড়ানো মশা এবং টাইফস (সাঙ্ঘাতিক জ্বর) বাহক উকুন নিধনে কার্যকরী ছিল। 1940 খ্রিস্টাব্দের শেষের দিকে অত্যধিক মাত্রায় DDT ব্যবহার সম্পর্কিত সমস্যা দিয়েছিল। কীটপতঙ্গের অনেক প্রজাতি DDT এর প্রতি প্রতিরোধ শক্তি গড়ে তুলেছিল এবং এটি আমাদের জন্য অত্যন্ত বিষাক্ত তা আবিষ্কার হয়। DDT এর রাসায়নিক স্থায়িত্ব এবং ফ্যাটে দ্রাবতা এই সমস্যাকে আরও জটিল করেছিল। DDT প্রাণীদের দ্বারা সহজে পাচিত হয় না উপরন্তু এটি ফ্যাটি টিসুতে জমা থাকে। এটি নির্দিষ্ট হারে যদি ক্রমাগত গ্রহণ করা হয় তবে DDT সময়ের সাথে সাথে প্রাণীদের মধ্যেও সঞ্চিত হতে থাকে। 1973 খ্রিস্টাব্দে সংযুক্ত রাষ্ট্র DDT এর ব্যবহারের উপর নিষেধাজ্ঞা জারি করেন, যদিও বিশ্বের অন্যান্য কিছু অংশে এখনো এটি ব্যবহৃত হয়।



DDT

সারাংশ

অ্যালকিল/অ্যারাইল হ্যালাইডকে এদের গঠন আকৃতির মধ্যে উপস্থিত এক, দুই বা অধিক সংখ্যক হ্যালোজেন পরমাণুর উপর নির্ভর করে যথাক্রমে মনো, ডাই অথবা পলিহ্যালোজেন (ট্রাই, টেট্রা ইত্যাদি) যৌগ রূপে শ্রেণিভুক্ত করা যায়। যেহেতু হ্যালোজেন পরমাণুগুলো কার্বন পরমাণু অপেক্ষা অধিক তড়িৎঋণাত্মক তাই অ্যালকিল হ্যালাইডের কার্বন হ্যালোজেন বন্ধনটি ধ্রুবীয় প্রকৃতির হয় এবং কার্বন পরমাণুটি কিছুটা ধনাত্মক আধান গ্রস্ত এবং হ্যালোজেন পরমাণুটি কিছুটা ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত হয়।

অ্যালকেনের মুক্ত মূলক হ্যালোজেনেশন, অ্যালকিনে হ্যালোজেন অ্যাসিডের সংযোজন, ফসফরাস হ্যালাইড, থায়োনিল

ক্লোরাইড অথবা হ্যালোজেন অ্যাসিডগুলোকে ব্যবহার করে অ্যালকোহলের -OH মূলক হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে অ্যালকিল হ্যালাইডগুলো প্রস্তুত করা হয়। অ্যারিনের ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার দ্বারা অ্যারাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয়। ফ্লুরাইড এবং আয়োডাইডগুলোর প্রস্তুতির সর্বোত্তম পদ্ধতিটি হল হ্যালোজেন বিনিময় বিক্রিয়া।

শক্তিশালী দ্বিমেরু-দ্বিমেরু এবং ভেন্ডারওয়াল আকর্ষণ বলের কারণে জৈবহ্যালোজেন (organohalogen) যৌগগুলোর স্ফুটনাঙ্ক সংশ্লিষ্ট হাইড্রোকার্বন অপেক্ষা তুলনামূলকভাবে বেশি হয়। এরা জলে স্বল্প মাত্রায় দ্রাব্য কিন্তু জৈবদ্রাবকে সম্পূর্ণ ভাবে দ্রাব্য হয়।

অ্যালকিল হ্যালাইডের কার্বন-হ্যালোজেন বন্ধনটি ধ্রুবীয় হয় বলেই অ্যালকিল হ্যালাইড নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন, অপনয়ন বিক্রিয়া সংঘটিত করে এবং ধাতব পরমাণুর সাথে বিক্রিয়ায় জৈব ধাতবযৌগ উৎপন্ন করে। এই গতীয় ধর্মের উপর নির্ভর করে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াগুলোকে S_N1 এবং S_N2 এই দুই শ্রেণিতে শ্রেণিভুক্ত করা হয়েছে। S_N1 এবং S_N2 বিক্রিয়াগুলোর ক্রিয়াকৌশল বোঝার জন্য কাইরেলিটি একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। কাইরাল অ্যালকিল হ্যালাইডের S_N2 বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য সূচক ধর্ম হল ইনভারশন অব্ কনফিগারেশন তথা S_N1 বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য সূচক ধর্ম হল রেসিমাইজেশন।

বহুসংখ্যক পলি হ্যালোজেন যৌগ যেমন ডাইক্লোরোমিথেন, ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম, কার্বনট্রেটাক্লোরাইড, ফ্রেয়ন এবং DDT এর শিল্প ক্ষেত্রে ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। যদিও এদের মধ্যে কিছু সংখ্যক যৌগকে সহজে বিয়োজিত করা যায় না এবং এমনকি ওজোন স্তরেরও ক্ষতিসাধন করে এবং এরা পরিবেশের পক্ষে বিপদজনক তা প্রমাণিত।

অনুশীলনী

10.1 নিম্নলিখিত হ্যালাইডগুলোকে IUPAC পদ্ধতি অনুসারে নামকরণ করো এবং এদের অ্যালকাইল, অ্যালাইল, বেঞ্জাইল (প্রাইমারি, সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি), ভিনাইল অথবা অ্যারাইল হ্যালাইড রূপে শ্রেণিভুক্ত করো:

(i) $(CH_3)_2CHCH(Cl)CH_3$ (ii) $CH_3CH_2CH(CH_3)CH(C_2H_5)Cl$

(iii) $CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_2I$ (iv) $(CH_3)_3CCH_2CH(Br)C_6H_5$

(v) $CH_3CH(CH_3)CH(Br)CH_3$ (vi) $CH_3C(C_2H_5)_2CH_2Br$

(vii) $CH_3C(Cl)(C_2H_5)CH_2CH_3$ (viii) $CH_3CH{=}C(Cl)CH_2CH(CH_3)_2$

(ix) $CH_3CH{=}CHC(Br)(CH_3)_2$ (x) p-$ClC_6H_4CH_2CH(CH_3)_2$

(xi) m-$ClCH_2C_6H_4CH_2C(CH_3)_3$ (xii) o-Br-$C_6H_4CH(CH_3)CH_2CH_3$

10.2 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর IUPAC নামকরণ লেখো:

(i) $CH_3CH(Cl)CH(Br)CH_3$ (ii) $CHF_2CBrClF$ (iii) $ClCH_2C{\equiv}CCH_2Br$

(iv) $(CCl_3)_3CCl$ (v) $CH_3C(p\text{-}ClC_6H_4)_2CH(Br)CH_3$ (vi) $(CH_3)_3CCH{=}CClC_6H_4I$-p

10.3 নিম্নলিখিত জৈবহ্যালোজেন যৌগগুলোর গঠন সংকেত লেখো:

(i) 2-ক্লোরো-3-মিথাইল পেন্টেন (ii) p-ব্রোমোক্লোরোবেঞ্জিন

(iii) 1-ক্লোরো-4-ইথাইল সাইক্লোহেক্সেন (iv) 2-(2-ক্লোরোফিনাইল)-1-আয়োডোঅক্টেন

(v) 2-ব্রোমোবিউটেন (vi) 4-টার্ট বিউটাইল-3-আয়োডোহেপ্টেন

(vii) 1-ব্রোমো-4-সেক্-বিউটাইল-2-মিথাইলবেঞ্জিন (viii) 1,4-ডাইব্রোমো বিউট-2-ইন

10.4 নিম্নলিখিত কোন্ যৌগটির দ্বিমেরু ভ্রামক সর্বাধিক?

(i) CH_2Cl_2 (ii) $CHCl_3$ (iii) CCl_4

10.5 একটি হাইড্রোকার্বন C_5H_{10} অন্ধকারে ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে না কিন্তু উজ্জ্বল সূর্যালোকে কেবল একটি মাত্র মনোক্লোরো যৌগ উৎপন্ন করে। হাইড্রোকার্বনটিকে শনাক্ত করো।

10.6 C_4H_9Br সংকেত বিশিষ্ট যৌগটির সমবায়বীগুলো লেখো।

10.7 নিম্নলিখিত যৌগগুলো থেকে 1-আয়োডোবিউটেন প্রস্তুতির সমীকরণগুলো লেখো।

(i) 1-বিউটানল (ii) 1-ক্লোরোবিউটেন (iii) বিউট-1-ইন

10.8 অ্যামবিডেন্ট নিউক্লিওফাইল (ambident nucleophiles) কী? উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করো।

10.9 নীচের প্রতিটি যুগলের মধ্যে কোন্ যৌগটি ^{-}OH এর সাথে S_N2 বিক্রিয়া দ্রুত হারে সম্পন্ন করে?

(i) CH_3Br বা CH_3I (ii) $(CH_3)_3CCl$ বা CH_3Cl

10.10 নীচের হ্যালাইডগুলোর সাথে অ্যালকোহলের উপস্থিতিতে সোডিয়াম ইথোক্সাইডের ডি-হাইড্রোহ্যালোজেনেশ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন সকল অ্যালকিনগুলোকে নির্দেশ করো এবং মুখ্য অ্যালকিনটি চিহ্নিত করো।

(i) 1-ব্রোমো-1-মিথাইল সাইক্লোহেক্সেন (ii) 2-ক্লোরো-2-মিথাইল বিউটেন

(iii) 2, 2, 3-ট্রাইমিথাইল-3-ব্রোমোপেন্টেন

10.11 নীচের পরিবর্তনগুলো তুমি কীভাবে সম্পন্ন করবে?

(i) ইথানল থেকে বিউট-1- আইন (ii) ইথেন থেকে ব্রোমোইথেন (iii) প্রোপিন থেকে 1- নাইট্রোপ্রোপেন (iv) টলুইন থেকে বেঞ্জাইল অ্যালকোহল (v) প্রোপিন থেকে প্রোপাইন (vi) ইথানল থেকে ইথাইল ফ্লুরাইড (vii) ব্রোমোমিথেন থেকে প্রোপানোন (viii) বিউট-1-ইন থেকে বিউট-2-ইন (ix) 1-ক্লোরোবিউটেন থেকে n- অক্টেন (x) বেঞ্জিন থেকে বাইফিনাইল।

10.12 ব্যাখ্যা করো-

(i) ক্লোরোবেঞ্জিনের দ্বিমেরু ভ্রামক সাইক্লোহেক্সাইল ক্লোরাইড থেকে কম হয় কেন?

(ii) অ্যালকিল হ্যালাইড ধ্রুবীয় হওয়া সত্ত্বেও এটি জলের সাথে মেশে না কেন?

(iii) গ্রির্গনার্ড বিকারককে অনার্দ্র অবস্থায় প্রস্তুত করা উচিত কেন?

10.13 ফ্রেয়ন 12, DDT, কার্বনটেট্রাক্লোরাইড এবং আয়োডোফর্মের ব্যবহার লেখো।

10.14 নিচের প্রতিটি বিক্রিয়ার উৎপন্ন মুখ্য জৈব বিক্রিয়াজাত পদার্থের গঠন আকৃতি লেখো:

(i) $CH_3CH_2CH_2Cl + NaI \xrightarrow[\text{তাপ}]{\text{অ্যাসিটোন}}$

(ii) $(CH_3)_3CBr + KOH \xrightarrow[\text{তাপ}]{\text{ইথানল}}$

(iii) $CH_3CH(Br)CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{জল}}$

(iv) $CH_3CH_2Br + KCN \xrightarrow{\text{জলীয় ইথানল}}$

(v) $C_6H_5ONa + C_2H_5Cl \longrightarrow$

(vi) $CH_3CH_2CH_2OH + SOCl_2 \longrightarrow$

(vii) $CH_3CH_2CH = CH_2 + HBr \xrightarrow{\text{পার অক্সাইড}}$

(viii) $CH_3CH = C(CH_3)_2 + HBr \longrightarrow$

10.15 নীচের বিক্রিয়াটির ক্রিয়াকৌশলটি লেখো:

$nBuBr + KCN \xrightarrow{EtOH\text{-}H_2O} nBuCN$

10.16 নীচের প্রতিটি সেটের যৌগগুলোকে S_N2 প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার প্রতি রাসায়নিক সক্রিয়তার ক্রম অনুসারে সাজাও:

(i) 2-ব্রোমো-2-মিথাইল বিউটেন, 1-ব্রোমোপেন্টেন, 2-ব্রোমোপেন্টেন

(ii) 1-ব্রোমো-3-মিথাইল বিউটেন, 2-ব্রোমো-2-মিথাইল বিউটেন, 2-ব্রোমো-3-মিথাইল বিউটেন

(iii) 1-ব্রোমোবিউটেন, 1-ব্রোমো-2, 2-ডাইমিথাইল প্রোপেন, 1-ব্রোমো-2-মিথাইল বিউটেন, 1-ব্রোমো-3-মিথাইল বিউটেন।

10.17 $C_6H_5CH_2Cl$ এবং $C_6H_5CHClC_6H_5$, এর মধ্যে কোন্‌টি সহজে জলীয় KOH দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়।

10.18 অর্থো এবং মেটা সমবায়বী অপেক্ষা প্যারা-ডাইক্লোরোবেঞ্জিন উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিস্ট- আলোচনা করো।

10.19 নীচের রূপান্তরগুলো কীভাবে সম্পন্ন করবে?

(i) প্রোপেন থেকে প্রোপান-1-অল

(ii) ইথানল থেকে বিউট-1-আইন

(iii) 1-ব্রোমে প্রোপেন থেকে 2-ব্রোমোপ্রোপেন

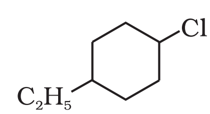
(iv) টলুইন থেকে বেঞ্জাইল অ্যালকোহল
(v) বেঞ্জিন থেকে 4-ব্রোমোনাইট্রোবেঞ্জিন
(vi) বেঞ্জাইল অ্যালকোহল থেকে 2-ফিনাইল ইথানোয়িক অ্যাসিড
(vii) ইথানল থেকে প্রোপেননাইট্রাইল
(viii) অ্যানিলিন থেকে ক্লোরোবেঞ্জিন
(ix) 2-ক্লোরোবিউটেন থেকে 3, 4-ডাইমিথাইল হেক্সেন
(x) 2-মিথাইল-1-প্রোপেন থেকে 2-ক্লোরো-2-মিথাইল প্রোপেন
(xi) ইথাইল ক্লোরাইড থেকে প্রোপানোয়িক অ্যাসিড
(xii) বিউট-1-ইন থেকে n-বিউটাইল আয়োডাইড
(xiii) 2-ক্লোরোপ্রোপেন থেকে 1-প্রোপানল
(xiv) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল থেকে আয়োডোফর্ম
(xv) ক্লোরোবেঞ্জিন থেকে *p*-নাইট্রোফেনল
(xvi) 2-ব্রোমোপ্রোপেন থেকে 1-ব্রোমোপ্রোপেন
(xvii) ক্লোরোইথেন থেকে বিউটেন
(xviii) বেঞ্জিন থেকে ডাইফিনাইল
(xix) টার্ট-বিউটাইল ব্রোমাইড থেকে আইসোবিউটাইল ব্রোমাইড
(xx) অ্যানিলিন থেকে ফিনাইল আইসোসায়ানাইড।

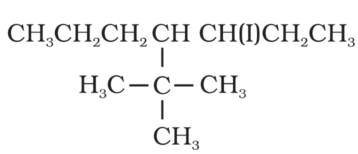
10.20 অ্যালকিল ক্লোরাইড KOH এর জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ার দ্বারা অ্যালকোহল উৎপন্ন করে কিন্তু অ্যালকোহলীয় KOH এর উপস্থিতিতে মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে অ্যালকিন উৎপন্ন হয় কেন— ব্যাখ্যা করো।

10.21 প্রাইমারি অ্যালকিল হ্যালাইড C_4H_9Br (a) এবং KOH এর জলীয় দ্রবণের বিক্রিয়ায় যৌগ (b) উৎপন্ন হয়। যৌগ (b) HBr -এর সাথে বিক্রিয়ায় (c) উৎপন্ন করে যা (a) এর একটি আইসোমার। যখন (a) সোডিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে তখন যৌগ (d), C_8H_{18} উৎপন্ন হয় যা n-বিউটাইল ব্রোমাইডের সাথে সোডিয়ামের বিক্রিয়ার উৎপন্ন যৌগ থেকে ভিন্ন। (a) যৌগটির গঠন সংকেত এবং সকল রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলোর সমীকরণ লেখো।

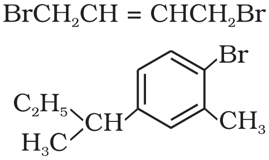
10.22 কী ঘটবে যখন—
(i) n-বিউটাইল ক্লোরাইডকে অ্যালকোহলীয় KOH এর সাথে বিক্রিয়া করানো হল?
(ii) ব্রোমোবেঞ্জিনকে শুষ্ক ইথারের উপস্থিতিতে Mg এর সাথে বিক্রিয়া করানো হল?
(iii) ক্লোরোবেঞ্জিনকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করা হল?
(iv) ইথাইল ক্লোরাইডকে KOH -এর জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করানো হল?
(v) মিথাইল ব্রোমাইডকে শুস্ক ইথারের উপস্থিতিতে সোডিয়াম ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করানো হল?
(vi) মিথাইল ক্লোরাইডকে KCN এর সাথে বিক্রিয়া করানো হল ?

কয়েকটি বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নের উত্তরমালা

10.1 (i) $CH_3CH_2CH(CH_3)CHClCH_3$ (ii)


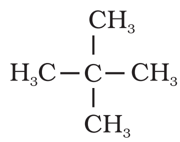
(iii)


(iv) $BrCH_2CH = CHCH_2Br$

(v)


10.2 (i) অ্যালকোহলকে অ্যালকিল আয়োডাইডে রূপান্তরিত করতে KI এর সাথে গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা হয় না কারণ এটি KI কে অনুরূপ অ্যাসিড HI -এ রূপান্তরিত করে, যা পরে ইহার দ্বারা I_2 তে জারিত হয়।

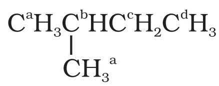
10.3 (i) $ClCH_2CH_2CH_2Cl$ (ii) $ClCH_2CHClCH_3$ (iii) $Cl_2CHCH_2CH_3$ (iv) $CH_3CCl_2CH_3$

10.4 (i) 

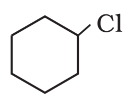
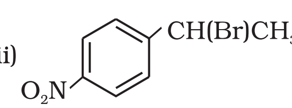
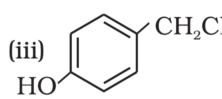
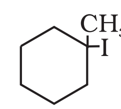
সকল হাইড্রোজেন পরমাণুগুলো সমতুল্য এবং যে কোনো একটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপনে একই বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন হয়।

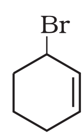
(ii) $C^aH_3C^bH_2C^cH_2C^bH_2C^aH_3$

সমতুল্য হাইড্রোজেনগুলোকে a, b এবং c তে শ্রেণিভুক্ত করা হয়েছে। সমতুল্য হাইড্রোজেনগুলোকে প্রতিস্থাপিত করলে একই বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন হয়।

(iii) 

অনুরূপে সমতুল্য হাইড্রোজেনগুলোকে a, b, c এবং d তে শ্রেণিভুক্ত করা হয়েছে। তাই চারটি সমবায়বীয় বিক্রিয়াজাত পদার্থ সম্ভব।

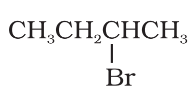
10.5 (i)  (ii)  (iii)  (iv) 

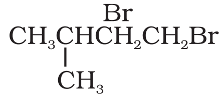
(v) CH_3CH_2I (vi) 

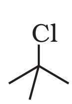
10.6 (i) ক্লোরোমিথেন, ব্রোমোমিথেন, ডাইব্রোমোমিথেন, ব্রোমোফর্ম। আণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

(ii) আইসোপ্রোপাইল ক্লোরাইড, 1-ক্লোরোপ্রোপেন, 1-ক্লোরোবিউটেন। আইসোপ্রোপাইল ক্লোরাইড শাখা শৃঙ্খল বিশিষ্ট হওয়ায় এর স্ফুটনাঙ্ক 1-ক্লোরোপ্রোপেন অপেক্ষা কম।

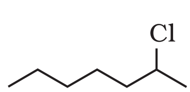
10.7 (i) $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$ — প্রাইমারি হ্যালাইড হওয়ার ফলে এর মধ্যে কোনো স্টেরিক বিকর্ষণ নেই।

(ii)  — সেকেন্ডারি হ্যালাইড, টারসিয়ারি হ্যালাইড অপেক্ষা দ্রুত বিক্রিয়া করে।

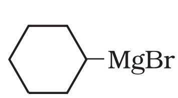
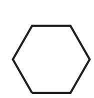
(iii)  — হ্যালাইড মূলকের কাছে মিথাইল মূলকের উপস্থিতির ফলে স্টেরিক বিকর্ষণ বৃদ্ধি পায় এবং বিক্রিয়া গতি হ্রাস পায়।



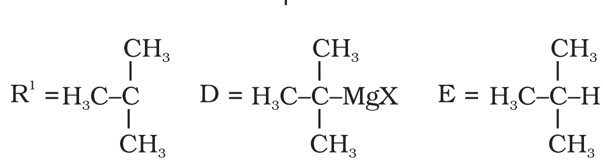
টার্ট-কার্বোনিয়ন আয়নের অধিক স্থায়িত্বের কারণে টারসিয়ারি হ্যালাইড, সেকেন্ডারি হ্যালাইডের তুলনায় দ্রুত গতিতে বিক্রিয়া করে।

(ii) 

প্রাইমারি কার্বোনিয়াম আয়নের তুলনায় সেকেন্ডারি কার্বোনিয়াম আয়ন অধিক স্থায়ী হওয়ার কারণে।

10.9 A =  B = 

C = RMgBr R = CH_3CHCH_3



অধ্যায়

11

অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথারসমূহ (Alchols, Phenols and Ethers)

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা সক্ষম হবে —

- ইউপ্যাক (IUPAC) নিয়মানুসারে অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথার সমূহের নামকরণ করতে।
- অ্যালকিন, অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বক্সিলিক অ্যাসিড থেকে যে সকল বিক্রিয়ার সাহায্যে অ্যালকোহল তৈরি করা যায়, তাদের সম্বন্ধে আলোচনা করতে।
- হ্যালোঅ্যারিনসমূহ, বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড, ডায়াজোনিয়াম লবণ এবং কিউমিন থেকে যে সকল বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল তৈরি করা যায়, তাদের সম্বন্ধে আলোচনা করতে।
- (i) অ্যালকোহল এবং (ii) অ্যালকাইল হ্যালাইডসমূহ এবং সোডিয়াম অ্যালকোক্সাইড/অ্যারাইলোক্সাইডসমূহ থেকে ইথার তৈরি করার জন্য সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াগুলোর সম্বন্ধে আলোচনা করতে।
- অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথারসমূহের ভৌতধর্ম এবং গঠনের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ করতে।
- কার্যকরী মূলকের উপস্থিতির ভিত্তিতে এই তিনটি শ্রেণির যৌগগুলোর রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্বন্ধে আলোচনা করতে।

ডিটারজেন্ট, জীবাণুনাশক (antiseptics) এবং সুগন্ধিদ্রব্য তৈরি করার জন্য প্রধান উপাদানগুলো হল যথাক্রমে অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথারসমূহ।

হাইড্রোকার্বনের এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণুকে অন্যান্য পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ(মূলক) দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে সম্পূর্ণ নতুন ধর্মবিশিষ্ট যৌগ পাওয়া যায় এবং এদের প্রয়োগগুলোও বিভিন্ন হয়, তা তোমরা এরমধ্যেই জানতে পেরেছ। অ্যালিফ্যাটিক বা অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণুকে –OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে যথাক্রমে অ্যালকোহল এবং ফেনল উৎপন্ন হয়। শিল্পক্ষেত্রে এবং দৈনন্দিন জীবনের নানাক্ষেত্রে এই সমস্ত শ্রেণির যৌগগুলোর ব্যাপক ব্যবহার লক্ষ করা যায়। দৃষ্টান্তস্বরূপ, তোমরা কি কখনো লক্ষ করেছ যে কাঠের আসবাবপত্র বার্ণিশ করার জন্য যে স্পিরিট ব্যবহার করা হয়, সেটি প্রকৃতপক্ষে হাইড্রোক্সিল মূলকযুক্ত একটি যৌগ এবং যার নাম ইথানল। আমরা যে চিনি খাই, কাপড় তৈরির জন্য যে সূতো ব্যবহার করি, লেখার জন্য যে কাগজ ব্যবহার করি, এরা সকলেই –OH মূলক সমন্বিত যৌগ। কাগজহীন জীবনের কথা একবার ভাবো তো; কোনো বই, সহায়ক বই, খবরের কাগজ, টাকা, চেক বই, শংসাপত্র ইত্যাদি কোনকিছুই থাকবে না। সুন্দর সুন্দর ছবি সমন্বিত স্মরণিকা (ম্যাগাজিন) এবং মজার মজার গল্প আমাদের জীবন থেকে হারিয়ে যাবে। চেনা পৃথিবীটাকে তখন সত্যিই একটা অন্য পৃথিবী বলে মনে হবে।

অ্যালকোহলগুলোতে উপস্থিত এক বা একাধিক হাইড্রোক্সিল (–OH) মূলক অ্যালিফ্যাটিক কার্বন শৃঙ্খলের কার্বন পরমাণুর (CH_3OH) সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে, কিন্তু ফেনলগুলোর ক্ষেত্রে –OH মূলক অ্যারোমেটিক শৃঙ্খলের কার্বন পরমাণুর (C_6H_5OH) সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে।

হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণুকে যদি অ্যালকোক্সি বা অ্যারাইলোক্সি (R–O/Ar–O) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে 'ইথার' নামক অন্য আরেকটি শ্রেণির যৌগ পাওয়া যায়, যেমন CH_3OCH_3 (ডাই মিথাইল ইথার)। ইথার শ্রেণির যৌগগুলোকে তোমরা এভাবেও দেখতে পারো যেখানে অ্যালকোহলের

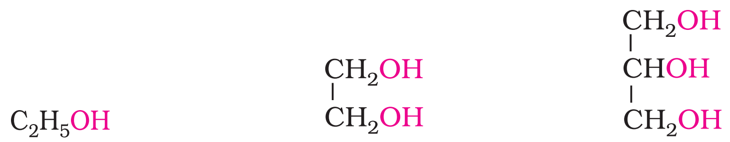
বা ফেনলের –OH মূলকের হাইড্রোজেনটিকে অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে। এই অনুচ্ছেদটিতে যে তিনটি শ্রেণিভুক্ত যৌগের রসায়ন আমরা অধ্যয়ন করব সেগুলো হল — অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথারসমূহ।

11.1 শ্রেণিবিন্যাস (Classification)

শ্রেণিবিন্যাসের ফলে যৌগ সম্পর্কিত অধ্যয়ন নিয়মানুগ এবং সহজতর হয়। তাই চলো আমরা প্রথমে শিখে নিই, কীভাবে অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথারসমূহকে শ্রেণিবিভক্ত করা হয়েছে?

11.1.1 অ্যালকোহলসমূহ — মনো, ডাই, ট্রাই বা পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলসমূহ (Mono, Di, Tri or Polyhydric alcohols)

অ্যালকোহল বা ফেনলসমূহের গঠনে একটি, দুটো, তিনটি বা বহুসংখ্যক হাইড্রোক্সিল মূলকের উপস্থিতি অনুসারে অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহকে যথাক্রমে মনো, ডাই, ট্রাই বা পলিহাইড্রিক যৌগ হিসেবে শ্রেণিবিভক্ত করা হয়েছে। যেগুলোর গঠন সংকেত নিম্নে দেখানো হল —

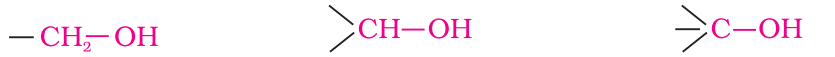


মনোহাইড্রিক ডাইহাইড্রিক ট্রাইহাইড্রিক

হাইড্রোক্সিল মূলকটি যে কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে তার সংকরায়ণের প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলগুলোকে আবারও ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়।

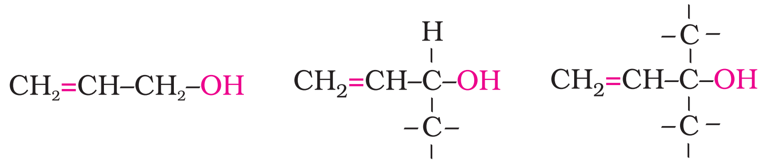
(*i*) C_{sp^3} – OH **বন্ধন সমন্বিত যৌগসমূহ ঃ** এই শ্রেণির অ্যালকোহলগুলোতে –OH মূলকটি একটি অ্যালকাইল মূলকের sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। এগুলোকে আবার ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেগুলো নীচে দেখানো হল ঃ

প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহ ঃ এই তিনটি শ্রেণির অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে –OH মূলকটি যথাক্রমে একটি প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। এদের গঠন নিম্নে অঙ্কন করা হল।



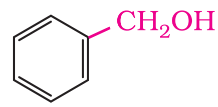
প্রাইমারি (1^0) সেকেন্ডারি (2^0) টারসিয়ারি (3^0)

অ্যালাইলিক অ্যালকোহলসমূহ ঃ এ ধরনের অ্যালকোহলগুলোতে,—OH মূলকটি দ্বিবন্ধনে আবদ্ধ কার্বন পরমাণুর পার্শ্ববর্তী sp^3 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে অর্থাৎ অ্যালাইলিক কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। উদাহরণস্বরূপ —

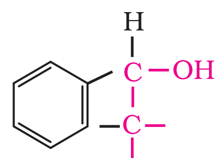


প্রাইমারি সেকেন্ডারি টারসিয়ারি

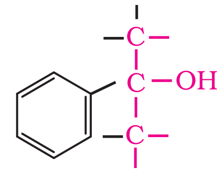
বেঞ্জাইলিক অ্যালকোহলসমূহ ঃ এ ধরনের অ্যালকোহলগুলোতে, —OH মূলকটি অ্যারোমেটিক বলয়-এর পার্শ্ববর্তী sp^3 কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। উদাহরণস্বরূপ —



প্রাইমারি



সেকেন্ডারি



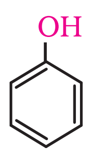
টারসিয়ারি

অ্যালাইলিক বা বেঞ্জাইলিক অ্যালকোহলগুলো প্রাইমারি, সেকেন্ডারি বা টারসিয়ারি তিন ধরনেরই হতে পারে।

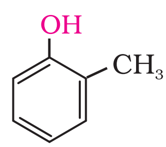
(ii) $C_{sp^2} - OH$ **বন্ধন সমন্বিত যৌগসমূহ ঃ** — এই ধরনের অ্যালকোহলগুলোতে —OH মূলক/মূলকগুলো কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে অর্থাৎ ভিনাইলিক কার্বন বা অ্যারাইল কার্বনের সাথে যুক্ত থাকে। এ ধরনের অ্যালকোহলগুলো ভিনাইলিক অ্যালকোহল নামেও পরিচিত।

ভিনাইলিক অ্যালকোহল ঃ $CH_2 = CH - OH$

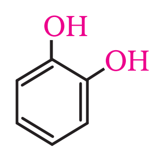
11.1.2 ফেনলসমূহ ঃ মনো, ডাই এবং ট্রাইহাইড্রিক ফেনলসমূহ **Phenols—Mono, Di and trihydric phenols**



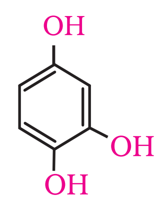
মনোহাইড্রিক



মনোহাইড্রিক



ডাইহাইড্রিক



ট্রাইহাইড্রিক

11.1.3 ইথারসমূহ (Ethers)

যে সকল ইথারে অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দুটো একই ধরনের হয়, তাদের **সরল বা প্রতিসম** ইথারের অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে এবং যদি যুক্ত মূলক দুটো ভিন্ন প্রকৃতির হয় তবে তাদের **মিশ্র** বা **অপ্রতিসম** ইথারের অন্তর্ভুক্ত করা হয়। ডাই ইথাইল ইথার, $C_2H_5OC_2H_5$, একটি প্রতিসম ইথার কিন্তু $C_2H_5OCH_3$ এবং $C_2H_5OC_6H_5$ হল অপ্রতিসম ইথার।

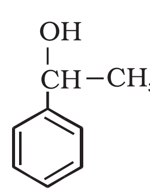
বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

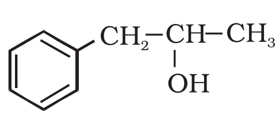
11.1 নিম্নলিখিত অ্যালকোহলগুলোকে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যালকোহলে শ্রেণিবিন্যস্ত করো ঃ

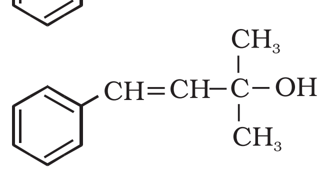
(i) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2OH$ (C-তে উপরে CH_3 ও নিচে CH_3)

(ii) $H_2C=CH-CH_2OH$

(iii) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

(iv) 

(v) 

(vi) 

11.2 উপরের উদাহরণগুলো থেকে অ্যালাইলিক অ্যালকোহলগুলোকে শনাক্ত করো।

11.2 নামকরণ ঃ

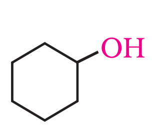
a) অ্যালকোহল সমূহ ঃ অ্যালকোহলগুলোতে উপস্থিত অ্যালকাইল মূলকটির প্রচলিত নামের সাথে অ্যালকোহল শব্দটি যোগ করে অ্যালকোহলগুলোর প্রচলিত নাম পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ CH_3OH প্রচলিত নাম হল মিথাইল অ্যালকোহল।

ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতি অনুসারে যে অ্যালকেন (alkane) থেকে অ্যালকোহলটি তৈরি হয়েছে তার ইংরেজি নামের শেষের ‘e’-এর পরিবর্তে ‘অল’ (ol) প্রত্যয় যোগ করে অ্যালকোহলটির নামকরণ করা হয়। প্রতিস্থাপিত পরমাণু বা মূলকগুলোর অবস্থান সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কাজটি সম্পন্ন করার জন্য দীর্ঘতম কার্বন শৃঙ্খলের (মূল শৃঙ্খলে) যে প্রান্ত থেকে গণনা শুরু করলে –OH মূলকটি আগে পাওয়া যাবে, সে প্রান্ত থেকে শৃঙ্খলের কার্বন পরমাণুগুলোর নাম্বারিং করা হয়। –OH মূলকের অবস্থান এবং অন্যান্য প্রতিস্থাপিত পরমাণু বা মূলকগুলোর অবস্থান প্রতিস্থাপকগুলো যে কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে, সেই কার্বন পরমাণুর নম্বর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলের নামকরণের ক্ষেত্রে অ্যালকেনের ইংরেজি নামের শেষের ‘e’ বর্ণটি থেকে যায় এবং শেষে (ol) যোগ করা হয়। একাধিক –OH মূলক উপস্থিত থাকলে ডাই, ট্রাই ইত্যাদি উপসর্গ ‘অল’ (ol) শব্দের পূর্বে যোগ করা হয়। –OH মূলকগুলোর অবস্থান মূলকগুলো শৃঙ্খলের যে যে কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে তাদের নম্বর দ্বারা নির্দেশ করা হয়। যেমন $HO–CH_2–CH_2–OH$ অ্যালকোহলটির ইউপ্যাক (IUPAC) নাম হল ইথেন- 1, 2 ডাই-অল। সারণি 11.1-এ কয়েকটি অ্যালকোহলের প্রচলিত নাম এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম উদাহরণ হিসেবে দেওয়া হল —

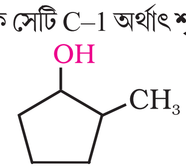
সারণি 11.1: কয়েকটি অ্যালকোহলের প্রচলিত নাম এবং ইউপ্যাক নাম—

যৌগ	প্রচলিত নাম	ইউপ্যাক (IUPAC) নাম
$CH_3 - OH$	মিথাইল অ্যালকোহল	মিথানল
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	*n*-প্রোপাইল অ্যালকোহল	প্রোপান -1- অল
$CH_3 - CH - CH_3$ | OH	আইসো প্রোপাইল অ্যালকোহল	প্রোপান -2- অল
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$	*n*-বিউটাইল অ্যালকোহল	বিউটান -1- অল
$CH_3 - CH - CH_2 - CH_3$ | OH	সেক্ বিউটাইল অ্যালকোহল	বিউটান -2- অল
$CH_3 - CH - CH_2 - OH$ | CH_3	আইসো বিউটাইল অ্যালকোহল	2-মিথাইল প্রোপান-1- অল
CH_3 | $CH_3 - C - OH$ | CH_3	টার্ট বিউটাইল অ্যালকোহল	2-মিথাইল প্রোপান-2- অল
$HO–H_2C–CH_2–OH$	ইথিলিন গ্লাইকল	ইথেন - 1, 2 ডাইঅল
$CH_2 - CH - CH_2$ | | | OH OH OH	গ্লিসারল	প্রোপেন -1, 2, 3 ট্রাইঅল

বলয়াকার (সাইক্লিক) অ্যালকোহলগুলোর ক্ষেত্রে ‘সাইক্লো’ উপসর্গ যোগ করা হয় এবং ধরে নেওয়া হয় যে কার্বন পরমাণুটির সাথে —OH মূলকটি যুক্ত থাকে সেটি C–1 অর্থাৎ শৃঙ্খলের 1- নম্বরযুক্ত কার্বন পরমাণু।

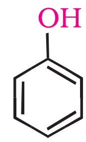
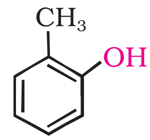
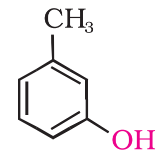
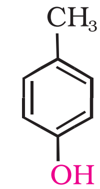


সাইক্লোহেক্সানল

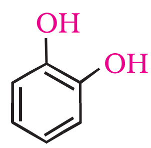
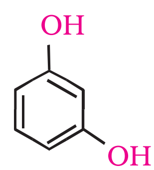
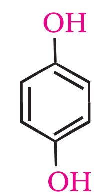


2- মিথাইল সাইক্লোপেন্টানল

(b) ***ফেনলসমূহ ঃ*** বেঞ্জিনের সরলতম হাইড্রক্সি জাতকটি হল ফেনল। এটি এর প্রচলিত নাম এবং ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতি অনুসারেও এই নামটিকেই গ্রহণ করা হয়েছে। ফেনলের গঠনটিতে একটি বেঞ্জিন বলয় উপস্থিত থাকায় এর প্রতিস্থাপিত যৌগগুলোর প্রচলিত নামের ক্ষেত্রে প্রায়শই অর্থো (1, 2 দ্বিপ্রতিস্থাপিত), মেটা (1, 3 দ্বিপ্রতিস্থাপিত) এবং প্যারা (1, 4 দ্বিপ্রতিস্থাপিত) শব্দগুলো ব্যবহার করা হয়।

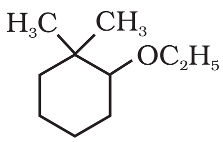
				
প্রচলিত নাম	ফেনল	*o*- ক্রেসল	*m*- ক্রেসল	*p*- ক্রেসল
IUPAC নাম	ফেনল	2- মিথাইল ফেনল	3- মিথাইল ফেনল	4- মিথাইল ফেনল

বেঞ্জিনের ডাইহাইড্রক্সি জাতকগুলো 1, 2-, 1, 3- এবং 1, 4-বেঞ্জিনডাইঅল নামে পরিচিত।

			
প্রচলিত নাম	ক্যাটিকল	রেসরসিনল	হাইড্রোকুইনোন বা কুইনল
IUPAC নাম	বেঞ্জিন- 1, 2- ডাইঅল	বেঞ্জিন- 1, 3- ডাইঅল	বেঞ্জিন- 1, 4- ডাইঅল

(c) ***ইথারসমূহ ঃ*** ইথারসমূহের প্রচলিত নাম এদের মধ্যে উপস্থিত অ্যালকাইল/অ্যারাইল মূলকগুলোকে তাদের ইংরেজি নামের আদ্য অক্ষরের ক্রমানুসারে পৃথক পৃথক ভাবে লেখার পর, শেষে 'ইথার' শব্দটি যোগ করে পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ $CH_3OC_2H_5$ -এর প্রচলিত নামটি হল ইথাইলমিথাইল ইথার।

সারণি 11.2: কয়েকটি ইথারের প্রচলিত এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম।

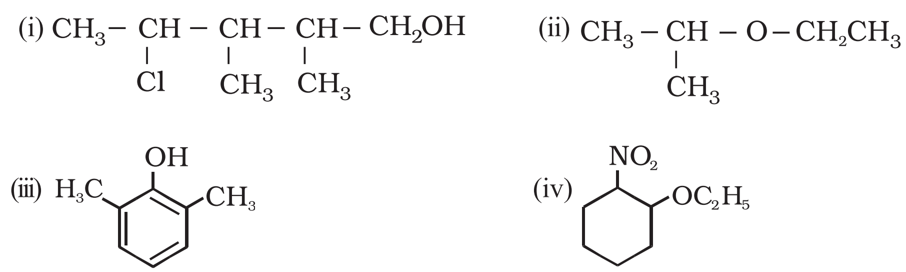
যৌগ	প্রচলিত নাম	ইউপ্যাক (IUPAC) নাম
CH_3OCH_3	ডাইমিথাইল ইথার	মিথোক্সিমিথেন
$C_2H_5OC_2H_5$	ডাই-ইথাইলইথার	ইথোক্সিইথেন
$CH_3OCH_2CH_2CH_3$	মিথাইল -n- প্রোপাইল ইথার	1- মিথোক্সিপ্রোপেন
$C_6H_5OCH_3$	মিথাইল ফিনাইল ইথার (অ্যানিসোল)	মিথোক্সি বেনজিন (অ্যানিসোল)
$C_6H_5OCH_2CH_3$	ইথাইল ফিনাইল ইথার (ফেনিটোল)	ইথোক্সিবেনজিন
$C_6H_5O(CH_2)_6-CH_3$	হেপটাইল ফিনাইল ইথার	1- ফেনোক্সিহেপটেন
$CH_3O-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_3$	মিথাইল আইসোপ্রোপাইল ইথার	2- মিথোক্সিপ্রোপেন
$C_6H_5-O-CH_2-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_3$	ফিনাইল আইসোপেন্টাইল ইথার	3- মিথাইলবিউটোক্সিবেনজিন
$CH_3-O-CH_2-CH_2-OCH_3$	—	1.2- ডাইমিথোক্সিইথেন
	—	2- ইথোক্সি-1.1-ডাইমিথাইল সাইক্লোহেক্সেন

অ্যালকাইল মূলক দুটো যদি একই হয় তবে অ্যালকাইল মূলকের নামের পূর্বে 'ডাই' উপসর্গ যোগ করতে হয়। উদাহরণস্বরূপ $C_2H_5OC_2H_5$ -এর প্রচলিত নামটি হল ডাইইথাইল ইথার।

ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতি অনুসারে ইথারকে হাইড্রোকার্বন জাতক হিসেবে ধরা হয়, যেখানে হাইড্রোজেন পরমাণুটি –OR অথবা –OAr মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, R এবং Ar যথাক্রমে অ্যালকাইল এবং অ্যারাইল মূলককে নির্দেশ করে। অধিক আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট R মূলকটি যে হাইড্রোকার্বন থেকে এসেছে, তাকে মূল হাইড্রোকার্বন হিসেবে ধরা হয়। কয়েকটি ইথারের নাম সারণি 11.2তে উদাহরণ হিসেবে দেওয়া হল।

নমুনা প্রশ্ন 11.1

নিম্নলিখিত যৌগগুলোর ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লেখো ঃ

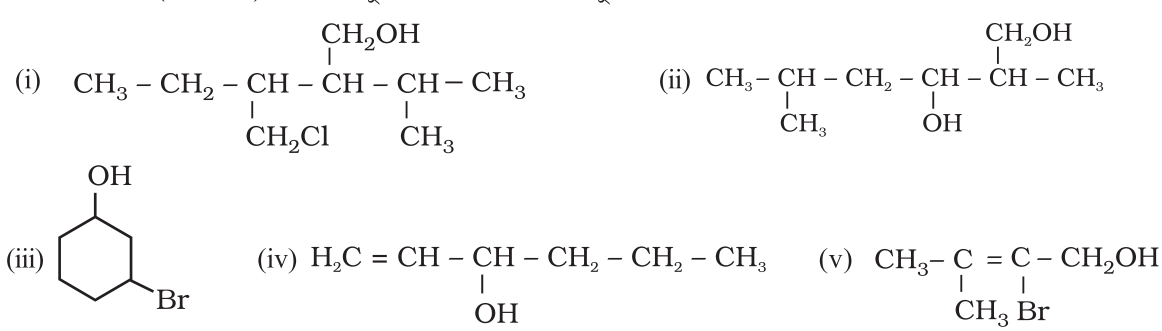


সমাধান (i) 4- ক্লোরো-2, 3 ডাইমিথাইল পেন্টান -1- অল (ii) 2- ইথোক্সি প্রোপেন

(iii) 2, 6- ডাইমিথাইল ফেনল (iv) 1- ইথোক্সি -2- নাইট্রো সাইক্লোহেক্সেন

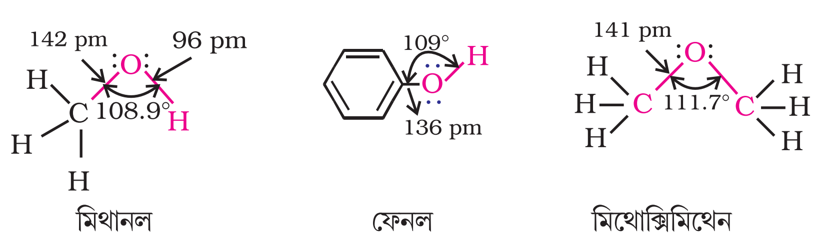
বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন (Intext Question)

11.3 ইউপ্যাক (**IUPAC**) পদ্ধতি অনুসারে নিম্নলিখিত যৌগগুলোর নাম লেখো।

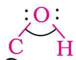


11.3 কার্যকরী মূলক সমূহের গঠন

অ্যালকোহলসমূহে –OH মূলকের অক্সিজেন পরমাণুর একটি sp^3 সংকরায়িত কক্ষক কার্বন পরমাণুর sp^3 সংকরায়িত কক্ষকের সাথে সিগমা (σ) বন্ধন তৈরি করে যুক্ত থাকে। চিত্র 11.1 এ মিথানল, ফেনল এবং মিথোক্সিমিথেনের গঠন বিন্যাস দেখানো হল।



চিত্র 11.1 ঃ মিথানল, ফেনল এবং মিথোক্সিমিথেনের গঠন

অ্যালকোহলে উপস্থিত  বন্ধনকোণটির মান একটি সুষম চতুঃস্তলকের বন্ধনকোণ (109°-28′) থেকে সামান্য কম। অক্সিজেন পরমাণুতে উপস্থিত নিঃসঙ্গা ইলেকট্রনজোড়ের মধ্যকার বিকর্ষণ বলই এর জন্য দায়ী। ফেনলের ক্ষেত্রে–OH মূলকটি অ্যারোমেটিক বলয়ের sp^2 সংকরায়িত কক্ষকের সাথে যুক্ত থাকে। ফেনলের ক্ষেত্রে কার্বন-অক্সিজেন বন্ধনদৈর্ঘ্য (136 pm) মিথানল থেকে সামান্য কম হয়। এরকম হওয়ার কারণ হল (i) ফেনল-এর ক্ষেত্রে–OH মূলকের নিঃসঙ্গা ইলেকট্রনজোড় এবং অ্যারোমেটিক বলয়ের মধ্যে কনজুগেশন-এর ফলে কার্বন-অক্সিজেনটি বন্ধন আংশিক দ্বিবন্ধন চরিত্র লাভ করে। (অনুচ্ছেদ 11.4.4) এবং (ii) অক্সিজেন পরমাণুটি sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।

ইথারের ক্ষেত্রে চারটি ইলেকট্রন জোড় অর্থাৎ অক্সিজেন পরমাণুটির দুটো বন্ধনজোড় এবং দুটো নিঃসঙ্গা ইলেকট্রন জোড় চতুঃস্তলকের ন্যায় বিন্যস্ত থাকে। বড়ো আকারের দুটো –R মূলকের মধ্যে বিকর্ষণের ফলে সুষম চতুঃস্তলকের বন্ধন কোণ থেকে ইথারের বন্ধনকোণটি সামান্য বড়ো হয়। ইথারের C–O বন্ধন দৈর্ঘ্যের মান (141 pm) অ্যালকোহলের C–O বন্ধন দৈর্ঘ্যের প্রায় সমান হয়।

11.4 অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহ

11.4.1: অ্যালকোহলসমূহের প্রস্তুতি

নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলোর সাহায্যে অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয়ঃ

1. অ্যালকিনসমূহ থেকেঃ

(i) অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা ঃ অ্যালকিনসমূহ অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে জলের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। অপ্রতিসম অ্যালকিনের ক্ষেত্রে এই সংযোজন বিক্রিয়াটি মারকনিকভ নিয়মানুসারে সংঘটিত হয় (অধ্যায়- 13– ক্লাস XI)

$$>C=C< + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} >C(H)-C(OH)<$$

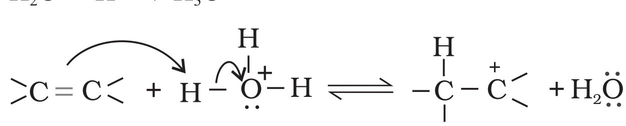
$$CH_3CH=CH_2 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-CH(OH)-CH_3$$

ক্রিয়াকৌশল ঃ

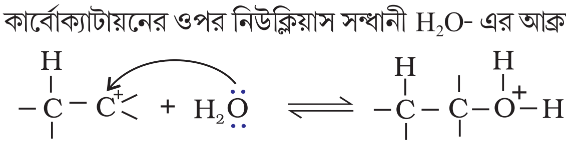
বিক্রিয়াটির ক্রিয়াকৌশল নিম্নলিখিত তিনটি ধাপে সংঘটিত হয় ঃ

ধাপ -1 ঃ ইলেকট্রন সন্ধানি H_3O^+- এর প্রভাবে অ্যালকিনের মধ্যে হাইড্রোজেনের সংযোজন ঘটে এবং কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন হয়।

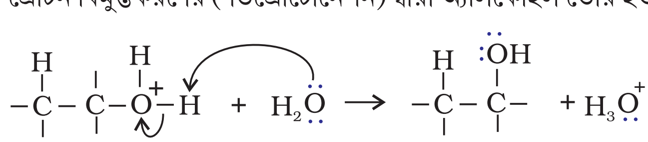
$$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$$



ধাপ - 2 ঃ কার্বোক্যাটায়নের ওপর নিউক্লিয়াস সন্ধানী H_2O- এর আক্রমণ।



ধাপ - 3 ঃ প্রোটন বিমুক্তকরণের (ডিপ্রোটোনেশন) দ্বারা অ্যালকোহল তৈরি হওয়া



1959 খ্রিস্টাব্দে হাইড্রোবোরেশন-অক্সিডেশন সম্বন্ধীয় প্রথম প্রতিবেদনটি উপস্থাপন করেন বিজ্ঞানী এইচ.সি ব্রাউন (H.C. Brown)। বোরন সমন্বিত জৈবযৌগ সম্পর্কে তাঁর অধ্যয়নের জন্য 1979 খ্রিস্টাব্দে ব্রাউন এবং জি.উইটিগ (G.Wittig) যুগ্মভাবে রসায়নে নোবেল পুরস্কার পান।

(ii) হাইড্রোবোরেশন-অক্সিডেশন দ্বারা ঃ অ্যালকিনের সাথে বিক্রিয়ায় ডাইবোরেন $(BH_3)_2$ সংযোজিত দ্রব্যরূপে ট্রাইঅ্যালকাইল বোরেনসমূহ উৎপন্ন করে। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণের উপস্থিতিতে এই সংযোজিত দ্রব্যটি হাইড্রোজেন পার অক্সাইড দ্বারা জারিত হয়ে অ্যালকোহলে পরিণত হয়।

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 + (H{-}BH_2)_2 \longrightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}H}{-}\underset{\displaystyle BH_2}{\underset{|}{C}H_2}$$

$$\xrightarrow{CH_3-CH=CH_2} (CH_3{-}CH_2{-}CH_2)_2BH \xrightarrow{CH_3-CH=CH_2} (CH_3{-}CH_2{-}CH_2)_3B$$

$$(CH_3{-}CH_2{-}CH_2)_3B \xrightarrow[H_2O]{3H_2O_2,\ \bar{O}H} \underset{\text{প্রোপান-1-অল}}{3CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}OH} + B(OH)_3$$

দ্বিবন্ধনের মধ্যে বোরেনসমূহের এমনভাবে সংযোজন ঘটে যাতে করে বোরন পরমাণুটি অধিক সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুযুক্ত sp^2 কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। এভাবে উৎপন্ন অ্যালকোহলটিকে দেখলে মনে হয় এটি যেন অ্যালিকিনের সাথে জলের সংযোজন বিক্রিয়ার দ্বারা উৎপন্ন হয়েছে এবং বিক্রিয়াটি মারকনিকভের নিয়মের বিপরীত নিয়ম অনুসরণ করেছে। এই বিক্রিয়ার দ্বারা পর্যাপ্ত পরিমাণে অ্যালকোহল পাওয়া যায়।

2. **কার্বনিল যৌগসমূহ থেকে ঃ**

(i) অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের বিজারণ দ্বারা ঃ

অণুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সংযোগের ফলে (ক্যাটালিটিক হাইড্রোজেনেশন) অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ বিজারিত হয়ে সংশ্লিষ্ট অ্যালকোহলে পরিণত হয়। প্ল্যাটিনাম, প্যালাডিয়াম বা নিকেল ধাতুর সূক্ষ্মচূর্ণকে সাধারণত অনুঘটক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। অ্যালডিহাইড বা কিটোনের সাথে সোডিয়াম বোরো হাইড্রাইড ($NaBH_4$) বা লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) এর বিক্রিয়া দ্বারাও অ্যালকোহল প্রস্তুত করা যায়। অ্যালডিহাইড থেকে প্রাইমারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয় কিন্তু কিটোনসমূহ সেকেন্ডারি অ্যালকোহল তৈরি করে।

$$RCHO + H_2 \xrightarrow{Pd} RCH_2OH$$

$$RCOR' \xrightarrow{NaBH_4} R{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}H}{-}R'$$

তির চিহ্নের উপরের এবং নীচের বিকারকগুলোর আগে যে নম্বরগুলো লেখা হয়, সেগুলো এটাই নির্দেশ করে যে, বিক্রিয়ক পদার্থের সাথে প্রথম বিকারকটির বিক্রিয়া সমাপ্ত হওয়ার পরই কেবলমাত্র দ্বিতীয় বিকারকটি যোগ করতে হয়।

(ii) কার্বক্সিলিক অ্যাসিড এবং এস্টারসমূহের বিজারণ দ্বারা ঃ

লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড এর মত শক্তিশালী বিজারক দ্রব্যের সাহায্যে কার্বক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ বিজারিত হয়ে প্রাইমারি অ্যালকোহলে পরিণত হয় এবং যথেষ্ট পরিমাণে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

$$RCOOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} RCH_2OH$$

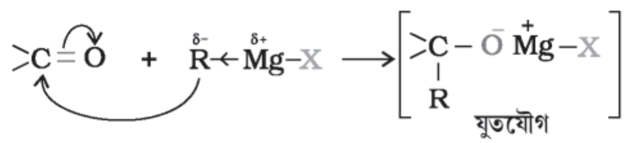
যদিও $LiAlH_4$ একটি অত্যন্ত দামি বিকারক এবং এটি কেবলমাত্র বিশেষ বিশেষ রাসায়নিক পদার্থ তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়। বাণিজ্যিকভাবে অ্যাসিডসমূহকে অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করার সময় প্রথমে এদেরকে এস্টারে রূপান্তর করা হয় (অনুচ্ছেদ 11.4.4) এবং এরপর উৎপন্ন এস্টারকে অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সহযোগে বিজারিত করে অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করা হয় (অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সংযোজন)।

$$RCOOH \xrightarrow[H^+]{R'OH} RCOOR' \xrightarrow[\text{অনুঘটক}]{H_2} RCH_2OH + R'OH$$

3. গ্রিগনার্ড বিকারকসমূহ থেকেঃ

অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের সাথে গ্রিগনার্ড বিকারকসমূহের (অধ্যায়-10, ক্লাস, XII) বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

প্রথমধাপে কার্বনিল মূলকের সাথে গ্রিগনার্ড বিকারকের নিউক্লিয়াস আসক্ত সংযোজনের (নিউক্লিওফিলিক সংযোজনের) ফলে একটি যুতযৌগ উৎপন্ন হয়।



... (i)

$$\xrightarrow{H_2O} \; >C(R)-OH + Mg(OH)X \qquad ...(ii)$$

গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে মিথান্যালের বিক্রিয়ায় প্রাইমারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়, অন্যান্য অ্যালডিহাইডের বিক্রিয়ায় সেকেন্ডারি অ্যালকোহল এবং কিটোন সমূহের বিক্রিয়ায় টারসিয়ারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

ভিন্ন ভিন্ন অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহের সাথে সংঘটিত সামগ্রিক বিক্রিয়াগুলো হল -

$$HCHO + RMgX \rightarrow RCH_2OMgX \xrightarrow{H_2O} RCH_2OH + Mg(OH)X$$

$$RCHO + R'MgX \longrightarrow R-CH(R')-OMgX \xrightarrow{H_2O} R-CH(R')-OH + Mg(OH)X$$

$$RCOR + R'MgX \longrightarrow R-C(R)(R')-OMgX \xrightarrow{H_2O} R-C(R)(R')-OH + Mg(OH)X$$

ভালোভাবে লক্ষ করলে তোমরা দেখতে পাবে যে বিক্রিয়াটির ফলে মিথান্যাল প্রাইমারি অ্যালকোহল উৎপন্ন করে, অন্যান্য অ্যালডিহাইডগুলো সেকেন্ডারি অ্যালকোহল উৎপন্ন করে এবং কিটোনসমূহ টারসিয়ারি অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।

নমুনা প্রশ্ন 11.2

নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোর ফলস্বরূপ উৎপন্ন পদার্থগুলোর গঠন এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লিখোঃ

(a) অনুঘটকের উপস্থিতিতে বিউটান্যাল-এর বিজারণ।

(b) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে প্রোপিনের জলযোজন (হাইড্রেশন)।

(c) প্রোপানোন-এর সাথে মিথাইল ম্যাগনেশিয়াম-ব্রোমাইডের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন পদার্থের আর্দ্র-বিশ্লেষণ।

সমাধান

(a) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ বিউটান-1-অল

(b) $CH_3-CH(OH)-CH_3$ প্রোপান-2-অল

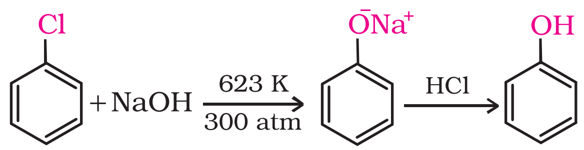
(c) $CH_3-C(CH_3)_2-OH$ 2-মিথাইল প্রোপান-2-অল

11.4.2 ফেনলসমূহের প্রস্তুতি

ফেনল যা কিনা কার্বলিক অ্যাসিড নামেও পরিচিত সেটিকে উনিশ শতকের গোড়ার দিকে সর্বপ্রথম আলকাতরা থেকে পৃথক করে সংগ্রহ করা হয়েছিল। বাণিজ্যিকভাবে আজকাল ফেনলকে কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষ করা হয়। রসায়নাগারে বেঞ্জিনজাতক পদার্থ থেকে নিম্নলিখিত যে কোনও পদ্ধতিতে ফেনল প্রস্তুত করা হয় —

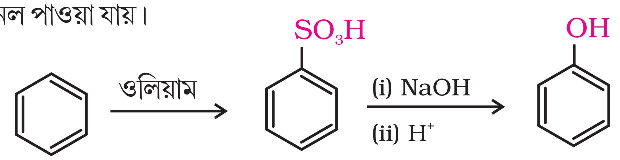
1. হ্যালোঅ্যারিনসমূহ থেকে

623K উষ্ণতায় এবং 320 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ফেনলকে NaOH সহ উত্তপ্ত করে গলানো হয়। এইভাবে উৎপন্ন সোডিয়াম ফেনোক্সাইডকে অম্লীকৃত করলে ফেনল উৎপন্ন হয় (অধ্যায় 10, ক্লাস XII)



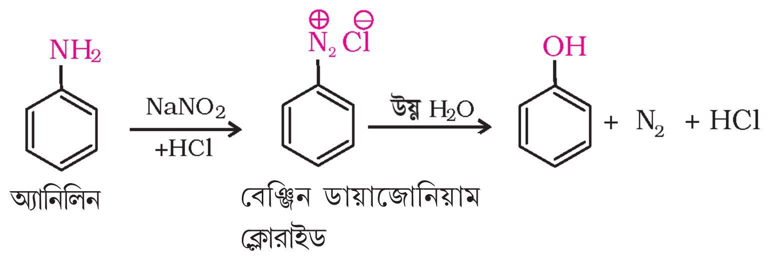
2. বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড থেকে

ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড বা ওলিয়াম দ্বারা বেঞ্জিনের সালফোনেশন বিক্রিয়ার ফলে বেঞ্জিনসালফোনিক অ্যাসিড নামক যে যৌগটি উৎপন্ন হয় তাকে গলিত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডসহ উত্তপ্ত করলে সেটি সোডিয়াম ফেনোক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। সোডিয়াম লবণটিকে অম্লীকৃত করলে ফেনল পাওয়া যায়।



3. ডায়াজোনিয়াম লবণসমূহ থেকে

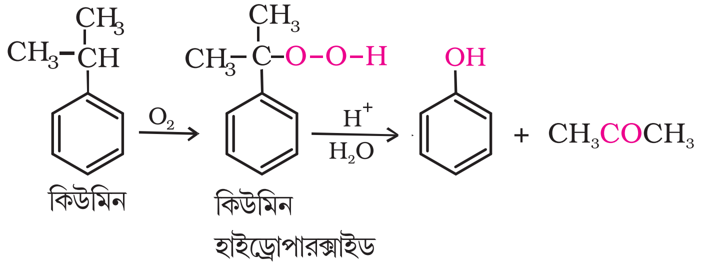
অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনকে নাইট্রাস অ্যাসিড ($NaNO_2$ + HCl) সহ 273-278 K উষ্ণতায় উত্তপ্ত করলে ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন হয়। ডায়াজোনিয়াম লবণকে জলসহ উত্তপ্ত করে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে অথবা এর সাথে লঘু অ্যাসিড যোগ করলে (অধ্যায় - 13, ক্লাস XII) ফেনল উৎপন্ন হয়।



4. কিউমিন থেকে

সমগ্র বিশ্বে কিউমিন থেকেই বাণিজ্যিকভাবে ফেনল উৎপাদন করা হয়।

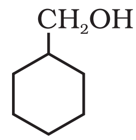
কিউমিন নামক হাইড্রোকার্বন থেকে ফেনল উৎপাদন করা হয়। কিউমিনকে (আইসোপ্রোপাইল বেঞ্জিন) বায়ুর উপস্থিতিতে জারিত করলে কিউমিন হাইড্রোপারক্সাইড উৎপন্ন হয়। এর সাথে লঘু অ্যাসিড যোগ করলে এটি ফেনল এবং অ্যাসিটোনে রূপান্তরিত হয়। এই পদ্ধতিতে একটি উপজাত পদার্থ হিসেবে বহুল পরিমাণে অ্যাসিটোন পাওয়া যায়।



বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

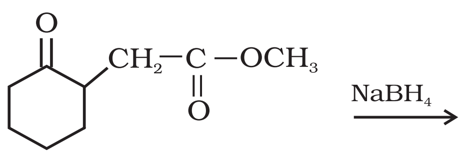
11.4 দেখাও যে মিথান্যাল এবং উপযুক্ত গ্রিগনার্ড বিকারকে বিক্রিয়ার সাহায্যে কী করে নিম্নলিখিত অ্যালকোহলগুলো তৈরি করা যায়?

(i) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$

(ii) 

11.5 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোর ফলে উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলোর গঠন সংকেত লেখো :

(i) $CH_3-CH=CH_2 \xrightarrow{H_2O/H^+}$

(ii) 

(iii) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO \xrightarrow{NaBH_4}$

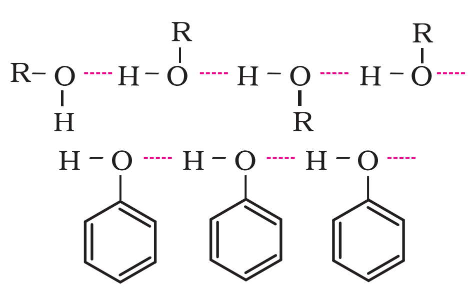
11.4.3 ভৌত ধর্মাবলি

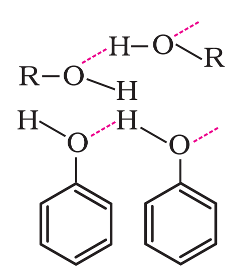
অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহে দুটো করে অংশ থাকে। একটি হল অ্যালাকাইল/অ্যারাইলমূলক এবং অন্যটি হল হাইড্রোক্সিলমূলক। অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের ধর্মাবলি মুখ্যত হাইড্রোক্সিল মূলক দ্বারাই নিয়ন্ত্রিত হয়। অ্যালকাইল বা অ্যারাইলমূলকগুলোর প্রকৃতি মুখ্যত এই ধর্মাবলির তীব্রতার ধরন নির্ধারণ করে।

স্ফূটনাঙ্কসমূহ

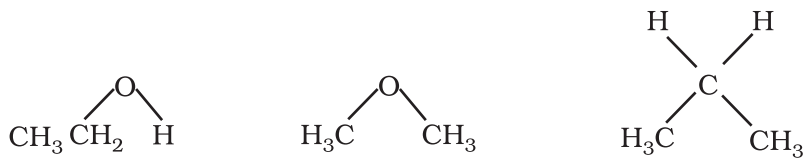
কার্বন পরমাণুর সংখ্যা বৃদ্ধির (ভ্যানডারওয়াল বল বৃদ্ধির সাথে) সাথে অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের স্ফূটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। অ্যালকোহলসমূহের ক্ষেত্রে কার্বনশৃঙ্খলের শাখা বৃদ্ধির সাথে সাথে স্ফূটনাঙ্ক ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে (কেন না পৃষ্ঠতল হ্রাসের সাথে সাথে ভ্যানডারায়াল বল হ্রাস পায় বলে)।

অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের –OH মূলকগুলো আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে পরস্পর যুক্ত থাকে, যেগুলো নীচে দেখানো হল —





অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের স্ফূটনাঙ্ক সমতুল্যাংকের আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট হাইড্রোকার্বনসমূহ, ইথারসমূহ, হ্যালোঅ্যালকেনসমূহ এবং হ্যালোঅ্যারিনসমূহের মতো অন্যান্য শ্রেণির যৌগগুলোর তুলনায় বেশি হয় — এটা জানার পর তোমরা কৌতুহলী হয়ে পড়বে। উদাহরণস্বরূপ ইথানল এবং প্রোপেনের আণবিক গুরুত্ব তুলনীয় হলেও এদের স্ফূটনাঙ্কের মধ্যে বিস্তর ফারাক লক্ষ করা যায়। মিথোক্সিমিথেনের স্ফূটনাঙ্ক এদের স্ফূটনাঙ্কের মাঝামাঝি হয়।

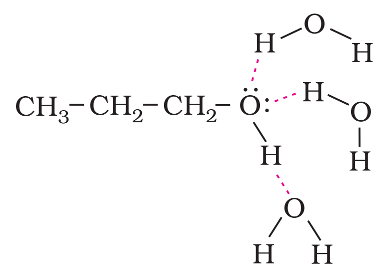


ইথানল	মিথোক্সিমিথেন	প্রোপেন
আণবিক গুরুত্ব / স্ফুটনাঙ্ক	আণবিক গুরুত্ব / স্ফুটনাঙ্ক	আণবিক গুরুত্ব / স্ফুটনাঙ্ক
46/351 K	46/248 K	44/231 K

আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতিই হল অ্যালকোহলের উচ্চ স্ফুটনাঙ্কের মূল কারণ, যদিও ইথার এবং হাইড্রোকার্বনের ক্ষেত্রে এ ধরনের হাইড্রোজেন বন্ধন লক্ষ করা যায় না।

দ্রাব্যতা

অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহ জলের অণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে বলেই এরা জলে দ্রবীভূত হতে পারে, যেমনটা পাশের চিত্রে দেখানো হয়েছে। অ্যালাকাইল /অ্যারাইল (জলবিকর্ষিমূলক) মূলকের আকার বৃদ্ধির সাথে জলের মধ্যে এদের দ্রাব্যতা ক্রমশ হ্রাস পায়। কম আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট বহু সংখ্যক অ্যালকোহল যে-কোনো অনুপাতে জলের সাথে মেশানো যায়।



নমুনা প্রশ্ন 11.3

নিম্নলিখিত সেট-এর অন্তর্ভুক্ত যৌগগুলোকে ক্রমবর্ধমান স্ফুটনাঙ্ক অনুসারে সাজাও —
(a) পেন্টান -1 - অল, বিউটেন -1 - অল, বিউটেন -2 - অল, ইথানল, প্রোপান -1 - অল, মিথানল।
(b) পেন্টান -1 - অল, n - বিউটেন, পেন্টান্যাল, ইথোক্সিইথেন

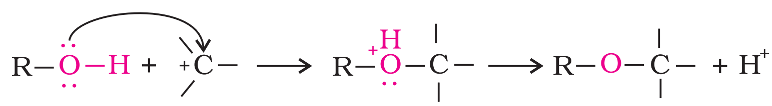
সমাধান

(a) মিথানল, ইথানল, প্রোপান -1 - অল, বিউটেন -2 - অল, বিউটেন -1 - অল, পেন্টান-1 - অল।
(b) n - বিউটেন, ইথোক্সিইথেন, পেন্টান্যাল এবং পেন্টান-1 - অল।

11.4.4 রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ

অ্যালকোহল হল বহুমুখী যৌগ। এরা নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারক (নিউক্লীওফাইল) এবং ইলেকট্রনসন্ধানী বিকারক (ইলেকট্রোফাইল) উভয় রূপেই কাজ করতে পারে। এরা যখন নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারক রূপে কাজ করে তখন O–H বন্ধনটি বিভাজিত হয়।

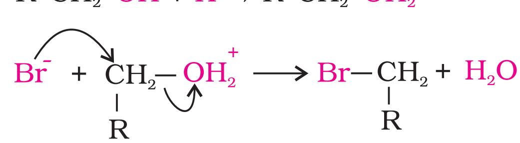
নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারকরূপে অ্যালকোহল (i)



(ii) এরা যখন ইলেকট্রন সন্ধানী বিকারকরূপে কাজ করে তখন C–O বন্ধনটি বিভাজিত হয়। প্রোটনযুক্ত (প্রোটোনেটেড) অ্যালকোহল সমূহ এই পদ্ধতিতে বিক্রিয়া সংঘটিত করে।

ইলেকট্রন সন্ধানী বিকারকরূপে প্রোটনযুক্ত অ্যালকোহলসমূহ

$$R-CH_2-OH + \overset{+}{H} \rightarrow R-CH_2-\overset{+}{O}H_2$$



O–H এবং C–O বন্ধনগুলোর বিভাজনের উপর ভিত্তি করে অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের বিক্রিয়াগুলোকে দুটো শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায় —

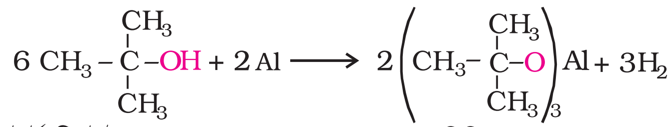
(a) O–H বন্ধন বিভাজনের ফলে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ

1. **অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের অম্লত্ব (অ্যাসিডিটি)**

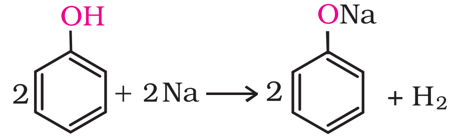
(i) ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়াসমূহঃ অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহ সোডিয়াম, পটাশিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়ামের মতো সক্রিয় ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে সংশ্লিষ্ট অ্যালকোক্সাইড/ফেনক্সাইড এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$2R{-}O{-}H + 2Na \longrightarrow 2R{-}O{-}Na + H_2$$

সোডিয়াম অ্যালকোক্সাইড

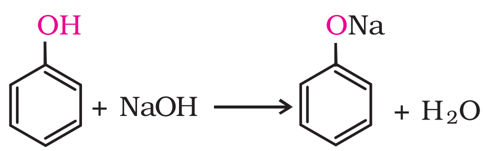


টার্ট-বিউটাইল অ্যালকোহল — অ্যালুমিনিয়াম টার্ট-বিউটোক্সাইড



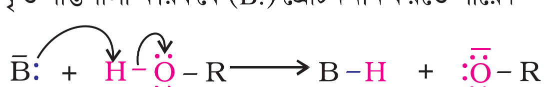
ফেনল — সোডিয়াম ফেনোক্সাইড

এর পাশাপাশি ফেনলসমূহ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ফেনোক্সাইড উৎপন্ন করে।



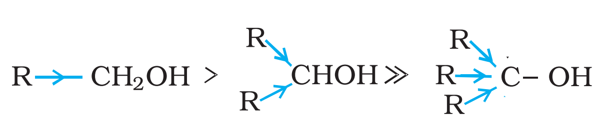
সোডিয়াম ফেনোক্সাইড

উপরের বিক্রিয়াগুলো এটাই প্রমাণ করে যে অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের ধর্ম আম্লিক প্রকৃতির। প্রকৃতপক্ষে অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহ হল ব্রনস্টেড অ্যাসিড অর্থাৎ এরা অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী ক্ষারককে (B:) প্রোটন দান করতে পারে।



ক্ষারক — অ্যাসিড — অনুবন্ধী অ্যাসিড — অনুবন্ধী ক্ষারক

(ii) ***অ্যালকোহলসমূহের অম্লত্ব (অ্যাসিডিটি)ঃ*** O–H বন্ধনের ধ্রুবীয় চরিত্রের জন্যই অ্যালকোহলসমূহ আম্লিক প্রকৃতির হয়। O–H বন্ধনের ধ্রুবীয়তা হ্রাস করার জন্য ইলেকট্রন দাতা মূলকটি ($-CH_3$, $-C_2H_5$) অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। এর ফলে এদের অম্লত্ব হ্রাস পায়। এ কারণেই অ্যালকোহলসমূহের অম্লত্ব নিম্নলিখিত ক্রম অনুযায়ী হ্রাস পায় —



প্রাইমারি — সেকেন্ডারি — টারসিয়ারী

যদিও অ্যালকোহলসমূহ জল থেকে অপেক্ষাকৃত দুর্বল অ্যাসিড। অ্যালকোক্সাইডের সাথে জলের বিক্রিয়া দ্বারা এই ঘটনাটি ব্যাখ্যা করা যেতে পারে।

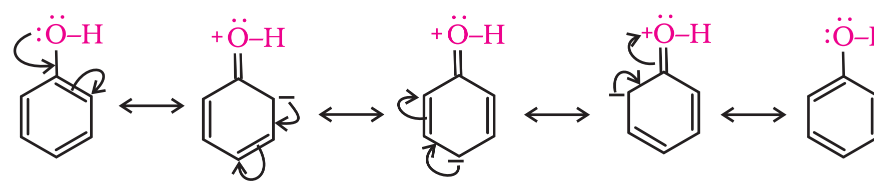
$$R-\ddot{\underset{..}{O}}:^{-} + H-\ddot{\underset{..}{O}}-H \longrightarrow R-O-H + :\ddot{\underset{..}{O}}H^{-}$$

ক্ষারক   অ্যাসিড   অনুবন্ধী অ্যাসিড   অনুবন্ধী ক্ষারক

এই বিক্রিয়া থেকে প্রমাণ হয় যে অ্যালকোহল থেকে জলের প্রোটনদান করার ক্ষমতা বেশি। এছাড়াও উপরের বিক্রিয়া থেকে আমরা দেখতে পাই যে অ্যালকোক্সাইডগুলো হাইড্রোক্সাইড আয়ন থেকে অধিকতর শক্তিশালী প্রোটন গ্রহীতা এবং এর থেকে বোঝা যায় যে অ্যালকোক্সাইডগুলো অধিকতর শক্তিশালী ক্ষারক (সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড থেকে সোডিয়াম ইথোক্সাইড অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী ক্ষারক)।

অ্যালকোহল সমূহ ব্রনস্টেড ক্ষারকরূপেও কাজ করতে পারে। অক্সিজেন পরমাণুতে দুই জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের উপস্থিতিই এর কারণ, যার ফলে অ্যালকোহলসমূহ প্রোটনগ্রহীতা হিসেবে কাজ করতে পারে।

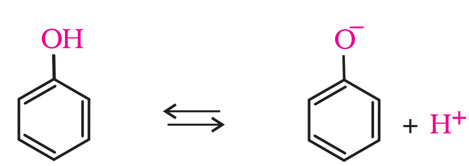
(iii) ফেনলসমূহের অম্লত্ব (অ্যাসিডিটি) ঃ ধাতু (যেমন সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম) এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের সাথে ফেনলের বিক্রিয়াগুলো এদের আম্লিক চরিত্রকে প্রকাশ করে। ফেনলের হাইড্রোক্সিল মূলকটি বেঞ্জিন বলয়ের sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে এবং এটি ইলেকট্রন অপসারক (উইথড্রয়িং) মূলক রূপে কাজ করে। এ কারণেই সংস্পন্দন গঠনগুলোতে যেভাবে দেখানো হয়েছে সেভাবেই ফেনল অণুর মধ্যে আধান বণ্টিত হয় এবং এর ফলে –OH মূলকের অক্সিজেন পরমাণুটির উপর ধনাত্মক আধান সৃষ্টি হয়।



সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের সাথে ফেনলসমূহের বিক্রিয়া থেকে এটা বোঝা যায় যে অ্যালকোহলসমূহ এবং জল থেকে ফেনলসমূহ অধিকতর শক্তিশালী অ্যাসিড। চলো পরীক্ষা করে দেখি হাইড্রোক্সিল মূলকটি অ্যালকাইল মূলকের সাথে যুক্ত আছে এমন যৌগ থেকে হাইড্রোক্সিল মূলকটি অ্যারোমেটিক বলয়ের সাথে যুক্ত আছে এমন যৌগের অম্লত্ব কেন বেশি হয়।

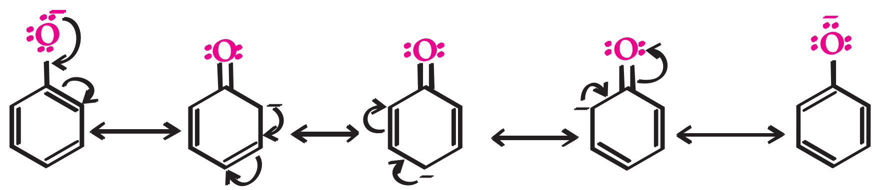
অ্যালকোহল এবং ফেনলের আয়নীভবন নিম্নলিখিত উপায়ে সংঘটিত হয় —

$$R-\ddot{\underset{..}{O}}-H \rightleftarrows R-\ddot{\underset{..}{O}}:^{-} + H^{+}$$



ফেনলের যে sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুটির সাথে O–H মূলকটি যুক্ত থাকে সেটি অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক হওয়ায় অক্সিজেনের ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস পায়। এর ফলে O–H বন্ধনটির ধ্রুবীয়তা বৃদ্ধি পায় এবং অ্যালকোহল অপেক্ষা ফেনলের আয়নীভবনের মাত্রা বৃদ্ধি পায়। চলো এবার আমরা অ্যালকোক্সাইড এবং ফেনোক্সাইড আয়নের স্থায়িত্বের বিষয়টা পর্যবেক্ষণ করি। অ্যালকোক্সাইড আয়নের ক্ষেত্রে, ঋণাত্মক আধানটি অক্সিজেন পরমাণুর অধীনে (লোকালাইজড) থাকে কিন্তু ফেনোক্সাইড আয়নের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক আধানটি সমগ্র অণুর মধ্যে সঞ্চরণশীল (ডিলোকালাইজ) থাকে। ঋণাত্মক আধানের সঞ্চারণশীলতার (ডিলোকালাইজেশন) ফলে (গঠনচিত্র (I-V) ফেনোক্সাইড আয়নটির স্থায়িত্ব অনেক বেশি হয় এবং এর ফলে ফেনলের আয়নীভবন প্রক্রিয়াটি ত্বরান্বিত হয়।

এছাড়াও ফেনলের আধানটি কোনো একটি কার্বন পরমাণুর অধীনে সঞ্চরণশীল (ডিলোকাইজেশন) থাকে না, এর সংস্পন্দন গঠনগুলোতে আধানটি ভিন্ন ভিন্ন কার্বন পরমাণুর অধীনে থাকে এবং এ কারণেই ফেনোক্সাইড আয়ন থেকে ফেনলের স্থায়িত্ব কম হয়।



I II III IV V

প্রতিস্থাপিত ফেনল যৌগগুলোতে নাইট্রো মূলকের মতো ইলেকট্রন অপসারক (উইথড্রয়িং) মূলক উপস্থিত থাকলে ফেনলের আম্লিক চরিত্র বৃদ্ধি পায়। এ ধরনের মূলকগুলো যদি অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে থাকে, তবে অম্লত্ব বৃদ্ধির এই প্রভাব আরও ত্বরান্বিত হয়। এর কারণ হল ফেনলের প্রতিস্থাপক মূলকটি যদি অর্থো বা প্যারা অবস্থানে থাকে তবে ঋণাত্মক আধানের কার্যকরী সঞ্চরণ ক্ষেত্র বৃদ্ধি পায়। অপরপক্ষে, অ্যালকাইল মূলকের মতো ইলেকট্রন সরবরাহকারী মূলকগুলো সাধারণত ফেনোক্সাইড আয়নের গঠন প্রক্রিয়াটিকে সাহায্য করে না, এর ফলে আম্লিক চরিত্র হ্রাস পায়। উদাহরণস্বরূপ ক্রেসলসমূহের অম্লত্ব ফেনল থেকে কম হয়।

pK_a মান বৃদ্ধি পেলে, অ্যাসিডের অম্লত্ব হ্রাস পায়

সারণি **11.3** কিছুসংখ্যক ফেনলসমূহ এবং ইথানলের **pK_a** এর মান

যৌগ	সংকেত	pK_a
o- নাইট্রোফেনল	o–O_2N–C_6H_4–OH	7.2
m- নাইট্রোফেনল	m–O_2N–C_6H_4–OH	8.3
p- নাইট্রোফেনল	p-O_2N–C_6H_4–OH	7.1
ফেনল	C_6H_5–OH	10.0
o- ক্রেসল	o-CH_3–C_6H_4–OH	10.2
m- ক্রেসল	m-$CH_3C_6H_4$–OH	10.1
p- ক্রেসল	p-CH_3–C_6H_4–OH	10.2
ইথানল	C_2H_5OH	15.9

সারণির তথ্যগুলো পর্যবেক্ষণ করলে তোমরা দেখতে পাবে যে ফেনলের অম্লত্ব ইথানল থেকে দশ লক্ষগুণ বেশি।

নমুনা প্রশ্ন 11.4

নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে ক্রমবর্ধমান আম্লিক চরিত্র অনুসারে সাজাও — প্রোপান-1 - অল, 2, 4, 6 -ট্রাই নাইট্রোফেনল, 3 -নাইট্রোফেনল, 3, 5 -ডাইনাইট্রোফেনল, ফেনল, 4 -মিথাইলফেনল।

সমাধান

প্রোপান-1 - অল, 4 -মিথাইলফেনল, ফেনল, 3 -নাইট্রোফেনল, 3, 5 -ডাইনাইট্রোফেনল, 2, 4, 6 -ট্রাই নাইট্রোফেনল।

2. ***এস্টারিভবন (Esterification)***

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড, অ্যাসিড ক্লোরাইড এবং অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড সমূহের সাথে অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহের বিক্রিয়ার ফলে এস্টার উৎপন্ন হয়।

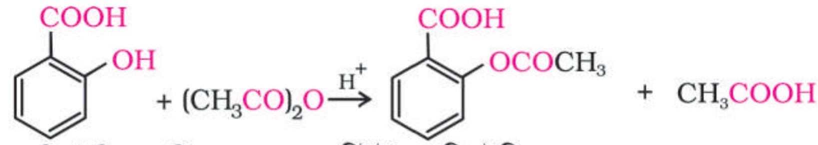
$$Ar/ROH + R'-COOH \xrightleftharpoons{H^+} Ar/ROCOR' + H_2O$$

$$Ar/R-OH + (R'CO)_2O \xrightleftharpoons{H^+} Ar/ROCOR' + R'COOH$$

$$R/ArOH + R'COCl \xrightarrow{\text{পিরিডিন}} R/ArOCOR' + HCl$$

অ্যাসপিরিনের বেদনানাশক (অ্যানলেজেসিক), প্রদাহনাশক (অ্যান্টি-ইনফ্লেমেটরি) এবং জ্বর নিবারক (অ্যান্টিপাইরেটিক) ধর্ম রয়েছে।

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড এবং অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড-এর সঙ্গে বিক্রিয়াটি সংঘটিত করার সময় সামান্য পরিমাণ ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রয়োজন হয়। উৎপন্ন জলকে সাথে সাথে অপসারিত করতে হয়, কেন না বিক্রিয়াটি একটি উভমুখী বিক্রিয়া। পিরিডিন নামক ক্ষারকের উপস্থিতিতে অ্যাসিড ক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়াটি সংঘটিত করা হয়, যাতে করে পিরিডিন বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন HCl কে প্রশমিত করতে পারে। এর ফলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে যায়। অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহে অ্যাসিটাইল (CH_3CO) মূলক সংযোজনের বিক্রিয়াটি অ্যাসিটাইলেশন নামে পরিচিত। স্যালিসাইলিক অ্যাসিডের অ্যাসিটাইলেশনের ফলে অ্যাসপিরিন তৈরি হয়।



স্যালিসাইলিক অ্যাসিড — অ্যাসিটাইল স্যালিসাইলিক অ্যাসিড (অ্যাসপিরিন)

(b) অ্যালকোহলের কার্বন-অক্সিজেন (C–O) বন্ধন বিভাজনের মাধ্যমে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ ঃ শুধুমাত্র অ্যালকোহলসমূহের ক্ষেত্রে (C–O) বন্ধন বিভাজনের মাধ্যমে বিক্রিয়া সংঘটিত হতে পারে। কেবলমাত্র Zn এর উপস্তিতেই ফেনলসমূহ এ ধরনের বিক্রিয়া সংঘটিত করে।

1. ***হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া ঃ*** অ্যালকোহলসমূহ হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে (দ্রষ্টব্য অধ্যায় 10, ক্লাস XII)।

$$ROH + HX \rightarrow R-X + H_2O$$

HCl-এর তিন ধরনের অ্যালকোহলের তীব্রতার পার্থক্য থেকে এদের শনাক্ত করা যায় (লুকাস পরীক্ষা)। অ্যালকোহলসমূহ লুকাস বিকারকের (ঘন HCl এবং $ZnCl_2$) মধ্যে দ্রবীভূত হয় কিন্তু এদের হ্যালাইডগুলো জলের সাথে অমিশ্রণীয় বলে দ্রবণের মধ্যে বুদ্‌বুদ্ সৃষ্টি হয়। টারসিয়ারি অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন হ্যালাইড যোগ করার সাথে সাথে বুদ্‌বুদ্ তৈরি হয় কেন না এরা সহজেই অ্যালকাইল হ্যালাইড তৈরি করতে পারে। ঘরের উষ্ণতায় প্রাইমারি অ্যালকোহলসমূহ বুদ্‌বুদ্ উৎপন্ন করতে পারে না।

2. ***ফসফরাস ট্রাই হ্যালাইডসমূহের সাথে বিক্রিয়া ঃ*** ফসফরাস ট্রাই ব্রোমাইড এর সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল সমূহ অ্যালকাইল ব্রোমাইডে রূপান্তরিত হয় (দ্রষ্টব্য অধ্যায় 10, ক্লাস XII)।

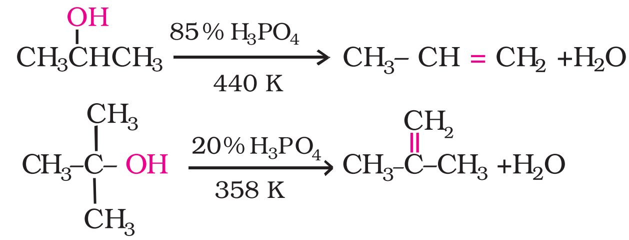
3. ***নিরূদন ঃ*** প্রোটনযুক্ত অ্যাসিড যেমন ঘন H_2SO_4 বা H_3PO_4 অথবা অনার্দ্র জিঙ্ক ক্লোরাইড বা অ্যালুমিনার মতো অনুঘটকের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলসমূহ নিরুদিত (জলের অণুর অপসারণ) হয়ে অ্যালকিন তৈরি করে (অধ্যায় 13, ক্লাস XI)।

$$\underset{H\ \ OH}{-\overset{|}{C}-\overset{|}{C}-} \xrightarrow[\text{Heat}]{H^+} >C=C< + H_2O$$

ঘন H_2SO_4 এর সাথে ইথানলের নিরুদন বিক্রিয়াটি 443 K উষ্ণতায় সংঘটিত হয়।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[443\ K]{H_2SO_4} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহ অপেক্ষাকৃত সহজ শর্তে নিরুদিত হয়। উদারণস্বরূপ —



অর্থাৎ বিভিন্ন শ্রেণির অ্যালকোহলগুলোর নিরুদিত হওয়ার প্রবণতার ক্রমটি হল —

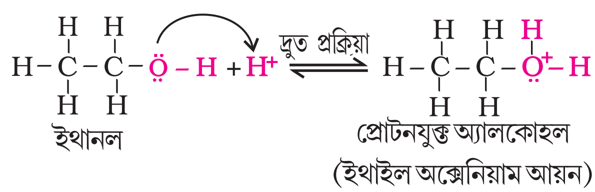
টারসিয়ারি < সেকেন্ডারি > প্রাইমারি

ইথানলের নিরুদন প্রক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশলটি নিম্নলিখিত ধাপগুলোর মাধ্যমে সংঘটিত হয় —

টারসিয়ারি কার্বোক্যাটায়ন সমূহ অধিকতর স্থায়ী প্রকৃতির হওয়ায় সেকেন্ডারি এবং প্রাইমারি কার্বোক্যাটায়ন থেকে অধিক সহজ উপায়ে তৈরি করা যায়। টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহকে সবচাইতে সহজে নিরুদিত করা যায়।

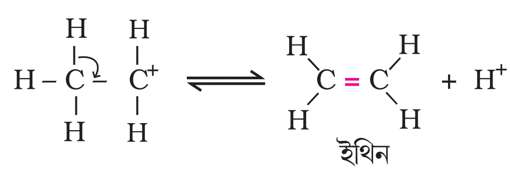
ক্রিয়াকৌশল

ধাপ -1: প্রোটনযুক্ত অ্যালকোহল তৈরি করা।



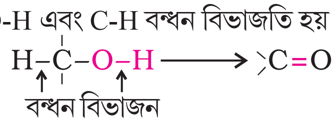
ধাপ -2: কার্বোক্যাটায়ন তৈরি হওয়া ঃ এটিই হল মন্থরতম ধাপ এবং তাই এর দ্বারাই বিক্রিয়াটির হার নিয়ন্ত্রিত হয়।

ধাপ -3: একটি প্রোটন নির্গমনের মাধ্যমে ইথিন উৎপন্ন হওয়া।



প্রথম ধাপটিতে যে অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় সেটির ধাপ-3 তে নির্গমন ঘটে। বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থাকে ডানদিকে সরানোর জন্য বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ইথিনকে বিক্রিয়াপাত্র থেকে সঙ্গে সঙ্গে সরিয়ে নেওয়া হয়।

4 **জারণ ঃ** অ্যালকোহলসমূহের জারণের সময় একটি কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধন তৈরি হয় এবং একটি করে O-H এবং C-H বন্ধন বিভাজতি হয়।



এভাবেই জারণের সময় বন্ধন-এর বিভাজনও হয় আবার একই সাথে বন্ধন তৈরিও হয়। জারণের সময় অ্যালকোহলের অণু থেকে ডাইহাইড্রোজেন বা হাইড্রোজেন অণুর নির্গমন হয় বলে এই ধরনের বিক্রিয়াগুলো হাইড্রোজেন নির্গমন বিক্রিয়া (ডিহাইড্রোজেনেশন) নামেও পরিচিত। ব্যবহৃত জারকদ্রব্যের ওপর নির্ভর করে প্রাইমারি অ্যালকোহল জারিত হয়ে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন অ্যালডিহাইডটির জারণের ফলে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড তৈরি হতে পারে।

$$RCH_2OH \xrightarrow{\text{জারণ}} R{-}\underset{\text{অ্যালডিহাইড}}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}{=}O \longrightarrow R{-}\overset{OH}{\overset{|}{C}}{=}O$$

অ্যালডিহাইড — কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড

অ্যালকোহলসমূহকে সরাসরি কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে জারিত করার জন্য অম্লীকৃত পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের মতো শক্তিশালী জারক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়। জারণের ফলে অ্যালডিহাইড তৈরি করার জন্য অনার্দ্র মাধ্যমে CrO_3কে জারক দ্রব্যরূপে ব্যবহার করা হয়।

$$RCH_2OH \xrightarrow{CrO_3} RCHO$$

প্রাইমারি অ্যালকোহলকে জারিত করে অধিক পরিমাণে অ্যালডিহাইড তৈরি করার জন্য আরও ভালো একটি বিকারক হল পিরিডিনিয়াম ক্লোরোক্রোমেট (PCC) এবং এটি হল ক্রোমিয়াম ট্রাই অক্সাইড এবং পিরিডিন ও HCl -এর একটি জটিল যৌগ।

$$CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2OH \xrightarrow{PCC} CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO$$

সেকেন্ডারি অ্যালকোহলসমূহকে ক্রোমিক অ্যানহাইড্রাইড (CrO_3) দ্বারা জারিত করলে কিটোন যৌগে পরিণত হয়।

$$R{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}{-}R' \xrightarrow{CrO_3} R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}R'$$

সেকেন্ডারি -অ্যালকোহল — কিটোন

টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহ জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত করে না। তীব্র বিক্রিয়াকালীন শর্তে যেমন শক্তিশালী জারকদ্রব্যের ($KMnO_4$) উপস্থিতিতে এবং উচ্চ উষ্ণতায় ভিন্ন ভিন্ন C-C বন্ধনের বিভাজন ঘটে এবং কমসংখ্যক কার্বন পরমাণুযুক্ত কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের মিশ্রণ পাওয়া যায়।

573 K উষ্ণতায় উত্তপ্ত কপারের উপর দিয়ে প্রাইমারি বা সেকেন্ডারি অ্যালকোহলের বাষ্প চালনা করলে হাইড্রোজেন-নির্গমন বিক্রিয়া (ডিহাইড্রোজেনেশন) সংঘটিত হয় এবং অ্যালডিহাইড বা কিটোন যৌগ উৎপন্ন হয়। কিন্তু টারসিয়ারি অ্যালকোহল-এর ক্ষেত্রে নিরুদন সংঘটিত হয়।

$$RCH_2OH \xrightarrow[573K]{Cu} RCHO$$

$$R{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}{-}R' \xrightarrow[573K]{Cu} R{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}R'$$

$$CH_3{-}\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}{-}OH \xrightarrow[573K]{Cu} CH_3{-}\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}{=}CH_2$$

আমাদের দেহের মধ্যে মিথানল ও ইথানলের জৈবিক প্রক্রিয়ার দ্বারা জারণের ফলে প্রথমে সংশ্লিষ্ট অ্যালডিহাইড এবং পরবর্তী পর্যায়ে অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। কখনো কখনো অ্যালকোহল পানে আসক্ত ব্যক্তিরা নিজেদের অজান্তে ভুল করে মিথানল মিশ্রিত ইথানল বা বিকৃত অ্যালকোহল পান করে ফেলে। দেহের মধ্যে এই মিথানল প্রথমে মিথান্যালে জারিত হয় এবং পরবর্তী পর্যায়ে মিথানোয়িক অ্যাসিডে পরিণত হয়, এর ফলে অন্ধত্ব এবং এমনকি মৃত্যুও হতে পারে। মিথানলের বিষে আক্রান্ত রোগীর চিকিৎসার জন্য রোগীর শিরার মধ্যে লঘু ইথানল দ্রবণ অনুপ্রবেশ করানো হয়। যে উৎসেচকটি অ্যালডিহাইডকে অ্যাসিডে জারিত করে সেটি ফুলিয়ে তোলার মাধ্যমে বৃক্ককে (কিডনি) মিথানল নির্গত করার জন্য সময় করে দেয়।

(c) ***ফেনলসমূহের বিক্রিয়া ঃ***

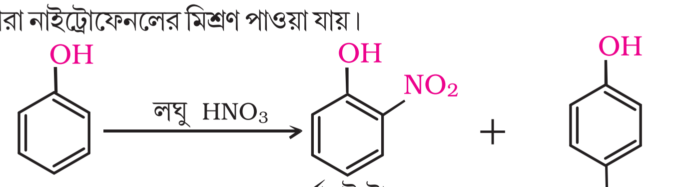
ফেনলসমূহই একমাত্র নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলো সংঘটিত করে।

1. ইলেকট্রন সন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঃ

ফেনলসমূহের ক্ষেত্রে অ্যারোমেটিক বলয়ের মধ্যে যে সকল বিক্রিয়া সংঘটিত হয়, তাদের সবগুলোই ইলেকট্রন সন্ধানী অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (অধ্যায় 13, ক্লাস -XI)। বেঞ্জিন বলয়ের সাথে যুক্ত –OH মূলকটিই এদের ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য উদ্দীপিত করে। এছাড়াও –OH মূলকের সংস্পন্দন প্রভাবের জন্য বেঞ্জিন বলয়ের অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং এটি আগত মূলকটিকে অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে প্রবেশ করার জন্য উদ্দীপিত করে। ফেনলসমূহের অম্লত্ব অধ্যয়ন করার সময় ফেনলের সংস্পন্দন গঠনগুলো আগেই দেখানো হয়েছে।

ফেনল যে সকল ইলেকট্রন সন্ধানী অ্যারোমেটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে তাদের মধ্যে প্রচলিত কয়েকটি বিক্রিয়া নীচে আলোচনা করা হল।

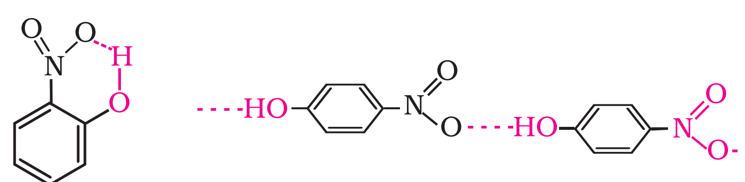
(i) নাইট্রেশন ঃ নিম্ন উষ্ণতায় (298 K) লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সাথে ফেনলের বিক্রিয়ার ফলে অর্থো এবং প্যারা নাইট্রোফেনলের মিশ্রণ পাওয়া যায়।



অর্থোনাইট্রোফেনল

প্যারানাইট্রোফেনল

বাষ্প-পাতনের সাহায্যে অর্থো এবং প্যারা সমাবয়বগুলোকে পৃথক করা যায়। অন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে অর্থোনাইট্রোফেনল জলীয় বাষ্পের মতোই উদ্বায়ী প্রকৃতির হয় কিন্তু প্যারা নাইট্রোফেনলের ক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির কারণে অনেকগুলো অণু একত্রে সংযোজিত থাকে বলে এটি অপেক্ষাকৃত কম উদ্বায়ী হয়।

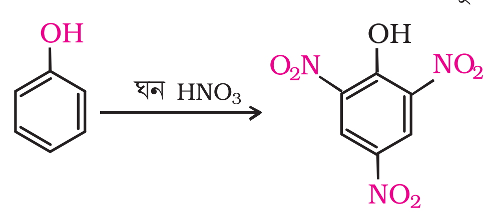


অর্থো-নাইট্রোফেনল
(অন্তঃআণবিক
হাইড্রোজেন বন্ধন)

প্যারা-নাইট্রোফেনল
(আন্তঃআণবিক
হাইড্রোজেন বন্ধন)

2, 4, 6 - ট্রাইনাইট্রোফেনল একটি তীব্র অ্যাসিড কেন না এর মধ্যে তিনটি ইলেকট্রন অপসারক $-NO_2$ মূলক উপস্থিত থাকায় এর থেকে সহজেই হাইড্রোজেন আয়ন নির্গত হতে পারে।

ফেনল ঘন নাইট্রিক অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ট্রাইনাইট্রোফেনলে রূপান্তরিত হয়। উৎপন্ন পদার্থটি পিকরিক অ্যাসিড নামেও পরিচিত। পদার্থটি খুবই কম পরিমাণে উৎপন্ন হয়।

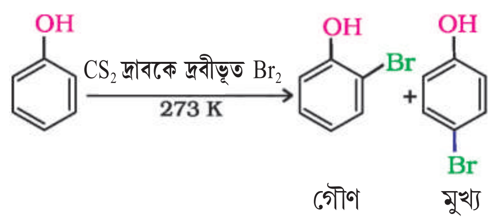


2,4,6 ট্রাই-নাইট্রোফেনল
(পিকরিক অ্যাসিড)

আজকাল পিকরিক অ্যাসিড তৈরি করার জন্য প্রথমে ফেনলের সাথে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা 2,4 ডাইসালফোনিক অ্যাসিড তৈরি করা হয় এবং এরপর বিক্রিয়াজাত পদার্থের সাথে ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করে 2,4,6 ট্রাইনাইট্রোফেনল তৈরি করা হয়। তোমরা কি সংঘটিত বিক্রিয়াগুলোর সমীকরণগুলো লিখতে পারবে?

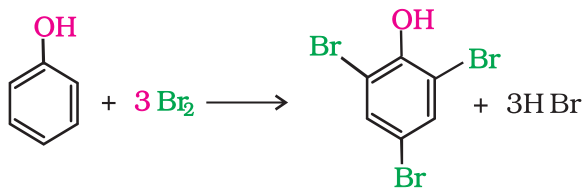
(ii) হ্যালোজেন সংযুক্তিকরণ (হ্যালোজেনেশন)ঃ ভিন্ন ভিন্ন পরীক্ষাধীন শর্তে ব্রোমিনের সাথে ফেনলের বিক্রিয়ায় ভিন্ন ভিন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন হয়।

(a) নিম্ন উষ্ণতায় $CHCl_3$ or CS_2 কম ধ্রুবীয়তাসম্পন্ন দ্রাবকের মধ্যে বিক্রিয়াটি সংঘটিত করলে মনোব্রোমোফেনলসমূহ উৎপন্ন হয়।



বেঞ্জিনের ক্ষেত্রে হ্যালোজেন সংযুক্তিকরণ বিক্রিয়াটি সাধারণত $FeBr_3$র মতো লুইস অ্যাসিডের উপস্থিতিতে সংঘটিত হয় (অধ্যায়-10, ক্লাস XII), যার প্রভাবে হ্যালোজেন অণুটি ধ্রুবায়িত হয়। ফেনলের ক্ষেত্রে ব্রোমিন অণুর এই ধ্রুবায়ন প্রক্রিয়াটি লুইস অ্যাসিডের অনুপস্থিতিতেও সংঘটিত হয়। বেঞ্জিন বলয়ের সাথে যুক্ত –OH মূলকের উচ্চ উদ্দীপন ক্ষমতার জন্যই এমনটা সম্ভব হয়।

(b) ব্রোমিন জলের মধ্যে ফেনল যোগ করলে সাদা বর্ণের 2,4,6 ট্রাইব্রোমোফেনল অধঃক্ষিপ্ত হয়।



2,4,6 ট্রাইব্রোমোফেনল

নমুনা প্রশ্ন 11.5

নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহ দ্বারা উৎপন্ন সম্ভাব্য মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলোর গঠন সংকেত লেখো—

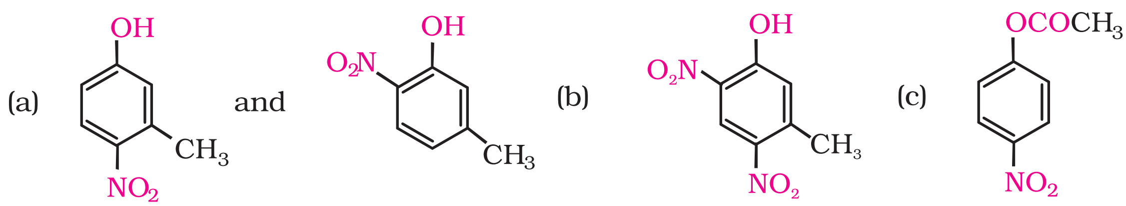
(a) 3- মিথাইলফেনলের মনোনাইট্রেশন

(b) 3- মিথাইল ফেনলের ডাইনাইট্রেশন

(c) ফিনাইল মিথানোয়েটের মনোনাইট্রেশন

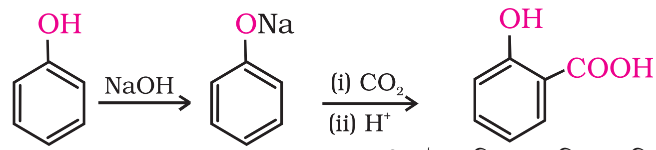
সমাধান

–OH এবং $-CH_3$ মূলকের যৌথ প্রভাবের ফলে আগত মূলকটি কোন্ অবস্থানে প্রবেশ করবে সেটি স্থির হয়।



***2.* কোলবে বিক্রিয়া**

ফেনলের সাথে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ফেনোক্সাইড আয়নের ইলেকট্রনসন্ধানী অ্যারোম্যাটিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার প্রতি সক্রিয়তা ফেনল থেকেও বেশি হয়। তাই এটি কার্বনডাইঅক্সাইডের মতো দুর্বল ইলেকট্রন সন্ধানী বিকারকের সাথেও ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করে। মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ হিসেবে অর্থোহাইড্রোক্সি বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

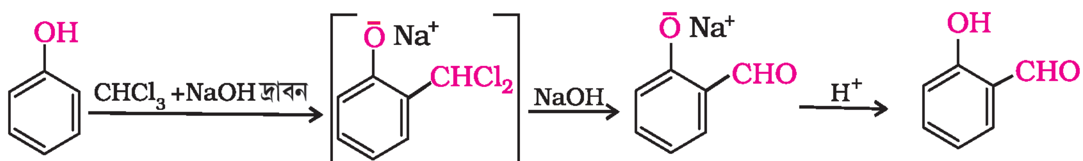


2-হাইড্রোক্সি বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড
(স্যালিসাইলিক অ্যাসিড)

3. **রাইমার-টিম্যান বিক্রিয়া** ***(Reimer-Tiemann reaction)***

সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের উপস্থিতিতে ফেনলের সাথে ক্লোরোফর্ম-এর বিক্রিয়ায় বেঞ্জিন বলয়ের অর্থো অবস্থানে একটি CHO মূলক যুক্ত হয়। এই বিক্রিয়াটি রাইমার-টিম্যান বিক্রিয়া নামে পরিচিত।

অন্তর্বর্তী প্রতিস্থাপিত যৌগ বেঞ্জাল ক্লোরাইড ক্ষারের উপস্থিতিতে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে স্যালিস্যালডিহাইড উৎপন্ন করে।

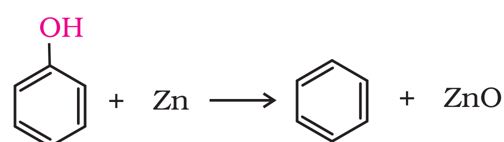


অন্তর্বর্তী যৌগ

স্যালিস্যালডিহাইড

4. **জিঙ্ক ধূলির সাথে ফেনলের বিক্রিয়া** ***(Reaction of phenol with zinc dust)***

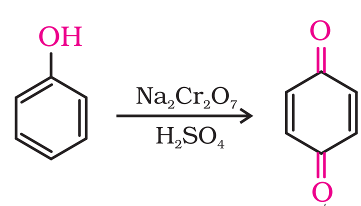
জিঙ্ক ধূলিসহ উত্তপ্ত করলে ফেনল রূপান্তরিত হয়ে বেঞ্জিনে পরিণত হয়।



মদ প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় শর্করা

5. **জারণ** ***(Oxidation)***

ক্রোমিক অ্যাসিড দ্বারা ফেনলকে জারিত করলে বেঞ্জোকুইনোন নামক একটি সংযোজিত (কনজুগেটেড) ডাইকিটোন উৎপন্ন হয়। বায়ুর উপস্থিতিতে ফেনলসমূহ ধীরে ধীরে জারিত হয়ে একটি গাঢ় বর্ণের মিশ্রণ উৎপন্ন করে যার মধ্যে কুইনোনসমূহ উপস্থিত থাকে।



বেঞ্জোকুইনোন

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

11.6 (a) HCl –$ZnCl_2$ (b) HBr এবং (c) $SOCl_2$ -এর প্রতিটির সাথে নিম্নলিখিত অ্যালকোহলগুলোর বিক্রিয়ার ফলে যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হতে পারে বলে তোমাদের মনে হয়, তাদের গঠন লেখো।
(i) বিউটান -1- অল (ii) 2- মিথাইল বিউটান -2- অল

11.7 আম্লিক অণুঘটক দ্বারা নিম্নলিখিত যৌগগুলো থেকে জল মুক্ত (ডিহাইড্রেশন) করার ফলে মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থটি কী হতে পারে বলে তোমাদের মনে হয়।
(i) 1- মিথাইল সাইক্লোহেক্সানল এবং (ii) বিউটান -1- অল

11.8 ফেনল থেকে অর্থো এবং প্যারা নাইট্রোফেনল অধিক আম্লিক প্রকৃতির। সংশ্লিষ্ট ফেনোক্সাইড আয়নগুলোর সংস্পন্দন গঠনসমূহ লেখো।

11.9 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোর ক্ষেত্রে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহের রাসায়নিক সমীকরণ লেখো —
(i) রাইমার-টিম্যান বিক্রিয়া (ii) কোলবের বিক্রিয়া

11.5 বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ অ্যালকোহল সমূহের কয়েকটি

বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ অ্যালকোহল সমূহের মধ্যে দুটো হল মিথানল এবং ইথানল।

1. মিথানল (Methanol)

কাঠের অন্তর্ধূম পাতনের ফলে উৎপন্ন হয় বলে মিথানল (CH_3OH) কাষ্ঠকোহল (উড স্পিরিট) নামেও পরিচিত। আজকাল $ZnO - Cr_2O_3$ অনুঘটকের উপস্থিতিতে উচ্চ চাপ এবং উষ্ণতায় কার্বন-মনোঅক্সাইডের মধ্যে হাইড্রোজেন সংযুক্তিকরণ করে বেশির ভাগ মিথানল উৎপন্ন করা হয়।

$$CO + 2H_2 \xrightarrow[\text{200-300 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, 573-676K}]{ZnO-Cr_2O_3} CH_3OH$$

মিথানল একটি বর্ণহীন তরল এবং এর স্ফুটনাঙ্ক 337 K। এটি অত্যন্ত বিষাক্ত প্রকৃতির। সামান্য পরিমাণ মিথানল শরীরে প্রবেশ করলে অন্ধত্বের সৃষ্টি করতে পারে এবং অধিক পরিমাণে প্রবেশ করলে এমনকি মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। রঞ্জক পদার্থের দ্রাবকরূপে, বার্ণিশের কাজে মিথানল ব্যবহৃত হয়। এটি প্রধানত ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

2. ইথানল (*Ethanol*)

বাণিজ্যিকভাবে সন্ধান প্রক্রিয়ার সাহায্যে ইথানল (C_2H_5OH) তৈরি করা হয়। শর্করা জাতীয় পদার্থের সন্ধান প্রক্রিয়াই হল প্রক্রিয়া সংঘটিতকরার প্রাচীনতম পদ্ধতি। ইনভারটেজ উৎসেচকের উপস্থিতিতে গুড়, আখ বা আঙুরের মতো ফলগুলোতে যে শর্করা উপস্থিত থাকে তারা রূপান্তরিত হয়ে গ্লুকোজ এবং ফ্রুকটোজ-এ পরিণত হয় (এদের উভয়ের আণবিক সংকেতই $C_6H_{12}O_6$)। গ্লুকোজ এবং ফ্রুকটোজ জাইমেজ নামক অন্য একটি উৎসেচকের উপস্থিতিতেও সন্ধান বিক্রিয়া সংঘটিত করে, যেটি ঈস্ট-এর মধ্যে পাওয়া যায়।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{ইনভারটেজ}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ফ্রুকটোজ}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

মদ প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় শর্করা এবং ঈস্টের উৎস হল আঙুর ফল। আঙুর ফল যখন পাকে তখন এতে শর্করার পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং এর বাইরের গাত্রে ঈস্ট জন্মায়। আঙুর ফলকে নিষ্পিষ্ট করলে শর্করা এবং উৎসেচক পরস্পরের সংস্পর্শে আসে এবং সন্ধান প্রক্রিয়া শুরু হয়। সন্ধান প্রক্রিয়াটি অবাত শর্তে অর্থাৎ বায়ুর অনুপস্থিতিতে সংঘটিত হয়। সন্ধান প্রক্রিয়াটি চলাকালীন কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়।

উৎপন্ন অ্যালকোহলের পরিমাণ 14 শতাংশে পৌঁছালে উৎসেচকের সক্রিয়তা বাধাপ্রাপ্ত হয়। সন্ধান মিশ্রণটিতে যদি বায়ু প্রবেশ করে তবে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা ইথানল জারিত হয়ে ইথানোয়িক অ্যাসিডে পরিণত হয়, যার ফলে অ্যালকোহলজাত পানীয়ের স্বাদ নষ্ট হয়ে যায়।

ইথানল একটি বর্ণহীন তরল এবং এর স্ফুটনাঙ্ক 351 K। রং শিল্পে দ্রাবকরূপে এটি ব্যবহৃত হয় এবং বহুসংখ্যক কার্বনগঠিত যৌগের প্রস্তুতিতেও এটি ব্যবহৃত হয়। বাণিজ্যিক অ্যালকোহলকে পানের অযোগ্য করার জন্য এর মধ্যে কপার সালফেট (রং প্রদান করার জন্য) এবং পিরিডিন (একটি দুর্গন্ধযুক্ত তরল) মেশানো হয়। একেই আমরা বিকৃত অ্যালকোহল নামে জানি।

ইথিনের মধ্যে জল সংযোজন করেই আজকাল বহুল পরিমাণে ইথানল প্রস্তুত করা হয় (অনুচ্ছেদ 11.4)।

শরীরে ইথানল প্রবেশ করলে তা কেন্দ্রীয় স্নায়ুতন্ত্রকে প্রভাবিত করে। পরিমিত পরিমাণে গ্রহণ করলে এটি বিচার ক্ষমতাকে প্রভাবিত করে এবং ক্ষুধামান্দ্যের সৃষ্টি করে। অপেক্ষাকৃত বেশি পরিমাণে গ্রহণ করলে বমি ভাব হয় এবং সচেতনতা কমে যায়। আরও অধিক পরিমাণে গ্রহণ করলে এটি জীবের স্বতঃস্ফূর্ত শ্বসনের উপর প্রভাব বিস্তার করে এবং এর ফলে মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে।

11.6 ইথারসমূহ

11.6.1 ইথারসমূহের প্রস্তুতি

1. অ্যালকোহলসমূহের নিরুদন দ্বারা

হাইড্রোজেনযুক্ত অ্যাসিডের (H_2SO_4, H_3PO_4) উপস্থিতিতে অ্যালকোহলসমূহের নিরুদন ঘটে। বিক্রিয়াজাত পদার্থ হিসেবে অ্যালকিন না ইথার উৎপন্ন হবে তা বিক্রিয়াকালীন শর্তের উপর নির্ভর করে। উদাহরণস্বরূপ 443 K উষ্ণতায় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ইথানলের নিরুদনের ফলে ইথিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু 413 K উষ্ণতায় মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ হিসেবে ইথোক্সিইথেন উৎপন্ন হয়।

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[443\ K]{H_2SO_4} CH_2{=}CH_2$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[413\ K]{H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_5$$

প্রশ্বাসের সাথে টেনে গ্রহণ করা হয় এমন চেতনানাশক হিসেবে ডাই-ইথাইল-ইথারের বহুল ব্যবহার আছে। কিন্তু এটি ধীরগতিতে প্রভাব বিস্তার করে এবং আরোগ্যলাভের সময়কালটি দুঃসহনীয় হওয়ায়, চেতনানাশক হিসেবে এর পরিবর্তে অন্যান্য যৌগ ব্যবহার করা হয়।

ইথার প্রস্তুতির বিক্রিয়াটি একটি নিউক্লিয়াস সন্ধানী দ্বিআণবিক বিক্রিয়া (S_N2) এবং একটি প্রোটনযুক্ত অ্যালকোহল আয়নের মধ্যে একটি সাধারণ অ্যালকোহল অণুর আক্রমণের মাধ্যমে সংঘটিত হয় যেভাবে নিম্নে দেখানো হয়েছে।

(i) $$CH_3{-}CH_2{-}\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}{-}H + H^+ \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{\overset{+}{O}}}{-}H$$

(ii) $$CH_3CH_2{-}\underset{H}{\ddot{O}}: + CH_3{-}CH_2{-}\overset{+}{O}\begin{smallmatrix}H\\H\end{smallmatrix} \longrightarrow CH_3CH_2{-}\underset{H}{\overset{+}{O}}{-}CH_2CH_3 + H_2O$$

(iii) $$CH_3CH_2{-}\underset{H}{\overset{+}{O}}{-}CH_2CH_3 \longrightarrow CH_3CH_2{-}O{-}CH_2CH_3 + H^+$$

অ্যালকোহলসমূহের আম্লিক নিরুদনের সময় প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকিন এর সাথে ইথারও উৎপন্ন হয়।

প্রাইমারি অ্যালকাইল মূলক সমন্বিত ইথারসমূহ প্রস্তুত করার জন্য এটি একটি সুবিধাজনক পদ্ধতি। অ্যালকাইল মূলকগুলো যেন বাধাপ্রাপ্ত না হয় এবং উষ্ণতা যেন কম থাকে সেদিকে লক্ষ রাখতে হয়। না হলে বিক্রিয়াটির ফলে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। সেকেন্ডারি বা টারসিয়ারি অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি S_N1 পথ অনুসরণ করে, এ সম্পর্কে তোমরা উচ্চ শ্রেণিতে আরও অনেক কিছু জানতে পারবে। যদিও সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহের নিরুদনের দ্বারা সংশ্লিষ্ট ইথারসমূহ প্রস্তুত করার প্রচেষ্টাটি অসমর্থ হয়েছে কেননা প্রতিস্থাপনের চেয়ে অপনয়ন প্রক্রিয়াটি তখন অধিক কার্যকরী হয় এবং ফলস্বরূপ সহজেই অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

ইথাইলমিথাইল ইথার প্রস্তুত করার জন্য দ্বিআণবিক নিরুদন প্রক্রিয়াটি যথাযথ নয় কেন, তোমরা কি তা ব্যাখ্যা করতে পারবে?

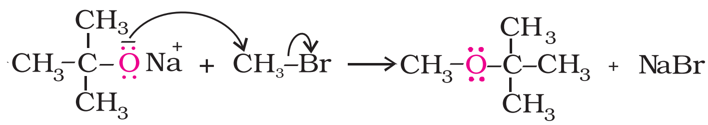
2. উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ

স্কটিশ পিতামাতার সন্তান আলেকজেন্ডার উইলিয়াম উইলিয়ামসন (1824–1904) লন্ডন শহরে জন্মগ্রহণ করেন। 1849 খ্রিস্টাব্দে তিনি লন্ডনের ইউনিভার্সিটি কলেজে রসায়ন শাস্ত্রের অধ্যাপক হিসেবে যোগদান করেন।

প্রতিসম এবং অপ্রতিসম উভয় ধরনের ইথারসমূহ প্রস্তুতির জন্যই এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ রসায়নাগার পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে একটি অ্যালকাইল হ্যালাইড এবং সোডিয়াম অ্যালকোক্সাইডের মধ্যে বিক্রিয়া সংঘটিত করা হয়।

$$R{-}X + R'{-}\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}^{-}\,\overset{+}{Na} \longrightarrow R{-}\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}{-}R' + Na\,X$$

প্রতিস্থাপিত অ্যালকাইলমূলকযুক্ত (সেকেন্ডারি বা টার্সিয়ারি) ইথারসমূহকে এই পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা যায়। বিক্রিয়াটিতে প্রাইমারি অ্যালকাইল হ্যালাইডের উপর S_N2 পথে একটি অ্যালকোক্সাইড আয়নের আক্রমণ সংঘটিত হয়।



প্রাইমারি অ্যালকোহলসমূহের ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটির ফলাফল অপেক্ষাকৃত সন্তোষজনক হয়। সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহের ক্ষেত্রে অপনয়ন বিক্রিয়াটি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার চেয়ে অধিক কার্যকরী হয়। কেবলমাত্র টারসিয়ারি অ্যালকাইলহ্যালাইড ব্যবহার করলে বিক্রিয়াজাত পদার্থ হিসেবে শুধুমাত্র অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। উদাহরণস্বরূপ, CH_3ONa এর সাথে $(CH_3)_3C{-}Br$ এর বিক্রিয়ায় শুধুমাত্র 2- মিথাইল প্রোপিন উৎপন্ন হয়।

$$CH_3{-}\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}{-}Br + \overset{+}{Na}\overset{-}{\ddot{O}}{-}CH_3 \longrightarrow CH_3{-}\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}{=}CH_2 + NaBr + CH_3OH$$

2- মিথাইল প্রোপিন

এর কারণ হল অ্যালকোক্সাইডগুলো যে শুধুমাত্র নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারক হিসেবেই কাজ করে তা নয়, এরা শক্তিশালী ক্ষারকও বটে। অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করে এরা অপনয়ন বিক্রিয়া সংঘটিত করে।

11.6 নমুনা প্রশ্ন

টার্ট বিউটাইল ইথাইল ইথার প্রস্তুত করার জন্য নীচের বিক্রিয়াটি যথাযথ নয়।

$$C_2H_5ONa + CH_3{-}\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}{-}Cl \longrightarrow CH_3{-}\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}{-}OC_2H_5$$

(i) বিক্রিয়াটির মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থটি কী হতে পারে?

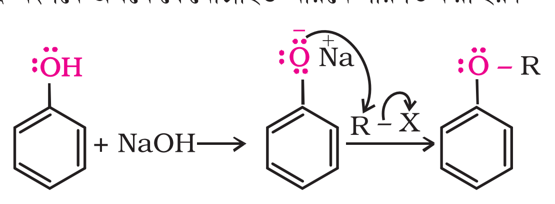
(ii) টার্ট বিউটাইল ইথাইল ইথার প্রস্তুত করার জন্য উপযুক্ত বিক্রিয়াটির সমীকরণ লেখো।

সমাধান

(i) প্রদত্ত বিক্রিয়াটির জন্য মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থটি হল 2-মিথাইল প্রোপ-1-ইন। এর কারণ হলো সোডিয়াম ইথোক্সাইড শক্তিশালী নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারকের পাশাপাশি শক্তিশালী ক্ষারক রূপেও কাজ করতে পারে। তাই এক্ষেত্রে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার পরিবর্তে অপনয়ন বিক্রিয়াটি বেশি প্রাধান্য পায়।

(ii) $$CH_3{-}\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}{-}\overset{-}{\ddot{O}}\overset{+}{Na} + CH_3CH_2Cl \longrightarrow CH_3{-}\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}{-}OC_2H_5$$

এই পদ্ধতিতে ফেনলসমূহও রূপান্তরিত হয়ে ইথারে পরিণত হয়। এক্ষেত্রে ফেনলের একটি ক্ষুদ্র অংশকে প্রথমে ফেনোক্সাইড আয়নে পরিণত করা হয়।



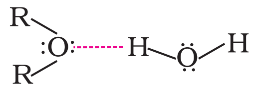
11.6.2 ভৌতধর্মাবলি

ইথারের C-O বন্ধনটি ধ্রুবীয় হওয়ায় ইথারসমূহের মধ্যে একটি কার্যকরী দ্বিমেরুভ্রামক বর্তমান থাকে। ইথারসমূহের ধ্রুবীয়তা দুর্বল প্রকৃতির হওয়ায় এটি এর স্ফুটনাঙ্ককে খুব একটা প্রভাবিত করে না যেমনটা সমআণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট অ্যালকেনসমূহের ক্ষেত্রে দেখা যায়, কিন্তু সমআণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট অ্যালকোহলসমূহ অপেক্ষা এদের স্ফুটনাঙ্ক অনেক কম হয়, যেগুলো নিম্নে দেখানো হয়েছে।

সংকেত	$CH_3(CH_2)_3CH_3$ n-পেন্টেন	C_2H_5-O-C_2H_5 ইথোক্সিইথেন	$CH_3(CH_2)_3$-OH বিউটান -1- অল
স্ফুটনাঙ্ক/K	309.1	307.6	390

অ্যালকোহলসমূহে হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির জন্যই ইথার এবং অ্যালকোহলসমূহের স্ফুটনাঙ্কের মধ্যে এই বিশাল পার্থক্য দেখা যায়।

সমআণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট অ্যালকোহলসমূহের মতোই ইথারসমূহও জলের সাথে মিশতে পারে। ইথোক্সিইথেন এবং বিউটান -1- অল প্রায় একই পরিমাণে জলের মধ্যে মিশতে পারে যেমন 100ml জলে যথাক্রমে 7.5 এবং 9g কিন্তু পেন্টেন স্বাভাবিক ভাবেই জলের সাথে মিশতে পারে না। এই পর্যবেক্ষণগুলোকে কি তোমরা ব্যাখ্যা করতে পারবে? অ্যালকোহলসমূহের মতো ইথারের অক্সিজেন পরমাণুটিও হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে – এটিই হল এর মূল কারণ, যা নিম্নে দেখানো হলো—



11.6.3 রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ

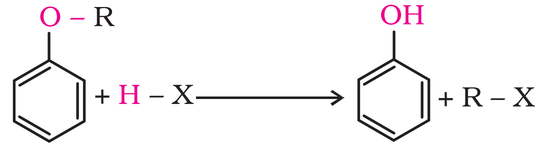
1. ইথারসমূহের C-O বন্ধন বিভাজন

কার্যকরীমূলকগুলোর মধ্যে ইথারের সক্রিয়তা সবচাইতে কম। অতিরিক্ত হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সাথে চরম শর্তে ইথারের বিক্রিয়া সংঘটিত করলে ইথারের C-O বন্ধনটি বিভাজিত হয়। ডাইঅ্যালকাইল ইথার থেকে দুই অণু অ্যালকাইল হ্যালাইড পাওয়া যায়।

$$R–O–R + HX \longrightarrow RX + R–OH$$

$$R–OH + HX \longrightarrow R–X + H_2O$$

অ্যালাকাইল অ্যারাইল ইথারসমূহের ক্ষেত্রে অ্যালকাইল অক্সিজেন বন্ধনটির থেকে অ্যারাইল অক্সিজেন বন্ধনটি অধিক স্থায়ী হওয়ায় অ্যালকাইল-অক্সিজেন বন্ধনটি বিভাজিত হয়। বিক্রিয়ার ফলে ফেনল এবং অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন হয়।



দুটো ভিন্ন ভিন্ন অ্যালকাইল মূলকযুক্ত ইথারসমূহও একইভাবে বিভাজিত হয়।

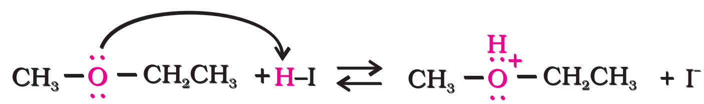
$$R–O–R' + HX \longrightarrow R–X + R'–OH$$

এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন হ্যালাইডগুলোর সক্রিয়তার ক্রমটি হল ঃ HI > HBr > HCl. ঘন HI বা HBr সহ ইথারসমূহকে উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এই ধরনের বিভাজন পরিলক্ষিত হয়।

ক্রিয়াকৌশল

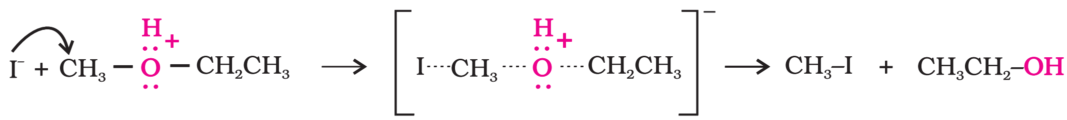
ইথার এবং ঘন HI -এর সংঘটিত বিক্রিয়াটি ইথারের অণুতে প্রোটন সংযুক্তিকরণের মাধ্যমে শুরু হয়।

ধাপ 1 ঃ



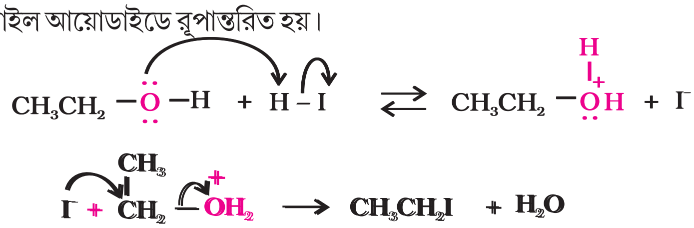
HBr বা HI যথেষ্ট পরিমাণে আম্লিক প্রকৃতির হওয়ায় এরা এই বিক্রিয়াটি সংঘটিত করতে পারে।

ধাপ 2 ঃ আয়োডাইড একটি উত্তম নিউক্লিয়াসসন্ধানী বিকারক। ধাপ- 1 দ্বারা সৃষ্ট অক্সোনিয়াম আয়নটির যে কার্বন পরমাণু কম সংখ্যায় প্রতিস্থাপিত হয়েছে এটি সেই কার্বন পরমাণুকে আক্রমণ করে এবং S_N2 ক্রিয়াকৌশল অনুসারে একটি অ্যালকোহল অণুকে অপসারিত করে। অর্থাৎ দুটো ভিন্ন ভিন্ন অ্যালকাইলমূলকযুক্ত মিশ্র ইথারের ক্ষেত্রে অ্যালকাইলমূলকগুলোর প্রকৃতি অনুসারে এই ধরনের বিভাজনের ফলে অ্যালকোহল এবং অ্যালকাইল আয়োডাইড উৎপন্ন হয়। প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যালকাইল মূলক একসাথে উপস্থিত থাকলে নিম্ন আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকাইল মূলকটি থেকে অ্যালকাইল আয়োডাইড তৈরি হয়। (S_N2 বিক্রিয়া)।

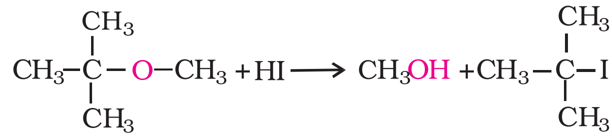


উচ্চ উষ্ণতায় অতিরিক্ত HI সহ বিক্রিয়াটি সংঘটিত করলে উৎপন্ন ইথানল HI এর অপর অণুর সাথে বিক্রিয়া করে এবং ইথাইল আয়োডাইডে রূপান্তরিত হয়।

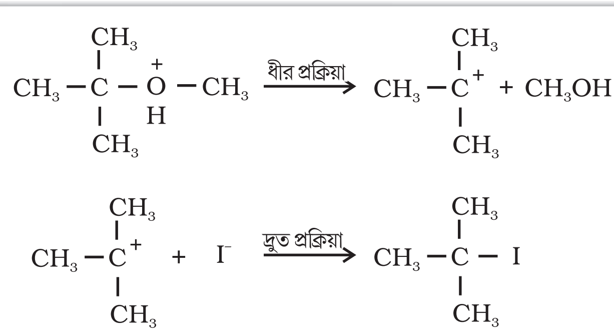
ধাপ 3



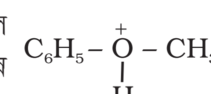
ইথারে উপস্থিত অ্যালকাইলমূলক দুটোর একটি যদি টারসিয়ারি মূলক হয়, তবে উৎপন্ন হ্যালাইডটি একটি টারসিয়ারি হ্যালাইড হয়।



এক্ষেত্রে বিক্রিয়াটির দ্বিতীয় ধাপে ($HO–CH_3$) নির্গমনশীল মূলকটির কারণে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়নটি $[(CH_3)_3C^+]$ অধিক স্থায়ী প্রকৃতির হওয়ায় বিক্রিয়াটি S_N1 ক্রিয়াকৌশল অনুসারে সংঘটিত হয়।



অ্যানিসোলের ক্ষেত্রে, প্রোটন সংযুক্তিকরণের ফলে মিথাইল ফিনাইল অক্সোনিয়াম আয়ন, উৎপন্ন হয়।



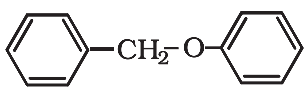
$O–C_6H_5$ বন্ধন থেকে $O–CH_3$ বন্ধনটি দুর্বল হয় কারণ ফিনাইল মূলকের কার্বন পরমাণুগুলো sp^2 সংকরায়িত কার্বন এবং কার্বন পরমাণুগুলোর মধ্যে উপস্থিত বন্ধনগুলো আংশিক দ্বিবন্ধন চরিত্র বিশিষ্ট হয়।

এজন্যই $O-CH_3$ বন্ধনটিকে I^- আক্রমণ করে এবং CH_3I উৎপন্ন হয়। ফেনলসমূহ পরবর্তী পর্যায়ের বিক্রিয়াটিকে সংঘটিত করে হ্যালাইড যৌগ উৎপন্ন করতে পারে না কারণ ফেনলের sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুটি হ্যালাইড যৌগে রূপান্তরিত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় নিউক্লিয়াস সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করতে পারে না।

নমুনা প্রশ্ন 11.7

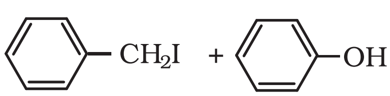
নিম্নলিখিত ইথারসমূহের প্রত্যেকটিকে HI সহযোগে উত্তপ্ত করলে কী কী মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন হবে?

(i) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-O-CH_2-CH_3$ (ii) $CH_3-CH_2-CH_2-O-C(CH_3)_2-CH_2CH_3$

(iii) 

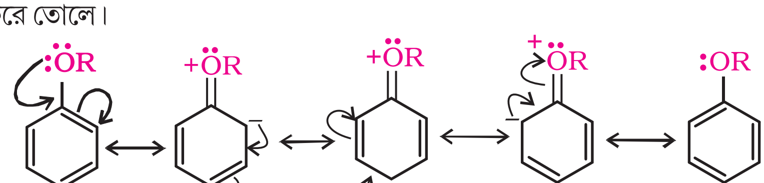
সমাধান

(i) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2OH + CH_3CH_2I$ (ii) $CH_3CH_2CH_2OH + CH_3CH_2-C(CH_3)_2-I$

(iii) 

2. ***ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঃ***

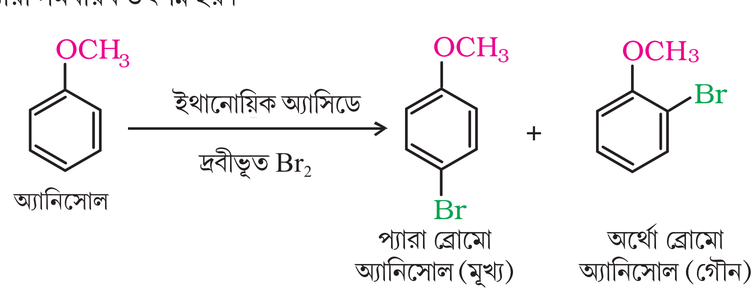
অ্যালকোক্সি (-OR) মূলকগুলো অর্থো-প্যারা নির্দেশক মূলক হওয়ায়, ফেনলের মতোই বেঞ্জিন বলয়ের অর্থো-প্যারা অবস্থানগুলোকে ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য সক্রিয় করে তোলে।



I II III IV V

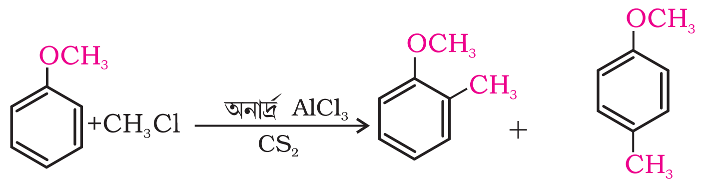
(i) *হ্যালোজেন সংযুক্তিকরণ (হ্যালোজেনেশন) ঃ*

ফিনাইল অ্যালকাইল ইথারসমূহে স্বাভাবিকভাবেই বেঞ্জিন বলয়ের মধ্যে হ্যালোজেন সংযুক্তিকরণ ঘটে। যেমন অ্যানিসোল ইথানোয়িক অ্যাসিডে দ্রবীভূত ব্রোমিনের সাথে আয়রনের (III) ব্রোমাইড অনুঘটকের অনুপস্থিতিতেও বিক্রিয়া করে ব্রোমিন সংযুক্তিকরণ ঘটাতে পারে। মিথোক্সিমূলক দ্বারা বেঞ্জিন বলয়টি সক্রিয় হয় বলেই এমনটা সম্ভব হয়। এক্ষেত্রে 90 শতাংশ প্যারা সমবায়ব উৎপন্ন হয়।

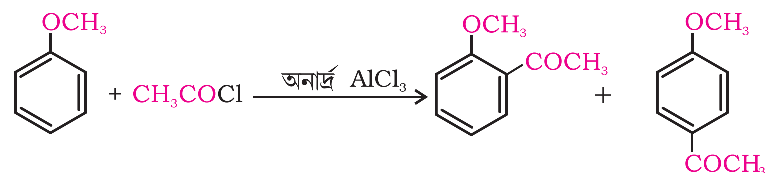


(ii) ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া ঃ

অ্যানিসোল ফ্রিডেল-ক্র্যাফট বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে অর্থাৎ অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (লুইস অ্যাসিড) অনুঘটকের উপস্থিতিতে অ্যালকাইল হ্যালাইড এবং অ্যাসাইল হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়ায় এর অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে অ্যালকাইল এবং অ্যাসাইল মূলক প্রবেশ করে।



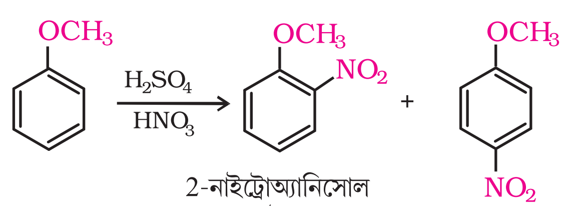
2-মিথোক্সিটলুইন (গৌণ)　　4-মিথোক্সিটলুইন (মুখ্য)



ইথানোয়িল ক্লোরাইড　　2-মিথোক্সি অ্যাসিটোফেনোন (গৌণ)　　4-মিথোক্সি অ্যাসিটোফেনোন (মুখ্য)

(iii) নাইট্রেশন ঃ

অ্যানিসোল ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের মিশ্রণের সাথে বিক্রিয়া করে অর্থো এবং প্যারা নাইট্রো অ্যানিসোলের একটি মিশ্রণ উৎপন্ন করে।

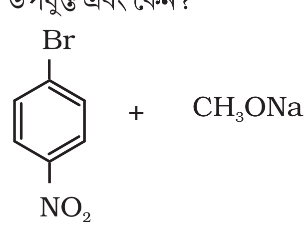


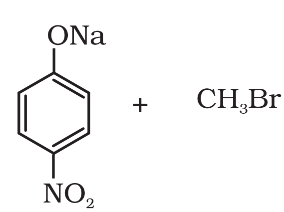
2-নাইট্রোঅ্যানিসোল (গৌণ)　　4-নাইট্রোঅ্যানিসোল (মুখ্য)

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

11.10 প্রারম্ভিক যৌগ হিসেবে ইথানল এবং 3-মিথাইল পেন্টান -2- অল থেকে শুরু করে 2- ইথোক্সি-3-মিথাইল পেন্টেন এর উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ বিক্রিয়াটিতে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণগুলো লেখো।

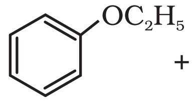
11.11 নিম্নলিখিত বিক্রিয়ক পদার্থের সেটগুলোর মধ্যে কোন্ সেটটি 1-মিথোক্সি-4-নাইট্রোবেঞ্জিন প্রস্তুত করার জন্য উপযুক্ত এবং কেন?

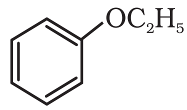




11.12 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোর বিক্রিয়াজাত পদার্থ কী কী হতে পারে —

(i) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - O - CH_3 + HBr \rightarrow$

(ii)  + HBr $\longrightarrow$

(iii)  $\xrightarrow[\text{Conc. } HNO_3]{\text{Conc. } H_2SO_4}$

(iv) $(CH_3)_3 C - OC_2H_5 \xrightarrow{HI}$

সারাংশ

অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহকে শ্রেণিবিভক্ত করা হয়েছে (i) উপস্থিত হাইড্রোক্সিল মূলকের সংখ্যা অনুসারে এবং (ii) –OH মূলকটি যে কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে সেটির সংকরায়নের সাপেক্ষ অর্থাৎ কার্বন পরমাণুটি sp^3 এবং sp^2 তার সাপেক্ষে। অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত মূলকগুলোর উপর ভিত্তি করে ইথারসমূহকে শ্রেণি বিভিক্ত করা হয়েছে।

অ্যালকোহল তৈরি করার পদ্ধতিগুলো হল (i) অ্যালকিনসমূহে জলযোজন দ্বারা। এটি দুভাবে সম্ভব (i) অ্যাসিডের উপস্থিতিতে এবং (ii) হাইড্রোবোরেশন-জারণ পদ্ধতি দ্বারা। (2) কার্বনিল যৌগ থেকে (i) অনুঘটক দ্বারা বিজারিত করে এবং (ii) গ্রিগনার্ড বিকারকের ক্রিয়ার দ্বারা। ফেনলসসমূহ প্রস্তুত করা যায় (1) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা যেমন (i) হ্যালোঅ্যারিনসমূহের হ্যালোজেন পরমাণুকে এবং (ii) অ্যারাইল সালফোনিক অ্যাসিড সমূহের সালফোনিক অ্যাসিড মূলককে –OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন করে (2) ডায়াজোনিয়াম লবণের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা এবং (3) বাণিজ্যিকভাবে কিউমিন থেকে।

সমআণবিক গরুত্ব বিশিষ্ট অন্যান্য শ্রেণি যেমন হাইড্রোকার্বন, ইথার এবং হ্যালোঅ্যালকেনসমূহ থেকে অ্যালকোহলসমূহের স্ফুটনাঙ্ক বেশি হয়। অ্যালকোহল, ইথার এবং ফেনলসমূহ জলের সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে বলেই এরা জলে দ্রবীভূত হতে পারে।

অ্যালকোহল এবং ফেনলসমূহ আম্লিক প্রকৃতির। ফেনলের মধ্যে ইলেকট্রন অপসারকমূলক উপস্থিত থাকে ফলে এর আম্লিক চরিত্র বৃদ্ধি পায় এবং ইলেকট্রন সরবরাহকারী মূলকের উপস্থিতি আম্লিক চরিত্রের মাত্রা হ্রাস করে।

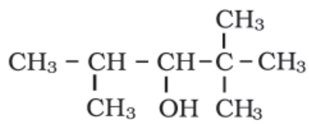
অ্যালকোহলসমূহ হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে। অ্যালকোহলসমূহের নিরুদনের ফলে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। প্রাইমারি অ্যালকোহল মৃদু জারক দ্রব্য দ্বারা জারিত হয়ে অ্যালডিহাইড এবং তীব্র জারকদ্রব্য দ্বারা জারিত হয়ে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে পরিণত হয় কিন্তু সেকেন্ডারি অ্যালকোহলের জারণের ফলে কিটোন উৎপন্ন হয়। টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহ জারণ বিক্রিয়ায় সাড়া দেয় না।

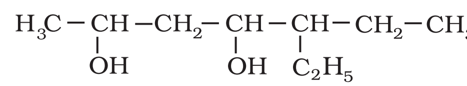
ফেনলের মধ্যে –OH মূলকের উপস্থিতির জন্য বেঞ্জিন বলয়টি ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করতে উদ্দীপ্ত হয় এবং সংস্পন্দন প্রভাবের কারণে আগত মূলকটি অর্থো এবং প্যারা অবস্থানেই যুক্ত হতে পারে। ফেনল রাইমার-টিম্যান বিক্রিয়ার দ্বারা স্যালিস্যালডিহাইড উৎপন্ন করে। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের উপস্থিতিতে ফেনল থেকে উৎপন্ন ফেনোক্সাইড আয়নটির সক্রিয়তা ফেনল থেকেও বেশি হয়। এজন্যই ক্ষারীয় মাধ্যমে ফেনল কোলবে বিক্রিয়া সংঘটিত করে।

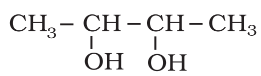
ইথারসমূহকে (i) অ্যালকোহলের নিরুদন এবং (ii) উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ দ্বারা তৈরি করা যায়। ইথারসমূহের স্ফুটনাংক সমআণবিক গুরুত্ব সম্পন্ন অ্যালকেনের অনুরূপ হয় কিন্তু দ্রাব্যতা সমআণবিক গুরুত্ব সম্পন্ন অ্যালকোহল সমূহের অনুরূপ হয়। ইথারের C-0 বন্ধনটিকে হাইড্রোজেন হ্যালাইড দ্বারা বিভাজিত করা যায়। অ্যালকোক্সি মূলকটি ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য বেঞ্জিন বলয়টিকে উদ্দীপিত করে এবং অর্থো ও প্যারা অবস্থানে আগত মূলকটিকে প্রবেশ করতে দেয়।

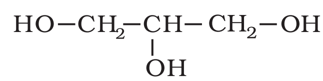
অনুশীলনী

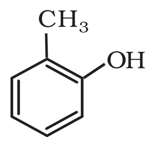
11.1 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লেখো :

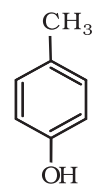
(i) 

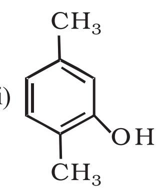
(ii) 

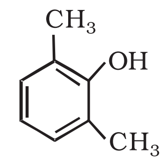
(iii) 

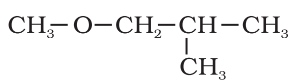
(iv) 

(v) 

(vi) 

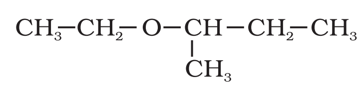
(vii) 

(viii) 

(ix) 

(x) $C_6H_5–O–C_2H_5$

(xi) $C_6H_5–O–C_7H_{15}(n–)$

(xii) 

11.2 নিম্নে কিছু সংখ্যক যৌগের ইউপ্যাক (IUPAC) নাম দেওয়া হল। এদের গঠন সংকেত লেখোঃ

(i) 2 - মিথাইল বিউটান -2- অল
(ii) 1- ফিনাইল প্রোপান -2- অল
(iii) 3, 5 ডাইমিথাইল হেক্সেন-1, 3, 5 ট্রাইঅল
(iv) 2, 3-ডাই ইথাইলফেনল
(v) 1- ইথোক্সিপ্রোপেন
(vi) 2-ইথোক্সি -3- মিথাইল পেন্টেন
(vii) সাইক্লোহেক্সাইল মিথানল
(viii) 3- সাইক্লোহেক্সাইল পেন্টান -3- অল
(ix) সাইক্লোপেন্ট -3-ইন- 1-অল
(x) 4- ক্লোরো-3- ইথাইলবিউটান -1-অল

11.3 (i) $C_5H_{12}O$ আণবিক সংকেত বিশিষ্ট অ্যালকোহলসমূহের প্রত্যেকটি সমবায়বের গঠন সংকেত এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লেখো।

(ii) প্রশ্ন 11.3 তে উল্লেখিত সমাবয়বী অ্যালকোহলসমূহকে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যালকোহলে শ্রেণিবিভক্ত করো।

11.4 বিউটেন নামক হাইড্রোকার্বন থেকে প্রোপানল-এর স্ফুটনাঙ্ক বেশি হয় কেন? — ব্যাখ্যা করো।

11.5 সমআণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট হাইড্রোকার্বনের তুলনায় অ্যালকোহলসমূহের জলে দ্রাব্যতা বেশি হয়। ঘটনাটির ব্যাখ্যা দাও।

11.6 হাইড্রোবোরেশন -অক্সিডেশন বিক্রিয়া বলতে কী বোঝায়? একটি উদাহরণসহ বিস্তারিত ব্যাখ্যা করো।

11.7 C_7H_8O আণবিক সংকেতযুক্ত মনোহাইড্রিক ফেনলসমূহের গঠন সংকেত এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লেখো।

11.8 অর্থো এবং প্যারা নাইট্রোফেনল মিশ্রণের বাষ্প-পাতন করার সময় কোন্ সমাবয়বটির বাষ্প-উদ্বায়ী হবে? কারণ দর্শাও।

11.9 কিউমিন থেকে ফেনল তৈরি করার সময় সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণ লেখো।

11.10 ক্লোরোবেঞ্জিন থেকে ফেনল তৈরি করার সময় সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটির সমীকরণ লেখো।

11.11 ইথিনে জলযোজন দ্বারা ইথানল তৈরি করার ক্রিয়াকৌশল (মেকানিজম) বর্ণনা করো।

11.12 তোমাকে বেঞ্জিন, ঘন H_2SO_4 এবং NaOH দেওয়া হল। প্রদত্ত বিকারকগুলো ব্যবহার করে ফেনল তৈরি করার সময় সংঘটিত বিক্রিয়াগুলোর সমীকরণসমূহ লেখো।

11.13 কীভাবে সংশ্লেষণ করবে ঃ

(i) সুবিধাজনক একটি অ্যালকিন থেকে 1-ফিনাইল ইথানল।

(ii) S_N2 বিক্রিয়ার দ্বারা কোন্ অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে সাইক্লোহেক্সাইল মিথানল।

(iii) সুবিধাজনক একটি অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে পেন্টান-1-অল ?

11.14 ফেনলের আম্লিক চরিত্র প্রকাশ করে এমন দুটো বিক্রিয়া লেখো। ফেনল এবং ইথানলের অম্লত্বের তুলনা করো।

11.15 অর্থো মিথোক্সি ফেনল থেকে অর্থোনাইট্রোফেনল অধিক আম্লিক কেন ? ব্যাখ্যা করো।

11.16 বেঞ্জিন বলয়ের কার্বনের সাথে যুক্ত –OH মূলকটি ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করতে বলয়টিকে কীভাবে উদ্দীপ্ত করে ? ব্যাখ্যা করো।

11.17 প্রদত্ত বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণ লেখো ঃ

(i) ক্ষারীয় $KMnO_4$ সহযোগে প্রোপান-1-অল-এর জারণ বিক্রিয়া।

(ii) CS_2 দ্রাবকে দ্রবীভূত ব্রোমিনের সাথে ফেনলের বিক্রিয়া।

(iii) ফেনলের সাথে লঘু HNO_3 -এর বিক্রিয়া

(iv) NaOH -এর জলীয় দ্রবণের উপস্থিতিতে ক্লোরোফর্মের সাথে ফেনলের বিক্রিয়া।

11.18 একটি করে উদাহরণসহ বর্ণনা করো —

(i) কোলবের বিক্রিয়া।

(ii) রাইমার-টিম্যান বিক্রিয়া।

(iii) উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ।

(iv) অপ্রতিসম ইথার।

11.19 আম্লিক নিরুদনের মাধ্যমে ইথানল থেকে ইথিন প্রস্তুত করার সময় সংঘটিত বিক্রিয়াটির ক্রিয়াকৌশল লেখো।

11.20 নিম্নলিখিত রূপান্তরগুলো কীভাবে সংঘটিত করবে ?

(i) প্রোপিন $\rightarrow$ প্রোপান -2-অল

(ii) বেঞ্জাইল ক্লোরাইড $\rightarrow$ বেঞ্জাইল অ্যালকোহল

(iii) ইথাইল ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড $\rightarrow$ প্রোপান-1-অল

(iv) মিথাইল ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড $\rightarrow$ 2-মিথাইল প্রোপান-2-অল

11.21 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহে ব্যবহৃত বিকারকগুলোর নাম লেখো ঃ

(i) প্রাইমারি অ্যালকোহলের কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে জারণ।

(ii) প্রাইমারি অ্যালকোহলের অ্যালডিহাইডে জারণ।

(iii) ব্রোমিনেশন দ্বারা ফেনলের 2,4,6 ট্রাই ব্রোমো ফেনলে রূপান্তর।

(iv) বেঞ্জাইল অ্যালকোহলের বেঞ্জোয়িক অ্যাসিডে রূপান্তর।

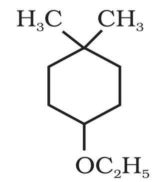
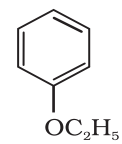
(v) নিরুদনের ফলে প্রোপান -2 - অলের প্রোপিনে রূপান্তর।

(vi) বিউটান -2- ওনের বিউটান -2- অল-এ রূপান্তর।

11.22 মিথোক্সিমিথেনের তুলনায় ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক বেশি হওয়ার স্বপক্ষে কারণ দর্শাও।

11.23 নিম্নলিখিত ইথারসমূহের ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লেখো :

(i) $C_2H_5OCH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$ (ii) $CH_3OCH_2CH_2Cl$ (iii) $O_2N-C_6H_4-OCH_3(p)$

(iv) $CH_3CH_2CH_2OCH_3$ (v)  (vi) 

11.24 উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত ইথারসমূহের প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত বিকারকসমূহের নাম এবং রাসায়নিক সমীকরণসমূহ লেখো ঃ

(i) 1-প্রোপাক্সিপ্রোপেন (ii) ইথোক্সিবেঞ্জিন

(iii) 2-মিথোক্সি -2-মিথাইলপ্রোপেন (iv) 1-মিথোক্সিইথেন

11.25 কোনো নির্দিষ্ট শ্রেণির ইথারসমূহ প্রস্তুত করার ক্ষেত্রে উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ পদ্ধতির সমীবদ্ধতাগুলো উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা করো।

11.26 প্রোপান -1- অল থেকে কীভাবে 1 - প্রোপোক্সিপ্রোপেন সংশ্লেষণ করা হয়? বিক্রিয়াটির ক্রিয়াকৌশলটি লেখো।

11.27 অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে সেকেন্ডারি বা টারসিয়ারি অ্যালকোহলসমূহের নিরুদন দ্বারা ইথার প্রস্তুত করা একটি সুবিধাজনক পদ্ধতি নয়। কারণ দর্শাও।

11.28 হাইড্রোজেন আয়োডাইডের সাথে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণ লেখো ঃ

(i) 1- প্রোপোক্সিপ্রোপেন (ii) মিথোক্সিবেঞ্জিন (iii) বেঞ্জাইল ইথাইল ইথার

11.29 অ্যারাইল অ্যালকাইল ইথারসমূহের ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বর্ণনা করো ঃ

(i) অ্যালকোক্সিমূলকটি বেঞ্জিন বলয়কে ইলেকট্রন সন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য উদ্দীপ্ত করে এবং (ii) এটি আগত প্রতিস্থাপকটিকে বেঞ্জিন বলয়ের অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে প্রবেশ করতে দেয়।

11.30 HI এবং মিথোক্সিমিথেনের মধ্যে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশলটি লেখো।

11.31 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণ লেখো ঃ

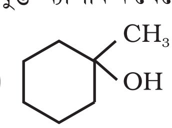
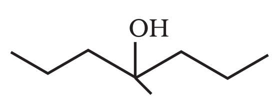
(i) ফ্রিডেল-ক্র্যাফট বিক্রিয়া — অ্যানিসোলের অ্যালকাইলেশন

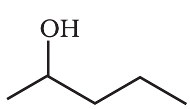
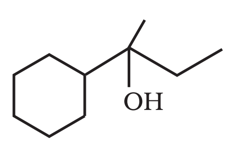
(ii) অ্যানিসোলের নাইট্রেশন।

(iii) ইথানোয়িক অ্যাসিড দ্রবণে অ্যানিসোলের মধ্যে ব্রোমিন সংযুক্তিকরণ।

(iv) অ্যানিসোলের ফ্রিডেলক্র্যাফট অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়া।

11.32 উপযুক্ত অ্যালকিন থেকে নিম্নলিখিত অ্যালকোহলসমূহকে কীভাবে সংশ্লেষণ করবে?

(i)  (ii) 

(iii)  (iv) 

11.33 3- মিথাইল বিউটান -2- অল-এর সাথে HBr নিম্নলিখিত বিক্রিয়াটি সংঘটিত করে —

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow{HBr} CH_3-\overset{\displaystyle Br}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3$$

বিক্রিয়াটির সম্ভাব্য একটি ক্রিয়াকৌশল লেখো।

(সংকেত ঃ ধাপ -2- তে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়নটি, 3নং কার্বন পরমাণু থেকে একটি হাইড্রাইড আয়নের সরণের ফলে পুনর্বিন্যস্ত হয়ে অধিক স্থায়ী প্রকৃতির একটি টারসিয়ারি কার্বোক্যাটায়ন তৈরি করে)।

অনুশীলনীর অন্তর্ভুক্ত বিশেষ কয়েকটি প্রশ্নের উত্তরমালা

11.1	প্রাইমারি অ্যালকোহল	(i), (ii), (iii)
	সেকেন্ডারি অ্যালকোহল	(iv) এবং (v)
	টারসিয়ারি অ্যালকোহল	(vi)
11.2	অ্যালাইলিক অ্যালকোহলসমূহ	(ii) এবং (vi)

11.3 (i) 4 - ক্লোরো -3- ইথাইল -2-(1- মিথাইল ইথাইল) - বিউটান-1- অল

(ii) 2, 5- ডাইমিথাইলহেক্সেন -1, 3- ডাইঅল

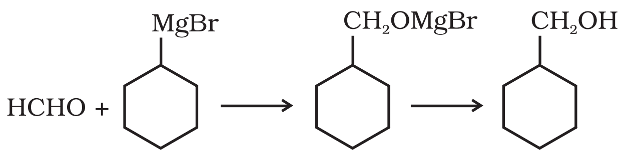
(iii) 3- ব্রোমো সাইক্লোহেক্সানল

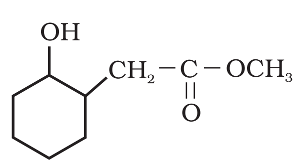
(iv) হেক্স -1-ইন -3-অল

(v) 2-ব্রোমো -3- মিথাইলবিউট -2-ইন-1-অল

11.4 (i) $$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-MgBr + HCHO \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\overset{\displaystyle OMgBr}{\overset{|}{CH_2}} \xrightarrow{H_2O}$$

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2OH + Mg(OH)Br$$

(ii) 

11.5 (i) $CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$ (ii) 

(iii) $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2OH$

11.7 (i) 1 - মিথাইল সাইক্লোহেক্সিন

(iI) বিউট - 1- ইন এবং বিউট - 2- ইনের মিশ্রণ। বিউট - 2-ইন হলো মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ কেন না পুনর্বিন্যাসের ফলে সেকেন্ডারি কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন হয়।

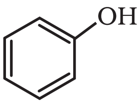
11.10 $$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow{Na} CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-ONa$$

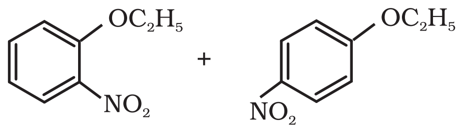
$$C_2H_5OH \xrightarrow{HBr} C_2H_5Br$$

$$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-ONa + C_2H_5Br \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-OC_2H_5$$

2- ইথোক্সি -3-মিথাইলপেন্টেন

11.11 (ii)

11.12 (i) $CH_3\ CH_2\ CH_2\ OH + CH_3\ Br$ (ii)  + C_2H_5Br

(iii) 

(iv) $(CH_3)_3\ C - I + C_2\ H_5\ OH$

অধ্যায়

12

অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ

উদ্দেশ্য

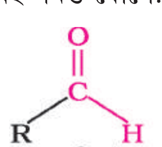
এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা জানতে সক্ষম হবে—

- অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড সমূহের প্রচলিত নাম এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লিখতে।
- কার্বনিল এবং কার্বোক্সিল মূলক সম্বন্ধিত যৌগসমূহের গঠন সংকেত লিখতে।
- এই সমস্ত শ্রেণির যৌগসমূহের গুরুত্বপূর্ণ প্রস্তুতিকরণ পদ্ধতিসমূহ এবং রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহকে ব্যাখ্যা করতে।
- অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড সমূহের ভৌতধর্মাবলি এবং রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহকে তাদের গঠনের সাথে সম্পর্কযুক্ত করতে।
- অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের নির্বাচিত কিছু সংখ্যক বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল বর্ণনা করতে।
- কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড এর অম্লত্ব এবং তাদের রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহের উপর প্রভাব সৃষ্টিকারী বিভিন্ন শর্তাবলি সম্বন্ধে জানতে।
- অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড সমূহের ব্যবহার সম্পর্কে ব্যাখ্যা দান করতে।

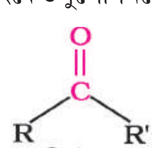
জৈব রসায়নে কার্বনিল যৌগসমূহের গুরুত্ব সর্বাধিক। এরা বস্ত্র, মশলা, প্লাস্টিক এবং ঔষধসমূহের গঠনগত উপাদান।

পূর্ববর্তী অধ্যায়টিতে তোমরা এমনসব জৈবযৌগ সম্বন্ধে অধ্যয়ন করেছ যাদের কার্যকরী মূলকটিতে কার্বন-অক্সিজেন এক বন্ধন বর্তমান ছিল। এই অধ্যায়টিতে আমরা এমন সব জৈবযৌগ সম্বন্ধে অধ্যয়ন করব যাদের কার্যকরী মূলকটিতে কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধন (>C=O) বর্তমান, যাদের কার্বনিল মূলক বলা হয়। জৈবরসায়নের কার্যকরী মূলকসমূহের মধ্যে এটি একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কার্যকরী মূলক।

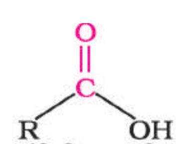
অ্যালডিহাইডসমূহে উপস্থিত কার্বনিল মূলকটি একটি কার্বন পরমাণু এবং একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে কিন্তু কিটোনসমূহে এটি দুটো কার্বন পরমাণুর সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। কার্বনিল যৌগসমূহ যেগুলোর মধ্যে কার্বনিল মূলকটি কার্বন বা হাইড্রোজেন এবং হাইড্রোক্সিল (-OH) মূলকের অক্সিজেনের সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে, তারা কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড নামে পরিচিত। কিন্তু কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুটি যে সকল যৌগে কার্বন বা হাইড্রোজেন এবং $-NH_2$ মূলকের নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে অথবা হ্যালোজেন পরমাণুর সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে তাদের যথাক্রমে অ্যামাইড এবং অ্যাসাইল হ্যালাইড যৌগ বলা হয়। এস্টার এবং অ্যানহাইড্রাইডসমূহ হল কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড জাতক যৌগ। এই সমস্ত যৌগের সাধারণ সংকেতগুলো নিম্নে দেয়া হল:



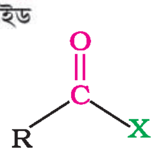
অ্যালডিহাইড



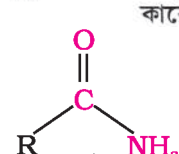
কিটোন



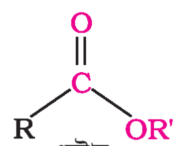
কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড



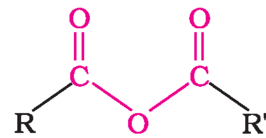
অ্যাসাইল হ্যালাইড X = (হ্যালোজেন)



অ্যামাইড

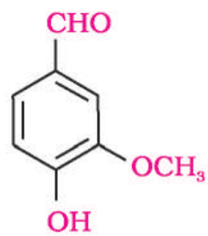


এস্টার

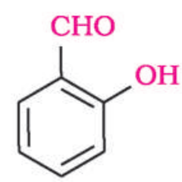


অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড

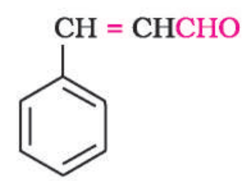
অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড শ্রেণির যৌগসমূহ উদ্ভিদ এবং প্রাণী জগতে ব্যাপকভাবে ছড়িয়ে আছে। জীবদেহের জৈবরাসায়নিক প্রক্রিয়াগুলোর উপর এদের গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব রয়েছে। এরা প্রকৃতিকে সুগন্ধিত এবং সুরভিত করে, উদাহরণস্বরূপ ভ্যানিলিন (ভ্যানিলা নামক শিম থেকে), স্যালস্যালডিহাইড (গোলাপ প্রজাতির মিডো স্যুইট গাছের ফুল থেকে) এবং সিন্যাম্যালডিহাইড (দারুচিনি থেকে) যৌগসমূহের মনোরম সুগন্ধ রয়েছে।



ভ্যানিলিন



স্যালিস্যালডিহাইড



সিন্যাম্যালডিহাইড

বহুসংখ্যক খাদ্যদ্রব্যে এবং ঔষধে সুগন্ধ প্রদানের জন্য এদের ব্যবহার করা হয়। দ্রাবক হিসেবে (যেমন অ্যাসিটোন) ব্যবহার করার জন্য এবং আঠা, রঙ, রজন, সুগন্ধি, প্লাস্টিক, বস্ত্র ইত্যাদির মতো দ্রব্যাদি প্রস্তুত করার জন্য এই সমস্ত শ্রেণির কয়েকটি পরিবারকে উৎপাদন করা হয়।

12.1 কার্বনিল মূলকের নামকরণ এবং গঠন (Nomenclature and Structure of Carbonyl Group)

12.1.1 নামকরণ (Nomenclature)

I. অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ (Aldehydes and ketones)

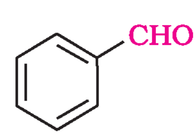
অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ হল সরলতম এবং সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ কার্বনিল যৌগ। অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের নামকরণের দুটো ভিন্ন পদ্ধতি রয়েছে।

(a) প্রচলিত নাম (Common names)

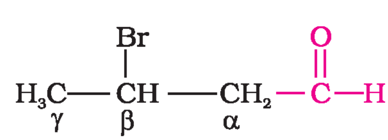
প্রায়শই অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের ইউপ্যাক (IUPAC) নাম না বলে প্রচলিত নাম বলা হয়। সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের (অনুচ্ছেদ 12.6.1) প্রচলিত নামের শেষের ‘ইক’-এর পরিবর্তে ‘অ্যালডিহাইড’ লিখে প্রচলিত পদ্ধতিতে অ্যালডিহাইডসমূহের নামকরণ করা হয়। অ্যাসিড বা অ্যালডিহাইডগুলোর প্রকৃত উৎসের ল্যাটিন বা গ্রিক প্রতিশব্দটি এই নামের মধ্যে প্রতিফলিত থাকে। কার্বন শৃঙ্খলে প্রতিস্থাপিত মূলক/মূলকসমূহের অবস্থানকে নির্দেশ করার জন্য α, β, γ, δ, ইত্যাদি গ্রিক অক্ষর ব্যবহার করা হয়। α কার্বন পরমাণুটি অ্যালডিহাইড মূলকের সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে। পরবর্তী কার্বন পরমাণুটি হল β কার্বন পরমাণু এবং এভাবে এগিয়ে যায়। উদাহরণস্বরূপ

CH_3CHO

অ্যাসিট্যালডিহাইড

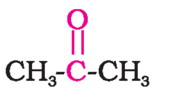


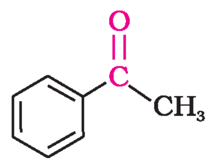
বেঞ্জালডিহাইড

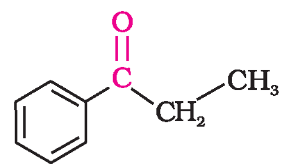


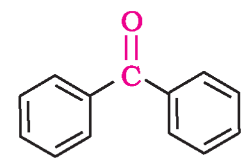
β –ব্রোমোবিউটার‍্যালডিহাইড

কার্বনিল মূলকের সঙ্গে যে দুটো অ্যালকিল বা অ্যারাইল মূলক যুক্ত থাকে তাদের নাম উল্লেখ করে কিটোনসমূহের প্রচলিত নামগুলো দেওয়া হয়েছে। কার্বন শৃঙ্খলে উপস্থিত প্রতিস্থাপক মূলকগুলোর অবস্থান সূচিত করার জন্য α α', β β' ইত্যাদি গ্রিক অক্ষর ব্যবহার করা হয় এবং কার্বনিল মূলকের সাথে যুক্ত কার্বন পরমাণু থেকে এই নম্বরিং শুরু হয় এবং এই কার্বন পরমাণুটিকে $\alpha\alpha'$ দ্বারা সূচিত করা হয়। কিটোনসমূহের প্রচলিত নামগুলোর মধ্যে কয়েকটি অবশ্য যুগ যুগ ধরে চলে আসছে, যেমন সরলতম ডাই-মিথাইল কিটোনটি অ্যাসিটোন নামে পরিচিত। সাধারণত ফেনোন শব্দের পূর্বে অ্যাসাইল মূলকের নাম যোগ করে অ্যালকাইল ফিনাইল কিটোন সমূহের নামকরণ করা হয়। উদাহরণস্বরূপ-


অ্যাসিটোন

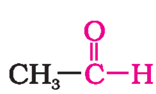

অ্যাসিটোফেনোন

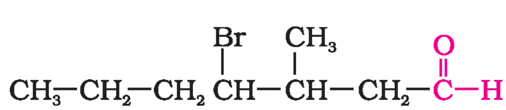

প্রোপিওফেনোন

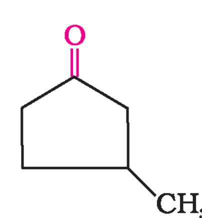

বেঞ্জোফেনোন

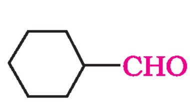
(b) ইউপ্যাক (IUPAC) নামকরণ

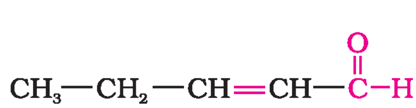
সংশ্লিষ্ট অ্যালকেনের ইংরেজি নামের শেষের 'e' -এর পরিবর্তে 'al' এবং 'one' ব্যবহার করে ইউপ্যাক পদ্ধতিতে মুক্ত শৃঙ্খল অ্যালিফ্যাটিক অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহের নামকরণ করা হয়। অ্যালডিহাইডসমূহের ক্ষেত্রে দীর্ঘশৃঙ্খলে উপস্থিত অ্যালডিহাইড মূলকের কার্বন পরমাণু থেকে নম্বরিং শুরু হয়। কিন্তু কিটোনসমূহের ক্ষেত্রে কার্বনিল মূলকের নিকটতম প্রান্ত থেকে নম্বরিং শুরু করতে হয়। প্রতিস্থাপক মূলকগুলোকে ইংরেজি বর্ণমালাতে তাদের ইংরেজি নামের আদ্যক্ষরের ক্রমঅনুযায়ী মূল নামের পূর্বে লেখা হয় এবং কার্বন শৃঙ্খলের যে কার্বন পরমাণুর সাথে মূলকটি যুক্ত থাকে সেটির নম্বর উল্লেখ করতে হয়। বলয়াকার কিটোন সমূহের ক্ষেত্রেও একই নিয়ম অনুসরণ করা হয় কিন্তু এক্ষেত্রে কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণু থেকে নম্বরিং শুরু করতে হয়। অ্যালডিহাইড মূলকটি যদি বলয়ের সাথে যুক্ত থাকে তবে বলয়াকার অ্যালকেনের নামের পরে কার্বালডিহাইড প্রত্যয় যোগ করতে হয়। বলয়ের যে কার্বন পরমাণুটির সাথে অ্যালডিহাইড মূলকটি যুক্ত থাকে সেই কার্বন পরমাণু থেকে নম্বরিং শুরু করতে হয়। বেঞ্জিন বলয় এবং একটি অ্যালডিহাইড মূলক সমন্বিত সরলতম অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডটি হল বেঞ্জিন কার্বালডিহাইড। যদিও বেঞ্জালডিহাইড নামক এর প্রচলিত নামটিকেও ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতিতে স্বীকৃতি প্রদান করা হয়েছে। এ কারণেই অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড সমূহকে প্রতিস্থাপিত বেঞ্জালডিহাইড হিসেবেই নামকরণ করা হয়।

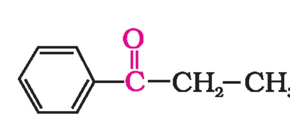

ইথান্যাল

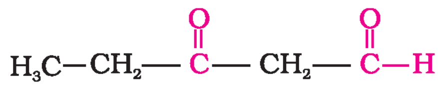

4- ব্রোমো -3- মিথাইল হেপ্টান্যাল


3-মিথাইল সাইক্লোপেন্টানোন

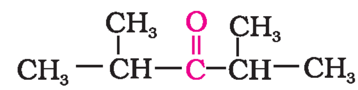

সাইক্লোহেক্সেন কার্বালডিহাইড


পেন্ট -2-ইন্যাল

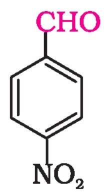

1- ফিনাইল প্রোপান -1- ওন



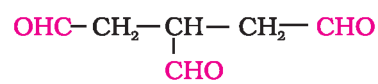
3- অক্সোপেন্টান্যাল



2,4- ডাইমিথাইল পেন্টান -3-ওন



4-নাইট্রোবেঞ্জিন কার্বালডিহাইড
বা
4-নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইড

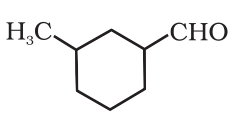
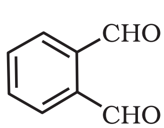
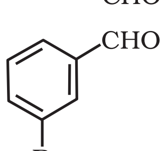
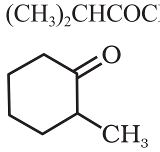


প্রোপেন-1,2,3- ট্রাই কার্বালডিহাইড

[টীকা : অ্যালডিহাইডিক মূলকগুলো সমমর্যাদা দেবার জন্যই উপরে প্রদর্শিত নিয়ম অনুযায়ী যৌগগুলোর নামকরণ করা হয়েছে।]

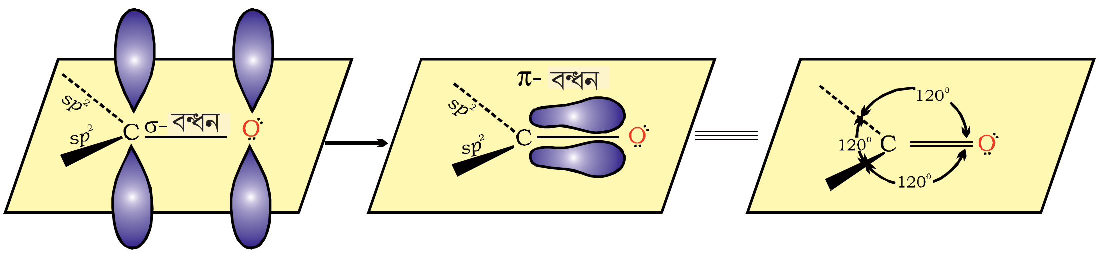
কয়েকটি অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের প্রচলিত এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম সারণি 12.1-এর দেয়া হলো।

সারণি 12.1: কয়েকটি অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের প্রচলিত এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নামের কয়েকটি—

গঠন	প্রচলিত নাম	ইউপ্যাক (IUPAC) নাম
অ্যালডিহাইডসমূহ		
HCHO	ফরম্যালডিহাইড	মিথান্যাল
CH_3CHO	অ্যাসিট্যালডিহাড	ইথান্যাল
$(CH_3)_2CHCHO$	আইসোবিউটাইর্যালডিহাইড	2-মিথাইল প্রোপান্যাল
	γ–মিথাইল সাইক্লোহেক্সেন কার্বালডিহাইড	3- মিথাইলসাইক্লোহেক্সেনকার্বালডিহাইড
$CH_3CH(OCH_3)CHO$	α– মিথোক্সি প্রোপিওন্যালডিহাইড	2- মিথোক্সিহেক্সেন প্রোপান্যাল
$CH_3CH_2CH_2CH_2CHO$	ভ্যালার্যালডিহাইড	পেন্টান্যাল
$CH_2{=}CHCHO$	অক্রোলিন	প্রোপ-2-ইন্যাল
	থ্যালডিহাইড	বেঞ্জিন -1,2-ডাই কার্বালডিহাইড
	*m*-ব্রোমোবেঞ্জালডিহাইড	3- ব্রোমোবেঞ্জালডিহাইড
কিটোনসমূহ		
$CH_3COCH_2CH_2CH_3$	মিথাইল-*n*-প্রোপাইল কিটোন	পেন্টান-2-ওন
$(CH_3)_2CHCOCH(CH_3)_2$	ডাই-আইসোপ্রোপাইল কিটোন	2,4-ডাইমিথাইল পেন্টান-3-ওন
	α-মিথাইল সাইক্লোহেক্সানোন	2-মিথাইল সাইক্লোহেক্সানোন
$(CH_3)_2C{=}CHCOCH_3$	মেসিটাইল অক্সাইড	4-মিথাইলপেন্ট-3-ইন-2-ওন

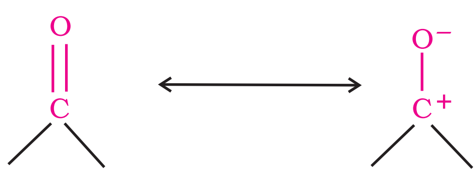
12.1.2 কার্বনিল মূলকের গঠন

কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুটি sp^2-সংকরায়িত এবং এটি তিনটি সিগমা (σ) বন্ধন তৈরি করে। কার্বনের চতুর্থ যোজক ইলেকট্রনটি p-কক্ষকে থেকে যায় এবং অক্সিজেন পরমাণুর p-কক্ষকের সাথে অভিলেপনের মাধ্যমে অক্সিজেন পরমাণুর সাথে একটি π–বন্ধন তৈরি করে। এছাড়াও অক্সিজেন পরমাণুটিতে দুটো নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় উপস্থিত থাকে। অর্থাৎ কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুটি এবং এর সাথে যুক্ত তিনটি পরমাণু একই তলে অবস্থান করে এবং π ইলেকট্রন মেঘটি এই তলের উপরে এবং নীচে অবস্থান করে। ত্রিকোনিয় সামতলিক গঠনের ক্ষেত্রে বন্ধন কোণ যা হওয়া উচিত আশানুরূপভাবে এক্ষেত্রেও বন্ধন কোণে প্রায় 120° হয়। (চিত্র 12.1)



চিত্র 12.1 কার্বনিল মূলক গঠনে কক্ষকবিন্যাসের নকশা

কার্বন অপেক্ষা অক্সিজেনের তড়িৎঋণাত্মকতা বেশি হওয়ায় কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধনটি ধ্রুবীয় হয়। তাই কার্বনিলমূলকের কার্বন পরমাণুটি ইলেকট্রনসন্ধানী (লুইস অ্যাসিড) কেন্দ্রক এবং অক্সিজেন পরমাণুটি নিওক্লিয়াসসন্ধানী কেন্দ্রক (লুইস ক্ষারক) রূপে কাজ করে। কার্বনিল যৌগগুলো উল্লেখযোগ্য দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন হয়। কার্বনিল মূলকের উচ্চ দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন হবার এই বিষয়টি এর প্রশম গঠন (A) এবং দ্বিমেরু বিশিষ্ট গঠন (B) -এর সংস্পন্দন দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়।



(A) (B)

বিষয় ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

12.1 নিম্নলিখিত যৌগসমূহের গঠন সংকেত লেখো।

(i) α- মিথোক্সিপ্রোপিওন্যালডিহাইড (ii) 3-হাইড্রোক্সিবিউটান্যাল

(iii) 2-হাইড্রোক্সিসাইক্লোপেন্টেন কার্বালডিহাইড (iv) 4-অক্সোপেন্টান্যাল

(v) ডাই-সেক্-বিউটাইল কিটোন (vi) 4-ফ্লুরো অ্যাসিটোফেনোন

12.2 অ্যালডিহাইডএবং কিটোনসমূহের প্রস্তুতি

অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের প্রস্তুতির কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি নিম্নে আলোচনা করা হল:

12.2.1 অ্যালডিহাইড এবং কিটোন সমূহের প্রস্তুতি

1. *অ্যালকোহলসমূহের জারণ দ্বারা :*

সাধারণত প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যালকোহলের জারণ দ্বারা যথাক্রমে অ্যালডিহাইড এবং কিটোন সমূহকে প্রস্তুত করা হয় (অধ্যায় 11, শ্রেণি XII)

2. *অ্যালকোহলসমূহ থেকে হাইড্রোজেন অপসারণ (ডিহাইড্রোজেনেশন) দ্বারা :*

উদ্বায়ী অ্যালকোহলসমূহের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিটি অধিক সুবিধাজনক এবং শিল্পক্ষেত্রে এই পদ্ধতিটির ব্যবহার করা হয়। এই পদ্ধতিতে ভারী ধাতব অনুঘটকের (Ag বা Cu) উপর দিয়ে অ্যালকোহল বাষ্পকে চালনা করা হয়। প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যালকোহল যথাক্রমে অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ উৎপন্ন করে (অধ্যায় 11, শ্রেণি XII)।

3. *হাইড্রোকার্বন সমূহ থেকে :*

(*i*) *অ্যালকিনসমূহের ওজোনোলিসিস দ্বারা :* আমরা জানি অ্যালকিনসমূহ ওজোনোলিসিস বিক্রিয়া

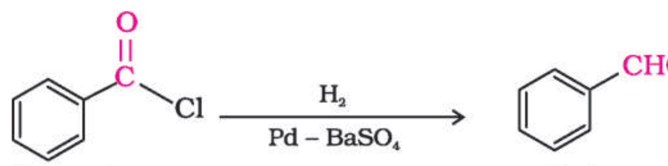
সংঘটিত করার পর জিঙ্ক ধূলি এবং জলের সাথে বিক্রিয়া করলে প্রতিস্থাপনের ধরন অনুযায়ী অ্যালডিহাইড, কিটোন অথবা এদের মিশ্রণ উৎপন্ন করে (অধ্যায় 13, শ্রেণি XI)।

(*ii*) *অ্যালকাইনসমূহে জলযোজন দ্বারা :* H_2SO_4 এবং $HgSO_4$-এর উপস্থিতিতে ইথাইনের মধ্যে জলযোজন করলে অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। অন্যান্য সমস্ত অ্যালকাইনসমূহ এই বিক্রিয়ার ফলে কিটোন উৎপন্ন করে (অধ্যায় 13, শ্রেণি XI)।

12.2.2 অ্যালডিহাইড সমূহের প্রস্তুতি

1. *অ্যাসাইল ক্লোরাইড (অ্যাসিড ক্লোরাইড) থেকে :*

বেরিয়াম সালফেট-এর ওপর রক্ষিত প্যালডিয়াম অনুঘটক দ্বারা অ্যাসাইল ক্লোরাইড (অ্যাসিড ক্লোরাইড) যৌগে হাইড্রোজেন সংযুক্তিকরন ঘটে। এই বিক্রিয়াটিকে রোজেন্ডমন্ড বিজারণ বলা হয়।



বেঞ্জোয়িল ক্লোরাইড বেঞ্জালডিহাইড

2. *নাইট্রাইলযৌগ এবং এস্টারসমূহ থেকে :*

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্বারা বিজারিত হয়ে নাইট্রাইল যৌগসমূহ সংশ্লিষ্ট ইমিন উৎপন্ন করে, যা পরবর্তী পর্যায়ে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে সংশ্লিষ্ট অ্যালডিহাইডে পরিণত হয়।

$$RCN + SnCl_2 + HCl \longrightarrow RCH = NH \xrightarrow{H_3\overset{+}{O}} RCHO$$

এই বিক্রিয়াটিকে স্টিফেন বিক্রিয়া বলা হয়।

বিকল্প উপায়ে নাইট্রাইল যৌগসমূহকে ডাই-আইসোবিউটাইল অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড (DIBAL-H) অর্থ্যাৎ $AlH(i\text{-}Bu)_2$ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত উপায়ে বিজারিত করলে যে ইমিন যৌগ উৎপন্ন হয় সেটির আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলেও অ্যালডিহাইড পাওয়া যায়।

$$RCN \xrightarrow[2.\ H_2O]{1.\ AlH(i\text{-}Bu)_2} R\text{-}CHO$$

$$CH_3 - CH{=}CH\text{-}CH_2CH_2\text{-}CN \xrightarrow[2.\ H_2O]{1.\ AlH(i\text{-}Bu)_2} CH_3 - CH{=}CH\text{-}CH_2CH_2\text{-}CHO$$

অনুরূপভাবে এস্টারসমূহও DIBAL-H দ্বারা বিজারিত হয়ে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন করে।

$$CH_3(CH_2)_9 - \overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C} - OC_2H_5 \xrightarrow[2.\ H_2O]{1.\ DIBAL\text{-}H} CH_3(CH_2)_9 - \overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C} - H$$

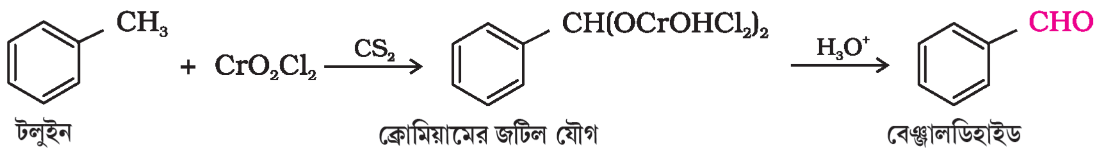
3. *হাইড্রোকার্বনসমূহ থেকে :*

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনসমূহ থেকে নিম্নলিখিত পদ্ধতির সাহায্যে অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড সমূহ (বেঞ্জালডিহাইড এবং বেঞ্জালডিহাইডজাতক সমূহ) প্রস্তুত করা হয়:

(*i*) *মিথাইল বেঞ্জিনের জারণ দ্বারা :*

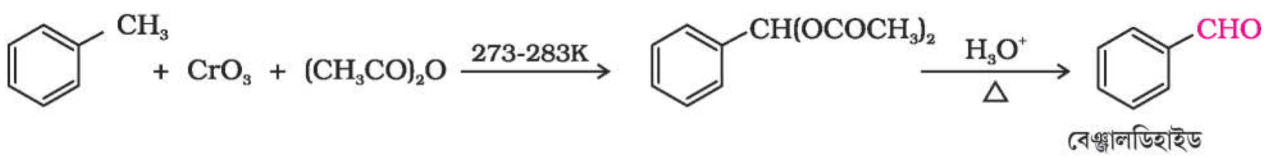
টলুইন এবং টলুইনজাতকসমূহ শক্তিশালী জারক দ্রব্য দ্বারা বেঞ্জোয়িক অ্যাসিডে জারিত হয়। উপযুক্ত বিকারক ব্যবহার করে জারণ প্রক্রিয়াটিকে অ্যালডিহাইড স্তরে সীমাবদ্ধ রাখা যায়, কেন না এর ফলে মিথাইল মূলকটি যে অন্তর্বর্তী যৌগে পরিণত হয়, সেটিকে আবার জারিত করা খুবই দুঃসাধ্য। কাজটি সম্পাদন করার জন্য নিম্নলিখিত পদ্ধতিসমূহ অনুসরণ করা হয়।

(a) ক্রোমিল ক্লোরাইডের (CrO_2Cl_2) ব্যবহার দ্বারা : ক্রোমিল ক্লোরাইড মিথাইল মূলককে জারিত করে ক্রোমিয়ামের একটি জটিল যৌগ উৎপন্ন করে, যেটির আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে সংশ্লিষ্ট বেঞ্জালডিহাইড উৎপন্ন হয়।



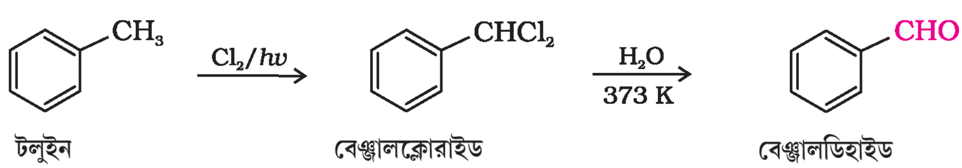
এই বিক্রিয়াটিকে ইটার্ড বিক্রিয়া বলা হয়।

(b) ক্রোমিক অক্সাইডের (CrO_3) ব্যবহার দ্বারা : অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের মধ্যে রক্ষিত ক্রোমিক অক্সাইডের সাথে বিক্রিয়ায় টলুইন বা প্রতিস্থাপিত টলুইনসমূহ রূপান্তরিত হয়ে বেঞ্জাইলিডিন ডাইঅ্যাসিটেট উৎপন্ন করে। বেঞ্জাইলিডিন ডাইঅ্যাসিটেটকে অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে সংশ্লিষ্ট বেঞ্জালডিহাইড তৈরি হয়।



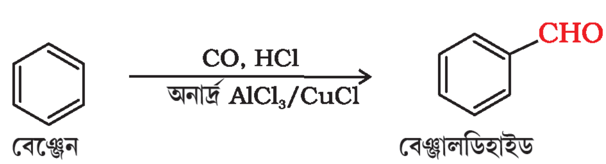
(ii) পার্শ্বশৃঙ্খলে ক্লোরিন সংযুক্তিকরণ এবং পরবর্তী পর্যায়ে আর্দ্রবিশ্লেষণ দ্বারা :

টলুইনের পার্শ্বশৃঙ্খলে ক্লোরিন সংযুক্তিকরণের ফলে বেঞ্জালক্লোরাইড উৎপন্ন হয় যা পরবর্তী পর্যায়ে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে বেঞ্জালডিহাইডে পরিণত হয়। বেঞ্জালডিহাইড উৎপাদনের এটি একটি শিল্প পদ্ধতি।



(iii) গ্যাটারম্যান-কচ বিক্রিয়া দ্বারা :

অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড বা কিউপ্রাস ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে কার্বনমনোঅক্সাইড এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সাথে বেঞ্জিন এবং বেঞ্জিনজাতসমূহের বিক্রিয়ায় বেঞ্জালডিহাইড বা প্রতিস্থাপিত বেঞ্জালডিহাইড উৎপন্ন হয়।



বিক্রিয়াটি গ্যাটারম্যান-কচ বিক্রিয়া নামে পরিচিত।

12.2.3 কিটোনসমূহের প্রস্তুতি

1. অ্যাসাইল ক্লোরাইড থেকে :

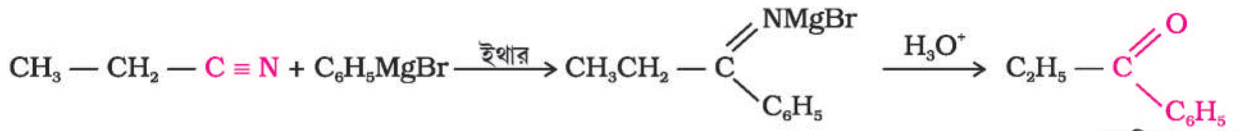
ক্যাডমিয়াম ক্লোরাইড এবং গ্রিগনার্ড বিকারকের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন ডাই অ্যালকিল ক্যাডমিয়ামের সাথে অ্যাসাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় কিটোনসমূহ উৎপন্ন হয়।

$$2\,R-Mg-X \;+\; CdCl_2 \longrightarrow R_2Cd \;+\; 2Mg(X)Cl$$

$$2\,R'-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-Cl \;+\; R_2Cd \longrightarrow 2\,R'-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R \;+\; CdCl_2$$

2. নাইট্রাইল যৌগ থেকে :

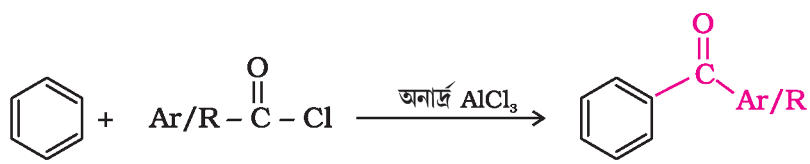
গ্রিগনার্ড বিকারকের সঙ্গে নাইট্রাইল যৌগের বিক্রিয়া সম্পন্ন করার পর আর্দ্রবিশ্লেষণ প্রক্রিয়া সংঘটিত করলে কিটোন উৎপন্ন হয়।



প্রোপিওফেনোন
(1-ফিনাইল প্রোপানোন)

3. বেঞ্জিন এবং প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিনসমূহ :

অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে বেঞ্জিন এবং প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিনসমূহের সঙ্গে অ্যাসিড ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় সংশ্লিষ্ট কিটোন তৈরি হয়। বিক্রিয়াটিকে ফ্রিডল-ক্র্যাফট অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া বলা হয়।



নমুনা প্রশ্ন 12.1

নিম্নলিখিত রূপান্তরসমূহকে সংঘটিত করার জন্য প্রয়োজনীয় বিকারকসমূহের নাম লেখো :

(i) হেক্সান-1-অল থেকে হেক্সান্যাল
(ii) সাইক্লোহেক্সানল থেকে সাইক্লোহেক্সানোন
(iii) *p*-ফ্লুরোটলুইন থেকে *p*-ফ্লুরোবেঞ্জালডিহাইড
(iv) ইথেন নাইট্রাইল ইথ্যান্যাল
(v) অ্যালাইন অ্যালকোহল থেকে প্রোপিন্যাল
(vi) বিউট-2 ইন থেকে ইথান্যাল

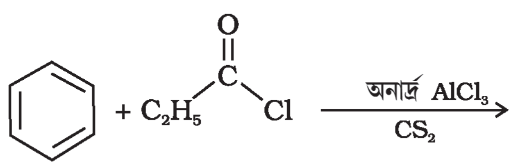
সমাধান

(i) $C_5H_5NH^+CrO_3Cl^-$(PCC)
(ii) অনার্দ্র CrO_3
(iii) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের উপস্থিতিতে CrO_3/1. CrO_2Cl_2 2. HOH
(iv) (ডাইআইসোবিউটাইল) অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড (DIBAL-H)
(v) PCC
(vi) O_3/H_2O-Zn ধূলি

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

12.2 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহের ফলে উৎপন্ন পদার্থগুলোর গঠন সংকেত লেখো :

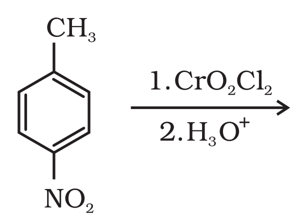
(i)



(ii) $(C_6H_5CH_2)_2Cd + 2\ CH_3COCl \rightarrow$

(iii) $H_3C-C\equiv C-H \xrightarrow{Hg^{2+},\ H_2SO_4}$

(iv)



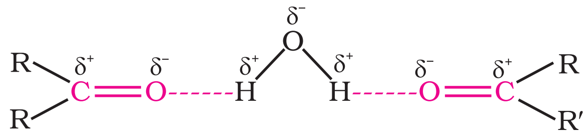
12.3 ভৌত ধর্মাবলি

অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের ভৌতধর্মাবলি নিম্নে বর্ণনা করা হল :

ঘরের উষ্ণতায় মিথ্যান্যাল একটি গ্যাসীয় পদার্থ। ইথ্যান্যাল একটি উদ্বায়ী তরল। অন্যান্য অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ ঘরের উষ্ণতায় তরল বা কঠিন অবস্থায় থাকে। সমআণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন এবং ইথারসমূহ থেকে অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের স্ফুটনাংক বেশি হয়। দ্বিমেরু-দ্বিমেরু মিথষ্ক্রিয়ার ফলে অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ দুর্বল আকর্ষণ বল দ্বারা একত্রিত থাকে। এছাড়াও আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন অনুপস্থিত থাকে বলে সমআণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট অ্যালকোহলসমূহ থেকে এদের স্ফুটনাংক কম হয়। 58 এবং 60 আনবিকগুরুত্ব বিশিষ্ট নিম্নলিখিত যৌগসমূহকে স্ফুটনাংকের উর্ধ্বক্রম অনুসারে স্থান দেওয়া হল।

	স্ফুটনাংক (K)	আনবিক গুরুত্ব
n-বিউটেন	273	58
মিথোক্সিইথেন	281	60
প্রোপান্যাল	322	58
অ্যাসিটোন	329	58
প্রোপান-1-অল	370	60

অ্যালডিহাইড এবং কিটোন পরিবারের নিম্ন আণবিক ভরের সদস্যরা যেমন মিথ্যান্যাল, ইথান্যাল এবং প্রোপানোন জলের সাথে যে কোন অনুপাতে মিশ্রিত হতে পারে, কেন না এরা জলের সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে।



যদিও অ্যালকিল শৃঙ্খলের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সঙ্গে জলের মধ্যে অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের দ্রাব্যতা দ্রুত হ্রাস পেতে থাকে। সমস্ত অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ বেঞ্জিন, ইথার, মিথানল, ক্লোরোফর্ম ইত্যাদির মতো জৈবদ্রাবকে সহজেই দ্রবীভূত হয়। নিম্ন আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট অ্যালডিহাইডগুলো তীক্ষ্ণ কটুগন্ধযুক্ত হয়। আণবিক আকার বৃদ্ধির সাথে সাথে কটুগন্ধের তীব্রতা ক্রমশ হ্রাস পায় এবং অণুগুলো ক্রমশ সুগন্ধযুক্ত হয়। প্রকৃত ঘটনাগুলো বহুসংখ্যক প্রকৃতিজাত অ্যালডিহাইড এবং কিটোনকে সুগন্ধি এবং স্বাদকারক দ্রব্যের সাথে মেশানো হয়।

নমুনা প্রশ্ন 12.2

নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে স্ফূটনাংকের উর্দ্ধক্রম অনুসারে সজ্জিত করো :

$CH_3CH_2CH_2CHO, CH_3CH_2CH_2CH_2OH, H_5C_2\text{-O-}C_2H_5, CH_3CH_2CH_2CH_3$

সমাধান

উপরের সমস্ত যৌগগুলোর স্ফুটনাংকের মান 72 থেকে 74 -এর মধ্যে। এদের মধ্যে একমাত্র বিউটান-1-অল যৌগটিই আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে সংযোজিত থাকে বলে এর স্ফুটনাংক সবচেয়ে বেশি হবে। বিউটান্যালের ধ্রুবীয়তা ইথোক্সিইথেন থেকে বেশি। তাই প্রথমোক্ত যৌগটিতে আন্তরাণবিক দ্বিমেরু-দ্বিমেরু আকর্ষণ বল অপেক্ষাকৃত বেশি হয়। *n*-পেন্টেন যৌগটির ক্ষেত্রে শুধুমাত্র দুর্বল ভ্যানডারওয়াল বলের উপস্থিতি লক্ষ করা যায়। তাই স্ফুটনাংকের উর্ধ্বক্রমটি হবে নিম্নরূপ :

$CH_3CH_2CH_2CH_3 < H_5C_2\text{-O-}C_2H_5 < CH_3CH_2CH_2CHO < CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

12.3 নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে ক্রমবর্ধমান স্ফুটনাংকের উর্ধ্বক্রম অনুসারে সজ্জিত করো।
CH_3CHO, CH_3CH_2OH, CH_3OCH_3, $CH_3CH_2CH_3$

12.4 রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ

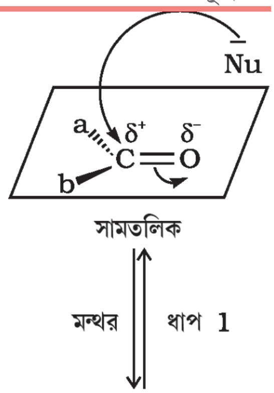
অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের উভয়ের মধ্যে কার্বনিল মূলক উপস্থিত থাকে বলে এরা একই ধরনের বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

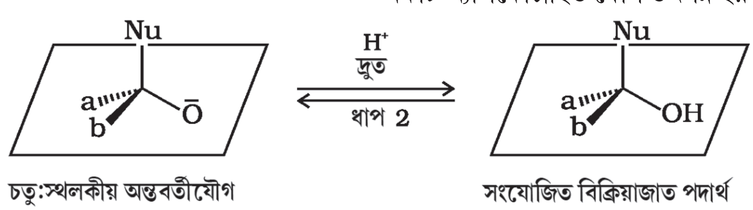
1. নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়াসমূহ :

অ্যালকিনসমূহকে আমরা ইলেকট্রনসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করতে দেখেছি (দ্রষ্টব্য অধ্যায়-13, ক্লাশ XI) কিন্তু অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করে।

(i) নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল :

কার্বনিল মূলকের sp^2 সংকরায়িত কার্বনটি যে তলে অবস্থান করে সেই তলের সাথে প্রায় 90° কোণ করে একটি নিউক্লিয়াসসন্ধানী বিকারক ধ্রুবীয় কার্বনিল মূলকটির ইলেকট্রনসন্ধানী কার্বন পরমাণুটিকে আক্রমণ করে। (চিত্র 12.2)। এই আক্রমণের ফলে কার্বন পরমাণুটির সংকরায়িত অবস্থা sp^2 থেকে sp^3 তে পরিবর্তিত হয় এবং অন্তবর্তী যৌগ হিসেবে চতুস্থলকীয় আকৃতির একটি অ্যালকোক্সাইড যৌগ উৎপন্ন হয়। অন্তবর্তী যৌগটি বিক্রিয়া মাধ্যম থেকে একটি প্রোটন গ্রহণ করে এবং প্রশম প্রকৃতির বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন করে। সামগ্রিকভাবে লক্ষ করলে দেখা যাবে যে একটি কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধনের মধ্যে Nu^- এবং H^+-এর সংযোজন হয়েছে, যেমনটা চিত্র 12.2-তে দেখানো হয়েছে।





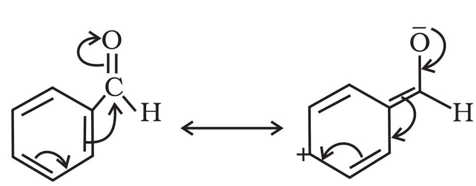
সারণি 12.2: কার্বনিল কার্বনের উপর নিউক্লিয়াসসন্ধানী আক্রমণ।

(ii) সক্রিয়তা (Reactivity)

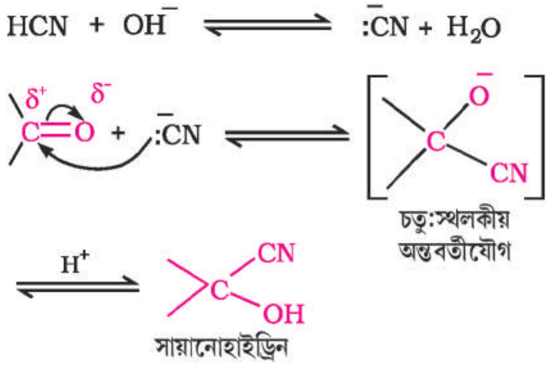
স্টেরিক বাঁধা এবং ধ্রুবীয় কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুতে সৃষ্ট আধানের কারণে নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করার ক্ষেত্রে অ্যালডিহাইডসমূহের সক্রিয়তা কিটোনসমূহ থেকে বেশি হয়। কিটোনসমূহের ক্ষেত্রে দুটো বড়ো আকারের প্রতিস্থাপক মূলক উপস্থিত থাকায় স্টেরিক বাধার পরিমাণ অপেক্ষাকৃত বেশি হয় বলে নিউক্লিয়াসসন্ধানী বিকারকটি কার্বনিল কার্বনের দিকে অগ্রসর হতে বাঁধা পায়, অ্যালডিহাইডসমূহের ক্ষেত্রে কিন্তু এ ধরনের একটি মাত্র বড়ো আকারের প্রতিস্থাপকমূলক উপস্থিত থাকে। কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুটির ওপর সৃষ্ট আধানের কথা বিবেচনা করলে অ্যালডিহাইডসমূহের সক্রিয়তা কিটোনসমূহ থেকে বেশি হয়, কেন না কিটোনসমূহের ক্ষেত্রে দুটো বড়ো আকৃতির প্রতিস্থাপকমূলক উপস্থিত থাকায় কার্বনিল কার্বনটির ইলেকট্রন আকর্ষণ ক্ষমতা অ্যালডিহাইডসমূহ থেকে অপেক্ষাকৃত বেশি পরিমাণে হ্রাস পায়।

নমুনা প্রশ্ন 12.3 নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করার ক্ষেত্রে বেঞ্জালডিহাইডের সক্রিয়তা প্রোপান্যাল থেকে বেশি না কম হবে? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও।

সমাধান বেঞ্জালডিহাইডে উপস্থিত কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুটির ইলেকট্রন-আকর্ষণ ক্ষমতা প্রোপান্যালে উপস্থিত কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুর তুলনায় কম হয়। সংস্পন্দনের কারণে বেঞ্জালডিহাইডের কার্বনিল মূলকের ধ্রুবীয়তা হ্রাস পায় (যেভাবে পাশের চিত্রে দেখানো হয়েছে) এবং তাই নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করার ক্ষেত্রে বেঞ্জালডিহাইডের সক্রিয়তা প্রোপান্যাল থেকে কম হয়।



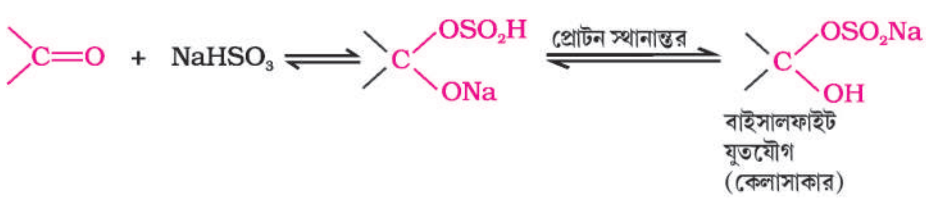
(iii) নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া এবং নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন-অপনয়ন বিক্রিয়ার কিছু গুরুত্বপূর্ণ উদাহরণ :



(a) *হাইড্রোজেন সায়ানাইডের সংযোজন (HCN)*: হাইড্রোজেন সায়ানাইডের (HCN)-এর সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ সায়ানোহাইড্রিনসমূহ উৎপন্ন করে। বিশুদ্ধ HCN নিয়ে সংঘটিত করলে বিক্রিয়াটি খুবই মন্থর গতিতে সংঘটিত হয়। তাই বিক্রিয়াটিতে অনুঘটক রূপে ক্ষারক ব্যবহার করা হয় এবং এর ফলে যে সায়ানাইড (CN^-) আয়ন উৎপন্ন হয় সেটি অপেক্ষাকৃত বেশি শক্তিশালী নিউক্লিয়াসসন্ধানী বিকারক হওয়ায় সহজেই কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুর সঙ্গো যুক্ত হয়ে সংশ্লিষ্ট সায়ানোহাইড্রিনটি উৎপন্ন করে।

সংশ্লেষিত অন্তবর্তী যৌগরূপে সায়ানোহাইড্রিনসমূহের যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে।

(b) *সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইটের সংযোজন :* সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইট অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহের সাথে যুক্ত হয়ে যুতযৌগ উৎপন্ন করে।

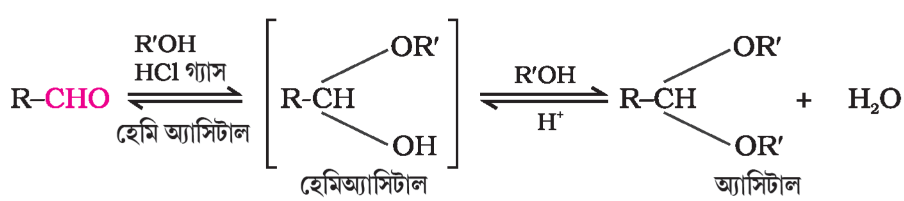


বেশিরভাগ অ্যালডিহাইডের ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থার ডানদিকে সরণ ঘটে এবং বেশিরভাগ কিটোনসমূহের ক্ষেত্রে স্টেরিক বাধার কারণে সাম্যাবস্থার বাঁ দিকে সরণ ঘটে।

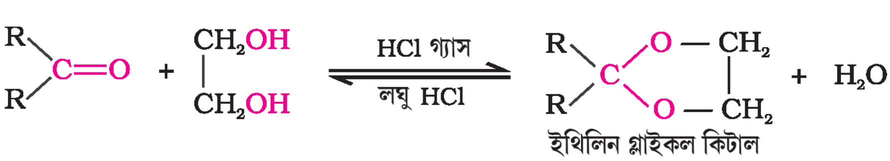
উৎপন্ন হাইড্রোজেন সালফাইট যুতযৌগগুলো জলে দ্রাব্য এবং লঘু অ্যাসিড বা ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করালে পুনরায় মূল কার্বনিল যৌগটি ফিরে পাওয়া যায়। এ কারণেই অ্যালডিহাইডসমূহের পৃথকীকরণ এবং শুদ্ধিকরণের ক্ষেত্রে এদের যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে।

(c) *গ্রিগনার্ড বিকারকের সংযোজন :* (দ্রষ্টব্য অধ্যায় 11, ক্লাস XII)

(d) *অ্যালকোহলসমূহের সংযোজন :* শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অ্যালডিহাইডসমূহ সমতুল্যাংকের অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া করে হেমিঅ্যাসিটাল নামক যে অ্যালকোহল অন্তবর্তী যৌগ উৎপন্ন করে সেটি পরবর্তী পর্যায়ে আরেক অনু অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়া করে জেম-ডাই অ্যালকোক্সি যৌগ উৎপন্ন করে (যেভাবে পাশের বিক্রিয়ায় দেখানো হয়েছে) এবং এরা অ্যাসিটাল নামে পরিচিত।



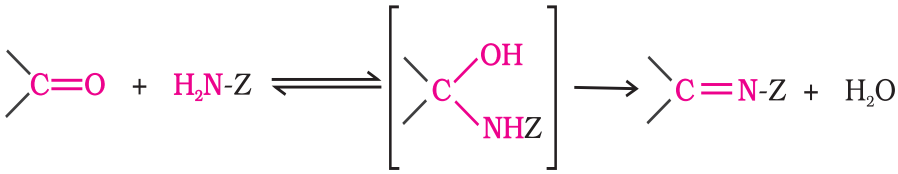
একই শর্তে ইথিলিন গ্লাইকলের সাথে কিটোনসমূহের বিক্রিয়ায় ইথিলিনগ্লাইকল-কিটাল নামক বলয়াকার যৌগ উৎপন্ন হয়।



শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড কার্বনিল মূলকের অক্সিজেন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেনের সংযুক্তিকরণ ঘটায় এবং এর ফলে কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুটির ইলেকট্রন আকর্ষণ ক্ষমতা

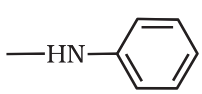
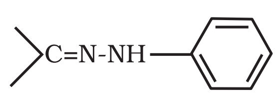
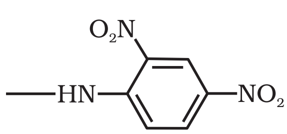
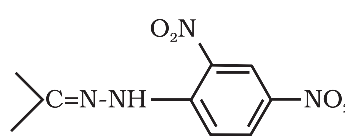
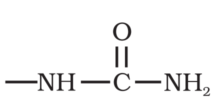
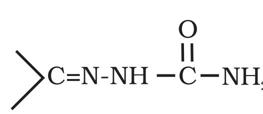
বৃদ্ধি পাওয়ার ফলে ইথিলিন গ্লাইকল দ্বারা নিউক্লিয়াসসন্ধানী আক্রমণটি সংঘটিত করা সহজতর হয়। খনিজ অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ দ্বারা অ্যাসিটালসমূহ এবং কিটালসমূহ আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে যথাক্রমে সংশ্লিষ্ট অ্যালডিহাইডসমূহে এবং কিটোনসমূহে পরিণত হয়।

(e) *অ্যামোনিয়া এবং অ্যামোনিয়াজাতক সমূহের সংযোজন:* অ্যামোনিয়ার মতো নিউক্লিয়াসসন্ধানী বিকারক এবং H_2N-Z প্রকৃতির অ্যামোনিয়া জাতকসমূহ অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের কার্বনিল মূলকের সাথে যুক্ত হতে পারে। বিক্রিয়াটি উভমুখী এবং অ্যাসিড অনুঘটক দ্বারা বিক্রিয়াটির গতি ত্বরান্বিত হয়। সাম্যাবস্থাটি বিক্রিয়াজাত পদার্থের দিকে সরে যায় কেন না অন্তর্বর্তী যৌগটির দ্রুত নিরুদনের ফলে >C=N-Z উৎপন্ন হয়।



Z = অ্যালকাইল, অ্যারাইল, OH, NH_2, C_6H_5NH, $NHCONH_2$, etc.

সারণি 12.2: অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের কিছু N- প্রতিস্থাপিত জাতক (>C=N-Z)

Z	বিকারকের নাম	কার্বনিল জাতক	উৎপন্ন পদার্থের নাম
-H	অ্যামোনিয়া	>C=NH	ইমিন
-R	অ্যামিন	>C=NR	প্রতিস্থাপিত ইমিন (শিফের বিকারক),
—OH	হাইড্রোক্সিল্যামিন	>C=N–OH	অক্সিম
$—NH_2$	হাইড্রাজিন	$>C=N–NH_2$	হাইড্রাজোন
	ফিনাইল হাইড্রাজিন		ফিনাইল হাইড্রাজোন
	2,4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল-হাইড্রাজিন		2,4 ডাইনাইট্রো ফিনাইল-হাইড্রাজেন
	সেমি কার্বাজাইড		সেমি কার্বাজোন

** 2,4-DNP-জাতকসমূহ হলুদ, কমলা বা লাল বর্ণের কঠিন পদার্থ, অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের চরিত্র নির্ধারণের জন্য এটি খুবই উপযোগী।*

2. *বিজারণ* ***(Reduction)***

(i) *অ্যালকোহলসমূহের বিজারন:* সোডিয়াম বোরোহাইড্রাইড ($NaBH_4$) বা লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) দ্বারা এমনকি অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সংযোজন দ্বারাও (অধ্যায় 11, ক্লাস XII) অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ বিজারিত হয়ে যথাক্রমে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যালকোহল-এ পরিণত হয়।

(ii) *হাইড্রোকার্বনসমূহ বিজারণ* ***(Reduction to hydrocarbons):*** জিঙ্ক পারদ সংকর ও ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (ক্লিমেনশন বিজারণ) সাথে বিক্রিয়ায় বা হাইড্রাজিনের সাথে বিক্রিয়া সংঘটিত করার পর ইথিলিন গ্লাইকলের মতো উচ্চস্ফুটনাংক বিশিষ্ট দ্রাবকের উপস্থিতিতে

সোডিয়াম বা পটাশিয়ামসহ উত্তপ্ত করলে (উলফ-কিশনার বিজারণ) অ্যালডিহাইড এবং কিটোন সমূহের কার্বোনিল মূলকটি বিজারিত হয়ে CH_2 মূলকে পরিণত হয়।

$$>C{=}O \xrightarrow[HCl]{Zn\text{-}Hg} >CH_2 + H_2O \quad \text{(ক্লিমেনশন বিজারন)}$$

$$>C{=}O \xrightarrow[-H_2O]{NH_2NH_2} >C{=}NNH_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{KOH/\text{ ইথিলিন গ্লাইকল}} >CH_2 + N_2$$

(উলফ-কিশনার বিজারন)

3. *জারণ (Oxidation)*

বানার্ড টলেন্স (1841-1918) জার্মানির গটিনগেন বিশ্ববিদ্যালয়ের রসায়ন শাস্ত্রের প্রফেসর ছিলেন।

অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের জারণ বিক্রিয়াগুলোর মধ্যে পার্থক্য লক্ষ করা যায়। নাইট্রিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের মতো প্রচলিত জারক দ্রব্য দ্বারা অ্যালডিহাইডসমূহ খুব সহজেই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহে জারিত হয়। এমনকি টলেন্স বিকারক এবং ফেলিং -এর বিকারকের মতো মৃদু জারক দ্রব্য দ্বারাও অ্যালডিহাইডসমূহ জারিত হয়।

$$R\text{-}CHO \xrightarrow{[O]} R\text{-}COOH$$

কিটোনসমূহ কেবলমাত্র চরম শর্তে অর্থাৎ উচ্চ উষ্ণতায় শক্তিশালী জারকদ্রব্য দ্বারা জারিত হতে পারে। এই ধরনের জারণ বিক্রিয়াতে কার্বন-কার্বন বন্ধন বিভাজিত হয় এবং মূল কিটোন যৌগটি থেকে কম কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের মিশ্রণ পাওয়া যায়।

$$R{-}\overset{1}{C}H_2{-}\overset{2}{\underset{\substack{\|\\O}}{C}}{-}\overset{3}{C}H_2\text{-}R' \xrightarrow{[O]} R\text{-}COOH + R'\text{-}CH_2COOH$$

(C_1-C_2 বন্ধন বিভাজন দ্বারা)

+

$$R\text{-}CH_2COOH + R'\text{-}COOH$$

(C_2-C_3 বন্ধন বিভাজন দ্বারা)

অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের মধ্যে প্রভেদ করার জন্য নিম্নে প্রদত্ত মৃদু জারক দ্রব্যসমূহ ব্যবহার করা হয়:

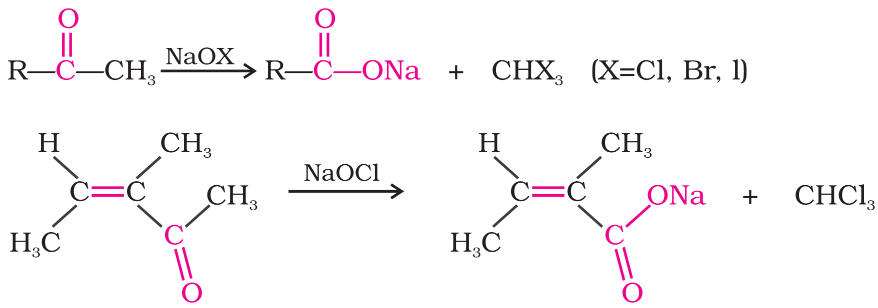
(i) *টলেন্সের পরীক্ষা :* সদ্য প্রস্তুত অ্যামোনিয়া সমৃদ্ধ সিলভার নাইট্রেট দ্রবণসহ (টলেন্সের বিকারক) অ্যালডিহাইড যৌগকে উত্তপ্ত করলে ধাতব সিলভার উৎপন্ন হয় বলে টেস্টটিউবের গায়ে উজ্জ্বল রূপোর আয়না তৈরি হয়। অ্যালডিহাইডসমূহ জারিত হয়ে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলেট আয়নে পরিণত হয়। বিক্রিয়াটি ক্ষারীয় মাধ্যমে সংঘটিত হয়।

$$RCHO + 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 3\,\bar{O}H \longrightarrow RCO\bar{O} + 2Ag + 2H_2O + 4NH_3$$

(ii) *ফেলিং-এর পরীক্ষা :* ফেলিং দ্রবণ -A এবং ফেলিং দ্রবণ-B মিশ্রিত করে ফেলিং বিকারক তৈরি করা হয়। ফেলিং দ্রবণ-A হলো কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণ এবং ফেলিং দ্রবণ-B হলো সোডিয়াম পটাশিয়াম টারটারেট (রোচেলি লবণ)-এর ক্ষারীয় দ্রবণ। পরীক্ষার পূর্বে এই দুটো দ্রবণকে সমপরিমানে মিশ্রিত করা হয়। অ্যালডিহাইডসমূহকে ফেলিং-এর বিকারকসহ উত্তপ্ত করলে লালাভ-বাদামি বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। অ্যালডিহাইডসমূহ জারিত হয়ে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলেট আয়নে পরিণত হয়। অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডসমূহ এই বিক্রিয়াটিতে সাড়া দেয় না।

$$R\text{-}CHO + 2Cu^{2+} + 5\bar{O}H \longrightarrow RCO\bar{O} + \underset{\text{লালাভ-বাদামি অধঃক্ষেপ}}{Cu_2O} + 3H_2O$$

(iii) *হ্যালোফর্ম বিক্রিয়ার দ্বারা মিথাইল কিটোনসমূহের জারণ* : কার্বনিল মূলকের কার্বন পরমাণুর সাথে অন্ততপক্ষে একটি মিথাইলমূলক যুক্ত আছে (মিথাইল কিটোন সমূহ) এমন অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ সোডিয়াম হাইপোহ্যালাইট দ্বারা জারিত হয়ে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ উৎপন্ন করে, যার মধ্যে মূল কার্বনিল যৌগ থেকে একটি কার্বন পরমাণু কম থাকে। মিথাইল মূলকটি রূপান্তরিত হয়ে হ্যালোফর্ম উৎপন্ন করে। মূল কার্বনিল যৌগটির অণুতে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন উপস্থিত থাকলেও, এই ধরনের জারণ প্রক্রিয়ায় কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন প্রভাবিত হয় না।



CH_3CO মূলক অথবা $CH_3CH(OH)$ মূলক, যার জারণের ফলে CH_3CO মূলক উৎপন্ন হয় তাদের শনাক্তকরণের জন্য সোডিয়াম হাইপোআয়োডাইড সহযোগে এই আয়োডোফর্ম বিক্রিয়াটি ব্যবহৃত হয়।

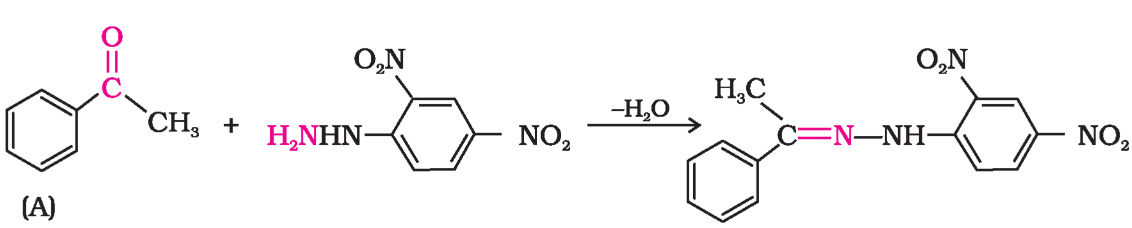
নমুনা প্রশ্ন 12.4

C_8H_8O আণবিক সংকেত বিশিষ্ট একটি জৈবযৌগ (A) 2,4-DNP বিকারকের সাথে বিক্রিয়ায় কমলা-লাল বর্ণের একটি অধ:ক্ষেপ উৎপন্ন করে কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের উপস্থিতিতে আয়োডিন সহযোগে উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের একটি অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। যৌগটি 'টলেন্স' বা 'ফেলিং' বিকারককে যেমন বিজারিত করে না তেমনি ব্রোমিন-জল বা 'বায়ারের' বিকারককেও বিবর্ণ করে না। চরম শর্তে যৌগটি ক্রোমিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত হয়ে $C_7H_6O_2$ আণবিক সংকেত বিশিষ্ট একটি কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড (B) উৎপন্ন করে। (A) এবং (B) যৌগগুলোকে শনাক্ত করো এবং সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াসমূহ বর্ণনা করো।

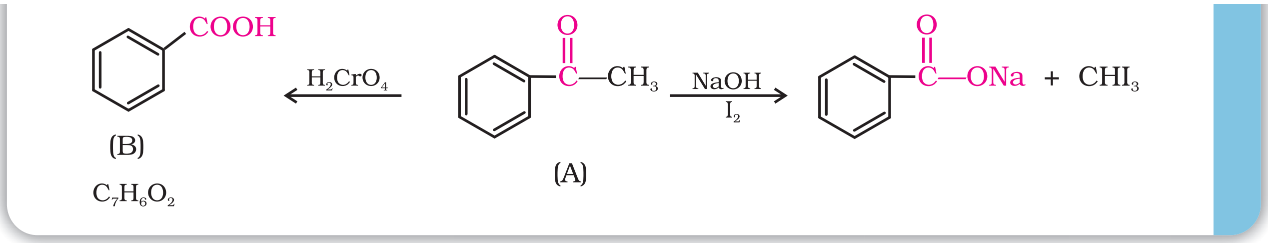
সমাধান

(A) যৌগটি 2,4-DNP জাতক তৈরি করে। তাই এটি হবে একটি অ্যালডিহাইড অথবা কিটোন। এটি আবার 'টলেন্স' বা 'ফেলিং' বিকারককে বিজারিত করে না, তাই (A) অবশ্যই একটি কিটোন হবে (A) আসোডোফর্ম পরীক্ষায় সাড়া দেয়। তাই, এটি একটি মিথাইল কিটোনযুক্ত যৌগ হওয়া উচিত। আণবিক সংকেত থেকে বোঝা যায় (A)-এর অসংপৃক্ততার মাত্রা খুবই উচ্চ, তবু এটি ব্রোমিন-জল বা বায়ারের বিকারককে বিবর্ণ করে না। এর থেকে বোঝা যায় (A)-এর অসংপৃক্ততার কারণ হল অ্যারোমেটিক বলয়ের উপস্থিত।

কিটোন-এর জারণের ফলে (B) যৌগটি উৎপন্ন হয়। সুতরাং এটি অবশ্যই একটি কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড হবে। (B)-এর আণবিক সংকেত থেকে বোঝা যায় এটি অবশ্যই বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড হবে এবং এ কারণেই (A) যৌগটি অবশ্যই একটি এক প্রতিস্থাপিত অ্যারোমেটিক মিথাইল কিটোন হবে। (A)-এর আণবিক সংকেত থেকে বোঝা যায় এটি অবশ্যই ফিনাইল মিথাইল কিটোন (অ্যাসিটোফেনোন) হবে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াগুলো নীচে দেওয়া হল—



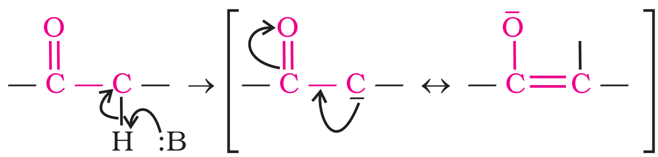
C_8H_8O 2, 4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিন 2, 4-DNP জাতক



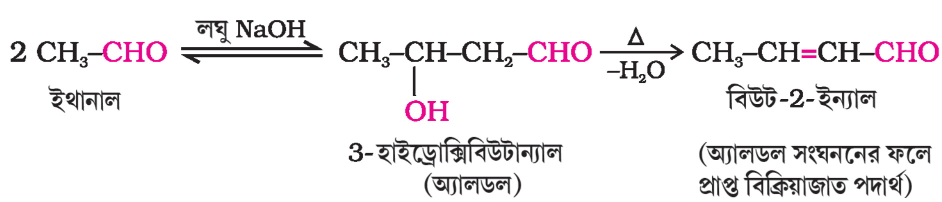
4. α-হাইড্রোজেনের কারণে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ (Reactions due to α-hydrogen)

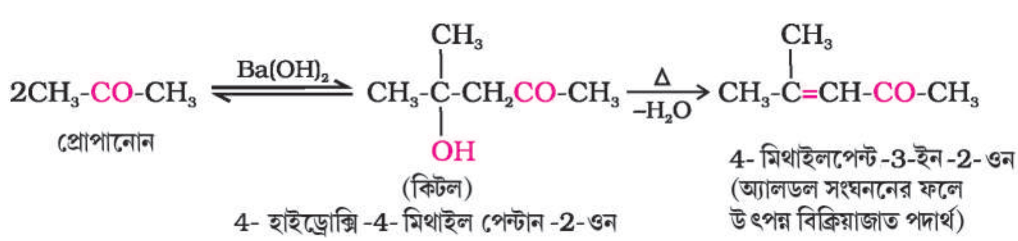
অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের α -হাইড্রোজেন পরমাণুর আম্লিক চরিত্র : α-হাইড্রোজেন পরমাণুর আম্লিক চরিত্রের জন্য অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ নানা ধরনের বিক্রিয়া সংঘটিত করে।

কার্বনিলমূলক একটি শক্তিশালী ইলেকট্রন অপসারক মূলক হওয়ায় এবং উৎপন্ন অনুবন্ধী ক্ষারকটির সংস্পন্দন স্থায়িত্ব থাকায় কার্বনিলযৌগের α -হাইড্রোজেন পরমাণুটি আম্লিক চরিত্রের হয়।



(i) *অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া:* অনুঘটকরূপে লঘু ক্ষারের উপস্থিতিতে অন্ততপক্ষে একটি α-হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান এমন অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের বিক্রিয়ার ফলে যথাক্রমে β-হাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইডসমূহ (অ্যালডল) এবং β-হাইড্রোক্সি কিটোনসমূহ (কিটল) উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটিকেই অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া বলা হয়।





উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থে উপস্থিত অ্যালডিহাইড এবং অ্যালকোহল মূলকদুটোর নাম থেকেই অ্যালডল নামটি উদ্ভূত হয়েছে। অ্যালডল এবং কিটল যৌগদুটো সহজেই জলের অণু নির্গমনের মাধ্যমে α, β অসংপৃক্ত কার্বনিল যৌগ উৎপন্ন করে, এরাই হল অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়ার বিক্রিয়াজাত পদার্থ এবং এই বিক্রিয়াটিকেই অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া বলা হয়। কিটোনসমূহ থেকে যদিও বা কিটল (কিটো এবং অ্যালকোহল মূলকযুক্ত যৌগ) পাওয়া যায়, তবুও কিটোনসমূহের ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটির প্রচলিত অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া নামটি প্রয়োগ করা যায়, কেননা কিটোনসমূহ এবং অ্যালডিহাইডসমূহের মধ্যে সাদৃশ্য রয়েছে।

(*ii*) *মিশ্র অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া (Cross aldol condensation):* দুটো ভিন্ন অ্যালডিহাইড বা কিটোন অথবা একটি অ্যালডিহাইড এবং একটি কিটোন যৌগকে নিয়ে অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া সংঘটিত করলে, সেই বিক্রিয়াটিকে মিশ্র অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া বলা হয়। অংশগ্রহণকারী দুটো যৌগেই যদি α-হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান থাকে তবে মোট চারটি বিক্রিয়াজাত পদার্থের মিশ্রণ পাওয়া যায়। ইথান্যাল এবং প্রোপান্যালের মিশ্রণের অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়ার সাহায্যে ঘটনাটি নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল।

$$CH_3CHO + CH_3CH_2CHO \xrightarrow[2.\ \Delta]{1.\ NaOH} CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO + CH_3CH_2\text{-}CH{=}C(CH_3)\text{-}CHO$$

বিউট-2-ইন্যাল (2 অণু ইথান্যাল থেকে); 2- মিথাইল পেন্ট -2- ইন্যাল (2 অণু প্রোপান্যাল থেকে)

সরল বা নিজস্ব অ্যালডল বিক্রিয়াজাত পদার্থ

+

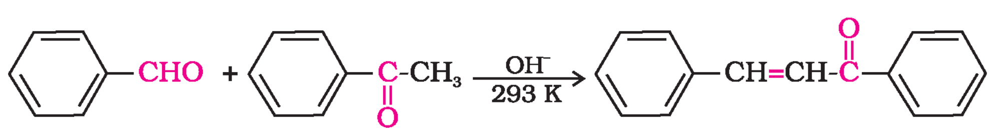
$$CH_3\text{-}CH{=}C(CH_3)\text{-}CHO \quad + \quad CH_3CH_2\text{-}CH{=}CHCHO$$

2-মিথাইল বিউট-2- ইন্যাল; পেন্ট -2- ইন্যাল

এক অণু ইথান্যাল এবং এক অণু প্রোপান্যাল থেকে

মিশ্র অ্যালডল বিক্রিয়াজাত পদার্থ

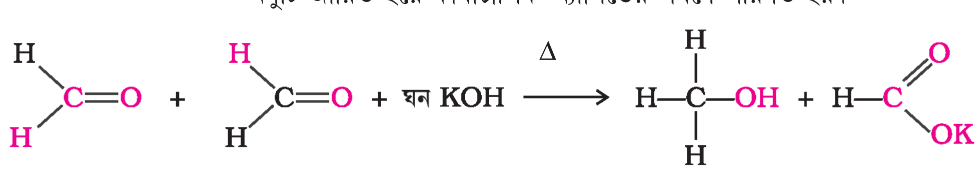
মিশ্র অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়াতে কিটোনসমূহকেও বিক্রিয়া মিশ্রণের একটি উপাদান হিসেবে ব্যবহার করা যায়।



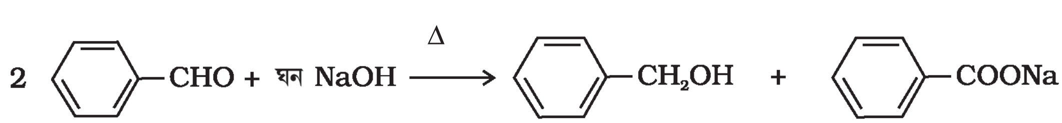
1, 3- ডাইফিনাইলপ্রোপ -2-ইন-1-ওন
(বেঞ্জাল অ্যাসিটোফেনোন)
(মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ)

5. *অন্যান্য বিক্রিয়াসমূহ (Other reactions)*

(*i*) ***ক্যানিজারো বিক্রিয়া :*** ঘন ক্ষারসহ α-হাইড্রোজেন পরমাণুবিহীন অ্যালডিহাইডসমূহকে উত্তপ্ত করলে স্বতঃ জারণ এবং বিজারণ (অসমঞ্জস) বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। এই বিক্রিয়াটিতে এক অণু অ্যালডিহাইড বিজারিত হয়ে অ্যালকোহলে পরিণত হয় কিন্তু অ্যালডিহাইডের অপর অণুটি জারিত হয়ে কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের লবণে পরিণত হয়।

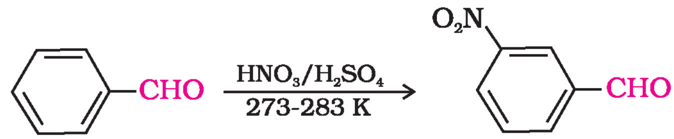


ফরম্যালডিহাইড; মিথাইল; পটাশিয়াম ফরমেট



বেঞ্জালডিহাইড; বেঞ্জাইল অ্যালকোহল; সোডিয়াম বেঞ্জোয়েট

(*ii*) ***ইলেকট্রনসন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া :*** অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ বেঞ্জিন বলয়ের মধ্যে ইলেকট্রনসন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করতে পারে এবং এক্ষেত্রে কার্বনিলমূলকটি সক্রিয়তা হ্রাসকারী এবং মেটানির্দেশমূলক হিসেবে কাজ করে।



বেঞ্জালডিহাইড　　　　　　　　*m*- নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইড

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

12.4 নিউক্লিয়াসসন্ধানী (নিউক্লিওফিলিক) যুত বিক্রিয়ার প্রতি ক্রমবর্ধমান সক্রিয়তা অনুযায়ী নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে সজ্জিত করো :

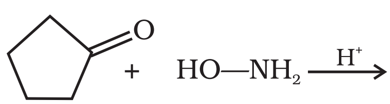
(i) ইথান্যাল, প্রোপান্যাল, প্রোপানোন, বিউটানোন।

(ii) বেঞ্জালডিহাইড, P-টলোঅ্যালডিহাইড, *p*-নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইড, অ্যাসিটোফেনোন।

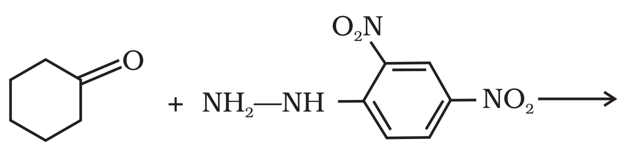
সংকেত : স্টেরিক প্রভাব এবং ইলেকট্রনিক প্রভাব বিষয়গুলো বিবেচনা করো।

12.5 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহের বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলো কী হবে বলে তুমি মনে কর :

(i)

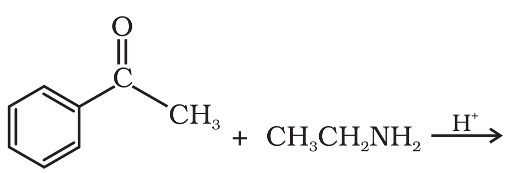


(ii)



(iii) $$R\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO \quad + \quad NH_2\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\text{-}NH\text{-}NH_2 \xrightarrow{H^+}$$

(iv)



12.5 অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের ব্যবহারিক প্রয়োগ

রাসায়নিক শিল্পকারখানাগুলোতে অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহ দ্রাবক, প্রারম্ভিক উপাদান এবং অন্যান্য দ্রব্যাদির সংশ্লেষণের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বিকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ফরম্যালিন (40%) দ্রবণ হিসেবে ফরম্যালডিহাইডের বেশ ভালো রকমের পরিচিত আছে যার সাহায্যে আমরা জীববিজ্ঞানের জৈব নমুনাগুলো (বাইলোজিক্যাল স্পেসিম্যান) সংরক্ষণ করতে পারি এবং এটি বেকেলাইট (এক ধরনের ফেনল-ফরম্যালডিহাই রেজিন), ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড গ্লু এবং অন্যান্য পলিমার জাতীয় দ্রব্যাদি প্রস্তুত করার জন্য ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিটিক অ্যাসিড, ইথাইল অ্যাসিটেট, ভিনাইল অ্যাসিটেট, পলিমারসমূহ এবং ড্রাগসমূহের প্রস্তুতিতে প্রারম্ভিক উপাদান হিসেবে মুখ্যত অ্যাসিট্যালডিহাইড ব্যবহৃত হয়। সুগন্ধি দ্রব্য (পারফিউম) প্রস্তুতিতে এবং রং (ডাই) শিল্পে বেঞ্জালডিহাইডের ব্যবহার আছে। অ্যাসিটোন এবং ইথাইল মিথাইল কিটোন হল শিল্পক্ষেত্রের প্রচলিত দ্রাবক পদার্থ। বিউটাইর‍্যালডিহাইড, ভ্যানিলিন, অ্যাসিটোফেনোন, কর্পূর ইত্যাদির মতো বহু অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ নিজেদের গন্ধ এবং স্বাদের জন্য বিশেষভাবে পরিচিত।

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ:

কার্বোক্সেল, –COOH কার্যকরী মূলক যুক্ত কার্বন ঘটিত যৌগসমূহকে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড বলা হয়। কার্বক্সিল মূলকটিতে একটি কার্বোনিল মূলক থাকে এবং এটি একটি হাইড্রোক্সিল মূলকের সাথে যুক্ত থাকে, তাই এর নাম কার্বোক্সিল। কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ অ্যালিফ্যাটিক (RCOOH) বা অ্যারোমেটিক (ArCOOH) দুই-ই হতে পারে এবং এটি নির্ভর করে কার্বোক্সিল মূলকের কার্বন পরমাণুর সাথে অ্যালিফ্যাটিক বা অ্যারোমেটিক কোন্ মূলকযুক্ত আছে, তার ওপর। বিশাল সংখ্যক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড প্রকৃতিতেই পাওয়া যায়। অ্যালিফিটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড পরিবারের কয়েকটি উচ্চ আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট সদস্য (C_{12} – C_{18}) ফ্যাটি অ্যাসিড নামে পরিচিত এবং প্রকৃতিজাত স্নেহ পদার্থের মধ্যে গ্লিসারলের এস্টাররূপে পাওয়া যায়। অ্যালডিহাইড, এস্টার, অ্যাসিড ক্লোরাইড, অ্যামাইড ইত্যাদির মতো অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ যৌগের প্রস্তুতিতে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ প্রারম্ভিক উপাদান রূপে কাজ করে।

12.6 কার্বোক্সিল মূলকের নামকরণ এবং গঠন

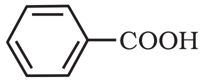
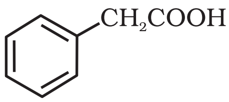
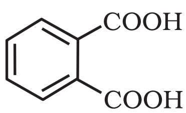
12.6.1 নামকরণ

প্রকৃতি থেকে প্রাপ্ত প্রাচীনতম জৈবযৌগের অন্তর্ভুক্ত হওয়ার ফলে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের একটি বড়ো অংশ তাদের প্রচলিত নাম দ্বারাই পরিচিত। তাদের প্রচলিত ইংরেজি নামটির শেষে *–ic* acid প্রত্যয় থাকে এবং এটি এদের প্রাকৃতিক উৎসের গ্রিক বা ল্যাটিন নাম থেকে নেওয়া হয়। উদাহরণস্বরূপ লাল পিঁপড়ে থেকে সর্বপ্রতম ফরমিক অ্যাসিড (HCOOH) (ল্যাটিন ভাষায় 'ফরমিকা' শব্দের অর্থ হল পিঁপড়ে), ভিনিগার (ল্যাটিন ভাষায় 'অ্যাসিটাম' শব্দের অর্থ হল ভিনিগার) থেকে অ্যাসিটিক অ্যাসিড, পঁচা মাখন (রেনসিড বাটার) থেকে বিউটাইরিক অ্যাসিড (ল্যাটিন শব্দ 'বিউটাইরাম'-এর অর্থ বাটার) পাওয়া গিয়েছিল।

ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতিতে সংশ্লিষ্ট অ্যালকেনের ইংরেজি নামের শেষের *'e'* -এর পরিবর্তে *oic acid* যোগ করে অ্যালিফিটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের নামকরণ করা হয়। কার্বন শৃঙ্খলের নম্বরিং-এর ক্ষেত্রে কার্বোক্সিল মূলকের কার্বন পরমাণুটিকে 1 নম্বর দেওয়া হয়। একাধিক কার্বোক্সিলমূলকযুক্ত যৌগগুলোর নামকরণের জন্য কার্বোক্সিল মূলকগুলোর কার্বন পরমাণু ব্যতীত বাকি অংশটিকে বাদ দিয়ে অ্যালকাইল শৃঙ্খলের নম্বরিং করা হয় এবং কার্বোক্সিল মূলকের সংখ্যা উল্লেখ করার জন্য ডাই, ট্রাই ইত্যাদির মতো বহুসংখ্যক প্রকাশক প্রত্যয় মূল অ্যালকিল শৃঙ্খলের সাথে যোগ করতে হয়। যেমন ডাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড, ট্রাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড ইত্যাদি। –COOH মূলকগুলোর অবস্থান নির্দেশ করার জন্য বহুসংখ্যা প্রকাশক প্রত্যয়টির পূর্বে আরবীয় সংখ্যা ব্যবহার করা হয়। সারণি 12.3 তে কিছু সংখ্যক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড-এর প্রচলিত নাম এবং ইউপ্যাক (IUPAC) নাম সারিবদ্ধ করা হল।

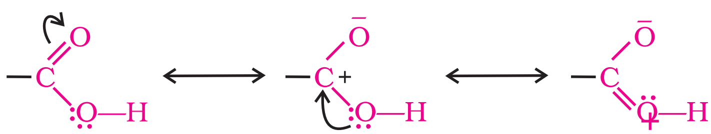
সারণি 12.3 কিছু সংখ্যক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের নাম এবং গঠন

গঠন	প্রচলিত নাম	ইউপ্যাক নাম
HCOOH	ফরমিক অ্যাসিড	মিথানেয়িক অ্যাসিড
CH_3COOH	অ্যাসিটিক অ্যাসিড	ইথানোয়িক অ্যাসিড
CH_3CH_2COOH	প্রোপিওনিক অ্যাসিড	প্রোপ্রানোয়িক অ্যাসিড
$CH_3CH_2CH_2COOH$	বিউটাইরিক অ্যাসিড	বিউটানোয়িক অ্যাসিড
$(CH_3)_2CHCOOH$	আইসোবিউটাইরিক অ্যাসিড	2-মিথাইল প্রোপানোয়িক অ্যাসিড
HOOC-COOH	অক্সালিক অ্যাসিড	ইথেন ডাইওয়িক অ্যাসিড
HOOC-CH_2-COOH	ম্যালোনিক অ্যাসিড	প্রোপেন ডাই ওয়িক অ্যাসিড
HOOC-$(CH_2)_2$-COOH	সাক্সিনিক অ্যাসিড	বিউটেন ডাইওয়িক অ্যাসিড
HOOC-$(CH_2)_3$-COOH	গ্লুটারিক অ্যাসিড	পেন্টেন ডাইওয়িক অ্যাসিড
HOOC-$(CH_2)_4$-COOH	অ্যাডিপিক অ্যাসিড	হেক্সেন ডাইওয়িক অ্যাসিড
HOOC-CH_2-CH(COOH)-CH_2-COOH	ট্রাইকার্বালাইলিক অ্যাসিড বা কার্বালাইলিক অ্যাসিড	প্রোপেন-1, 2, 3-ট্রাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড

	বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড	বেঞ্জিন কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড (বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড)
	ফিনাইল অ্যাসিটিক অ্যাসিড	2-ফিনাইলইথানোয়িক অ্যাসিড
	থ্যালিক অ্যাসিড	বেঞ্জিন-1, 2-ডাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড

12.6.2 কার্বোক্সিল মূলকের গঠন

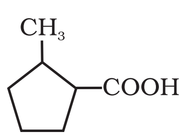
কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের কার্বোক্সিল মূলকের কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত বন্ধনগুলো একই তলে অবস্থান করে এবং বন্ধনগুলোর অন্তর্বর্তী কোণের মান প্রায় 120° হয়। নিম্নে প্রদর্শিত সম্ভাব্য সংস্পন্দন গঠনগুলোর জন্য কার্বোনিল মূলকের কার্বন পরমাণুর তুলনায় কার্বোক্সিল মূলকের কার্বন পরমাণুটির ইলেকট্রনআকর্ষি (ইলেকট্রোফিলিক) প্রবণতা অনেক কম হয়।

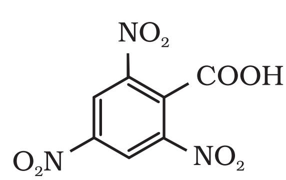


বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

12.6 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর ইউপ্যাক (IUPAC) নাম লেখো :

(i) $Ph\,CH_2CH_2COOH$ (ii) $(CH_3)_2C{=}CHCOOH$

(iii) 

(iv) 

12.7 কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের প্রস্তুতির পদ্ধতিসমূহ

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের প্রস্তুতির কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি হল—

1. প্রাইমারি অ্যালকোহল এবং অ্যালডিহাইড থেকে :

প্রশম, আম্লিক বা ক্ষারীয় মাধ্যমে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) অথবা পটাশিয়াম ড্রাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) এবং ক্রোমিয়াম ট্রাই অক্সাইড (CrO_3)-এর আম্লিক মাধ্যমের (জোনস বিকারক) মতো প্রচলিত জারকদ্রব্য দ্বারা প্রাইমারি অ্যালকোহলসমূহ সহজেই জারিত হয়ে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

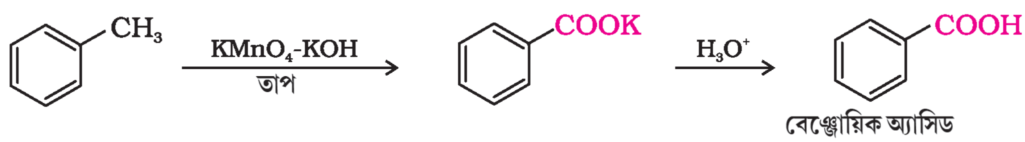
$$RCH_2OH \xrightarrow[2.\ H_3\overset{+}{O}]{1.\text{ক্ষারীয় } KMnO_4} RCOOH$$

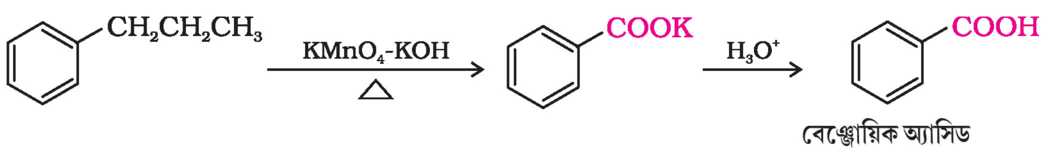
$$\underset{\text{1-ডেকানল}}{CH_3(CH_2)_8CH_2OH} \xrightarrow[\text{জোনস্ বিকারক}]{CrO_3\text{-}H_2SO_4} \underset{\text{ডেকানোয়িক অ্যাসিড}}{CH_3(CH_2)_8COOH}$$

মৃদু জারক দ্রব্য ব্যবহার করে অ্যালডিহাইড যৌগ থেকেও কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড তৈরি করা হয়। (অনুচ্ছেদ 12.4)।

2. *অ্যালকাইল বেঞ্জিনসমূহ থেকে*

অ্যালকাইল বেঞ্জিনসমূহকে ক্রোমিক অ্যাসিড অথবা আম্লিক বা ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটসহ তীব্রভাবে জারিত করে অ্যারোমেটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায়। সমস্ত পার্শ্বশৃঙ্খলটি কার্বোক্সিল মূলকে জারিত হয়, তা সেই পার্শ্বশৃঙ্খলটির দৈর্ঘ্য যাই হোক না কেন। প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যালকিল মূলকগুলো এভাবে জারিত হলেও টারসিয়ারি মূলক এই বিক্রিয়ায় সাড়া দেয় না। উপযুক্ত কিছু প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনসমূহও এই ধরণের জারকদ্রব্য দ্বারা জারিত হয়ে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে পরিণত হয় (দ্রষ্টব্য অধ্যায় 13, শ্রেণি XI)।



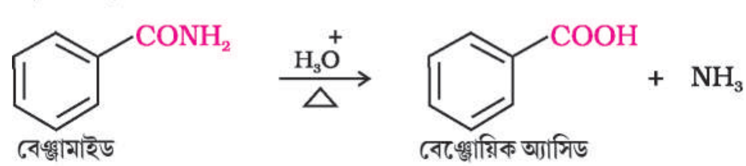


3. *নাইট্রাইল এবং অ্যামাইডসমূহ থেকে :*

H^+ বা $\bar{O}H$ অনুঘটকের উপস্থিতিতে নাইট্রাইলসমূহ প্রথমে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে অ্যামাইডে এবং এরপর অ্যাসিড যৌগে পরিণত হয়। বিক্রিয়াটিকে অ্যামাইড পর্যায়ে সীমাবদ্ধ রাখার জন্য মৃদু বিক্রিয়াকালীন শর্ত প্রয়োগ করা হয়।

$$R\text{-}CN \xrightarrow[H_2O]{\overset{+}{H}\text{ বা }\bar{O}H} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2 \xrightarrow[\Delta]{\overset{+}{H}\text{ বা }\bar{O}H} RCOOH$$

$$\underset{\text{ইথান্যামাইড}}{CH_3CONH_2} \xrightarrow[\Delta]{H_3\overset{+}{O}} \underset{\text{ইথানোয়িক অ্যাসিড}}{CH_3COOH} + NH_3$$



4. *গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে*

কার্বন ডাই অক্সাইড (শুষ্ক বরফ)-এর সাথে বিক্রিয়ায় গ্রিগনার্ড বিকারকসমূহ কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের লবণ তৈরি করে যাকে খনিজ অ্যাসিড দ্বারা অম্লীকৃত করলে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ পাওয়া যায়।

$$R\text{-}Mg\text{-}X + O{=}C{=}O \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} R-C(=O)O^-MgX^+ \xrightarrow{H_3O^+} RCOOH$$

আমরা জানি গ্রিগনার্ড বিকারক এবং নাইট্রাইলসমূহকে অ্যালকিল হ্যালাইডসমূহ থেকে (দ্রষ্টব্য অধ্যায় 10, শ্রেণি XII) তৈরি করা যায়। উপরের (3 এবং 4) পদ্ধতিগুলো অ্যালকাইল হ্যালাইডসমূহকে

সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করার ক্ষেত্রে খুবই উপকারী এবং এক্ষেত্রে উৎপন্ন কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে ব্যবহৃত অ্যালকিল হ্যালাইড থেকে একটি কার্বন পরমাণু বেশি থাকে (কার্বন শৃঙ্খলের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়)।

5. *অ্যাসাইল হ্যালাইড এবং অ্যানহাইড্রাইড সমূহ থেকে*

অ্যাসিড ক্লোরাইডসমূহকে জলসহ আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে অথবা ক্ষারকের জলীয় দ্রবণ দ্বারা আরও দ্রুত আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে কার্বোক্সিলেট আয়ন উৎপন্ন করে যাকে অম্লীকৃত করলে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ পাওয়া যায়। অন্যদিকে অ্যানহাইড্রাইডসমূহকে জল সহ আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ উৎপন্ন করে।

$$RCOCl \xrightarrow{H_2O} RCOOH + \bar{C}l$$

$$RCOCl \xrightarrow{\bar{O}H/H_2O} RCOO^- + \bar{C}l \xrightarrow{H_3O^+} RCOOH$$

$$(C_6H_5CO)_2O \xrightarrow{H_2O} 2\ C_6H_5COOH$$

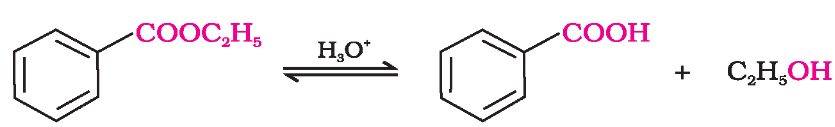
বেঞ্জোয়িক অ্যানহাইড্রাইড → বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড

$$C_6H_5COOCOCH_3 \xrightarrow{H_2O} C_6H_5COOH + CH_3COOH$$

বেঞ্জোয়িক ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড → বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড + ইথানোয়িক অ্যাসিড

6. *এস্টারসমূহ থেকে*

অম্লের উপস্থিতিতে আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে এস্টারসমূহ সরাসরি কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে কিন্তু ক্ষারকের উপস্থিতিতে আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে কার্বোক্সিলেট আয়ন উৎপন্ন করে, যাকে অম্লীকৃত করলে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



ইথাইল বেঞ্জোয়েট → বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড

$$CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5 \underset{}{\overset{NaOH}{\rightleftharpoons}} CH_3CH_2CH_2COONa + C_2H_5OH$$

$$CH_3CH_2CH_2COONa \xrightarrow{H_3O^+} CH_3CH_2CH_2COOH$$

ইথাইল বিউটানোয়েট → বিউটানোয়িক অ্যাসিড

নমুনা প্রশ্ন 12.5

নীচের রূপান্তরগুলো সংঘটিত করার জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো লেখো :

(i) বিউটেন -1-অল থেকে বিউটানোয়িক অ্যাসিড
(ii) বেঞ্জাইল অ্যালকোহল থেকে ফিনাইল ইথানোয়িক অ্যাসিড
(iii) 3-নাইট্রোব্রোমোবেঞ্জিন থেকে 3-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড
(iv) 4-মিথাইল অ্যাসিটোফেনোন থেকে বেঞ্জিন -1,4-ডাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড
(v) সাইক্লোহেক্সিন থেকে হেক্সেন-1,6-ডাই ওয়িক অ্যাসিড
(vi) বিউটান্যাল থেকে বিউটানোয়িক অ্যাসিড

সমাধান

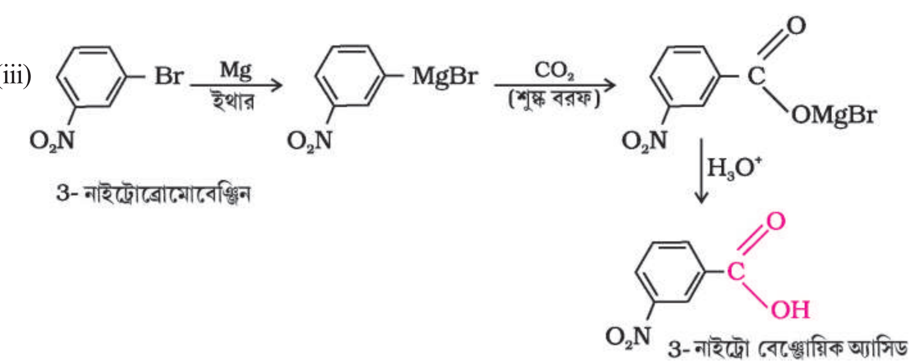
(i) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[\text{জোনস বিকারক}]{CrO_3\text{-}H_2SO_4} CH_3CH_2CH_2COOH$

বিউটান -1- অল → বিউটানোয়িক অ্যাসিড

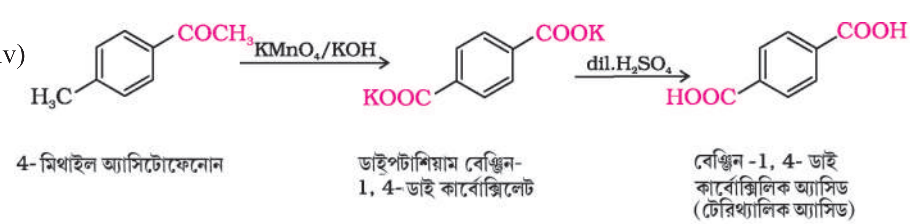
(ii) $C_6H_5CH_2OH \xrightarrow{HBr} C_6H_5CH_2Br \xrightarrow{KCN} C_6H_5CH_2CN \xrightarrow[\triangle]{H_3O^+} C_6H_5CH_2COOH$

বেঞ্জাইল অ্যালকোহল → বেঞ্জাইল ব্রোমাইড → বেঞ্জাইল সায়ানাইড → ফিনাইল ইথানোয়িক অ্যাসিড

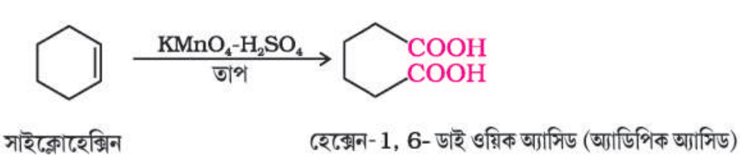
(iii)



(iv)



(v)



(vi) $CH_3CH_2CH_2CHO \xrightarrow[\text{(টলেন্স বিকারক)}]{\text{অ্যামোনিয়াযুক্ত } AgNO_3} CH_3CH_2CH_2COOH$

বিউটানল → বিউটানোয়িক অ্যাসিড

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

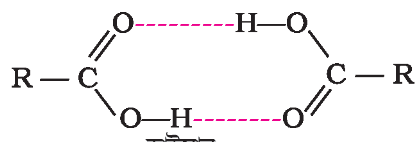
12.7 নীচের প্রত্যেকটি যৌগকে কীকরে বেঞ্জোয়িক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা যায় তা দেখাও।

(i) ইথাইল বেঞ্জিন (ii) অ্যাসিটোফেনোন

(iii) ব্রোমোবেঞ্জিন (iv) ফিনাইলইথিন (স্টাইরিন)

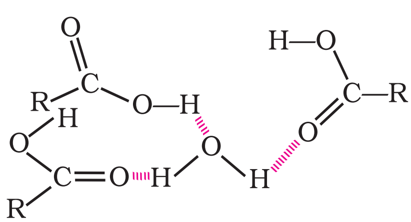
12.8 ভৌত ধর্মাবলি

নয়টি কার্বন পরমাণু পর্যন্ত অ্যালিফেটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ ঘরের তাপমাত্রায় দুর্গন্ধযুক্ত, বর্ণহীন তরল পদার্থ। উচ্চ আণবিক গুরুত্ব সম্পন্ন কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ মোমের ন্যায় কঠিন পদার্থ এবং কম উদ্বায়ী প্রকৃতির হওয়ায় বস্তুত গন্ধহীন হয়। তুল্য আণবিকগুরুত্বের অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং এমনকি অ্যালকোহলসমূহ থেকেও তরল কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের স্ফুটনাংক অপেক্ষাকৃত বেশি হয়। এর কারণ হল কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড অণুগুলোর আন্ত:আণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা ব্যাপক সংযুক্তিকরণ। এই সমস্ত হাইড্রোজেন বন্ধন এমনকি বাষ্পীয় দশাতেও সম্পূর্ণভাবে ভেঙে যায় না। প্রকৃতপক্ষে বেশিরভাগ কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড বাষ্পীয় দশায় বা প্রোটনযুক্ত দ্রাবকে ডাইমাররূপে অবস্থান করে।



বাষ্পীয় দশায় বা প্রোটনযুক্ত দ্রাবকে

চারটি পর্যন্ত কার্বন পরমাণুসম্বন্বিত সরল কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে বলে জলের মধ্যে মিশে যেতে পারে। কার্বন পরমাণুর সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে জলের মধ্যে দ্রাব্যতা ক্রমশ কমতে থাকে। উচ্চ আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডগুলোতে হাইড্রোকার্বন অংশগুলোর জলবিকর্ষী মিথষ্ক্রিয়া বৃদ্ধি পায় বলে প্রকৃতপক্ষে এরা জলে অদ্রবণীয় হয়। সরলতম অ্যারোমেটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডটি হল বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড এবং ঠান্ডা জলে প্রায় দ্রবীভূত হয় না। বেঞ্জিন, ইথার, অ্যালকোহল, ক্লোরোফর্ম-এর মতো অপেক্ষাকৃত কম ধ্রুবীয় প্রকৃতির দ্রাবকের মধ্যেও কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ দ্রবীভূত হয়।



RCOOH এর সাথে H_2O -এর হাইড্রোজেন বন্ধন

12.9 রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড বিক্রিয়াসমূহকে নিম্নলিখিত উপায়ে ভাগ করা যায়:

12.9.1 O–H বন্ধন বিভাজন দ্বারা সংঘটিত বিক্রিয়া সমূহ

অম্ল বা আম্লিক চরিত্র

ধাতু এবং ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়াসমূহ

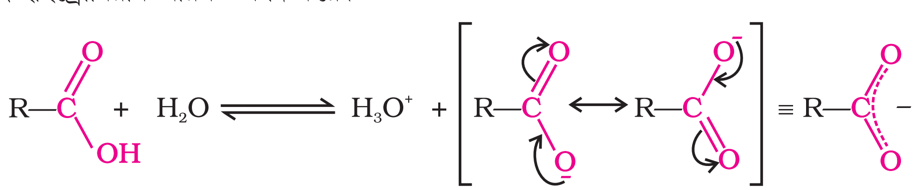
তড়িৎধনাত্মক ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলের মতো কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহও হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত করে এবং ফেনলসমূহের মতো ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় লবণ তৈরি করে। যদিও কার্বোনেট এবং হাইড্রোজেন কার্বোনেটের মতো দূর্বল ক্ষারকের সঙ্গে ফেনলসমূহ বিক্রিয়া সংঘটিত না করলেও এরা কিন্তু বিক্রিয়া সংঘটিত করে এবং কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস নির্গত করে। কোনো জৈবযৌগে কার্বোক্সিল মূলকের উপস্থিতি নির্ণয় করার জন্য এই বিক্রিয়াটি ব্যবহার করা হয়।

$$2R\text{-}COOH + 2Na \longrightarrow \underset{\text{সোডিয়াম কার্বোক্সিলেট}}{2R\text{-}CO\bar{O}Na^+} + H_2$$

$$R\text{-}COOH + NaOH \longrightarrow R\text{-}CO\bar{O}Na^+ + H_2O$$

$$R\text{-}COOH + NaHCO_3 \longrightarrow R\text{-}CO\bar{O}Na^+ + H_2O + CO_2$$

জলের মধ্যে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ বিভাজিত হয়ে সংস্পন্দন স্থায়িত্বযুক্ত কার্বোক্সিলেট অ্যানায়ন এবং হাইড্রোনিয়াম আয়ন উৎপন্ন করে।



উপরের বিক্রিয়াটির জন্য :

$$K_{eq} = \frac{[H_3\overset{+}{O}]\,[RCO\overset{-}{O}]}{[H_2O]\,[RCOOH]} \qquad K_a = K_{eq}\,[H_2O] = \frac{[H_3\overset{+}{O}]\,[RCO\overset{-}{O}]}{[RCOOH]}$$

যেখানে K_{eq} হল সাম্য ধ্রুবক এবং K_a হল অ্যাসিডের বিয়োজক ধ্রুবক।

মনে রাখা দরকার অ্যাসিডের শক্তিমাত্রা সাধারণত এর pK_a মানের সাহায্যে নির্দেশ করা হয়, K_a মানের সাহায্যে নয়।

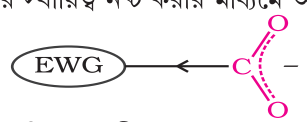
$$pK_a = -\log K_a$$

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের pK_a মান হল –7.0 কিন্তু ট্রাইফ্লুরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড (সবচাইতে শক্তিশালী কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড), বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিড-এর pK_a মান যথাক্রমে 0.23, 4.19 এবং 4.76।

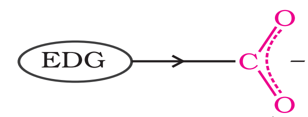
pK_a মান হ্রাস পেলে অ্যাসিডের শক্তিমাত্রা বৃদ্ধি পায় (অধিকতর সহজে প্রোটনদান করতে পারে)। তীব্র অ্যাসিডগুলোর $pK_a < 1$ হয়, যে সকল অ্যাসিডের pK_a মান 1 থেকে 5-এর মধ্যে হয় তাদের মাঝারি পর্যায়ের শক্তিশালী অ্যাসিড বলে মনে করা হয়, দুর্বল অ্যাসিডসমূহের pK_a মান 5 থেকে 15 -এর মধ্যে হয় এবং অত্যন্ত দুর্বল অ্যাসিডসমূহের ক্ষেত্রে $pK_a > 15$ হয়।

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ খনিজ অ্যাসিড থেকে দুর্বল প্রকৃতির হয় কিন্তু অ্যালকোহলসমূহ এবং বহু সংখ্যক সরল ফেনল (ইথানলের pK_a ~16 এবং ফেনলের pK_a ~10) থেকে এদের অম্লত্ব বেশি হয়। প্রকৃতপক্ষে এতদিন ধরে তোমরা যে সকল জৈবযৌগের কথা জেনেছ তাদের মধ্যে এতদিন ধরে তোমরা যে সকল জৈব যৌগের কথা জেনেছ তাদের মধ্যে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের অম্লত্ব বা আম্লিক চরিত্র সবচাইতে বেশি। তোমরা এরমধ্যেই জেনে গেছ কেন ফেনলসমূহের আম্লিক চরিত্র অ্যালকোহলসমূহ থেকে বেশি হয়। ফেনলসমূহ থেকে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের আম্লিক চরিত্র বেশি হওয়ার কারণও একইভাবে জানা সম্ভব। কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে অনুবন্ধী ক্ষারক কার্বোক্সিলেট আয়নটি দুটো সমতুল্যাংকের সংস্পন্দন গঠন দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করে। যেখানে ঋনাত্মক আধানটি অধিক তড়িৎঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুতে অবস্থান করে। ফেনলের ক্ষেত্রে অনুবন্ধী ক্ষারক ফেনোক্সাইড আয়নের সংস্পন্দন গঠনগুলো অ-সমতুল্য এবং এক্ষেত্রে ঋণাত্মক আধানটি অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎ ঋণাত্মক কার্বন পরমাণুতে অবস্থান করে। তাই কার্বোক্সিলেট আয়নের সংস্পন্দন যতটা গুরুত্ব রাখে, ফেনোক্সাইড আয়নের ক্ষেত্রে ততটা গুরুত্ব রাখে না। এছাড়াও কার্বোক্সিলেট আয়নের ঋণাত্মক আধানটি দুটো তড়িৎঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে সঞ্চরণশীল থাকে কিন্তু ফেনোক্সাইড আয়নের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক আধানটি একটি অক্সিজেন পরমাণু এবং একটি অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎঋণাত্মক কার্বন পরমাণুর মধ্যে সঞ্চরণশীল থাকে বলে সংস্পন্দনের ক্ষেত্রে কার্যকারিতা অনেক কম হয় (অধ্যায় 11, শ্রেণি XII)। অর্থাৎ কার্বোক্সিলেট আয়নের স্থায়িত্ব ফেনোক্সাইড আয়ন থেকে বেশি হয়, তাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের আম্লিক চরিত্র ফেনলসমূহ থেকে অনেক বেশি হয়।

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের আম্লিক চরিত্রের ওপর প্রতিস্থাপক পরমাণু বা মূলকের প্রভাব: প্রতিস্থাপক পরমাণু বা মূলকগুলো অনুবন্ধী ক্ষারকের স্থায়িত্বকে প্রভাবিত করে, তাই এরা কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের আম্লিক চরিত্রকেও প্রভাবিত করে। ইলেকট্রন নিষ্কাশনকারী মূলক (ইলেকট্রন উইথড্রয়িং গ্রুপ) গুলো আবেশিত প্রভাব বা সংস্পন্দন প্রভাব দ্বারা ঋণাত্মক আধানটির সঞ্চরণশীলতা (ডিলোকালাইজেশন) বৃদ্ধি করে এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড অনুবন্ধী ক্ষারকটির স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করার মাধ্যমে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের অম্লত্ব বৃদ্ধি করে। বিপরীতক্রমে ইলেকট্রনদাতা মূলকগুলো অনুবন্ধী ক্ষারকটির স্থায়িত্ব নষ্ট করার মাধ্যমে অম্লত্ব হ্রাস করে।



ইলেকট্রন নিষ্কাশনকারী মূলক (EWG) কার্বোক্সিলেট অ্যানায়নের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করে এবং অ্যাসিডের শক্তিমাত্রা বৃদ্ধি করে।



ইলেকট্রন দাতা মূলক (EDG) কার্বোক্সিলেট অ্যানায়নের স্থায়িত্ব নষ্ট করে এবং অ্যাসিডের শক্তিমাত্রা হ্রাস করে।

নিম্নলিখিত মূলকগুলোর অ্যাসিডের শক্তিমাত্রা বৃদ্ধি করার উর্ধ্বক্রমটি হল

$Ph < I < Br < Cl < F < CN < NO_2 < CF_3$

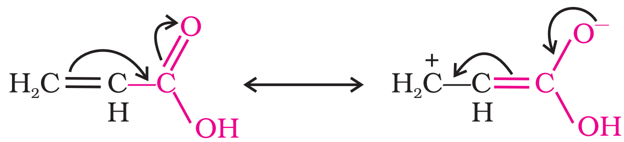
তাই নিম্নলিখিত অ্যাসিডসমূহের শক্তিমাত্রার ক্রমবর্ধমান ক্রমটি হবে (মান pK_a -এর ওপর ভিত্তি করে):

$CF_3COOH > CCl_3COOH > CHCl_2COOH > NO_2CH_2COOH > NC\text{-}CH_2COOH >$

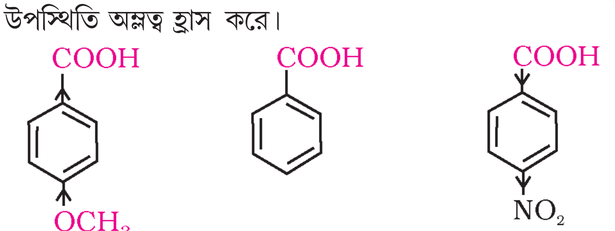
$FCH_2COOH > ClCH_2COOH > BrCH_2COOH > HCOOH > ClCH_2CH_2COOH >$
(ক্রমশ)

$C_6H_5COOH > C_6H_5CH_2COOH > CH_3COOH > CH_3CH_2COOH$
(ক্রমশ)

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের সঙ্গো ফিনাইল বা ভিনাইল মূলকের মতো মূলক সরাসরি যুক্ত থাকলে সংশ্লিষ্ট কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের অম্লত্ব বৃদ্ধি পায়, নিম্নে প্রদর্শিত সংস্পন্দন প্রভাব কিন্তু অম্লত্ব হ্রাসের একটি বিপরীত ধারণার অবতারণা করে:



এর কারণ হল কার্বোক্সিলিক মূলকের কার্বন পরমাণুটি এক্ষেত্রে অধিকতর তড়িৎঋণাত্মক sp^2 সংকরায়িত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। অ্যারোমেটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে ফিনাইল মূলকটিতে ইলেকট্রন নিষ্কাশনকারী মুলক উপস্থিত থাকলে এদের অম্লত্ব বৃদ্ধি পায় কিন্তু ইলেকট্রনদাতা মূলকের উপস্থিতি অম্লত্ব হ্রাস করে।

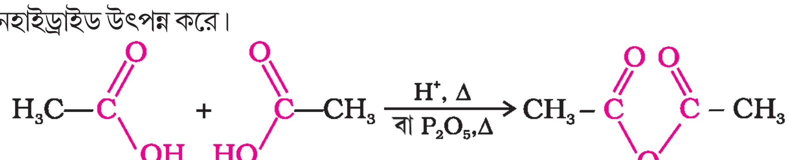


4-মিথোক্সি বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড ($pK_a = 4.46$) | বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড ($pK_a = 4.19$) | 4-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড ($pK_a = 3.41$)

12.9.2 C–OH বন্ধন বিভাজনের মাধ্যমে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ

1. *অ্যানহাইড্রাইড গঠন*

H_2SO_4-এর মতো খনিজ অ্যাসিড বা P_2O_5 সহ উত্তপ্ত করলে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ সংশ্লিষ্ট অ্যানহাইড্রাইড উৎপন্ন করে।



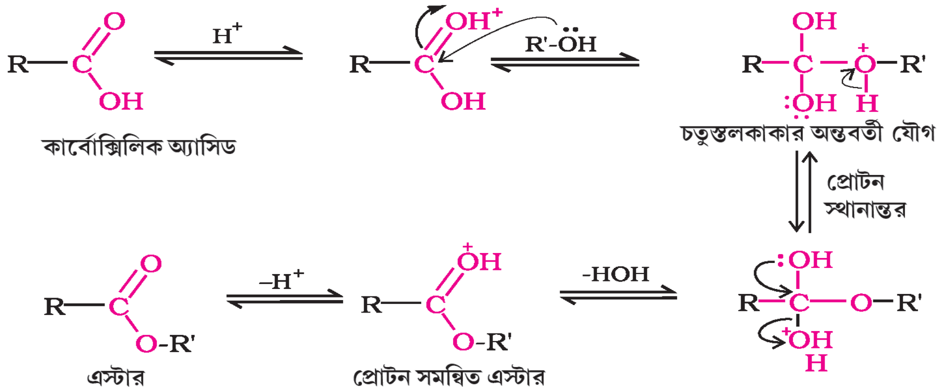
ইথানোয়িক অ্যাসিড | ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইড

2. *এস্টারিভবন*

ঘন H_2SO_4 মতো খনিজ অ্যাসিড বা HCl গ্যাসের মতো অনুঘটকের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল বা ফেনলসমূহের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ এস্টার উৎপন্ন করে।

$$RCOOH + R'OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} RCOOR' + H_2O$$

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের এস্টারিভবন বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল: অ্যালকোহলের সঙ্গে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের এস্টারিভবন বিক্রিয়াটি একধরনের নিউক্লিয়াসসন্ধানী (নিওক্লিওফিলিক) অ্যাসাইল প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। কার্বোনিল অক্সিজেন পরমাণুটিতে প্রোটন সংযুক্তিকরণের ফলে অ্যালকোহলের সঙ্গে নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করার জন্য কার্বনিলমূলকটিকে সক্রিয় করে তোলে। প্রোটন স্থানান্তরের ফলে চতুঃস্থলকাকার অন্তবর্তী যৌগটির হাইড্রোক্সিল মূলকটি $-\overset{+}{O}H_2$ মূলকে পরিবর্তিত হয় এবং এটি অপেক্ষাকৃত ভালো একটি নির্গমনশীল (লিভিং) মূলক হওয়ায় প্রশম জলের অনুরূপে সহজেই নির্গত হয়। এভাবে উৎপন্ন প্রোটন সমন্বিত এস্টারটি অবশেষে একটি প্রোটন ত্যাগ করে এবং এস্টার যৌগে পরিণত হয়।



3. PCl_5, PCl_3 এবং $SOCl_2$-এর সঙ্গে বিক্রিয়াসমূহ

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের হাইড্রোক্সিল মূলকটি অ্যালকোহলের অনুরূপ আচরণ করে এবং PCl_5, PCl_3 বা $SOCl_2$ এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় সহজেই ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। বিক্রিয়াটি সংঘটিত করার জন্য থায়োনিল ক্লোরাইড ($SOCl_2$) কে বেছে নেওয়া হয় কারণ $SOCl_2$-র ক্ষেত্রে অন্য যে দুটো বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন হয় এরা গ্যাসীয় পদার্থ হওয়ায় বিক্রিয়া মিশ্রণ থেকে নির্গত হয়ে যায় বলে উৎপন্ন এস্টারে বিশুদ্ধিকরন অপেক্ষাকৃত সহজ হয়।

$$RCOOH + PCl_5 \longrightarrow RCOCl + POCl_3 + HCl$$

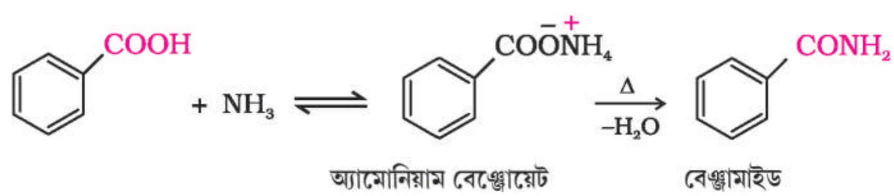
$$3RCOOH + PCl_3 \longrightarrow 3RCOCl + H_3PO_3$$

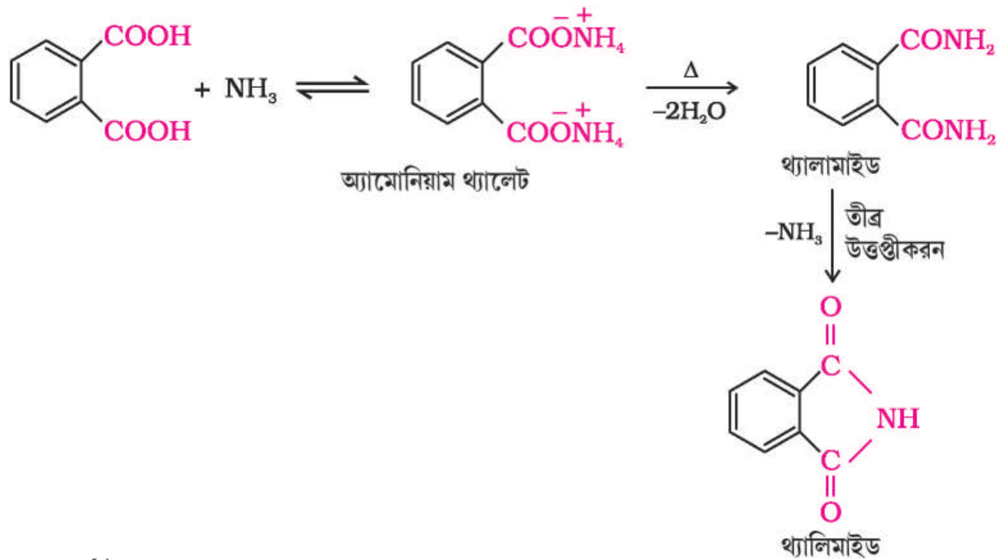
$$RCOOH + SOCl_2 \longrightarrow RCOCl + SO_2 + HCl$$

4. অ্যামোনিয়ার সঙ্গে বিক্রিয়া

অ্যামোনিয়ার সঙ্গে বিক্রিয়ায় কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ অ্যামোনিয়াম লবণ উৎপন্ন করে, উৎপন্ন যৌগকে উচ্চ উষ্ণতায় আবারো উত্তপ্ত করলে অ্যামাইড যৌগ উৎপন্ন হয়। উদাহরণস্বরূপ:

$$CH_3COOH + NH_3 \rightleftharpoons \underset{\text{অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট}}{CH_3CO\overset{-}{O}\overset{+}{N}H_4} \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} \underset{\text{অ্যাসিটেম্যাইড}}{CH_3CONH_2}$$





12.9.3 –COOH-মূলকে সংঘটিত বিক্রিয়া সমূহ

1. *বিজারণ*

লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বা ডাইবোরেন দ্বারা আরো সহজে বিজারিত হয়ে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ প্রাইমারি অ্যালকোহলে পরিণত হয়। ডাইবোরেন সাধারণত এস্টার, নাইট্রো, হ্যালো ইত্যাদির মতো কার্যকরী মূলকদের বিজারিত করে না। সোডিয়াম বোরোহাইড্রাইড কার্বোক্সিল মূলককে বিজারিত করে না।

$$\text{R-COOH} \xrightarrow[\text{(ii) } H_3O^+]{\text{(i) } LiAlH_4/\text{ ইথার} \quad \text{or } B_2H_6} \text{R-}CH_2OH$$

2. *ডিকার্বোক্সিলেশন*

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণকে সোডিলাইম (NaOH এবং CaO-এর 3:1 আনুপাতিক মিশ্রণ) সহ উত্তপ্ত করলে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড থেকে কার্বন ডাই অক্সাইড মুক্ত হয়ে হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি ডিকার্বোক্সিলেশন বিক্রিয়া নামে পরিচিত।

$$\text{R-COONa} \xrightarrow[\text{তাপ}]{\text{NaOH এবং CaO}} \text{R-H} + Na_2CO_3$$

কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের ক্ষার ধাতুর লবণের জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে ডিকার্বোক্সিলেশন সংঘটিত হয় এবং কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের অ্যালকিল মূলকটিতে যত সংখ্যক কার্বন পরমাণু থাকে তার দ্বিগুণ সংখ্যক কার্বন পরমাণু সমন্বিত হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি কোলবে-তড়িৎ বিশ্লেষণ নামে পরিচিত (অধ্যায় 13, শ্রেণি XII)।

12.9.4 হাইড্রোকার্বন অংশটিতে সংঘটিত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াসমূহ

1. *হ্যালোজেন সংযোজন*

সামান্য পরিমাণ লাল ফসফরাসের উপস্থিতিতে ক্লোরিন বা ব্রোমিনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় α–হাইড্রোজেন পরমাণু সম্বন্ধিত কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের α–অবস্থানে হ্যালোজেন পরমাণুর সংযোজন ঘটে এবং α–হ্যালোকার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি হেল-ভোলার্ড জেলিন্সিকি বিক্রিয়া নামে পরিচিত।

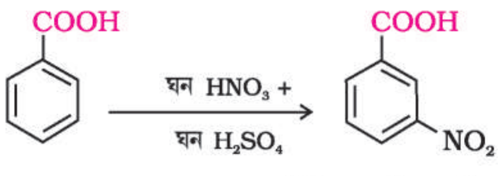
$$\text{R-}CH_2\text{-COOH} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } X_2/\text{ লাল ফসফরাস}} \text{R-}\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{\text{CH}}}\text{-COOH}$$

X = Cl, Br

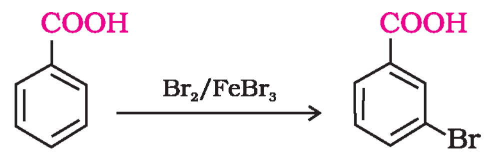
α –হ্যালোকার্বোক্সিলিক অ্যাসিড

2. *বলয়ে সংঘটিত প্রতিস্থাপন*

অ্যারোমেটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ ইলেকট্রনসন্ধানী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করে, এক্ষেত্রে কার্বোক্সিল মূলকটি সক্রিয়তাহ্রাসকারী এবং মেটা নির্দেশক মূলক হিসেবে কাজ করে। যদিও এরা ফ্রিডেল-ক্র্যাফট বিক্রিয়া সংঘটিত করতে পারে না (কারণ কার্বোক্সিল মূলকটি একটি সক্রিয়তা হ্রাসকারী মূলক এবং অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (লুইস অ্যাসিড) অনুঘটকটি কার্বোক্সিল মূলকের সঙ্গে বন্ধনে আবদ্ধ হয়)।



m-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড



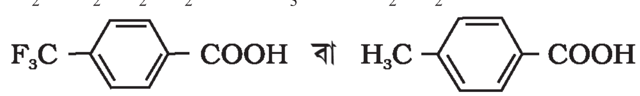
m-ব্রোমোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

12.8 নিম্নে প্রদত্ত অ্যাসিড জোড়গুলোর মধ্যে কোন্‌টির তীব্রতা বেশি বলে তোমার মনে হয়?

(i) CH_3CO_2H বা CH_2FCO_2H (ii) CH_2FCO_2H বা CH_2ClCO_2H

(iii) $CH_2FCH_2CH_2CO_2H$ বা $CH_3CHFCH_2CO_2H$

(iv) 

12.10 কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের ব্যবহার

রাবার, বয়নশিল্পে, রং শিল্পে, চর্মশিল্পে এবং তড়িৎলেপন কারখানায় মিথানোয়িক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়। ইথানোয়িক অ্যাসিড দ্রাবক রূপে এবং ভিনিগাররূপে খাদ্য প্রস্তুতি এবং প্রক্রিয়াকরণ শিল্পে ব্যবহৃত হয়। হেক্সেনডাইওয়িক অ্যাসিড নাইলন- 6, 6 উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। বেঞ্জোয়িক অ্যাসিডের এস্টারসমূহ সুগন্ধী প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম বেঞ্জোয়েট খাদ্য সংরক্ষক রূপে ব্যবহৃত হয়। উচ্চ আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট ফ্যাটি অ্যাসিডসমূহ সাবান এবং ডিটারজেন্ট প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

সারাংশ

অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বোক্সলিক অ্যাসিডসমূহ হল কার্বনিল মূলক সম্বন্ধিত কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ জৈবযৌগের শ্রেণি। এগুলো উচ্চ ধ্রুবীয় প্রকৃতির অণু। তাই এদের স্ফুটন হাইড্রোকার্বন থেকে এবং ইথারের মতো সম আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট যৌগ থেকে উচ্চ তাপমাত্রায় সংঘটিত হয়। শ্রেণির প্রথম দিকের সদস্যগুলো জলে অধিক দ্রাব্য হয় কেন না এরা জলের অণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন তৈরি করতে পারে। উচ্চ আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট সদস্যগুলোর জলবিকর্ষী কার্বন শৃঙ্খলটির দৈর্ঘ্য বড়ো হওয়ায় এরা জলে দ্রবীভূত হয় না কিন্তু প্রচলিত জৈব দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। প্রাইমারি অ্যালকোহলসমূহে হাইড্রোজেন সংযোজন (হাইড্রোজেনেশন) করে অথবা নিয়ন্ত্রিত জারণের ফলে এবং অ্যাসাইল হ্যালাইডসমূহের নিয়ন্ত্রিত বা নির্বাচিত (সিলেকটিভ) বিজারণ দ্বারা অ্যাডিহাইডসমূহ প্রস্তুত করা যায়। অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডসমূহকেও জারণ পদ্ধতির সাহায্যে প্রস্তুত করা যায়, যেমন- (i) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের উপস্থিতিতে মিথাইল বেঞ্জিনকে ক্রোমিল ক্লোরাইড বা CrO_3 দ্বারা জারিত করে, (ii) অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে কার্বন মনোঅক্সাইড এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা অ্যারিনসমূহের ফরমাইলেশনের ফলে এবং (iii) কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্বারা জারিত করে অথবা বেঞ্জাইল ক্লোরাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে। সেকেন্ডারি অ্যালকোহলসমূহের জারণ দ্বারা এবং অ্যালকাইনসমূহে জলযোজন দ্বারা কিটোন প্রস্তুত করা হয়। অ্যাসাইলক্লোরাইডের সাথে ডাইঅ্যালকাইল ক্যাডমিয়াম-এর বিক্রিয়ার দ্বারাও কিটোন প্রস্তুত করা যায়। অ্যারোমেটিক কিটোন প্রস্তুত করার একটি সহজ পদ্ধতি হল অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন এবং অ্যাসাইল ক্লোরাইড বা অ্যানহাইড্রাইডসমূহের মধ্যে ফ্রিডিল-ক্র্যাফট-অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া সংঘটিত করা। অ্যালকিনসমূহের ওজোনোলিসিস করে অ্যালডিহাইড এবং কিটোন এর উভয়কেই প্রস্তুত করা যায়। HCN, $NaHSO_3$ অ্যালকোহলসমূহ (বা ডাইঅলসমূহ), অ্যামোনিয়া জাতক এবং গ্রিগনার্ড বিকারকের মতো বহুসংখ্যক নিউক্লিয়াসন্ধানী বিকারক দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনসমূহ তাদের কার্বনিল মূলককে নিউক্লিয়াসসন্ধানী সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করতে পারে। অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের α—হাইডোজেন পরমাণুগুলো আম্লিক চরিত্রের হয়। একারণেই অন্ততপক্ষে একটি কার α—হাইড্রোজেন পরমাণু সম্বন্ধিত

অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ ক্ষারকের উপস্থিতিতে অ্যালডল সংঘনন (কনডেনসেশন) বিক্রিয়া সংঘটিত করে এবং যথাক্রমে α– হাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড (অ্যালডল) এবং α–হাইড্রোক্সিকিটোনসমূহ (কিটল) উৎপন্ন করে। α–হাইড্রোজেন পরমাণুবিহীন অ্যালডিহাইডসমূহ ঘন ক্ষারকের উপস্থিতিতে ক্যান্নিজারো বিক্রিয়া সংঘটিত করে। $NaBH_4$, $LiAlH_4$ দ্বারা বা অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সংযোজন দ্বারা অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহ অ্যালকোহলে বিজারিত হয়। ক্লিমেনশন বিজারণ বা উলফ-কিশনার বিজারণ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালডিহাইড বা কিটোনসমূহের কার্বনিল মূলকটিকে বিজারিত করে মিথাইলিন মূলকে পরিণত করা যায়। টলেন্স বিকারক এবং ফেলিং বিকারকের মতো মৃদু জারক দ্রব্য দ্বারা অ্যালডিহাইড সমূহকে জারিত করে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড তৈরি করা যায়। কিটোনসমূহের সাথে অ্যালডিহাইডের পার্থক্য নিরূপণের জন্য এই ধরনের জারণ বিক্রিয়াসমূহ ব্যবহার করা হয়। প্রাইমারি অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড এবং অ্যালকিনসমূহের জারন দ্বারা, নাইট্রাইলসমূহের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা এবং গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে কার্বন ডাই অক্সাইডের বিক্রিয়া দ্বারা কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। অ্যালকাইল বেঞ্জিনসমূহের পার্শ্বশৃঙ্খলের জারণের ফলেও অ্যারোমেটিক কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড তৈরি করা যায়। কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহের অম্লধর্ম অ্যালকোহলসমূহ এবং বেশিরভাগ সরল ফেনলসমূহ থেকে বেশি হয়। $LiAlH_4$ দ্বারা বা ডাইবোরেনের ইথার দ্রবণ দ্বারা আরো সহজে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডসমূহ প্রাইমারি অ্যালকোহলে বিজারিত হয় এবং লাল ফসফরাসের উপস্থিতেতে Cl_2 এবং Br_2 দ্বারা α–হ্যালোজেন সংযোজন বিক্রিয়া সংঘটিত করে (হেল-ভোলার্ড জেলনিস্কি বিক্রিয়া)। মিথান্যাল, ইথান্যাল, প্রোপানোন, বেঞ্জালডিহাইড, ফরমিক অ্যাসিড,অ্যাসেটিক অ্যাসিড এবং বেঞ্জোয়িক অ্যাসিডের শিল্পক্ষেত্রে বহুল ব্যবহার রয়েছে।

অনুশীলনী

12.1 নিম্নলিখিত বিষয়গুলো দ্বারা কী বোঝায়? প্রত্যেকটি বিষয়ের একটি করে বিক্রিয়ার উদাহরণ দাও।

(i) সায়ানোহাইড্রিন (ii) অ্যাসিটাল (iii) সেমিকার্বাজোন
(iv) অ্যালডল (v) হেমিঅ্যাসিটাল (vi) অক্সিম
(vii) কিটাল (vii) ইমিন (ix) 2,4-DNP-জাতক
(x) শিফ্‌স ক্ষারক

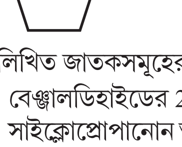
12.2 ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত যৌগগুলোর নামকরণ করো :

(i) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CHO$ (ii) $CH_3CH_2COCH(C_2H_5)CH_2CH_2Cl$
(iii) $CH_3CH{=}CHCHO$ (iv) $CH_3COCH_2COCH_3$
(v) $CH_3CH(CH_3)CH_2C(CH_3)_2COCH_3$ (vi) $(CH_3)_3CCH_2COOH$
(vii) $OHCC_6H_4CHO$-*p*

12.3 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর গঠনসংকেত লেখো:

(i) 3-মিথাইল বিউটান্যাল (ii) *p*- নাইট্রোপ্রোপিওফেনোন
(iii) *p*-মিথাইল বেঞ্জালডিহাইড (iv) 4-মিথাইলপেন্ট-3-ইন-2-ওন
(v) 4-ক্লোরোপেন্টান-2-ওন (vi) 3-ব্রোমো-4-ফিনাইল পেন্টানোয়িক অ্যাসিড
(vii) *p,p'*-ডাইহাইড্রোক্সি বেঞ্জোফোনোন (viii) হেক্স-2-ইন-4-আইনওয়িক অ্যাসিড

12.4 নিম্নলিখিত অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের ইউপ্যাক (IUPAC) নামকরন কর। সম্ভব হলে প্রচলিত নামগুলোও লেখো।

(i) $CH_3CO(CH_2)_4CH_3$ (ii) $CH_3CH_2CHBrCH_2CH(CH_3)CHO$
(iii) $CH_3(CH_2)_5CHO$ (iv) Ph-CH=CH-CHO
(v) 

(vi) PhCOPh

12.5 নিম্নলিখিত জাতকসমূহের গঠনসংকেত লেখো।

(i) বেঞ্জালডিহাইডের 2,4-ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজোন
(ii) সাইক্লোপ্রোপানোন অক্সিম
(iii) অ্যাসিট্যালডিহাইড ডাই মিথাইল অ্যাসিটাল
(iv) সাইক্লোবিউটানোনের সেমিকার্বাজোন
(v) হেক্সান -3-ওন-এর ইথাইলিন কিটোন
(vi) ফরম্যালডিহাইডের মিথাইল হেমিঅ্যাসিটাল

12.6 নিম্নলিখিত বিকারকগুলোর সাথে সাইক্লোহেক্সেন কার্বালডিহাইডের বিক্রিয়ায় সম্ভাব্য বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলো কী হতে পারে বলে তোমাদের মনে হয়?

(i) PhMgBr এবং এরূপ H_3O^+ (ii) টলেন্সের বিকারক
(iii) সেমিকার্বাজাইড এবং মৃদু অ্যাসিড (iv) অতিরিক্ত ইথানল এবং অ্যাসিড
(v) জিঙ্ক পারদ সংকর এবং লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড

12.7 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর মধ্যে কোন্‌টি অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়া সংঘটিত করবে, কোন্‌টি ক্যান্নিজারো বিক্রিয়া সংঘটিত করবে এবং কোন্‌টি কোনোটাই সংঘটিত করবে না? অ্যালডল সংঘনন এবং ক্যান্নিজারো বিক্রিয়ার সম্ভাব্য বিক্রিয়াজাত পদার্থের গঠনসংকেত লেখো।

(i) মিথান্যাল (ii) 2-মিথাইলপেন্টান্যাল (iii) বেঞ্জালডিহাইড
(iv) বেঞ্জোফেনোন (v) সাইক্লোহেক্সানোন (vi) 1-ফিনাইল প্রোপানোন
(vii) ফিনাইল অ্যাসিট্যালডিহাইড (viii) বিউটান-1-অল (ix) 2,2-ডাইমিথাইল বিউটান্যাল।

12.8 ইথান্যালকে কীভাবে নিম্নলিখিত যৌগগুলোতে রূপান্তরিত করবে?

(i) বিউটেন-1,3-ডাই অল (ii) বিউট-2-ইন্যাল (iii) বিউট-2-ইনোয়িক অ্যাসিড

12.9 প্রোপান্যাল এবং বিউটান্যালের অ্যালডল সংঘনন বিক্রিয়ার সম্ভাব্য চারটি বিক্রিয়াজাত পদার্থের গঠন সংকেত এবং নাম লেখো। প্রতিটি ক্ষেত্রে কোন্ অ্যালডিহাইডটি নিউক্লিয়াসআকর্ষী এবং কোন্‌টি ইলেকট্রনআকর্ষি ভূমিকা পালন করবে তা নির্দেশ করো।

12.10 $C_9H_{10}O$ আণবিক সংকেত বিশিষ্ট জৈবযৌগটি 2,4-DNP জাতক তৈরি করে, টলেন্স বিকারককে বিজারিত করে এবং ক্যান্নিজোরো বিক্রিয়া সংঘটিত করে। তীব্র জারণের ফলে এটি 1,2-বেঞ্জিনডাইকার্বোক্সিলিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। যৌগটিকে শনাক্ত করো।

12.11 একটি জৈবযৌগ (A) (আণবিক সংকেত $C_8H_{16}O_2$) কে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডসহ আর্দ্রবিশ্লেষিত করার ফলে একটি কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড (B) এবং একটি অ্যালকোহল (C) উৎপন্ন হল। ক্রোমিক অ্যাসিড দ্বারা (C) -এর জারণের ফলে (B) উৎপন্ন হয়। (C)-এর জলবিয়োজনের (ডিহাইড্রেশন) ফলে বিউট-1-ইন পাওয়া যায়। সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহের সমীকরণ লেখো।

12.12 নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে নির্দেশিত ধর্মের উর্ধ্বক্রম অনুসারে সজ্জিত করো :

(i) অ্যাসিট্যালডিহাইড, অ্যাসিটোন, ডাই-টার্ট-বিউটাইল কিটোন, মিথাইল-টার্ট-বিউটাইল কিটোন (HCN-এর প্রতি সক্রিয়তা অনুসারে)
(ii) $CH_3CH_2CH(Br)COOH$, $CH_3CH(Br)CH_2COOH$, $(CH_3)_2CHCOOH$, $CH_3CH_2CH_2COOH$ (আম্লিক শক্তিমাত্রা অনুসারে)
(iii) বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড, 4-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড, 3,4-ডাইনাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড, 4-মিথোক্সিবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড (আম্লিক শক্তিমাত্রা অনুসারে)

12.13 নিম্নলিখিত যৌগ জোড়গুলোর মধ্যে পার্থক্য নির্ধারন করার জন্য সহজে রাসায়নিক পরীক্ষা লেখো।

(i) প্রোপান্যাল এবং প্রোপানোন (ii) অ্যাসিটোফেনোন এবং বেঞ্জোফেনোন
(iii) ফেনল এবং বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড (iv) বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড এবং ইথাইল বেঞ্জোয়েট
(v) পেন্টান-2-ওন এবং পেন্টান-3-ওন (vi) বেঞ্জালডিহাইড এবং অ্যাসিটোফেনোন
(vii) ইথান্যাল এবং প্রোপান্যাল।

12.14 বেঞ্জিন থেকে নিম্নলিখিত যৌগগুলো কীভাবে প্রস্তুত করবে? তোমরা যে কোনো অজৈব বিকারক এবং একটি কার্বন পরমাণু সমন্বিত জৈব বিকারক ব্যবহার করতে পারো।

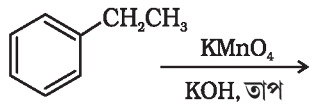
(i) মিথাইল বেঞ্জোয়েট (ii) *m*-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড
(iii) *p*-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড (iv) ফিনাইল অ্যাসিটিক অ্যাসিড
(v) *p*-নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইড

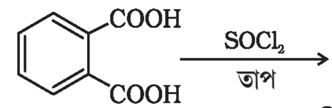
12.15 দুটোর বেশি ধাপ প্রয়োগ না করে কীভাবে নিম্নলিখিত রূপান্তরগুলো সংঘটিত করবে?

(i) প্রোপানোন থেকে প্রোপিন (ii) বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড থেকে বেঞ্জারডিহাইড
(iii) ইথানল থেকে 3-হাইড্রোক্সিবিউটোন্যাল (iv) বেঞ্জিন থেকে *m*-নাইট্রোঅ্যাসিটোফেনোন
(v) বেঞ্জালডিহাইড তেকে বেঞ্জোফেনোন (vi) ব্রোমোবেঞ্জিন থেকে 1-ফিনাহল ইথানল
(vii) বেঞ্জালডিহাই থেকে 3-ফিনাইল প্রোপান-1-অল
(viii) বেঞ্জালডিহাইড থেকে α–হাইড্রোক্সি ফিনাইল অ্যাসিটিক অ্যাসিড
(ix) বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড থেকে *m*- নাইট্রোবেঞ্জাইল অ্যালকোহল

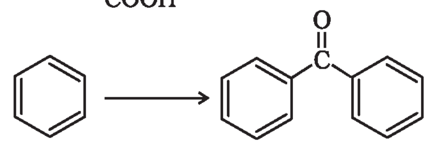
12.16 নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বর্ণনা করো :
(i) অ্যাসাইলেশন (ii) ক্যান্নিজারো বিক্রিয়া
(iii) মিশ্র অ্যালডল সংঘনন (iv) ডিকার্বোক্সিলেশন

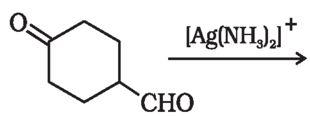
12.17 উপযুক্ত প্রারম্ভিক উপাদান, বিকারক বা বিক্রিয়াজাত পদার্থ দ্বারা প্রত্যেকটি সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া সম্পন্ন করো।

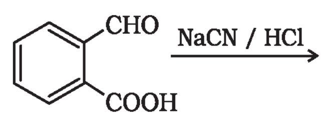
(i) 

(ii) 

(iii) $C_6H_5CHO \xrightarrow{H_2NCONHNH_2}$

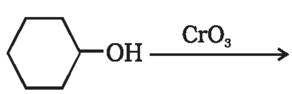
(iv) 

(v) 

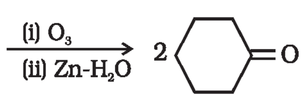
(vi) 

(vii) $C_6H_5CHO + CH_3CH_2CHO \xrightarrow[\Delta]{\text{লঘু NaOH}}$

(viii) $CH_3COCH_2COOC_2H_5 \xrightarrow[\text{(ii) } H^+]{\text{(i) } NaBH_4}$

(ix) 

(x)

(xi) 

12.18 নিম্নলিখিত ঘটনাগুলোর সম্ভাব্য কারণ বর্ণনা করো :
(i) সাইক্লোহেক্সানোন বেশ ভালো পরিমানে সায়ানোহাইড্রিন উৎপন্ন করে কিন্তু 2,2,6-ট্রাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সানোন সায়ানোহাইড্রিন উৎপন্ন করে না।
(ii) সেমিকার্বাজাইডে দুটো–NH_2 মূলক বর্তমানে। কিন্তু সেমিকার্বাজোন তৈরি করার জন্য এদের মধ্যে একটি অংশগ্রহণ করে।
(iii) অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড এবং অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় এস্টার তৈরি করার সময় জল বা উৎপন্ন এস্টারকে তৎক্ষণাৎ সরিয়ে নিতে হয়।

12.19 একটি জৈবযৌগে 69.77% কার্বন, 11.63% হাইড্রোজেন এবং অবশিষ্ট পরিমাণ অক্সিজেন আছে। যৌগটির আণবিক ভর 86। একটি টলেন্স বিকারককে বিজারিত করে না কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইটের সাথে যুতযৌগ উৎপন্ন করে এবং আয়োডোফর্ম পরীক্ষায় সাড়া দেয়। তীব্র জারণের ফলে এটি ইথানোয়িক এবং প্রোপানোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। যৌগটির সম্ভাব্য গঠনসংকেত লেখো।

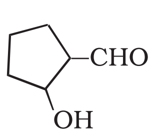
12.20 যদিও ফেনোক্সাইড আয়নের ক্ষেত্রে সংস্পন্দন গঠনের সংখ্যা কার্বোক্সিলেট আয়ন থেকে বেশি, তবুও কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডের অম্লত্ব ফেনল থেকে বেশি হয় কেন?

কিছু সংখ্যক বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নের উত্তরমালা

12.1

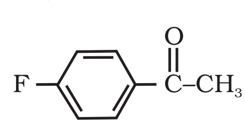
(i) $H_3C{-}CH(CH_3O){-}C(=O){-}H$

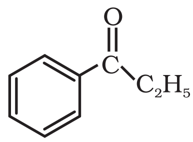
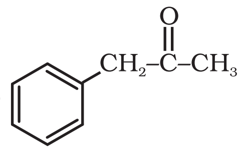
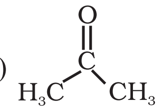
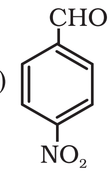
(ii) $H_3C{-}CH(OH){-}CH_2{-}C(=O){-}H$

(iii) 

(iv) $CH_3{-}C(=O){-}CH_2{-}CH_2{-}CHO$

(v) $CH_3CH_2CH(CH_3){-}C(=O){-}CH(CH_3){-}CH_2CH_3$

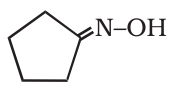
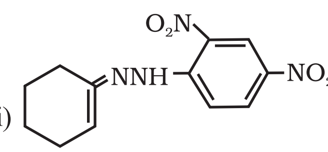
(vi) 

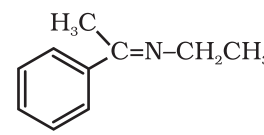
12.2 (i)  (ii)  (iii)  (iv) 

12.3 $CH_3CH_2CH_3 < CH_3OCH_3 < CH_3CHO < CH_3CH_2OH$

12.4 (i) বিউটানোন < প্রোপানোন < প্রোপান্যাল < ইথান্যাল

(ii) অ্যাসিটোফেনোন < *p*-টলুঅ্যালডিহাইড, বেঞ্জালডিহাইড < *p*-নাইট্রোবেঞ্জালডিহাইড

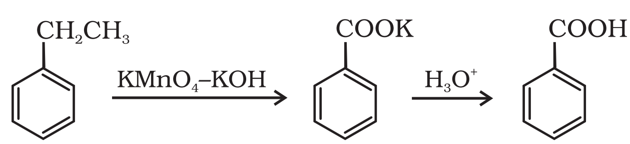
12.5 (i)  (ii) 

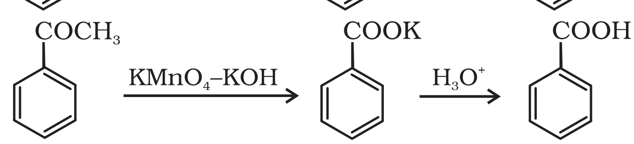
(iii) R–CH=CH–CH=N–NH–C(=O)–NH$_2$ (iv) 

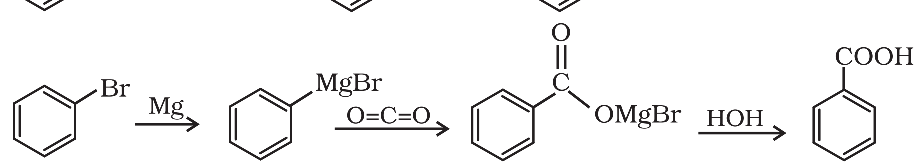
12.6 (i) 3-ফিনাইল প্রোপানোয়িক অ্যাসিড (ii) 3-মিথাইল বিউট-2-ইনোয়িক অ্যাসিড

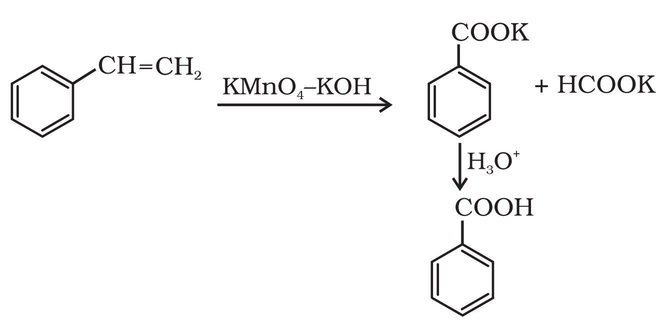
(iii) 2-মিথাইল সাইক্লোপেন্টেন কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড (iv) 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড

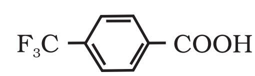
12.7

(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

12.8 (i) CH_2FCOOH (ii) CH_2FCOOH (iii) CH_3CHFCH_2COOH (iv) 

অধ্যায়

13

অ্যামিনসমূহ

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা সক্ষম হবে—

- পিড়ামিডীয় গঠন সংকেত বিশিষ্ট অ্যামোনিয়ার জাতক রূপে অ্যামিনসমূহকে বর্ণনা করতে।
- প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি রূপে অ্যামিনসমূহকে শ্রেণিভুক্ত করতে।
- অ্যামিন সমূহকে সাধারণ এবং IUPAC পদ্ধতিতে নামকরণ করতে।
- অ্যামিন সমূহের প্রস্তুতির কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি বর্ণনা করতে।
- অ্যামিন সমূহের ধর্মাবলী ব্যাখ্যা করতে।
- প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিন সমূহকে পার্থক্য করতে।
- ডায়াজোনিয়াম লবণসমূহের প্রস্তুতির পদ্ধতি এবং অ্যাজো-রঞ্জক সহ অন্যান্য বিভিন্ন শ্রেণির অ্যারোমেটিক যৌগ সংশ্লেষণে এদের গুরুত্ব বর্ণনা করতে।

"ঔষধ এবং তন্তু সংশ্লেষণে অন্তর্বর্তী যৌগরূপে শিল্পক্ষেত্রে মূলত: অ্যামিন ব্যবহৃত হয়।"

অ্যামোনিয়া অণুর এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণুসমূহ অ্যালকিল/অ্যারাইল মূলক বা মূলকসমূহ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করার মাধ্যমে অ্যামিনসমূহ জৈব যৌগের একটি গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণি গঠন করে। প্রকৃতিতে এদের প্রোটিন, ভিটামিন, উপক্ষার এবং হরমোনের মধ্যে পাওয়া যায়। সংশ্লেষিত প্রোটিনের উদাহরণ হল পলিমার, রঞ্জক দ্রব্য এবং ঔষধ। দুটি জৈবিক সক্রিয় যৌগ অ্যাড্রোনালিন ও এফিড্রিন উভয়ের মধ্যে সেকেন্ডারি অ্যামিনো মূলক থাকে এবং এদের রক্তচাপ বৃদ্ধির জন্য ব্যবহার করা হয়। নোভোকেইন নামক সংশ্লেষিত অ্যামিনযৌগ দন্ত চিকিৎসায় অ্যানেস্থেটিক (চেতনানাশক) রূপে ব্যবহৃত হয়। বেনাড্রিল নামক অতি পরিচিত অ্যান্টিহিস্টামিন ঔষধটিতেও টারসিয়ারি অ্যামিনো মূলক উপস্থিত থাকে। পৃষ্ঠতল সক্রিয়কারক পদার্থ হিসেবে কোয়াটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণ ব্যবহৃত হয়। রঞ্জক পদার্থ সহ বিভিন্ন ধরনের অ্যারোমেটিক যৌগসমূহের প্রস্তুতিতে অন্তর্বর্তী যৌগ রূপে ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন হয়। এই অধ্যায়ে তোমরা অ্যামিন এবং ডায়াজোনিয়াম লবণ সম্পর্কে অধ্যয়ন করবে।

I. অ্যামিন সমূহ (AMINES)

অ্যামিনসমূহকে অ্যামোনিয়ার জাতক হিসাবে ভাবা যেতে পারে, যা একটি, দুটি অথবা সবকয়টি হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকিল এবং/বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে উৎপন্ন হয়।

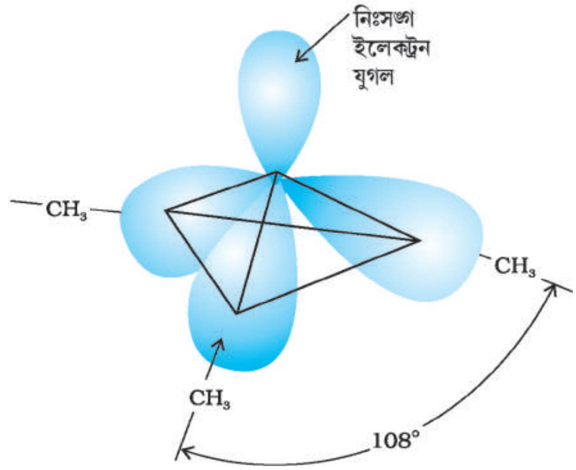
উদাহরণ স্বরূপ,

$$CH_3\text{–}NH_2,\ C_6H_5\text{–}NH_2,\ CH_3\text{–}NH\text{–}CH_3,\ CH_3\text{–}N\begin{matrix} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_3 \end{matrix}$$

13.1 অ্যামিনের গঠন (Structure of Amines)

অ্যামোনিয়ার মত, অ্যামিনের নাইট্রোজেন পরমাণুটি ত্রিযোজী এবং একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বহন করে। অ্যামিনের মধ্যে তাই নাইট্রোজেন কক্ষকগুলো sp^3 সংকরায়িত এবং অ্যামিনের জ্যামিতিক গঠন পিরামিডীয়। অ্যামিনের সংযুতির উপর নির্ভর করে নাইট্রোজেনের তিনটি sp^3 সংকরায়িত কক্ষকের প্রত্যেকটির সাথে হাইড্রোজেন অথবা কার্বনের কক্ষকের অভিলেপন ঘটে। সকল অ্যামিনের মধ্যে নাইট্রোজেনের চতুর্থ কক্ষকটিতে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় থাকে। নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের উপস্থিতির ফলে C–N–E (যেখানে E হল C

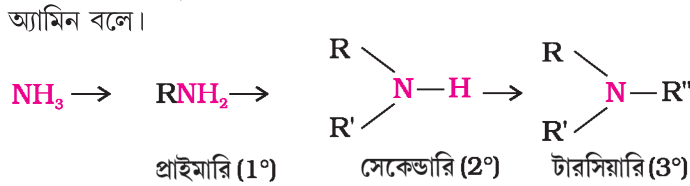
অথবা H) বন্ধন কোন 109.5° থেকে কম হয়। উদাহরণস্বরূপ, ট্রাইমিথাইল অ্যামিনের ক্ষেত্রে এর মান 108° যা চিত্র 13.1 প্রদর্শন করা হল।



চিত্র 13.1: ট্রাইমিথাইল অ্যামিনের পিড়ামিডীয় গঠন

13.2 শ্রেণিবিন্যাস Classification

অ্যামোনিয়া অণুর হাইড্রোজেন পরমাণুসমূহ অ্যালকিল অথবা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপনের উপর নির্ভর করে অ্যামিনকে প্রাইমারি (1°), সেকেন্ডারি (2°) এবং টারসিয়ারি (3°) রূপে শ্রেণিভুক্ত করা হয়। যদি অ্যামোনিয়ার একটি হাইড্রোজেন পরমাণু R অথবা Ar দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা হয় তবে আমরা প্রাইমারি অ্যামিন (1°) RNH_2 অথবা $ArNH_2$ পাই। যদি অ্যামোনিয়া দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু অথবা $R\text{-}NH_2$ এর একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপর একটি অ্যালকিল/অ্যারাইল (R’) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা হয়, তবে তোমরা কি পাবে? তোমরা পাবে সেকেন্ডারি অ্যামিন R-NHR’। দ্বিতীয় অ্যালকিল বা অ্যারাইল মূলকটি একই প্রকার বা ভিন্ন প্রকারের হতে পারে। আরও একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকিল/অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে টারসিয়ারি অ্যামিন গঠিত হয়। সমস্ত অ্যালকিল অথবা অ্যারাইল মূলকগুলো একই প্রকারের হলে অ্যামিনকে ‘সরল’ এবং ভিন্ন প্রকারের হলে ‘মিশ্র’ অ্যামিন বলে।



13.3 নামকরণ Nomenclature

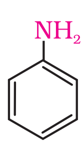
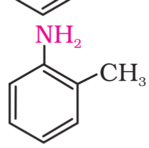
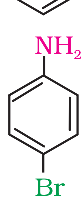
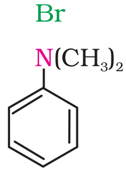
সাধারণ পদ্ধতিতে, অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের নাম, অ্যামিন শব্দের আগে উপসর্গ অ্যালকিল যোগ করে অর্থাৎ একটি শব্দে অ্যালকাইল অ্যামিন রূপে করা হয় (উদাহরণ স্বরূপ মিথাইলঅ্যামিন)। সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনের ক্ষেত্রে, যখন একই ধরনের দুই বা ততোধিক মূলক থাকে তখন অ্যালকিল মূলকের পূর্বে উপসর্গ রূপে ডাই অথবা ট্রাই যোগ করা হয়। IUPAC পদ্ধতিতে প্রাইমারি অ্যামিনকে অ্যালকান্যামিন (**alkanamines**) রূপে নামকরণ করা হয়। এই নামটি অ্যালকেনের ইংরেজি বানানের শেষের ‘e’ কে অ্যামিন (amine) দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ CH_3NH_2 এর নাম মিথান্যামিন (methanamine)। মূল শৃঙ্খলের বিভিন্ন অবস্থানে একের অধিক অ্যামিনো মূলক যুক্ত থাকলে $–NH_2$ মূলক যুক্ত কার্বন পরমাণুগুলোকে নাম্বারিং এর মাধ্যমে মূলকগুলোর অবস্থান নির্দেশ করা হয় এবং অ্যামিনের নামের আগে উপযুক্ত উপসর্গ (prefix) যেমন- ডাই, ট্রাই, টেট্রা ইত্যাদি যোগ করা হয়। হাইড্রোকার্বনের ইংরেজি নামের শেষ অংশের প্রত্যয় ‘e’ অপরিবর্তিত থাকবে। উদাহরণস্বরূপ $H_2N–CH_2–CH_2–NH_2$ এর নামটি হল ইথেন-1, 2-ডাই অ্যামিন।

সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনের নামকরণের ক্ষেত্রে, নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত প্রতিস্থাপিত মূলকগুলোকে চিহ্নিত করার জন্য উপসর্গ (লোকেন্ট) N ব্যবহার করা হয়। উদাহরণস্বরূপ

$CH_3NHCH_2CH_3$-এর নাম হল N-মিথাইল ইথান্যামিন এবং $(CH_3CH_2)_3N$ এর নাম হল N, N-ডাইইথাইলইথান্যামিন। সারণি 13.1 তে আরও কিছু উদাহরণ দেওয়া হল।

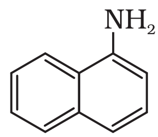
অ্যারাইল অ্যামিনের মধ্যে, $-NH_2$ মূলকটি সরাসরি বেঞ্জিন বলয়ের সাথে যুক্ত থাকে। $C_6H_5NH_2$ হল সরলতম অ্যারাইল অ্যামিনের উদাহরণ। প্রচলিত পদ্ধতি অনুসারে এটি অ্যানিলিন নামে পরিচিত। এই নামটি IUPAC নাম হিসেবেও গৃহীত হয়েছে। IUPAC পদ্ধতি অনুসারে অ্যারাইল অ্যামিনসমূহের নামকরণের সময় অ্যারিনের ইংরেজি নামের প্রত্যয় (suffix) 'e' অক্ষরটি 'amine' দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। তাই IUPAC পদ্ধতি অনুসারে $C_6H_5-NH_2$ এর নাম হল বেঞ্জিন্যামিন (benzenamine)। কিছু সংখ্যক অ্যালকিল অ্যামিন এবং অ্যারাইল অ্যামিনের প্রচলিত এবং IUPAC নাম নিচে সারণি 13.1 এ দেওয়া হল।

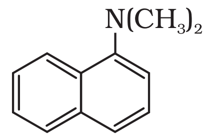
সারণি 13.1: কিছু সংখ্যক অ্যালকিল অ্যামিন এবং অ্যারাইল অ্যামিনের নামকরণ

অ্যামিন	প্রচলিত নাম	IUPAC নাম
$CH_3-CH_2-NH_2$	ইথাইল অ্যামিন	ইথান্যামিন
$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$	*n*-প্রোপাইল অ্যামিন	প্রোপান-1-অ্যামিন
$CH_3-CH(NH_2)-CH_3$	আইসোপ্রোপাইল অ্যামিন	প্রোপান-2-অ্যামিন
$CH_3-N(H)-CH_2-CH_3$	ইথাইল মিথাইল অ্যামিন	N-মিথাইল ইথান্যামিন
$CH_3-N(CH_3)-CH_3$	ট্রাই মিথাইল অ্যামিন	N,N-ডাইমিথাইল মিথান্যামিন
$C_2H_5-N(C_2H_5)-\overset{1}{C}H_2-\overset{2}{C}H_2-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}H_3$	*N,N*-ডাইইথাইল বিউটাইল্যামিন	N,N-ডাই ইথাইল বিউটান-1- অ্যামিন
$NH_2-\overset{1}{C}H_2-\overset{2}{C}H=\overset{3}{C}H_2$	অ্যালাইল অ্যামিন	প্রোপ-2-ইন-1-অ্যামিন
$NH_2-(CH_2)_6-NH_2$	হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিন	হেক্সেন-1,6-ডাই অ্যামিন
	অ্যানিলিন	অ্যানিলিন অথবা বেঞ্জিন্যামিন
	*o*-টলুইডিন	2-মিথাইল অ্যানিলিন
	*p*-ব্রোমোঅ্যানিলিন	4-ব্রোমোবেঞ্জিন্যামিন অথবা 4-ব্রোমোঅ্যানিলিন
	*N,N*-ডাই মিথাইল অ্যানিলিন	N,N-ডাইমিথাইল বেঞ্জিন্যামিন

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

13.1 নিম্নলিখিত অ্যামিনগুলোকে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারিতে শ্রেণিভুক্ত কর।

(i) 

(ii) 

(iii) $(C_2H_5)_2CHNH_2$ (iv) $(C_2H_5)_2NH$

13.2 (i) $C_4H_{11}N$ আণবিক সংকেত বিশিষ্ট অ্যামিনের বিভিন্ন সমাবয়বগুলোর গঠন সংকেত লিখ।

(ii) প্রত্যেকটি সমাবয়বের IUPAC পদ্ধতিতে নাম লিখ।

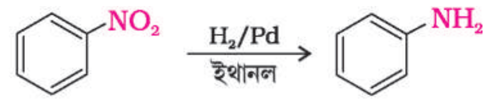
(iii) অ্যামিনগুলোর বিভিন্ন যুগলসমূহের মধ্যে কোন্ ধরনের সমাবয়বতা পরিলক্ষিত হয়।

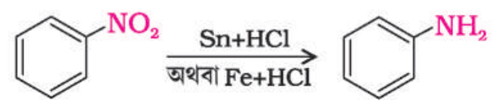
13.4 অ্যামিনের প্রস্তুতি (Preparation of Amines)

নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলোর মাধ্যমে অ্যামিনসমূহকে প্রস্তুত করা হয়।

1. নাইট্রোযৌগসমূহের বিজারণ দ্বারা

সূক্ষ্ম নিকেল চূর্ন, পেলাডিয়াম চূর্ন অথবা প্লাটিনাম চূর্নের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা করে নাইট্রো যৌগসমূহকে অ্যামিনে বিজারিত করা হয়। আম্লিক মাধ্যমে ধাতুর দ্বারাও একে বিজারিত করা যায়। নাইট্রোঅ্যালকেনগুলোকেও একইভাবে সংশ্লিষ্ট অ্যালকান্যামিনে বিজারিত করা যায়।

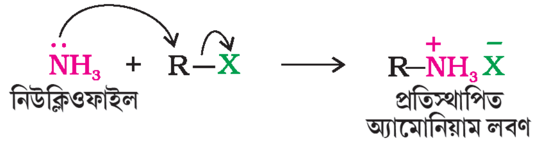
(i) 

(ii) 

আয়রন চূর্ন এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা বিজারণটি অধিক পছন্দের কারণ, বিক্রিয়ায় উৎপন্ন $FeCl_2$ আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড নির্গত করে। ফলে বিক্রিয়াটি সূচনা করার জন্য কেবলমাত্র স্বল্প পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের প্রয়োজন হয়।

2. অ্যালকিল হ্যালাইডের অ্যামোনোলিসিসের দ্বারা :

তোমরা পড়েছ যে, (দ্বাদশ শ্রেণি, দশম অধ্যায়) অ্যালকিল অথবা বেঞ্জাইল হ্যালাইডের কার্বন-হ্যালোজেন বন্ধনটি সহজে নিউক্লিয়াস আকর্ষী মূলক (নিউক্লিওফাইল) দ্বারা ভাঙ্গা যায়। সুতরাং, অ্যালকিল অথবা বেঞ্জাইল হ্যালাইড অ্যামোনিয়ার ইথানলীয় দ্রবণের সাথে নিউক্লিয়াস সন্ধানী (নিউক্লিওফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটায়, যেখানে হ্যালোজেন পরমাণু অ্যামিনো ($-NH_2$) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। অ্যামোনিয়া অণু দ্বারা C–X বন্ধন বিভাজনের প্রক্রিয়াটিকে অ্যামোনোলিসিস বলে। এই বিক্রিয়াটি একটি আবদ্ধ নলে 373 K উষ্ণতায় সম্পন্ন করা হয়। উৎপন্ন প্রাইমারি অ্যামিন নিউক্লিয়াস সন্ধানি মূলকের (নিউক্লিওফাইলের) মত আচরণ করে এবং পুনরায় অ্যালকিল হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করে সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিন উৎপন্ন করে এবং অবশেষে কোয়াটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণ উৎপন্ন হয়।



$$RNH_2 \xrightarrow{RX} R_2NH \xrightarrow{RX} R_3N \xrightarrow{RX} R_4\overset{+}{N}\overset{-}{X}$$

(1°) (2°) (3°) কোয়াটানারি অ্যামোনিয়াম লবণ

তীব্র ক্ষারকের সাথে অ্যামোনিয়াম লবণের বিক্রিয়ার দ্বারা মুক্ত অ্যামিন উৎপন্ন করা সম্ভব।

$$R{-}\overset{+}{N}H_3\overset{-}{X} + NaOH \longrightarrow R{-}NH_2 + H_2O + \overset{+}{Na}\overset{-}{X}$$

অ্যামিনোলিসিস পদ্ধতির একটি অসুবিধা হল এই পদ্ধতিতে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি ও টারসিয়ারি অ্যামিন এবং কোয়াটানারি অ্যামোনিয়াম লবণের একটি মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। যদিও অধিক পরিমাণে অ্যামোনিয়া নিয়ে বিক্রিয়াটি সংঘটিত করলে মুখ্য যৌগ রূপে প্রাইমারি অ্যামিন পাওয়া যায়।

অ্যামিনের সাথে হ্যালাইডের সক্রিয়তার ক্রমটি হল RI > RBr > RCl.

নমুনা প্রশ্ন 13.1

নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোর রাসায়নিক সমীকরণগুলো লেখ:

(i) ইথানলীয় NH_3এর সাথে C_2H_5Cl এর বিক্রিয়া।

(ii) বেঞ্জাইল ক্লোরাইডের অ্যামিনোলিসিস এবং উৎপন্ন অ্যামিনের সাথে দুই মোল CH_3Cl এর বিক্রিয়া।

সমাধান

(i) $$C_2H_5{-}Cl \xrightarrow{NH_3} C_2H_5{-}NH_2 \xrightarrow{C_2H_5{-}Cl} C_2H_5{-}\underset{|}{\overset{H}{N}}{-}C_2H_5 \xrightarrow{C_2H_5{-}Cl} C_2H_5{-}\underset{C_2H_5}{\underset{|}{N}}{-}C_2H_5 \xrightarrow{C_2H_5Cl} (C_2H_5)_4\overset{+}{N}\overset{-}{Cl}$$

ক্লোরোইথেন, ইথান্যামিন, N-ইথাইল ইথান্যামিন, N,N-ডাই ইথাইল ইথান্যামিন, কোয়াটার্নারি অ্যামোনিয়াম লবণ

(ii) $$C_6H_5{-}CH_2{-}Cl \xrightarrow{NH_3} C_6H_5{-}CH_2NH_2 \xrightarrow{2CH_3Cl} C_6H_5{-}CH_2{-}\underset{CH_3}{\underset{|}{N}}{-}CH_3$$

বেঞ্জাইল ক্লোরাইড, বেঞ্জাইল্যামিন, N,N- ডাইমিথাইলফিনাইলমিথান্যামিন

3. *নাইট্রাইল যৌগের বিজারণ দ্বারা :*

লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) অথবা অনুঘটকীয় হাইড্রোজেনেশন দ্বারা নাইট্রাইল যৌগ বিজারিত হয়ে প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটি অ্যামিন শ্রেণির কার্বন সংখ্যা বৃদ্ধি অর্থাৎ প্রারম্ভিক অ্যামিনে উপস্থিত কার্বন পরমাণু থেকে একটি অধিক কার্বন পরমাণুযুক্ত এরূপ অ্যামিন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

$$R{-}C{\equiv}N \xrightarrow[Na(Hg)/C_2H_5OH]{H_2/Ni} R{-}CH_2{-}NH_2$$

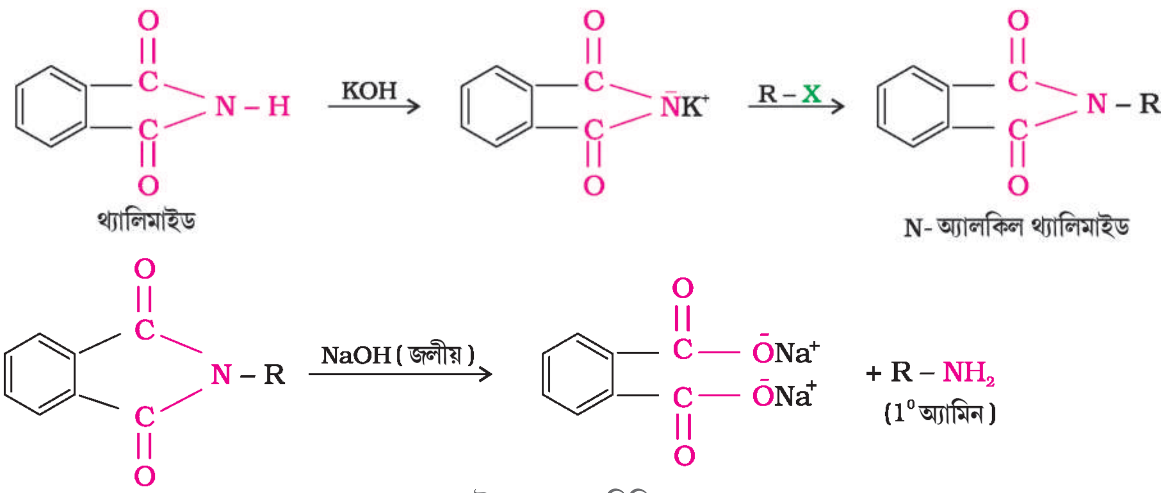
4. *অ্যামাইড যৌগের বিজারণ দ্বারা :*

লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা অ্যামাইড যৌগ বিজারিত হয়ে অ্যামিন উৎপন্ন হয়।

$$R{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}NH_2 \xrightarrow[(ii)\ H_2O]{(i)\ LiAlH_4} R{-}CH_2{-}NH_2$$

5. গ্যাব্রিয়েল থ্যালিমাইড সংশ্লেষণ :

গ্যাব্রিয়েল সংশ্লেষণ, প্রাইমারি অ্যামিন প্রস্তুত করার জন্য ব্যবহার করা হয়। থ্যালিমাইড অ্যালকোহলীয় পটাসিয়াম হাইড্রোঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে থ্যালিমাইডের পটাসিয়াম লবণ উৎপন্ন করে, যাকে অ্যালকিল হ্যালাইড সহ উত্তপ্ত করার পর আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে সংশ্লিষ্ট প্রাইমারি অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এই পদ্ধতিতে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন প্রস্তুত করা যায় না কারণ থ্যালিমাইড দ্বারা উৎপন্ন অ্যানায়নের সাথে অ্যারাইল হ্যালাইড নিউক্লিয়াসসন্ধানি (নিউক্লিওফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।



6. হফ্‌ম্যান ব্রোমামাইড অবণমন বিক্রিয়া :

সোডিয়াম হাইড্রোঅক্সাইডের জলীয় বা ইথানলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত ব্রোমিনের সাথে অ্যামাইডের বিক্রিয়ার দ্বারা হফ্‌ম্যান, প্রাইমারি অ্যামিন প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। তাই অবনমন বিক্রিয়ায়, একটি অ্যালকিল উদ্ভাবন করেন। এই অবনমন বিক্রিয়ায়, একটি অ্যালকিল অথবা অ্যারাইল মূলক অ্যামাইডের কার্বোনিল কার্বন পরমাণু থেকে নাইট্রোজেন পরমাণুর দিকে স্থানান্তরিত হয়। এভাবে উৎপন্ন অ্যামিনে, আমাইডের মধ্যে উপস্থিত কার্বন পরমাণুর থেকে একটি কার্বন পরমাণু কম থাকে।

$$R-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-NH_2 + Br_2 + 4NaOH \longrightarrow R-NH_2 + Na_2CO_3 + 2NaBr + 2H_2O$$

নমুনা প্রশ্ন 13.2 নিম্নলিখিত রূপান্তরগুলোর রাসায়নিক সমীকরণগুলো লিখ :

(i) $CH_3–CH_2–Cl$ থেকে $CH_3–CH_2–CH_2–NH_2$

(ii) $C_6H_5–CH_2–Cl$ থেকে $C_6H_5–CH_2–CH_2–NH_2$

সমাধান

(i) $$\underset{\text{ক্লোরোইথেন}}{CH_3–CH_2–Cl} \xrightarrow{\text{ইথানলীয় } NaCN} \underset{\text{প্রোপেন নাইট্রাইল}}{CH_3–CH_2–C\equiv N} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} \underset{\text{প্রোপান-1- অ্যামিন}}{CH_3–CH_2–CH_2–NH_2}$$

(ii) $$\underset{\substack{\text{ক্লোরোফিনাইল মিথেন}\\ \text{(বেঞ্জাইল ক্লোরাইড)}}}{C_6H_5–CH_2–Cl} \xrightarrow{\text{ইথানলীয় } NaCN} \underset{\substack{\text{ফিনাইল ইথেন নাইট্রাইল}\\ \text{(বেঞ্জাইল সায়ানাইড)}}}{C_6H_5–CH_2–C\equiv N} \xrightarrow{H_2/Ni} \underset{\text{2-ফিনাইল ইথান্যামিন}}{C_6H_5–CH_2–CH_2–NH_2}$$

নিম্নলিখিত প্রতিটির গঠন সংকেত এবং IUPAC নামকরণ লিখ :

নমুনা প্রশ্ন 13.3

(i) একটি অ্যামাইড যা হফ্ম্যান ব্রোমোমাইড বিক্রিয়ায় প্রোপান্যামিন উৎপন্ন করে।

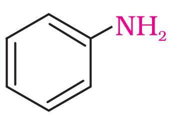
(ii) একটি অ্যামিন যা বেঞ্জামাইডের হফ্ম্যান অবনমনে উৎপন্ন হয়।

সমাধান

(i) প্রোপান্যামিনে তিনটি কার্বন রয়েছে। তাই অ্যামাইড অণুটিতে অবশ্যই চারটি কার্বন পরমাণু থাকবে। চারটি কার্বন পরমাণু যুক্ত অ্যামাইডটির গঠন সংকেত এবং IUPAC নামকরণ নিম্নে দেওয়া হল—

$$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NH_2$$ বিউটান্যামাইড

(ii) বেঞ্জ্যামাইড হল সাতটি কার্বন পরমাণু যুক্ত একটি অ্যারোমেটিক অ্যামাইড। তাই বেঞ্জামাইড থেকে উৎপন্ন অ্যামিন হল ছয়টি কার্বন পরমাণুযুক্ত অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন।



অ্যানিলিন বা বেঞ্জিন্যামিন

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

13.3 নিম্নলিখিত রূপান্তরগুলি তুমি কীভাবে সম্পন্ন করবে?

(i) বেঞ্জিন থেকে অ্যানিলিন (ii) বেঞ্জিন থেকে N, N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিন

(iii) $Cl-(CH_2)_4-Cl$ থেকে হেক্সান-1,6- ডাই অ্যামিন

13.5 ভৌত ধর্মাবলী (Physical Properties)

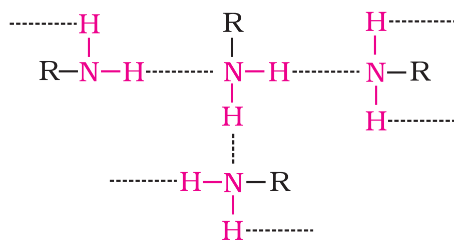
নিম্নতর অ্যালিফেটিক অ্যামিনগুলো গ্যাসীয় এবং মাছের গন্ধ বিশিষ্ট হয়। তিনটি বা তার বেশি কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট প্রাইমারি অ্যামিনগুলো তরল এবং উচ্চতর অ্যামিনগুলো কঠিন পদার্থ হয়। অ্যানিলিন এবং অন্যান্য অ্যারাইল অ্যামিন সমূহ সাধারণত বর্ণহীন কিন্তু বায়ুমন্ডলীয় জারনের ফলে সংরক্ষিত অবস্থায় রঙীন বর্ণ ধারণ করে।

নিম্নতর অ্যালিফিটিক অ্যামিন সমূহ জলে দ্রাব্য কারণ এরা জলের অণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে। যদিও অ্যামিনের আনব ভর (molar mass) বৃদ্ধি পেলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায় কারণ জলবিকর্ষি (হাইড্রোফোবিক) অ্যালকিল অংশের আকার বৃদ্ধি পায়। উচ্চতর অ্যামিনসমূহ মূলত জলে অদ্রাব্য। অ্যামিনের নাইট্রোজেন এবং অ্যালকোহলের অক্সিজেনের তড়িৎঋণাত্মকতা যথাক্রমে 3.0 এবং 3.5 এর মানের উপর ভিত্তি করে, তুমি জলের মধ্যে অ্যামিন এবং অ্যালকোহলের দ্রাব্যতার ধরন সম্পর্কে ধারণা করতে পার। বিউটান-1-অল এবং বিউটান-1-অ্যামিন এর মধ্যে কোন্‌টি জলে অধিক মাত্রায় দ্রাব্য এবং কেন? অ্যামিনসমূহ জৈবদ্রাবক যেমন- অ্যালকোহল, ইথার এবং বেঞ্জিনে দ্রাব্য হয়। তোমাদের কি মনে আছে যে অ্যালকোহল অ্যামিন অপেক্ষা অধিক ধ্রুবীয় এবং অ্যামিনের তুলনায় শক্তিশালী আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে।

প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যামিনসমূহে একটি অণুর নাইট্রোজেন পরমাণু এবং অপর একটি অণুর হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে এরা আন্তরাণবিক সংযোজিত অবস্থায় থাকে। এই আন্তরাণবিক সংযোজন সেকেন্ডারি অ্যামিন থেকে প্রাইমারি অ্যামিনে অধিক হয় কারণ প্রাইমারি অ্যামিনে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করার জন্য দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু উপস্থিত থাকে। টারসিয়ারি অ্যামিনে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের জন্য কোনও হাইড্রোজেন উপস্থিত না থাকার কারণে এটি আন্তরাণবিক সংযোজিত অবস্থায় থাকে না। সুতরাং, সমাবয়বী অ্যামিনসমূহের স্ফুটনাংকের ক্রম নিম্নরূপ :

প্রাইমারি > সেকেন্ডারি > টারসিয়ারি

প্রাইমারি অ্যামিনের মধ্যে উপস্থিত আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন নিচে চিত্র 13.2 তে প্রদর্শন করা হল—



চিত্র 13.2 : প্রাইমারি অ্যামিনের মধ্যে উপস্থিত আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন

প্রায় সম আণবিক ভর বিশিষ্ট অ্যামিন, অ্যালকোহল এবং অ্যালকেনের স্ফুটনাংক সারণি 13.2 তে প্রদর্শিত করা হয়-

সারণি 13.2: সম আণবিক ভর বিশিষ্ট অ্যামিন, অ্যালকোহল এবং অ্যালকেনের স্ফুটনাংকের তুলনা

ক্রমিক নং	যৌগ	আণব ভর	স্ফুটনাংক / K
1.	n-$C_4H_9NH_2$	73	350.8
2.	$(C_2H_5)_2NH$	73	329.3
3.	$C_2H_5N(CH_3)_2$	73	310.5
4.	$C_2H_5CH(CH_3)_2$	72	300.8
5.	n-C_4H_9OH	74	390.3

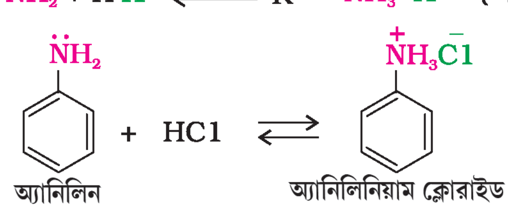
13.6 রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ (Chemical Reactions)

নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যে তড়িৎঋণাত্মকতার পার্থক্য থাকার জন্য এবং নাইট্রোজেন পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের উপস্থিতির জন্য অ্যামিন যৌগগুলো সক্রিয় হয়। নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যাও অ্যামিনের রাসায়নিক বিক্রিয়ার পথ স্থির করে। এই কারণে প্রাইমারি ($-NH_2$), সেকেন্ডারি $\left[\rangle N-H\right]$ এবং টারসিয়ারি $\left[\rangle N-\right]$ অ্যামিনের অনেক বিক্রিয়ার মধ্যে ভিন্নতা দেখা যায়। তাছাড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের উপস্থিতির কারণে অ্যামিন নিউক্লিয়াস আকর্ষী বিকারক রূপে আচরণ করে। অ্যামিনের কিছু সংখ্যক বিক্রিয়া নিম্নে আলোচনা করা হল—

1. অ্যামিনের ক্ষারকীয় ধর্ম :

ক্ষারকীয় প্রকৃতির কারণে অ্যামিন অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে।

$$R-\ddot{N}H_2 + HX \rightleftharpoons R-\overset{+}{N}H_3\ \overset{-}{X} \quad \text{(লবণ)}$$



অ্যামিনের লবণকে NaOH এর মত ক্ষারকের সাথে বিক্রিয়া করালে মূল অ্যামিনের পুনোৎপাদন ঘটে।

$$R\overset{+}{N}H_3\,\overset{-}{X} + \overset{-}{O}H \longrightarrow R\ddot{N}H_2 + H_2O + \overset{-}{X}$$

অ্যামিন লবণগুলো জলে দ্রাব্য কিন্তু ইথারের মত জৈব দ্রাবকে অদ্রাব্য। এই বিক্রিয়াটির ভিত্তিতে জলে অদ্রাব্য অক্ষারকীয় জৈব যৌগসমূহকে অ্যামিন থেকে পৃথক করা হয়।

খনিজ অ্যাসিডের সাথে অ্যামিনের বিক্রিয়ায়, অ্যামোনিয়াম লবণ উৎপন্ন হয় যা অ্যামিনের ক্ষারকীয় চরিত্র প্রদর্শন করে। অ্যামিনের মধ্যে উপস্থিত নাইট্রোজেন পরমাণুটিতে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় থাকার ফলে এটি লুইস ক্ষারক রূপে আচরণ করে। অ্যামিনের ক্ষারকীয় চরিত্র এদের K_b এবং pK_b এর মান থেকে ভালভাবে বুঝা যায় যা নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল—

$$R - NH_2 + H_2O \rightleftharpoons R - \overset{+}{N}H_3 + \overset{-}{O}H$$

$$K = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][\overset{-}{O}H]}{[R-NH_2][H_2O]}$$

$$\text{or } K[H_2O] = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][\overset{-}{O}H]}{[R-NH_2]}$$

$$\text{or} \quad K_b = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][\overset{-}{O}H]}{[R-NH_2]}$$

$$pK_b = -\log K_b$$

K_b এর মান যত বেশী হয় অথবা pK_b এর মান যত কম হয়, ক্ষারক তত বেশী শক্তিশালী হয়। সারণি 13.3 তে কিছু অ্যামিনের pK_b এর মান দেওয়া হল।

অ্যামোনিয়ার pK_b এর মান 4.75. অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনে অ্যালকিল মূলকের +I প্রভাবের ফলে নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন গাঢ়ত্ব বৃদ্ধি পাওয়ার কারণে এটি অ্যামোনিয়া অপেক্ষা শক্তিশালী ক্ষারক। এদের pK_b এর মান 3 থেকে 4.22 এর মধ্যবর্তী পর্যায়ের হয়। অপর দিকে অ্যারাইল মূলকের ইলেকট্রন নিগর্মনকারী প্রকৃতির কারণে অ্যারোমেটিক অ্যামিন অ্যামোনিয়া অপেক্ষা কম ক্ষারকীয়।

সারণি 13.3: জলীয় দশায় অ্যামিনসমূহের pK_b এর মান

অ্যামিনের নাম	pK_b
মিথান্যামিন	3.38
N-মিথাইল মিথান্যামিন	3.27
N,N-ডাই মিথাইল মিথান্যামিন	4.22
ইথান্যামিন	3.29
N-ইথাইল ইথান্যামিন	3.00
N,N-ডাই ইথাইল ইথান্যামিন	3.25
বেঞ্জান্যামিন	9.38
ফিনাইল মিথান্যামিন	4.70
N-মিথাইল অ্যানিলিন	9.30
N,N-ডাইমিথাইল অ্যানিলিন	8.92

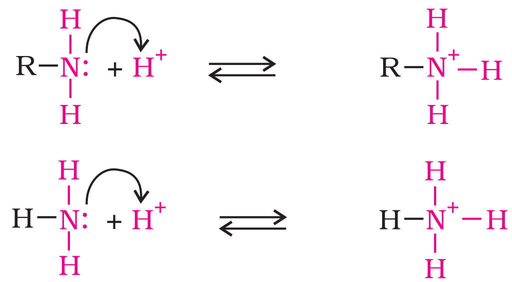
অ্যামিনে উপস্থিত মূলক সমূহের +I অথবা –I প্রভাবের উপর ভিত্তি করে অ্যামিনসমূহের K_b এর মান ব্যাখ্যা করার ক্ষেত্রে কিছু অসামঞ্জস্যতা খুঁজে পাবে। আবেশ প্রভাব ছাড়াও আরও অন্যান্য কিছু প্রভাব যেমন- দ্রাবকায়ন প্রভাব, স্টেরিক বিকর্ষণ প্রভাব ইত্যাদি অ্যামিনের ক্ষারকীয় ধর্মের উপর প্রভাব বিস্তার করে। বিষয়টি নিয়ে ভাবতে থাকো। তোমরা এর উত্তর নিচের অনুচ্ছেদে পেয়ে যাবে।

অ্যামিনের গঠন আকৃতি ও ক্ষারকত্বের মধ্যে সম্পর্ক :

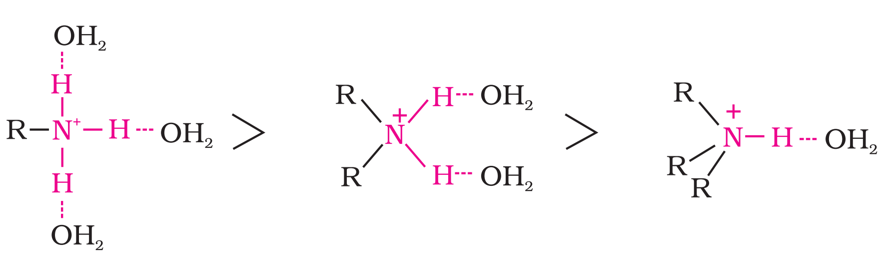
অ্যামিনের ক্ষারকীয় ধর্ম এদের গঠন আকৃতির সাথে সম্পর্কযুক্ত । অ্যাসিড থেকে প্রোটন গ্রহণের মাধ্যমে কত সহজে ক্যাটায়ন উৎপন্ন করতে পারবে, তার উপর অ্যামিনের ক্ষারকীয় ধর্মের মাত্রা নির্ভর করে। অ্যামিনের তুলনায় ধনাত্মক আয়নটি যত বেশী স্থায়ী হয়, অ্যামিন তত বেশী ক্ষারকীয় হয়।

(a) অ্যালকান্যামিন বনাম অ্যামোনিয়া

চল আমরা অ্যালকান্যামিন এবং অ্যামোনিয়া ক্ষারকীয় ধর্ম তুলনা করার জন্য এদের সাথে প্রোটনের বিক্রিয়াটির কথা বিবেচনা করি।



অ্যালকিল মূলকের ইলেকট্রন দান করার প্রবণতার কারণে, এটি (R) ইলেকট্রনগুলোকে নাইট্রোজেনের দিকে ঠেলে দেয় এবং এভাবে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়কে অ্যাসিডের প্রোটেনের সাথে ভাগীদারত্বের জন্য খুবই সহজলভ্য করে তোলে। এছাড়াও, অ্যালকিল মূলকের +I প্রভাবের দ্বারা ধনাত্মক আধানকে ছড়িয়ে দেওয়ার কারণে অ্যামিন থেকে উৎপন্ন প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াম আয়ন স্থায়িত্ব লাভ করে। তাই অ্যালকিল অ্যামিন অ্যামোনিয়া অপেক্ষা অধিক ক্ষারকীয়। সুতরাং, অ্যালকিল অ্যামিন মূলকের সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের ক্ষারকীয় ধর্ম অবশ্যই বৃদ্ধি পাবে। অ্যামিনসমূহ গ্যাসীয় দশায় এই প্রবণতা অনুসরণ করে। গ্যাসীয় দশায় অ্যামিন সমূহের ক্ষারকীয় ধর্মের প্রত্যাশিত ক্রমটি হল : টারসিয়ারি অ্যামিন > সেকেন্ডারি অ্যামিন > প্রাইমারি অ্যামিন $>NH_3$ । সারণি 13.3 তে প্রদত্ত এদের pK_b এর মান থেকে স্পষ্টত যে জলীয় অবস্থায় এই ক্রমটি স্বাভাবিক নয়। জলীয় দশায়, প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াম ক্যাটায়ন কেবলমাত্র ইলেকট্রন প্রদানকারী অ্যালকিল মূলক (+I) দ্বারা স্থায়িত্ব লাভ করে না, জলের অণুর দ্রাবকায়নের পরিমাণ দ্বারাও স্থায়িত্ব লাভ করে। আয়নের আকার বৃদ্ধি পেলে এর দ্রাবকায়নের পরিমাণ হ্রাস পায় এবং আয়নটি কম স্থিতিশীল হয়। আয়ন সমূহের স্থায়িত্বের ক্রমটি নিম্নরূপ:



1°　　　　2°　　　　3°

জলের মধ্যে H-বন্ধনের পরিমাণের এবং দ্রাবকায়নের পরিমাণ দ্বারা আয়নের স্থায়িত্বের নিম্নক্রম।

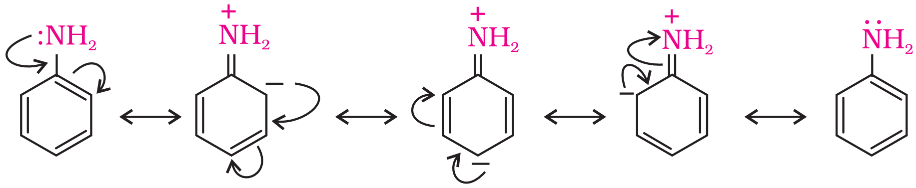
প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াম ক্যাটায়নটি যত বেশী স্থায়ী হয়, সংশ্লিষ্ট অ্যামিনটি ক্ষারকত্ব তত বেশী হয়। সুতরাং, অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন সমূহের ক্ষারকীয় মাত্রার ক্রমটি প্রাইমারি > সেকেন্ডারি > টারসিয়ারি হওয়া উচিত যা কিনা আবেশ প্রভাবের উপর ভিত্তি করে যে ক্রম পাওয়া যায় তার বিপরীত। দ্বিতীয়ত, যখন অ্যালকিলমূলক $-CH_3$ এর মত ছোট হয় তখন H-বন্ধনের প্রতি কোন স্টেরিক বিকর্ষণজনিত বাধা থাকে না। $-CH_3$ মূলক অপেক্ষা বড় অ্যালকিল মূলকের ক্ষেত্রে H-বন্ধনের প্রতি স্টেরিক বিকর্ষণজনিত বাধা দেখা যায়। তাই জলীয় অবস্থায় আবেশ প্রভাব, দ্রাবকায়ন প্রভাব এবং অ্যালকিল মূলকের স্টেরিক বিকর্ষণজনিত বাধার জটিল পারস্পরিক প্রভাব অ্যালকিল অ্যামিন সমূহের ক্ষারকীয় মাত্রা নির্ধারণ করে। জলীয় দ্রবণে মিথাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামিন এবং ইথাইল প্রতিস্থাপিত অ্যামিন সমূহের ক্ষারকীয় মাত্রার ক্রম নিম্নরূপ:

$(C_2H_5)_2NH > (C_2H_5)_3N > C_2H_5NH_2 > NH_3$

$(CH_3)_2NH > CH_3NH_2 > (CH_3)_3N > NH_3$

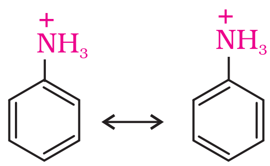
(b) অ্যারাইল অ্যামিন বনাম অ্যামোনিয়া :

অ্যানিলিনের pK_b এর মান খুবই বেশী। কেন এমনটা হয়? এর কারণ হল অ্যানিলিন অথবা অন্যান্য অ্যারাইল অ্যামিনে $-NH_2$ মূলক সরাসরি বেঞ্জিন বলয়ের সাথে যুক্ত থাকে। এর ফলে নাইট্রোজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল বেঞ্জিন বলয়ের সাথে কনজুগেশনে অংশ গ্রহণ করে এবং প্রোটনেশনের জন্য কম সহজলভ্য করে তোলে। যদি তোমরা অ্যানিলিনের বিভিন্ন সংস্পন্দন গঠন আকৃতিগুলো লেখ তবে তোমরা দেখতে পাবে যে অ্যানিলিন হল নিম্নলিখিত পাঁচটি গঠন আকৃতির একটি সংস্পন্দন সংকর।



I II III IV V

অপরদিকে, প্রোটন গ্রহণের ফলে উৎপন্ন অ্যানিলিনিয়াম আয়নের কেবলমাত্র দুটি সংস্পন্দন গঠন আকৃতি রয়েছে (কেকুলে)।



I II

আমরা জানি যে, সংস্পন্দন গঠন আকৃতির সংখ্যা যত বেশী হয়, স্থায়িত্ব ততই অধিক হয়। তাই তোমরা এই সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পার যে অ্যানিলিন (পাঁচটি সংস্পন্দন গঠন আকৃতি) অ্যানিলিনিয়াম আয়ন থেকে অধিক স্থায়ী। সুতরাং, অ্যানিলিন বা অন্যান্য অ্যারোমেটিক অ্যামিন সমূহের প্রোটন গ্রহণ যোগ্যতা বা ক্ষারকীয় ধর্ম অ্যামোনিয়া অপেক্ষা কম হয়। প্রতিস্থাপিত অ্যানিলিনের ক্ষেত্রে, দেখা যায় যে, ইলেকট্রন প্রদানকারী মূলক যেমন- $-OCH_3$, $-CH_3$ ক্ষারকীয় মাত্রা বৃদ্ধি করে এবং ইলেকট্রন আকর্ষণকারী মূলক যেমন $-NO_2$, $-SO_3H$, $-COOH$, $-X$ ক্ষারকীয় মাত্রা হ্রাস করে।

নমুনা প্রশ্ন 13.4 নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে এদের ক্রমহ্রাসমান ক্ষারকীয় মাত্রা অনুসারে সাজাও :
$C_6H_5NH_2$, $C_2H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, NH_3

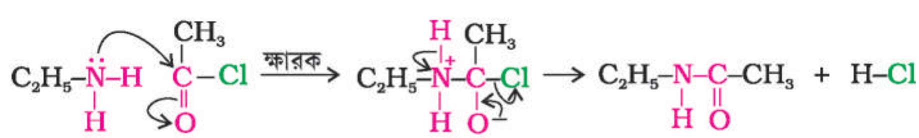
সমাধান উপরের অ্যামিনসমূহ এবং অ্যামোনিয়ার মধ্যে ক্ষারকীয় মাত্রার হ্রাসমান ক্রমটি নিম্নলিখিত ক্রম অনুসরণ করে।
$(C_2H_5)_2NH > C_2H_5NH_2 > NH_3 > C_6H_5NH_2$

2. *অ্যালকাইলেশন :*

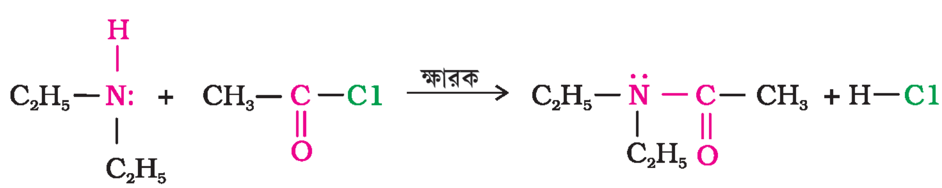
অ্যামিনসমূহ অ্যালকিল হ্যালাইডের সাথে অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে (দ্বাদশ শ্রেণি, দশম অধ্যায় দেখ)।

3. *অ্যাসাইলেশন :*

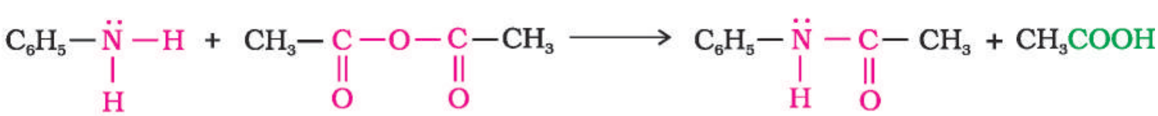
অ্যালিফ্যাটিক এবং অ্যারোমেটিক প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি অ্যামিন, অ্যাসিড ক্লোরাইড, অ্যানহাইড্রাইড এবং এস্টারের সাথে (নিউক্লিওফলিক) নিউক্লিয়াস সন্ধানি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার দ্বারা বিক্রিয়া করে। এই বিক্রিয়াকে অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া বলে। তোমরা ধরে নিতে পারো এই বিক্রিয়টির ফলে $-NH_2$ অথবা >N–H মূলকের হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যাসাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থকে অ্যামাইড বলে। এই বিক্রিয়াটি অ্যামিন অপেক্ষা শক্তিশালী ক্ষারক যেমন পিড়িডিনের উপস্থিতিতে করা হয়, যা উৎপন্ন HCl কে অপসারণ করে এবং সাম্যের সরণ ডান দিকে ঘটায়।



ইথান্যামিন N- ইথাইল ইথান্যামাইড



N- ইথাইল ইথান্যামিন N,N- ডাইইথাইল ইথান্যামাইড


বেঞ্জিন্যামিন ইথানোয়িক অ্যানাহাইড্রাইড N- ফিনাইল ইথান্যামাইড অথবা অ্যাসিট্যানিলাইড

অ্যামিন, বেঞ্জোয়িল ক্লোরাইডের (C_6H_5COCl) সাথেও বিক্রিয়া করে। এই বিক্রিয়াকে বেঞ্জোয়িলেশন বলে।

$$CH_3NH_2 + C_6H_5COCl \rightarrow CH_3NHCOC_6H_5 + HCl$$

মিথান্যামিন বেঞ্জোয়িল ক্লোরাইড N-মিথাইল বেঞ্জামাইড

তোমাদের কী মনে হয়, অ্যামিন কার্বোঅক্সিলিক অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়ায় কোন্ যৌগ উৎপন্ন করবে? এরা স্বাভাবিক তাপমাত্রায় অ্যামিনের সাথে লবণ উৎপন্ন করে।

4. কার্বাইল অ্যামিন বিক্রিয়া :

অ্যালিফ্যাটিক এবং অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিনকে ক্লোরোফর্ম এবং ইথানলীয় পটাসিয়াম হাইড্রোঅক্সাইড সহ উত্তপ্ত করলে দুর্গন্ধযুক্ত আইসোসায়ানাইড বা কার্বাইলঅ্যামিন নামক পদার্থ উৎপন্ন হয়। সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিন এরূপ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এই বিক্রিয়াকে কার্বাইল অ্যামিন বিক্রিয়া বা আইসোসায়ানাইড পরীক্ষা বলে এবং এটি প্রাইমারি অ্যামিনের সনাক্তকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

$$R{-}NH_2 + CHCl_3 + 3KOH \xrightarrow{\text{তাপ}} R{-}NC + 3KCl + 3H_2O$$

5. নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়া :

খনিজ অ্যাসিড এবং সোডিয়াম নাইট্রাইটের বিক্রিয়ায় স্বস্থানে উৎপন্ন নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে তিন ধরনের অ্যামিন বিভিন্নভাবে বিক্রিয়া করে।

(a) প্রাইমারি অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালিফ্যাটিক ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন করে যা অস্থায়ী হওয়ার কারণে পরিমাপযোগ্য পরিমাণে নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত করে এবং অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। পরিমাণযোগ্য নির্গত নাইট্রোজেনের পরিমাণটি অ্যামিনো অ্যাসিড এবং প্রোটিনের পরিমাণ নির্ণয়ের কাজে ব্যবহৃত হয়।

$$R{-}NH_2 + HNO_2 \xrightarrow{NaNO_2 + HCl} [R{-}\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl}] \xrightarrow{H_2O} ROH + N_2 + HCl$$

(b) অ্যারোমেটিক অ্যামিন নিম্ন উষ্ণতায় (273-278 K) নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন করে। এটি একটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণির যৌগ, বিভিন্ন ধরনের অ্যারোমেটিক যৌগের সংশ্লেষনে একটি ব্যবহৃত হয় যা 13.7 অনুচ্ছেদে আলোচনা করা হয়েছে।

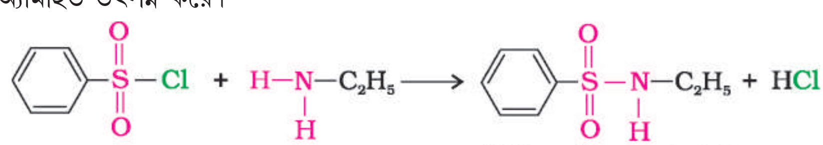
$$\underset{\text{অ্যানিলিন}}{C_6H_5{-}NH_2} \xrightarrow[273-278\ K]{NaNO_2 + 2HCl} \underset{\text{বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড}}{C_6H_5{-}\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl}} + NaCl + 2H_2O$$

সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিন নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে অন্যভাবে বিক্রিয়া করে।

6. অ্যারাইল সালফোনিক ক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়া :

বেঞ্জিন সালফোনিল ক্লোরাইড যা হিন্সবার্গ বিকারক নামে পরিচিত, প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়ায় সালফোন্যামাইড উৎপন্ন করে।

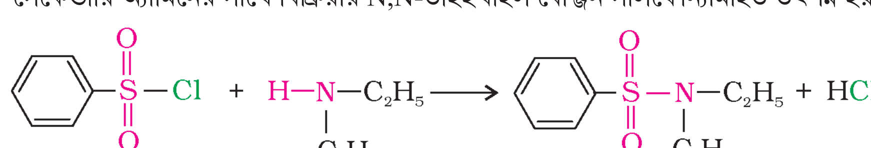
(a) বেঞ্জিন সালফোনিল ক্লোরাইড প্রাইমারি অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়ায় N-ইথাইল বেঞ্জিন সালফোনিল অ্যামাইড উৎপন্ন করে।



N-ইথাইল বেঞ্জিনসালফোন্যামাইড
(ক্ষারের মধ্যে দ্রাব্য)

সালফোন্যামাইডের নাইট্রোজেন পরমাণুতে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণু, ইলেকট্রন আকর্ষী সালফোনিল মূলকের উপস্থিতির জন্য তীব্র আম্লিক হয় এবং এটি ক্ষারের মধ্যে দ্রাব্য হয়।

(b) সেকেন্ডারি অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়ায় N,N-ডাইইথাইল বেঞ্জিন সালফোন্যামাইড উৎপন্ন হয়।



N,N-ডাইইথাইলবেঞ্জিনসালফোন্যামাইড

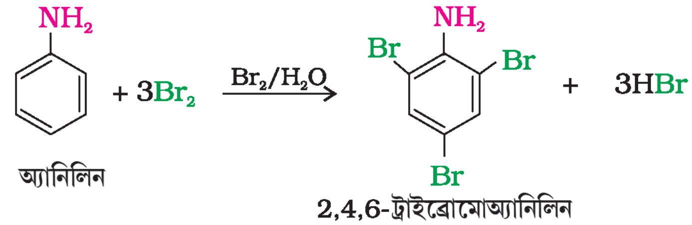
N, N-ডাইইথাইল বেঞ্জিন সালফোন্যামাইডের নাইট্রোজেন পরমাণুর সাথে কোনও হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে না বলে, তাই এটি আম্লিক নয়। সুতরাং, এটি ক্ষারের মধ্যে অদ্রাব্য।

(c) টারসিয়ারি অ্যামিন বেঞ্জিন সালফোনিল ক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়া করে না। বেঞ্জিন সালফোনিল ক্লোরাইডের সাথে ভিন্ন ভিন্ন ভাবে অ্যামিনের বিক্রিয়া করার ধর্মকে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিন সমূহকে পার্থক্য করতে এবং অ্যামিন সমূহের মিশ্রণ থেকে পৃথক করতে ব্যবহৃত হয়। যদিও বর্তমানে বেঞ্জিন সালফোনিল ক্লোরাইডের পরিবর্তে *p*-টলুইন সালফোনিল ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয়।

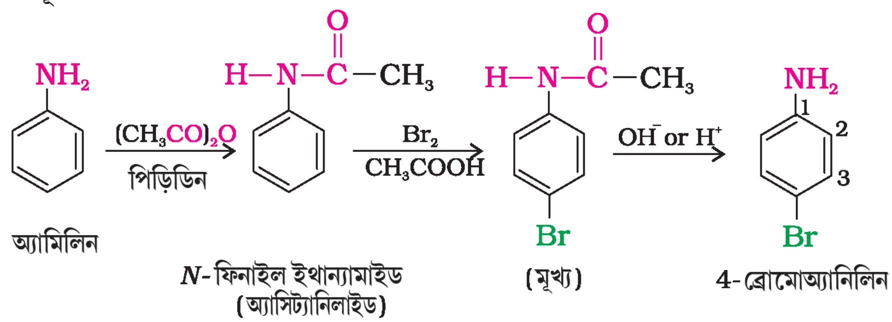
7. ইলেকট্রন সন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া :

তোমরা আগেই পড়েছ যে, অ্যানিলিন পাঁচটি সংস্পন্দন গঠনের সংকর। তাই গঠন আকৃতিগুলোতে কোথায় তোমরা সর্বাধিক ইলেকট্রন ঘনত্ব দেখতে পাও? $-NH_2$ মূলকের সাপেক্ষে অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে অধিক ইলেকট্রন ঘনত্ব বিশিষ্ট কেন্দ্র তৈরি হয়। তাই $-NH_2$ মূলক অর্থো এবং প্যারা নির্দেশক এবং একটি শক্তিশালী সক্রিয় মূলক।

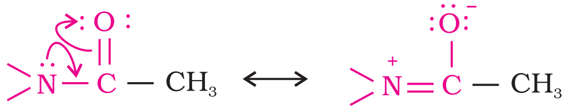
(a) ব্রোমিনেশন : অ্যানিলিন সাধারণ তাপমাত্রায় ব্রোমিনগুলোর সাথে বিক্রিয়া করে 2,4,6-ট্রাইব্রোমোঅ্যানিলিনের সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।



অ্যারোমেটিক অ্যামিনে ইলেকট্রন সন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সংঘটিত করার প্রধান সমস্যা হল এর অধিক রাসায়নিক সক্রিয়তা। প্রতিস্থাপন অর্থো এবং প্যারা অবস্থানে হতে পারে। যদি আমরা মনো প্রতিস্থাপিত যৌগ তৈরি করতে চাই তবে কীভাবে আমরা $-NH_2$ মূলকের সক্রিয়তা প্রভাবকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারি? এটা আমরা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সহযোগে অ্যাসিটাইলেসনের দ্বারা $-NH_2$ মূলককে সংরক্ষিত করে, এরপর কাঙ্খিত প্রতিস্থাপনের পর প্রতিস্থাপিত অ্যামাইড আর্দ্র বিশ্লেষণ মাধ্যমে প্রতিস্থাপিত অ্যামিনে রূপান্তরিত করতে পারি।

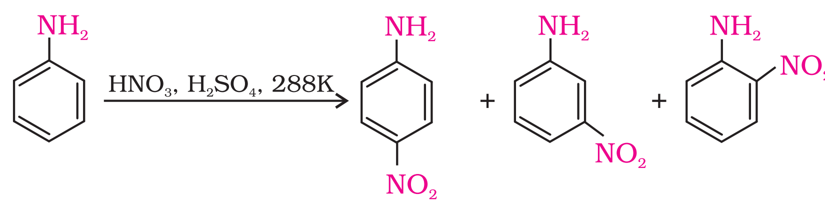


অ্যাসিট্যানিলাইডের নাইট্রোজেন পরমাণুতে উপস্থিত নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল সংস্পন্দনের কারণে অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে মিথোষ্ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।



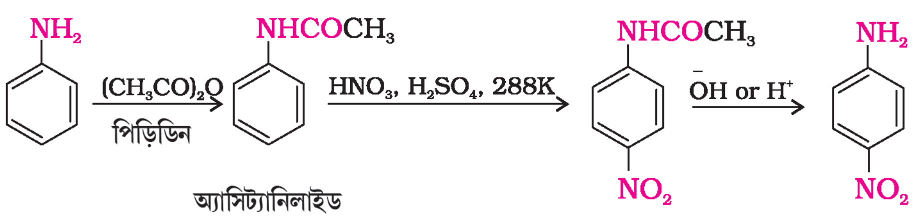
সুতরাং, নাইট্রোজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল সংস্পন্দনের দ্বারা বেঞ্জিন বলয়ে প্রদান করার প্রবণতা কম হয়। তাই $–NHCOCH_3$ মূলকের সক্রিয়তা প্রভাব অ্যামিনো মূলক অপেক্ষা কম হয়।

(b) *নাইট্রেশন :* অ্যানিলিনের সরাসরি নাইট্রেশনে নাইট্রোজাতক সমূহ ছাড়াও আলকাতরার মতো জারিত পদার্থ উৎপন্ন হয়। তীব্র আম্লিক মাধ্যমে অ্যানিলিন প্রোটনেশনের দ্বারা অ্যানিলিনিয়াম আয়ন উৎপন্ন করলেও এটি একটি মেটা নির্দেশক যৌগ। এই কারণে অর্থো এবং প্যারা যৌগের পাশাপাশি উল্লেখযোগ্য পরিমাণ মেটা যৌগও উৎপন্ন হয়।



(51%) (47%) (2%)

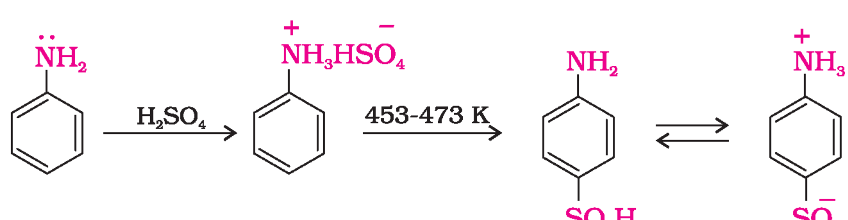
কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড দ্বারা অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়ার মাধ্যমে $–NH_2$ মূলককে সংরক্ষণ করে, নাইট্রেশন বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করা যায় এবং মূখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ রূপে *p*-নাইট্রো যৌগ উৎপন্ন করা যায়।



অ্যাসিট্যানিলাইড

p-নাইট্রোঅ্যাসিট্যালিলাইড *p*-নাইট্রোঅ্যানিলিন

(c) *সালফোনেশন :* অ্যানিলিন গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যানিলিনিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন করে যাকে সালফিউরিক অ্যাসিড সহ 453 - 473K উষ্ণতায় উত্তপ্ত করলে মূখ্য যৌগ রূপে P- অ্যামিনো বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়, যা সাধারণত সালফোনিলিক অ্যাসিড নামে পরিচিত।



অ্যানিলিনিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট সালফানিলিক অ্যাসিড জুইটার আয়ন

অনুঘটক রূপে ব্যবহৃত লুইস অ্যাসিড অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে লবণ উৎপন্ন করার কারণে অ্যানিলিন ফ্রিডেল ক্র্যাফ্টস (অ্যালকাইলেশন এবং অ্যাসাইলেশন) বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এই কারণে অ্যানিলিনের নাইট্রোজেন পরমাণুটি ধনাত্মক আধান গ্রস্থ হয় এবং তাই পরবর্তী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এটি শক্তিশালী নিষ্ক্রিয় মূলক রূপে কাজ করে।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

13.4 নিম্নলিখিত অ্যামিনগুলোকে ক্ষারকীয় মাত্রার ঊর্ধ্বক্রম অনুসারে সাজাও :

(i) $C_2H_5NH_2$, $C_6H_5NH_2$, NH_3, $C_6H_5CH_2NH_2$ এবং $(C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_2H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $(C_2H_5)_3N$, $C_6H_5NH_2$

(iii) CH_3NH_2, $(CH_3)_2NH$, $(CH_3)_3N$, $C_6H_5NH_2$, $C_6H_5CH_2NH_2$.

13.5 নিম্নলিখিত অ্যাসিড-ক্ষারক বিক্রিয়াগুলো সম্পূর্ণ কর এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলোর নাম লিখ :

(i) $CH_3CH_2CH_2NH_2 + HCl \rightarrow$ (ii) $(C_2H_5)_3N + HCl \rightarrow$

13.6 সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের উপস্থিতিতে অতিরিক্ত মিথাইল আয়োডাইডের সাথে অ্যানিলিনের অ্যালকাইলেশনে উৎপন্ন অন্তিম বিক্রিয়াজাত পদার্থ পর্যন্ত সকল রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো লিখ।

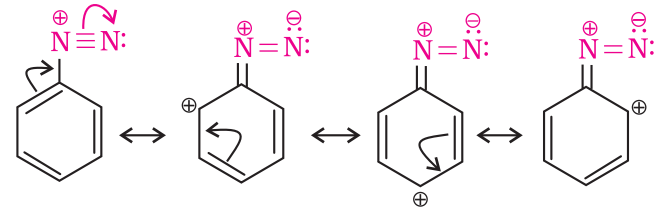
13.7 অ্যানিলিনের সাথে বেঞ্জোয়িল ক্লোরাইডের রাসায়নিক বিক্রিয়াটি লিখ এবং উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থটির নাম লিখ।

13.8 C_3H_9N আণবিক সংকেত বিশিষ্ট যৌগটির বিভিন্ন সমাবয়বীগুলোর গঠন সংকেত লিখ এবং ঐ সমাবয়বীর IUPAC নাম লিখ যেটি নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত করে।

II. ডায়াজোনিয়াম লবণ

ডায়াজোনিয়াম লবণসমূহের সাধারণ সংকেত $R\overset{+}{N}_2\overset{-}{X}$ যেখানে R হল অ্যারাইল মূলক এবং $\overset{-}{X}$ আয়নটি হল Cl^- Br^-,HSO_4^-, BF_4^- ইত্যাদির মধ্যে যে কোন একটি। এদের নামকরণ করার সময় মূল হাইড্রোকার্বনের নামের সাথে ডায়াজোনিয়াম প্রত্যয়টি যোগ করার পর, অ্যানায়ন যেমন ক্লোরাইড, হাইড্রোজেন সালফেট ইত্যাদির নাম লেখা হয়। $\overset{+}{N}_2$ মূলকটিকে বলা হয় ডায়াজোনিয়াম মূলক। উদাহরণস্বরূপ $C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl}$ এর নামটি বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড এবং $C_6H_5N_2^+HSO_4^-$ এর নাম হল বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট।

প্রাইমারি অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন খুবই অস্থায়ী প্রকৃতির অ্যালকিল ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন করে (13.6 অনুচ্ছেদ দেখ)। প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন, অ্যারিন ডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপন্ন করে যা নিম্ন তাপমাত্রায় (273-278 K) দ্রবণে স্বল্প সময়ের জন্য স্থায়ী হয়। অ্যারিন ডায়াজোনিয়াম আয়নের স্থায়িত্ব এর সংস্পন্দনের উপর ভিত্তি করে ব্যাখ্যা করা যায়।



13.7 ডায়াজোনিয়াম লবণ প্রস্তুতির পদ্ধতি (Method of Preparation of Diazoniun Salts)

273-278K উষ্ণতায় অ্যানিলিনের সাথে নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা বেঞ্জিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়। সোডিয়াম নাইট্রাইটের সাথে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা বিক্রিয়া মিশ্রণে নাইট্রাস অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিনের, ডায়াজোনিয়াম লবণে রূপান্তরিত হওয়াকে ডায়াজোটাইজেশন বলে। এটির কম স্থায়িত্বের কারণে, ডায়াজোনিয়াম লবণকে সাধারণত সংরক্ষণ করা হয় না এবং এটি উৎপন্ন হওয়ার সাথে সাথে তাৎক্ষণাৎ ব্যবহার করা হয়।

$$C_6H_5NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \xrightarrow{273-278K} C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + NaCl + 2H_2O$$

13.8 ভৌত ধর্মাবলী (Physical Properties)

বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড একটি বর্ণহীন কেলাসাকার কঠিন পদার্থ। এটি সহজেই জলে দ্রাব্য এবং শীতল জলে স্থায়ী কিন্তু উত্তপ্ত করলে জলের সাথে বিক্রিয়া করে। এটি শুষ্ক অবস্থায় সহজেই বিয়োজিত হয়। বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম ফ্লুরোবোরেট জলে অদ্রাব্য এবং সাধারণ তাপমাত্রায় স্থায়ী।

13.9 রাসায়নিক ধর্মাবলি (Chemical Reactions)

ডায়াজোনিয়াম লবণের বিক্রিয়াসমূহকে মুখ্যত দুটি শ্রেণিতে ভাগ কর যায়, (A) নাইট্রোজেন প্রতিস্থাপন সংক্রান্ত বিক্রিয়া (B) ডায়াজোমূলকটি সুরক্ষিত থাকে এরূপ বিক্রিয়া।

A. নাইট্রোজেন প্রতিস্থাপন সংক্রান্ত বিক্রিয়া

ডায়াজোনিয়াম মূলক একটি উত্তম নির্গমনশীল (লেভিং) মূলক, তাই অন্যান্য মূলক যেমন Cl^-, Br^-, I^-, CN^- এবং OH^- দ্বারা সহজে প্রতিস্থাপিত হয়। এই সকল মূলক সমূহ অ্যারোমেটিক বলয়ের সাথে যুক্ত ডায়াজোনিয়াম মূলকের নাইট্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে। উৎপন্ন নাইট্রোজেন গ্যাস রূপে বিক্রিয়া মিশ্রণ থেকে নির্গত হয়।

1. *হ্যালাইড বা সায়ানাইড আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপন :* Cu(I) আয়নের উপস্থিতিতে বেঞ্জিন বলয়ের সাথে সহজেই Cl^-, Br^- এবং CN^- নিউক্লিয়াস সন্ধানী বিকারকদের (নিউক্লিওফাইল) প্রবেশ করানো যায়। এই বিক্রিয়াকে স্যান্ডম্যায়ার বিক্রিয়া বলে।

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu_2Cl_2/HCl} ArCl + N_2$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu_2Br_2/HBr} ArBr + N_2$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{CuCN/KCN} ArCN + N_2$$

অনুরূপভাবে, কপার পাউডারের উপস্থিতিতে ডায়াজোনিয়াম লবণের দ্রবণের সাথে সংশ্লিষ্ট হ্যালোজেন অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা বেঞ্জিন বলয়ে ক্লোরিন বা ব্রোমিনকেও প্রবেশ করানো যায়। এই বিক্রিয়াকে গ্যাটারম্যান বিক্রিয়া বলে।

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu/HCl} ArCl + N_2 + CuX$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu/HBr} ArBr + N_2 + CuX$$

গ্যাটারম্যান বিক্রিয়ার তুলনায় স্যান্ডম্যায়ার বিক্রিয়ার উৎপাদন হার অধিক হয়।

2. *আয়োডাইড আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপন :* আয়োডিনকে সহজে বেঞ্জিন বলয়ে সরাসরি প্রবেশ করানো যায় না, কিন্তু যখন বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম লবণের দ্রবণকে পটাশিয়াম আয়োডাইডের সাথে বিক্রিয়া করানো হয় তখন আয়োডোবেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + KI \longrightarrow ArI + KCl + N_2$$

3. *ফ্লুরাইড আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপন:* অ্যারিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে যখন ফ্লুরোবোরিক অ্যাসিডের সাথে বিক্রিয়া করানো হয় তখন অ্যারিন ডায়াজোনিয়াম ফ্লুরোবোরেট অধঃক্ষিপ্ত হয়, যাকে উত্তপ্ত করলে বিয়োজিত হয়ে অ্যারিল ফ্লুরাইড উৎপন্ন হয়।

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + HBF_4 \longrightarrow Ar-\overset{+}{N}_2\overset{-}{BF_4} \xrightarrow{\Delta} Ar-F + BF_3 + N_2$$

4. *H দ্বারা প্রতিস্থাপন :* কিছু মৃদু বিজারক দ্রব্য যেমন হাইপোফসফরাস অ্যাসিড (ফসফিনিক অ্যাসিড) অথবা ইথানল, বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম লবণকে অ্যারিনে বিজারিত করে এবং নিজেরা জারিত হয়ে, যথাক্রমে ফসফরাস অ্যাসিড এবং ইথান্যাল উৎপন্ন করে।

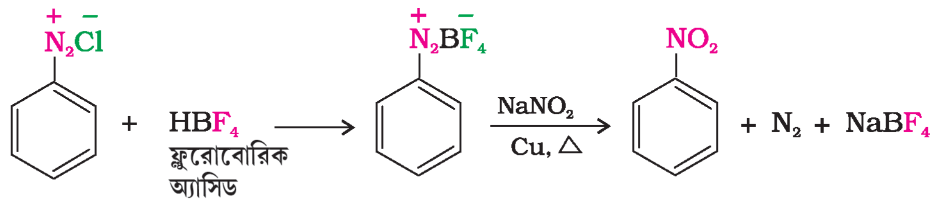
$$Ar\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl} + H_3PO_2 + H_2O \longrightarrow ArH + N_2 + H_3PO_3 + HCl$$

$$Ar\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl} + CH_3CH_2OH \longrightarrow ArH + N_2 + CH_3CHO + HCl$$

5. *হাইড্রোক্সিল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন :* ডায়াজোনিয়াম লবণের দ্রবণের উষ্ণতা যদি 283 K পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হয় তবে এটি আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ফেনলে পরিণত হয়।

$$Ar\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl} + H_2O \longrightarrow ArOH + N_2 + HCl$$

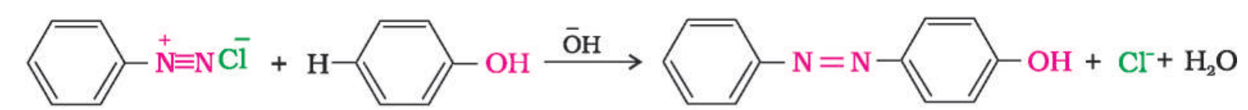
6. *$-NO_2$ মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন :* কপারের উপস্থিতিতে যখন ডায়াজোনিয়াম ফ্লুরোবোরেটকে সোডিয়াম নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ সহ উত্তপ্ত করা হয় তখন ডায়াজোনিয়াম মূলক $-NO_2$ মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



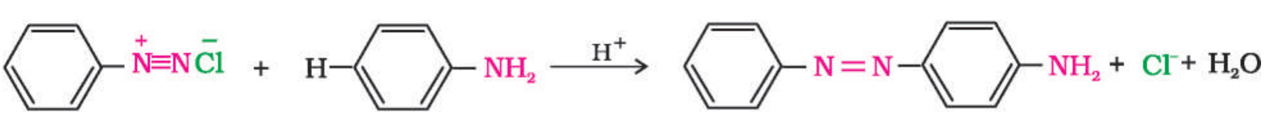
B. ডায়াজোমূলকটি সুরক্ষিত থাকে এমন বিক্রিয়া :

কাপলিং বিক্রিয়া :

উৎপন্ন অ্যাজো যৌগে একটি বর্ধিত অনুবন্ধী (কনজুগেটেড) সিস্টেম রয়েছে যেখানে দুটি অ্যারোমেটিক বলয় –N=N– বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। এই সকল যৌগগুলো প্রায়ই রঙিন হয় এবং রঞ্জক পদার্থ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। বেঞ্জিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ফেনলের সাথে বিক্রিয়া করে যেখানে ফেনল অণুর প্যারা অবস্থানটি, ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে যুক্ত হয়ে *p*-হাইড্রক্সিঅ্যাজোবেঞ্জিন উৎপন্ন করে। এই ধরনের বিক্রিয়াকে কাপলিং বিক্রিয়া বলে। অনুরূপে ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে অ্যানিলিনের বিক্রিয়ায় *p*-অ্যামিনো অ্যাজো বেঞ্জিন উৎপন্ন হয়। এটি একটি ইলেকট্রনসন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।



p-হাইড্রক্সিঅ্যাজোবেঞ্জিন (কমলা বর্ণের রঞ্জক)



p- অ্যামিনোঅ্যাজোবেঞ্জিন
(হলুদ বর্ণের রঞ্জক)

13.10 অ্যারোমেটিক যৌগের সংশ্লেষণে ডায়াজোনিয়াম লবণের গুরুত্ব

উপরের বিক্রিয়াগুলো থেকে স্পষ্টভাবে বোঝা যায় যে, অ্যারোমেটিক বলয়ে –F, –Cl, –Br, –I, –CN, –OH, $-NO_2$ মূলক প্রবেশ করানোর জন্য ডায়াজোনিয়াম লবণ একটি উত্তম অন্তর্বর্তী যৌগ।

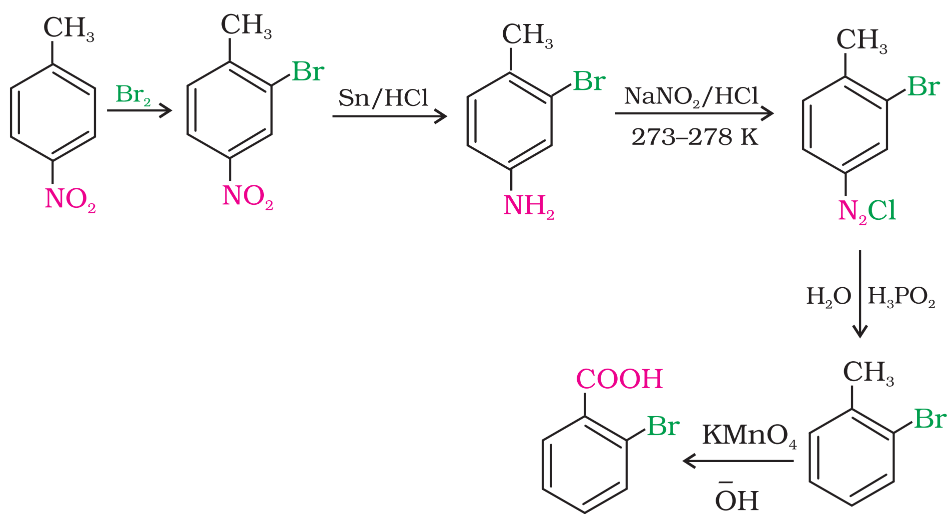
অ্যারাইল ফ্লুরাইড এবং আয়োডাইড যোগগুলো হ্যালোজেনেশন বিক্রিয়ার সাহায্যে সরাসরি প্রস্তুত করা যায় না। ক্লোরোবেঞ্জিনের ক্লোরিনের নিউক্লিয়াসসন্ধানী (নিউক্লিওফিলিক) প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে বেঞ্জিন বলয়ে সায়ানো মূলক প্রবেশ করানো যায় না কিন্তু ডায়াজোনিয়াম লবণ থেকে সহজেই সায়ানো বেঞ্জিন প্রস্তুত করা যায়।

সুতরাং অন্যান্য মূলক দ্বারা ডায়াজো মূলকের প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে প্রতিস্থাপিত অ্যারোমেটিক যৌগ উৎপন্ন করা সহায়ক যা বেঞ্জিন বা প্রতিস্থাপিত বেঞ্জিনের সরাসরি প্রতিস্থাপনে প্রস্তুত করা সম্ভব নয়।

নমুনা প্রশ্ন 13.5

তুমি কিভাবে 4-নাইট্রোটলুইনকে 2-ব্রোমোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করবে?

সমাধান



বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

13.9 রূপান্তর কর—

(i) 3-মিথাইল অ্যানিলিন থেকে 3-নাইট্রোটলুইন।

(ii) অ্যানিলিন থেকে 1,3,5 -ট্রাইব্রোমোবেঞ্জিন

সারাংশ

অ্যামিনকে অ্যামোনিয়ার জাতক হিসাবে ভাবা যেতে পারে যা অ্যালকিল বা অ্যারিল মূলক দ্বারা হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়ার একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপনে প্রাপ্ত **$R\text{-}NH_2$** গঠন আকৃতি বিশিষ্ট যৌগকে প্রাইমারি অ্যামিন বলে। সেকেন্ডারি অ্যামিনকে **R_2NH** অথবা **R-NHR′** এবং টারসিয়ারি অ্যামিনকে **R_3N, RNR′R″** অথবা **R_2NR'** গঠন সংকেত দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনে যদি একই ধরনের অ্যালকিল অথবা অ্যারিল মূলক থাকে তবে একে সরল (simple) অ্যামিন বলে এবং যদি মূলকগুলো ভিন্ন প্রকারের হয় তবে একে মিশ্র অ্যামিন বলে। অ্যামোনিয়ার মত, তিন প্রকারের অ্যামিনের মধ্যেই উপস্থিত নাইট্রোজেন পরমাণুটিতে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে ফলে এরা লুইস ক্ষারক হিসাবে আচরণ করে।

অ্যামিন যৌগগুলো সাধারণত নাইট্রো যৌগ, হ্যালাইড, অ্যামাইড, ইমাইড ইত্যাদি থেকে তৈরি করা হয়। এরা হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে যা এদের ভৌত ধর্মাবলির উপর প্রভাব বিস্তার করে। অ্যালকিল অ্যামিন সমূহের মধ্যে একই সাথে ইলেকট্রন দান করার প্রবণতা, স্টেরিক প্রভাব এবং H-বন্ধনের মতো বিষয়গুলো, প্রোটিক ধ্রুবীয় দ্রাবকে প্রতিস্থাপিত অ্যামোনিয়াম ক্যাটায়নের স্থায়িত্বের উপর প্রভাব বিস্তার করে এবং তাই অ্যামিনের ক্ষারকীয় প্রকৃতি ও প্রভাবিত হয়। অ্যালকিল অ্যামিন যৌগগুলো অ্যামোনিয়া অপেক্ষা অধিক ক্ষারকীয়। অ্যারোমেটিক অ্যামিন যৌগগুলোতে

উপস্থিত ইলেকট্রন দাতা এবং ইলেকট্রন গ্রহীতা মূলক যথাক্রমে এদের ক্ষারকীয় চরিত্র বৃদ্ধি এবং হ্রাস করে। অ্যানিলিন, অ্যামোনিয়া অপেক্ষা দুর্বল ক্ষারক। অ্যামিন যৌগগুলোর বিক্রিয়াসমূহ নাইট্রোজেন পরমাণুতে উপস্থিত নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। নাইট্রোজেন পরমাণুর মধ্যে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যা বিক্রিয়ার ধরনকে প্রভাবিত করে এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থের প্রকৃতি প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ার অ্যামিনের সনাক্তকরণ এবং পার্থক্যকরণের জন্য দায়ী। *p*-টলুইন– সালফোনিল ক্লোরাইড প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনের সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়। অ্যারোমেটিক বলয়ে উপস্থিত অ্যামিনো মূলক অ্যারোমেটিক অ্যামিনগুলোর সক্রিয়তাকে ত্বরান্বিত করে। অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সক্রিয়তাকে অ্যাসাইলেশন পদ্ধতি অর্থাৎ অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড বা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সাথে বিক্রিয়ার দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। টারসিয়ারি অ্যামিন যেমন ট্রাইইথাইল অ্যামিনকে পতঙ্গ আকর্ষক রূপে ব্যবহার করা হয়।

অ্যারাইল ডায়াজোনিয়াম লবণগুলোকে সাধারণত অ্যারাইলঅ্যামিন থেকে প্রস্তুত করা হয়, ডায়াজোমূলককে বিভিন্ন প্রকার নিউক্লিয়াস সন্ধানীমূলক (নিউক্লিওফাইল) দ্বারা প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে ডায়াজোমূলকটিকে অপসারণের মধ্য দিয়ে অ্যালাইল, হ্যালাইড, সায়ানাইড, ফেনল এবং অ্যারিন প্রস্তুতির লাভদায়ক পদ্ধতি প্রদান করে। অ্যারাইল ডায়াজোনিয়াম লবণের সাথে ফেনল বা অ্যারাইল অ্যামিনের কাপলিং বিক্রিয়ায় অ্যাজো রঞ্জক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

অনুশীলনী

13.1 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর IUPAC নাম লিখ এবং এদের প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনে শ্রেণিভুক্ত কর।

(i) $(CH_3)_2CHNH_2$ (ii) $CH_3(CH_2)_2NH_2$ (iii) $CH_3NHCH(CH_3)_2$

(iv) $(CH_3)_3CNH_2$ (v) $C_6H_5NHCH_3$ (vi) $(CH_3CH_2)_2NCH_3$

(vii) *m*–$BrC_6H_4NH_2$

13.2 নিম্নলিখিত যৌগের যুগল সমূহকে পার্থক্য করতে একটি রাসায়নিক পরীক্ষার উল্লেখ কর।

(i) মিথাইল অ্যামিন এবং ডাইমিথাইল অ্যামিন (ii) সেকেন্ডারি অ্যামিন এবং টারসিয়ারি অ্যামিন

(iii) ইথাইল অ্যামিন এবং অ্যানিলিন (iv) অ্যানিলিন এবং বেঞ্জাইল অ্যামিন

(v) অ্যানিলিন এবং N-মিথাইল অ্যানিলিন

13.3 নিম্নলিখিত প্রতিটির কারণ উল্লেখ কর :

(i) অ্যানিলিনের pK_b মিথাইল অ্যামিন অপেক্ষা বেশি।

(ii) ইথাইল অ্যামিন জলে দ্রাব্য কিন্তু অ্যানিলিন নয়।

(iii) জলের মধ্যে মিথাইল অ্যামিন ফেরিক ক্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রেটেড ফেরিক অক্সাইড অধক্ষিপ্ত হয়।

(iv) যদিও অ্যারোমেটিক ইলেকট্রনসন্ধানী (ইলেকট্রোফিলিক) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যামিনো মূলক *o*– এবং *p*– নির্দেশক, তবুও অ্যানিলিনের নাইট্রেশনের ফলে যথেষ্ট পরিমাণ *m*-নাইট্রোঅ্যানিলিন উৎপন্ন হয়।

(v) অ্যানিলিন ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্‌টস বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

(vi) অ্যারোমেটিক অ্যামিনের ডায়াজোনিয়াম লবণ অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের ডায়াজোনিয়াম লবন অপেক্ষা অধিক স্থায়ী।

(vii) প্রাইমারি অ্যামিন সংশ্লেষণে গ্যাব্রিয়েল থ্যালিমাইড সংশ্লেষণকে প্রাধান্য দেওয়া হয়।

13.4 নিম্নলিখিত যৌগগুলোকে ক্রম অনুসারে সাজাও :

(i) pK_b এর মানের নিম্নক্রম:

$C_2H_5NH_2$, $C_6H_5NHCH_3$, $(C_2H_5)_2NH$ এবং $C_6H_5NH_2$

(ii) ক্ষারকীয় মাত্রার উর্ধ্বক্রম :

$C_6H_5NH_2$, $C_6H_5N(CH_3)_2$, $(C_2H_5)_2NH$ এবং CH_3NH_2

(iii) ক্ষারকীয় মাত্রার উর্ধ্বক্রম :

(a) অ্যানিলিন, *p*-নাইট্রোঅ্যানিলিন এবং *p*-টলুইডিন

(b) $C_6H_5NH_2$, $C_6H_5NHCH_3$, $C_6H_5CH_2NH_2$.

(iv) গ্যাসীয় দশায় ক্ষারকীয় মাত্রার নিম্নক্রম:
$C_2H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $(C_2H_5)_3N$ এবং NH_3

(v) স্ফুটনাংকের ঊর্ধ্বক্রম :
C_2H_5OH, $(CH_3)_2NH$, $C_2H_5NH_2$

(vi) জলে দ্রাব্যতার ঊর্ধ্বক্রম :
$C_6H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $C_2H_5NH_2$.

13.5 নিম্নলিখিত রূপান্তরগুলো কীভাবে সম্পন্ন করবে :

(i) ইথনোয়িক অ্যাসিড থেকে মিথান্যামিন

(ii) হেক্সেননাইট্রাইল থেকে 1-অ্যামিনো পেন্টেন

(iii) মিথানল থেকে ইথানোয়িক অ্যাসিড

(iv) ইথান্যামিন থেকে মিথান্যামিন

(v) ইথানোয়িক অ্যাসিড থেকে প্রোপানোয়িক অ্যাসিড

(vi) মিথান্যামিন থেকে ইথান্যামিন

(vii) নাইট্রোমিথেন থেকে ডাইমিথাইল অ্যামিন

(viii) প্রোপানোয়িক অ্যাসিড থেকে ইথানোয়িক অ্যাসিড

13.6 প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনের সনাক্তকরণের একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর। সংঘটিত বিক্রিয়ার রাসায়নিক সমীকরণগুলো লিখ।

13.7 নিম্নলিখিত প্রতিটির সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ:

(i) কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া

(ii) ডায়াজোটাইজেশন

(iii) হফম্যান ব্রোমামাইড বিক্রিয়া

(iv) কাপলিং বিক্রিয়া

(v) অ্যামোনোলিসিস

(vi) অ্যাসিটাইলেশন

(vii) গ্যাব্রিয়েল থ্যালিমাইড সংশ্লেষণ

13.8 নিম্নলিখিত রূপান্তরগুলো সম্পূর্ণ কর :

(i) নাইট্রোবেঞ্জিন থেকে বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড

(ii) বেঞ্জিন থেকে *m*-ব্রোমোফেনল

(iii) বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড থেকে অ্যানিলিন

(iv) অ্যানিলিন থেকে 2,4,6-ট্রাইব্রোমো ফ্লুরোবেঞ্জিন

(v) বেঞ্জাইল ক্লোরাইড থেকে 2-ফিনাইল ইথান্যামিন

(vi) ক্লোরোবেঞ্জিন থেকে *p*-ক্লোরোঅ্যানিলিন

(vii) অ্যানিলিন থেকে *p*-ব্রোমোঅ্যানিলিন

(viii) বেঞ্জামাইড থেকে টলুইন

(ix) অ্যানিলিন থেকে বেঞ্জাইল অ্যালকোহল।

13.9 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলোতে A, B এবং C এর গঠন সংকেত লেখ :

(i) $CH_3CH_2I \xrightarrow{NaCN} A \xrightarrow[\text{আংশিক আর্দ্রবিশ্লেষণ}]{OH^-} B \xrightarrow{NaOH+Br_2} C$

(ii) $C_6H_5N_2Cl \xrightarrow{CuCN} A \xrightarrow{H_2O/H^+} B \xrightarrow[\Delta]{NH_3} C$

(iii) $CH_3CH_2Br \xrightarrow{KCN} A \xrightarrow{LiAlH_4} B \xrightarrow[0°C]{HNO_2} C$

(iv) $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl} A \xrightarrow[273K]{NaNO_2+HCl} B \xrightarrow[\Delta]{H_2O/H^+} C$

(v) $CH_3COOH \xrightarrow[\Delta]{NH_3} A \xrightarrow{NaOBr} B \xrightarrow{NaNO_2/HCl} C$

(vi) $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl} A \xrightarrow[273K]{HNO_2} B \xrightarrow{C_6H_5OH} C$

13.10 একটি অ্যারোমেটিক যৌগ 'A' কে অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ সহ উত্তপ্ত করলে 'B' যৌগ উৎপন্ন হয় যাকে Br_2 এবং KOH সহ উত্তপ্ত করলে C_6H_7N আণবিক সংকেত বিশিষ্ট 'C' যৌগ উৎপন্ন হয়। A, B এবং C যৌগগুলোর গঠন সংকেত এবং IUPAC নাম লেখ।

13.11 নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলো সম্পূর্ণ কর :

(i) $C_6H_5NH_2 + CHCl_3 +$ (অ্যালকোহলীয়) $KOH \rightarrow$

(ii) $C_6H_5N_2Cl + H_3PO_2 + H_2O \rightarrow$

(iii) $C_6H_5NH_2 + H_2SO_4$ (গাঢ়) $\rightarrow$

(iv) $C_6H_5N_2Cl + C_2H_5OH \rightarrow$

(v) $C_6H_5NH_2 + Br_2$ (জলীয়) $\rightarrow$

(vi) $C_6H_5NH_2 + (CH_3CO)_2O \rightarrow$

(vii) $C_6H_5N_2Cl \xrightarrow[(ii) NaNO_2/Cu, \Delta]{(i) HBF_4}$

13.12 গ্যাব্রিয়েল থ্যালিমাইড পদ্ধতিতে অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন সংশ্লেষণ করা যায় না কেন?

13.13 নাইট্রাস অ্যাসিডের সাথে (i) অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন এবং (ii) অ্যালিফ্যাটিক প্রাইমারি অ্যামিনের বিক্রিয়াগুলো লেখ।

13.14 নিম্নলিখিত প্রতিটির সম্ভাব্য কারণ ব্যাখ্যা কর—

(i) অ্যামিনযৌগগুলো সমতুল্য আণবিক ভর বিশিষ্ট অ্যালকোহল থেকে কম আম্লিক হয় কেন?

(ii) প্রাইমারি অ্যামিনের স্ফুটনাংক টারসিয়ারি অ্যামিন অপেক্ষা অধিক হয় কেন?

(iii) অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন অ্যারোমেটিক অ্যামিন অপেক্ষা অধিক ক্ষারকীয় হয় কেন?

বিষয়ভিত্তিক কয়েকটি প্রশ্নাবলির উত্তরমালা

13.4 (i) $C_6H_5NH_2 < NH_3 < C_6H_5CH_2NH_2 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_6H_5NH_2 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_3N < (C_2H_5)_2NH$

(iii) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5CH_2NH_2 < (CH_3)_3N < CH_3NH_2 < (CH_3)_2NH$

অধ্যায়

14

জীবঅণু

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা সক্ষম হবে—

- কর্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, নিউক্লিক অ্যাসিড এবং হরমোনের মত জীব অণু সমূহের বৈশিষ্ট্যগুলো ব্যাখ্যা করতে।
- গঠনের উপর ভিত্তি করে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, নিউক্লিক অ্যাসিড এবং ভিটামিনের শ্রেণি বিভাগ করতে।
- DNA এবং RNA পার্থক্য ব্যাখ্যা করতে।
- সজীবতন্ত্রের ওপর জীব অণু সমূহের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে।

"এটি দেহের মধ্যে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া সমূহের জন্য একটি সামঞ্জস্যপূর্ণ এবং সমলয়যুক্ত অগ্রগতি যা জীবনকে পরিচালিত করে"।

একটি সজীবতন্ত্র নিজে থেকেই বৃদ্ধি পায়, স্থিতিশীল থাকে এবং পুনরুৎপাদন করে। সজীব তন্ত্রের সবচেয়ে আশ্চর্যজনক বিষয়টি হলো এটি অজৈবিক পরমাণু এবং অণুর সমন্বয়ে গঠিত। একটি জৈবতন্ত্রের ভিতরে কী কী রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত হচ্ছে সেই সম্বন্ধীয় জ্ঞান অর্জনের বিষয়টি জীবজ রসায়নের (বায়োকেমিস্ট্রি) অন্তর্ভুক্ত। সজীবতন্ত্র কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, নিউক্লিক অ্যাসিড, লিপিড ইত্যাদি বিভিন্ন জটিল জীব অণুর সমন্বয়ে গঠিত। প্রোটিন এবং কার্বোহাইড্রেট আমাদের খাদ্যের অত্যাবশ্যকীয় উপাদান। এই সকল জীবঅণুসমূহ নিজের মধ্যে মিথস্ক্রিয়া সংঘটিত করে এবং জীবন প্রক্রিয়াগুলো সংঘটিত হওয়ার বিষয়টির আণবিক যুক্তি গঠন করে। এছাড়াও ভিটামিন এবং খনিজ লবণের মত কিছু সরল অণুও সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম জীবাণুদের কার্য প্রণালীতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এই ধরনের কিছু সংখ্যক জীবঅণুর গঠন এবং কার্যপ্রণালী এই অধ্যায়টিতে আলোচনা করা হয়েছে।

14.1 কার্বোহাইড্রেট (Carbohydrates)

কার্বোহাইড্রেট মূলত উদ্ভিদ দ্বারা উৎপন্ন হয় এবং প্রাকৃতিকভাবে প্রাপ্ত জৈবযৌগের সুবিশাল শ্রেণি গঠন করে। কার্বোহাইড্রেটের কিছু প্রচলিত উদাহরণ হল ইক্ষু শর্করা, গ্লুকোজ, স্টার্চ ইত্যাদি। এদের বেশিরভাগেরই সাধারণ সংকেত, $C_x(H_2O)_y$ এবং এদের কার্বনের হাইড্রেট রূপে গণ্য করা হত যেখান থেকে কার্বোহাইড্রেট নামটি উৎপন্ন হয়। উদাহরণস্বরূপ, গ্লুকোজের আণবিক সংকেতটি ($(C_6H_{12}O_6)$) এর $C_6(H_2O)_6$ সাধারণ সংকেতের সাথে মানানসই কিন্তু সমস্ত যৌগ যাদের আণবিক সংকেত এই সাধারণ সংকেতের সাথে মানানসই তাদের সকলকে কার্বোহাইড্রেট রূপে শ্রেণিভুক্ত করা যায় না। উদাহরণস্বরূপ, অ্যাসিটিক অ্যাসিডের (CH_3COOH) সংকেত, $C_2(H_2O)_2$ সাধারণ সংকেতের সাথে মানানসই হলেও এটি কিন্তু কার্বোহাইড্রেট নয়। অনুরূপে র্যামনোজ, $C_6H_{12}O_5$ একটি কার্বোহাইড্রেট হলেও এটি কিন্তু কার্বোহাইড্রেটের এই সংজ্ঞার সাথে মানানসই নয়। এদের দ্বারা সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহের একটা বড়ো অংশ এটাই প্রমাণ করে যে এদের মধ্যে সুনির্দিষ্ট একটি কার্যকরী মূলক রয়েছে। রাসায়নিকভাবে কার্বোহাইড্রেটকে এরূপভাবে সংজ্ঞায়িত করা যেতে পারে যে, কার্বোহাইড্রেট হল আলোক সক্রিয় পলিহাইড্রোঅক্সি অ্যালডিহাইড বা কিটোন বা সেই সমস্ত যৌগ যাদের আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে এরূপ একক উৎপন্ন হয়। কিছু সংখ্যক কার্বোহাইড্রেট যারা স্বাদে মিষ্টি, এদের সুগার বা শর্করা বলে। আমাদের বাড়িঘরে ব্যবহৃত সবচেয়ে প্রচলিত সুগারটিকে সুক্রোজ বলে, আবার দুধে

উপস্থিত সুগারটিকে বলা হয় ল্যাকটোজ। কার্বোহাইড্রেটকে স্যাকারাইডও বলা হয়। (গ্রিক শব্দে স্যাকারনের অর্থ সুগার)।

14.1.1 কার্বোহাইড্রেটের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Carbohydrates)

আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে কীরূপ আচরণ করে, তার উপর ভিত্তি করে কার্বোহাইড্রেটকে শ্রেণিবিভক্ত করা যায়। বৃহত্তর অর্থে এদের নিম্নলিখিত তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়েছে।

(i) *মনোস্যাকারাইড:* একটি কার্বোহাইড্রেট যা পুনরায় আর্দ্রবিশ্লেষিত করে সরলতর পলিহাইড্রোক্সি অ্যালডিহাইড বা কিটোন একক অণু উৎপন্ন করা যায় না, তাকে মনোস্যাকারাইড বলে। প্রকৃতিতে প্রায় 20 ধরণের মনোস্যাকারাইডের অস্তিত্ব আছে। কিছু প্রচলিত উদাহরণ হল গ্লুকোজ, ফ্রুক্টোজ, রাইবোজ প্রভৃতি।

(ii) *অলিগোস্যাকারাইড:* কার্বোহাইড্রেট যা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে 2 থেকে 10 টি পর্যন্ত মনোস্যাকারাইড একক অণু উৎপন্ন করে তাদের অলিগোস্যাকারাইড বলে। আর্দ্র বিশ্লেষণে উৎপন্ন মনোস্যাকারাইডের সংখ্যা অনুযায়ী এদের আবার ডাইস্যাকারাইড, ট্রাইস্যাকারাইড, টেট্রাস্যাকারাইড প্রভৃতি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। এদের মধ্যে সবচেয়ে প্রচলিত হল ডাইস্যাকারাইড। একটি ডাইস্যাকারাইড অণুর আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে একই বা ভিন্ন ধরনের দুটি মনোস্যাকারাইড অণু উৎপন্ন হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, এক অণু সুক্রোজের আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে এক অণু গ্লুকোজ এবং এক অণু ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন করে। অপরপক্ষে মল্টোজ শুধুমাত্র দুই অণু গ্লুকোজ উৎপন্ন করে।

(iii) পলিস্যাকারাইড: কার্বোহাইড্রেট যা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে বহুসংখ্যক মনোস্যাকারাইড একক অণু উৎপন্ন করে, তাদের পলিস্যাকারাইড বলে। কিছু প্রচলিত উদাহরণ হল স্টার্চ, সেলুলোজ গ্লাইকোজেন, গাম প্রভৃতি। পরিস্যাকারাইডগুলো স্বাদে মিষ্ট নয়, সেইজন্য এদের আবার ননসুগার বা অ-শর্করাও বলা হয়।

এছাড়াও কার্বোহাইড্রেটগুলোকে বিজারক এবং অবিজারক সুগার, এই দুটো শ্রেণিতে শ্রেণিবিভাগ করা যায়। যে সকল কার্বোহাইড্রেট ফেলিং দ্রবণ এবং টোলেন্স বিকারককে বিজারিত করে, তাদের বিজারক সুগার রূপে উল্লেখ করা যায়। সকল মনোস্যাকারাইডই হল বিজারকসুগার, তা সেটি অ্যালডোজ বা কিটোজ যাই হোক না কেন?

14.1.2 মনোস্যাকারাইড (Monosaccharides)

এদের অণুর মধ্যে বর্তমান কার্বন পরমাণুর সংখ্যা এবং কার্যকরী মূলকের উপর ভিত্তি করে মনোস্যাকারাইড গুলোকে পুণরায় শ্রেণিবিভক্ত করা হয়। যদি মনোস্যাকারাইড অণুতে একটি অ্যালডিহাইড মূলক থাকে, তখন একে অ্যালডোজ বলে এবং যদি এটিতে একটি কিটো মূলক থাকে, তখন একে কিটোজ বলে। মনোস্যাকারাইডে উপস্থিত কার্বন পরমাণুর সংখ্যা এর নামের মধ্যেও উল্লেখ করা হয়, যা সারণি 14.1 এ দেওয়া উদাহরণগুলো থেকে প্রমাণ হয়।

সারণি 14.1: বিভিন্ন প্রকারের মনোস্যাকারাইড

কার্বন পরমাণু	সাধারণ পদ	অ্যালডিহাইড	কিটোন
3	ট্রাইওজ	অ্যালডোট্রাইওজ	কিটোট্রাইওজ
4	টেট্রোজ	অ্যালডোটেট্রোজ	কিটোটেট্রোজ
5	পেন্টোজ	অ্যালডোপেন্টোজ	কিটোপেন্টোজ
6	হেক্সোজ	অ্যালডোহেক্সোজ	কিটোহেক্সোজ
7	হেপ্টোজ	অ্যালডোহেপ্টোজ	কিটোহেপ্টোজ

14.1.2.1 গ্লুকোজ (Glucose)

গ্লুকোজ প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় বা সংযুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। মিষ্ট ফলসমূহে এবং মধুর মধ্যে এটি বর্তমান থাকে। পাকা আঙ্গুরেও অধিক পরিমাণে গ্লুকোজ রয়েছে। এটি নিম্নরূপে প্রস্তুত করা যায়:

গ্লুকোজের প্রস্তুতি (Preparation of Glucose)

1. সুক্রোজ থেকে (ইক্ষু শর্করা): সুক্রোজের অ্যালকোহলীয় দ্রবণকে লঘু HCl বা H_2SO_4 সহ ফোটানো হলে সম পরিমাণ গ্লুকোজ এবং ফ্রুকটোজ পাওয়া যায়।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{H^+} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

সুক্রোজ গ্লুকোজ ফ্রুক্টোজ

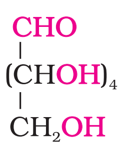
2. *স্টার্চ থেকে:* স্টার্চকে চাপের অধীনে 393 K উষ্ণতায় লঘু H_2SO_4 সহযোগে ফোটানোর মাধ্যমে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে বাণিজ্যিকভাবে গ্লুকোজ উৎপন্ন করা হয়।

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow[393\,K;\ 2\text{-}3\ atm]{H^+} nC_6H_{12}O_6$$

স্টার্চ বা সেলুলোজ গ্লুকোজ

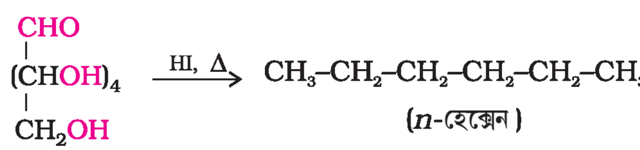
গ্লুকোজের গঠনাকৃতি (Structure of Glucose)

গ্লুকোজ হল একটি অ্যালডোহেক্সোজ এবং এটি ডেক্সট্রোজ নামেও পরিচিত। এটি হল বহুসংখ্যক বৃহদাকার কার্বোহাইড্রেট অণু যেমন স্টার্চ, সেলুলোজ এর মনোমার। পৃথিবীতে প্রাপ্ত সমস্ত জৈব যৌগের মধ্যে সম্ভবত গ্লুকোজই সর্বাধিক পরিমাণে রয়েছে। নিম্নে বর্ণিত প্রামান্য তথ্যগুলোর ভিত্তিতে এর সম্ভাব্য গঠন আকৃতিটি দেখানো হল।

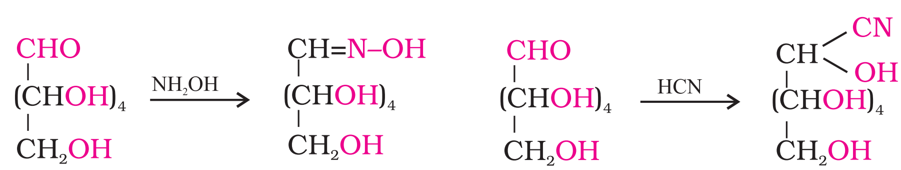


গ্লুকোজ

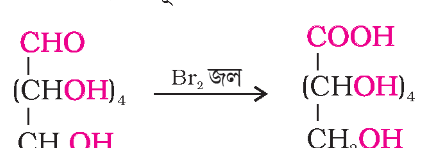
1. এর আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$ নির্ণীত হয়েছিল।
2. HI এর সঙ্গে দীর্ঘসময় ধরে উত্তপ্ত করলে, এটি n-হেক্সেন উৎপন্ন করে, এর থেকে বোঝা যায় যে গ্লুকোজের 6টি কার্বন পরমাণুর সকলেই সরলরৈখিক শৃঙ্খলে যুক্ত থাকে।



3. গ্লুকোজ হাইড্রোক্সিলঅ্যামিনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে অক্সিম এবং এক অণু, হাইড্রোজেন সায়ানাইডের অণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে সায়ানোহাইড্রিন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াগুলো গ্লুকোজের অণুতে একটি কার্বনিল মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

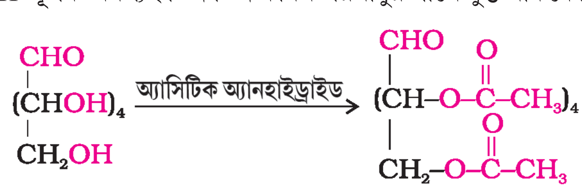


4. গ্লুকোজ ব্রোমিন জলের মত মৃদু জারক দ্রব্যের সঙ্গে বিক্রিয়া করে ছয়টি কার্বন যুক্ত কার্বোক্সিলিক অ্যাসিডে (গ্লুকোনিক অ্যাসিড) জারিত হয়। বিক্রিয়াটি এটাই নির্দেশ করে যে গ্লুকোজে কার্বনিল মূলক রূপে অ্যালিডিহাইড মূলক বর্তমান থাকে।



গ্লুকোনিক অ্যাসিড

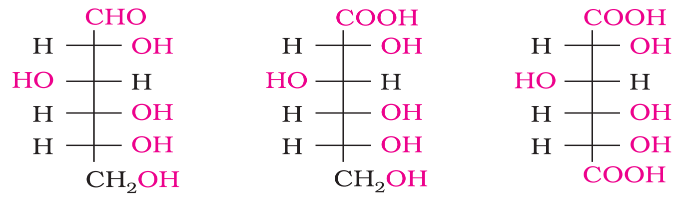
5. অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে গ্লুকোজের অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়ায় গ্লুকোজপেন্টাঅ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়, যা পাঁচটি –OH মূলকের উপস্থিতি প্রমাণ করে। গ্লুকোজ একটি সুস্থিত যৌগ, তাই এই পাঁচটি –OH মূলক অবশ্যই ভিন্ন ভিন্ন কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকবে।



6. নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারণের ফলে গ্লুকোজ এবং গ্লুকোনিক অ্যাসিড উভয়ই একটি ডাই কার্বোক্সিলিক অ্যাসিড অর্থাৎ স্যাকারিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এটি গ্লুকোজের অণুতে একটি প্রাইমারি অ্যালকোহলিয় (–OH) মূলকের উপস্থিতি নির্দেশ করে।

স্যাকারিক অ্যাসিড গ্লুকোনিক অ্যাসিড

আরও অনেক ধর্মাবলি অধ্যয়নের পর ফিসার ভিন্ন ভিন্ন —OH মূলকগুলোর সঠিক ত্রিমাত্রিক বিন্যাসটি দিয়ে ছিলেন। গ্লুকোজের ত্রিমাত্রিক বিন্যাস বা কনফিগারেশন সঠিকভাবে **I** দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সুতরাং গ্লুকোনিক অ্যাসিডকে **II** এর মত এবং স্যাকারিক অ্যাসিডকে **III** এর মত প্রকাশ করা হয়।



I **II** **III**

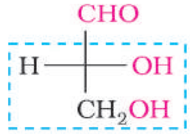
গ্লুকোজকে সঠিকভাবে D(+)-গ্লুকোজ রূপে নামকরণ করা হয়। গ্লুকোজের নামের পূর্বের D চিহ্নটি কনফিগারেশন বা ত্রিমাত্রিক বিন্যাস নির্দেশ করে। অপরপক্ষে, '(+)' চিহ্নের দ্বারা অণুটির ঘূর্ণনের ডেক্সট্রোরোটেটরী (দক্ষিণাবর্তী বা ডানাবর্তী) প্রকৃতি নির্দেশ করে। এটা অবশ্যই মনে রাখতে হবে যে, যৌগের আলোক সক্রিয়তার সাথে 'D' এবং 'L' এর কোন সম্পর্ক নেই। এছাড়া 'd' এবং 'l' অক্ষরের সঙ্গেও এর কোন সম্পর্ক নেই (দশম অধ্যায় দেখো)। D-এবং L-চিহ্নের অর্থ নিম্নরূপ।

কোনো যৌগের নামের পূর্বে লেখা 'D' এবং 'L' জ্ঞাত কনফিগারেশন বিশিষ্ট অন্য কোনো যৌগের বিন্যাসের সাপেক্ষে একটি যৌগের কোনো একটি ত্রিমাত্রিক সমবায়বীয় আপেক্ষিক কনফিগারেশন বা বিন্যাসকে নির্দেশ করে। কার্বোহাইড্রেটের ক্ষেত্রে, এটি গ্লিসারালডিহাইডের একটি নির্দিষ্ট সমবায়বীয়র সাথে তাদের সম্পর্ককে বোঝায়। গ্লিসারালডিহাইডে একটি অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণু থাকে এবং এটি দুটি এনানসিওসারিক রূপে থাকতে পারে যা নীচে প্রদর্শিত হলো।

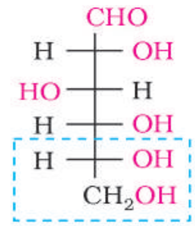
(+) –গ্লিসারালডিহাইড **(–) –গ্লিসারালডিহাইড**

গ্লিসারালডিহাইডের (+) সমবায়বটি হল 'D'-কনফিগারেশন বিশিষ্ট। এর অর্থ হল যে, যখন আমরা বিশেষ নিয়মাবলি অনুসরণ করে এর গঠন কাগজের উপর লিখব তখন –OH মূলকটি ডানহাতের দিকে থাকবে, যা তোমরা উপরের শ্রেণিতে পড়বে। যে সকল যৌগ রাসায়নিকভাবে গ্লিসারালডিহাইডের D (+) সমবায়বটির সাথে সম্পর্কযুক্ত এদের D-কনফিগারেশন বলে এবং যারা গ্লিসারালডিহাইডের 'L' (–) সমবায়বয়টির সাথে সম্পর্কযুক্ত এদের L কনফিগাররেশন বলে। তুমি L সমবায়বয়টির গঠন আকৃতি লক্ষ করলে দেখতে পাবে –OH মূলকটি বাম হাতের দিকে আছে।

মনোস্যাকারাইডের কনফিগারেশন নির্ধারণের ক্ষেত্রে সবচেয়ে নিচের অপ্রতিসাম্য কার্বনগুলোর মধ্যে (যা নীচে দেখানো হল) তুলনা করা হয়। যেমন (+) গ্লুকোজের মধ্যে সবচেয়ে নীচের দিকের অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণুটিতে —OH মূলক ডান দিকে থাকে যা (+) গ্লিসারালডিহাইডের সাথে তুলনা করা যায়, সুতরাং (+) গ্লুকোজের কনফিগারেশন D নির্ধারণ করা হয়। গ্লুকোজের অন্যান্য অপ্রতিসাম্য কার্বন পরমাণুগুলোর তুলনা করার প্রয়োজন হয় না। তাছাড়া গ্লুকোজ এবং গ্লিসারালডিহাডের গঠন আকৃতি এরূপভাবে লেখা যায় যে, সর্বাধিক জারিত হয় এরূপ কার্বনটি (এক্ষেত্রে –CHO) সবচেয়ে উপরে থাকে।



D– (+) –গ্লিসারালডিহাইড



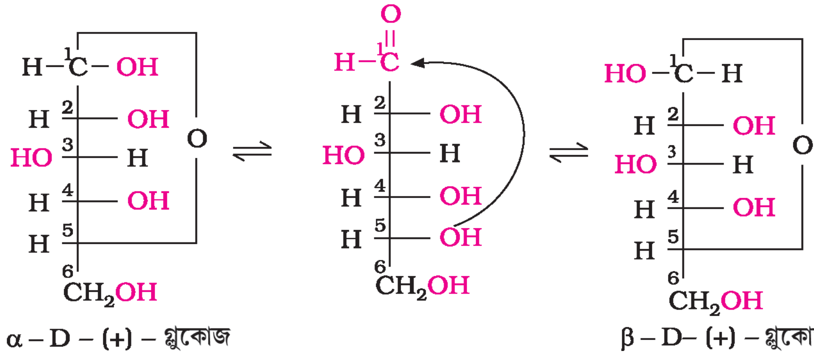
D–(+) –গ্লুকোজ

গ্লুকোজের বন্ধ শৃঙ্খল গঠনাকৃতি (Cyclic Structure of Glucose)

গ্লুকোজের (I) গঠন আকৃতিটি এর অধিকাংশ ধর্মাবলি ব্যাখ্যা করতে সক্ষম হলেও এই গঠন আকৃতিটি নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহ এবং ঘটনাবলি ব্যাখ্যা করতে পারে না।

1. গ্লুকোজে অ্যালডিহাইড মূলক থাকা সত্ত্বেও এটি শিফ্-এর পরীক্ষায় সাড়া দেয় না এবং $NaHSO_3$ এর সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন সালফাইটের মত যুত যৌগ উৎপন্ন করে না।
2. গ্লুকোজের পেন্টাঅ্যাসিটেট হাইড্রোঅক্সিল অ্যামিনের সাথে বিক্রিয়া করে না যা মুক্ত —CHO মূলকের অনুপস্থিতি নির্দেশ করে।
3. গ্লুকোজকে দুটি ভিন্ন কেলাসাকার রূপে পাওয়া যায়, যাদের α এবং β গ্লুকোজ বলা হয়। 303 K উষ্ণতায় গ্লুকোজের গাঢ় দ্রবণের কেলাসন দ্বারা গ্লুকোজের α-রূপটি (স্ফুটনাঙ্ক 419 K) প্রস্তুত করা হয় এবং 371 K উষ্ণতায় এর উষ্ণ এবং সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণের কেলাসনের দ্বারা গ্লুকোজের β-রূপটি (স্ফুটনাঙ্ক 423 K) প্রস্তুত করা হয়।

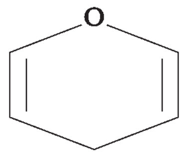
এই আচরণ গ্লুকোজের মুক্ত শৃঙ্খল গঠন আকৃতি (I) দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায় না। তাই প্রস্তাব করা হয়েছিল যে একটি —OH মূলক হয়তো বা —CHO মূলকের সাথে যুক্ত হয়ে একটি বন্ধ শৃঙ্খল হেমিঅ্যাসিটাল গঠন আকৃতি তৈরি করে। এটি দেখা গিয়েছিল যে গ্লুকোজ একটি ছয় সদস্য বিশিষ্ট বলয় গঠন করে যেখানে C-5 এর —OH মূলকটি বলয় গঠনে অংশগ্রহণ করে। এটি —CHO মূলকের অনুপস্থিতি এবং গ্লুকোজের দুটি রূপের অস্তিত্বও ব্যাখ্যা করে যা নীচে প্রদর্শন করা হল। এই দুটি বন্ধ শৃঙ্খল রূপ গ্লুকোজের মুক্ত শৃঙ্খল গঠন আকৃতির সাথে সাম্যাবস্থায় থাকে।



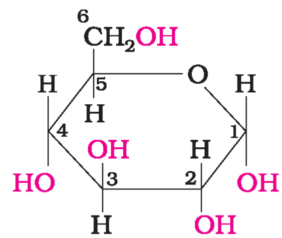
α – D – (+) – গ্লুকোজ β – D– (+) – গ্লুকোজ

গ্লুকোজের দুটি বন্ধ শৃঙ্খল হেমিঅ্যাসিটাল রূপ, কেবলমাত্র C1 অবস্থানের হাইড্রোঅক্সিল মূলকের বিন্যাসের দিক থেকে আলাদা, তাই C_1 কার্বনকে অ্যানোমারিক কার্বন (কেলাসনে আগে অ্যালডিহাইড

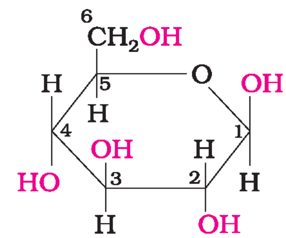
মূলকের কার্বন) বলে। এরূপ সমবায়বী অর্থাৎ α-রূপ এবং β-রূপকে অ্যানোমার বলে। পাইরানের সাথে সাদৃশ্যতার কারণে গ্লুকোজের ছয় সদস্য বিশিষ্ট বন্ধ শৃঙ্খল গঠন আকৃতিকে পাইরানোজ গঠন আকৃতি (α বা β) বলে। পাইরান হল এমন একটি বন্ধ শৃঙ্খল জৈব যৌগ যার বলয়টির মধ্যে একটি অক্সিজেন পরমাণু এবং পাঁচটি কার্বন পরমাণু উপস্থিত থাকে। গ্লুকোজের বন্ধ শৃঙ্খল গঠন আকৃতি আরও সঠিক ভাবে হাওয়ার্থ (Haworth) গঠন আকৃতির মাধ্যমে উপস্থাপন করা যায় যা নীচে প্রদর্শন করা হল।



পাইরান



α – D – (+) – গ্লুকোপাইরানোজ



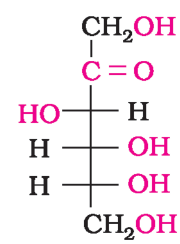
β – D – (+) – গ্লুকোপাইরানোজ

14.1.2.2 ফ্রুক্টোজ (Fructose)

ফ্রুক্টোজ একটি গুরুত্বপূর্ণ কিটোহেক্সোজ। সুক্রোজ ডাইস্যাকারাইডটির আর্দ্রবিশ্লেষণের সময় গ্লুকোজের সাথে এটিও উৎপন্ন হয়। এটি একটি প্রাকৃতিক মনোস্যাকারাইড যা ফল, মধু এবং শাকসবজীতে পাওয়া যায়। বিশুদ্ধ অবস্থায় এটি মিষ্টিকারক পদার্থরূপে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ কিটোহেক্সোজ।

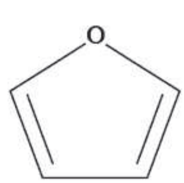
ফ্রুক্টোজের গঠন আকৃতি (Structure of Fructose)

ফ্রুক্টোজের আণবিক সংকেতও $C_6H_{12}O_6$ এবং এর বিক্রিয়াসমূহের ভিত্তিতে দেখা গেছে যে এর দ্বিতীয় কার্বন পরমাণুটিতে একটি কিটোনিক কার্যকরী মূলক বর্তমান এবং গ্লুকোজের মত এর সরলরৈখিক শৃঙ্খলে মোট ছয়টি কার্বন পরমাণু বর্তমান। এটি L-শ্রেণিভুক্ত এবং বামাবর্তী ঘূর্ণন সম্পন্ন যৌগ। তাকে D-(–)- ফ্রুক্টোজ রূপে লেখা হয়। এর মুক্ত শৃঙ্খল গঠন আকৃতিটি নিম্নরূপ :

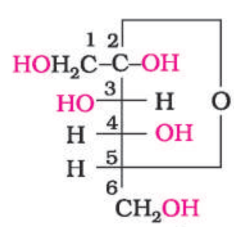


D – (–) – ফ্রুক্টোজ

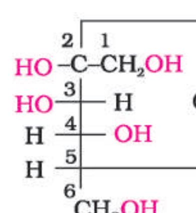
এরও দুটি ভিন্ন বন্ধ শৃঙ্খল রূপের অস্তিত্ব আছে যেগুলো ($>C{=}O$) মূলকের সাথে C–5 এর —OH মূলকটি যুক্ত হওয়ার মাধ্যমে উৎপন্ন হয়। এভাবে উৎপন্ন বলয়টি পাঁচ সদস্য বিশিষ্ট হয় এবং ফিউরানের সাথে সাদৃশ্যতার কারণে এর নামকরণ করা হয়েছে ফিউরানোজ। ফিউরান হল একটি অক্সিজেন এবং চারটি কার্বন পরমাণু যুক্ত একটি পাঁচ সদস্য বিশিষ্ট বন্ধ শৃঙ্খল যৌগ।



ফিউরান

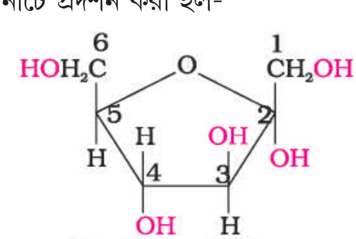


α – D – (–) – ফ্রুক্টোফিউরানোজ

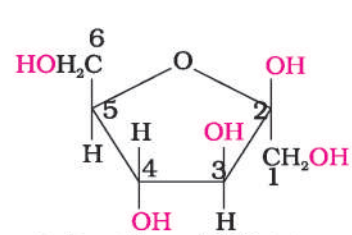


β – D – (–) – ফ্রুক্টোফিউরানোজ

ফ্রুক্টোজের দুটি অ্যানোমারের বন্ধ শৃঙ্খল গঠন আকৃতি হাওয়ার্থ (Haworth) গঠন আকৃতির মাধ্যমে নীচে প্রদর্শন করা হল-



α – D – (–) – ফ্রুক্টোফিউরানোজ



β – D – (–) – ফ্রুক্টোফিউরানোজ

14.1.3 ডাইস্যাকারাইড সমূহ (Disaccharides)

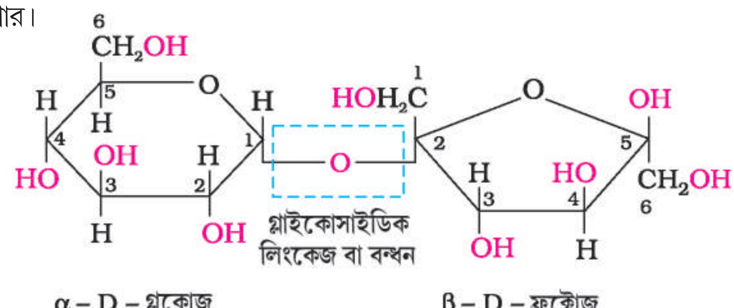
তোমরা ইতিমধ্যে পড়েছ যে, ডাইস্যাকারাইড সমূহ অ্যাসিড বা এনজাইম দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে দুটি একই বা ভিন্ন ধরনের মনোস্যাকারাইড অণু উৎপন্ন করে। দুটি মনোস্যাকারাইড, এক অণু জল অপসারণ দ্বারা অক্সাইড বন্ধন গঠনের মাধ্যমে একত্রে যুক্ত থাকে। অক্সিজেন পরমাণুর মাধ্যমে দুটি মনোস্যাকারাইড এককের মধ্যে গঠিত এইরূপ বন্ধনকে গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন বলে।

ডাইস্যাকারাইডের মধ্যে উপস্থিত মনোস্যাকারাইড সমূহের বিজারক মূলকগুলো অর্থাৎ অ্যালডিহাইড বা কিটোন মূলকগুলো যদি বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে, তবে সেইগুলো হল অবিজারক সুগার, যেমন- গ্লুকোজ। অপরপক্ষে, যে সকল সুগারে (শর্করায়) এই কার্যকরী মূলকগুলো মুক্ত অবস্থায় থাকে, তাদের বিজারক সুগার বলে। উদাহরণ স্বরূপ মলটোজ এবং ল্যাকটোজ।

(i) *সুক্রোজ :* একটি অত্যন্ত সুপরিচিত ডাইস্যাকারাইড হল সুক্রোজ যা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে সমমোলার পরিমাণ D-(+)- গ্লুকোজ এবং D-(-) ফ্রুক্টোজের মিশ্রন উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{সুক্রোজ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{D-(+)-গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{D-(–)- ফ্রুক্টোজ}}{C_6H_{12}O_6}$$

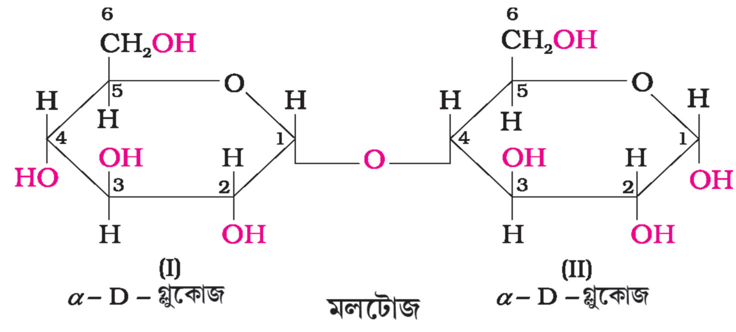
এই দুটি মনোস্যাকারাইড, α-D-গ্লুকোজের C1 এবং β-D ফ্রুক্টোজ এর C2 এর মধ্যে গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন দ্বারা একত্রে যুক্ত থাকে। যেহেতু গ্লুকোজ এবং ফ্রুক্টোজ এর বিজারক মূলক সমূহ গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন তৈরিতে অংশ গ্রহণ করে, তাই সুক্রোজ হল একটি অবিজারক সুগার।



সুক্রোজ

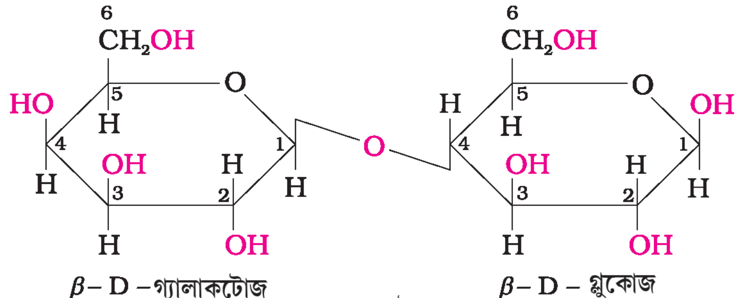
সুক্রোজের ঘূর্ণন দক্ষিণাবর্তী হলেও এর আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে প্রাপ্ত গ্লুকোজের ঘূর্ণন হয় দক্ষিণাবর্তী এবং ফ্রুক্টোজের ঘূর্ণন হয় বামাবর্তী। যেহেতু ফ্রুক্টোজের বামাবর্তন (–92.4°) গ্লুকোজের দক্ষিণাবর্তনের + 52.5°) চেয়ে অধিক, ফলে সামগ্রিকভাবে মিশ্রনটির ঘূর্ণন বামাবর্তী হয়। অর্থাৎ সুক্রোজের আর্দ্র বিশ্লেষণে ঘূর্ণন চিহ্নের অভিমুখ দক্ষিণাবর্তী (+) থেকে বামাবর্তীতে (–) পরিবর্তীত হয় এবং উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থকে ইনভার্ট সুগার বলা হয়।

(ii) *মলটোজ:* অপর ডাইস্যাকারাইডটি হল মলটোজ যা দুটি α-D-গ্লুকোজ একক নিয়ে গঠিত, যাতে একটি গ্লুকোজ (I) এককের C_1 অন্য গ্লুকোজ (II) এককের C_4 এর সঙ্গে যুক্ত থাকে। দ্রবণের মধ্যে দ্বিতীয় গ্লুকোজের C_1 কার্বন পরমাণুতে মুক্ত অ্যালডিহাইড মূলক উৎপন্ন হওয়া সম্ভব এবং এ কারণেই এটি বিজারণ ধর্ম প্রদর্শন করে। তাই এটি হল একটি বিজারক শর্করা।



মলটোজ

(iii) *ল্যাকটোজ:* এই ডাইস্যাকারাইডটি দুধে পাওয়া যায় বলে এটি সাধারণত মিল্ক সুগার নামে পরিচিত। এটি β-D-গ্যালাকটোজ এবং β-D-গ্লুকোজের সমন্বয়ে গঠিত। গ্যালাকটোজের C1 এবং গ্লুকোজের C4 এককের মধ্যে বন্ধন গঠিত হয়। গ্লুকোজ এককের C1 -এ মুক্ত অ্যালডিহাইড মূলক উৎপন্ন হতে পারে, এজন্য এটিও একটি বিজারক সুগার।



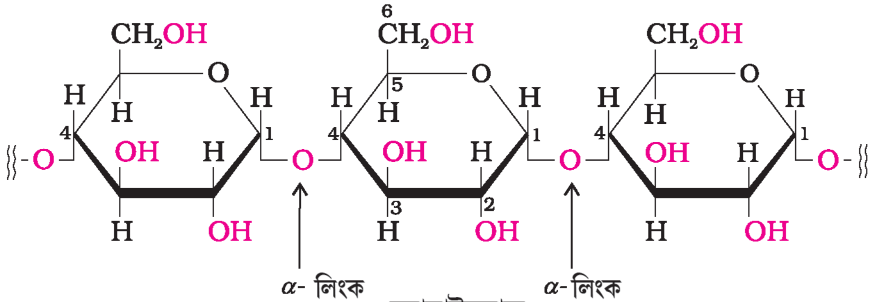
ল্যাকটোজ

14.1.4 পলিস্যাকারাইড (Polysaccharides)

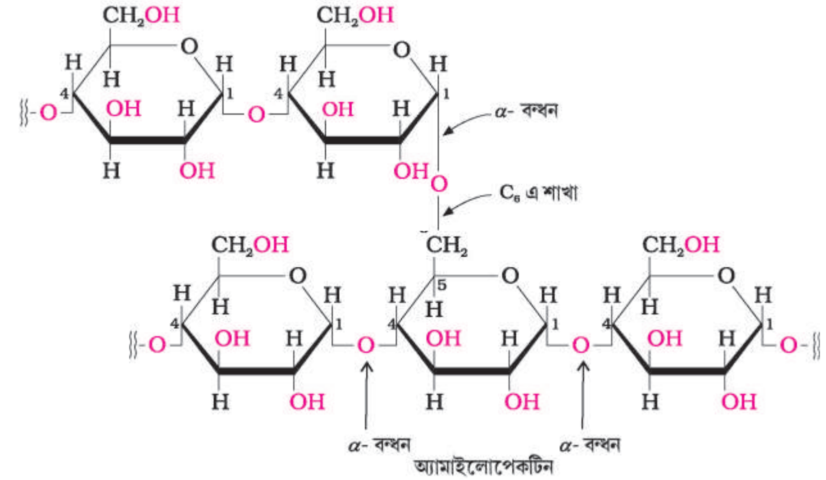
পলিস্যাকারাইডের মধ্যে বৃহৎসংখ্যক মনোস্যাকারাইড একক গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন দ্বারা একত্রে যুক্ত থাকে। এগুলো হল এমন সব কার্বোহাইড্রেট যাদের প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এবং আমরা প্রায়শই এদের সম্মুখীন হই। এরা প্রধানত খাদ্যের সংগ্রহস্থল বা কাঠামোগত উপকরণ হিসাবে কাজ করে।

(i) *স্টার্চ :* উদ্ভিদ দেহে সঞ্চিত থাকতে পারে এমন পলিস্যাকারাইডগুলোর মধ্যে স্টার্চ হল অন্যতম। স্টার্চ হল মানুষের খাদ্যতালিকার গুরুত্বপূর্ণ উৎস। খাদ্য শস্য, মূল, স্ফীতকন্দ এবং কিছু শাকসব্জিতে প্রচুর পরিমাণে স্টার্চ পাওয়া যায়। এটি হল α-গ্লুকোজের একটি পলিমার এবং অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইলোপেকটিন উপাদান দুটি দ্বারা গঠিত। অ্যামাইলোজ উপাদানটি জলে দ্রাব্য যা স্টার্চের গঠনে 15-20% পরিমাণে উপস্থিত থাকে। রাসায়নিকভাবে অ্যামাইলোজ হল 200-1000 সংখ্যক α-D-(+)-গ্লুকোজ অণু সমন্বিত শাখাবিহীন শৃঙ্খল, যেখানে একটি গ্লুকোজ এককের C1 অপরটির C4 এর সঙ্গে গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন দ্বারা একত্রে যুক্ত থাকে।

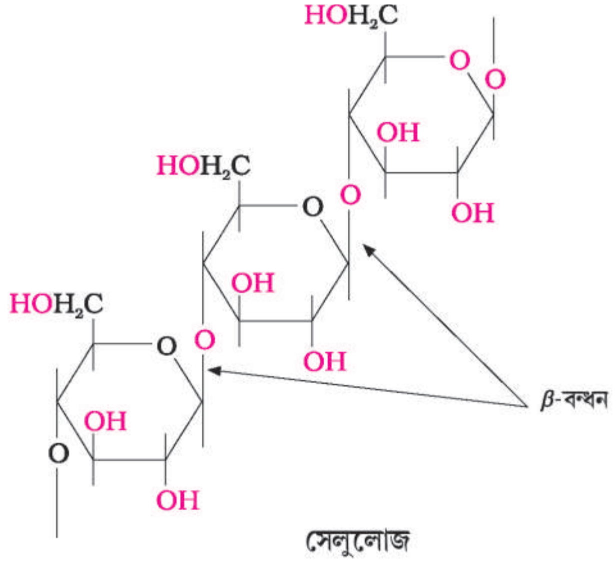
অ্যামাইলোপেকটিন জলে অদ্রাব্য এবং স্টার্চের গঠনের প্রায় 80-85% পরিমাণ উপস্থিত থাকে। এটি হল α-D গ্লুকোজ এককের শাখাযুক্ত শৃঙ্খল পলিমার যাতে C1–C4 গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন দ্বারা মূল শৃঙ্খলটি গঠিত হয়। অপর পক্ষে, পার্শ্বশৃঙ্খলটি C1–C6 গ্লাইকোসাইডিক বন্ধন দ্বারা গঠিত হয়।



অ্যামাইলোজ



(ii) *সেলুলোজ :* সেলুলোজ কেবলমাত্র উদ্ভিদ দেহেই পাওয়া যায় এবং উদ্ভিদ জগতে এই জৈব যৌগটির প্রাচুর্য সবচেয়ে বেশি। এটি উদ্ভিদ কোষের কোষ প্রাচীরের একটি মুখ্য গঠনকারী



সেলুলোজ

উপাদান। সেলুলোজ হল β-D-গ্লুকোজের সরলরৈখিক পলিমার যাতে একটি গ্লুকোজ এককের C1 অপর গ্লুকোজ এককের C4 এর সঙ্গে গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে।

(iii) *গ্লাইকোজেন :* কার্বোহাইড্রেট সমূহ প্রাণি দেহে গ্লাইকোজেন রূপে সঞ্চিত থাকে। এটি প্রাণীজ স্টার্চ নামেও পরিচিত। কারণ এর গঠনাকৃতি অ্যামাইলোপেকটিনের অনুরূপ এবং এটি অ্যামাইলোপেকটিন থেকেও অধিক শাখাযুক্ত হয়। এটি যকৃৎ, পেশী এবং মস্তিষ্কে উপস্থিত থাকে। যখন শরীরে গ্লুকোজের প্রয়োজন হয়, তখন উৎসেচক গ্লাইকোজেনকে গ্লুকোজে বিয়োজিত করে। ঈষ্ট এবং ছত্রাকেও (fungi) গ্লাইকোজেন পাওয়া যায়।

14.1.5 কার্বোহাইড্রেটের গুরুত্ব (Importance of Carbohydrates)

উদ্ভিদ এবং প্রাণী উভয়ের জীবনধারণের জন্য কার্বোহাইড্রেট প্রয়োজনীয়। এরা আমাদের খাদ্যের বেশির ভাগ অংশের জোগান দেয়। শক্তির তাৎক্ষণিক উৎসরূপে 'বৈদিক' আয়ুর্বেদ চিকিৎসায় মধু দীর্ঘকাল ধরে ব্যবহৃত হচ্ছে। উদ্ভিদ দেহে সঞ্চিত স্টার্চ অণু রূপে এবং প্রাণী দেহে সঞ্চিত গ্লাইকোজেন অণু রূপে ব্যবহৃত হয়। ব্যাকটেরিয়া এবং উদ্ভিদের কোশ প্রাচীর সেলুলোজ দ্বারা গঠিত। কাঠ রূপে কার্বোহাইব্রেট প্রাপ্ত সেলুলেজকে আমরা আসবাবপত্র প্রভৃতি তৈরিতে এবং তুলোরূপে প্রাপ্ত সেলুলোজকে বস্ত্র

তৈরিতে ব্যবহার করি। এরা বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ শিল্প, যেমন বস্ত্র শিল্প, কাগজশিল্প, বার্ণিশ এবং ব্রেগবিজ-এ কাঁচামাল হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

নিউক্লিক অ্যাসিডের মধ্যে দুটি অ্যালডোপেন্টোজ অর্থাৎ D-রাইবোজ এবং 2-ডিঅক্সিরাইবোজ (দ্বাদশ শ্রেণির, অনুচ্ছেদ 14.5.1) বর্তমান থাকে। বাস্তুতন্ত্রে কার্বোহাইড্রেট বিভিন্ন প্রোটিন এবং ফ্যাটের সঙ্গো সংযুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

14.1 গ্লুকোজ বা সুক্রোজ জলে দ্রবণীয় কিন্তু সাইক্লোহেক্সেন বা বেনজিন (ছয় সদস্য বিশিষ্ট সরল বলায়কৃতি যৌগ) জলে অদ্রবনীয়। ব্যাখ্যা করো।

14.2 ল্যাক্টোজের আর্দ্রবিশ্লেষণে প্রত্যাশিত বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলো কি কি?

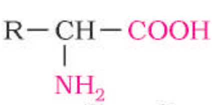
14.3 D-গ্লুকোজের পেন্টাঅ্যাসিটেট যৌগে অ্যালডিহাইড মূলকের অনুপস্থিতি তুমি কীভাবে ব্যাখ্যা করবে?

14.2 প্রোটিন (Proteins)

জীব তন্ত্রে সবচেয়ে অধিক পরিমাণে প্রাপ্ত জীব অণু হল প্রোটিন। প্রোটিনের প্রধান উৎসগুলো হল দুধ, পনির, ডাল, চিনাবাদাম, মাছ, মাংস ইত্যাদি। এদেরকে শরীরের প্রতিটি অংশে পাওয়া যায় এবং জীবন কাঠামোর মৌলিক ভিত্তি এবং কার্যাবলি তৈরি করে। শরীরের বৃদ্ধি এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্যও এদের প্রয়োজন হয়। প্রোটিন শব্দটি এসেছে গ্রিক শব্দ “প্রোটিয়স” থেকে যার অর্থ হল প্রাথমিক বা প্রধান গুরুত্বপূর্ণ। সমস্ত প্রোটিনগুলোই হল α-অ্যামিনোঅ্যাসিডের পলিমার।

14.2.1 অ্যামিনো অ্যাসিড (Amino Acids)

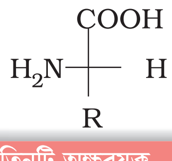
অ্যামিনো অ্যাসিডে অ্যামিনো ($-NH_2$) এবং কার্বক্সিল ($-COOH$) কার্যকরী মূলক রয়েছে। কার্বক্সিল মূলকের সাপেক্ষে, অ্যামিনো মূলকের আপেক্ষিক অবস্থানের উপর নির্ভর করে, অ্যামিনো অ্যাসিডগুলোকে α, β, γ, δ এবং আরও অনেক রূপে শ্রেণিবিন্যাস করা যায়। প্রোটিনের আর্দ্রবিশ্লেষণে শুধুমাত্র α-অ্যামিনো অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। তাছাড়া এদের মধ্যে অন্যান্য কার্যকরী মূলকও থাকতে পারে।



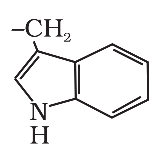
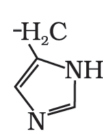
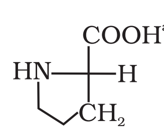
α-অ্যামিন অ্যাসিড
(R = পার্শ্বশৃঙ্খল)

সকল অ্যামিনো অ্যাসিডের আদি (trivial) নাম আছে যার মধ্যে সাধারণত এ যৌগের ধর্ম বা এর উৎস প্রতিফলিত হয়। গ্লাইসিনের এইরূপ নামকরণের কারণ এটি মিষ্ট স্বাদ যুক্ত (গ্রিক শব্দে, গ্লাইকস এর অর্থ মিষ্ট) এবং টাইরেসিনকে প্রথমে পনির থেকে উৎপন্ন করা হয়েছিল (গ্রিক শব্দে টাইরস এর অর্থ পনির)। অ্যামিনো অ্যাসিডগুলোকে সাধারণত তিনটি অক্ষর সমন্বিত একটি চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়, এছাড়া অনেক সময় এক অক্ষরের সাংকেতিক চিহ্নও ব্যবহার করা হয়। সাধারণভাবে কিছু প্রচলিত অ্যামিনো অ্যাসিডের গঠনাকৃতি এদের তিনটি অক্ষর এবং এক অক্ষরযুক্ত সাংকেত চিহ্ন সহ সারণি 14.2 তে দেওয়া হল।

সারণি 14.2: প্রাকৃতিক অ্যামিনো অ্যাসিড



অ্যামিনো অসিডের নাম	পার্শ্বশৃঙ্খলের বৈশিষ্ট্য-মূলক ধর্ম	তিনটি অক্ষরযুক্ত সাংকেতিক চিহ্ন	এক অক্ষর যুক্ত কোড (code)
1. গ্লাইসিন	H	Gly	G
2. অ্যালানিন	$-CH_3$	Ala	A
3. ভ্যালিন*	$(H_3C)_2CH-$	Val	V
4. লিউসিন*	$(H_3C)_2CH-CH_2-$	Leu	L

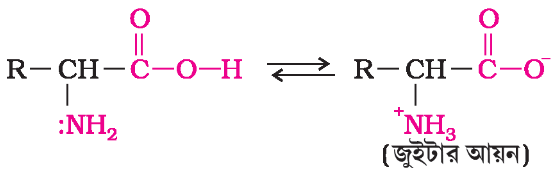
5. আইসোলিউসিন*	$H_3C-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH-$	Ile	I
6. আরজিনিন*	$HN=\underset{\underset{NH_2}{\vert}}{C}-NH-(CH_2)_3-$	Arg	R
7. লাইসিন*	$H_2N-(CH_2)_4-$	Lys	K
8. গ্লুটামিক অ্যাসিড	$HOOC-CH_2-CH_2-$	Glu	E
9. অ্যাসপারটিক অ্যাসিড	$HOOC-CH_2-$	Asp	D
10. গ্লুটামিন	$H_2N-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-CH_2-CH_2-$	Gln	Q
11. অ্যাসপারাজিন	$H_2N-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-CH_2-$	Asn	N
12. থ্রিয়োনিন*	$H_3C-CHOH-$	Thr	T
13. সেরিন	$HO-CH_2-$	Ser	S
14. সিসটেইন	$HS-CH_2-$	Cys	C
15. মেথিওনিন*	$H_3C-S-CH_2-CH_2-$	Met	M
16. ফিনাইল অ্যালানিন*	$C_6H_5-CH_2-$	Phe	F
17. টাইরোসিন	$(p)HO-C_6H_4-CH_2-$	Tyr	Y
18. ট্রিপটোফান*		Trp	W
19. হিস্টিডিন*		His	H
20. প্রোলিন		Pro	P

** অপরিহার্য অ্যামিনো অ্যাসিড, a = সম্পূর্ণ গঠনাকৃতি।*

14.2.2 অ্যামিনো অ্যাসিডের শ্রেণিবিন্যাস (Classification of Amino Acids)

অ্যামিনো অ্যাসিডগুলোকে এদের অণুতে বর্তমান অ্যামিনো এবং কার্বক্সিল মূলকের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে আম্লিক, ক্ষারীয় বা প্রশমরূপে শ্রেণিবিভক্ত করা হয়। সমান সংখ্যক আমিনো এবং কার্বক্সিল মূলক একে প্রশম করে তোলে, কার্বক্সিল মূলকের চেয়ে অধিক সংখ্যক অ্যামিনো মূলক একে ক্ষারীয় করে তোলে এবং অ্যামিনো মূলকের তুলনায় অধিক কার্বক্সিল মূলক একে আম্লিক করে তোলে। জীবদেহে সংশ্লেষিত হয়, এমন অ্যামিনো অ্যাসিডগুলোকে অনপরিহার্য অ্যামিনো অ্যাসিড বলে। অপরপক্ষে, যেগুলো শরীরে সংশ্লেষিত হয় না এবং অবশ্যই খাদ্য থেকে সংগ্রহ করা হয়, এদের অপরিহার্য অ্যামিনো অ্যাসিড বলে (সারণি 14.2 এর মধ্যে তারকা চিহ্নের দ্বারা চিহ্নিত)।

অ্যামিনো অ্যাসিডগুলো সাধারণত বর্ণহীন, কেলাসাকার কঠিন পদার্থ। সরল অ্যামিন বা কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের চেয়ে এরা জলে অধিকতর দ্রবণীয়, উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিষ্ট কঠিন পদার্থ এবং লবণের মত আচরণ করে। এই আচরণের কারণ হল একই অণুতে আম্লিক (কার্বক্সিলিক মূলক) এবং ক্ষারীয় (অ্যামিনো মূলক) উভয় মূলকের উপস্থিতি। জলীয় দ্রবণে, কার্বক্সিল মূলক একটি প্রোটন বর্জন করে এবং অ্যামিনো মূলক একটি প্রোটন গ্রহণ করে দ্বি-মেরু আয়ন উৎপন্ন করে, যা জুইটার আয়ন নামে পরিচিত। এটি প্রশম প্রকৃতির কিন্তু এর মধ্যে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক উভয় আধান উপস্থিত থাকে।

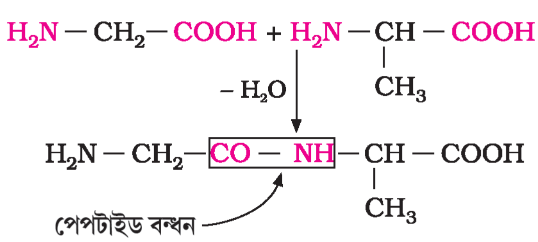


জুইটার আয়নের রূপে অ্যামিনো অ্যাসিডগুলো উভধর্মী আচরণ করে এবং এরা অ্যাসিড এবং ক্ষারক উভয়ের সঙ্গে বিক্রিয়া করে।

α-কার্বন পরমাণুটি অপ্রতিসাম্য হওয়ায় গ্লাইসিন ছাড়া, প্রকৃতিজাত অন্যান্য সকল α-অ্যামিনো অ্যাসিডগুলো আলোক সক্রিয়। এইগুলো 'D' এবং 'L' উভয় রূপে উপস্থিত থাকে। প্রাকৃতিকভাবে প্রাপ্ত অধিকাংশ অ্যামিনো অ্যাসিডগুলো L-বিন্যাস বিশিষ্ট। L-অ্যামিনো অ্যাসিডের $-NH_2$ মূলকটিকে বামদিকে লিখে প্রকাশ করা হয়।

14.2.3 প্রোটিনের আকৃতি (Structure of Proteins)

তোমরা আগেই পড়েছ যে প্রোটিন হল α-অ্যামিনো অ্যাসিডের পলিমার এবং এরা একে অপরের সাথে পেপটাইড বন্ধন বা পেপটাইড লিংকেজ দ্বারা যুক্ত থাকে। রাসায়নিক ভাবে, পেপটাইড লিংকেজ হল একটি অ্যামাইড বন্ধন যা $-COOH$ মূলক এবং $-NH_2$ মূলকের মধ্যে গঠিত হয়। দুটি একই ধরনের অথবা ভিন্ন ধরনের অ্যামিনো অ্যাসিডের অণুর মধ্যে বিক্রিয়ায় একটি অণুর অ্যামিনো মূলক এবং অপর একটি অণুর কার্বোক্সিল মূলকের সাথে যুক্ত হয়। এর ফলস্বরূপ একটি জলের অণুর অপসারন ঘটে এবং $-CO-NH-$পেপটাইড বন্ধন গঠিত হয়। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থকে ডাই পেপটাইড বলে কারণ এটি দুটি অ্যামিনো অ্যাসিড দ্বারা তৈরি হয়। উদাহরণ স্বরূপ যখন গ্লাইসিনের কার্বোক্সিল মূলক অ্যালনিনের অ্যামিনো মূলকের সাথে যুক্ত হয় তখন আমরা গ্লাইসিলঅ্যালানিন নামক ডাইপেপটাইড পাই।



গ্লাইসাইল অ্যালনিন

যদি ডাই পেপটাইডের সাথে অপর একটি অ্যামিনো অ্যাসিড যুক্ত হয় তবে উৎপন্ন যৌগকে ট্রাইপেপটাইড বলে। একটি ট্রাইপেপটাইডে তিনটি অ্যামিনো অ্যাসিড দুটি পেপটাইড বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। অনুরূপে যখন চারটি, পাঁচটি অথবা ছয়টি অ্যামিনো অ্যাসিড পরস্পর যুক্ত থাকে তখন এদের যথাক্রমে টেট্রাপেপটাইড, পেন্টাপেপটাইড অথবা হেক্সাপেপটাইড বলে। যখন এরূপ অ্যামিনো অ্যাসিডের সংখ্যা দশটির বেশি হয় তখন উৎপন্ন যৌগকে পলিপেপটাইড বলে। একটি পলিপেপটাইড যার মধ্যে একশরও বেশি অ্যামিনো অ্যাসিড উপস্থিত থাকে এবং যার আণবিক গুরুত্ব 10,000u এর বেশি, তাকে প্রোটিন বলে। যদিও পলিপেপটাইড এবং প্রোটিনের মধ্যে পার্থক্য খুব একটা সুস্পষ্ট নয়। কম অ্যামিনো অ্যাসিড যুক্ত পলিপেপটাইডগুলোকেও প্রোটিন বলা হয় যদি এদের মধ্যে প্রোটিনের মত সুস্পষ্ট কনফরমেশন বা বিন্যাস থাকে, যেমন ইনসুলিনে 51টি অ্যামিনো অ্যাসিড উপস্থিত থাকে।

আণবিক গঠনের উপর ভিত্তি করে প্রোটিনকে দুটি ভাগে ভাগ করা যায়।

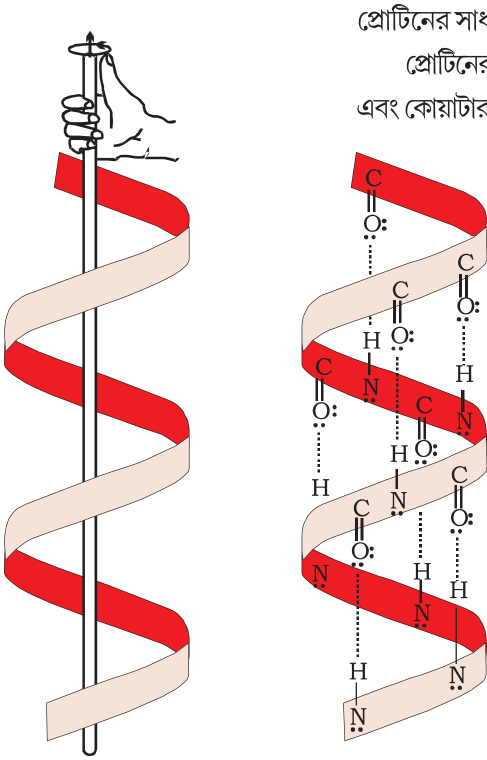
(a) আঁশালো বা তন্তুময় প্রোটিন (Fibrous proteins)

যখন পলিপেপটাইড শৃঙ্খলগুলো সমান্তরালে থাকে এবং হাইড্রোজেন বন্ধন ও ডাইসালফাইড বন্ধন দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে তখন তন্তুর মত গঠন আকৃতি লাভ করে। এরূপ প্রোটিনসমূহ সাধারণত জলে অদ্রাব্য হয়। তাদের কিছু সাধারণ উদাহরণ হল কেরাটিন (চুল, উল, সিল্ক এর মধ্যে উপস্থিত) এবং মাইওসিন (মাংসপেশীতে উপস্থিত) ইত্যাদি।

(b) বর্তুলাকার প্রোটিন (Globular proteins)

যখন পলিপেপটাইড শৃঙ্খলগুলো কুন্ডলী তৈরি করে গোলকের আকৃতি ধারণ করে তখন এরূপ গঠন আকৃতি পাওয়া যায়। এগুলো সাধারণত জলে দ্রাব্য হয়। ইনসুলিন এবং অ্যালবুমিন বর্তুলাকার প্রোটিনের সাধারণ উদাহরণ।

প্রোটিনের গঠন এবং আকৃতির অধ্যয়ন চারটি ভিন্ন ভিন্ন স্তরে অর্থাৎ প্রাইমরি, সেকেন্ডারি, টারসিয়ারি এবং কোয়াটারনারি স্তরে করা যেতে পারে। প্রত্যেকটি স্তর এর পূর্ববর্তী স্তর অপেক্ষা জটিল হয়।

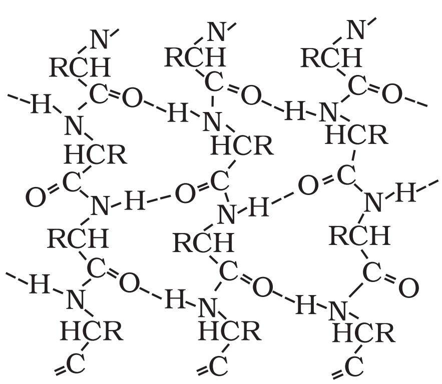


চিত্র 14.1: প্রোটিনের α–হেলিক্স গঠন

(i) প্রোটিনের প্রাইমারি গঠন : প্রোটিনের মধ্যে একটি বা একের অধিক পলিপেপটাইড শৃঙ্খল উপস্থিত থাকতে পারে। প্রোটিন মধ্যস্থ প্রত্যেকটি পলিপেপটাইড শৃঙ্খলের অ্যামিনো অ্যাসিড সমূহ একে অপরের সাথে একটি নির্দিষ্ট ক্রমে যুক্ত থাকে এবং অ্যামিনো অ্যাসিডের এই বিশিষ্ট ক্রমকে প্রোটিনের প্রাইমারি গঠন বলে। প্রাইমারি গঠনের যে কোন পরিবর্তন অর্থাৎ অ্যামিনো অ্যাসিডের ক্রমের পরিবর্তন ভিন্ন ধরনের প্রোটিন উৎপন্ন করে।

(ii) প্রোটিনের সেকেন্ডারি গঠন : প্রোটিনের সেকেন্ডারি গঠন বলতে সেই গঠন আকৃতিকে বোঝায় যেখানে একটি দীর্ঘ পলিপেপটাইড শৃঙ্খল বিদ্যমান থাকে। এদের দুটি ভিন্ন প্রকারের গঠন আকৃতি বিদ্যমান থাকতে দেখা যায় যেমন- α-হেলিক্স এবং β-প্লিটেড শিট গঠন। পেপটাইড বন্ধনের $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ এবং –NH– মূলক সমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের ফলে মূল পলিপেপটাইড শৃঙ্খলটি নিয়মিত ভাবে ভাজ যুক্ত থাকায় এই ধরনের গঠন তৈরি হয়। α-হেলিক্স হল এমন একটি সাধারণ গঠন যার মধ্যে একটি পলিপেপটাইটড শৃঙ্খল ডান দিকে আবর্তিত একটি পাকের (হেলিক্স) ঘুরে থাকা প্রতিটি অ্যামিনো অ্যাসিডের –NH মূলকের অবশিষ্ট হাইড্রোজেন, কুন্ডলীর পার্শ্ববর্তী মোড়ের $>C=O$ মূলকের সাথে সম্ভাব্য সকল হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে যা চিত্র 14.1 এ প্রদর্শিত হল।

β-গঠন আকৃতিতে সকল পেপটাইড শৃঙ্খলগুলো প্রায় সর্বাধিক প্রসারিত এবং পরস্পর আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা পাশাপাশি অবস্থান করে। এই গঠন আকৃতি কাপড়ের শিটের অনুরূপ এবং তাই এরা β- প্লিটেড শিট হিসাবে পরিচিত।



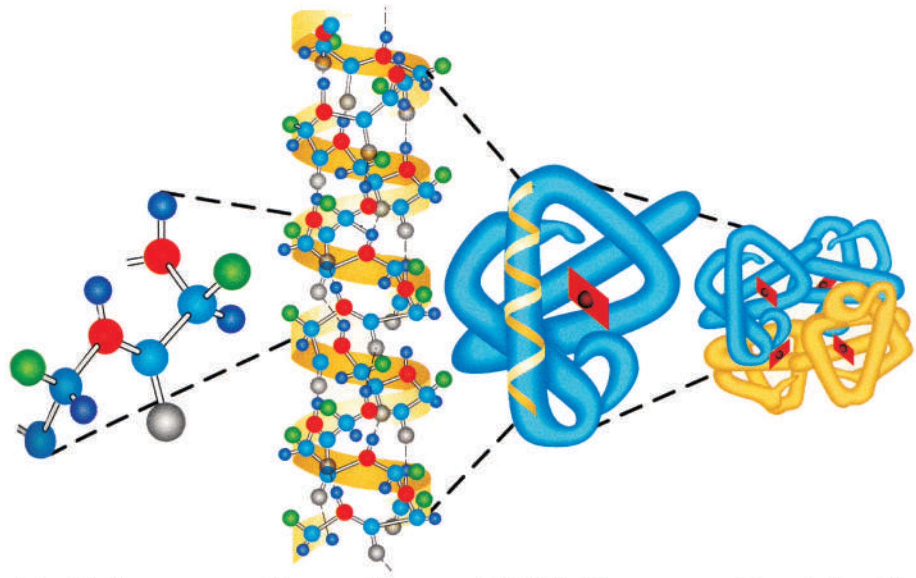
চিত্র 14.2: প্রোটিনের β–প্লিটেড শিট গঠন

(iii) প্রোটিনের টারসিয়ারি গঠন : প্রোটিনের টারসিয়ারি গঠন পলিপেপটাইড শৃঙ্খলগুলোর সামগ্রিক ভাঁজ অর্থাৎ সেকেন্ডারি গঠনের পুনরায় ভাঁজ হওয়াকে প্রদর্শন করে। এটি দুটি মুখ্য আণবিক গঠন উৎপন্ন করে যেমন তন্তুময় এবং বর্তুলাকার। 2° এবং 3° গঠনের স্থায়িত্ব প্রদানকারী মুখ্য বলগুলো হল হাইড্রোজেন বন্ধন, ডাইসালফাইড বন্ধন, ভ্যান্ডারওয়াল এবং স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল।

(iv) প্রোটিনের কোয়াটারনারি গঠন : কিছু সংখ্যক প্রোটিন দুই বা তার অধিক পলিপেপটাইড শৃঙ্খল দ্বারা তৈরি হয় যাদের সাব ইউনিট বলে। পরস্পরের সাপেক্ষে এই সকল সাব ইউনিটের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসকে কোয়াটারনারি গঠন বলে।

এই চার প্রকারের গঠনাকৃতির একটি নকশা চিত্র 14.3 তে প্রদর্শিত করা হল যেখানে প্রত্যেক রঙিন বল একটি অ্যামিনো অ্যাসিড অণুকে প্রকাশ করে।

চিত্র 14.3: প্রোটিনের গঠনাকৃতির নকশা প্রদর্শন (দুই প্রকার কোয়াটারনারী গঠনাকৃতির দুটি উপ একক)



চিত্র 14.4: হিমোগ্লোবিনের প্রাইমারী, সেকেন্ডারী টারসিয়ারী এবং কোয়াটারনারী গঠন

14.2.4 প্রোটিনের ডিনেচারেশন (Denaturation of Proteins)

স্বতন্ত্র ত্রিমাত্রিক গঠন সমন্বিত এবং জৈবিক সক্রিয়তা সম্পন্ন যে সকল প্রোটিন জৈবিকতন্ত্রে উপস্থিত থাকে তাদের নেটিভ প্রোটিন বলা হয়। নেটিভ অবস্থায় কোন প্রোটিনের ক্ষেত্রে উষ্ণতা পরিবর্তনের মতো ভৌতপরিবর্তন সংঘটিত করলে বা pH পরিবর্তনের মতো রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত করলে, প্রোটিন মধ্যস্ত হাইড্রোজেন বন্ধনগুলোর গঠন বাঁধাপ্রাপ্ত হয়। এই কারণে গ্লোবিউলগুলোর ভাঁজ খুলে যায় এবং হেলিক্সের প্যাঁচ খুলে যায় এবং প্রোটিন তার জৈবিক সক্রিয়তা হারায়। একেই প্রোটিনের ডিনেচারেশন বলে। ডিনেচারেশনের ফলে প্রোটিনের প্রাইমারি (1^{o}) গঠন অপরিবর্তিত থাকে কিন্তু

সেকেন্ডারি (2^o) এবং টারসিয়ারি (3^o) গঠন বিনষ্ট হয়। ডিনেচারেশনের একটি সাধারণ উদাহরণ হল স্ফুটনের ফলে ডিমের সাদা অংশের জমাট বাঁধা। ডিনেচারেশনের আরেকটি উদাহরণ হল দুধ থেকে দই উৎপন্ন হওয়া। এটি ঘটার কারণ হল দুধে বর্তমান ব্যাকটেরিয়া দ্বারা ল্যাকটিক অ্যাসিডের উৎপাদন।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

14.4 অ্যামিনো অ্যাসিডের গলনাঙ্ক এবং জলে দ্রাব্যতা অনুরূপ হ্যালোঅ্যাসিডের চেয়ে সাধারণত উচ্চতর হয়। ব্যাখ্যা করো।

14.5 ডিমের মধ্যে বর্তমান জল স্ফুটনের পর কোথায় যায়?

14.3 এনজাইম (Enzymes)

সজীব তন্ত্রের মধ্যে সংঘটিত বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলোর সমন্বয়ের কারণেই জীবন ধারণ সম্ভব হয়েছে। এর উদাহরণ হল খাদ্যের হজম, উপযুক্ত অণুর শোষণ এবং শেষ পর্যন্ত শক্তির উৎপাদন। ধারাবাহিকভাবে কতগুলো রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার মাধ্যমে প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হয় এবং এই সকল বিক্রিয়াগুলো দেহের মধ্যে খুবই মৃদু পরিস্থিতিতে সংঘটিত হয়। বিক্রিয়াগুলো কিছু জৈব অণুঘটকের সাহায্যে সংঘটিত হয় যাকে এনজাইম বলে। প্রায় সমস্ত এনজাইমই বর্তুলাকার প্রোটিন (globular proteins) হয়। একেকটি বিশেষ বিক্রিয়া এবং বিশেষ সাবস্ট্রেটের জন্য নির্দিষ্ট এনজাইম থাকে। এদের নামকরণ সাধারণত ঐ যৌগ বা যৌগের শ্রেণির উপর ভিত্তি করে করা হয়, যাদের উপর এরা কাজ করে। উদাহরণ স্বরূপ যে এনজাইম মলটোজের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা গ্লুকোজ উৎপাদনে অণুঘটক রূপে ক্রিয়া করে তাকে মলটেজ বলে।

$$\underset{\text{মলটোজ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{\text{মলটেজ}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{2\,C_6H_{12}O_6}$$

কখনো কখনো এনজাইম সমূহের নামকরণ ঐ সকল বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে করা হয়, যে সকল বিক্রিয়ায় এদের ব্যবহার করা হয়। উদাহরণ স্বরূপ, যে সকল এনজাইম একটি সাবস্ট্রেটের কারণে এবং একই সাথে অপর একটি সাবস্ট্রেটের বিজারণে অণুঘটক রূপে ক্রিয়া করে তাকে অক্সিডোরিডাকটেজ এনজাইম বলে। একটি এনজাইমের নামের শেষের অংশটি এজ (ase) হয়।

14.3.1 এনজাইম ক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল (Mechanism of Enzyme Action)

কোনো বিক্রিয়ার অগ্রগতির জন্য খুবই কম পরিমাণ এনজাইমের প্রয়োজন হয়। রাসায়নিক অণুঘটকের ক্রিয়ার মতই, এনজাইম সক্রিয়করণ শক্তির মানের হ্রাস ঘটায়। উদাহরণ স্বরূপ সুক্রোজের আম্লিক আর্দ্র বিশ্লেষণের জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়করণ শক্তির মান 6.22 kJ mol^{-1} কিন্তু যখন এনজাইমের সাহায্যে সুক্রোজের আর্দ্র বিশ্লেষণ করা হয় তখন সক্রিয়করণ শক্তির মান হয় কেবলমাত্র 2.15 kJ mol^{-1} । এনজাইম ক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশল পঞ্চম অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়ছে।

14.4 ভিটামিন (Vitamins)

এটা লক্ষ করা গিয়েছে যে, আমাদের খাদ্যের মধ্যে কিছু কিছু জৈব যৌগের সামান্য পরিমাণে উপস্থিত থাকা প্রয়োজন হয় কিন্তু এদের অভাবের কারণে নির্দিষ্ট রোগ হয়। এই যৌগগুলোকে ভিটামিন বলে। অধিকাংশ ভিটামিন আমাদের শরীরে সংশ্লেষিত হয় না, কিন্তু উদ্ভিদ প্রায় সব ধরনের ভিটামিনকেই সংশ্লেষিত করতে পারে, সেইজন্য এদের প্রয়োজনীয় খাদ্য উপাদান রূপে বিবেচনা করা হয়। এছাড়াও অন্ত্রে উপস্থিত ব্যাকটেরিয়া আমাদের প্রয়োজনীয় বেশ কিছু ভিটামিন উৎপন্ন করতে পারে। সকল ভিটামিনই সাধারণত আমাদের খাদ্যের মধ্যে পাওয়া যায়। বিভিন্ন ভিটামিন সমূহ বিভিন্ন রাসায়নিক শ্রেণিতে অবস্থান করে এবং গঠণের উপর ভিত্তি করে এদের সংজ্ঞায়িত করা কঠিন। এদের এরূপে গণ্য করা হয় যে, আমাদের খাদ্যে খুবই কম পরিমাণে প্রয়োজনীয় জৈব যৌগ সমূহ যা জীবের সর্বোত্তম বৃদ্ধি এর স্বাস্থ্যের স্বাভাবিক রক্ষণাবেক্ষণের জন্য নির্দিষ্ট জৈবিক কার্যাদি সম্পাদন করে। ভিটামিনগুলোকে

A, B, C, D ইত্যাদি ইংরেজী বর্ণমালার সাহায্যে চিহ্নিত করা হয়। এদের মধ্যে কিছু সংখ্যককে আবার B_1, B_2, B_6, B_{12} ইত্যদির মতো সাব গ্রুপরূপে নামকরণ করা হয়। এছাড়াও অত্যধিক পরিমাণ ভিটামিন দেহের পক্ষে ক্ষতিকারক এবং চিকিৎসকের পরামর্শ ছাড়া ভিটামিন জাতীয় ঔষধ গ্রহণ করা উচিত নয়।

"**Vitamine**" শব্দটি সৃষ্টি হয়েছে ভাইটাল (vital) + অ্যামিন (amine) শব্দ হতে কারণ পূর্বে চিহ্নিত করা ভিটামিন জাতীয় যৌগগুলো ছিল অ্যামিনো মূলক যুক্ত। পরবর্তী সময় ভিটামিন নিয়ে কাজ করতে গিয়ে দেখা গেছে যে এদের অধিকাংশের মধ্যেই অ্যামিনো মূলক থাকে না, ফলে শব্দটি থেকে 'e' অক্ষরটি বাদ দেওয়া হয়েছে এবং বর্তমানে **vitamin** শব্দটি ব্যবহার করা হয়।

14.4.1 ভিটামিনের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Vitamins)

জলে বা চর্বিতে দ্রবণীয়তার উপর নির্ভর করে ভিটামিনগুলোকে দুটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়।

(i) *চর্বিতে দ্রাব্য ভিটামিন :* ভিটামিন যা চর্বি এবং তেলে দ্রবণীয় কিন্তু জলে অদ্রবনীয় এদেরকে এই শ্রেণিতে রাখা হয়েছে। এই ভিটামিনগুলো হল A, D, E এবং K. এরা যকৃত এবং মেদ কলায় (মেদ সংরক্ষণ) সঞ্চিত থাকে।

(ii) *জলে দ্রাব্য ভিটামিন:* B শ্রেণির ভিটামিনগুলো এবং ভিটামিন C জলে দ্রাব্য ফলে এদের একত্রে শ্রেণিবন্ধ করা হয়েছে। জলে দ্রাব্য ভিটামিনগুলো খাদ্যের মাধ্যমে নিয়মিত গ্রহণ করা দরকার কারণ এইগুলো মূত্রের মাধ্যমে শরীর থেকে বেরিয়ে (ব্যতিক্রম ভিটামিন B_{12}) যায় এবং শরীরে সঞ্চিত থাকে না।

কিছু গুরুত্বপূর্ণ ভিটামিন, এদের উৎস এবং এদের অভাবজনিত রোগ সমূহ সারণি 14.3 তে লিপিবদ্ধ করা হল।

সারণি 14.3: কিছু গুরুত্বপূর্ণ ভিটামিন, এদের উৎস এবং অভাব জনিত রোগ সমূহ

ক্রমিক সংখ্যা	ভিটামিনের নাম	উৎস	অভাবজনিত রোগ
1.	ভিটামিন A	মাছের যকৃতের তেল, গাজর, মাখন এবং দুধ।	জেরপ্থ্যালমিয়া (চোখের করনিয়া শক্ত হয়ে যাওয়া), রাতকানা।
2.	ভিটামিন B_1 (থায়ামিন)	ঈস্ট, দুধ, সবুজ শাকসবজি, খাদ্য শষ্য।	বেরিবেরি (ক্ষুদামান্দ, বৃদ্ধি মন্দীভূত, বামনত্ব)
3.	ভিটামিন B_2 (রাইবোফ্লেবিন)	দুধ, ডিমের সাদা অংশ, যকৃৎ, বৃক্ক।	চেইলোসিস (মুখের কোন ও ঠোঁট কেটে যায়), হজমের ব্যাঘাত এবং চামড়া জ্বালা অনুভূত করা।
4.	ভিটামিন B_6 (পিরিডক্সিন)	ঈস্ট, দুধ, ডিমের কুসুম, খাদ্য শষ্য এবং দানা শষ্য।	খিঁচুনি।
5.	ভিটামিন B_{12}	মাংস, মাছ, ডিম এবং দই।	রক্তল্পতা (হিমোগ্লোবিনে লোহিত কণিকার অভাব)।
6.	ভিটামিন C (অ্যাসকরবিক অ্যাসিড)	লেবুজাতীয় (সাইট্রাস) ফল, আমলা এবং সবুজ শাকসবজি।	স্কার্ভি (মাড়ির রক্তপাত)।
7.	ভিটামিন D	সূর্যালোক শোষণ, মাছ এবং ডিমের কুসুম।	রিকেট (শিশুদের হাড় বেকে যাওয়া) এবং অসটিওম্যালেসিয়া (হাড় নরম হয়ে যাওয়া এবং বয়স্কদের গাঁটে ব্যথা)

8.	ভিটামিন E	প্রাকৃতিক ভোজ্য তেল যেমন দানা শস্য জাতীয় তেল, সানফ্লাওয়ার তেল ইত্যাদি।	লোহিত রক্ত কণিকার ভঙ্গুরতা বৃদ্ধি এবং পেশীর দুর্বলতা।
9.	ভিটামিন K	সবুজ শাকসবজি।	রক্তজমাট বাঁধতে বেশি সময় লাগে।

14.5 নিউক্লিক অ্যাসিড (Nucleic Acids)

সমস্ত প্রজাতির প্রতিটি প্রজন্মের মধ্যে নানাদিক থেকে তাদের পূর্ব পুরুষদের সাথে মিল খুঁজে পাওয়া যায়। কীভাবে এই বৈশিষ্ট্যগুলো এক প্রজন্ম থেকে পরের প্রজন্মে সঞ্চালিত হয়? এটা লক্ষ করা গেছে যে, জীবন্ত কোষের নিউক্লিয়াস এই অন্তর্নিহিত বৈশিষ্ট্যগুলোর সঞ্চালনের জন্য দায়ী, একে বংশগতি বলা হয়। কোষের নিউক্লিয় কণাগুলো, বংশগতির জন্য দায়ী, এদের ক্রোমোজোম বলে যা প্রোটিন এবং অন্য প্রকার জীব অণু সমূহ দ্বারা গঠিত এবং নিউক্লিক অ্যাসিড নামে পরিচিত।

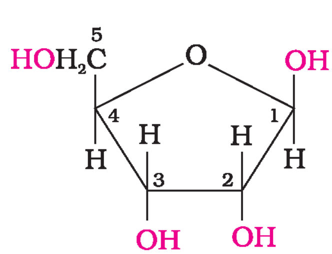
নিউক্লিক অ্যাসিড প্রধানত দুই প্রকারের হয়, ডিঅক্সিরাইবো নিউক্লিক অ্যাসিড **(DNA)** এবং রাইবো নিউক্লিক অ্যাসিড **(RNA)**। নিউক্লিক অ্যাসিডগুলো নিউক্লিওটাইডের দীর্ঘশৃঙ্খল পলিমার হয় বলে এদের পলিনিউক্লিওটাইডও বলা হয়।

জেমস ডেউই ওয়াটসন

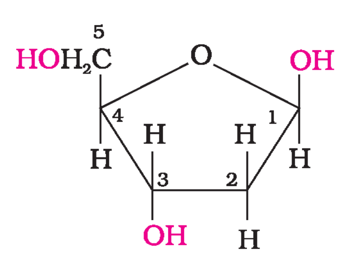
জেমস ডেউই ওয়াটসন 1928 খ্রিষ্টাব্দে শিকাগোর ইলিনোয়স শহরে জন্ম গ্রহণ করেছিলেন। 1950 খ্রিষ্টাব্দে ড: ওয়াটসন ইন্ডিয়ানা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে প্রাণী বিদ্যায় পি.এইচ.ডি ডিগ্রি লাভ করেন। তিনি DNA এর কাঠামো আবিষ্কারের জন্য সর্বাধিক খ্যাতি লাভ করেন, যার জন্য তিনি 1962 খ্রিষ্টাব্দে শারীরবিদ্যা এবং ঔষধ শাস্ত্রে ফ্রান্সিস ক্রিক এবং মরিস উইলকিন্স-এর সাথে মিলিতভাবে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন। তারা প্রস্তাব করেন যে DNA অণু দ্বিতন্ত্রী কুন্ডলীকৃত আকার ধারণ করে, প্রকৃতপক্ষে একটি মার্জিত সরল কাঠামো যা মৃদু ভাবে বাঁকানো মইয়ের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ। মইয়ের তাকগুলো ফসফেট এবং ডি-অক্সিরাইবোজ শর্করার একক গুলো দ্বারা পর্যায়ক্রমে উৎপন্ন হয় এবং সিঁড়ির মধ্যবর্তী ধাপগুলো পিউরিন বা পিড়িমিডিন ক্ষারক যুগল দ্বারা তৈরি হয়। এই গবেষণা আণবিক জীব বিজ্ঞানের উদীয়মান ক্ষেত্রের ভিত্তি স্থাপন করেছিল। নিউক্লিওটাইড ক্ষারকগুলোর এই পরিপূরক যুগল সমূহ ব্যাখ্যা করে যে কীভাবে পিতামাতার DNA এর অভিন্ন প্রতিলিপি দুটি অপত্য কোষে স্থানান্তরিত হয়। এই গবেষণা জীব বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে একটি বিপ্লবের সূচনা করে যা DNA এর আধুনিক পূর্ণসমন্বয় কৌশলের বিকাশ ঘটিয়েছে।

14.5.1 নিউক্লিক অ্যাসিডের রাসায়নিক সংযুতি (Chemical Composition of Nucleic Acids)

DNA (বা RNA) এর সম্পূর্ণ আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে একটি পেন্টোজ শর্করা, ফসফরিক অ্যাসিড এবং নাইট্রোজেন ঘটিত হেটেরোসাইক্লিক যৌগসমূহ (যাদের ক্ষারক বলা হয়) উৎপন্ন হয়। DNA অণুর মধ্যে ক্ষুদ্র অংশ রূপে β-D-2-ডিঅক্সিরাইবোজ শর্করা থাকে, অপরপক্ষে RNA অণুর শর্করা অংশটি হল β-D-রাইবোজ।

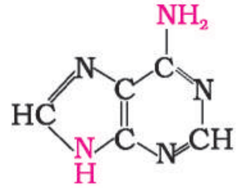


β–D–রাইবোজ

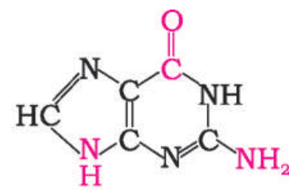


β–D–2–ডিঅক্সিরাইবোজ

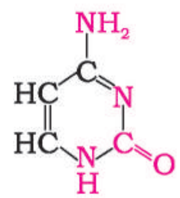
DNA তে চারটি ক্ষারক রয়েছে যেমন অ্যাডেনিন (A), গুয়ানিন (G), সাইটোসিন (C) এবং থাইমিন (T)। RNA এর মধ্যেও 4টি ক্ষারক রয়েছে, প্রথম তিনটি DNA-র অনুরূপ হলেও চতুর্থ ক্ষারকটি হল ইউরাসিল (U)।



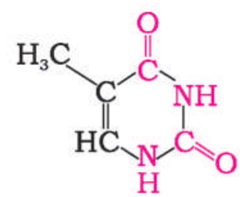
অ্যাডেনিন (A)



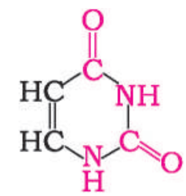
গুয়ানিন (G)



সাইটোসিন (C)



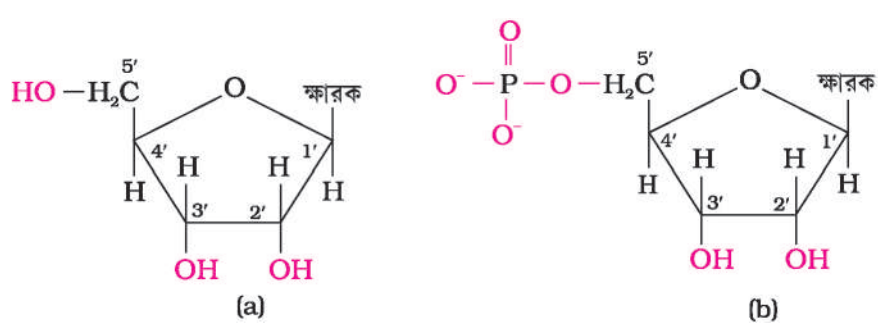
থাইমিন (T)



ইউরাসিল (U)

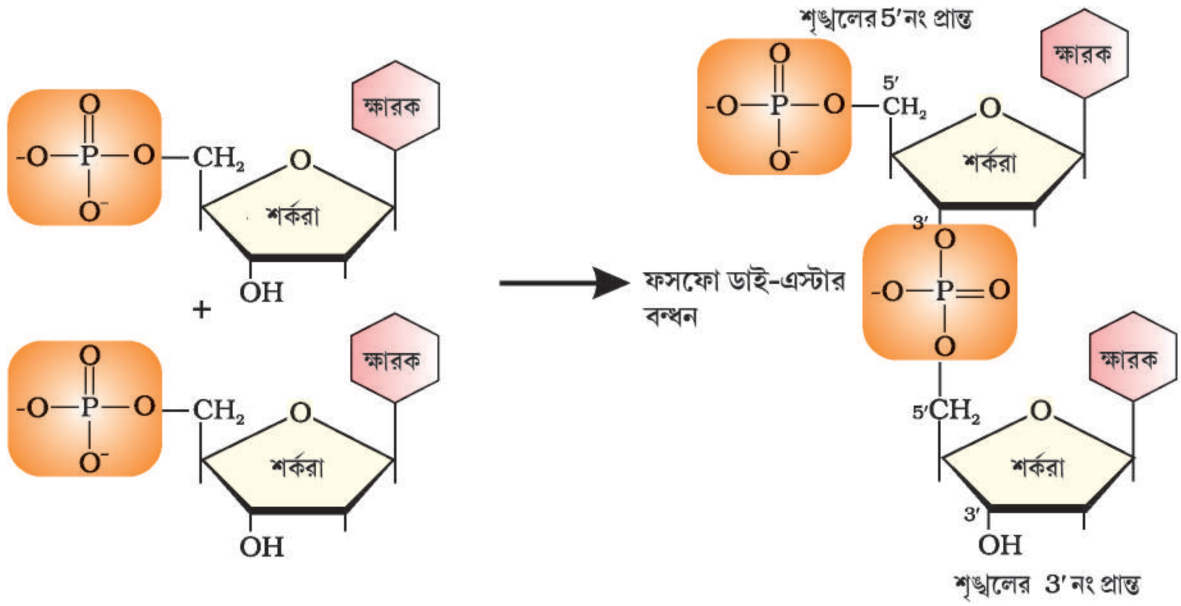
14.5.2 নিউক্লিক অ্যাসিডের গঠন Structure of Nucleic Acids

শর্করার (চিনির) 1 নং অবস্থানের সঙ্গে যুক্ত ক্ষারকের সংযুক্তিকরণের ফলে যে এককটি গঠিত হয়, তাকে নিউক্লিওসাইড বলে। ক্ষারক থেকে এগুলোকে পার্থক্য করার জন্য নিউক্লিওসাইডে শর্করার কার্বনগুলোকে 1′, 2′, 3′ ইত্যাদি সংখ্যার দ্বারা চিহ্নিত করা হয় (চিত্র 14.5a)। যখন শর্করার ক্ষুদ্র অংশের 5 নং অবস্থানের মাধ্যমে ফসফরিক অ্যাসিডের সঙ্গে যুক্ত হয়, তখন আমরা একটি নিউক্লিওটাইট পাই (চিত্র 14.5)।

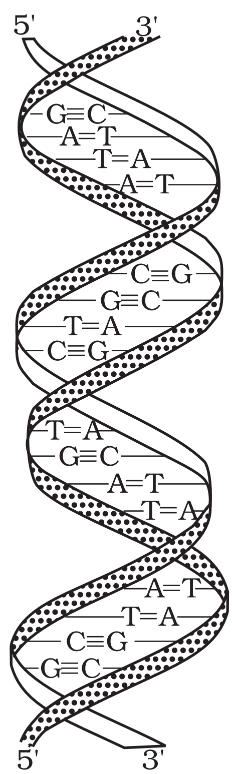


চিত্র 14.5: (a) একটি নিউকিওসাইড এবং (b) একটি নিউক্লিওটাইডের গঠন।

নিউক্লিওটাইটগুলো পেন্টোজ শর্করার 5′ এবং 3′ নং কার্বন পরমাণুর সাথে ফসফোডাইএস্টার বন্ধনের মাধ্যমে একত্রে যুক্ত থাকে। একটি বৈশিষ্ট্যসূচক ডাই নিউক্লিওটাইডের গঠন চিত্র 14.6-এ দেখানো হল।

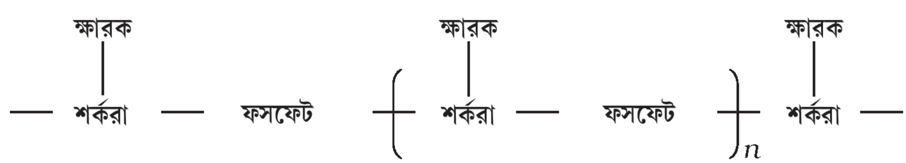


চিত্র 14.6: ডাই নিউক্লিওটাইডের গঠন চিত্র



চিত্র 14.7: DNA -এর দ্বিতন্ত্রী কুন্ডলীকৃত গঠন

নিউক্লিক অ্যাসিডের একটি সরলীকৃত শৃঙ্খল নিচে দেখানো হল।



নিউক্লিক অ্যাসিডের শৃঙ্খলে উপস্থিত নিউক্লিওটাইড সমূহের বিন্যাস ধারা সম্পর্কিত তথ্যকে এর প্রাইমারি গঠন বলা হয়। নিউক্লিক অ্যাসিড সমূহের সেকেন্ডারি গঠনও আছে। জেমস ওয়াটসন এবং ফ্রান্সিস ক্লিক DNA এর জন্য একটি কুন্ডলীকৃত দ্বিতন্ত্রী গঠণাকৃতির অবতারণা করেন (চিত্র 14.7)। দুটি নিউক্লিক অ্যাসিড শৃঙ্খল একে অপরের মধ্যে প্যাঁচানো অবস্থায় থাকে এবং একজোড়া ক্ষারকের মধ্যবর্তীস্থানে হাইড্রোজেন বন্ধনের দ্বারা পরস্পরের সাথে আটকে থাকে। এই দুটি তন্ত্রী একে অপরের পরিপূরক কারণ নির্দিষ্ট ক্ষারক জোড়ের মধ্যবর্তী স্থানে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয়। অ্যাডিনিন, থাইমিনের সঙ্গে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে অপরপক্ষে, সাইটোসিন, গুয়ানিনের সঙ্গে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে।

RNA এর সেকেন্ডারি গঠনাকৃতিতে, যে সকল কুন্ডলী উপস্থিত থাকে তা এক তন্ত্রী হয়। কখনও কখনও এরা নিজেদের মধ্যে পাক খেয়ে দ্বিতন্ত্রী কুন্ডলী গঠন করে। RNA অণুগুলো তিন প্রকারের হয় এবং এরা ভিন্ন ভিন্ন ক্রিয়া সম্পাদন করে। এদের মেসেঞ্জার **RNA (m-RNA)**, রাইবোজোমাল **RNA (r-RNA)** এবং ট্রান্সফার **RNA (t-RNA)** হিসাবে নামকরণ করা হয়।

হর গোবিন্দ খোরানা

হর গোবিন্দ খোরানা 1922 খ্রিষ্টাব্দে জন্মগ্রহণ করেছিলেন। তিনি লাহোরের পাঞ্জাব বিশ্ববিদ্যালয় থেকে M.Sc ডিগ্রী লাভ করেন। তিনি প্রফেসার ভ্লাদিমির প্রেলগ এর সঙ্গে কাজ করেছিলেন, যিনি খোরানার চিন্তাধারা এবং দর্শনকে বিজ্ঞান, কর্ম এবং প্রচেষ্টার প্রতি ধাবিত করেছিলেন। 1949 খ্রিষ্টাব্দে কিছু দিন ভারতবর্ষে থাকার পর, খোরানা ইংল্যান্ডে ফিরে গিয়ে প্রফেসার G.W. Kenner এবং প্রফেসার A.R.Todd এর সঙ্গে কাজ করেছিলেন। U.K এর ক্যামব্রিজে কাজ করার সময় তিনি প্রোটিন এবং নিউক্লিক অ্যাসিডের প্রতি আগ্রহী হয়েছিলেন। 1968 খ্রিষ্টাব্দে ডা: খোরানা জিনের প্রতিলিপির বিয়োজনের জন্য ঔষধ এবং শারীরবিদ্যায় মার্শাল নিরেনবার্গ এবং রবাট হোলি এর সঙ্গে মিলিতভাবে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন।

DNA ফিঙ্গারপ্রিন্ট

আমরা এটা জানি যে প্রত্যেকটি ব্যক্তির আঙুলের ছাপ স্বতন্ত্র। এটি আঙুলের অগ্রভাগের রেখার ছাপ শনাক্তকরণের জন্য এর ব্যবহার দীর্ঘদিন ধরে চলে আসছে কিন্তু শল্য চিকিৎসার সাহায্যে এর পরিবর্তন সাধন করা সম্ভব। একজন মানুষের DNA এর ক্ষারক সমূহের বিন্যাস ধারা নির্দিষ্ট হয় এবং এই সম্পর্কিত তথ্যকে DNA ফিঙ্গারপ্রিন্টর বলে। এটি প্রত্যেক কোষের জন্য একই এবং কোন পরিচিত চিকিৎসা পদ্ধতির দ্বারা এর পরিবর্তন করা যায় না। DNA ফিঙ্গার প্রিন্টিং এখন ব্যবহৃত হয়—

(i) ফরেনসিক ল্যাবরেটরীতে অপরাধীদের শনাক্তকরণের জন্য।

(ii) কোনো ব্যক্তির পিতৃত্ব ও মাতৃত্বের পরিচয় নির্ণয়ের জন্য।

(iii) পিতা-মাতা বা সন্তানের DNA এর সঙ্গে তুলনা করে দুর্ঘটনায় মৃত ব্যক্তির পরিচয় শনাক্তকরনের জন্য।

(iv) জৈবিক বিবর্তন পুনলিখনে জাতিগত শ্রেনি নির্ধারণের জন্য।

14.5.3 নিউক্লিক অ্যাসিডের জৈবিক কার্যক্রম (Biological Functions of Nucleic Acids)

নিউক্লিক অ্যাসিডের জৈবিক কার্যসমূহ : DNA হল বংশগতির রাসায়নিক ভিত্তি এবং একে বংশানুক্রমিক (জেনেটিক) তথ্যের ভান্ডার হিসাবে বিবেচনা করা যেতে পারে। DNA লক্ষ লক্ষ বছর ধরে প্রাণীর বিভিন্ন প্রজাতির পরিচয় বজায় রাখার জন্য সম্পূর্ণ ভাবে দায়ী। একটি DNA অণু কোষ বিভাজনের সময় নিজস্ব প্রতিলিপি গঠনে সক্ষম এবং একই রকমের DNA তন্ত্রীগুলোকে অপত্য কোষে সঞ্চারিত করে। নিউক্লিক অ্যাসিডের অন্য আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ হল কোষের মধ্যে প্রোটিন সংশ্লেষণ করা। কোশের মধ্যে বর্তমান বিভিন্ন RNA অণুই প্রকৃতপক্ষে প্রোটিন সংশ্লেষণের প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করে কিন্তু একটি নির্দিষ্ট প্রোটিনের সংশ্লেষণের বার্তাটি DNA বহন করে।

14.6 হরমোন Hormones

হরমোন হল এমন একটি অণু যা অন্তঃকোষীয় বার্তা বাহক হিসাবে কাজ করে। এই গুলো শরীরের অন্তক্ষরা গ্রন্থি থেকে উৎপন্ন হয় এবং সরাসরি রক্তস্রোতে মিশে যায় এবং রক্তই এদেরকে কার্যস্থলে প্রেরন করে।

রাসায়নিক প্রকৃতির ভিত্তিতে, এদের মধ্য কিছু স'ংখ্যক হল স্টেরয়েড যেমন ইস্ট্রোজেন এবং অ্যানড্রোজেন; কিছু হল পলি পেপটাইড, উদাহরণ স্বরূপ ইনসুলিন ও অ্যানড্রফিন এবং অন্যরা হল অ্যামিনো অ্যাসিড জাতক, যেমন এপিনেফ্রিন এবং নরএপিনেফ্রিন।

শরীরের মধ্যে হরমোনের বিভিন্ন কাজ রয়েছে। এরা শরীরের জৈবিক কার্যাবলির সমতা বজায় রাখতে সাহায্য করে। এই কার্যের একটি উদাহরণ হল রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা নীচের মাত্রায় নামিয়ে আনতে ইনসুলিন ভূমিকা পালন করে। ইসুলিন অপসারিত করলে রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা দ্রুত হারে বৃদ্ধি পায়। অপর পক্ষে, গ্লুকাগন হরমোন রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা বৃদ্ধিতে সাহায্য করে। দুটি হরমোন একত্রে রক্তে গ্লুকোজের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। এপিনেফ্রিন এবং নরএপিনেফ্রিন বাহ্যিক উত্তেজনায় সাড়া দেওয়ার ক্ষেত্রে মধ্যস্থকারী রূপে ক্রিয়া করে। বৃদ্ধি (Growth) হরমোন এবং সেক্স হরমোন সমূহ জীবের বৃদ্ধি এবং বিকাশে ভূমিকা পালন করে। থাইরয়েড গ্রন্থি থেকে থাইরক্সিন হরমোন উৎপন্ন হয়। এটি

টাইরোসিন অ্যামিনো অ্যাসিডের একটি আয়োডিন জাতক। থাইরক্সিনের মাত্রা অস্বাভাবিক ভাবে কম হলে হাইপোথাইরয়েডিজম সৃষ্টি হয় এবং এর উপসর্গগুলো হল জড়তা এবং স্থূলতা। থাইরক্সিনের অধিকমাত্রার কারণে হাইপারথাইরয়েডিজম হয়। খাবারের মধ্যে আয়োডিনের পরিমাণ কম থাকলে হাইপোথাইরয়েডিজম এবং থাইরয়েড গ্রন্থির আকার বৃদ্ধি পেতে পারে। বাণিজ্যিক খাদ্য লবণে সোডিয়াম আয়োডাইড যোগ করে এই সমস্যাটি নিয়ন্ত্রণ করা হচ্ছে।

স্টেরয়েড হরমোনগুলো অ্যাড্রিনাল কর্টেক্স এবং গোনাড (পুরুষদের ক্ষেত্রে শুক্রাশয়ে এবং মহিলাদের ক্ষেত্রে ডিম্বাশয়ে) থেকে উৎপন্ন হয়। অ্যাড্রিনালকর্টেক্স থেকে নির্গত হরমোনগুলো শরীরের কার্যগুলো সম্পাদনের ক্ষেত্রে খুব গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। উদাহরণস্বরূপ, গ্লুকোকটিকয়েড শর্করার বিপাকীয় ক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত করে, প্রদাহজনিত বিক্রিয়াসমূহের মধ্যে সামঞ্জস্য রক্ষা করে এবং মানসিক চাপ সংক্রান্ত বিক্রিয়াগুলোতে অংশগ্রহণ করে। মিনারেলোকোর্টিকয়েডস কিডনির মাধ্যমে জল এবং লবণের নির্গমন মাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করে। অ্যাড্রিনাল করটেক্স সঠিকভাবে কাজ না করলে এর ফলস্বরূপ অ্যাডিসন রোগ হতে পারে যার লক্ষণগুলো হল হাইপোগ্লাইসেমিয়া, দুর্বলতা এবং মানসিক চাপের সংবেদনশীলতার সম্ভাবনা বৃদ্ধি পাওয়া। যদি গ্লুকোকোটিকয়েডস এবং মিনারেলোকোটিকয়েডস দ্বারা এর চিকিৎসা না করা হয় তবে এই রোগ মারাত্মক হতে পারে। গোনাড দ্বারা নির্গত হরমোন গৌন যৌন চরিত্রগুলোর বিকাশের জন্য দায়ী। টেস্টোস্টেরন হল এমন একটি প্রধান যৌন হরমোন যা পুরুষের শরীরের মধ্যে উৎপন্ন হয়। এটি পুরুষের গৌন চরিত্রগুলো (গম্ভীর কণ্ঠস্বর, মুখমন্ডলে রোম গজানো, শরীরের পুরুষালী গঠন) বিকাশের জন্য দায়ী এবং এস্ট্রাডাইঅল হল মহিলাদের প্রধান যৌন হরমোন। এটি মহিলাদের গৌন চরিত্র বিকাশের জন্য দায়ী এবং ঋতুচক্র নিয়ন্ত্রনেও অংশগ্রহণ করে। নিষিক্ত ডিম্বানুকে প্রোথিত করার জন্য জরায়ুকে প্রস্তুত করার কাজটি প্রোজেস্টেরন দ্বারাই সম্পন্ন হয়।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

14.6 আমাদের দেহে ভিটামিন C সঞ্চিত হয় না কেন?

14.7 থাইমিন যুক্ত DNA এর আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে যখন একটি নিউক্লিওটাইড সৃষ্টি হয় তখন কোন্ কোন্ বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন হয়?

14.8 যখন RNA আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়, তখন উৎপন্ন বিভিন্ন ক্ষারকগুলোর পরিমাণের মধ্যে কোন সম্পর্ক থাকে না। এই ঘটনাটি RNA এর গঠন আকৃতি সম্পর্কে কী অভিমত প্রকাশ করে?

সারাংশ

কার্বোহাইড্রেট হল আলোক সক্রিয় পলিহাইড্রোঅক্সি অ্যালডিহাইড অথবা কিটোন অথবা এমন কোন অণু যার আর্দ্রবিশ্লেষণের ফলে এরূপ একক উৎপন্ন হয়। এদেরকে মুখ্যত তিনটি শ্রেণিতে শ্রেণিভুক্ত করা হয়েছে- মনোস্যাকারাইড, ডাই স্যাকারাইড এবং পলিস্যাকারাইড। স্তন্যপায়ী প্রাণীদের জন্য গ্লুকোজ হল খুবই গুরুত্বপূর্ণ শক্তির উৎস যা স্টার্চের পাচনক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়। মনোস্যাকারাইডগুলো গ্লাইকোসাইডিক বন্ধনের দ্বারা পরস্পর যুক্ত হয়ে ডাইস্যকারাইড বা পলিস্যাকারাইড গঠন করে।

প্রোটিন হল প্রায় কুড়িটি বিভিন্ন ধরণের অ্যামিনো অ্যাসিডের পলিমার যেগুলো পেপটাইড বন্ধন দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে। দশটি অ্যামিনো অ্যাসিডকে বলা হয় অপরিহার্য অ্যামিনো অ্যাসিড কারণ এগুলো আমাদের শরীরে সংশ্লেষিত হয় না। তাই এদের খাদ্যের মাধ্যমে গ্রহণ করতে হয়। প্রোটিন জীবের বিভিন্ন গঠনগত এবং গতিশীল কার্য সম্পাদন করে। যে সকল প্রোটিনে কেবলমাত্র α-অ্যামিনো অ্যাসিড থাকে এদের সরল প্রোটিন বলে। pH অথবা উষ্ণতা পরিবর্তন করলে প্রোটিনের সেকেন্ডারি বা টারসিয়ারি গঠন বিনষ্ট হয় এবং এরা এদের জৈবিক কার্য সম্পাদন করতে পারে না। একে প্রোটিনের ডিনেচারেশন বলে। এনজাইম হল জৈব অনুঘটক, যারা জীবতন্ত্রের বিক্রিয়াসমূহকে গতি প্রদান করে। প্রত্যেকটি বিক্রিয়ার জন্য নির্দিষ্ট এনজাইম রয়েছে এবং এরা এদের জন্য নির্দিষ্ট কাজটি সম্পাদন করে এবং রাসায়নিকভাবে সমস্ত এনজাইম হল প্রোটিন।

ভিটামিনগুলে হল খাদ্যের প্রয়োজনীয় আনুষঙ্গিক খাদ্য উপাদান। এদের চর্বিতে দ্রাব্য (A, D, E এবং K) এবং জলে দ্রাব্য (B গ্রুপ এবং C) এই দুইভাবে শ্রেণিভুক্ত করা হয়েছে। ভিটামিনগুলোর অভাবে অনেক রোগের সৃষ্টি হয়।

নিউক্লিক অ্যাসিড হল নিউক্লিওটাইডের পলিমার যা একটি ক্ষারক, একটি পেন্টটোজ সুগার এবং ফসফেটের অর্ধাংশ মিলে তৈরি হয়। নিউক্লিক অ্যাসিড পিতামাতা থেকে সন্তান-সন্ততির মধ্যে চরিত্রগত বৈশিষ্ট্য স্থানান্তরের জন্য দায়ী হয়। নিউক্লিক অ্যাসিড দুই প্রকার হয় **DNA** এবং **RNA**। **DNA** তে পাঁচটি কার্বন যুক্ত সুগার অণু থাকে, যাকে 2-ডি-অক্সিরাইবোজ বলে কিন্তু **RNA** তে রাইবোজ সুগার থাকে। **DNA** এবং **RNA** উভয়ের মধ্যেই অ্যাডিনিন, গুয়ানিন এবং সাইটোসিন থাকে। **DNA** তে চতুর্থ ক্ষারকটি হল থায়ামিন এবং **RNA** তে ইউরাসিল। **DNA** এর গঠন হল দ্বিতন্ত্রী কিন্তু RNA হল এক তন্ত্রী অণু। **DNA** হল বংশগতির রাসায়নিক ভিত্তি এবং কোষের মধ্যে যে প্রোটিনগুলো সংশ্লেষিত হবে তাদের জন্য কোডযুক্ত বার্তাগুলো রয়েছে। RNA তিন প্রকারের হয়— mRNA, rRNA এবং tRNA, যেগুলো প্রকৃতপক্ষে কোষের মধ্যে প্রোটিন সংশ্লেষণের কাজ করে।

অনুশীলনী

14.1 মনোস্যাকারাইড কাকে বলে?

14.2 বিজারক সুগার কাকে বলে?

14.3 উদ্ভিদ দেহে কার্বোহাইড্রেটের দুটি প্রধান কাজ লেখ।

14.4 নিম্নলিখিত গুলোকে মনোস্যাকারাইড এবং ডাইস্যাকারাইড রূপে শ্রেণিভুক্ত করো।
রাইবোজ, 2-ডি-অক্সিরাইবোজ, মলটোজ, গ্যালাকটোজ, ফ্রুক্টোজ এবং ল্যাকটোজ।

14.5 গ্লাইকোসাইডিক লিংকেজ বা বন্ধন পদটি বলতে তোমরা কী বুঝ?

14.6 গ্লাইকোজেন কী? এটি কীভাবে স্টার্চ থেকে ভিন্ন হয়?

14.7 নিম্নলিখিতগুলোর আর্দ্রবিশ্লেষণে কি উৎপন্ন হয়?
(i) সুক্রোজ এবং (ii) ল্যাকটোজ।

14.8 স্টার্চ এবং সেলুলোজের মধ্যে মূল গঠনগত পার্থক্য কী?

14.9 কী ঘটে যখন D- গ্লুকোজকে নিম্নলিখিত বিকারকগুলোর সঙ্গে বিক্রিয়া করানো হয়?
(i) HI (ii) ব্রোমিন জল (iii) HNO_3

14.10 D-গ্লুকোজের বিক্রিয়াগুলো উল্লেখ করো যেগুলো এর মুক্ত শৃঙ্খল গঠণাকৃতি ব্যাখ্যা করতে পারে না।

14.11 অপরিহার্য এবং অনপরিহার্য অ্যামিনো আসিড কী? প্রত্যেক প্রকারের দুটি করে উদাহরণ দাও।

14.12 প্রোটিন সম্পর্কিত নিম্নলিখিত বিষয়গুলো ব্যাখ্যা করো—
(i) পেপটাইড বন্ধন (ii) প্রাইমারি গঠন (iii) ডিনেচারেশন

14.13 প্রোটিনের সেকেন্ডারি গঠনের সাধারণ ধরণগুলো কী কী?

14.14 প্রোটিনের α-হেলিক্স গঠনের সুস্থিতির জন্য কোন্ ধরনের বন্ধন সাহায্য করে?

14.15 বর্তুলাকার এবং আঁশালো প্রোটিনের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

14.16 অ্যামিনো অ্যাসিডের উভধর্মী চরিত্র কীভাবে তোমরা ব্যাখ্যা করবে?

14.17 এনজাইম কী?

14.18 প্রোটিনের গঠনের উপর ডিনেচারেশনের প্রভাব কী?

14.19 ভিটামিনকে কীভাবে শ্রেণিবিন্যস্ত করা যায়? রক্তক্ষরণ বন্ধ করার জন্য দায়ী ভিটামিনটির নাম লেখো।

14.20 ভিটামিন A এবং ভিটামিন C আমাদের প্রয়োজন হয় কেন? এদের গুরুত্বপূর্ণ উৎসগুলো লেখো।

14.21 নিউক্লিক অ্যাসিড কী? এদের দুটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ উল্লেখ করো।

14.22 নিউক্লিওসাইড এবং নিউক্লিওটাইডের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

14.23 DNA অণুতে উপস্থিত তন্ত্রী দুটি অভিন্ন নয় কিন্তু তারা পরস্পরের পরিপূরক, ব্যাখ্যা করো।

14.24 DNA এবং RNA এর গুরুত্বপূর্ণ গঠনগত এবং কার্যগত পার্থক্য গুলো লেখো।

14.25 কোষের মধ্যে প্রাপ্ত বিভিন্ন ধরনের RNA গুলো কি কি?

অধ্যায়
15
পলিমার

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা সক্ষম হবে

- মনোমার, পলিমার এবং পলিমারাইজেশন বা বহুলীভবন শব্দগুলো ব্যাখ্যা করতে এবং এদের গুরুত্ব উপলব্ধি করতে;
- বিভিন্ন শ্রেণির পলিমার এবং বিভিন্ন প্রকার পলিমারাইজেশন পদ্ধতির মধ্যে পার্থক্য নিরূপন করতে;
- মনো এবং দ্বি-কার্যকরী মূলক যুক্ত অণু থেকে পলিমার গঠনের গুরুত্ব উপলব্ধি করতে;
- কিছু গুরুত্বপূর্ণ কৃত্রিম বা সংশ্লেষিত পলিমারের প্রস্তুতি এবং এদের ধর্মাবলি বর্ণনা করতে;
- দৈনন্দিন জীবনে পলিমারের গুরুত্ব উপলব্ধি করতে;

"পলিপেটাইড যার মধ্যে প্রায় 20টির মত বিভিন্ন প্রকারের অ্যামিনো অ্যাসিড থাকা সম্ভব তার প্রস্তুতিতে প্রকৃতি সহ-বহুলীভবন প্রক্রিয়াটি বহু যুগ ধরে ব্যবহার করে আসছে। রসায়নবিদরা এখনও অনেক পিছনে পড়ে রয়েছে"।

তোমরা কি মনে কর, পলিমারের আবিষ্কার এবং বিভিন্ন প্রয়োগ ছাড়া দৈনন্দিন জীবন সহজতর এবং রঙিন হতে পারত? প্লাস্টিক বালতি, কাপ এবং ডিশ্, শিশুদের খেলনা, ব্যাগের আচ্ছাদন, কৃত্রিম পোশাকের উপকরণ, গাড়ীর টায়ার, গিয়ার এবং সীল, তড়িতের অন্তরক বস্তু এবং মেশিনের যন্ত্রাদি প্রস্তুতিতে পলিমারের ব্যবহার দৈনিক জীবনের পাশাপাশি শিল্প জগতের ক্ষেত্রেও একটি পরিপূর্ণ বৈপ্লবিক পরিবর্তন এনে দিয়েছে। প্রকৃতপক্ষে, পলিমার হল প্লাস্টিক, ইলাসস্টোমার, ফাইবার (তন্তু) এবং রঙ ও বার্নিশ এই চারটি শিল্পের মেরুদন্ড।

'পলিমার' শব্দটি উৎপত্তি হয়েছে গ্রিক শব্দ 'পলি' যার অর্থ 'বহু' (many) এবং 'মার' *(mer)* যার অর্থ 'অংশ' (একক) বা 'খণ্ড'। পলিমার শব্দটিকে উচ্চ আণবিক ভর (10^3-10^7u) বিশিষ্ট বৃহৎ অনুরূপে সংজ্ঞায়িত করা যায়। একে ম্যাক্রো বা বৃহদাকার অণু বলা হয় যা বহু সংখ্যক পুনরাবৃত্ত গঠনমূলক এককের সংযুক্তিকরণের ফলে গঠিত হয়। কয়েকটি সরল এবং সক্রিয় অণু থেকে পুনরাবৃত্ত গঠনমূলক একক সমূহ গঠিত হয়, যাদের মনোমার বলে এবং এরা একে অপরের সঙ্গে সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। নিজ নিজ মনোমার থেকে পলিমার প্রস্তুতির এই পদ্ধতিকে পলিমারাইজেশন বা বহূলীভবন বলে। ইথিনকে পলিথিনে রূপান্তরিত করা এবং হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিন ও অ্যাডিপিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইলন 6, 6 প্রস্তুত করা হল দুটি ভিন্ন ভিন্ন পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার উদাহরণ।

(i) $$\underset{\text{ইথিন}}{nCH_2=CH_2} \xrightarrow{\text{পলিমারাইজেশন}} \underset{\text{পুনরাবৃত্তি একক}}{n\left[CH_2-CH_2\right]} \longrightarrow \underset{\text{পলিথিন পলিমার}}{\left[CH_2-CH_2\right]_n}$$

(ii) $$\underset{\text{হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিন}}{nNH_2(CH_2)_6NH_2} + \underset{\text{অ্যাডিপিক অ্যাসিড}}{nHOOC(CH_2)_4COOH} \xrightarrow{\text{পলিমারাইজেশন}} \underset{\text{নাইলন- 6,6}}{\left[\overset{H}{\overset{|}{N}}-(CH_2)_6-\overset{H}{\overset{|}{N}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}\right]_n}$$

15.1 পলিমারসমূহের শ্রেণিবিন্যাস

কিছু বিশেষ বিবেচনার ভিত্তিতে পলিমারসমূহকে বিভিন্ন উপায়ে শ্রেণিবিন্যাস করা যায়। পলিমার সমূহের কিছু প্রচলিত শ্রেণিবিন্যাস নিম্নে আলোচনা করা হল—

15.1.1 উৎসের উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিন্যাস

এই ধরনের শ্রেণিবিন্যাসের তিনটি উপবিভাগ রয়েছে.

1. *প্রাকৃতিক পলিমার*

   এই ধরনের পলিমারগুলো উদ্ভিদ ও প্রাণীদেহে পাওয়া যায়। উদাহরণ হল— প্রোটন, সেলুলোজ, স্টার্চ, কিছু রেজিন ও রাবার।

2. *অর্ধ-কৃত্রিম পলিমার*

   সেলুলোজ জাতক যেমন সেলুলোজ অ্যাসিটেট (রেয়ন) এবং সেলুলোজ নাইট্রেট হল এই উপবিভাগের সাধারণ উদাহরণ।

3. *কৃত্রিম পলিমার*

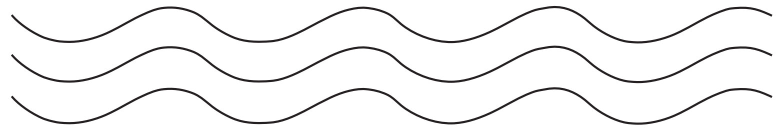
   প্লাস্টিক (পলিথিন), কৃত্রিম তন্তু (নাইলন 6,6) এবং কৃত্রিম রাবার (বুনা-S) হল মনুষ্য সৃষ্ট এক প্রকার কৃত্রিম পলিমার যা ব্যাপকভাবে দৈনন্দিন জীবনে এবং শিল্প ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

15.1.2 গঠনাকৃতির উপর ভিত্তি করে পলিমার সমূহের শ্রেণিবিন্যাস

গঠনকৃতির ভিত্তিতে তিন ধরনের পলিমারের অস্তিত্ব জানা গেছে।

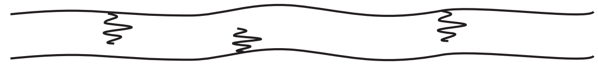
1. *রৈখিক পলিমার*

   এই পলিমারগুলো দীর্ঘ এবং সরলরৈখিক শৃঙ্খল দ্বারা গঠিত। যেমন উচ্চ ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিন, পলিভিনাইল ক্লোরাইড প্রভৃতি। এদের এভাবে প্রকাশ করা যায়।



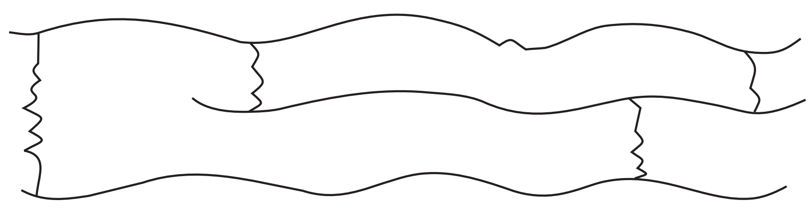
2. *শাখাযুক্ত শৃঙ্খল পলিমার*

   এই পলিমারগুলোর সরলরৈখিক শৃঙ্খলের মধ্যে কিছু সংখ্যক শাখা যুক্ত থাকে। উদাহরণস্বরূপ নিম্ন ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিন। এদের নিম্নলিখিত ভাবে প্রকাশ করা যায়।



3. *আড়াআড়ি বন্ধন বিশিষ্ট বা জালক পলিমার :*

   এরা সাধারণত দ্বি-কার্যকরী এবং ত্রি-কার্যকরী মূলক যুক্ত মনোমার একক থেকে গঠিত হয় এবং এদের বিভিন্ন সরলরৈখিক পলিমার শৃঙ্খলগুলোর মধ্যে শক্তিশালী সমযোজীবন্ধন বর্তমান থাকে। যেমন ব্যাকেলাইট, মেলামাইন প্রভৃতি। এদের নিম্নলিখিত ভাবে প্রকাশ করা হয়।



15.1.3 পলিমারাইজেশন পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিন্যাস

পলিমারাইজেশন পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে পলিমার সমূহকে আবার দুটো উপ-শ্রেণিতে বিভক্ত করা যেতে পারে।

1. যুত পলিমার :

দ্বি বা ত্রি-বন্ধনযুক্ত মনোমার অণুসমূহের পরপর সংযোজনের ফলে যুত পলিমারগুলো গঠিত হয়। উদাহরণস্বরূপ, ইথিলিন থেকে পলিইথিলিনের উৎপাদন এবং প্রোপিন থেকে পলিপ্রোপিনের উৎপাদন। অধিকন্তু, যে সকল যুত পলিমার একই ধরনের মনোমারের পলিমারাইজেশন ফলে গঠিত হয় তাদের হোমোপলিমার বলে, যেমন পলিথিন।

$$\underset{\text{ইথিন}}{n\,CH_2=CH_2} \longrightarrow \underset{\text{পলিথিন}}{-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n} \text{ হোমোপলিমার}$$

যে সকল পলিমার দুটি ভিন্ন ভিন্ন মনোমারের যুত পলিমারাইজেশনের ফলে গঠিত হয় তাদের কো-পলিমার বা সহ পলিমার বলে। যেমন- বুনা-S, বুনা-N প্রভৃতি।

$$\underset{\text{1, 3- বিউটাডাইন}}{n\,CH_2=CH-CH=CH_2} + \underset{\text{স্টাইরিন}}{n\,C_6H_5CH=CH_2} \longrightarrow \underset{\text{বিউটাডাইন-স্টাইরিন কোপলিমার (বুনা - S)}}{-\!\!\left(CH_2-CH=CH-CH_2-\underset{}{\overset{C_6H_5}{\overset{|}{C}H}}-CH_2\right)\!\!-_n}$$

2. সংঘনন বা কনডেনসেশন পলিমার

দুটো ভিন্ন দ্বি-কার্যকরী বা ত্রি-কার্যকরী মূলক যুক্ত মনোমার এককের মধ্যে ধাপে ধাপে সংঘনন বিক্রিয়ার ফলে সংঘনন পলিমার সমূহ গঠিত হয়। এই ধরনের পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার সময় কিছু কিছু সরল অণু যেমন জল, অ্যালকোহল, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রভৃতির অপসারণ ঘটে। উদাহরণগুলো হল টেরিলিন (ডেক্রন), নাইলন-6, 6, নাইলন-6 প্রভৃতি। উদাহরণস্বরূপ, হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিনের সঙ্গে অ্যাডিপিক অ্যাসিডের সংঘনন বিক্রিয়ার ফলে নাইলন-6, 6 উৎপন্ন হয়।

$$n\,H_2N\,(CH_2)_6\,NH_2 + n\,HOOC\,(CH_2)_4\,COOH \longrightarrow \underset{\text{নাইলন 6, 6}}{-\!\!\left[NH(CH_2)_6NHCO(CH_2)_4CO\right]\!\!-_n} + n\,H_2O$$

নমুনাপ্রশ্ন 15.1

$-\!\!\left(CH_2-CH(C_6H_5)\right)\!\!-_n$ কি একটি হোমোপলিমার না কো-পলিমার?

সমাধান

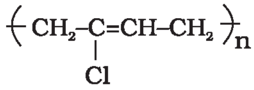
এটি একটি হোমোপলিমার এবং যে মনোমার থেকে এটি পাওয়া যায় সেটি হল স্টাইরিন $C_6H_5CH = CH_2$.

15.1.4 আণবিক আকর্ষণের উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিন্যাস

নানা ধরনের কাজে পলিমার সমূহের যে ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে তা তাদের বেশ কিছু স্বতন্ত্র যান্ত্রিক ধর্মাবলি যেমন- প্রসার্যতা, স্থিতিস্থাপকতা, কাঠিন্যতার উপর নির্ভর করে। এই যান্ত্রিক ধর্মসমূহ পলিমারে বর্তমান আন্তরাণবিক আকর্ষণ বল যেমন ভ্যান্ডার ওয়াল বল এবং হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এছাড়াও এই আকর্ষণ বলগুলোই পলিমারের শৃঙ্খলগুলোকে বেঁধে রাখে। উপস্থিত আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের মানের ভিত্তিতে এই বিভাগের পলিমারগুলোকে নিম্নলিখিত চারটি উপশ্রেণিতে শ্রেণিবিন্যাস করা হয়।

1. ইলাস্টোমার সমূহ :

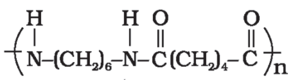
এইগুলো হলো রাবারের মত স্থিতিস্থাপক ধর্মবিশিষ্ট কঠিন পদার্থ। এই জাতীয় স্থিতিস্থাপক পলিমার (elastomeric polymers) গুলোতে, পলিমার শৃঙ্খলগুলো দুর্বলতম আন্তরাণবিক বল



নিউপ্রিন

দ্বারা একত্রে যুক্ত থাকে। এই দুর্বল বন্ধনশক্তির জন্যই এই ধরনের পলিমারটি বিকৃত করা সহজ হয়। সরল শৃঙ্খলগুলো বেশ কিছু শাখা দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে যা পীড়ন অপসারণের পরও পলিমারকে পূর্বের অবস্থানে ফিরিয়ে আনতে সচেষ্ট থাকে। যেমনটা ভালকানাইজড রাবারের ক্ষেত্রে দেখা যায়। কয়েকটি উদাহরণ হল বুনা-S বুনা, N-নিউপ্রিন প্রভৃতি।

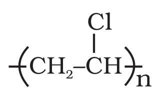
2. *ফাইবার বা তন্তু :*



নাইলন 6,6

তন্তুগুলো হল সুঁতো গঠনকারী কঠিন পদার্থ যা উচ্চ প্রসার্যতা এবং উচ্চ টানশক্তির অধিকারী। এই বৈশিষ্ট্যগুলোর জন্য হাইড্রোজেন বন্ধনের মতো শক্তিশালী আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলকে দায়ী করা যেতে পারে। এছাড়াও এই শক্তিশালী আকর্ষণ বল শৃঙ্খলকে ঘনসন্নিবিষ্ট করে এবং তাই এরা কেলাসাকার প্রকৃতির হয়। কয়েকটি উদাহরণ হলো পলিঅ্যামাইড (নাইলন-6, 6) পলিএস্টার (টেরিলিন) সমূহ প্রভৃতি।

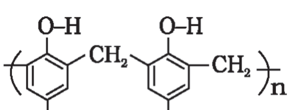
3. *থার্মোপ্লাস্টিক পলিমার :*



PVC

এই গুলো হলো রৈখিক বা স্বল্প সংখ্যক শাখাযুক্ত দীর্ঘশৃঙ্খল অণু যাদের বারবার তাপের প্রভাবে নমনীয় এবং ঠাণ্ডা করে শক্ত করা যায়। এই পলিমারগুলোর মধ্যে আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের ইলাস্টোমার এবং তন্তুর মধ্যবর্তী অবস্থায় থাকে। কয়েকটি প্রচলিত মান থার্মোপ্লাস্টিক পলিমার হল পলিথিন, পলিস্টাইরিন, পলিভিনাইল সমূহ প্রভৃতি।

4 *থার্মোসেটিং পলিমার :*



ব্যাকেলাইট

এই পলিমারগুলো জালক পলিমার বা খুব বেশি শাখাযুক্ত অণু যা উত্তাপে অত্যধিক মাত্রায় আড়াআড়ি বন্ধন গঠন করে এবং একে পুনরায় গলানো যায় না। কিছু সাধারণ উদাহরণ হল ব্যাকেলাইট, ইউরিয়া-ফর্ম্যালডিহাইড রেজিন প্রভৃতি।

15.1.5 পলিমারাইজেশন বৃদ্ধির উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিন্যাস

পলিমার উৎপাদনের সময় পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার ক্রিয়া কৌশলের উপর নির্ভর করে যুত এবং সংঘনন পলিমারগুলোকে আজকাল শৃঙ্খলবৃদ্ধি পলিমার এবং ধাপবৃদ্ধি ঘটিত পলিমাররূপে চিহ্নিত করা হয়।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

15.1 পলিমার কী?

15.2 গঠনের উপর ভিত্তি করে কীভাবে পলিমারের শ্রেণিবিন্যাস করা যায়?

15.2 পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার প্রকারভেদ

বৃহৎ পরিসরে ভাবলে দুই ধরনের পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার অস্তিত্ব জানা আছে, অর্থাৎ যুত বা শৃঙ্খল বৃদ্ধি পলিমারাইজেশন এবং সংঘনন বা ধাপবৃদ্ধি ঘটিত পলিমারাইজেশন।

15.2.1 যুত পলিমারাইজেশন বা শৃঙ্খলবৃদ্ধি পলিমারাইজেশন

এই ধরনের পলিমারাইজেশন একই ধরনের মনোমার বা ভিন্ন ধরনের মনোমার অণুগুলো অধিক পরিমাণে একত্রে যুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করে। ব্যবহৃত মনোমারগুলো হল অসম্পৃক্ত যৌগ, যেমন অ্যালকিন, অ্যালকাডাইইন এবং এদের জাতক সমূহ। এই ধরনের পলিমারাইজেশনে মুক্ত মূলক বা আয়নীয় পদার্থ গঠনের মাধ্যমে শৃঙ্খলের দৈর্ঘ্য বা শৃঙ্খলের বৃদ্ধি ঘটতে পারে। এছাড়া, মুক্ত মূলক নিয়ন্ত্রিত যুত বা শৃঙ্খলবৃদ্ধি পলিমারাইজেশন সর্বাধিক পরিমাণে সচরাচর সংঘটিত হয়।

1. মুক্ত মূলক ক্রিয়া কৌশল :

বেঞ্জোয়িল পারক্সাইড, অ্যাসিটাল পারক্সাইড, টার্ট-বিউটাইল পারক্সাইড প্রভৃতির মতো মুক্ত মূলক উপাদানকারী প্রারম্ভিক অনুঘটক পদার্থের উপস্থিতিতে এক প্রকার অ্যালকিন বা ডাই ইন এবং এদের জাতক সমূহের পলিমারাইজেশন ঘটে। উদাহরণস্বরূপ, তাপ বা আলোকের উস্থিতিতে ইথিনের সঙ্গে সামান্য পরিমাণ বেঞ্জোয়িল পারক্সাইড প্রারম্ভিক পদার্থের পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ায় ইথিন রূপান্তরিত হয়ে পলিথিনে পরিণত হয়। পারক্সাইড থেকে উৎপন্ন ফিনাইল মুক্ত মূলক ইথিনের দ্বি-বন্ধনের সাথে যুক্ত হওয়ার মাধ্যমে পদ্ধতিটি শুরু হয়, ফলে একটি নতুন এবং বৃহদাকার মুক্ত মূলক উৎপন্ন হয়। এ ধাপটিকে শৃঙ্খলের সূচনা ধাপ বলে। যখন এই মূলক ইথিনের অপর অণুর সঙ্গে বিক্রিয়া করে, তখন আরেকটি বৃহত্তর আকৃতির মূলক উৎপন্ন করে। নতুন এবং বৃহত্তর মূলকগুলোর সংযোজনের ধারাবাহিক পুনরাবৃত্তির ফলে বিক্রিয়াটি এগিয়ে যেতে থাকে এবং বিক্রিয়াটির এই ধাপটিকে শৃঙ্খল বিস্তার ধাপ বলা হয়। সর্বশেষে এইভাবে উৎপন্ন মূলকটি কোন একটি নির্দিষ্ট ধাপে অন্য আরেকটি মূলকের সাথে বিক্রিয়া করে সংশ্লিষ্ট পলিমারটি উৎপন্ন করে। এই ধাপটিকে শৃঙ্খলের সমাপন ধাপ বলে। ধাপগুলোকে নিম্নলিখিত উপায়ে ধারাবাহিক ভাবে প্রদর্শন করা যেতে পারে:

শৃঙ্খলের সূচনা ধাপ

$$C_6H_5-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O-O-\overset{O}{\overset{||}{C}}-C_6H_5 \longrightarrow 2C_6H_5-\overset{O}{\overset{||}{C}}-\dot{O} \longrightarrow 2\dot{C}_6H_5$$

বেঞ্জোয়িল পারক্সাইড — ফিনাইল মূলক

$$\dot{C}_6H_5 + CH_2{=}CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2$$

শৃঙ্খলের বিস্তার ধাপ

$$C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2 + CH_2=CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-CH_2-CH_2-\dot{C}H_2$$

$$\downarrow$$

$$C_6H_5\left(CH_2-CH_2\right)_n CH_2-\dot{C}H_2$$

শৃঙ্খলের সমাপন ধাপ :

দীর্ঘ শৃঙ্খলের সমাপনের জন্য, এই মুক্তমূলকগুলো বিভিন্ন উপায়ে যুক্ত হয়ে পলিথিন উৎপন্ন করে। শৃঙ্খলের সমাপনের একটি ধরন নীচে দেখানো হলো :

$$\begin{matrix} C_6H_5\left(CH_2-CH_2\right)_n CH_2-\dot{C}H_2 \\ C_6H_5\left(CH_2-\overset{+}{C}H_2\right)_n CH_2-\dot{C}H_2 \end{matrix} \longrightarrow C_6H_5\left(CH_2-CH_2\right)_n CH_2-CH_2-CH_2\left(CH_2-CH_2\right)_n C_6H_5$$

পলিথিন

2 কিছু গুরুত্বপূর্ণ যুত পলিমারের প্রস্তুতি :

(a) পলিথিন

পলিথিন দুই প্রকারের, যা নীচে দেওয়া হলো:

(i) *নিম্ন ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিন:* 1000 থেকে 2000 অ্যাট্মস্ফিয়ার চাপে উচ্চ চাপে 350K থেকে 570 K উষ্ণতায় সামান্য ডাই অক্সিজেন বা পারক্সাইড প্রারম্ভকের (অনুঘটক) উপস্থিতিতে ইথিনের পলিমারাইজেশনে এটি উৎপন্ন হয়। নিম্ন ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিন

(LDP) মুক্ত মূলক যুত বিক্রিয়ার মাধ্যমে পাওয়া যায় এবং হাইড্রোজেন পরমাণুর অপসারণে উচ্চ শাখাযুক্ত গঠনশৃঙ্খল পাওয়া যায়।

নিম্ন ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিন রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় এবং শক্ত কিন্তু নমনীয় ও তড়িতের দুর্বল পরিবাহী। সেজন্য এটি তড়িৎপরিবাহী তারের অন্তরক রূপে এবং ভাজযুক্ত (স্কুইজড) বোতল, খেলনা এবং নমনীয় পাইপ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

ইম্পেরিয়ার জি. নাটা এবং জার্মেনীর ক্যারিজিগলার 1963 খ্রিষ্টাব্দে জিগলার নাটা অনুঘটকের বিকাশের জন্য রসায়নে নোবেল পুরস্কারে সম্মানিত হয়েছিলেন।

(ii) *উচ্চ ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিন:* 333 K থেকে 343 K উষ্ণতায় এবং 6-7 অ্যাট্স্মফিয়ার চাপের অধীনে হাইড্রোকার্বন দ্রাবকে অনুঘটক যেমন ট্রাই ইথাইল অ্যালুমিনিয়াম এবং টাইটেনিয়াম টেট্রা ক্লোরাইড (জিগলার নাটা অনুঘটক) এর উপস্থিতিতে ইথিনের যুত পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ায় এটি উৎপন্ন হয়। এইভাবে উৎপন্ন উচ্চ ঘনত্ব বিশিষ্ট পলিথিনে সরল রৈখিক অণু বর্তমান এবং ঘনসন্নিবিশিষ্ট থাকে বলে এরা উচ্চ ঘনত্ব বিশিষ্ট হয়। এছাড়াও এরা রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় প্রকৃতির হয় এবং অধিক শক্তিশালী ও দৃঢ় হয়। এটি বালতি, ডাস্টবিন, বোতল, পাইপ প্রভৃতি উৎপাদনের কাজে ব্যবহৃত হয়।

(b) পলিটেট্রাফ্লুরোইথিন (টেফলন)

উচ্চ চাপে মুক্ত মূলক বা পারসালফেট অনুঘটকের সঙ্গে টেট্রাফ্লুরো ইথিনকে উত্তপ্ত করে টেফলন প্রস্তুত করা হয়। এটি রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় প্রকৃতির হয় এবং ক্ষয়কারী বিকারকের আক্রমনকে প্রতিহত করে। এটি অয়েল সিল এবং গ্যাসকেট তৈরি ছাড়াও ননস্টিক আস্তরণযুক্ত বাসনপত্র তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

300°C-এর উচ্চ উষ্ণতায় টেফলনের আস্তরণ বিয়োজিত হয়।

$$\underset{\text{টেট্রাফ্লুরোইথিন}}{n\,CF_2=CF_2} \xrightarrow[\text{উচ্চ চাপ}]{\text{অনুঘটক}} \underset{\text{টেফলন}}{-\!\![CF_2-CF_2]_n\!\!-}$$

(c) পলিঅ্যাক্রিলোনাইট্রাইল :

পারক্সাইড অনুঘটকের উপস্থিতিতে অ্যাক্রিলোনাইট্রাইলের যুত পলিমারাইজেশনের ফলে পলি অ্যাক্রিলোনাইট্রাইল উৎপন্ন হয়।

দাগ, রাসায়নিক পদার্থ, কীট এবং ছত্রাকের প্রভাব প্রতিরোধ করার জন্য অ্যাক্রাইলিক তন্তুগুলোর যথেষ্ট ক্ষমতা রয়েছে।

$$\underset{\text{অ্যাক্রিলোনাইট্রাইল}}{n\,CH_2=CHCN} \xrightarrow[\text{পারক্সাইড অনুঘটক}]{\text{পলিমারাইজেশন}} \underset{\text{পলিঅ্যাক্রিলোনাইট্রাইল}}{-\!\![CH_2-\overset{\displaystyle CN}{\overset{|}{C}H}]_n\!\!-}$$

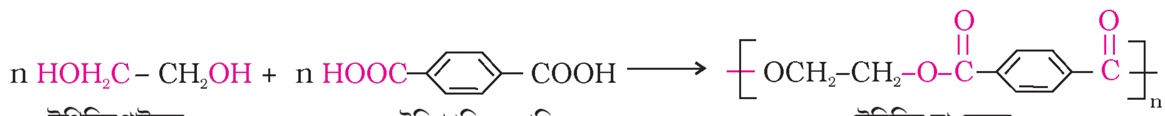
পলিঅ্যাক্রিলোনাইট্রাইল উলের বিকল্প হিসাবে বাণিজ্যিক তন্তু যেমন অরলন বা অ্যাক্রিলন তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

15.2.2 সংঘনন পলিমারাইজেশন বা ধাপ বৃদ্ধি পলিমারাইজেশন

দুটি দ্বি-কার্যকরী মূলক বিশিষ্ট মনোমারের মধ্যে ধাপে ধাপে সংঘনন বিক্রিয়ার ফলে সাধারণত এই ধরনের পলিমারাইজেশন সংঘটিত হয়। এরূপ বহু সংঘনন বিক্রিয়ার ফলে কিছু সরল অণুসমূহ যেমন জল, অ্যালকোহল প্রভৃতি নির্গত হতে পারে এবং ফলস্বরূপ উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট পলিমার গঠিত হয়।

এই বিক্রিয়ার মধ্যে প্রতিটি ধাপে উৎপন্ন বিক্রিয়াজাত পদার্থ আবারও একটি দ্বি-কার্যকরী মূলকযুক্ত যৌগ হয় এবং সংঘননের এই ধারাবাহিক প্রক্রিয়াটি চলতে থাকে। যেহেতু, প্রতিটি ধাপ এক একটি স্বতন্ত্র কার্যকরী যৌগ উৎপাদন করে এবং এরা পরস্পরের উপর নির্ভরশীল নয়, তাই পদ্ধতিটিকে ধাপ বৃদ্ধি পলিমারাইজেশনও বলা হয়।

ইথিলিন গ্লাইকল এবং টেরিথ্যালিক অ্যাসিডের মিথষ্ক্রিয়ায় উৎপন্ন টেরিলিন বা ডেক্রন হল এই ধরনের পলিমারাইজেশনের একটি উদাহরণ।



ইথিলিনগ্লাইকল (ইথেন-1, 2 - ডাইঅল)   টেরিথ্যালিক অ্যাসিড (বেনজিন-1,4 - ডাই কার্বক্সিলিক অ্যাসিড)   টেরিলিন বা ডেক্রন

সংযোগকারী এককটির বৈশিষ্ট্যযুক্ত কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ সংঘনন পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ার উদাহরণ নিম্নে বর্ণনা করা হল।

1. *পলিঅ্যামাইড সমূহ :*

এই পলিমারগুলোতে অ্যামাইড বন্ধন থাকে, এর গুরুত্বপূর্ণ উদাহরণ হল সংশ্লেষিত বা কৃত্রিম তন্তু এবং এদের নাইলন বলা হয়। এই পলিমারগুলো প্রস্তুতির সাধারণ পদ্ধতিটি হল ডাই অ্যামিনের সঙ্গে ডাই কার্বক্সিল অ্যাসিডো সংঘনন পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া সংঘটিত করা এবং অ্যামিনো অ্যাসিড ও এদের ল্যাকটাম সমূহের সংঘনন পলিমারাইজেশন দ্বারা।

নাইলন সমূহের প্রস্তুতি :

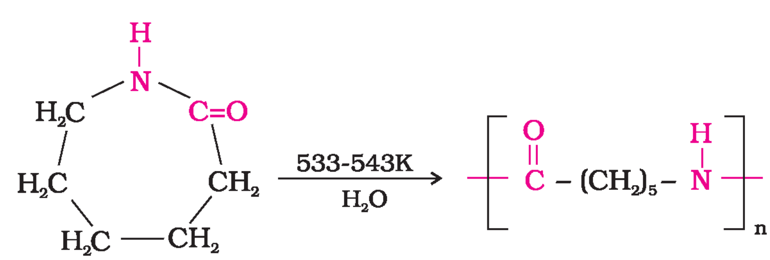
(i) *নাইলন 6, 6 :* উচ্চ চাপ এবং উচ্চ উষ্ণতায় হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিনের সঙ্গে অ্যাডিপিক অ্যাসিডের সংঘনন পলিমারাইজেশন দ্বারা এটি প্রস্তুত করা হয়।

$$n\,HOOC(CH_2)_4COOH + n\,H_2N(CH_2)_6NH_2 \xrightarrow[\text{উচ্চ চাপ}]{553K} \left[\overset{H}{\overset{|}{N}}-(CH_2)_6-\overset{H}{\overset{|}{N}}-\overset{O}{\overset{||}{C}}(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{||}{C}} \right]_n$$

নাইলন 6,6

শীট, ব্রাশের অগ্রভাগের তন্তু তৈরিতে এবং বস্ত্রশিল্পে নাইলন-6, 6 ব্যবহৃত হয়।

(ii) *নাইলন 6 :* উচ্চ উষ্ণতায় ক্যাপ্রোল্যাকটামের সঙ্গে জল মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করে এটি পাওয়া যায়।



ক্যাপ্রোল্যাকটাম   নাইলন 6

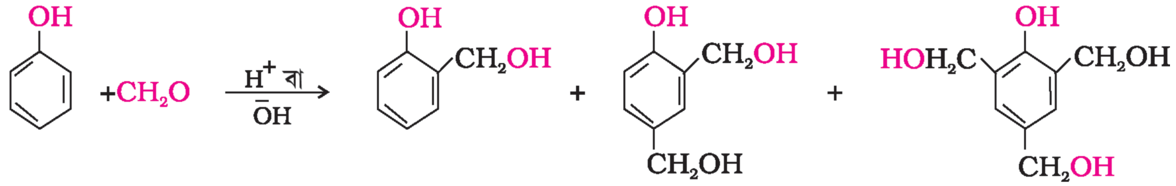
টায়ারের সূতা, ফেব্রিক এবং দড়ি উৎপাদনে নাইলন-6 ব্যবহৃত হয়।

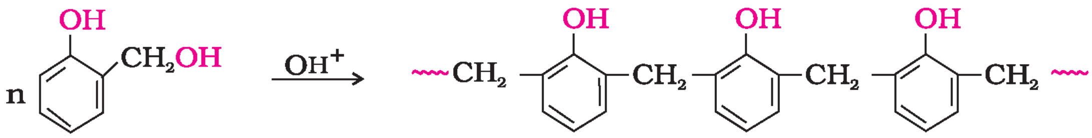
2. *পলিএস্টার সমূহ :*

এরা হল ডাই কার্বক্সিলিক অ্যাসিড এবং ডাই অলের বহু সংঘনন বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন যৌগ। সবচেয়ে পরিচিত পলিএস্টারের উদাহরণ হল ডেক্রন এবং টেরিলিন। পূর্বে বর্ণিত পদ্ধতি অনুসারে জিঙ্ক অ্যাসিটেট-অ্যান্টিমনি ট্রাই অক্সাইড অনুঘটকের উপস্থিতিতে ইথিলিন গ্লাইকল এবং টেরিথ্যালিক অ্যাসিডের মিশ্রণকে 420 থেকে 460 K উষ্ণতায় উত্তপ্ত করে এটি প্রস্তুত করা হয়। ডেক্রন তন্তু (টেরিলিন) হল ভাঁজ (ক্রিস) প্রতিরোধী এবং তুলো ও উলের মিশ্রণে ব্যবহৃত হয় এবং এছাড়াও নিরাপত্তাজনিত হেলমেটের কাঁচকে শক্ত করার উপকরণ হিসাবেও ব্যবহৃত হয়।

3. *ফেনল ফর্মালডিহাইড পলিমার (ব্যাকেলাইট এবং সংশ্লিষ্ট পলিমার সমূহ) :*

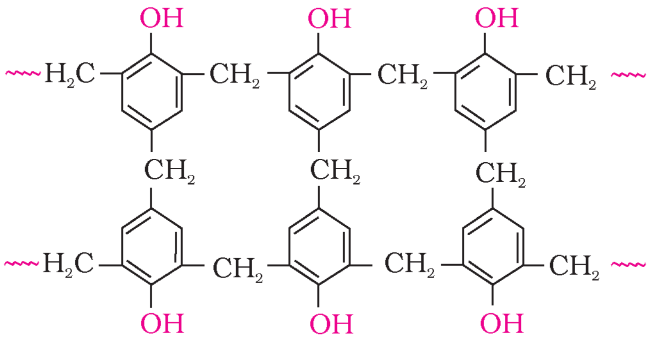
ফেনল-ফর্ম্যালডিহাইড পলিমার গুলো হল সবচেয়ে প্রাচীনতম পলিমার। অ্যাসিড বা ক্ষারক যে কোনো একটি অনুঘটকের উপস্থিতিতে ফেনলের সঙ্গে ফর্ম্যালডিহাইডের সংঘনন বিক্রিয়ায় এটি পাওয়া যায়। বিক্রিয়াটি শুরু হয় অর্থো এবং /বা প্যারা হাইড্রোক্সি মিথাইল ফেনলের প্রারম্ভিক উৎপাদনের মাধ্যমে যা পুনরায় ফেনলের সঙ্গে বিক্রিয়া করে $-CH_2-$ মূলকের মাধ্যমে একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে বলয়াকৃতি যৌগ উৎপন্ন করে। প্রারম্ভিক বিক্রিয়াজাত পদার্থটি নভোল্যাক বা একটি সরলরৈখিক পদার্থ হতে পারে এবং একে রঙের মধ্যে ব্যবহৃত হয়।





নভোল্যাক

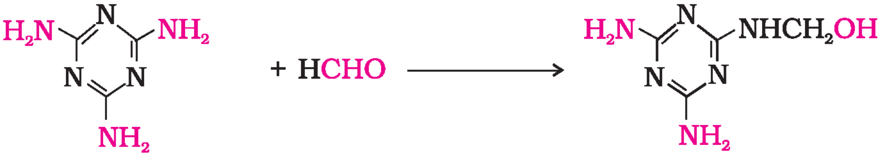
নভোল্যাককে ফর্ম্যালডিহাইডের সঙ্গে উত্তপ্ত করলে আড়াআড়ি বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে অগলনীয় কঠিন বস্তু উৎপন্ন করে, যাকে ব্যাকেলাইট বলে। এই চিরুণী, ফোনোগ্রাফ রেকর্ড, বৈদ্যুতিক তার, সুইচ এবং বিভিন্ন বাসনপত্রের হাতল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।



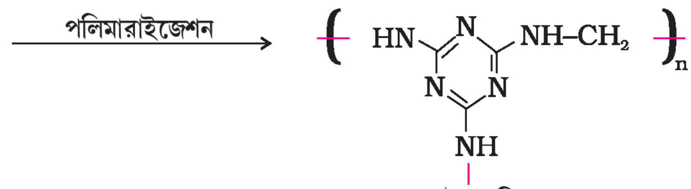
ব্যাকেলাইট

4. *মেলামাইন–ফর্ম্যালডিহাইড পলিমার :*

মেলামাইন এবং ফর্ম্যালডিহাইডের সংঘনন পলিমারাইজেশন ফলে মেলামাইন-ফর্ম্যালডিহাইড পলিমার গঠিত হয়।



মেলামাইন ফর্ম্যালডিহাইড অন্তর্বর্তী রেজিন



মেলামাইন পলিমার

এটি অভঙ্গুর চীনামাটির বাসনপত্র তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

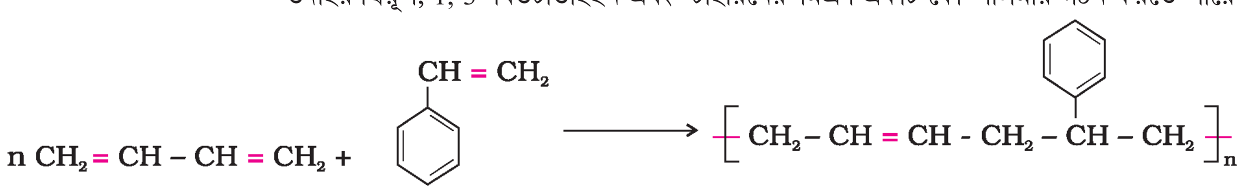
15.3 নিম্নলিখিত পলিমারসমূহের মনোমারগুলোর নাম লেখ:

(i) $-[\overset{H}{N}-(CH_2)_6-\overset{H}{N}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}]_n-$ (ii) $-[\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_5-\overset{H}{N}]_n-$ (iii) $-[CF_2-CF_2]_n-$

15.4 নিম্নলিখিত পলিমারগুলোকে যুত এবং সংঘনন পলিমার রূপে শ্রেণিভুক্ত করো:
টেরিলিন, ব্যাকেলাইট, পলিভিনাইল ক্লোরাইড, পলিথিন।

15.2.3 সহপলিমারাইজেশন বা কো-পলিমারাইজেশন

সহ বা কো-পলিমারাইজেশন হল এক ধরনের পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া যাতে একাধিক ভিন্ন প্রকারে মনোমার বা অণুর মিশ্রণ পলিমারাইজেশনে অংশ গ্রহণ করে এবং কো-পলিমার গঠন করে। কো-পলিমার শুধু শৃঙ্খল বৃদ্ধি পলিমারাইজেশনই গঠিত হয় না, এটি ধাপবৃদ্ধি পলিমারাইজেশনের ফলেও গঠিত হয়। এর মধ্যে একটি নির্দিষ্ট পলিমার শৃঙ্খলে ব্যবহৃত প্রত্যেকটি মনোমারের বহু সংখ্যক একক রয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, 1, 3 -বিউটাডাইইন এবং স্টাইরিনের মিশ্রণ একটি কো-পলিমার গঠন করতে পারে।



1, 3- বিউটাডাইইন   স্টাইরিন   বিউটাডাইইন-স্টাইরিন কো-পলিমার

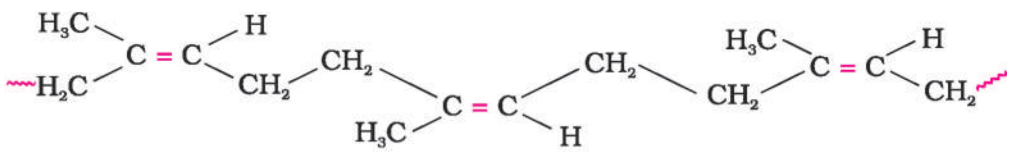
কো-পলিমারের ধর্মসমূহ হোমোপলিমারের ধর্মসমূহ থেকেযথেস্ট পরিমাণে আলাদা হয়। উদাহরণস্বরূপ, বিউটাডাইইন-স্টাইরিন কো-পলিমার হল খুবই কঠিন এবং প্রাকৃতিক রাবারের একটি উত্তম বিকল্প। এটি গাড়ির টায়ার, মেঝের টাইলস, পাদুকার উপাদান, তারের অন্তরক প্রভৃতি উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

15.2.4 রাবার

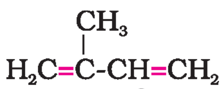
1. প্রাকৃতিক রাবার :

রাবার হল একটি প্রাকৃতিক পলিমার এবং স্থিতিস্থাপক ধর্ম বিশিষ্ট। একে ইলাসটোমারও বলা হয় এবং এর বিভিন্ন ব্যবহার রয়েছে। এটি রাবারের তরুক্ষীর থেকে প্রস্তুত করা হয় যা হল জলের মধ্যে রাবারের একটি কোলয়েডীয় বিস্তার। এই তরুক্ষীর রাবার গাছের বাকল থেকে সংগ্রহ করা হয় এবং ভারতবর্ষ, শ্রীলঙ্কা, ইন্দোনেশিয়া, মালয়েশিয়া এবং দক্ষিণ আমেরিকায় পাওয়া যায়।

প্রাকৃতিক রাবার আইসোপ্রিন (2-মিথাইল -1, 3- বিউটাডাইইন) এর রৈখিক পলিমার রূপে বিবেচনা করা যেতে পারে এবং এছাড়া একে সিস্ 1, 4 -পলিআইসোপ্রিনও বলা হয়।



প্রাকৃতিক রাবার

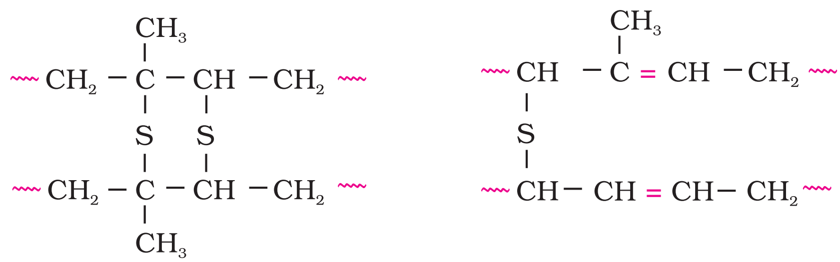


আইসোপ্রিন

সিস্ পলি আইসোপ্রিন অণুতে বিভিন্ন শৃঙ্খলগুলো দুর্বল ভ্যান্ডার ওয়াল আকর্ষণ বলের দ্বারা একত্রে যুক্ত থাকে এবং কুন্ডলী আকারের গঠনাকৃতি ধারণ করে। তাই একে স্প্রীং এর মত টানা যায় এবং এটি স্থিতিস্থাপক ধর্ম প্রদর্শন করে।

রাবারে ভালকানাইজেশন: প্রাকৃতিক রাবার উচ্চ উষ্ণতায় (>335 K) নমনীয় এবং নিম্ন উষ্ণতায় (<283 K) ভঙ্গুর হয় এবং অধিক জল শোষণ ক্ষমতা প্রদর্শন করে। এটি অধ্রুবীয় দ্রাবকে দ্রবীভূত হয় এবং জারক দ্রব্যের আক্রমন প্রতিরোধ করতে পারে না। এই ভৌতধর্ম সমূহের উন্নতি সাধনের জন্য ভালকানাইজেশন পদ্ধতিটি সম্পন্ন করা হয়। এই পদ্ধতিতে 373 K থেকে 415 K উষ্ণতায় উপযুক্ত যোজকীয় (additive) বস্তুর সাথে কাঁচা রাবার এবং সালফার মিশ্রিত করে মিশ্রণটিকে উত্তপ্তকরণের মাধ্যমে পদ্ধতিটি সম্পন্ন করা হয়। ভালকানাইজেশনের সময়, সালফার দ্বিবন্ধনের সক্রিয় অংশের সঙ্গে আড়াআড়ি বন্ধনের সৃষ্টি করে এবং এভাবে রাবার শক্ত হয়ে যায়।

টায়ার রাবার উৎপাদনে , 5% সালফার আড়াআড়ি বন্ধন এজেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ভালকানাইজ রাবার অণু সমূহের সম্ভাব্য গঠন চিত্র নীচে প্রকাশ করা হল—



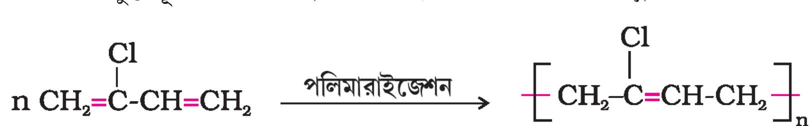
2. *সংশ্লেষিত বা কৃত্রিম রাবার :*

সংশ্লেষিত বা কৃত্রিম রাবার হল ভালকানাইজ রাবারের পলিমার, যা এর দৈর্ঘ্য দ্বি-গুণ প্রসারিত করতে সক্ষম। অধিকন্তু, যখনই বাহ্যিক পীড়ন অপসারণ করা হয় তখন এটির পূর্বের গঠন এবং আকার ফিরে আসে। সুতরাং সংশ্লেষিত রাবার হলো 1, 3-বিউটাডাইন জাতকের হোমোপলিমার বা 1,3-বিউটাডাইনের কো-পলিমার অথবা অন্য আরেকটি অসম্পৃক্ত মনোমারের সঙ্গে এর বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন জাতক।

সংশ্লেষিত রাবার সমূহের প্রস্তুতি

1. *নিওপ্রিন*

ক্লোরোপ্রিনের মুক্ত মূলক পলিমারাইজেশনের দ্বারা নিউপ্রিন বা পলিক্লোরোপ্রিন গঠিত হয়।



ক্লোরোপ্রিন
2-ক্লোরা-1, 3- বিউটাডাইইন

নিউপ্রিন

এর মধ্যে ভেষজ এবং খনিজ তেল প্রতিরোধ করার বিশেষ ক্ষমতা আছে। এটি পরিবাহক বেল্ট, গ্যাসকেট এবং পায়ের পাতার মোজাবিশেষ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

2. বুনা – N

তোমরা ইতিমধ্যে 15.1.3. অনুচ্ছেদে বুনা-S সম্পর্কে পড়েছ। পারক্সাইড অনুঘটকের উপস্থিতিতে 1, 3-বিউটাডাইইন এবং অ্যাক্রিলোনাইট্রাইলের কো-পলিমারাইজেশন ফলে বুনা-N উৎপন্ন হয়।

$$n\,CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + n\,CH_2{=}\underset{}{\overset{CN}{\overset{|}{C}}}H \xrightarrow{\text{কোপলিমারাইজেশন}} \left[CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}\overset{CN}{\overset{|}{C}}H \right]_n$$

1,3-বিউটাডাইইন   **অ্যাক্রিলোনাইট্রাইল**   **বুনা-N**

এটি পেট্রোল, লুব্রিকেটিং তেল এবং জৈব দ্রাবকের কার্যকলাপ প্রতিরোধ করে। এটি তেলরোধী বস্তু (oil seals), ট্যাংক আস্তরণ প্রভৃতি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

15.5 বুনা-N এবং বুনা-S এর মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করো।

15.6 নিম্নলিখিত পলিমারগুলোকে আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের উর্ধ্বক্রমানুসারে সাজাও:

(i) নাইলন 6,6, বুনা-S, পলিথিন।

(ii) নাইলন 6, নিওপ্রিন, পলিভিনাইল ক্লোরাইড।

15.3 পলিমারের আণবিক ভর

পলিমারের ধর্মসমূহ এদের আণবিক ভর, আকার এবং গঠনের সঙ্গে ঘনিষ্ঠভাবে সম্পর্কিত। পলিমার শৃঙ্খলের সংশ্লেষণের সময় বিক্রিয়া মিশ্রণে বর্তমান মনোমারের লভ্যতার উপর এদের বৃদ্ধি নির্ভর করে। তাই পলিমারের নমুনায় বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের শৃঙ্খল থাকে এবং এজন্য এর আণবিক ভরের মান সর্বদা গড় মান হিসাবে প্রকাশ করা হয়। রাসায়নিক এবং ভৌত পদ্ধতির সাহায্যে পলিমারের আণবিক ভর নির্ধারণ করা যায়।

15.4 জৈব বিশ্লেষ্য পলিমার

পলিমারগুলোর বেশিরভাগই পরিবেশগত বিয়োজন প্রক্রিয়ার প্রতি প্রতিরোধধর্মী হয় এবং এভাবে এরা পলিমারিক কঠিন বর্জ্য পদার্থগুলোর পুঁজিভবনের জন্য দায়ী হয়। এই কঠিন বর্জ্যগুলো থেকে ক্ষতিকর পরিবেশগত সমস্যার সৃষ্টি হয় এবং দীর্ঘ সময় ধরে অবিয়োজ্য পদার্থরূপে পড়ে থাকে। জনসাধারণের সচেতনতা বৃদ্ধির লক্ষ্যে এবং কঠিন বর্জ্য দ্বারা সৃষ্ট সমস্যার উদ্বেগের বিষয়টি লক্ষ রেখে কিছু নতুন জৈব বিযোজ্য কৃত্রিম পলিমার তৈরির রূপরেখা তৈরি করা হয়েছে এবং এগুলো তৈরিও করা হয়েছে। জৈব পলিমার (বায়োপলিমার) গুলোতে বর্তমান কার্যকরী মূলকের মতো অনুরূপ কার্যকরী মূলক এই পলিমারগুলোতে রয়েছে।

অ্যালিফ্যাটিক পলিএস্টার গুলো হলো জৈব বিশ্লেষ্য পলিমারের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণি। কিছু গুরুত্বপূর্ণ উদাহরণ নীচে দেওয়া হলো :

1. পলি β - হাইড্রোক্সিবিউটাইরেট – কো-β - হাইড্রোক্সিভেলারেট :

3-হাইড্রোক্সি বিউটানোয়িক অ্যাসিড এবং 3-হাইড্রোক্সি পেন্টানোয়িক অ্যাসিডের কো-পলিমারাইজেশনে এই পলিমার পাওয়া যায়। বিশেষ ধরনের প্যাকিং, অস্থি চিকিৎসার যন্ত্রাদি এবং ঔষধের নিয়ন্ত্রিত নিষ্কাশনের জন্য PHBV ব্যবহৃত হয়। পরিবেশ PHBV ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয়।

$$CH_3{-}\overset{OH}{\overset{|}{C}}H{-}CH_2{-}COOH + CH_3{-}CH_2{-}\overset{OH}{\overset{|}{C}}H{-}CH_2{-}COOH \longrightarrow \left(O{-}\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}H{-}CH_2{-}\underset{O}{\underset{\|}{C}}{-}O{-}\underset{CH_2CH_3}{\underset{|}{C}}H{-}CH_2{-}\underset{O}{\underset{\|}{C}} \right)_n$$

3-হাইড্রোক্সি বিউটানোয়িক অ্যাসিড   **3-হাইড্রোক্সি পেন্টানোয়িক অ্যাসিড**   **PHBV**

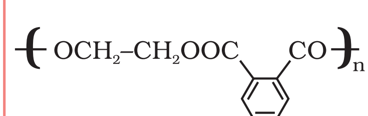
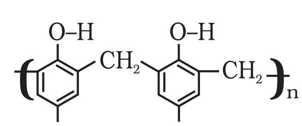
2. নাইলন 2–নাইলন 6

এটি গ্লাইসিন ($H_2N–CH_2–COOH$) এবং অ্যামিনো ক্যাপ্রোয়িক অ্যাসিডের [$H_2N–(CH_2)_5–COOH$] একটি বিকল্প পলিঅ্যামাইড কো-পলিমার এবং জৈব বিশ্লেষ্য। তোমরা কি এই কো-পলিমারের গঠন সংকেত লেখতে পারবে?

15.5 পলিমারের বাণিজ্যিক গুরুত্ব

পূর্বে আলোচিত পলিমারগুলোর পাশাপাশি, বাণিজ্যিক গুরুত্বপূর্ণ আরও কিছু পলিমারের গঠন সংকেত এবং ব্যবহার সারণি 15.1 এ নীচে দেওয়া হলো।

সারণি **15.1:** আরও কিছু বাণিজ্যিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ পলিমার

পলিমারের নাম	মনোমার	গঠন	ব্যবহার
পলিপ্রোপিন	প্রোপিন	$\left(CH_2-\underset{}{\overset{CH_3}{\overset{\vert}{C}H}} \right)_n$	দড়ি, খেলনা, পাইপ, তন্তু প্রভৃতি উপাদানে।
পলিস্টাইরিন	স্টাইরিন	$\left(CH_2-\overset{C_6H_5}{\overset{\vert}{C}H} \right)_n$	অন্তরকরূপে, জিনিস মোড়ানোর উপাদান, খেলনা, রেডিও এবং টেলিভিশনের কেবিনেট উৎপাদনে।
পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC)	ভিনাইল ক্লোরাইড	$\left(CH_2-\overset{Cl}{\overset{\vert}{C}H} \right)_n$	রেইনকোর্ট, হাত ব্যাগ, ভিনাইল মেঝ নির্মাণের উপাদান, জলের পাইপ উৎপাদনে।
ইউরিয়া ফর্ম্যালডিহাইড রেজিন	(a) ইউরিয়া (b) ফর্ম্যালডিহাইড	$\left(NH–CO–NH–CH_2 \right)_n$	অভঙ্গুর কাপ এবং লেমিনেটেড শীট তৈরিতে।
গ্লিপটাল	(a) ইথিলিন গ্লাইকল (b) থ্যালিক অ্যাসিড		রঙ এবং বার্নিশ উৎপাদনে।
ব্যাকেলাইট	(a) ফেনল (b) ফর্ম্যালডিহাইড		চিরুনী, বৈদ্যুতিক সুইচ, বাসনপত্রের হাতল এবং কম্পিউটারের ডিস্ক প্রস্তুতিতে।

সারাংশ

পলিমারকে উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট বৃহদাকার অনুরূপে সংজ্ঞায়িত করা হয় যার অণু রূপটি মনোমার থেকে উদ্ভুত পুনরাবৃত গঠনমূলক একক দ্বারা গঠিত হয়। এই পলিমারগুলোর উৎস প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম উভয়ই হতে পারে এবং একাধিক উপায়ে এদের শ্রেণিভুক্ত করা হয়।

একটি প্রারম্ভকারী পদার্থ জৈব পারক্সাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিন এবং এদের জাতকসমূহ মুক্ত মূলক ক্রিয়াকৌশলের মাধ্যমে যুত পলিমারাইজেশন বা শৃঙ্খলবৃদ্ধি পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া সম্পন্ন করে। উপযুক্ত অ্যালকিন বা এর জাতকের

যুত পলিমারাইজেশনের ফলে পলিথিন, টেফলন, অরলন প্রভৃতি গঠিত হয়। সংঘনন পরিমারাইজেশন বিক্রিয়া – NH_2, – OH এবং – COOH মূলক গঠিত বাই বা পলি কার্যকরী মূলকযুক্ত মনোমারের মিথষ্ক্রিয়ার দ্বারা প্রদর্শন করা হয়। এই ধরনের পলিমারাইজেশন সম্পন্ন হয় কিছু সরল অণু যেমন H_2O, CH_3OH, প্রভৃতির অপসারণের মাধ্যমে। ফেনল এবং মেলমাইনের সঙ্গো ফর্ম্যালডিহাইড বিক্রিয়া করে অনুরূপ সংঘনন পলিমার উৎপন্ন করে। সংঘনন পলিমারাইজেশন ধাপে ধাপে সংঘটিত হয় এবং ফলে একে ধাপবৃদ্ধি পলিমারাইজেশন বলে। নাইলন, ব্যাকেলাইট এবং ডেক্রন হলো কিছু গুরুত্বপূর্ণ সংঘনন পলিমারের উদাহরণ। এছাড়া, দুটি অসম্পৃক্ত মনোমারের মিশ্রণ কো-পলিমারাইজেশন বিক্রিয়া সংঘটিত করে এবং কো-পলিমার গঠন করে যার মধ্যে প্রত্যেকটি মনোমারের বহু সংখ্যক একক রয়েছে। প্রাকৃতিক রাবার হল সিস্ 1, 4 -পলি আইসোপ্রিন এবং সালফারের সঙ্গো ভালকানাইজেশন পদ্ধতির দ্বারা আরও কঠিন করা যেতে পারে। কৃত্রিম রাবার অ্যালকিন এবং 1, 3-বিউটাডাইইন জাতকের কো-পলিমারাইজেশন ফলে পাওয়া যায়।

সংশ্লিস্ট বা কৃত্রিম পলিমারিক বর্জ্যের সম্ভাব্য পরিবেশগত বিপদগুলোর দিকে লক্ষ করে, বেশ কিছু জৈববিশ্লেষ্য পলিমার যেমন- PHBV এবং নাইলন-2, নাইলন-6 বিকল্প হিসাবে তৈরি হয়েছে।

অনুশীলনী

15.1 পলিমার এবং মনোমার পদগুলো ব্যাখ্যা করো।

15.2 প্রাকৃতিক এবং কৃত্রিম পলিমার কী? প্রত্যেক প্রকারের দুটি করে উদাহরণ দাও।

15.3 হোমোপলিমার এবং কোপলিমার পদগুলোর মধ্যে পার্থক্য করো এবং প্রত্যেকটির একটি করে উদাহরণ দাও।

15.4 তোমরা কীভাবে একটি মনোমারের কার্যকারিতা ব্যাখ্যা করবে?

15.5 পলিমারাইজেশন পদটিকে সংজ্ঞায়িত করো।

15.6 $(NH\text{-}CHR\text{-}CO)_n$ কি একটি হোমোপলিমার না কোপলিমার?

15.7 আণবিক আকর্ষণ বলের ভিত্তিতে কোন কোন শ্রেণিতে পলিমারের শ্রেণিবিন্যাস করা হয়?

15.8 তোমরা কীভাবে যুত এবং সংঘনন পলিমারাইজেশনের মধ্যে পার্থক্য নিরুপন করবে?

15.9 কোপলিমরাইজেশন পদটি ব্যাখ্যা করো এবং দুটি উদাহরণ দাও।

15.10 ইথিনের পলিমারাইজেশনের জন্য মুক্ত মূলক বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল লেখো।

15.11 প্রত্যেকটির একটি করে উদাহরণ সহ থার্মোপ্লাস্টিক ও থার্মোসেটিং পলিমারকে সংজ্ঞায়িত করো।

15.12 নিম্নলিখিত পলিমারগুলো পেতে হলে ব্যবহৃত মনোমারগুলোর নাম লেখো।

(i) পলিভিনাইল ক্লোরাইড (ii) টেফলন (iii) ব্যাকেলাইট

15.13 মুক্ত মূলক যুত পলিমারাইজেশনে ব্যবহৃত একটি সাধারণ প্রারম্ভিক পদার্থের নাম এবং গঠন লেখো।

15.14 রাবার অণুর মধ্যে বর্তমান দ্বি-বন্ধন কীভাবে এদের গঠন এবং সক্রিয়তাকে প্রভাবিত করে?

15.15 রাবারের ভালকানাইজেশনের মূল উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করো।

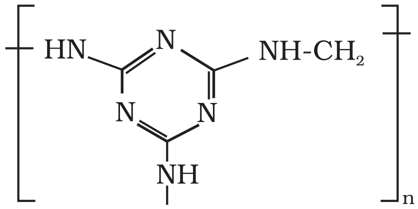
15.16 নাইলন-6 এবং নাইলন-6, 6 এর মনোমারিক পুনরাবৃত্তি এককগুলো কী কী?

15.17 নিম্নলিখিত পলিমারগুলোর মনোমারের নাম এবং গঠন লেখো :

(i) বুনা-S (ii) বুনা-N (iii) ডেক্রন (iv) নিওপ্রিন

15.18 নিম্নলিখিত পলিমারগুলোর গঠনের মধ্যে বর্তমান মনোমারকে চিহ্নিত করো:

(i) $\left[\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_8-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-(CH_2)_6-NH \right]_n$

(ii) 

15.19 ইথিলিন গ্লাইকল এবং টেরিথ্যালিক অ্যাসিড থেকে কীভাবে ডেক্রন পাওয়া যায়?

15.20 জৈব বিশ্লেষ্য পলিমার কী? একটি জৈব বিশ্লেষ্য অ্যালিফ্যাটিক পলিএস্টারের উদাহরণ দাও।

বিষয়ভিত্তিক কিছু প্রশ্নাবলির উত্তরমালা

15.1 পলিমার হলো উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট পদার্থ যা বৃহৎসংখ্যক পুনরাবৃত্ত গঠনমূলক একক দ্বারা গঠিত। এদেরকে বৃহদাকার অণুও বলা হয়। পলিমারের কিছু উদাহরণ হলো— পলিথিন, ব্যাকেলাইট, রাবার, নাইলন- 6, 6, প্রভৃতি।

15.2 গঠনের উপর ভিত্তি করে, পলিমারকে নিম্নলিখিতভাবে শ্রেণিবিন্যাস করা যায় :

(i) রৈখিক পলিমার যেমন- পলিথিন, ভিনাইল ক্লোরাইড প্রভৃতি।

(ii) শাখাযুক্ত শৃঙ্খল পলিমার যেমন- নিম্নঘনত্ববিশিষ্ট পলিথিন।

(iii) জালক বা আড়াআড়ি বন্ধন বিশিষ্ট পলিমার যেমন- ব্যাকেলাইট, মেলামাইন প্রভৃতি।

15.3 (i) হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিন এবং অ্যাডিপিক অ্যাসিড।

(ii) ক্যাপ্রোল্যাকটাম

(iii) টেট্রাফ্লুরোইথিন

15.4 যুত পলিমার : পলিভিনাইল ক্লোরাইড, পলিথিন।

সংঘনন পলিমার : টেরিলিন, ব্যাকেলাইট।

15.5 বুনা-N হল 1,3-বিউটাডাইইন এবং অ্যাক্রিলোনাইট্রাইলের একটি কোপলিমার এবং বুনা -S হল 1,3-বিউটাডাইইন এবং স্টাইরিণের একটি কোপলিমার।

15.6 আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের উর্ধ্বক্রমানুসারে।

(i) বুনা-S, পলিথিন, নাইলন- 6,6.

(ii) নিউপ্রিন, পলিভিনাইল ক্লোরাইড, নাইলন- 6.

অধ্যায় 16

প্রাত্যহিক জীবনে রসায়ন

উদ্দেশ্য

এই অধ্যায়টি অধ্যয়নের পর তোমরা সক্ষম হবে—

- দৈনন্দিন জীবনে রসায়নের গুরুত্ব উপলব্ধি করতে;
- 'ক্যামোথেরাপি' বিষয়টির ব্যাখ্যা করতে;
- ড্রাগসমূহের শ্রেণিবিন্যাসের শর্তগুলোর ব্যাখ্যা দিতে;
- উৎসেচক ও গ্রাহকের সাথে ড্রাগের লক্ষ্যবস্তুর (Drug-target) অণুগুলোর মিথষ্ক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে;
- বিভিন্ন প্রকারের ঔষধ দেহের মধ্যে কীভাবে কাজ করে— তা ব্যাখ্যা করতে;
- কৃত্রিম মিষ্টতা প্রদানকারী রাসায়নিক দ্রব্য এবং খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণকারী দ্রব্য সম্বন্ধে জানতে;
- ময়লা পরিষ্কারক পদার্থের রসায়ন সম্বন্ধে আলোচনা করতে।

From living perception to abstract thought, and from this to practice.
V.I. Lenin.

এর মধ্যেই তোমরা রসায়নের মূলনীতিগুলো সম্বন্ধে জেনে গেছ এবং মানবজীবনের প্রতিটি ক্ষেত্রেই এদের প্রভাব রয়েছে, সেটাও অনুধাবন করতে পেরেছ। মানবজীবনের উন্নতি সাধনের জন্য রসায়নের বিভিন্ন নীতিগুলোকে বহুকাল ধরেই প্রয়োগ করা হয়েছে। পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতার বিষয়টি নিয়ে ভাবলে সাবান, ডিটারজেন্ট, গৃহস্থালির কাজে ব্যবহৃত হয় এমন বিরঞ্জক পদার্থ, টুথপেস্ট ইত্যাদির কথা সর্বাগ্রে তোমাদের মনে আসবে। সুন্দর সুন্দর জামাকাপড়ের দিকে তাকাও— সাথে সাথে তোমাদের ওইসব জামা কাপড় প্রস্তুত করার জন্য যেসব কৃত্রিম তন্তু ব্যবহৃত হয়েছে এবং জামাকাপড়গুলোকে রঙিন করে তোলার জন্য যেসব রাসায়নিক পদার্থ প্রয়োগ করা হয়েছে, তাদের কথা মনে আসবে। খাদ্যসামগ্রীর কথা ভাবলে আবারও তোমাদের বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থের কথা মনে পড়বে, যাদের সমন্ধে তোমরা পূর্ববর্তী অধ্যায়ে পড়েছ। এটা অবশ্য ঠিক যে 'অসুস্থতা' এবং 'দুর্বলতা' শব্দদুটোই আমাদের ঔষধের কথা মনে করিয়ে দেয়, আবার ঔষধগুলো হল রাসায়নিক পদার্থ। বিস্ফোরক পদার্থ, জ্বালানি, রকেটের জ্বালানিসমূহ, গৃহসামগ্রী এবং ইলেকট্রোনিক সামগ্রী ইত্যাদি সবকিছুই রাসায়নিক পদার্থ। আমরা এটাও অনুধাবন করতে পারি না যে জীবনের প্রতিটি মূহূর্তে আমরা রাসায়নিক দ্রব্যাদি ব্যবহার করে চলেছি— রসায়ন আমাদের জীবনকে এতটাই প্রভাবিত করে রেখেছে, যেমন আমরা নিজেরাও রাসায়নিক পদার্থ দিয়ে তৈরি একটি সুন্দরতম সৃষ্টি এবং আমাদের সমস্ত কাজকর্ম রাসায়নিক পদার্থ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এই অধ্যায়টিতে আমরা তিনটি গুরুত্বপূর্ণ এবং উৎসাহব্যঞ্জক ক্ষেত্রে রসায়নের প্রয়োগ সম্বন্ধে জানব, যেগুলো হল— ঔষধ, খাদ্যসামগ্রী এবং পরিষ্কারক পদার্থ।

16.1 ড্রাগসমূহ এবং এদের শ্রেণিবিন্যাস

ড্রাগ হল কম আণবিক ভর বিশিষ্ট (~100 – 500u) রাসায়নিক পদার্থ। এরা বৃহদাকার টার্গেট অণুগুলোর সাথে মিথষ্ক্রিয়া সংঘটিত করে এবং জৈবিক প্রতিক্রিয়ার (biological response) সৃষ্টি করে। এই জৈবিক প্রতিক্রিয়াটি যদি থ্যারাপেটিক এবং উপকারী হয়, তবে এই সকল রাসায়নিক পদার্থকে **'ঔষধ' (medicine)** বলা হয় এবং এরা রোগনির্ধারণ, প্রতিকার এবং রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়। অধিকাংশ ড্রাগ যেগুলো ঔষধ হিসেবে ব্যবহৃত হয় সেগুলো যদি নির্দিষ্ট মাত্রার বেশি পরিমাণে গ্রহণ করা হয় তবে তখন এগুলো 'বিষ' হিসেবে পরিগণিত হয়। থেরাপেটিক প্রভাবের কাজে রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করার চিকিৎসা পদ্ধতিকে **কেমোথ্যারাপি** বলা হয়।

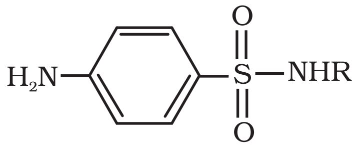
16.1.1 ড্রাগের শ্রেণিবিন্যাস

নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর ভিত্তি করে ড্রাগসমূহকে শ্রেণিবিভক্ত করা যায় :

(a) ঔষধের প্রভাবের (ফার্মাকোলোজিক্যাল এফেক্ট) উপর ভিত্তি করে—
ঔষধের কার্যকারিতার উপর ভিত্তি করে ড্রাগের এই প্রকারের শ্রেণিবিন্যাসটি করা হয়। একটি নির্দিষ্ট রোগের চিকিৎসার জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত ধরনের ড্রাগের নাম এর মধ্যে উপলব্ধ বলে এটি চিকিৎসকদের খুবই সাহায্য করে। উদাহরণস্বরূপ অ্যানালজেসিক ব্যথার উপশম ঘটায়, অ্যান্টিসেপটিক মাইক্রো অর্গানিজমের বিস্তার ঘটাতে বাধা দেয়।

(b) ঔষধের কার্যকারিতার উপর ভিত্তি করে—
একটি নির্দিষ্ট জৈবিক প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে ড্রাগের কার্যকারিতার উপর ভিত্তি করেই এই শ্রেণিবিন্যাস। উদাহরণস্বরূপ অ্যান্টিহিস্টামিনগুলোর সকলেই হিস্টামিন যৌগের কার্যকারিতাকে বাধা দেয়, যার ফলে দেহ ফুলে ওঠে। হিস্টামিনের কার্যকারিতাকে আটকে দেওয়ার জন্য নানা রকম পন্থা রয়েছে। তোমরা এদের সম্বন্ধে অনুচ্ছেদ 16.3.2. -তে জানতে পারবে।

(c) রাসায়নিক গঠনের উপর ভিত্তি করে—
এই প্রকারের শ্রেণিবিন্যাস ড্রাগের রাসায়নিক গঠনের উপর ভিত্তি করে করা হয়। এই ভাবে শ্রেণিবিন্যস্ত ড্রাগসমূহের গঠনের মধ্যে যথেষ্ট মিল থাকে এবং ঔষধ হিসেবে এদের কার্যকারিতা প্রায়শ একই রকম হয়। উদাহরণস্বরূপ সালফোনামাইড সমূহের গঠনকাঠামোর সাধারণ অংশটি নিচে দেখানো হল।



সালফোনামাইডসমূহের গঠন কাঠামো

(d) লক্ষ্যবস্তুর অণুর (মলিকুলার টার্গেট) উপর ভিত্তি করে—
ড্রাগ সাধারণত কার্বোহাইড্রেট, লিপিড, প্রোটিন এবং নিউক্লিক অ্যাসিডসমূহের মতো জীব অণুর সাথে মিথষ্ক্রিয়া সংঘটিত করে। এদের ড্রাগের লক্ষ্যবস্তুর অণু (টার্গেট মলিকুল) বা ড্রাগের লক্ষ্যবস্তু (ড্রাগ টার্গেট) বলা হয়। একই ধরনের সাধারণ গঠন কাঠামোযুক্ত ড্রাগসমূহের লক্ষ্যবস্তুর ওপর কাজ করার কৌশলটি একই রকম হতে পারে। লক্ষ্যবস্তুর অণুর ওপর ভিত্তি করে এ ধরনের শ্রেণিবিন্যাস মেডিসিন নিয়ে কর্মরত রসায়নবিদদের জন্য খুবই উপকারী।

16.2 ড্রাগ-ড্রাগের লক্ষ্যবস্তুর অণুর মিথষ্ক্রিয়া

জৈবিক উৎস থেকে প্রাপ্ত ম্যাক্রো মলিকুলগুলো জীবদেহে বিভিন্ন কার্য সম্পাদন করে। উদাহরণস্বরূপ প্রোটিনসমূহ জীবদেহে জৈব অনুঘটকের ভূমিকা পালন করে বলে এদের উৎসেচক বলা হয়, যে সমস্ত প্রোটিন পরিবহণতন্ত্রের জন্য গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে তাদের গ্রাহক বা রিসেপটর বলা হয়। বাহক প্রোটিনগুলো কোশ ঝিল্লির মধ্য দিয়ে ধ্রুবীয় অণু বহন করে। নিউক্লিক অ্যাসিড বংশানুগতির তথ্য কোশের মধ্যে সঞ্চিত করে রাখে। লিপিড এবং কার্বোহাইড্রেটসমূহ হল কোশ ঝিল্লির গঠনগত উপাদান। ড্রাগ এবং ড্রাগের লক্ষ্যবস্তুর অণুর মিথষ্ক্রিয়া আমরা উৎসেচক এবং গ্রাহকসমূহের উদাহরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করব।

16.2.1 ড্রাগের লক্ষ্যবস্তুরূপে উৎসেচকসমূহ

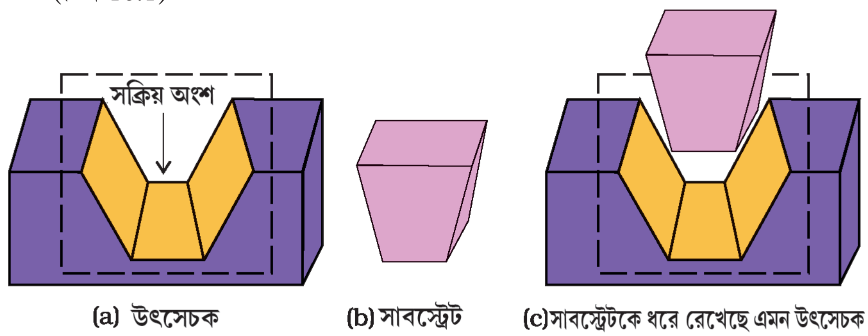
(a) উৎসেচকসমূহের অনুঘটন ক্ষমতা

ড্রাগ এবং উৎসেচকের মিথষ্ক্রিয়া বোঝার জন্য কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়াতে উৎসেচক কীভাবে অনুঘটকরূপে কাজ করে তা জানা খুবই গুরুত্বপূর্ণ (অনুচ্ছেদ 5.2.4)। অনুঘটকরূপে কার্যসম্পাদনের জন্য উৎসেচকসমূহ দুধরনের মুখ্য কার্যাবলি সম্পাদন করে :

(i) উৎসেচকের প্রথম মুখ্য কাজটি হল কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাবস্ট্রেটটিকে ধরে রাখা। উৎসেচকের সক্রিয় অংশটি সাবট্রেট অণুটির কোনো সুবিধাজনক অংশকে ধরে রাখে যাতে করে সাবস্ট্রেট অণুটি বিকারক দ্বারা যথেষ্ট পরিমাণ আক্রান্ত হতে পারে।

উৎসেচকের সক্রিয় অংশের সাথে সাবস্ট্রেটগুলো বিভিন্ন ধরনের মিথষ্ক্রিয়ার সাহায্যে যুক্ত থাকে যেমন আয়নীয় বন্ধন, হাইড্রোজেন বন্ধন, ভ্যান-ডার-ওয়াল বল বা দ্বিমেরু–দ্বিমেরু মিথষ্ক্রিয়া (চিত্র 16.1)

চিত্র 16.1
(a) উৎসেচকের সক্রিয় অংশ (b) সাবস্ট্রেট (c) উৎসেচকের সক্রিয় অংশের সাথে যুক্ত সাবস্ট্রেট।



(ii) উৎসেচকের দ্বিতীয় মুখ্য কাজটি হল কার্যকরী মূলক সরবরাহ করা যাতে করে কার্যকরী মূলকটি সাবস্ট্রেটকে আক্রমণ করতে পারে এবং বিক্রিয়াটিকে সংঘটিত করতে পারে।

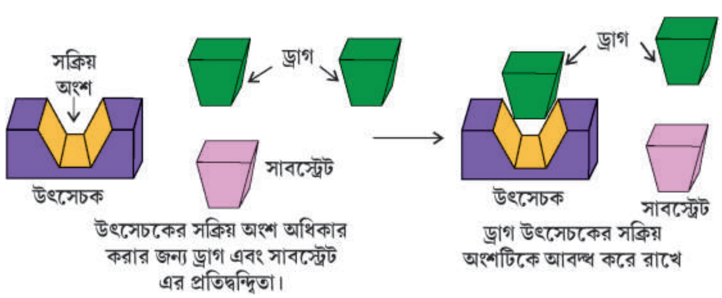
(b) ড্রাগ -উৎসেচক মিথষ্ক্রিয়া

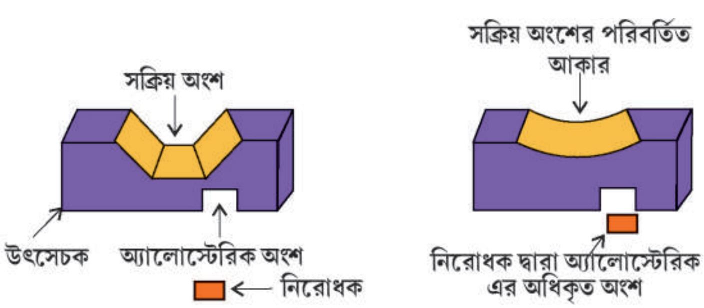
উপরে উল্লিখিত উৎসেচকের সমস্ত ধরনের কার্যাবলির সম্পাদনে ড্রাগ বাধাদান করে। এরা উৎসেচকের সক্রিয় অংশটিকে আবদ্ধ করে রাখে এবং সাবস্ট্রেটকে ধরে রাখার প্রক্রিয়াটিতে বাধাদান করে অথবা উৎসেচকের অনুঘটন ক্ষমতাতে বাধাদান করে। এ ধরনের ড্রাগসমূহকে উৎসেচক নিরোধক **(enzyme inhibitors)** বলা হয়।

দুটো ভিন্ন উপায়ে ড্রাগ উৎসেচকের সক্রিয় অংশটিতে সাবস্ট্রেট-এর সংযুক্তিকরণে বাধাদান করে;

(i) উৎসেচকের সক্রিয় অংশটিতে সংযুক্ত হবার জন্য ড্রাগ প্রাকৃতিক সাবস্ট্রেটগুলোর সাথে প্রতিদ্বন্দ্বিতায় নামে। এ ধরনের ড্রাগসমূহকে প্রতিদ্বন্দ্বিতা পূর্ণ নিরোধক **(competitive inhibitors)** বলা (চিত্র 16.2) হয় ।

চিত্র 16.2
সক্রিয় অংশের প্রতি ড্রাগ এবং সাবস্ট্রেটের প্রতিদ্বন্দ্বিতা





চিত্র 16.3: প্রতিদ্বন্দ্বিতায় অংশগ্রহণ করে না, এমন নিরোধকগুলো উৎসেচকের অ্যালোস্টেরিক অংশে যুক্ত হওয়ার মাধ্যমে উৎসেচকের সক্রিয় অংশটির পরিবর্তন সাধন করে।

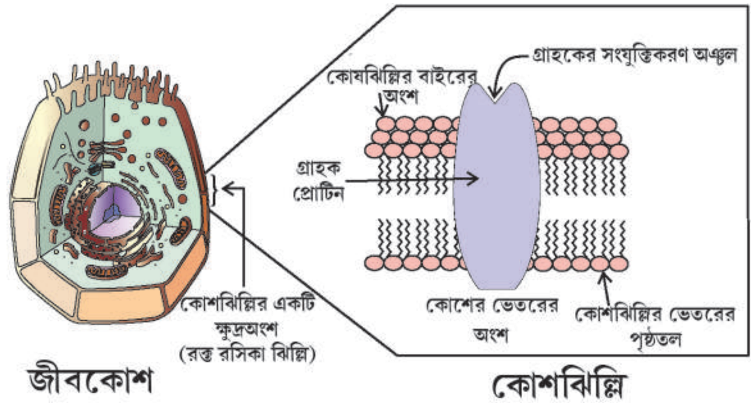
ii) কিছু কিছু ড্রাগ উৎসেচকের সক্রিয় অংশের সাথে যুক্ত হয় না। এরা অ্যালোস্টেরিক অংশ নামক উৎসেচকের অপর একটি অংশের সাথে যুক্ত হয়। অ্যালোস্টেরিক অংশের (চিত্র 16.3) সাথে নিরোধকগুলোর এ ধরনের সংযুক্তিকরণের ফলে সক্রিয় অংশটির আকার এমনভাবে পরিবর্তিত হয় যে সাবস্ট্রেটগুলো এদের শনাক্ত করতে পারে না।

উৎসেচক এবং নিরোধকের মধ্যে সৃষ্ট বন্ধনটি যদি শক্তিশালী সমযোজী বন্ধন হয় এবং

সহজে না ভাঙা যায়, তবে উৎসেচকটি তখন স্থায়ীভাবে আবদ্ধ হয়ে পড়ে। আমাদের শরীর নিজে থেকেই তখন এ ধরনের উৎসেচক-নিরোধক জটিল যৌগটিকে শরীর থেকে বের করে দেয় এবং নতুন উৎসেচক সংশ্লেষণ করে।

16.2.2 ড্রাগের লক্ষ্যবস্তু রূপে গ্রাহক বা রিসেপটরস্

প্রোটিনসমূহই মূলত গ্রাহক বা রিসেপটররূপে কাজ করে এবং দেহের বিভিন্ন অঙ্গ-প্রত্যঙ্গে বার্তা সঞ্চালনের ক্ষেত্রে এদের গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। এদের বেশিরভাগই কোশঝিল্লিতে গেঁথে থাকে (চিত্র 16.4)। গ্রাহক প্রোটিনসমূহ কোশঝিল্লির গায়ে এমনভাবে গেঁথে থাকে যে সক্রিয় অংশ সম্বলিত এদের একটি ক্ষুদ্র অংশ কোশঝিল্লির পৃষ্ঠতলের বাইরের দিকে অবস্থান করে এবং কোশঝিল্লির বাইরের দিকে উন্মুক্ত থাকে (চিত্র 16.4)।



চিত্র 16.4
কোশঝিল্লিতে গেঁথে থাকা গ্রাহক প্রোটিন, গ্রাহকের সক্রিয় অংশটি কোশঝিল্লির বাইরের দিকে উন্মুক্ত থাকে।

দেহের মধ্যে কিছু সংখ্যক নির্দিষ্ট রাসায়নিক পদার্থের সাহায্যে দুটো নিউরনের মধ্যে এবং নিউরন ও পেশির মধ্যে বিভিন্ন বার্তা সঞ্চালিত হয়। এই সকল রাসায়নিক পদার্থ যাদের আমরা রাসায়নিক বার্তা বাহক নামে জানি তারা গ্রাহক প্রোটিনের সংযুক্তিকরণ অঞ্চলের মধ্যে যুক্ত হয়। বার্তাসঞ্চারককে জায়গা করে দেওয়ার জন্য গ্রাহকের সংযুক্তিকরণ অঞ্চলটির আকৃতির পরিবর্তন হয়। এর ফলেই কোশের ভেতরে প্রবেশ না করেই বার্তা সঞ্চালিত হয়। অর্থাৎ রাসায়নিক বার্তাসঞ্চারকসমূহ কোশের ভেতরে প্রবেশ না করেই বার্তা সঞ্চালন করে (চিত্র 16.5)।

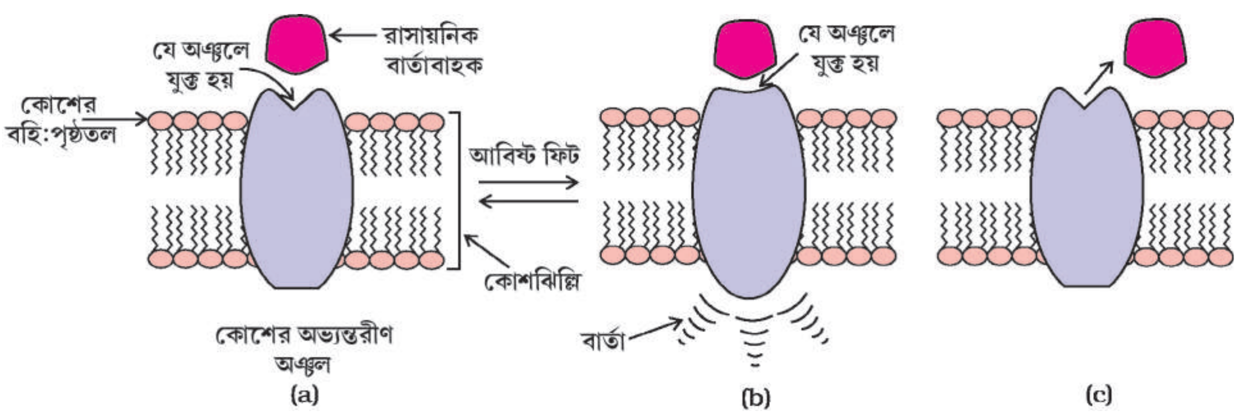


Fig. 16.5: *(a) গ্রাহক দ্বারা রাসায়নিক বার্তা বহন*
(b) বার্তাবাহকের সংস্পর্শ দ্বারা গ্রাহকের আকৃতির পরিবর্তন।
(c) রাসায়নিক বার্তাবাহককে ত্যাগ করার ফলে গ্রাহকের পূর্বাকৃতি ফিরে পাওয়া।

আমাদের দেহে বহুসংখ্যক ভিন্ন ভিন্ন ধরনের গ্রাহক থাকে যারা বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক বার্তাবাহকের সাথে মিথষ্ক্রিয়া সম্পাদন করে। এই ধরনের গ্রাহকগুলোর সংযুক্তিকরণ অঞ্চলটির আকৃতি, গঠন এবং অ্যামিনো অ্যাসিড অংশটির গঠন ভিন্ন ভিন্ন হয় বলে সকল রাসায়নিক বার্তাবাহকের পরিবর্তে কিছু সংখ্যক নির্দিষ্ট রাসায়নিক বার্তাবাহকের প্রতি এরা অধিক সক্রিয় হয়।

যে সকল ড্রাগ গ্রাহকের সংযুক্তিকরণ অঞ্চলে যুক্ত হয় এবং গ্রাহকের স্বাভাবিক কাজকর্মে বাধাদান করে তাদের প্রতিদ্বন্দ্বী (**antagonists**) বলে। বার্তা প্রদান বন্ধ করার কাজে এরা খুবই উপকারী। স্বাভাবিক বার্তাবাহককে অনুকরণ করে গ্রাহকদের কাজ শুরু করতে পারে এমন আরেক ধরনের ড্রাগ রয়েছে, এদের সহযোগী (**agonists**) বলে। স্বাভাবিক রাসায়নিক বার্তাবাহকের যখন অভাব দেখা দেয় তখন এরা খুবই প্রয়োজনীয় হয়ে পড়ে।

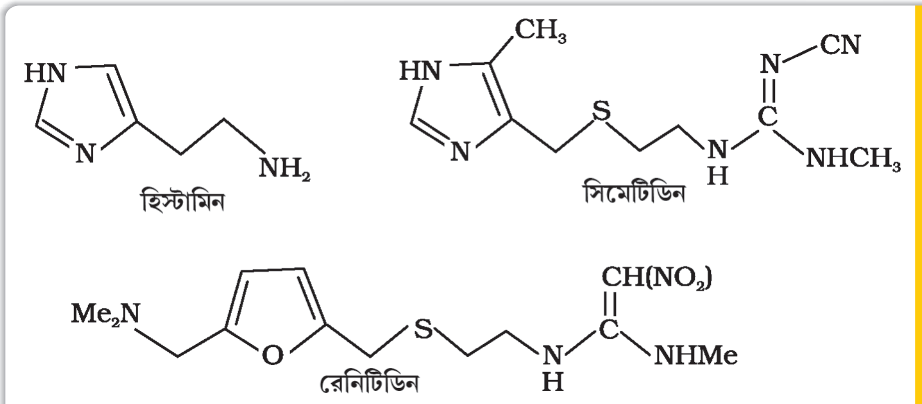
16.3 চিকিৎসাক্ষেত্রে বিভিন্ন শ্রেণির ড্রাগের কার্যকারিতা

এই অনুচ্ছেদটিতে আমরা চিকিৎসাক্ষেত্রে বিভিন্ন শ্রেণির ড্রাগের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণি নিয়ে আলোচনা করব।

16.3.1 অম্লনাশক (Antacids)

পাকস্থলিতে অতিরিক্ত অ্যাসিড উৎপন্ন হলে আমরা অস্বস্তি এবং ব্যথা অনুভব করি। রোগ জটিলাকার ধারণ করলে পাকস্থলিতে ক্ষতের সৃষ্টি হয়। 1970 খ্রিস্টাব্দ অবধি সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট অথবা অ্যালুমিনিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্সাইডের মিশ্রণের মতো অম্লনাশক (অ্যান্টাসিড) সেবন করাই ছিল অম্বল (অ্যাসিডিটি) নিবারণ করার একমাত্র চিকিৎসা। যদিও অতিরিক্ত হাইড্রোজেন কার্বনেট পাকস্থলীকে ক্ষারীয় করে তুলতে পারে এবং আরও বেশি পরিমাণে অ্যাসিড সৃষ্টি করা শুরু করে। বাইকার্বনেট যৌগের পরিবর্তে ধাতব হাইড্রোক্সাইডগুলো ব্যবহার করা অধিক সুবিধাজনক কারণ এগুলো জলে দ্রবীভূত হয় না বলে পাকস্থলীর প্রশম pH মাত্রাকে বাড়াতে পারে না। এ ধরনের চিকিৎসা শুধুমাত্র রোগের লক্ষণগুলোকে নিরাময় করতে পারে কিন্তু রোগের কারণকে নির্মূল করতে পারে না। তাই এ ধরনের ধাতব লবণ দ্বারা রোগীর চিকিৎসা করা খুব একটা সুবিধের নয়। পরবর্তী পর্যায়ে রোগ জটিল আকার ধারণ করলে যে ক্ষতের সৃষ্টি হয়, তা প্রাণঘাতীও হতে পারে এবং এর একমাত্র চিকিৎসা হলো পাকস্থলির ক্ষতস্থানটি কেটে বাদ দেওয়া।

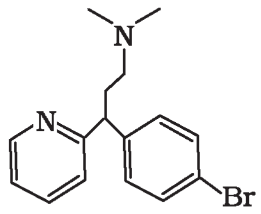
'হিস্টামিন' নামক একটি রাসায়নিক পদার্থ পাকস্থলীতে পেপসিন এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ক্ষরণ বৃদ্ধি করে, এটা আবিষ্কারের পর অতিরিক্ত অম্বলের (হাইপার অ্যাসিডিটি) চিকিৎসায় যুগান্তকারী সাফল্য পাওয়া গেছে। পাকস্থলির দেয়ালে হিস্টামিন এবং গ্রাহকগুলোর মিথষ্ক্রিয়া বন্ধ করার জন্য সিমেটিডিন (টেগামেট) নামক ড্রাগের উদ্ভাবন করা হয়েছে। এর ফলে অ্যাসিড উৎপাদনের পরিমাণ হ্রাস পায়। এই ড্রাগটির গুরত্ব এতটাই ছিল যে রেনিটিডিন নামক নতুন আরেকটি ড্রাগ আবিষ্কারের পূর্ব পর্যন্ত এটিই ছিল বিশ্বের সর্বোচ্চ বিক্রিত ড্রাগ।



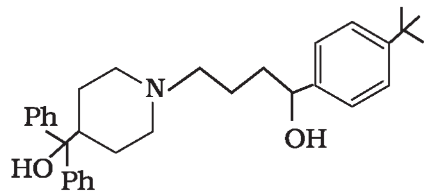
16.3.2 অ্যান্টিহিস্টামিন সমূহ (Antihistamines)

হিস্টামিন একটি শক্তিশালী নালিকা-প্রসারক (vasodilator)। এটি নানা ধরনের কাজ করতে পারে। এটি শ্বাসনালি ও পৌষ্টিক নালির মসৃণ পেশিকে সংকুচিত করে এবং সূক্ষ্ম রক্তনালির মতো অন্যান্য পেশিদের শিথিল করে। হিস্টামিন ঠান্ডা লেগে নাক বন্ধ হয়ে যাওয়া এবং পরাগ সংক্রমণের ফলে অ্যালার্জি সৃষ্টির জন্য দায়ী।

ব্রোমফেনিরামিন (**Dimetapp**) এবং টারফেনাডিন (**Seldane**) এর মতো সংশ্লেষিত ড্রাগগুলো অ্যান্টিহিস্টামিন রূপে কাজ করে। হিস্টামিন যে স্থানটিতে প্রভাব বিস্তার করে অর্থাৎ গ্রাহকের সংযুক্তিকরণ



ব্রোমোফেনিরামিন
(Dimetapp, Dimetane)



টারফেনাডিন (সেলডেন)

অঞ্চলটি দখল করার জন্য এরা হিস্টামিনের সাথে প্রতিযোগিতায় নামে এবং এভাবেই এরা হিস্টামিনের স্বাভাবিক কাজকর্মে হস্তক্ষেপ করে।

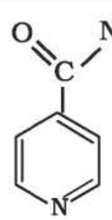
এখন যে প্রশ্নটি উঠে আসছে সেটি হল— কেন উপরে বর্ণিত অ্যান্টিহিস্টামিন ড্রাগগুলো পাকস্থলির অ্যাসিড ক্ষরণকে প্রভাবিত করে না? এর কারণ হল অ্যান্টিএলার্জিক এবং অ্যান্টাসিড ড্রাগগুলো ভিন্ন ভিন্ন গ্রাহকের ওপর কাজ করে।

16.3.3 স্নায়ুতন্ত্রের উপর সক্রিয় এমন ড্রাগসমূহ (Neurologically Active Drugs)

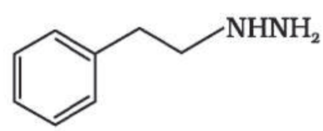
(a) ট্রানকুইলাইজারসমূহ (Tranquilizers)

ট্রানকুইলাইজার এবং অ্যানালজেসিক হল স্নায়ুতন্ত্রের ওপর সক্রিয় এমন দুটো ড্রাগ। এরা স্নায়ু থেকে গ্রাহকে প্রেরিত সংবাদের (message) সঞ্চালনকে প্রভাবিত করে।

ট্রানকুইলাইজারগুলো এমন এক শ্রেণির রাসায়নিক যৌগ যাদের মানসিক চাপ বা দুশ্চিন্তা এবং মৃদু বা জটিল মানসিক রোগের চিকিৎসার জন্য ব্যবহার করা হয়। এরা ভালো থাকা বা আরামবোধের অনুভূতি জাগানোর মাধ্যমে দুশ্চিন্তা, মানসিক চাপ, রোষ প্রবণতা বা উত্তেজনা থেকে মুক্তি দেয়। এদের সাহায্যেই ঘুমের ঔষধের গুরুত্বপূর্ণ উপাদানটি তৈরি করা হয়। অনেক ধরনের ট্রানকুইলাইজার রায়েছে। এরা ভিন্ন ভিন্ন ক্রিয়াকৌশলের মাধ্যমে কার্যসম্পাদন করে। উদাহরণস্বরূপ নরঅ্যাড্রিনালিন হল এমন এক ধরনের নিউরোট্রান্সমিটার যেটি মানসিক অবস্থার (mood) পরিবর্তন ঘটাতে পারে। কোনো ব্যক্তির দেহে যে কোনো কারণে যদি নরঅ্যাডিনালিনের মাত্রা কমে যায় তখন ঐ ব্যক্তির বার্তা প্রেরণ করার ক্ষমতা কমে যায় এবং ওই ব্যক্তি তখন মানসিক দুশ্চিন্তায় ভোগে। এইসব ক্ষেত্রে অ্যান্টিডিপ্রেশেন্ট ড্রাগের প্রয়োজন হয়। নরঅ্যাড্রিনালিনের মাত্রা হ্রাস করার জন্য যে সকল উৎসেচক কাজ করে এই ঔষধগুলো তাদের কার্যসম্পাদনে বাধাদান করে। উৎসেচকটি বাধাপ্রাপ্ত হওয়ার ফলে এই গুরুত্বপূর্ণ নিউরোট্রান্সমিটারটির বিপাক ধীর গতিতে হয় এবং এরা তখন নির্দিষ্ট গ্রাহকটিকে দীর্ঘ সময় ধরে সক্রিয় রাখতে পারে, এভাবেই এরা মানসিক দুচিন্তা সৃষ্টির কারণটিকে প্রতিহত করে। এ ধরনের দুটো ড্রাগ হল— ইপ্রোনিয়াজিড (Iproniazid) এবং ফেনেলজিন (phenelzine)।

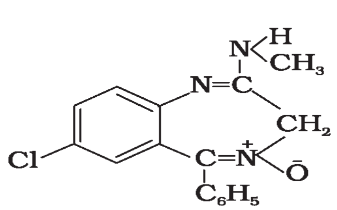


ইপ্রোনিয়াজিড
(Iproniazid)

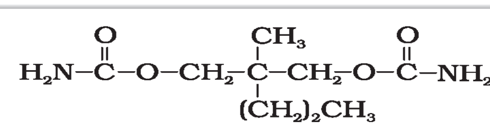


ফেনেলজিন (নারডিল)
Phenelzine (Nardil)

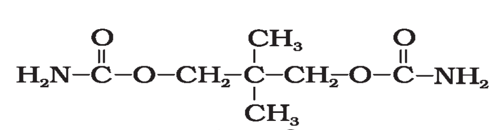
ক্লোরডায়াজিপোক্সাইড (chlordiazepoxide) এবং মেপ্রোবামেট (meprobamate) -এর মতো মৃদু ট্রানকুইলাইজারগুলো মানসিক দুশ্চিন্তার উপশমের জন্য খুবই উপকারী। মানসিক অবসাদ (depression) এবং উচ্চ রক্তচাপজনিত সমস্যা নিয়ন্ত্রণ করার চিকিৎসায় ইকুয়ানিল (Equanil) নামক ড্রাগ ব্যবহৃত হয়।



ক্লোরডায়াজিপোক্সাইড

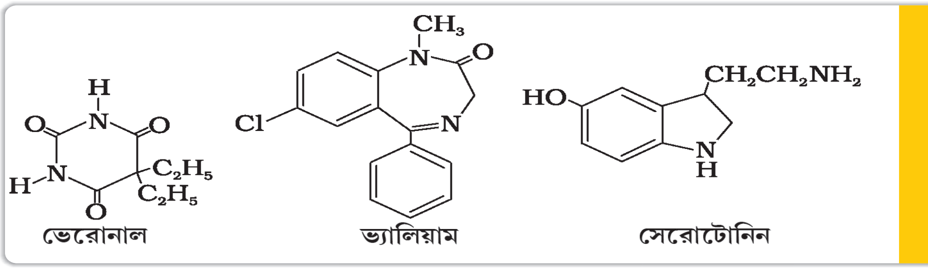


মেপ্রোবামেট



ইকুয়ানিল

ভেরোনাল (veronal), অ্যামিটাল (amyta), নেমবুটাল (nembutal), লুমিনাল (lumina) এবং সেকোনাল (seconal)-এর মতো বারবিটিউরিক অ্যাসিড জাতকসমূহ একত্রে ট্রানকুইলাইজারের আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণি গঠন করে। এই ধরনের জাতকসমূহকে বারবিটিউরেটস বলা হয়। বারবিটিউরিক সমূহের স্নায়ু সম্মোহক ক্ষমতা রয়েছে অর্থাৎ এরা নিদ্রার সৃষ্টি করে। ট্রানকুইলাইজার হিসেবে ব্যবহৃত হয় এমন আরও কয়েকটি ড্রাগ হল ভ্যালিয়াম (valium) এবং সেরোটোনিন (serotonin)।



(b) অ্যানালজেসিক বা বেদনানাশক (Analgesics)

বেদনানাশক ড্রাগসমূহ জীবদেহের চেতনা হ্রাস না করে, মানসিক বিভ্রান্তি না ঘটিয়ে, স্নায়ুতন্ত্রের সমন্বয়ের বিঘ্ন না ঘটিয়ে বা বোধহীনতার (প্যারালিসিস) সৃষ্টি না করে বা স্নায়ুতন্ত্রের অন্য কোনো সমস্যা বা অসুস্থতা না ঘটিয়ে বেদনা হ্রাস করে বা পুরোপুরি উপশম করে। এদের নিম্নলিখিত শ্রেণিগুলোতে বিভক্ত করা যায়।

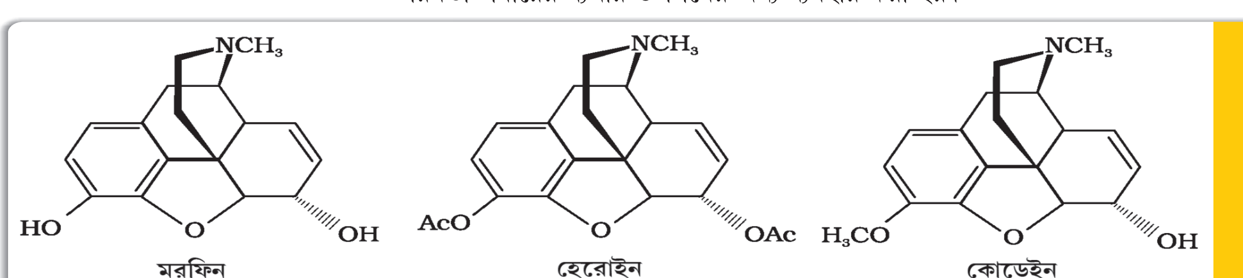
(i) নন-নারকোটিক (আসক্তি সৃষ্টি করে না এমন) বেদনানাশক

(ii) নারকোটিক ড্রাগসমূহ

(i) *নন-নারকোটিক (আসক্তি সৃষ্টি করে না এমন) বেদনানাশক :* অ্যাসপিরিন এবং প্যারাসিটামল ড্রাগ দুটো নন-নারকোটিক বেদনানাশকসমূহের অন্তর্ভুক্ত ড্রাগ। সর্বাধিক পরিচিত বেদনানাশক ড্রাগটি হল অ্যাসপিরিন। প্রোস্টাগ্ল্যানডিন নামক রাসায়নিক যৌগসমূহের সংশ্লেষণে অ্যাসপিরিন বাধা সৃষ্টি করে। প্রোস্টাগ্ল্যানডিন সমূহ জীবদেহের কোশগুলোকে ফুলে উঠতে উদ্দীপিত করে এবং বেদনা সৃষ্টির কারণ হয়ে দাঁড়ায়। গেঁটে বাত (আর্থাইটিস)-এর মতো হাড়ের ব্যাথার উপশমের জন্য এই ধরনের ড্রাগগুলো খুবই উপকারী। জ্বর কমানো (জ্বররোধী) এবং অনুচক্রিকার জমাট বাধা নিবারণ করার মতো অন্যান্য অনেক রোগের চিকিৎসায় এই সমস্ত ড্রাগের ব্যবহার রয়েছে। রক্তজমাট বাঁধার প্রক্রিয়ায় বাধাদান করে বলে অ্যাসপিরিন হৃদরোগের আক্রমণ প্রতিরোধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

(ii) *নারকোটিক ড্রাগসমূহ (Narcotic analgesics):* মরফিন এবং এর বেশকিছু সমগণকে ঔষধ হিসেবে পরিমিত মাত্রা অনুযায়ী গ্রহণ করলে ব্যথার উপশম হয় এবং ঘুম বা নিদ্রা আসে। অতিরিক্ত মাত্রায় গ্রহণ করলে অসাড়তা দেখা দেয়, গভীর নিদ্রা (কোমা), খিঁচুনি হয় এবং অবশেষে মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। ওপিয়াম (opium) পপি (poppy) থেকে পাওয়া যায় বলে মরফিন নারকোটিক সমূহকে কোনো কোনো সময় ওপিয়েটস (opiates)ও বলা হয়।

এই সমস্ত বেদনানাশকসমূহকে প্রধানত শল্যচিকিৎসার পরবর্তী পর্যায়ের ব্যথা নিবারণ করার জন্য, হৃদযন্ত্রের ব্যথা এবং ক্যান্সার রোগের অস্ত্রোপচারের পরের ব্যথা এবং প্রসব -এর পরবর্তী পর্যায়ের ব্যথার উপশমের জন্য ব্যবহার করা হয়।



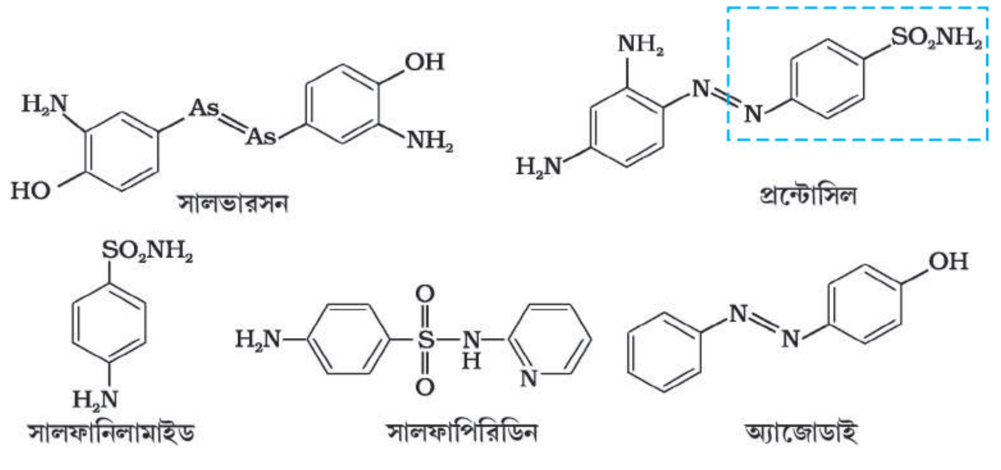
16.3.4 অ্যান্টিমাইক্রোবিয়াল ড্রাগসমূহ (Antimicrobials)

ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস, ফাংগি এবং অন্যান্য রোগসৃষ্টিকারক এর মতো সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম জীবাণু (মাইক্রো অরগ্যানিজম) গুলোই সম্ভবত মানুষ এবং পশুদের দেহে রোগসৃষ্টির কারণ। অ্যান্টি মাইক্রোবিয়াল ড্রাগসমূহ সূক্ষ্ম জীবাণুগুলোর রোগসৃষ্টি করার কার্যকলাপকে ধ্বংস/প্রতিরোধ অথবা বংশবিস্তারকে প্রতিরোধ করে যেমন ব্যাকটেরিয়া (অ্যান্টি ব্যাকটেরিয়াল ড্রাগ), ফাংগি (অ্যান্টিফাংগাল ড্রাগ), ভাইরাস (অ্যান্টি ভাইরাল ড্রাগ) এবং অন্যান্য পরজীবী (অ্যান্টিপ্যারাসাইটিক) এর উপর নির্দিষ্টভাবে কাজ করে। অ্যান্টিবায়োটিক, অ্যান্টিসেপটিক এবং জীবাণুনাশক (ডিসইনফেকটেন্ট) সমূহ হল অ্যান্টিমাইক্রোবিয়াল ড্রাগের উদাহরণ।

(a) অ্যান্টিবায়োটিকসমূহ (Antibiotics) :

সংক্রমণ (ইনফেকশন) সারানোর চিকিৎসায় অ্যান্টিবায়োটিকসমূহ ব্যবহৃত হয়, কেন না মানুষ এবং অন্যান্য প্রাণীদের দেহে এদের ক্ষতিকারক প্রভাব খুবই কম। অ্যান্টিবায়োটিকসমূহকে প্রথম দিকে সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম জীবাণু (ব্যাকটেরিয়া, ফাংগি এবং ছত্রাক) থেকে সৃষ্ট রাসায়নিক পদার্থের শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়েছিল যারা সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম জীবাণুদের বৃদ্ধি রোধ করতে পারে, এমনকি এদের ধ্বংসও করতে পারে। সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার উন্নতিসাধনের সাথে সাথে সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম জীবাণুর উৎস থেকে আবিষ্কৃত এমন বেশ কিছু রাসায়নিক পদার্থকে সংশ্লেষিত করা সহজতর হয়েছে। এছাড়াও কিছু সংখ্যক বিশুদ্ধ সংশ্লেষিত পদার্থও অ্যান্টিব্যাকটেরিয়াল ড্রাগ হিসাবে কাজ করতে পারে এবং এ জন্যই অ্যান্টিবায়োটিকের সংজ্ঞারও পরিবর্তন সাধন করা হয়েছে। বর্তমানে অ্যান্টিবায়োটিক বলতে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে রাসায়নিক সংশ্লেষণের ফলে সৃষ্ট বস্তুদের বোঝায় যারা কম মাত্রায় প্রয়োগের ফলে সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম জীবাণুদের বিপাক পদ্ধতিতে হস্তক্ষেপ করে সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম জীবাণুর বৃদ্ধিতে বাধা দেয় বা এদের ধ্বংস করে।

ব্যাকটেরিয়া আক্রমণের উপর বিরূপ প্রতিক্রিয়াশীল কিন্তু সংক্রামিত ব্যক্তির ওপর বিরূপ প্রতিক্রিয়াহীন এমন রাসায়নিক দ্রব্যের খোঁজ উনিশ শতক থেকে শুরু হয়েছে। পল এরলিচ (Paul Ehrlich) নামক একজন জার্মান ব্যাকটেরিয়াবিদ এই ধারণাটির অবতারণা করেন। তিনি আর্সেনিক সমন্বিত এমন কিছু যৌগের গঠন নিয়ে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছিলেন, সিফিলিস রোগের চিকিৎসার জন্য অপেক্ষাকৃত কম বিষাক্ত প্রভাবযুক্ত ড্রাগ প্রস্তুত করা যায়। তিনি আরসফেনামিন (arsphenamine) নামক ঔষধটি তৈরি করেন, যেটি সালভারসন (salvarsan) নামে পরিচিত। তার এই আবিষ্কারের জন্য 1908 খ্রিস্টাব্দে পল এরলিচ মেডিসিন বিভাগের নোবেল পুরস্কার পান। সিফিলিস রোগের চিকিৎসার জন্য এটাই ছিল সর্বপ্রথম ফলপ্রসূ আবিষ্কার। যদিও মানবদেহের উপর সালভারসন-এর বিষাক্ত প্রভাব রয়েছে কিন্তু সিফিলিস রোগের জন্য দায়ী স্পাইরোচেটে নামক ব্যাকটেরিয়ার উপর এর প্রভাব মানবদেহ থেকে অনেক বেশি। একই সাথে এরলিচ অ্যাজোডাই সমূহের উপরও কাজ করছিলেন। তিনি এটা লক্ষ করলেন যে সালভারসন এবং অ্যাজাডাইসমূহের গঠনের মধ্যে মিল রয়েছে।



সালভারসন, প্রন্টোসিল, অ্যাজোডাই এবং সালফাপিরিডিন-এর গঠন সংকেতগুলো গঠনগত সাদৃশ্য প্রদর্শন করছে।

আর্সফেনামিনে উপস্থিত –As = As– সংযোগটির সাথে অ্যাজোডাইসমূহের –N = N – সংযোগটির সাদৃশ্য রয়েছে অনেকটা যেন অ্যাজোডাই সমূহের নাইট্রোজেনের স্থানে আর্সেনিক অবস্থান করছে। তিনি আরও লক্ষ করলেন যে কলাগুলো (tissues) নির্বাচিত ডাই দ্বারা রঙিন হয়ে উঠছে। তাই, এলরিচ অ্যাজোডাইসমূহের গঠনের সদৃশ এমন যৌগের অনুসন্ধান করতে শুরু করলেন যারা নির্দিষ্ট ব্যাকটেরিয়ার সাথে যুক্ত হতে পারবে। 1932 খ্রিস্টাব্দে তিনি প্রন্টোসিল নামক প্রথম কার্যক্ষম অ্যান্টিব্যাকটেরিয়েল দ্রব্যটি প্রস্তুত করতে সমর্থ হলেন, যার গঠন সালভারসন-এর গঠনের সদৃশ। শীঘ্রই এটা আবিষ্কৃত হল যে দেহের মধ্যে প্রন্টোসিল রূপান্তরিত হয়ে একটি যৌগে পরিণত হয় যার নাম সালফানিলামাইড এবং এটিই হল প্রকৃত কার্যক্ষম যৌগ। এভাবেই সালফাড্রাগসমূহ আবিষ্কৃত হয়েছিল। সালফানামাইড সদৃশ ড্রাগের একটি বিস্তীর্ণ সারি সংশ্লেষিত হয়েছিল। যাদের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ড্রাগটি হল সালফাপিরিডিন।

পেনিসিলিন তৈরি করার ক্ষেত্রে ব্যক্তিগত অবদানের জন্য 1945 খ্রিস্টাব্দে মেডিসিন বিভাগে এইচ. ডব্লিউ ফ্লোরে এবং আলেকজেন্ডার ফ্লেমিং যুগ্মভাবে নোবেল পুরস্কার পান।

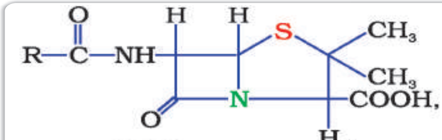
সালফানামাইডসমূহ আবিষ্কারের সাফল্য সত্ত্বেও 1929 খ্রিস্টাব্দে আলেকজেন্ডার ফ্লেমিং-এর পেনিসিলিয়াম ফাংগাস-এর অ্যান্টিব্যাকটেরিয়েল ধর্মসম্বন্ধীয় আবিষ্কার অ্যান্টিব্যাকটেরিয়েল চিকিৎসা পদ্ধতিতে বিপ্লব এনেছিল। চিকিৎসার কাজে প্রয়োগ করার জন্য পৃথকীকরণ ও বিশুদ্ধকরণ দ্বারা পর্যাপ্ত পরিমাণে কার্যক্ষম যৌগগুলো সংগ্রহ করতে আরও তের বছর সময় লেগে যায়।

অ্যান্টিবায়োটিক সমূহের হয় জীবাণুকে ধ্বংস করার ক্ষমতা না হয় বৃদ্ধিরোধ করার ক্ষমতা রয়েছে। দু-ধরনের অ্যান্টিবায়োটিকসমূহের কিছু সংখ্যক উদাহরণ নিচে দেওয়া হল :

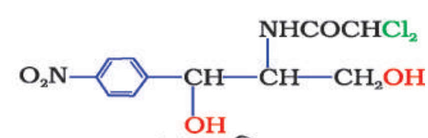
ব্যাকটেরিয়া ধ্বংসকারী (ব্যাকটেরিসিডাল)	ব্যাকটেরিয়ার বৃদ্ধি প্রতিরোধকারী (ব্যাকটেরিওস্ট্যাটিক)
পেনিসিলিন	এরিথ্রোমাইসিন
অ্যামিনোগ্লাইকোসাইডসমূহ	টেট্রাসাইক্লিন
ওফ্লোক্সাসিন	ক্লোরাসফেনিকল

একটি নির্দিষ্ট অ্যান্টিবায়োটিক দ্বারা আক্রান্ত ব্যাকটেরিয়া বা জীবাণুগুলোর পাল্লা (রেঞ্জ) ওই নির্দিষ্ট অ্যান্টিবায়োটিকটির কার্যকর করার পাল্লার (রেঞ্জ) স্পেকট্রাম রূপে প্রকাশিত হয়। যে সব অ্যান্টিবায়োটিক বিস্তীর্ণ পাল্লার গ্রাম পজিটিভ এবং গ্রাম নেগেটিভ ব্যাকটেরিয়াকে ধ্বংস করে বা তাদের বৃদ্ধিতে বাধা দেয় তাদের ব্রড স্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক বলা হয়। যেসব অ্যান্টিবায়োটিক কেবলমাত্র গ্রাম পজিটিভ অথবা গ্রাম নেগেটিভ ব্যাকটেরিয়ার উপর কার্য করতে পারে তাদের ন্যারোস্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক বলা হয়। আবার যেসব ব্যাকটেরিয়া শুধুমাত্র একটি নির্দিষ্ট জীবাণু বা রোগের ক্ষেত্রে কার্যকরী তাদের লিমিটেড স্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক বলে। পেনিসিলিন জি হল একটি ন্যারোস্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক। অ্যাম্পিসিলিন এবং অ্যামোক্সিসিলিন হল পেনিসিলিনের সংশ্লেষিত রূপায়ণ। এগুলো ব্রড স্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিকের অন্তর্ভূক্ত। পেনিসিলিন প্রয়োগ করার পূর্বে ড্রাগটির প্রতি রোগীর এলার্জি আছে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। ভারতবর্ষে পেনিসিলিন প্রস্তুত করা হয় পিমরির হিন্দুস্তান অ্যান্টিবায়োটিক্স-এ এবং বেসরকারী শিল্প প্রতিষ্ঠানগুলোতে।

ক্লোরামফেনিকল নামক ড্রাগটিকে 1947 খ্রিস্টাব্দে সনাক্ত করা হয়েছিল এবং এটি একটি ব্রড স্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক। গ্যাসট্রোইনটারস্টিনাল ট্র্যাক্ট থেকে খুব দ্রুত এটি শোষিত হয় এবং তাই টাইফয়েড, আমাশয় (ডিসেন্ট্রি), তীব্র জ্বর, মূত্রাশয় এবং মূত্রনালির কিছু সংখ্যক নির্দিষ্ট প্রদাহের (ইনফেক্সন) ক্ষেত্রে, মেনিনজাইটিস এবং নিমোনিয়ার মতো রোগের ক্ষেত্রে এটি মুখেই সেবন করতে দেওয়া হয়। অন্যান্য কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ব্রড স্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক হল ভ্যাঙ্কোমাইসিন এবং ওফ্লোক্সাসিন। ডাইসিডাজিরিন এমন একটি অ্যান্টিবায়োটিক যেটির ক্যান্সার আক্রান্ত কোশের ওপর বিষাক্ত প্রভাব রয়েছে বলে মনে করা হয়।



পেনিসিলিন-এর সাধারণ গঠন

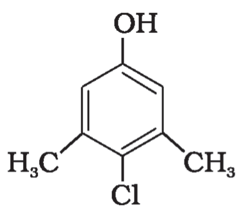


ক্লোরামফেনিকল

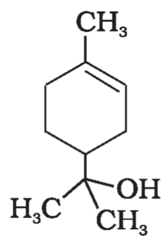
(b) অ্যান্টিসেপটিক এবং ডিসইনফেকটেন্টসমূহ (Antiseptics and disinfectants)

অ্যান্টিসেপটিক এবং ডিসইনফেকটেন্ট সমূহ ও এমন ধরনের রাসায়নিক পদার্থ যারা জীবাণুদের ধ্বংস বা জীবাণুদের বৃদ্ধি রোধ করতে পারে।

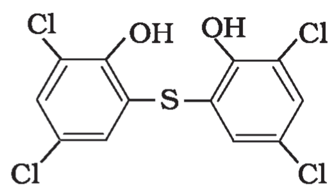
আঘাতপ্রাপ্ত স্থান, কেঁটে যাওয়া স্থল, আলসার এবং রোগাক্রান্ত চামড়ার পৃষ্ঠতলে অ্যান্টিসেপটিক প্রয়োগ করা হয়। ফুরাসিন, সোফ্রামাইসিন ইত্যাদি হল অ্যান্টিসেপটিকের কয়েকটি উদাহরণ। অ্যান্টিবায়োটিকের মতো এদের সেবন করা যায় না। বহুল ব্যবহৃত অ্যান্টিসেপটিক ডেটল হল ক্লোরোজাইলিনল এবং টারপিনিঅল এর মিশ্রণ। সাবানকে অ্যান্টিসেপটিক ধর্ম প্রদান করার জন্য সাবানের মধ্যে বাইথায়োনল (যৌগটিকে বাইথায়োন্যালও বলা হয়) যোগ করা হয়। আয়োডিন একটি শক্তিশালী অ্যান্টিসেপটিক। অ্যালকোহল-জল -এ এর 2-3 শতাংশ দ্রবণ টিংচার অব আয়োডিন নামে পরিচিত। ক্ষতস্থানে এটি প্রয়োগ করা হয়। অ্যান্টিসেপটিকরূপে আয়োডোফর্মকেও ক্ষতস্থানে ব্যবহার করা হয়। বোরিক অ্যাসিডের লঘু জলীয় দ্রবণ একটি মৃদু অ্যান্টিসেপটিক এবং একে চোখে প্রয়োগ করা হয়।



ক্লোরক্সিলিনল



টারপিনিঅল



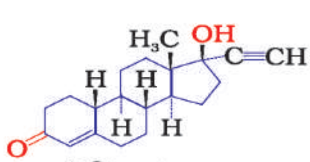
বাইথায়োনল

মেঝে, পয়ঃপ্রনালী, যন্ত্রপাতি ইত্যাদির মতো জড় বস্তুর উপর ডিসইনফেকটেন্টসমূহ প্রয়োগ করা হয়। গাঢ়ত্বের পরিবর্তন করলে একই পদার্থকে অ্যান্টিসেপটিকরূপে আবার ডিসইনফেকটেন্ট রূপে ব্যবহার করা যায়। উদাহরণস্বরূপ ফেনলের 0.2 শতাংশের জলীয় দ্রবণ অ্যান্টিসেপটিকরূপে ব্যবহৃত হয় আবার এর ১ শতাংশের জলীয় দ্রবণ ডিসইনফেকটেন্টরূপে ব্যবহৃত হয়।

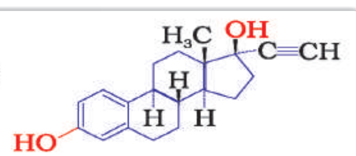
ক্লোরিনের 0.2 থেকে 0.4 ppm জলীয় দ্রবণ এবং অতি লঘু সালফারডাই অক্সাইড দ্রবণ হল ডিসইনফেকটেন্ট।

16.3.5 গর্ভসঞ্চার প্রতিরোধী ড্রাগ (Antifertility Drugs)

অ্যান্টিবায়োটিক আবিষ্কারের বৈপ্লবিক সাফল্য জনসাধারণকে দীর্ঘতর এবং স্বাস্থ্যকর জীবন প্রদান করেছে। মানুষের গড় আয়ু প্রায় দ্বিগুণ হয়েছে। খাদ্যের অভাব, পরিবেশ সংক্রান্ত বিষয়, বেকারত্ব ইত্যাদির মতো সামাজিক সমস্যাবলির কারণ হল জনবিস্ফোরণ। এইসব সমস্যাবলির নিয়ন্ত্রণের জন্য জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ করা আবশ্যক। এর থেকেই পরিবার নিয়ন্ত্রণের ধারণাটির অবতারণা হয়েছে। এই দিকে লক্ষ রেখেই গর্ভসঞ্চার প্রতিরোধী ড্রাগসমূহ ব্যবহার করা হয়। সংশ্লেষিত ইস্ট্রোজেন এবং প্রোজেস্টেরনের জাতক সমূহের সংমিশ্রণে জন্ম নিরোধক বড়ি (বার্থ কন্ট্রোল পিল) তৈরি হচ্ছে। এই দুটো যৌগই হল হরমোন। প্রোজেস্টেরন ডিম্বাণু উৎপাদন দমিয়ে রাখে, এটা আমরা জানি। সংশ্লেষিত প্রোজেস্টেরন জাতকগুলো দেহজ প্রোজেস্টেরন থেকে অনেক বেশি শক্তিশালী। গর্ভসঞ্চার প্রতিরোধী ড্রাগ হিসাবে বহুল ব্যবহৃত হয় এমন একটি সংশ্লেষিত প্রোজেস্টেরনজাতকের উদাহরণ হল নরইথিড্রিন। প্রোজেস্টেরন জাতকসমূহের সাথে সংমিশ্রণ করে যে সব ইস্ট্রোজেন জাতকটি ব্যবহার হয় সেটি হল ইথাইনাইল এস্ট্রাডাইঅল।



নরইথিনড্রোন



ইথাইনালএস্ট্রাডাইঅল (novestrol)

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

16.1 যে সকল রোগী অনিদ্রায় ভোগে ডক্টর তাদের ঘুমের বড়ি খেতে পরামর্শ দেন কিন্তু ডাক্তারের পরামর্শ ছাড়া ঘুমের বড়ি খেতে নেই। কেন?

16.2 কোন্ ধরনের শ্রেণি বিভাগের উপর ভিত্তি করে, 'রেনিটিডিন একটি অম্লনাশক'— এই উক্তিটি করা হয়েছে।

16.4 ভোজ্যবস্তুতে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ (Chemicals in Food)

যে সকল কারণে ভোজ্যবস্তুতে রাসায়নিক পদার্থ যোগ করা হয় সেগুলি হল (i) সংরক্ষণ করার জন্য (ii) আকর্ষণীয় করে তোলার জন্য এবং (iii) পুষ্টিকর উপাদান যোগ করার জন্য। খাদ্য সংযোজক সমূহের মূল বিভাগগুলো নিম্নরূপ :

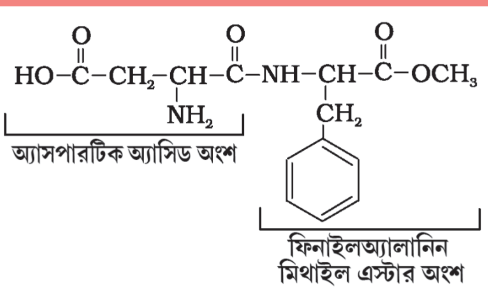
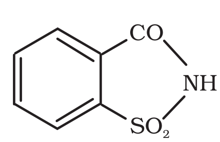
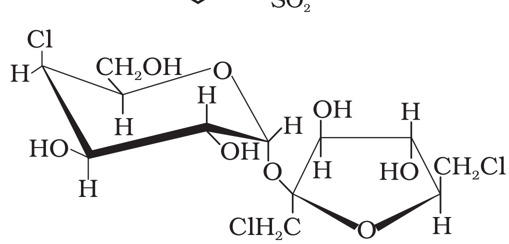
(i) খাদ্যে ব্যবহৃত রঞ্জক পদার্থ
(ii) সুগন্ধ সৃষ্টিকারী এবং মিষ্টকারক পদার্থ
(iii) চর্বি ইমালসনকারক এবং সুস্থিতি সঞ্চারক পদার্থ
(iv) খাদ্যের উন্নতিসাধনের জন্য ব্যবহৃত গুঁড়োপদার্থ— বিস্বাদরোধক পদার্থ (antistaling agents) এবং বিরঞ্জক পদার্থ
(v) অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট
(vi) সংরক্ষক পদার্থ
(vii) পৌষ্টিক অনুপূরক (nutritional supplements) যেমন- খনিজ পদার্থ, ভিটামিন এবং অ্যামিনো অ্যাডিসসমূহ।

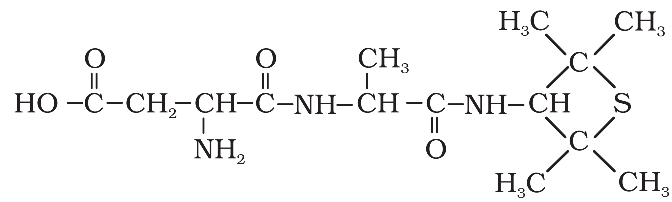
বিভাগ (vii)-এর পৌষ্টিক অনুপূরক পদার্থগুলো ছাড়া উপরে উল্লেখিত অন্যান্য খাদ্যসংযোজক পদার্থগুলোর কোনো ধরনের পুষ্টিগুণ নেই। এগুলো খাদ্যবস্তুকে দীর্ঘসময় ধরে খাওয়ার উপযুক্ত রাখার জন্য বা খাদ্যবস্তুর সৌন্দর্য বৃদ্ধির জন্য ব্যবহৃত হয়। এই অনুচ্ছেদটিতে আমরা শুধুমাত্র মিষ্টকারক পদার্থ এবং খাদ্য সংরক্ষক পদার্থগুলো সম্বন্ধে আলোচনা করব।

16.4.1 কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থ (Artificial Sweetening Agents)

প্রাকৃতিক মিষ্টকারক পদার্থগুলো যেমন সুক্রোজ সেবন করলে জীবদেহের ক্যালোরি মাত্রা বৃদ্ধি পায় বলে লোকজন আজকাল কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থ ব্যবহার করতে পছন্দ করে। অর্থোসালফোবেঞ্জিমাইড যাকে স্যাকারিন বলা হয়, সেটিই প্রথম কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থ হিসেবে জনপ্রিয়তা অর্জন করে। 1879 খ্রিস্টাব্দে আবিষ্কার হওয়ার পর থেকে এটি আজও মিষ্টকারক পদার্থ হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। এর মিষ্টত্ব ইক্ষুশর্করা (চিনি)-র প্রায় 550 গুণ বেশি। মূত্রের মাধ্যমে এটি অপরিবর্তিত অবস্থায় শরীর থেকে বেরিয়ে যায়। এটি একটি উপযুক্ত মিষ্টকারক পদার্থ। প্রচলিত বাজারজাত আরও কিছু সংখ্যক কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থের উদাহরণ সারণি 16.1-এ দেওয়া হল।

সারণি 16.1: কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থ

কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থ	গঠন সংকেত	ইক্ষুশর্করা (চিনির) তুলনায় মিষ্টত্ব
অ্যাসপারটেম		100
স্যাকারিন		550
সুক্রালোজ		600

অ্যালিটেম		2000

সবচাইতে সফল এবং বহুল ব্যবহৃত কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থটি হল অ্যাসপারাটম। এর মিষ্টত্ব ইক্ষু শর্করা (চিনির) থেকে প্রায় 100 গুণ বেশি। এটি হল অ্যাসপারটিক অ্যাসিড এবং ফিনাইল অ্যালানিন থেকে তৈরি ডাইপেপটাইডের মিথাইল এস্টার। রান্নার জন্য প্রয়োজনীয় তাপমাত্রায় এর স্থায়িত্ব নষ্ট হয় বলে এটি ব্যবহার কেবলমাত্র ঠান্ডা খাদ্যবস্তু ও নরম পানীয়তেই সীমাবদ্ধ।

অ্যালিটেমের স্থায়িত্ব অ্যাসপারটেম থেকে অনেক বেশি এবং এর মিষ্টত্ব প্রদান করার ক্ষমতাও বেশি, কিন্তু এর ব্যবহারের ক্ষেত্রে মিষ্টত্ব নিয়ন্ত্রণ করা খুবই কঠিন।

সুক্রোজ-এর ট্রাইক্লোরোজাতক হল সুক্রালোজ। এটি দেখতে এবং স্বাদে প্রায় চিনির মতো। রান্নার তাপমাত্রায় এটি স্থিতিশীল। এটি ক্যালোরি সরবরাহ করে না।

16.4.2 খাদ্য সংরক্ষক সমূহ (Food Preservatives)

খাদ্য সংরক্ষকগুলো জীবাণুর বৃদ্ধির কারণে খাদ্যদ্রব্যের পচনকে রোধ করে। প্রচলিত সংরক্ষকগুলোর মধ্যে আছে লবণ, চিনি, ভেষজ তেল এবং সোডিয়াম বেঞ্জোয়েট (C_6H_5COONa)। সোডিয়াম বেঞ্জোয়েটের ব্যবহার সীমিত এবং এর বিপাক শরীরের মধ্যে হয়। সরবিক অ্যাসিড এবং প্রোপানোয়িক অ্যাসিডের লবণ সমূহও সংরক্ষক পদার্থ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন

16.3 আমাদের কৃত্রিম মিষ্টকারক পদার্থগুলোর প্রয়োজন হয় কেন?

16.4.3 খাদ্যে ব্যবহৃত অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট সমূহ Antioxidants in Food)

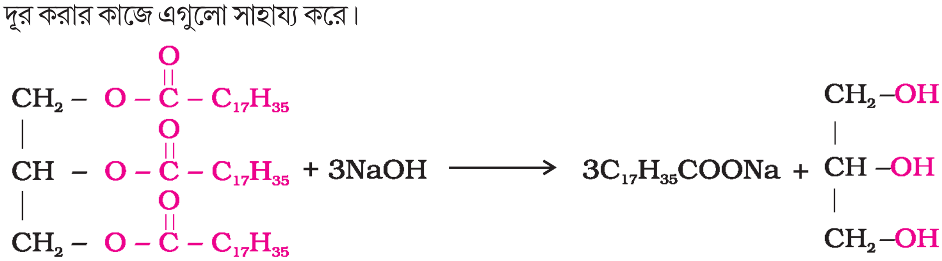
এরা খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রয়োজনীয় খাদ্য সংযোজক পদার্থ। খাদ্যবস্তুর ওপর অক্সিজেনের প্রভাব হ্রাস করার মাধ্যমে এরা খাদ্যসংরক্ষণে সাহায্য করে। যে সমস্ত খাদ্য বস্তুকে এরা সংরক্ষণ করে তাদের তুলনায় এরা অক্সিজেনের প্রতি অধিক সক্রিয় হয়। সবচাইতে গুরুত্বপূর্ণ দুটো অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট হল বিউটাইলেটেড হাইড্রোক্সি টলুইন (BHT) এবং বিউটাইলেটেড হাইড্রোক্সি অ্যানিসোল (BHA)। মাখন (বাটার)-এর মধ্যে BHA যোগ করে মাখনের স্থায়ীত্ব মাস থেকে বছরে নিয়ে যাওয়া যায়।

প্রভাব বৃদ্ধি করার জন্য কখনো কখনো BHT এবং BHA এর সাথে সাইট্রিক অ্যাসিড মেশানো হয়। মদ এবং বিয়ার (beer), চিনির সিরাপ এবং কাঁটা খোসা ছাড়ানো অথবা শুকনো ফল এবং শাকসবজির জন্য সালফার ডাই অক্সাইড এবং সালফাইট লবণগুলো খুবই গুরুত্বপূর্ণ অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট।

16.5 পরিষ্কারক পদার্থ সমূহ (Cleansing Agents)

এই অনুচ্ছেদটিতে আমরা ডিটারজেন্ট সম্বন্ধে জানব। পরিষ্কারক পদার্থ হিসেবে আমরা দুই ধরনের ডিটারজেন্ট ব্যবহার করি। এগুলো হল সাবান এবং সংশ্লেষিত ডিটারজেন্ট। এগুলো জলের ময়লা পরিষ্কার করার ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। কাপড় বা চামড়ার সাথে লেগে থাকা ফ্যাট, যারা অন্যান্য বস্তুকে আটকে রাখে, তাদের দূর করার কাজে এগুলো সাহায্য করে।

16.5.1 সাবানসমূহ (Soaps)



স্টিয়ারিক অ্যাসিডের গ্লিসারাইল এস্টার (ফ্যাট) — সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড — সোডিয়াম স্টিয়ারেট — গ্লিসারল (বা গ্লিসারিন)

দীর্ঘকাল ধরে ব্যবহৃত ডিটারজেন্টই হল সাবান। ময়লা পরিষ্কার করার জন্য যে সাবান ব্যবহৃত হয় সেগুলো প্রকৃতপক্ষে স্টিয়ারিক, ওলেইক এবং পালমিটিক অ্যাসিড-এর মতো দীর্ঘ শৃঙ্খলযুক্ত ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাশিয়াম লবণ। ফ্যাট (অর্থাৎ ফ্যাটি অ্যাসিডের গ্লিসারাইল এস্টার) কে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণসহ উত্তপ্ত করে সোডিয়াম লবণ সমন্বিত সাবান প্রস্তুত করা হয়। এই বিক্রিয়াটি সাবানীভবন বিক্রিয়া নামে পরিচিত।

এই বিক্রিয়াটিতে ফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টারটি আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় এবং উৎপন্ন সাবানকে কলয়েডীয় অবস্থায় পাওয়া যায়। সোডিয়াম ক্লোরাইড যোগ করে একে দ্রবণ থেকে অধ:ক্ষিপ্ত করা হয়। উৎপন্ন সাবানকে সরিয়ে নেওয়ার পর যে দ্রবণ পড়ে থাকে তার মধ্যে গ্লিসারল থাকে, যাকে আংশিক পাতন দ্বারা পুনরুদ্ধার করা যায়। সোডিয়াম এবং পটাশিয়াম সাবানগুলোই শুধুমাত্র জলে দ্রবীভূত হয় এবং ময়লা পরিষ্কারের কাজে ব্যবহার করা হয়। সোডিয়াম সাবান থেকে পটাশিয়াম সাবান ত্বকের কম ক্ষতি করে। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের পরিবর্তে পটাশিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করে পটাশিয়াম সাবান তৈরি করা যায়।

সাবানের প্রকারভেদ ***(Types of soaps)***

সাধারণত ফ্যাট বা তেলকে উপযুক্ত জলে দ্রবণীয় হাইড্রোক্সাইডসহ ফুটিয়ে সমস্ত ধরনের সাবান তৈরি করা হয়। সাবানের মধ্যে বৈচিত্র্য আনার জন্য ভিন্ন ভিন্ন কাঁচামাল ব্যবহার করা হয়।

উচ্চ গুণমান সম্পন্ন চর্বি বা তেল ব্যবহার করে টয়লেট সাবান তৈরি করা হয় এবং অতিরিক্ত ক্ষার দূর করার জন্য যত্ন নেওয়া হয়। রঙ এবং সুগন্ধি যোগ করে সেগুলোকে আকর্ষণীয় করে তোলা হয়।

কঠিন অবস্থায় আসার পূর্বে সাবানের মধ্যে বায়ুর বুদ্‌বুদ্‌ প্রবেশ করিয়ে জলে ভাসমান সাবান প্রস্তুত করা হয়। সাবানকে ইথানলে দ্রবীভূত করার পর অতিরিক্ত দ্রাবককে বাষ্পীভূত করে স্বচ্ছ (*Transparent*) সাবান তৈরি করা হয়।

ঔষধযুক্ত সাবানে (*medicated soaps*) ঔষধীয় গুণ আছে এমন পদার্থ যোগ করা হয়। কিছু কিছু সাবানে দুর্গন্ধনাশক (deodorants) যোগ করা হয়। দাড়ি কামানোর সাবানে গ্লিসারল থাকে, যাতে করে সাবান দ্রুত শুকোতে না পারে। এগুলো প্রস্তুত করার সময় এগুলোতে রোজিন নাশক আঠা যোগ করা হয়। এটি যে সোডিয়াম রোজিনেট গঠন করে সেটি ভালো ফেনা তৈরি করতে পারে। লন্ড্রি সাবানের মধ্যে সোডিয়াম রোজিনেট, সোডিয়াম সিলিকেট, বোরাক্স এবং সোডিয়াম কার্বনেটের মতো ফিলার (filler) থাকে।

গলিত সাবানের পাতলা শিটকে ঠান্ডা সিলিন্ডারের মধ্যে চালনা করে তাকে টুকরো করে কেটে সাবানের চিপস্‌ প্রস্তুত করা হয়। সাবানের দানা সাবানের বুদ্‌বুদ্‌-এর ক্ষুদ্র সংস্করণ। গুঁড়ো সাবান বা স্কাউরিং সাবান-এর সঙ্গে গুঁড়ো ঝামাপাথর বা অতিমিহি বালির মতো অবখর্ষক বা স্কাউরিং পদার্থ মিশ্রিত থাকে এবং সোডিয়াম কার্বনেট ও ট্রাইসোডিয়াম ফসফেটের মতো বিল্ডার (builders) যোগ করা হয়। বিল্ডারসমূহ সাবানকে দ্রুত কার্যসম্পাদন করতে সাহায্য করে। পরিষ্কারক পদার্থ হিসেবে সাবানের কার্যকারিতা অধ্যায়- 5-এ আলোচনা করা হয়েছে।

খরজলে সাবান ফেনা উৎপন্ন করতে পারে না কেন?

খরজলে ক্যালশিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম আয়ন উপস্থিত থাকে। সোডিয়াম বা পটাশিয়াম সাবানকে খরজলে দ্রবীভূত করলে এই আয়নগুলো যথাক্রমে অদ্রবণীয় ক্যালশিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম সাবান উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{সাবান}}{2C_{17}H_{35}COONa} + CaCl_2 \longrightarrow 2NaCl + \underset{\text{অদ্রবনীয় ক্যালশিয়াম স্টিয়ারেট (সাবান)}}{(C_{17}H_{35}COO)_2Ca}$$

এই অদ্রবণীয় সাবানগুলো জলের মধ্যে গাদ তৈরি করে পৃথক হয় এবং পরিষ্কারক পদার্থ হিসেবে এদের কোনো ব্যবহার নেই। প্রকৃতপক্ষে ভালোভাবে পরিষ্কার করার কাজে এরা বাধা সৃষ্টি করে, কেন না এই অধঃক্ষেপগুলো কাপড়ের সুতোর মধ্যে আঠার মতো আটকে থাকে। এই আঠার মতো অধঃক্ষেপের জন্যই খরজলে চুল পরিষ্কার করলে চুল মলিন (dull) দেখায়। আঠার মতো এই অধঃক্ষেপের জন্যই খরজলে সাবান দিয়ে কাপড় পরিষ্কার করার সময় রঙ (dyes) সমানভাবে কাপড়ের মধ্যে শোষিত হয় না।

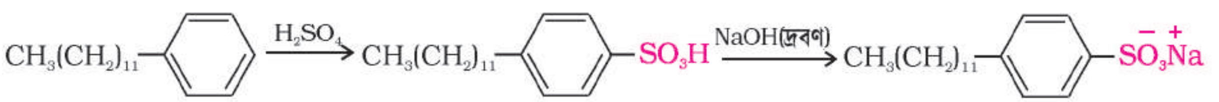
16.5.2 সংশ্লেষিত ডিটারজেন্টসমূহ (Synthetic Detergents)

সংশ্লেষিত সাবান হচ্ছে এমন পরিষ্কারক পদার্থ যার মধ্যে সাবানের সব ধর্ম বর্তমান, কিন্তু বাস্তবে এর মধ্যে কোনো সাবান থাকে না। খরজলের মধ্যে এরা ফেনা তৈরি করতে পারে বলে এগুলোকে মৃদুজল এবং খরজল উভয়ের মধ্যেই ব্যবহার করা যায়। কিছু কিছু ডিটারজেন্ট বরফের মতো ঠান্ডা জলেও ফেণা তৈরি করতে পারে।

সংশ্লেষিত ডিটারজেন্টগুলোকে প্রধানত তিনটি শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে : (i) অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট (ii) ক্যাটারনিক ডিটারজেন্ট এবং (iii) আয়নবিহীন ডিটারজেন্ট।

(i) অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট : অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট হল সালফোনেটেড অ্যালকোহল বা হাইড্রোকার্বন সমূহের দীর্ঘ শৃঙ্খলযুক্ত সোডিয়াম লবণ। দীর্ঘশৃঙ্খলযুক্ত অ্যালকোহল সমূহের সাথে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে যে অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেটসমূহ উৎপন্ন হয় তাদের ক্ষার দ্বারা প্রশমিত করলে অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট উৎপন্ন হয়। একইভাবে অ্যালকাইল বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিডসমূহকে ক্ষার দ্বারা প্রশমিত করলে অ্যালকাইল বেঞ্জিন সালফোনেটসমূহ পাওয়া যায়।

$$\underset{\text{লাউরিল অ্যালকোহল}}{CH_3(CH_2)_{10}CH_2OH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{লাউরিল হাইড্রোজেন সালফেট}}{CH_3(CH_2)_{10}CH_2OSO_3H} \xrightarrow{\text{NaOH(দ্রবণ)}} \underset{\text{সোডিয়াম লাউরিসালফেট (অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট)}}{CH_3(CH_2)_{10}CH_2OS\overset{-}{O}_3\overset{+}{Na}}$$

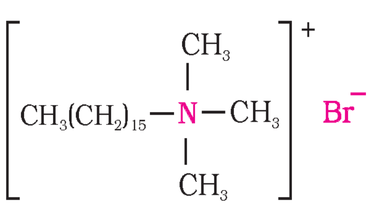


ডোডিসিলবেঞ্জিন ডোডিসিলবেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড সোডিয়াম ডোডিসিল বেঞ্জিন সালফোনেট

অ্যানায়নিক ডিটারজেন্টসমূহের ঋণাত্মক অংশটি পরিষ্কার করার কাজে অংশগ্রহণ করে। অ্যালকাইলবেঞ্জিন সালফোনেটসমূহের সোডিয়াম লবণগুলো হল অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট-এর একটি গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণি।

গৃহস্থালির কাজে মূলত এগুলোই ব্যবহার করা হয়। টুথপেস্ট এর মধ্যেও অ্যানায়নিক ডিটারজেন্ট ব্যবহার করা হয়।

(ii) ক্যাটারনিক ডিটারজেন্ট: অ্যাসিটেট, ক্লোরাইড বা ব্রোমাইড অ্যানায়নযুক্ত অ্যামিনসমূহের কোয়াটারনারি অ্যামোনিয়াম লবণসমূহই হল ক্যাটায়নিক ডিটারজেন্ট। ধনাত্মক বা ক্যাটায়নিক অংশটিতে হাইড্রোকার্বনের দীর্ঘ শৃঙ্খল এবং নাইট্রোজেন পরমাণুটিতে ধনাত্মক আধান যুক্ত হয়। তাই এদের ক্যাটায়নিক ডিটারজেন্ট বলা হয়। সিটাইলট্রাইমিথাইল অ্যামোনিয়াম ব্রোমাইড হল একটি জনপ্রিয় ক্যাটায়নিক ডিটারজেন্ট এবং এটি হেয়ার কন্ডিশনার তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



সিটাইল ট্রাই মিথাইল অ্যামোনিয়াম ব্রোমাইড

ক্যাটায়নিক ডিটারজেন্টগুলোর জীবাণুনাশক ধর্ম আছে এবং দাম বেশি হওয়ায় এদের ব্যবহার সীমিত।

(iii) আয়নবিহীন ডিটারজেন্ট: আধানবিহীন ডিটারজেন্টসমূহের গঠন কাঠামোতে কোনো ধরনের আধান উপস্থিত থাকে না। পলিইথাইলিন গ্লাইকলের সাথে স্টিয়ারিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় এ ধরনের একটি ডিটারজেন্ট উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{স্টিয়ারিক অ্যাসিড}}{CH_3(CH_2)_{16}COOH} + \underset{\text{পলিইথাইলিন গ্লাইকল}}{HO(CH_2CH_2O)_nCH_2CH_2OH} \xrightarrow{-H_2O} CH_3(CH_2)_{16}COO(CH_2CH_2O)_nCH_2CH_2OH$$

বাসন পরিষ্কার করার তরল ডিটারজেন্টসমূহ আয়নবিহীন প্রকৃতির হয়। এই শ্রেণির ডিটারজেন্ট সমূহের পরিষ্কার করার ক্রিয়াকৌশল সাবান-এর ক্রিয়াকৌশলের অনুরূপ। মিসেল তৈরি করার মাধ্যমে এরা গ্রিজ এবং তেল জাতীয় পদার্থকে দূর করতে পারে।

ডিটারজেন্ট ব্যবহারের একটি মারাত্মক অসুবিধে হল, যদি ডিটারজেন্টের দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শৃঙ্খলটি অধিক শাখাযুক্ত হয় তবে ব্যাকটেরিয়া সহজে এদের বিয়োজিত করতে পারে না। ধীর গতিতে বিয়োজনের ফলে ডিটারজেন্টসমূহ জল বা মাটিতে সঞ্চিত হয়। নিকাশী জলে উপস্থিত ডিটারজেন্টসমূহ নিকাশীজলের সাথে পুকুর, নদী ইত্যাদিতে পৌঁছায়। ময়লা বা আবর্জনা দূর করার পরেও এরা জলের মধ্যে থেকে যায় এবং পুকুর, নদী বা জলপ্রবাহে ফেনা সৃষ্টি করে এবং পুকুর, নদী বা জলপ্রবাহের জল দূষিত হয়ে পড়ে।

আজকাল হাইড্রোকার্বনের শাখার সংখ্যা নিয়ন্ত্রণের মধ্যে আনা হয়েছে এবং যথাসম্ভব কমানো হয়েছে। শাখাবিহীন শৃঙ্খলগুলো অপেক্ষাকৃত সহজে বিয়োজিত হতে পারে এবং দূষণকে প্রতিহত করা সম্ভব হয়েছে।

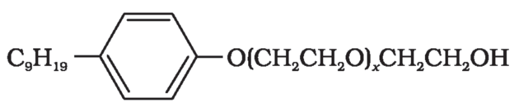
বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নাবলি

16.4 গ্লিসারাইল ওলিয়েট এবং গ্লিসারাইল পামিটেট-এর সোডিয়াম সাবান তৈরি করার জন্য প্রয়োজনীয় রাসায়নিক সমীকরণ লেখো। এই সকল যৌগের গঠনসংকেত নিচে দেওয়া হল।

(i) $(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5$ – গ্লিসারাইল পামিটেট

(ii) $(C_{17}H_{32}COO)_3C_3H_5$ – গ্লিসারাইল ওলিয়েট

16.5 তরল ডিটারজেন্ট, ইমালসনকারক দ্রব্য এবং ভেজাতে পারে এমন বস্তুর (wetting agents) মধ্যে নিম্নলিখিত শ্রেণির আয়নবিহীন ডিটারজেন্টসমূহ উপস্থিত থাকে। অণুটির জলাকর্ষী এবং জলবিকর্ষী অংশগুলোকে চিহ্নিত করো। অণুটিতে উপস্থিত কার্যকরী মূলকগুলোকে শনাক্ত করো।



($x = 5$ থেকে 10)

সারাংশ

রসায়ন হল মূলত বিভিন্ন পদার্থ সম্বন্ধে অধ্যয়ন এবং মানব সভ্যতার উন্নতির জন্য নতুন নতুন পদার্থের সৃষ্টি করা। ড্রাগ হল একটি রাসায়নিক পদার্থ যা মানবদেহের বিপাক পদ্ধতির ওপর প্রভাব সৃষ্টি করে এবং অসুস্থ মানুষকে সুস্থ করে তোলে। যে পরিমাণে খেতে বলা হয়েছে বা যতটা খেতে বলা হয়েছে তার চাইতে বেশি পরিমাণে খেলে ড্রাগ বিষক্রিয়ার সৃষ্টি করতে পারে। থেরাপেটিক প্রভাব সৃষ্টি করার জন্য রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করার পদ্ধতিকে কেমোথ্যারাপি বলা হয়। ড্রাগ সচরাচর জৈব বৃহদাকার অণু যেমন কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, লিপিড এবং নিউক্লিক অ্যাসিডসমূহের সাথে মিথষ্ক্রিয়া সংঘটিত করে। এদের বলা হয় লক্ষ্যবস্তুর অণু (টার্গেট মলিকুল)। ড্রাগকে এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে এটি নির্দিষ্ট লক্ষ্যবস্তুর সাথেই মিথষ্ক্রিয়া করতে পারে এবং অন্যান্য লক্ষ্যবস্তুকে প্রভাবিত করার ন্যূনতম সম্ভাবনা থাকে। এর ফলে পার্শ্বপ্রতিক্রিয়ার সম্ভাবনা হ্রাস পায় এবং ড্রাগের কার্যকরী প্রভাব নির্দিষ্ট ক্ষেত্রেই সীমাবদ্ধ থাকে। ড্রাগ সম্বন্ধীয় রসায়ন মূলত জীবাণুদের আটকে রাখা/ধ্বংস করা, দেহকে বিভিন্ন ছোঁয়াচে রোগ থেকে রক্ষা করা, মানসিক অবসাদ দূর করা ইত্যাদিকে কেন্দ্র করেই তৈরি হয়েছে। তাই নির্দিষ্ট কাজ সম্পন্ন করার জন্যই অ্যানালজেসিক, অ্যান্টিবায়োটিক, অ্যান্টিসেপটিক, ডিসইনফেক্টেন্ট, অ্যান্টাসিড এবং ট্রাংকুইলাইজার-এর মতো ড্রাগ ব্যবহার করা হয়। জনসংখ্যা নিয়ন্ত্রণ করার কাজে ব্যবহৃত অ্যান্টিফারটিলিটি ড্রাগসমূহও আমাদের জীবনে খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

খাদ্যকে আকর্ষণীয়, সুস্বাদু এবং পুষ্টিকর উপাদান সমৃদ্ধ করার জন্য সংরক্ষক পদার্থ, মিষ্টকারক পদার্থ, সুগন্ধ সৃষ্টিকারী পদার্থ, অ্যান্টিঅক্সিডেন্ট, ভোজ্য রঙ এবং পৌষ্টিক অনুপূরকসমূহের মতো খাদ্য সংযোজক পদার্থদের খাদ্যের মধ্যে মেশানো হয়। জীবাণুর বৃদ্ধির দ্বারা খাদ্য যেন নষ্ট না হতে পারে তার জন্য খাদ্যের মধ্যে সংরক্ষক পদার্থ মেশানো হয়। যে সকল ব্যক্তি ক্যালোরি গ্রহণ নিয়ন্ত্রন করতে চায় বা ডায়াবেটিক রোগী এবং সুক্রোজ গ্রহণ করা বর্জন করতে চায়, তারাই সংশ্লেষিত মিষ্টকারক পদার্থ ব্যবহার করে।

আজকাল ডিটারজেন্টসমূহ বেশ জনপ্রিয়তা অর্জন করেছে এবং খরজলেও ফেনা সৃষ্টি করতে পারে বলে মানুষ

সাবান থেকেও বেশি পছন্দ করে। সংশ্লেষিত ডিটারজেন্টকে তিনটি প্রধান শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়েছে। এগুলো হল অ্যানায়নিক, ক্যাটায়নিক এবং আয়নবিহীন ডিটারজেন্টসমূহ। প্রত্যেকটি শ্রেণির নির্দিষ্ট ব্যবহার আছে। সরল হাইড্রোকার্বন শৃঙ্খলযুক্ত ডিটারজেন্টসমূহকে শাঁখাযুক্ত ডিটারজেন্টসমূহ থেকে অধিক পছন্দ করা হয় কেন না শাখাযুক্ত ডিটারজেন্ট সমূহ জৈব-বিয়োজ্য নয় এবং তাই এটি পরিবেশ দূষণ ঘটায়।

অনুশীলনী

16.1 ভিন্ন ভিন্ন দিক থেকে ড্রাগসমূহের শ্রেণিবিন্যাস করা প্রয়োজন হয় কেন?

16.2 'লক্ষ্যবস্তুর অণু' বা 'ড্রাগের লক্ষ্যবস্তু' চিকিৎসা বিষয়ক রসায়নে ব্যবহৃত এই বিষয়টি সম্পর্কে বর্ণনা করো।

16.3 ড্রাগের লক্ষ্যবস্তু হিসেবে বেছে নেওয়া হয় এমন বৃহদাকার অণুগুলোর (ম্যাক্রোমলিকুল) নাম লেখো।

16.4 ডাক্তারবাবুর পরামর্শ ছাড়া ঔষধ সেবন করা উচিত নয় কেন?

16.5 'ক্যামোথেরাপি'র সংজ্ঞা লেখো।

16.6 উৎসেচকের সক্রিয় অঞ্চলের সাথে ড্রাগ কোন্ ধরনের বলের সাহায্যে যুক্ত থাকে?

16.7 অ্যান্টাসিড বা অম্লনাশক এবং অ্যান্টিঅ্যালার্জিক ড্রাগসমূহ হিস্টামিনের কার্যকলাপের উপর হস্তক্ষেপ করলেও এরা একে অপরের কার্যকলাপের ওপর হস্তক্ষেপ করে না কেন?

16.8 নরঅ্যাড্রিনালিনের মাত্রা কম থাকাটাই হল মানসিক অবসাদের কারণ। এই সমস্যাটি দূর করার জন্য কোন্ ধরনের ড্রাগের প্রয়োজন? এমন দুটো ড্রাগের নাম লেখো।

16.9 'ব্রড স্পেকট্রাম অ্যান্টিবায়োটিক' বলতে কাদের বোঝ? বর্ণনা করো।

16.10 অ্যান্টিসেপটিক এবং ডিসইনফেক্টেন্ট-এর মধ্যে পার্থক্য কী? প্রত্যেকটির একটি করে উদাহরণ দাও।

16.11 সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট বা ম্যাগনেশিয়াম অথবা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড থেকে সিমেটিডিন এবং রেনিটিডিন অধিকতর ভালো অম্লনাশক হিসেবে বিবেচিত হয় কেন?

16.12 এমন একটি রাসায়নিক পদার্থের নাম লেখো যেটি অ্যান্টিসেপটিক এবং ডিসইনফেক্টেন্ট উভয়রূপেই ব্যবহার করা যায়।

16.13 ডেটলের মুখ্য উপাদানগুলো কী কী?

16.14 টিংচার অব্ আয়োডিন কী? এর ব্যবহার কী কী?

16.15 খাদ্য সংরক্ষক বলতে কী বোঝ?

16.16 অ্যাসপারটেম-এর ব্যবহার ঠান্ডা খাদ্যবস্তু এবং পানীয়ের মধ্যেই সীমাবদ্ধ কেন?

16.17 সংশ্লেষিত মিষ্টকারক পদার্থ বলতে কী বোঝ? দুটো উদাহরণ দাও।

16.18 ডায়াবেটিক রোগীর সেবনের পক্ষে উপযুক্ত এমন মিষ্টি প্রস্তুত করার জন্য যে সংশ্লেষিত মিষ্টকারক পদার্থটি ব্যবহার করা হয়, সেটির নাম কী?

16.19 সংশ্লেষিত মিষ্টকারক পদার্থ হিসেবে অ্যামিটেম ব্যবহার করলে কী কী অসুবিধার সৃষ্টি হয়?

16.20 সাবান ব্যবহার করা থেকে সংশ্লেষিত ডিটারজেন্ট ব্যবহার করা ভালো কেন?

16.21 উপযুক্ত উদাহরণসহ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বর্ণনা করো :

(i) ক্যাটায়নিক ডিটারজেন্টসমূহ

(ii) অ্যানায়নিক ডিটারজেন্টসমূহ

(iii) আয়নবিহীন ডিটারজেন্টসমূহ

16.22 জৈব বিয়োজ্য এবং জৈব অবিয়োজ্য ডিটারজেন্ট কী? প্রত্যেকটির একটি করে উদাহরণ দাও।

16.23 খরজলে সাবান ফেনা তৈরি করতে পারে না কেন?

16.24 খরজলকে শনাক্ত করার জন্য তুমি সাবান এবং সংশ্লেষিত ডিটারজেন্ট ব্যবহার করতে পারবে কি?

16.25 সাবান কীভাবে ময়লা পরিষ্কার করে, তার ক্রিয়া কৌশল বর্ণনা করো।

16.26 জলের মধ্যে দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট উপস্থিত থাকলে কাপড় পরিষ্কার করার জন্য তুমি সাবান এবং ডিটারজেন্ট-এর মধ্যে কোন্‌টি ব্যবহার করবে?

16.27 নিম্নলিখিত যৌগগুলোর জলাকর্ষী এবং জলবিকর্ষী অংশগুলোকে চিহ্নিত করো।

(i) $CH_3(CH_2)_{10}CH_2OS\overset{-}{O_3}\overset{+}{Na}$

(ii) $CH_3(CH_2)_{15}\overset{+}{N}(CH_3)_3\overset{-}{Br}$

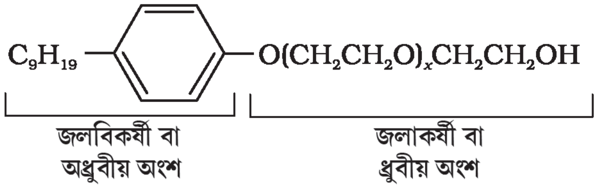
(iii) $CH_3(CH_2)_{16}COO(CH_2CH_2O)_nCH_2CH_2OH$

কয়েকটি বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নের সমাধান

16.1 নির্ধারিত মাত্রার অতিরিক্ত পরিমাণে ব্যবহার করলে বেশিরভাগ ড্রাগ শরীরে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে এবং বিষের মতো কাজ করে। এ কারণেই ঔষধ সেবনের পূর্বে ডাক্তারবাবুর পরামর্শ নেওয়া খুবই দরকার।

16.2 এই বিবৃতিটি চিকিৎসাগত (pharmacological) প্রভাবের ওপর ভিত্তি করে ড্রাগের যে শ্রেণিবিভাগ করা হয়েছে তার ওপর ভিত্তি করে করা হয়েছে কেন না পাকস্থলীর অতিরিক্ত অ্যাসিডকে প্রতিহত করার জন্য যে ড্রাগই ব্যবহার করা হোক না কেন, তাকে অম্লনাশক বলা হয়।

16.5

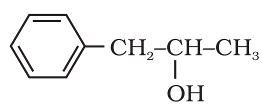


অনুশীলনীর কিছু প্রশ্নাবলির উত্তরমালা

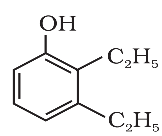
অধ্যায় 11

11.1 (i) 2,2,4-ট্রাইমিথাইল পেন্টান -3-অল (ii) 5-ইথাইল হেপ্টেন –2, 4-ডাই অল
(iii) বিউটেন –2,3-ডাই অল (iv) প্রোপেন –1,2,3,-ট্রাইঅল
(v) 2- মিথাইল ফেনল (vi) 4-মিথাইল ফেনল
(vii) 2,5 – ডাই মিথাইল ফেনল (viii) 2,6-ডাই মিথাইল ফেনল
(ix) 1-মিথোক্সি-2-মিথাইল প্রোপেন (x) ইথোক্সিবেঞ্জিন
(xi) 1-ফিনোক্সি হেপ্টেন (xii) 2 –ইথোক্সি বিউটেন

11.2 (i) $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_2-CH_3$

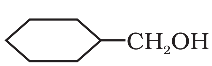
(ii) 

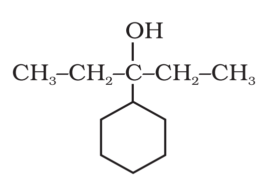
(iii) $HOCH_2-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_3$

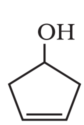
(iv) 

(v) $C_2H_5-O-CH_2-CH_2-CH_3$

(vi) $CH_3-CH(OC_2H_5)-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

(vii) 

(viii) 

(ix) 

(x) $CH_3-CH_2-CH(CH_2Cl)-CH_2-CH_2-OH$

11.3 (i) (a) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$, পেন্টান-1-অল;

(b) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$, **2**-মিথাইল বিউটান-**1**-অল;

(c) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2OH$, **2,2**-ডাইমিথাইল প্রোপান-**1**-অল

(d) $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$, পেন্টান-**3**-অল

(e) $CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$, পেন্টান – 2– অল

(f) $CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$, **3**-মিথাইল বিউটান-**2**-অল

(g) $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-OH$, **2**-মিথাইল বিউটান -**2**-অল

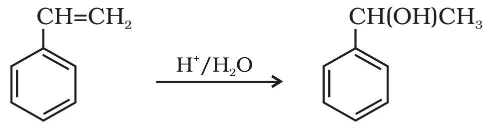
(h) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2OH$,
3-মিথাইল বিউটান-**1**- অল

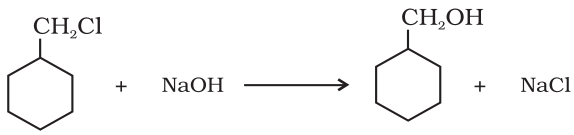
11.4 প্রোপানলে উপস্থিত হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে

11.5 অ্যালকোহল এবং জলের অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের কারণে।

11.8 অন্ত:আণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে o-নাইট্রোফেনল স্টীম উদ্বায়ী হয়।

11.12 উত্তর সংকেত : সালফোনেশন সংঘটিত করার পর নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন সংঘঠিত করা।

11.13 (i) 

(ii) 

(iii) $CH_3(CH_2)_4Cl + NaOH \longrightarrow CH_3(CH_2)_4OH + NaCl$

11.14 (i) সোডিয়াম এবং (ii) সোডিয়াম হাইড্রোঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া।

11.15 নাইট্রোমূলকের ইলেকট্রন আকর্ষী প্রভাব এবং মিথোক্সি মূলকের ইলেকট্রন নিগর্মনকারী প্রভাবের কারণে।

11.20 (i) প্রোপিনের মধ্যে জল সংযোজন।

(ii) লঘু NaOH ব্যবহার করে বেঞ্জাইল ক্লোরাইডের –Cl এর নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন দ্বারা।

(iii) $C_2H_5MgBr + HCHO \rightarrow C_2H_5CH_2OMgBr \xrightarrow{H_2O} C_2H_5CH_2OH$

(iv) $CH_3MgBr + CH_3COCH_3 \longrightarrow CH_3-C(CH_3)_2-OMgBr \xrightarrow{H_2O} CH_3-C(CH_3)_2-OH$

11.23 (i) 1-ইথোক্সি-2-মিথাইল প্রোপেন

(ii) 2-ক্লোরো-1-মিথোক্সিইথেন

(iii) 4-নাইট্রোঅনিসোল

(iv) 1-মিথোক্সি প্রোপেন

(v) 1-ইথোক্সি-4,4-ডাইমিথাইল সাইক্লোহেক্সেন

(vi) ইথোক্সিবেঞ্জিন

অধ্যায় 12

12.2 (i) 4-মিথাইল পেন্টান্যাল-

(ii) 6-ক্লোরো-4-ইথাইল হেক্সান-3-ওন

(iii) বিউট-2-ইন্যাল

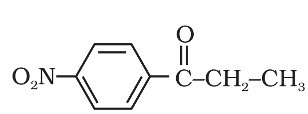
(iv) পেন্টেন-2,4-ডাইওন

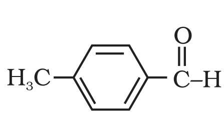
(v) 3,3,5-ট্রাইমিথাইল হেক্সান-2-ওন

(vi) 3,3-ডাইমিথাইল বিউটানোয়িক অ্যাসিড

(vii) বেঞ্জিন–1,4-ডাই কার্বালডিহাইড

12.3 (i) $H_3C-CH(CH_3)-CH_2-C(=O)-H$

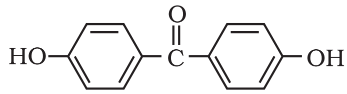
(ii) 

(iii) 

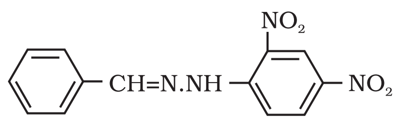
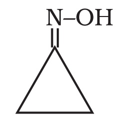
(iv) $H_3C-C(=O)-CH=C(CH_3)-CH_3$

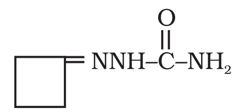
(v) $H_3C-C(=O)-CH_2-CH(Cl)-CH_3$

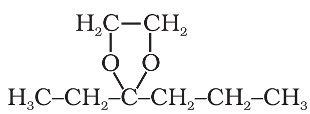
(vi) $H_3C-CH(C_6H_5)-CH(Br)-CH_2-C(=O)-OH$

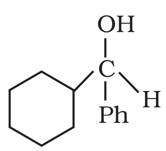
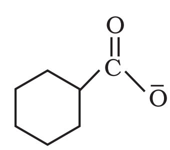
(vii)    (viii) $H_3C{-}C{\equiv}C{-}CH{=}CH{-}C({=}O){-}OH$

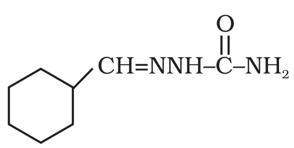
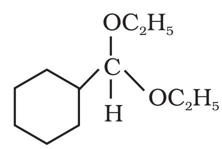
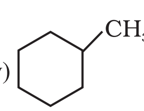
12.4 (i) হেপ্টান-2-ওন (ii) 4-ব্রোমো-2-মিথাইল হেক্সান্যাল (iii) হেপ্টান্যাল
(iv) 3-ফিনাইল প্রোপ-2-ইন্যাল (v) সাইক্লোপেন্টেন কার্বালডিহাইড (vi) ডাইফিনাইল মিথানোন

12.5 (i)    (ii) 

(iii) $CH_3{-}CH(OCH_3)_2$ (iv) 

(v)    (vi) $H{-}CH(OH){-}OCH_3$

12.6 (i)    (ii) 

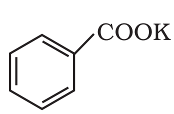
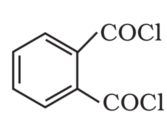
(iii)    (iv)    (v) 

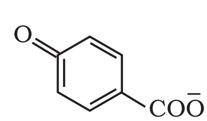
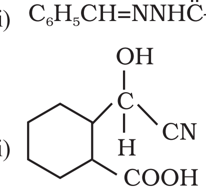
12.7 (ii), (v), (vi), (vii): অ্যালডল কনডেনসেশন (i), (iii), (ix) ক্যান্নিজারো বিক্রিয়া : (iv), (viii) দুটি বিক্রিয়ার মধ্যে কোনটিই অংশগ্রহণ করে না

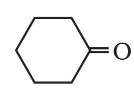
12.10 2-ইথাইল বেঞ্জালডিহাইড (গঠন আকৃতিটি নিজে লিখ)।

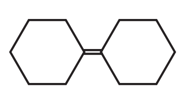
12.11 (A) $CH_3CH_2CH_2COOCH_2CH_2CH_2CH_3$, বিউটাইল বিউটানোয়েট
(B) $CH_3CH_2CH_2\ COOH$ (C) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$. বিক্রিয়াগুলো নিজে লিখ।

12.12 (i) ডাই-টার্ট-বিউটাইল কিটোন < মিথাইল-টার্ট-বিউটাইল কিটোন < অ্যাসিটোন < অ্যাসিটালডিহাইড
(ii) $(CH_3)_2CHCOOH < CH_3CH_2CH_2COOH < CH_3CH(Br)CH_2COOH < CH_3CH_2CH(Br)COOH$
(iii) 4-মিথোক্সি বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড < বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড < 4-নাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড < 3,4-ডাইনাইট্রোবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড

12.17 (i)    (ii)    (iii) $C_6H_5CH{=}NNHC({=}O){-}NH_2$

(iv) $C_6H_5COCl{-}AlCl_3$ (v)    (vi) 

(vii) $C_6H_5CH{=}C(CH_3){-}CHO$ + অন্যান্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ   (viii) $CH_3CH(OH)CH_2COOC_2H_5$ (ix) 

(x) 1. BH_3; 2. $H_2O_2/\bar{O}H$; 3. PCC   (xi) 

12.19 যৌগটি হল মিথাইল প্রোপাইল কিটোন (2-পেন্টানোন) এবং এর গঠনাকৃতি হবে- $CH_3COCH_2CH_2CH_3$

অধ্যায় 13

13.1 (i) 1-মিথাইল ইথাইল অ্যামিন অথবা প্রোপান--2-অ্যামিন (ii) প্রোপান--1-অ্যামিন
(iii) N-মিথাইল-2-মিথাইল ইথাইল অ্যামিন অথবা N-মিথাইল প্রোপান-2-অ্যামিন (iv) 2-মিথাইল প্রোপান-2-অ্যামিন
(v) N-মিথাইল বেঞ্জিন্যামিন অথবা N-মিথাইল অ্যানিলিন (vi) N-ইথাইল-N-মিথাইল ইথান্যামিন
(vii) 3-ব্রোমোঅ্যানিলিন অথবা 3-ব্রোমোবেঞ্জিন্যামিন

13.4 (i) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5NHCH_3 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH$
(ii) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5N(CH_3)_2 < CH_3NH_2 < (C_2H_5)_2NH$
(iii) (a) p-নাইট্রোঅ্যানিলিন < অ্যানিলিন < p-টলুইডিন
(b) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5NHCH_3 < C_6H_5CH_2NH_2$
(iv) $(C_2H_5)_3N > (C_2H_5)_2NH > C_2H_5NH_2 > NH_3$ (v) $(CH_3)_2NH < C_2H_5NH_2 < C_2H_5OH$
(vi) $C_6H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH < C_2H_5NH_2$

অধ্যায় 15

15.1 পলিমার হল উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট বৃহদাকার অণু যা মনোমার থেকে উদ্ভূত পুনরাবৃত গঠনমূলক একক দ্বারা গঠিত। মনোমার হল একটি সরল অণু যা পলিমারাইজেশনে অংশগ্রহণ করতে সক্ষম এবং এদের দ্বারা সংশ্লিষ্ট পলিমার গঠিত হয়।

15.2 প্রাকৃতিক পলিমার হল উচ্চ আণবিকভর বিশিষ্ট বৃহদাকার অণু এবং এদের উদ্ভিদ ও প্রাণী দেহে পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ, প্রোটিন নিউক্লিক অ্যাসিড।
সংশ্লিষ্ট পলিমার হল মনুষ্যসৃষ্ট উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট বৃহদাকার অণু। সংশ্লিষ্ট প্লাস্টিক, তন্তু এবং রাবার এর অন্তর্গত। দুটি নির্দিষ্ট উদাহরণ হল পলিথিন এবং ডেক্রন।

15.4 একটি মনোমারের কার্যকারিতা হল এর মধ্যে উপস্থিত বন্ধনের স্থলের সংখ্যা।

15.5 পলিমারাইজেশন হল সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে এক বা একাধিক মনোমারের পুনরাবৃত গঠনমূলক এককের সংযোজনের দ্বারা উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট বৃহদাকার পলিমার গঠন করার প্রক্রিয়া।

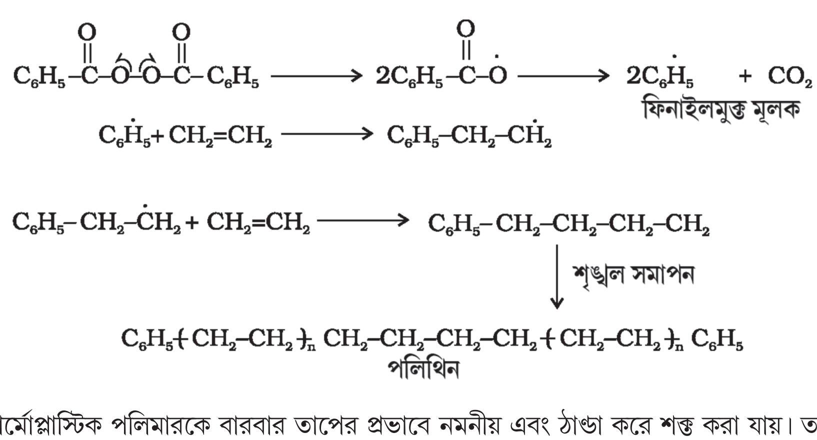
15.6 যেহেতু $-(NH-CHR-CO)_n-$ একই ধরনের মনোমার একক থেকে পাওয়া যায়, তাই এটি একটি হোমোপলিমার।

15.7 বিভিন্ন পলিমার শৃঙ্খলের মধ্যে উপস্থিত আণবিক বলের উপর ভিত্তি করে পলিমারকে নিম্নলিখিতভাবে শ্রেণিভুক্ত করা যায়—
(a) ইলাস্টোমার (b) ফাইবার বা তন্তু (c) থার্মোপ্লাস্টিক এবং (d) থার্মোসেটিং প্লাস্টিক

15.8 যুত পলিমারাইজেশন বিক্রিয়ায়, একই বা ভিন্ন ধরনের মনোমার অণুগুলো পরস্পর যুক্ত হয়ে বৃহৎ পলিমার অণু গঠন করে। সংঘনন পলিমারাইজেশন হল এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে দুই বা ততোধিক দ্বি-কার্যকরী মূলক যুক্ত অণুগুলো শৃঙ্খল সংঘনন বিক্রিয়ার মাধ্যমে কিছু সরল অণু তাপসারণের মাধ্যমে পলিমার গঠন করে।

15.9 সহ বা কো-পলিমারাইজেশন হল এক বিশেষ ধরনের বিক্রিয়া যাতে একাধিক ভিন্ন প্রকারের মনোমার অণুর মিশ্রণ পলিমারাইজেশনে অংশগ্রহণ করে। সহ বা কো-পলিমারের শৃঙ্খলে প্রত্যেকটি মনোমারের বহু সংখ্যক একক রয়েছে। কো-পলিমারের উদাহরণ হল 1,3-বিউটাডাইন ও স্টাইরিন এবং 1, 3-বিউটাডাইন ও অ্যাক্রিলোনাইট্রাইল দ্বারা গঠিত পলিমার।

15.10



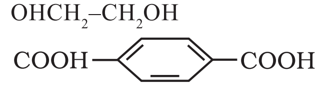
15.11 থার্মোপ্লাস্টিক পলিমারকে বারবার তাপের প্রভাবে নমনীয় এবং ঠাণ্ডা করে শক্ত করা যায়। তাই এদের বারবার ব্যবহার করা যায়। এদের উদাহরণ হল পলিথিন, পলিপ্রোপিলিন ইত্যাদি।
থার্মোসেটিং পলিমার স্থায়ীভাবে জমাটবাধা কঠিন পলিমার এবং ছাঁচে ঢাললে কঠিন হয়ে যায় এবং পুনরায় গলানো যায় না। এদের উদাহরণ হল ব্যাকেলাইট এবং মেলামাইন ফর্ম্যালডিহাইড রেজিন।

15.12 (i) পলিভিনাইল ক্লোরাইডের মনোমারটি হল CH_2=CHCl (ভিনাইল ক্লোরাইড)।
(ii) টেফলনের মনোমারটি হল CF_2= CF_2 (টেট্রাফ্লুরোইথিলিন)।
(iii) ব্যাকেলাইট প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত মনোমারগুলো হল HCHO (ফর্মালডিহাইড) এবং C_6H_5OH (ফেনল)।

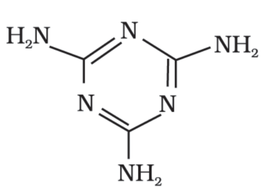
15.14 গঠন আকৃতির দৃষ্টিকোন থেকে, প্রাকৃতিক রাবার হল সরলবৈখিক সিস্-1,4-পলিস্টাইরিন। এই পলিমারের মধ্যে আইসোপ্রিন এককের C_2 এবং C_3 কার্বন পরমাণুতে দ্বি-বন্ধন উপস্থিত থাকে। দ্বি-বন্ধনের সাপেক্ষে এই সিস্ বিন্যাসটিই, দুর্বল আন্তরাণবিক আকর্ষণ বলের প্রভাবে কার্যকরী আকর্ষণের ফলে শৃঙ্খলসমূহকে কাছাকাছি আসতে দেয় না। তাই প্রাকৃতিক রাবার কুন্ডলীকৃতি এবং স্থিতিস্থাপকতা প্রদর্শন করে।

15.16 নাইলন-6 পলিমারের পুনরাবৃত্তি মনোমারিক একক হল :
$[NH-(CH_2)_5-CO]$
নাইলন-6,6 পলিমারের পুনরাবৃত্তি মনোমারিক একক দুটি মনোমার থেকে গঠন করা হয়। এগুলো হল হেক্সামিথিলিনডাই অ্যামিন এবং অ্যাডিপিক অ্যাসিড।
$[NH-(CH_2)_6-NH\text{-}CO-(CH_2)_4-CO]$

15.17 মনোমার সমূহের নাম এবং গঠন হল—

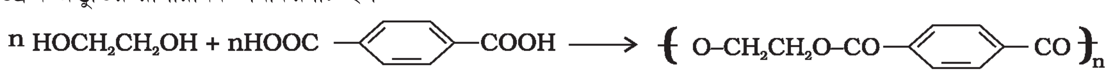
	পলিমার	মনোমারের নাম	মনোমারের গঠন
(i)	বুনা-S	1,3-বিউটাডাইন, স্টাইরিন	$CH_2=CH-CH=CH_2$ $C_6H_5CH=CH_2$
(ii)	বুনা-N	1,3- বিউটাডাইন অ্যাক্রিলোনাইট্রাইল	$CH_2=CH-CH=CH_2$ CH_2=CH CN
(iii)	নিওপ্রিন	ক্লোরোপ্রিন	$CH_2=\underset{}{\overset{Cl}{\overset{\vert}{C}}}-CH=CH_2$
(iv)	ডেক্রন	ইথিলিন গ্লাইকল টেরিথ্যালিক অ্যাসিড	$OHCH_2-CH_2OH$ 

15.18 নিম্নলিখিত পলিমারসমূহের মনোমারগুলো হল :
(i) ডেকেনডিওয়িক অ্যাসিড HOOC – $(CH_2)_8$ – COOH এবং হেক্সামিথিলিন ডাই অ্যামিন $H_2N(CH_2)_6$ NH_2

(ii) 

এবং HCHO

15.19 ডেক্রন প্রস্তুতির রাসায়নিক সমীকরণটি হল



ইথিলিন গ্লাইকল টেরিথ্যালিক অ্যাসিড ডেক্রন

INDEX

Terms	Page No.
Achiral	306
Acidity of alcohols	335
Acidity of phenols	336
Active site	448
Acylation	400
Addition polymers	435
Adduct	331
Alcohols	323, 325, 329
Aldehydes	357, 358, 361
Aldol condensation	371
Aldol reaction	371
Aldopentose	420
Alkanamines	390, 398
Alkenes	295
Alkyl halides	289, 290
Alkylation	400
Alkylbenzenes	376
Alkynes	362
Allosteric site	449
Allylic alcohols	324
Allylic halides	290
Ambident nucleophiles	300
Amines	389
Amino acids	420
Ammonolysis	392
Amylopectin	418
Amylose	418
Analgesics	452
Anhydrides	377
Animal starch	419
Anionic detergents	460
Anomers	416
Antacids	451
Antibiotics	453
Antidepressant drugs	452
Antifertility drugs	456
Antihistamines	451
Antimicrobial drugs	454
Antipyretic	453
Antiseptics	454, 456
Aromatic ring	325
Artificial sweetening agents	457
Aryl halides	291
Arylamines	391, 399
Aspirin	453
Asymmetric carbon	306
Azo dyes	378
Bactericidal	455
Bacteriostatic	455

Terms	Page No.
Baeyers' reagent	370
Bakelite	436, 440
Barbiturates	453
Benzylic alcohols	325
Benzylic halides	290, 304
Biodegradable polymers	443
Biomolecules	411
Branched chain polymers	434
Broad spectrum antibiotics	455
Buna - N	436, 443
Buna - S	435
Cannizzaro reaction	372
Carbocation	304, 309
Carbohydrates	381
Carboxylic acids	357, 376
Carbylamine reaction	401
Catalytic action of enzymes	448
Cationic detergents	460
Cellulose	419
Chain initiating step	437
Chain propagating step	437
Chain terminating step	437
Chemical messengers	450
Chemotherapy	447
Chirality	307, 308
Cleansing agents	458
Clemmensen reduction	368
Competitive inhibitors	449
Condensation polymers	435
Copolymerisation	441
Copolymers	435
Cross aldol condensation	372
Cross linked polymers	434
Cumene	332
Cyclic structure	415
DDT	318
Dehydrogenation	339
Denaturation	344
Denaturation of protein	424
Deoxyribonucleic acid	427
Deoxyribose	420
Detergents	458
Dextrorotatory	305
Diazonium salt	295, 295
Diazonium salts	404
Diazotisation	404
Disaccharides	412, 417
Disinfectants	454, 456
Drug - enzyme interaction	449

Terms	Page No.
Drug - target interaction	448
Drugs	447
Elastomers	435
Electron donating group	380
Electron withdrawing group	380
Electrophilic aromatic substitution	341, 349
Electrophilic substitution	295, 314
Electrostatic forces	423
Elimination reaction	299
Emulsifiers	457
Enantiomers	305, 307
Environmental pollution	462
Enzyme inhibitors	449
Enzymes	425
Esterification	337
Esters	330
Etard reaction	363
Ethers	323, 325, 327
Fat soluble vitamins	426
Fatty acids	374
Fehling's test	369
Fibres	436
Fibrous proteins	422
Finkelstein reaction	297
Fittig reaction	316
Free radical	294
Free radical mechanism	437
Freon refrigerant	318
Friedel-Crafts reaction	315, 364
Fructose	416
Furanose	416
Gabriel phthalimide synthesis	394
Gatterman - Koch reaction	363
Gatterman reaction	405
Geminal halides	292, 293
Globular proteins	423
Gluconic acid	413
Glucose	414
Glyceraldehyde	415
Glycogen	419
Glycosidic linkage	417, 418
Grignard reagent	310
Haloalkane	289, 299
Haloarene	289, 332
Halogenation	342, 349
Haworth structures	416
Hell - Volhard Zelinsky reaction	383
Hemiacetal	367
Heterocyclic compounds	427
High density polythene	438
Hinsberg's reagent	401

Terms	Page No.
Histamines	451
Hoffmann bromamide reaction	394
Hydroboration	330
Hyperacidity	451
Intermolecular bonding	341
Intramolecular bonding	341
Inversion of configuration	301
Invert sugar	417
Ketones	357, 360, 361
Kolbe electrolysis	383
Kolbe's reaction	342
Lactose	418
Laevorotatory	305
Laundry soaps	459
Lewis bases	407
Limited spectrum antibiotics	455
Linear polymers	434
Low density polythene	437
Lucas test	338
Maltase	425
Maltose	417
Markovnikov's rule	329, 330
Medicated soaps	459
Medicines	447
Melamine - formaldehyde polymer	439
Messenger - RNA	429
Molecular asymmetry	305
Molecular targets	448
Monosaccharides	412
Narrow spectrum antibiotics	455
Natural polymers	434
Natural rubber	441
Neoprene	436, 442
Network polymers	434
Nitration	403
Nomenclature	291
Non-biodegradable	462
Non-ionic detergents	460
Non-narcotic analgesics	453
Novolac	439
Nucleic acids	427
Nucleophilic substitution	299
Nucleosides	428
Nucleotides	427
Nylon 6	439
Nylon 6, 6	433, 435, 439
Oligosaccharides	412
Optical isomerism	305
Optically inactive	309
Organo-metallic compounds	310
Oxidoreductase	425

Terms	Page No.
Ozonolysis	361
Peptide bond	422
Peptide linkage	422
PHBV	443
Phenols	323, 326
Polarity	366
Polyacrylonitrile	437
Polyamides	438
Polyesters	438
Polyhydric compounds	324
Polymerisation	433
Polymers	433
Polysaccharides	412, 418
Polythene	435, 437
Preservatives	457, 458
Propellants	317
Proteins	420
Protic solvents	304
Pyranose structure	416
Racemic mixture	307
Racemisation	305
Receptors	448
Reducing sugars	412
Reimer - Tiemann reaction	343
Resins	436, 444
Ribose	420
Ribosomal - RNA	429
Ring substitution	384
Rochelle salt	369
Rosenmund reduction	362
Rubber	441
Saccharic acid	414
Salvarsan	454
Sandmayer's reaction	296, 405
Saponification	458
Scouring soaps	459
Semi - synthetic polymers	434
Shaving soaps	459
Soaps	458

Terms	Page No.
Sp^3 hybridised	389
Starch	413
Stephen reaction	362
Stereo centre	306
Structure - basicity relationship	398
Structure of proteins	422
Substitution nucleophilic bimolecular	301
Substitution nucleophilic unimolecular	303
Sucrose	413, 417
Sulphonation	403
Swarts reaction	297
Sweeteners	457
Synthetic detergents	459
Synthetic polymers	434
Synthetic rubber	442
Teflon	438
Terylene	436
Thermoplastic polymers	436
Thermosetting polymers	436
Toilet soaps	459
Tollens' test	369
Tranquilizers	452
Transfer - RNA	429
Transparent soaps	459
Trisaccharides	412
van der Waal forces	298
Vasodilator	451
Vicinal halides	290, 291
Vinylic alcohol	325
Vinylic halides	291
Vitamins	425, 426
Vulcanisation	442
Water soluble vitamins	426
Williamson synthesis	345
Wolff - Kishner reduction	369
Wurtz reaction	311
Wurtz-Fittig reaction	316
Ziegler - Natta catalyst	438
Zwitter ion	422

Note