രസതന്ത്രം

പാർട്ട് 2

XI

കേരളസർക്കാർ
പൊതുവിദ്യാഭ്യാസവകുപ്പ്

തയ്യാറാക്കിയത്
സംസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസ ഗവേഷണ പരിശീലന സമിതി (SCERT), കേരളം
2019

Prepared by: State Council of Educational
Research & Training (SCERT)
Poojappura, Thiruvananthapuram -12, Kerala.
E-mail:scertkerala@gmail.com

Type setting by: SCERT Computer Lab.

©
Government of Kerala
Education Department
2019

ആമുഖം

ഏതു വിജ്ഞാനവും മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കാനും പ്രകാശനം ചെയ്യാനും സാധിക്കും. അതിനുള്ള അവസരം പഠിതാക്കൾക്ക് ഒരുക്കേണ്ടത്, ഏതൊരു പഠന സമ്പ്രദായത്തിന്റെയും അനിവാര്യതയാണ്. അതിന്റെ തുടക്കമെന്ന നിലയ്ക്കാണ് ഹയർസെക്കന്ററി തലത്തിൽ ഭാഷേതര വിഷയങ്ങളിലെ പാഠപുസ്തകങ്ങൾ മലയാളത്തിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നത്.

മാതൃഭാഷയിലൂടെയുള്ള വിദ്യാഭ്യാസം, ജ്ഞാനസമ്പാദനത്തിനുള്ള സുഗമമാർഗം എന്നതിനോടൊപ്പം സാംസ്കാരികത്തനിമയുടെ തിരിച്ചറിയൽ കൂടിയാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് വികസിതരാജ്യങ്ങൾ മാതൃഭാഷയെ മുഖ്യബോധന മാധ്യമമായി സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇന്ത്യയിലാകട്ടെ, ദേശീയതലത്തിലുള്ള പ്രധാന പരീക്ഷകളെല്ലാം പ്രാദേശിക ഭാഷകളിൽക്കൂടി നടത്തുന്നതിനുള്ള സംവിധാനവും ഉണ്ടായി വരികയാണ്. ഈയൊരു സാഹചര്യത്തിൽ നമ്മുടെ കുട്ടികളും മാതൃഭാഷയുടെ ശക്തിസൗന്ദര്യങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് വിവിധ വിഷയങ്ങളിൽ ജ്ഞാനനിർമിതിയിൽ ഏർപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. അതിന് അവരെ സജ്ജരാക്കുകയാണ് ഈ പാഠപുസ്തകങ്ങളുടെ മുഖ്യ ലക്ഷ്യം.

പരിഭാഷപ്പെടുത്തിയ പുസ്തകങ്ങളിൽ അതത് വിഷയങ്ങളിലെ സാങ്കേതിക പദങ്ങൾ പരമാവധി മലയാളത്തിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. നമ്മുടെ ഭാഷയിൽ ചിരപരിചിതമായ ഇംഗ്ലീഷ് പദങ്ങളെ അതേപടി സ്വീകരിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. വിവർത്തനത്തിന് തീർത്തും വഴങ്ങാത്ത പദങ്ങളെ അതേരീതിയിൽ തന്നെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കുന്നവർക്ക് ആശയഗ്രഹണം സുഗമമാക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് പാഠപുസ്തകരചന നടത്തിയിരിക്കുന്നത്. അതോടൊപ്പം മലയാളഭാഷയുടെ വളർച്ചയ്ക്കും ഈ പ്രവർത്തനം സഹായകമാകുമെന്ന് കരുതുന്നു.

പാഠപുസ്തകവിവർത്തന രംഗത്ത് നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് നടന്ന വലിയൊരു കാൽവെപ്പാണ് ഇത്. പ്രഥമ സംരംഭമെന്നനിലയിൽ പല പരിമിതികളും പരിഭാഷയിൽ വന്നിട്ടുണ്ടാകാം. ക്ലാസ്മുറിയിൽ പ്രയോഗത്തിൽ വരുമ്പോഴാണ് അവയെല്ലാം കൂടുതൽ ബോധ്യപ്പെടുക. തുടർന്ന് വരുന്ന ഘട്ടങ്ങളിൽ അവയൊക്കെ പരിഹരിക്കുന്നതിന് എല്ലാ അഭ്യുദയകാംക്ഷികളിൽ നിന്നും വിശിഷ്യ അധ്യാപകർ, വിദ്യാർത്ഥികൾ എന്നിവരിൽ നിന്നും അഭിപ്രായങ്ങളും നിർദേശങ്ങളും പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.

ഡോ. ജെ. പ്രസാദ്
ഡയറക്ടർ
എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി. കേരളം

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
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 December 2005

Textbook Development Committee

Chairperson, Advisory Group for Textbooks in Science and Mathematics

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

Chief Advisor

B.L. Khandelwal, *Professor (Retd.)*, *Emeritus Scientist*, CSIR; *Emeritus Fellow*, AICTE and formerly *Chairman*, Department of Chemistry, Indian Institute of Technology, New Delhi

Members

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

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

H.O. Gupta, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

I.P. Aggarwal, Professor, Regional Institute of Education, NCERT, Bhopal

Jaishree Sharma, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

M. Chandra, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

Poonam Sawhney, *PGT* (Chemistry), Kendriya Vidyalaya, Vikas Puri, New Delhi

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

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

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

Sadhna Bhargava, *PGT* (Chemistry), Sardar Patel Vidyalaya, Lodhi Estate, New Delhi

Shubha Keshwan, *Headmistress*, Demonstration School, Regional Institute of Education, NCERT, Mysore

Sukhvir Singh, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Sunita Malhotra, *Professor*, School of Sciences, IGNOU, Maidan Garhi, New Delhi

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

V.P. Gupta, *Reader*, Regional Institute of Education, NCERT, Bhopal

Member-Coordinator

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

ശിൽപ്പശാലയിൽ പങ്കെടുത്തവർ

1. **അനിൽകുമാർ.കെ.എൽ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (എച്ച്.ജി)
   ഗവ. എച്ച്.എസ്.എസ്., അഷ്ടമുടി, കൊല്ലം
2. **അനിൽ.ഡി**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (എച്ച്.ജി)
   ഗവ. എച്ച്.എസ്.എസ്., വിളവൂർക്കൽ,
   തിരുവനന്തപുരം
3. **ആനന്ദ്.എൻ.സത്യശീലൻ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (സെലക്ഷൻ ഗ്രേഡ്)
   എസ്.വി.എച്ച്.എസ്.എസ്., ക്ലാപ്പന, കൊല്ലം
4. **തെരേസ ആലീസ്.ഇ.ജെ**
   പ്രിൻസിപ്പാൾ (റിട്ട.) സെന്റ് സെബാസ്റ്റ്യൻ
   എച്ച്.എസ്.എസ്, ഗോതുരുത്ത്, എറണാകുളം
5. **മനോജ്.എ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി
   എം.ആർ.എം.കെ.എം.എം.എച്ച്.എസ്.എസ്.,
   ഇടവ, തിരുവനന്തപുരം
6. **രതീഷ്.ബി**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (എച്ച്.ജി)
   ഗവ. എച്ച്.എസ്.എസ്., പുത്തൂർ, കൊല്ലം
7. **ശ്രീനിവാസൻ.എസ്**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (എച്ച്.ജി)
   ഗവ. എച്ച്.എസ്.എസ്., വാക്കനാട്,
   കൊല്ലം
8. **സജീവ് തോമസ്**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (സെലക്ഷൻ ഗ്രേഡ്)
   ഗവ. മോഡൽ എച്ച്.എസ്.എസ്., തൈക്കാട്,
   തിരുവനന്തപുരം
9. **സുജിത് ഗോപൻ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി (എച്ച്.ജി)
   എം.എം.എച്ച്.എസ്.എസ്., ഉപ്പൂട്, കൊല്ലം
10. **അഭിലാഷ്.ടി.കെ**
    വി.എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി
    ജി.വി.എച്ച്.എസ്.എസ് പയ്യോളി

വിദഗ്ധർ

1. **ഡോ. എ. സലാഹുദീൻകുഞ്ഞ്**
   പ്രിൻസിപ്പാൾ (റിട്ട.)
   യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം
2. **ഡോ. എം.എസ്. സുശീലൻ**
   പ്രിൻസിപ്പാൾ (റിട്ട.)
   ഗവ. കോളേജ്, ആറ്റിങ്ങൽ, തിരുവനന്തപുരം
3. **ഡോ. ജി. കൃഷ്ണൻ**
   പ്രിൻസിപ്പാൾ (റിട്ട.)
   ഗവ. കോളേജ്, ചവറ, കൊല്ലം
4. **ടി.ജെ. സെബാസ്റ്റ്യൻ ലൂക്കോസ്**
   കെമിസ്ട്രി പ്രൊഫസർ (റിട്ട.)
   യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം
5. **കെ.ജെ. അബ്രഹാം**
   അസ്സോസിയേറ്റ് പ്രൊഫസർ (റിട്ട.)
   മഹാരാജാസ് കോളേജ്, എറണാകുളം
6. **ഡോ. വിജു കുമാർ.വി.ജി**
   അസി. പ്രൊഫസർ ഓഫ് കെമിസ്ട്രി
   യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്,
   തിരുവനന്തപുരം
7. **ഡോ. രാജേഷ്.കെ**
   അസി. പ്രൊഫസർ ഓഫ് കെമിസ്ട്രി
   യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്,
   തിരുവനന്തപുരം
8. **ഡോ. ശ്യാംചന്ദ്**
   അസി. പ്രൊഫസർ ഓഫ് കെമിസ്ട്രി
   യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്,
   തിരുവനന്തപുരം
9. **ബി. രാമചന്ദ്രൻ പിള്ള**
   അസ്സോസിയേറ്റ് പ്രൊഫസർ (റിട്ട.)
   മലയാളവിഭാഗം, യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജ്,
   തിരുവനന്തപുരം

അക്കാദമിക് കോഡിനേറ്റർ

സജീവ് തോമസ്

റിസർച്ച് ഓഫീസർ, എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി

A2G7Z4

ഉള്ളടക്കം

യൂണിറ്റ് 8 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ 319-342

8.1 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ആദ്യകാല ആശയം-ഓക്സീകരണ-നിരോക്സീകരണ രാസ പ്രവർത്തനങ്ങൾ

8.2 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രക്രിയകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ

8.3 ഓക്സീകരണ സംഖ്യ

8.4 റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനവും ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകളും

യൂണിറ്റ് 9 ഹൈഡ്രജൻ 343-362

9.1 ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനം

9.2 ഡൈഹൈഡ്രജൻ, H_2

9.3 ഡൈഹൈഡ്രജൻ H_2 നിർമ്മിക്കുന്നവിധം

9.4 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

9.5 ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

9.6 ജലം

9.7 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്

9.8 ഘനജലം, D_2O

9.9 ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധന രൂപത്തിൽ

യൂണിറ്റ് 10 s-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ 363-382

10.1 ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ - ക്ഷാരലോഹങ്ങൾ

10.2 ക്ഷാരലോഹ സംയുക്തങ്ങളുടെ പൊതുസ്വഭാവങ്ങൾ

10.3 ലിഥിയത്തിന്റെ അസാധാരണമായ ഗുണവിശേഷങ്ങൾ (സ്വഭാവങ്ങൾ)

10.4 സോഡിയത്തിന്റെ ചില പ്രധാന സംയുക്തങ്ങൾ

10.5 സോഡിയത്തിന്റെയും പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രപരമായ പ്രാധാന്യം

10.6 രണ്ടാംഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ: ക്ഷാരീയ മൃത്തികാ ലോഹങ്ങൾ

10.7 ക്ഷാരീയ മൃത്തികാ ലോഹസംയുക്തങ്ങളുടെ പൊതുസവിശേഷതകൾ

10.8 ബെറിലിയത്തിന്റെ അസാധാരണ സ്വഭാവങ്ങൾ

10.9 കാൽസ്യത്തിന്റെ ചില പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തങ്ങൾ

10.10 മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാൽസ്യത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രപരമായ പ്രാധാന്യം

യൂണിറ്റ് 11 p-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ 383–404

11.1 13-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ : ബോറോൺ കുടുംബം
11.2 പ്രധാന പ്രവണതകളും ബോറോണിന്റെ വ്യത്യസ്ത സവിശേഷതകളും
11.3 ബോറോണിന്റെ ചില പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തങ്ങൾ
11.4 ബോറോണിന്റെയും അലുമിനിയത്തിന്റെയും അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളുടെയും ഉപയോഗങ്ങൾ
11.5 14ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ: കാർബൺ കുടുംബം
11.6 കാർബണിന്റെ അസാധാരണ സവിശേഷതകളും പ്രധാന പ്രവണതകളും
11.7 കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങൾ
11.8 കാർബണിന്റെയും സിലിക്കണിന്റെയും ചില പ്രധാന സംയുക്തങ്ങൾ

യൂണിറ്റ് 12 കാർബണിക രസതന്ത്രം - ചില അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങളും സങ്കേതങ്ങളും 405–447

12.1 ആമുഖം
12.2 കാർബണിന്റെ ചതുർസംയോജകത : കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ആകൃതികൾ
12.3 കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനാമാതൃകകൾ
12.4 കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ വർഗീകരണം
12.5 കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണം
12.6 സമാവയവത (ഐസോമെറിസം)
12.7 കാർബണിക രാസപ്രവർത്തന ക്രിയാവിധിയുടെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ
12.8 ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിനുള്ള മാർഗങ്ങൾ
12.9 കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണം
12.10 മാത്രാത്മകവിശ്ലേഷണം

യൂണിറ്റ് 13 ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ 448–485

13.1 വർഗ്ഗീകരണം
13.2 ആൽക്കെയ്നുകൾ
13.3 ആൽക്കീനുകൾ
13.4 ആൽക്കൈനുകൾ
13.5 ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ
13.6 അർബുദജനകത

യൂണിറ്റ് 14 പരിസ്ഥിതി രസതന്ത്രം 486–504

14.1 പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം
14.2 അന്തരീക്ഷ മലിനീകരണം
14.3 ജല മലിനീകരണം
14.4 മണ്ണ് മലിനീകരണം
14.5 വ്യാവസായിക മാലിന്യം
14.6 പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ
14.7 ഹരിത രസതന്ത്രം

പദസൂചിക 505–523

യൂണിറ്റ് 8

T9T9P3

റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (REDOX REACTIONS)

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ

- ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഒരേസമയം സാധ്യമാകുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നു.
- ഓക്സീകരണം (Oxidation), നിരോക്സീകരണം (Reduction), ഓക്സികാരി (Oxidant/Oxidising agent), നിരോക്സികാരി (Reducing agent) എന്നിവ നിർവചിക്കുന്നു.
- ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രക്രിയ വഴി റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ക്രിയാവിധി വിവരിക്കുന്നു.
- ഓക്സീകരണസംഖ്യാസങ്കല്പനം ഉപയോഗിച്ച് ഒരു പ്രവർത്തനത്തിലെ ഓക്സികാരിയെയും നിരോക്സികാരിയെയും തിരിച്ചറിയുന്നു.
- റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തെ സംയോജന പ്രവർത്തനങ്ങൾ, വിഘടന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ, ആദേശ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ, ആനുപാതികമല്ലാത്ത പ്രതിപ്രവർത്തനം എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കുന്നു.
- വിവിധ ഓക്സികാരികളെയും നിരോക്സികാരികളെയും താരതമ്യം ചെയ്യുന്ന ക്രമം നിർദേശിക്കുന്നു.
- i. ഓക്സീകരണസംഖ്യ ii. അർധപ്രവർത്തനരീതി (half reaction method) എന്നീ രീതികൾ ഉപയോഗിച്ച് രാസസമവാക്യങ്ങളെ സമീകരിക്കുന്നു.
- ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ആശയം മനസ്സിലാക്കുന്നു.

"എവിടെയാണോ ഓക്സീകരണം ഉള്ളത്, അവിടെ എല്ലായ്പ്പോഴും നിരോക്സീകരണവും ഉണ്ടായിരിക്കും. രസതന്ത്രം പ്രധാനമായും റിഡോക്സ് വ്യൂഹങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ്."

വിഭിന്നമായ പദാർത്ഥങ്ങളെയും അവ ഒന്നിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് മാറ്റുന്നതിനെക്കുറിച്ചുമാണ് രസതന്ത്രം പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ ഒന്നിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേയ്ക്കുള്ള മാറ്റം പലതരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ മൂലമാണ്. ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട വിഭാഗമാണ് **റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ** ജൈവികവും ഭൗതികവുമായ വളരെയധികം പ്രതിഭാസങ്ങൾ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന്റെ പരിധിയിൽ വരുന്നു. ഔഷധശാസ്ത്രം, ജീവശാസ്ത്രം, വ്യവസായം, ലോഹസംസ്കരണം (മെറ്റലർജി), കൃഷി എന്നീ മേഖലകളിൽ ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പ്രയോജനങ്ങൾ അനവധിയാണ്. ഗാർഹികം, ഗതാഗതം, വ്യാവസായികം എന്നീ ആവശ്യങ്ങൾക്കായുള്ള ഊർജം ലഭ്യമാകുന്നതിന് വിവിധതരം ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിക്കുന്നത്, ഉയർന്ന ക്രിയാശീലതയുള്ള ലോഹങ്ങളും അലോഹങ്ങളും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന വൈദ്യുത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ, കാസ്റ്റിക് സോഡ പോലുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ നിർമ്മാണം, 'ഡ്രൈ ആന്റ് വെറ്റ്' ബാറ്ററികളുടെ പ്രവർത്തനം, ലോഹനാശനം എന്നിവയെല്ലാം റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ വരുന്നു. കൂടാതെ പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങളായ **ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ** (ദ്രാവക ഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കൽ) **ഓസോൺ പാളിയിൽ വിള്ളലുണ്ടാക്കുന്നത്** മുതലായവയും റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ പരിഗണിച്ചു തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

8.1 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ആദ്യകാല ആശയം - ഓക്സീകരണ - നിരോക്സീകരണ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

ആദ്യകാലത്ത്, ഒരു മൂലകത്തിലേക്ക് അല്ലെങ്കിൽ സംയുക്തത്തിലേക്ക് ഓക്സിജനെ സംയോജിപ്പിക്കുന്നതിനെയാണ് **ഓക്സീകരണം** എന്ന പദം കൊണ്ട് യഥാർഥത്തിൽ വിവക്ഷിച്ചിരുന്നത്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ (20%) ഡൈഓക്സിജനുള്ളതിനാൽ മറ്റ് മൂലകങ്ങൾ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് ഓക്സൈഡുകളുടെ രൂപത്തിൽ ഭൂവൽക്കത്തിൽ കാണ

പ്പെടുന്നു. ഓക്സീകരണത്തിന്റെ പരിമിതമായ നിർവചനങ്ങൾക്കനുസരിച്ചുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് താഴെപ്പറയുന്നവ.

$$2\,Mg\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow 2\,MgO\,(s) \qquad (8.1)$$

$$S\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow SO_2\,(g) \qquad (8.2)$$

(8.1), (8.2) എന്നീ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ മെഗ്നീഷ്യം, സൾഫർ എന്നീ മൂലകങ്ങളുമായി ഓക്സിജൻ സംയോജിക്കുമ്പോൾ അവ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അതുപോലെ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ മീഥെയ്നും ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l) \qquad (8.3)$$

(8.3) എന്ന പ്രവർത്തനം സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചാൽ, ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനാൽ നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടു എന്നു മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിയും. ഇത് ഓക്സീകരണത്തെ ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ എന്നു കൂടി പുനർവ്യാഖ്യാനിക്കാൻ രസതന്ത്രജ്ഞരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു. അതിനാൽ പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ എന്നു കൂടി ഉൾക്കൊണ്ട് 'ഓക്സീകരണം' എന്ന പദം വിപുലീകരിക്കപ്പെട്ടു. ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ ഓക്സീകരണമായി കണക്കാക്കാവുന്ന മറ്റൊരു രാസപ്രവർത്തനം താഴെ തന്നിരിക്കുന്നു.

$$2\,H_2S(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2\,S\,(s) + 2\,H_2O\,(l) \qquad (8.4)$$

രസതന്ത്രജ്ഞരുടെ അറിവ് വർദ്ധിച്ചപ്പോൾ, ഓക്സിജനുപകരം ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവായിട്ടുള്ള മറ്റു മൂലകങ്ങൾ ഉൾപ്പെട്ട സദൃശമായ (8.1), (8.4) രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലേക്കും ഓക്സീകരണം എന്ന പദം വ്യാപിപ്പിച്ചത് സ്വാഭാവികമാണ്. താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഫ്ളൂറിൻ, ക്ലോറിൻ, സൾഫർ എന്നിവ മൂലമുള്ള മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെ ഓക്സീകരണം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$Mg\,(s) + F_2\,(g) \rightarrow MgF_2\,(s) \qquad (8.5)$$

$$Mg\,(s) + Cl_2\,(g) \rightarrow MgCl_2\,(s) \qquad (8.6)$$

$$Mg\,(s) + S\,(s) \rightarrow MgS\,(s) \qquad (8.7)$$

(8.5) മുതൽ (8.7) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളെയും കൂടി ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ കൊണ്ടുവന്നത് ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ മാത്രമല്ല, ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകങ്ങളുടെ നീക്കം ചെയ്യൽ കൂടി ഓക്സീകരണമായി പരിഗണിക്കാൻ രസതന്ത്രജ്ഞരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു. അതിനാൽ

$$2K_4[Fe(CN)_6](aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 2K_3[Fe(CN)_6](aq) + 2\,KOH\,(aq)$$

എന്ന പ്രവർത്തനത്തിൽ പൊട്ടാസ്യം ഫെറിസയനൈഡ് രൂപപ്പെടുന്നതിനുമുമ്പ് പൊട്ടാസ്യം ഫെറോസയനൈഡിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവ് മൂലകമായ പൊട്ടാസ്യം നീക്കം ചെയ്യുന്നത് ഒരു ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനമായി വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെട്ടു. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ **ഓക്സീകരണം** എന്നതിനെ ഇങ്ങനെ നിർവചിക്കാം - **ഓക്സിജൻ/ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവ് മൂലകം ഒരു പദാർത്ഥത്തോട് ചേർക്കുന്നത് അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ/ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവ് മൂലകം ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യുന്നത്.**

തുടക്കത്തിൽ, നിരോക്സീകരണം എന്നത് ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നുള്ള ഓക്സിജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ എന്നായാണ് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. എന്നാൽ അടുത്തകാലത്ത് **നിരോക്സീകരണത്തിന്റെ** നിർവചനം **ഓക്സിജൻ/ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകത്തിന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ/ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകത്തിന്റെ ചേർക്കൽ എന്നു കൂടി** ഉൾപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് കൂടുതൽ വിപുലീകരിക്കപ്പെട്ടു.

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന നിർവചനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2\,HgO\,(s) \xrightarrow{\Delta} 2\,Hg\,(l) + O_2\,(g) \qquad (8.8)$$

(മെർക്കുറിക് ഓക്സൈഡിൽ നിന്നും ഓക്സിജനെ നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.)

$$2\,FeCl_3\,(aq) + H_2\,(g) \rightarrow 2\,FeCl_2\,(aq) + 2\,HCl(aq) \qquad (8.9)$$

(ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകമായ ക്ലോറിൻ ഫെറിക് ക്ലോറൈഡിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.)

$$CH_2 = CH_2\,(g) + H_2\,(g) \rightarrow H_3C - CH_3\,(g) \qquad (8.10)$$

(ഹൈഡ്രജനെ കൂട്ടിച്ചേർത്തിരിക്കുന്നു.)

$$2HgCl_2\,(aq) + SnCl_2\,(aq) \rightarrow Hg_2Cl_2\,(s) + SnCl_4\,(aq) \qquad (8.11)$$

(മെർക്കുറി, മെർക്കുറിക് ക്ലോറൈഡിനോട് കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നു.)

പ്രവർത്തനം (8.11) ൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകമായ ക്ലോറിൻ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതിലൂടെ സ്റ്റാനസ് ക്ലോറൈഡ്, സ്റ്റാനിക് ക്ലോറൈഡായി മാറുന്ന തരത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനവും സാധ്യമാകുന്നു. ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും ഒരേ സമയത്തു നടക്കുന്നു എന്നത് വളരെ വേഗത്തിൽ വ്യക്തമാകുമല്ലോ? (മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വീണ്ടും പരിശോധിച്ചാൽ പ്രകടമാകുന്നതാണ്.) അതിനാൽ **'റിഡോക്സ്'** എന്ന പദം ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യമാണ്.

ചോദ്യം 8.1

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഓക്സീകരണത്തിനും നിരോക്സീകരണത്തിനും വിധേയമാകുന്ന ഇനങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുക.

(i) $H_2S\ (g) + Cl_2\ (g) \rightarrow 2\ HCl\ (g) + S\ (s)$

(ii) $3Fe_3O_4\ (s) + 8\ Al\ (s) \rightarrow 9\ Fe\ (s) + 4Al_2O_3\ (s)$

(iii) $2\ Na\ (s) + H_2\ (g) \rightarrow 2\ NaH\ (s)$

ഉത്തരം:

i) കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകമായ ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രജനോട് കൂടിച്ചേർന്നതു കൊണ്ട് H_2S ന് ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചു. (അല്ലെങ്കിൽ H_2S ൽ നിന്ന് കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകമായ ഹൈഡ്രജൻ നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.) ഹൈഡ്രജൻ ചേർക്കപ്പെട്ടതിനാൽ ക്ലോറിന് നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചു.

ii) ഓക്സിജൻ ചേർക്കപ്പെട്ടതിനാൽ അലൂമിനിയത്തിന് ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചു; ഓക്സിജൻ നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടതിനാൽ ഫെറസ് ഫെറിക് ഓക്സൈഡ് (Fe_3O_4) ന് നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചു.

iii) വളരെ ശ്രദ്ധയോടെ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റി എന്ന ആശയം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി മാത്രമേ സോഡിയത്തിന് ഓക്സീകരണം ഉണ്ടായിയെന്നും ഹൈഡ്രജന് നിരോക്സീകരണം നടന്നു എന്നും പറയാനാകുകയുള്ളു.

പ്രവർത്തനം (iii) നമ്മെ മറ്റൊരു രീതിയിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തെ നിർവചിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു.

8.2 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രക്രിയകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ (Redox reactions in terms of electron transfer reactions)

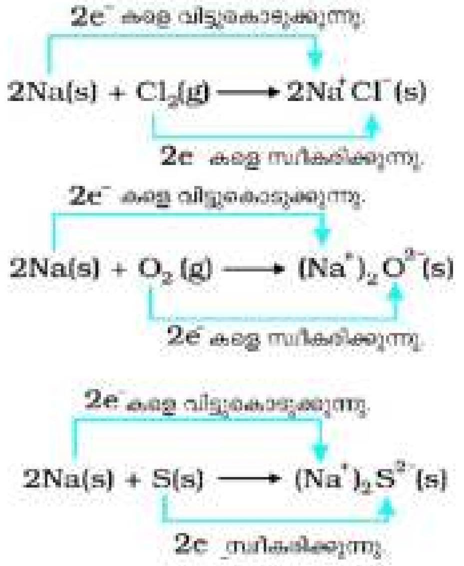
താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെല്ലാം റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളാണെന്ന് നാം ഇതിനിടയിൽ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

$$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl\ (s) \qquad (8.12)$$

$$4Na(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O(s) \qquad (8.13)$$

$$2Na(s) + S(s) \rightarrow Na_2S(s) \qquad (8.14)$$

ഇവയിൽ ഓക്സിജൻ, അല്ലെങ്കിൽ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവായ ഒരു മൂലകം സോഡിയത്തിനോട് ചേർക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ സോഡിയം ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടു എന്നും അതുപോലെ ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകമായ സോഡിയം ചേർക്കപ്പെട്ടതിനാൽ, ക്ലോറിൻ, ഓക്സിജൻ, സൾഫർ എന്നിവ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടു എന്നും വ്യക്തമാണ്. രാസബന്ധനത്തിലുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വച്ച് പരിഗണിക്കുമ്പോൾ $NaCl$, Na_2O, Na_2S എന്നിവ അയോണിക സംയുക്തങ്ങളാണെന്നാണ് നാം മനസ്സിലാക്കുന്നത്. അതിനാൽ ചിലപ്പോൾ ഒന്നുകൂടി ശരിയായി ഇങ്ങനെ എഴുതാം. $Na^+Cl^-\ (s)$, $(Na^+)_2O^{2-}\ (s)$, $(Na^+)_2\ S^{2-}\ (s)$. (8.12)–(8.14) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഈ ഇനങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന ചാർജുകൾ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം.



സൗകര്യത്തിനായി, മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രക്രിയകൾ രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ഘട്ടങ്ങളായി കണക്കാക്കാം. ഒന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നഷ്ടം ഉൾപ്പെടുന്നത്, മറ്റൊന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നേട്ടം ഉൾപ്പെടുന്നത്.

ഒരു ഉദാഹരണമായി സോഡിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ രൂപീകരണം ഒന്നുകൂടി വിശദമായി പരിശോധിച്ചാൽ

$$2\ Na(s) \rightarrow 2\ Na^+(g) + 2e^-$$

$$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2\ Cl^-\ (g)$$

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ഓരോ ഘട്ടത്തിനെയും അർധ രാസപ്രവർത്തനം (Half reaction) എന്നു പറയുന്നു. അത് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ പങ്കാളിത്തം സ്പഷ്ടമായി വ്യക്തമാക്കുന്നു. അർധ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർക്കുമ്പോൾ പൂർണമായ രാസപ്രവർത്തനം ലഭിക്കുന്നു.

$2\ Na(s) + Cl_2\ (g) \rightarrow 2\ Na^+\ Cl^-\ (s)$ അല്ലെങ്കിൽ $2\ NaCl\ (s)$

(8.12) മുതൽ (8.14) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് **ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നഷ്ടം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അർധരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളും ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നേട്ടം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അർധരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ നിരോക്സീകരണപ്രവർത്തനങ്ങളുമാണ്**, എന്നാണ്.

ആദ്യകാല ആശയങ്ങളും ഇനങ്ങളുടെ/വർഗങ്ങളുടെ സ്വഭാവവും ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റം നടത്തുമ്പോൾ അവയ്ക്കുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസവും പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ചു കൊണ്ടു മാത്രമേ പുതിയ രീതിയിൽ ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും നിർവചിക്കുന്നത് സാധ്യമാകൂ.

(8.12) മുതൽ (8.14) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിശോധിച്ചാൽ ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായ സോഡിയം അതുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഓരോ മൂലകത്തിനും ഇലക്ട്രോണിനെ സംഭാവന ചെയ്ത് അവയെ നിരോക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നതിനാൽ സോഡിയം ഒരു **നിരോക്സീകാരി**യായി (reducing agent) പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ, ഓക്സിജൻ, സൾഫർ എന്നിവ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ അവ ഓക്സീകാരികളായി വർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കാരണം ഇവ സോഡിയത്തിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വീകരിക്കുന്നു.

ചുരുക്കി, നമുക്ക് ഇത്തരത്തിൽ വിവരിക്കാം.

ഓക്സീകരണം : ഏതു ഇനം/വർഗത്തിനും ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെടുന്നത്.

നിരോക്സീകരണം : ഏതു ഇനം/വർഗത്തിനും ഇലക്ട്രോണുകൾ ലഭിക്കുന്നത്.

ഓക്സീകാരി : ഇലക്ട്രോൺ(കൾ) സ്വീകാരി (Oxidising agent)

നിരോക്സീകാരി : ഇലക്ട്രോൺ(കൾ) ദാതാവ് (Reducing agent)

ചോദ്യം 8.2

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണെന്നു സമർത്ഥിക്കുക.

$$2\,Na(s) + H_2(g) \rightarrow 2\,NaH\,(s)$$

ഉത്തരം:

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനഫലമായി ഉണ്ടാവുന്ന സംയുക്തം അയോണികമായതിനാൽ അവയെ Na^+H^- എന്ന് ചിത്രീകരിക്കാം. ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്ന അർധരാസപ്രവർത്തനമാണ്

$$2\,Na\,(s) \rightarrow 2\,Na^+(g) + 2e^-$$

രണ്ടാമത്തെ അർധരാസപ്രവർത്തനമാണ്

$$H_2\,(g) + 2e^- \rightarrow 2\,H^-(g)$$

ഈ രാസപ്രവർത്തനം രണ്ടായി വിഭജിച്ച് പരിശോധിക്കുമ്പോൾ സോഡിയത്തിന് ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചെന്നും ഹൈഡ്രജന് നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചുവെന്നും മനസ്സിലാക്കാം. അതിനാൽ പൂർണ്ണ രൂപത്തിൽ ഈ രാസസമവാക്യം റിഡോക്സ് മാറ്റമാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്നു.

8.2.1 പ്രതിയോഗി ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

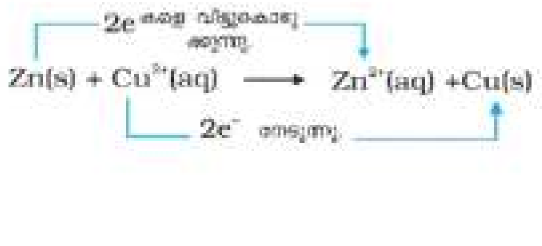
ചിത്രം (8.1) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ സിങ്കിന്റെ ഒരു ലോഹദണ്ഡ് കോപ്പർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിയിൽ ഒരു മണിക്കൂർ നേരത്തേക്ക് മുക്കി വയ്ക്കുക. Zn ദണ്ഡ് ചുവന്ന ലോഹീയ കോപ്പർ കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതും ലായനിയുടെ നീല നിറം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നതായും കാണാം. Cu^{2+} അയോണിന്റെ സാന്നിധ്യം മൂലമുള്ള ലായനിയുടെ നീല നിറം അപ്രത്യക്ഷമാവുമ്പോൾ ഉല്പന്നങ്ങളിൽ Zn^{2+} അയോണുകളുടെ രൂപീകരണം നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്. അമോണിയ ഉപയോഗിച്ച് ക്ഷാരീയമാക്കിയ ലായനിയിലൂടെ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് വാതകം കടത്തിവിട്ടാൽ, ലായനിയിലുള്ള Zn^{2+} അയോൺ വെളുത്ത സിങ്ക് സൾഫൈഡ് (ZnS) ആയി രൂപപ്പെടുന്നതായി കാണാം.

ലോഹീയ സിങ്കും കോപ്പർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിയും തമ്മിലുള്ള രാസപ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

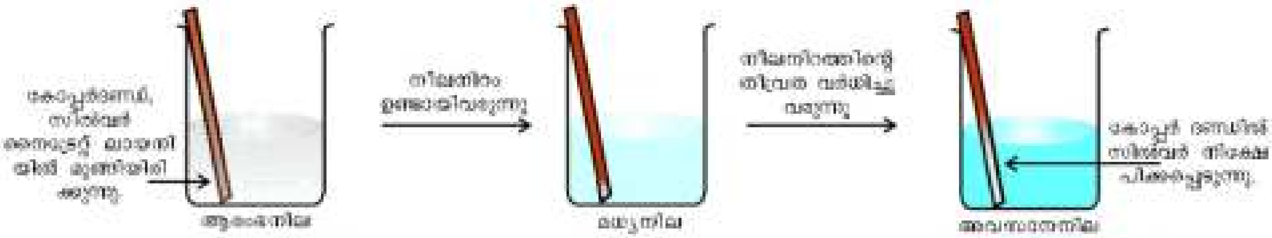
$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \qquad (8.15)$$

പ്രവർത്തനം (8.15) ൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെട്ട് Zn^{2+} അയോണുകളായി മാറുന്ന Zn ന് ഓക്സീകരണം സംഭവിക്കുന്നു. വ്യക്തമായി പറഞ്ഞാൽ, ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വതന്ത്രമാക്കി Zn ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ഈ ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വീകരിച്ച മറ്റൊന്നിന് നിരോക്സീകരണം സാധ്യമാകണം. Zn ൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വീകരിച്ച് കോപ്പർ അയോൺ നിരോക്സീകരണത്തിനു വിധേയമാകുന്നു.

പ്രവർത്തനം 8.15 വീണ്ടും ഇങ്ങനെ എഴുതാം.



ചിത്രം 8.1 ബീക്കറിൽ, Zn ഉം കോപ്പർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയും $Cu(NO_3)_2$ തമ്മിൽ നടക്കുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം



ചിത്രം 8.2 കോപ്പറിനും സിൽവർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിക്കുമിടയിൽ നടക്കുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം.

ഇനി നമുക്ക് (8.15) ലെ രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ സന്തുലനാവസ്ഥ പരിശോധിക്കാം. ഇതിനുവേണ്ടി, നമുക്ക് ലോഹീയ കോപ്പർ ദണ്ഡ് $ZnSO_4$ ലായനിയിൽ മുക്കി വയ്ക്കാം. ഒരു രാസപ്രവർത്തനവും നാം കാണുന്നില്ല. ലായനിയിൽ Cu^{2+} അയോണിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യമറിയുന്നതിന് H_2S വാതകം കടത്തിവിട്ട് കുപ്രിക് സൾഫൈഡിന്റെ (CuS) കറുത്ത അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടോയെന്നുള്ള പരിശോധനയും വിജയിക്കുന്നില്ല. കുപ്രിക് സൾഫൈഡിന്റെ ലേയത്വം വളരെ കുറവായതിനാൽ ഇത് വളരെ പെട്ടെന്ന് ഫലിക്കുന്ന പരിശോധനയാണ്. എന്നിട്ടും ലായനിയിലുള്ള Cu^{2+} അയോണിന്റെ അളവ് കണ്ടുപിടിക്കാനാവുന്നില്ല. ചുരുക്കി പറഞ്ഞാൽ പ്രവർത്തനം (8.15) ന്റെ സന്തുലനം അഭികാരകങ്ങളെക്കാൾ ഉത്പന്നങ്ങൾക്കാണ് കൂടുതൽ അനുകൂലം.

കോപ്പർ ലോഹവും സിൽവർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിയും തമ്മിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റ രാസപ്രവർത്തനത്തിലേക്ക് കടക്കാം. ഇതിനായി ചിത്രം 8.2 ലേതുപോലെ സജ്ജീകരിക്കാം.

$2e^-$ കളെ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നു.

$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s) \quad (8.16)$$

$2e^-$ കളെ സ്വീകരിക്കുന്നു.

റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം മൂലം Cu^{2+} ഉണ്ടാവുകയും ലായനി നീല നിറമുള്ളതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ Cu(s), Cu^{2+} (aq) അയോണായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും Ag^+ (aq) അയോണുകൾ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് Ag(s) ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. സന്തുലനാവസ്ഥ ഉത്പന്നങ്ങളായ Cu^{2+}(aq)നും Ag(s) നും അനുകൂലമാണ്.

നമുക്ക് നിക്കൽ സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ കോബാൾട്ട് ലോഹം മുങ്ങിയിരിക്കുന്ന അവസ്ഥ താരതമ്യം ചെയ്യാം. ഇവിടെ നടക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനം

$2e^-$ കളെ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നു.

$$Co(s) + Ni^{2+}(aq) \longrightarrow Co^{2+}(aq) + Ni(s) \quad (8.17)$$

$2e^-$ കളെ നേടുന്നു.

സംതുലനാവസ്ഥയിൽ, Co^{2+}(aq), Ni^{2+}(aq) എന്നിവ ലായിനിയിലുള്ളത് മിതമായ ഗാഢതയിലാണെന്ന് പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നു. അതിനാൽ അഭികാരകങ്ങളായ Co(s) നെയോ Ni^{2+}(aq) നെയോ ഉത്പന്നങ്ങളായ Co^{2+}(aq) നെയോ Ni (s) നെയോ സംതുലനാവസ്ഥ വലിയ തോതിൽ അനുകൂലിക്കുന്നില്ല.

ഇലക്ട്രോണുകളെ തൽസമയം സ്വതന്ത്രമാക്കാനുള്ള ഈ മത്സരം നമ്മെ ഓർമ്മിപ്പിക്കുന്നത് ആസിഡുകൾക്കിടയിലുള്ള പ്രോട്ടോണിനെ സ്വതന്ത്രമാക്കാനുള്ള മത്സരമാണ്. ഈ സമാനത സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ആസിഡുകളുടെ വീര്യം സൂചിപ്പിക്കാനെന്നതുപോലെ ലോഹങ്ങൾക്കും അവയുടെ അയോണുകൾക്കും ഇലക്ട്രോണുകളെ വിട്ടുകൊടുക്കാനുള്ള പ്രവണതയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒരു പട്ടിക തയ്യാറാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു എന്നാണ്. പ്രസ്തുതവിഷയത്തിൽ നമ്മൾ ഒരു താരതമ്യപഠനം നടത്തികഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. താരതമ്യം ചെയ്തതിൽനിന്ന് മനസ്സിലാക്കിയതെന്തെന്നാൽ സിങ്ക്, കോപ്പ

റിലേക്ക് ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. അതുപോലെ കോപ്പർ സിൽവറിലേക്കും. അതുകൊണ്ട് ഇവയുടെ ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വതന്ത്രമാക്കാനുള്ള പ്രവണതയുടെ ക്രമം Zn>Cu>Ag എന്നതാണ്. ഇങ്ങനെ ഈ പട്ടിക വിപുലീകരിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് **ക്രിയാശീല ശ്രേണി (electro chemical series or metal activity series)** ലഭിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണുകൾക്കുവേണ്ടിയുള്ള വ്യത്യസ്ത ലോഹങ്ങളുടെ ഈ മത്സരം രാസപ്രക്രിയയിലൂടെ വൈദ്യുതി സ്രോതസായി മാറുന്ന ഗാൽവനിക് സെല്ലുകളെ രൂപീകരിക്കുവാൻ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. ഈ സെല്ലുകളെക്കുറിച്ച് കൂടുതലായി 12-ാം ക്ലാസ്സിൽ പഠിക്കാം.

8.3 ഓക്സീകരണ സംഖ്യ

ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ജലമുണ്ടാകുന്ന രാസപ്രവർത്തനം ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റത്തിനെക്കുറിച്ച് അൽപ്പം മാത്രം വ്യക്തത തരുന്ന ഉദാഹരണമാണ്.

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O\ (l) \qquad (8.18)$$

അത്ര ലളിതമല്ലാത്ത സമീപനമാണെങ്കിലും H_2 വിൽ നിന്നും നിർവീര്യ (പൂജ്യം) അവസ്ഥയിലുള്ള H ആറ്റം, H_2O-ൽ പോസിറ്റീവ് അവസ്ഥയിലേക്കും O_2-ൽ പൂജ്യം അവസ്ഥയിലുള്ള O ആറ്റം H_2O-ൽ ഡി നെഗറ്റീവ് അവസ്ഥയിലേക്കും മാറുന്നത് നിങ്ങൾ ഒന്ന് വിഭാവനം ചെയ്യൂ.

ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നും ഓക്സിജനിലേക്ക് ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം നടന്നുവെന്നും തൽഫലമായി H_2 ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടുവെന്നും O_2 നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടുവെന്നും സങ്കൽപ്പിക്കാം. എന്നിരുന്നാലും, ചാർജ്ജ് മാറ്റം ഭാഗികം മാത്രമാണെന്ന് നാം പിന്നീട് മനസ്സിലാക്കും. ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നും പൂർണ്ണമായുള്ള ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടം, ഓക്സിജന്റെ ഇലക്ട്രോൺ നേട്ടം എന്നതിലും കവിഞ്ഞ് ഇത് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം എന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നതാവും ഉത്തമം. സമവാക്യം 8.18 നെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പറഞ്ഞതെല്ലാം സഹസംയോജക ബന്ധനം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന വ്യത്യസ്തമായ പ്രവർത്തനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച് ശരിയാണ്. ഈ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന അതുപോലുള്ള രണ്ടുദാഹരണങ്ങളാണ്.

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \qquad (8.19)$$

$$CH_4(g) + 4Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(l) + 4HCl(g) \qquad (8.20)$$

സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ചലനത്തിന്റെ മാർഗ്ഗം കണ്ടുപിടിക്കാൻ പ്രായോഗികമായി **ഓക്സീകരണ സംഖ്യ** എന്ന പുതിയ രീതി രൂപീകരിച്ചു. ഈ രീതിയിൽ കുറഞ്ഞ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവത ഉള്ള ആറ്റത്തിൽ നിന്നും കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് ആയ ആറ്റത്തിലേക്ക് പൂർണ്ണമായ ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം നടത്തുന്നുവെന്ന് അനുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിലെ ഭാഗമായ ഓരോ ആറ്റങ്ങളുടെയും ചാർജ്ജ് വ്യക്തമാക്കി കൊണ്ട് നമുക്ക് 8.18 മുതൽ 8.20 വരെയുള്ള രാസസമവാക്യങ്ങൾ പുതുക്കി എഴുതാം.

$$\overset{0}{2H_2}(g) + \overset{0}{O_2}(g) \rightarrow 2\overset{-1}{H_2}\overset{2}{O}\ (l) \qquad (8.21)$$

$$\overset{0}{H_2}(g) + \overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow 2\overset{-1}{H}\overset{1}{Cl}(g) \qquad (8.22)$$

$$\overset{4-1}{CH_4}(g) + 4\overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow \overset{-4}{C}\overset{1}{Cl_4}(l) + 4\overset{-1}{H}\overset{1}{Cl}(g) \qquad (8.23)$$

ഇവിടെ എടുത്തു പറയേണ്ട കാര്യം, ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം നടന്നു എന്ന അനുമാനം കേവലം കണക്കുകൂട്ടലിനു വേണ്ടി മാത്രമാണെന്നുള്ളതാണ്. ഇത് ഈ യൂണിറ്റിന്റെ ഇനിയുള്ള ഭാഗത്ത് റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളെ ലളിതമായി വിവരിക്കുമ്പോൾ വ്യക്തമാകും.

സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ ജോഡി പൂർണ്ണമായും കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് ആയിട്ടുള്ള മൂലകത്തിന്റേതാണ് എന്നതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി രൂപപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ചില നിയമങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് സംയുക്തത്തിലെ ഒരു മൂലകത്തിനു നൽകിയിട്ടുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതാണ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യ.

ഒരു സംയുക്തം അല്ലെങ്കിൽ അയോണിൽ ഏതു മൂലകമാണ് കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവ് എന്ന് ഓർത്തിരിക്കാൻ അല്ലെങ്കിൽ കണ്ടെത്താൻ എല്ലായ്പ്പോഴും അത്ര എളുപ്പമല്ല. അതിനാൽ ഒരു സംയുക്തത്തിലെ അല്ലെങ്കിൽ അയോണിലെ ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനായി ഒരു കൂട്ടം നിയമങ്ങൾ രൂപീകൃതമായിട്ടുണ്ട്. $Na_2S_2O_3/Cr_2O_7^-$ പോലുള്ള ഒരു തന്മാത്രയിലോ അല്ലെങ്കിൽ അയോണിലോ ഒരു മൂലകത്തിന്റെ രണ്ടോ അതിലധികമോ ആറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ മൂലകത്തിന്റെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നു പറയുന്നത് ആ മൂലകത്തിന്റെ എല്ലാ ആറ്റങ്ങളുടെയും ഓക്സീകരണസംഖ്യകളുടെ ശരാശരിയാണ്. ഈ അവസരത്തിൽ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള ചില നിയമങ്ങൾ പ്രസ്താവിക്കാം.

1. മൂലകങ്ങളിൽ, സ്വതന്ത്രമായ അഥവാ സംയോജിക്കാത്ത അവസ്ഥയിൽ, ഓരോ ആറ്റത്തിന്റെയും

ഓക്സീകരണ സംഖ്യ പൂജ്യമായിരിക്കും. ഒന്നുകൂടി വ്യക്തമാക്കിയാൽ H_2, O_2, Cl_2, O_3, P_4, S_8, Na, Mg, Al ഇവയുടെയെല്ലാം ഓരോ ആറ്റത്തിന്റെയും ഓക്സീകരണസംഖ്യ പൂജ്യമാണ്.

2. ഒരു ആറ്റം മാത്രമുള്ള അയോണുകളിൽ ആറ്റത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നത് അയോണിന്റെ ചാർജ്ജിനു തുല്യമാണ്. അതായത് Na^{+} അയോണിന് +1, Mg^{2+} അയോണിന് +2, Fe^{3+} അയോണിന്, +3, Cl^{-} അയോണിന് -1, O^{2-} അയോണിന്, −2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയാണ് ഉള്ളത്. ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങൾക്ക്, അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളിലുള്ള ഓക്സീകരണ സംഖ്യ +1 ഉം എല്ലാ ക്ഷാരീയമൃത്തിക ലോഹങ്ങൾക്കും +2 ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുമാണുള്ളത്. അലുമിനിയത്തിന് അതിന്റെ എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളിലും +3 ഓക്സീകരണ സംഖ്യയാണെന്ന് കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

3. മിക്കവാറും എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളിലും ഓക്സിജന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ −2 ആണ്. എന്നാൽ രണ്ടുതരം വ്യത്യസ്തകൾ നിലനിൽക്കുന്നു. ഒന്ന് ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ നേരിട്ട് തമ്മിൽ ബന്ധനത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളായ പെറോക്സൈഡുകളും സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകളും. പെറോക്സൈഡുകളിൽ (ഉദാ. H_2O_2, Na_2O_2) ഓരോ ഓക്സിജൻ ആറ്റത്തിനും −1 ഓക്സീകരണസംഖ്യയാണുള്ളത്. എന്നാൽ സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകളിൽ (ഉദാ. KO_2, RbO_2) ഓക്സിജന് −½ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയാണുള്ളത്. രണ്ടാമത്തെ വ്യത്യസ്തത നാമമാത്രമായാണ് കാണാറുള്ളത്, ഓക്സിജൻ ഫ്ളൂറിനുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഉദാഹരണത്തിന് ഓക്സിജൻ ഡൈഫ്ളൂറൈഡ് (OF_2) ഉം ഡൈ ഓക്സിജൻ ഡൈഫ്ളൂറൈഡും (O_2F_2), ഓക്സിജന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ യഥാക്രമം +2, +1 എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഓക്സിജന്റെ ബന്ധനാവസ്ഥയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ഓക്സിജനു ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത് എങ്കിലും ഈ നമ്പർ ഇവിടെ പോസിറ്റീവ് ആയിരിക്കും.

4. ദ്വയാംഗ സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഹൈഡ്രജൻ ലോഹങ്ങളുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുന്ന സാഹചര്യം മാറ്റി നിർത്തിയാൽ ഹൈഡ്രജന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ +1ആണ്. എന്നാൽ ദ്വയാംഗി ലോഹസംയുക്തങ്ങളിൽ, ഉദാഹരണത്തിന് LiH, NaH, CaH_2 എന്നിവയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ -1 ആണ്.

5. ഫ്ളൂറിന്റെ എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളിലും ഫ്ളൂറിന് -1 ഓക്സീകരണ സംഖ്യയാണ് ഉള്ളത്. സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഹാലൈഡ് അയോണുകളായി കാണപ്പെടുമ്പോൾ മറ്റു ഹാലൊജനുകളിലും (Cl, Br,I) -1 ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കാണിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയോഡിൻ എന്നിവ ഓക്സിജനുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുമ്പോൾ അവയ്ക്ക് ഉദാഹരണത്തിന് ഓക്സോ ആസിഡുകളിലും ഓക്സോ ആനയോണുകളിലും പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയാണുള്ളത്.

6. ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യകളുടെ ബീജഗണിത തുക (algebraic sum) പൂജ്യമായിരിക്കും. പോളി അറ്റോമിക അയോണിൽ, അയോണിലെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുടെ ബീജഗണിത തുക ആ അയോണിലെ ചാർജ്ജിനു തുല്യമായിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന്, കാർബണേറ്റ് അയോണിൽ, $(CO_3)^{2-}$ മൂന്ന് ഓക്സിജൻ ആറ്റത്തിന്റെയും ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തിന്റെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥയുടെ ആകെത്തുക −2 ന് തുല്യമായിരിക്കും.

ഈ നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് കൊണ്ട് ഒരു തന്മാത്രയിലെ അല്ലെങ്കിൽ അയോണിലെ നമ്മൾ ആഗ്രഹിക്കുന്ന ആറ്റത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കാനാവും. ലോഹീയ മൂലകങ്ങൾക്ക് പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയും അലോഹീയ മൂലകങ്ങൾക്ക് പോസിറ്റീവ് അല്ലെങ്കിൽ നെഗറ്റീവ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുമായിരിക്കുമെന്ന കാര്യം വ്യക്തമാണല്ലോ. സംക്രമണ മൂലകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങൾ പലപ്പോഴും വ്യത്യസ്ത പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണിക്കും. പ്രാതിനിധ്യ മൂലകങ്ങളുടെ ഉയർന്ന ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നു പറയുന്നത്, ആദ്യത്തെ രണ്ടു ഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് അവയുടെ ഗ്രൂപ്പ് നമ്പറും മറ്റു ഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് അവയുടെ ഗ്രൂപ്പ് നമ്പറിൽനിന്ന് −10 കുറയ്ക്കുന്നതിനു തുല്യമായിരിക്കും. (ഇത് ദീർഘരൂപത്തിലുള്ള ആവർത്തനപ്പട്ടികയ്ക്ക് അനുസരിച്ച് ആയിരിക്കും.) ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ആറ്റം കാണിക്കുന്ന ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുടെ മൂല്യം പൊതുവെ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ പിരിയഡിന് കുറുകെ വർദ്ധിക്കുന്നതായി കാണാം. താഴെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ മൂന്നാമത്തെ പിരിയഡിലെ മൂലകങ്ങളുടെ സംയുക്തങ്ങളിൽ മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യകളുടെ മാറ്റം 1 മുതൽ 7 വരെയാണ്.

പലപ്പോഴും ഓക്സീകരണ സംഖ്യയ്ക്കു പകരം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു പദമാണ് **ഓക്സീകരണാവസ്ഥ.**

ഗ്രൂപ്പ്	1	2	13	14	15	16	17
മൂലകം	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
സംയുക്തം	NaCl	$MgSO_4$	AlF_3	$SiCl_4$	P_4O_{10}	SF_6	$HClO_4$
ഗ്രൂപ്പ് മൂലകത്തിന്റെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഓക്സീകരണസംഖ്യ/ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7

അതിനാൽ CO_2 കാർബണിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +4 എന്നത് അതിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കൂടിയാണ്. അതുപോലെ ഓക്സിജന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും ഓക്സീകരണ സംഖ്യയും -2 ആണ്. ഒരു സംയുക്തത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ അതിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയെയും കാണിക്കുന്നു എന്നാണ് ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ലോഹങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ/അവസ്ഥ ചിലപ്പോൾ ജർമൻ രസതന്ത്രജ്ഞനായ ആൽഫ്രഡ് സ്റ്റോക്ക് നൽകിയ ചിഹ്നങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ചിത്രീകരിക്കാറുണ്ട്. ഇത് '**സ്റ്റോക്ക് പ്രതിനിധീകരണം**' എന്ന പേരിൽ പ്രസിദ്ധമാണ്. തന്മാത്രാവാക്യത്തിൽ ലോഹത്തിന്റെ പ്രതീകത്തിനുശേഷം ഓക്സീകരണ സംഖ്യ ബ്രാക്കറ്റിൽ എഴുതിയാണ് ഈ രീതിയിൽ ചിത്രീകരിക്കുന്നത്. അങ്ങനെ ഓറസ്ക്ലോറൈഡും ഓറിക്ക്ലോറൈഡും Au(I)Cl, $Au(III)Cl_3$ ഈ രീതിയിൽ എഴുതാം. ഇതുപോലെ സ്റ്റാനസ്ക്ലോറൈഡും സ്റ്റാനിക്ക്ലോറൈഡും $Sn(II)Cl_2$, $Sn(IV)Cl_4$ എന്നിങ്ങനെ എഴുതാം. ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ ഈ വ്യത്യാസം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലെ മാറ്റമാണ്. ഇത് ഒരു ആറ്റം ഓക്സീകരണ രൂപത്തിലാണോ അതോ നിരോക്സീകരണ രൂപത്തിലാണോ എന്നു കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. അങ്ങനെ $Hg(II)Cl_2$ന്റെ ഒരു നിരോക്സീകരണ രൂപമാണ് $Hg_2(I)Cl_2$ എന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

ചോദ്യം 8.3

സ്റ്റോക്ക് പ്രതിനിധീകരണം ഉപയോഗിച്ച് താഴെ പറയുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ പ്രതിനിധീകരിക്കുക. $HAuCl_4$, Tl_2O, FeO, Fe_2O_3, CuI, CuO, MnO, MnO_2

ഉത്തരം:

സംയുക്തത്തിലെ തന്നിരിക്കുന്ന മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള നിയമം ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിച്ചശേഷം സംയുക്തത്തിലെ ലോഹീയ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ താഴെപ്പറയുംവിധം എഴുതാം.

$HAuCl_4$ → Au ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 3
Tl_2O → Tl ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 1
FeO → Fe ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 2
Fe_2O_3 → Fe ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 3
CuI → Cu ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 1
CuO → Cu ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 2
MnO → Mn ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 2
MnO_2 → Mn ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 4

അതിനാൽ, സംയുക്തങ്ങളെ താഴെപ്പറയുന്നതുപോലെ കാണിക്കാം.

$HAu(III)Cl_4$, $Tl_2(I)O$, Fe(II)O, $Fe_2(III)O_3$, Cu(I)I, Cu(II)O, Mn(II)O, $Mn(IV)O_2$

ഓക്സീകരണം, നിരോക്സീകരണം, ഓക്സീകാരി, നിരോക്സീകാരി എന്നീ പദങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നതിനായി ഓക്സീകരണ നമ്പർ എന്ന ആശയം സ്ഥിരമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

ഓക്സീകരണം: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ വർധനവ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

നിരോക്സീകരണം: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലെ കുറവ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

ഓക്സീകാരി: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ വർധിപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന (രാസപദാർഥം) അഭികാരകം. ഇതിനെ (ഈ പരീക്ഷകങ്ങളെ) ഓക്സിഡന്റ് എന്നും വിളിക്കാം.

നിരോക്സീകാരി: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കുറയ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന അഭികാരകം. ഇതിനെ 'റിഡക്റ്റന്റ്' എന്നും വിളിക്കാം.

റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ: പ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുന്ന വർഗങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിൽ വ്യത്യാസം വരുത്തുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ.

ചോദ്യം 8.4

$$2Cu_2O(s) + Cu_2S(s) \rightarrow 6Cu(s) + SO_2(g)$$

ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണെന്ന് സമർഥിക്കുക. ഏതു വർഗത്തിനാണ് ഓക്സീകരണം അല്ലെങ്കിൽ നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചതെന്ന്

തിരിച്ചറിയുക. ഓക്സികാരിയായ പ്രവർത്തിക്കുന്നത് ഏതാണ്? ഏതാണ് നിരോക്സീകാരിയായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

ഉത്തരം:

നാം പരിശോധിക്കുന്ന പ്രവർത്തനത്തിലെ ഓരോ വർഗത്തിനും ഓക്സീകരണ സംഖ്യ നല്കാം

$$\overset{+1\ \ -2}{2Cu_2O(s)} + \overset{+1\ \ -2}{Cu_2S(s)} \rightarrow \overset{0}{6Cu(s)} + \overset{+4\ \ -2}{SO_2}$$

ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ Cu^{+1} അവസ്ഥയിൽ നിന്നും '0' അവസ്ഥയിലേക്ക് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സൾഫർ -2 അവസ്ഥയിൽ നിന്നും +4 അവസ്ഥയിലേക്ക് ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണ്.

കൂടാതെ Cu_2O, Cu_2S ലെ സൾഫറിനെ അതിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. അതിനാൽ Cu(I) ഒരു ഓക്സികാരിയാണ്. Cu_2S ലെ സൾഫർ, സ്വയം Cu_2S ലെയും Cu_2O ലെ കോപ്പറിനെ അതിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കുറയ്ക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. അതിനാൽ Cu_2S ലെ സൾഫർ ഒരു നിരോക്സികാരിയാണ്.

8.3.1. റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ തരങ്ങൾ

1. സംയോജന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

ഒരു സംയോജന രാസപ്രവർത്തനത്തെ ഇങ്ങനെ സൂചിപ്പിക്കാം.

$$A + B \rightarrow C$$

ഈ പ്രവർത്തനം റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം ആയിരിക്കണമെങ്കിൽ A യും B യും അല്ലെങ്കിൽ A യോ B യോ മൂലകാവസ്ഥയിലായിരിക്കണം. അതായത് മൂലക ഓക്സിജനെ ഉപയോഗിച്ചു കൊണ്ടുള്ള എല്ലാ ജ്വലന പ്രക്രിയകളും ഓക്സിജൻ കൂടാതെ മറ്റു മൂലകങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളാണ്. ഈ വിഭാഗത്തിലെ ചില പ്രധാനപ്പെട്ട ഉദാഹരണങ്ങളാണ് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

$$\overset{0}{C(s)} + \overset{0}{O_2(g)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+4\ \ -2}{CO_2(g)} \qquad (8.24)$$

$$\overset{0}{3Mg(s)} + \overset{0}{N_2(g)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+2\ \ -3}{Mg_3N_2(s)} \qquad (8.25)$$

$$\overset{-4\ \ +1}{CH_4(g)} + \overset{0}{2O_2(g)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+4\ \ -2}{CO_2(g)} + \overset{+1\ \ -2}{2H_2O(l)}$$

2. വിഘടന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

സംയോജന രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ വിപരീത രീതിയിലുള്ള പ്രവർത്തനമാണിത്. വ്യക്തമായി പറഞ്ഞാൽ ഇവിടെ സംയുക്തം വിഘടിച്ച് രണ്ടോ അതിലധികമോ ഘടകങ്ങളായി മാറുന്നു. ഇതിൽ ഒരു ഘടകമെങ്കിലും മൂലകാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കണം. ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$\overset{+1\ \ -2}{2H_2O(l)} \xrightarrow{\Delta} \overset{0}{2H_2(g)} + \overset{0}{O_2(g)} \qquad (8.26)$$

$$\overset{+1\ \ -1}{2NaH(s)} \xrightarrow{\Delta} \overset{0}{2Na(s)} + \overset{0}{H_2(g)} \qquad (8.27)$$

$$\overset{+1\ +5\ -2}{2KClO_3(s)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+1\ \ -1}{2KCl(s)} + \overset{0}{3O_2(g)} \qquad (8.28)$$

സസൂക്ഷ്മം പരിശോധിച്ചാൽ സംയോജനപ്രക്രിയയിൽ CH_4 ലെ ഹൈഡ്രജന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലും രാസപ്രവർത്തനം (8.28)ൽ $KClO_3$ ലെ പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലും വ്യത്യാസം വന്നിട്ടില്ലായെന്നു മനസ്സിലാകും. മാത്രമല്ല എല്ലാ വിഘടന പ്രക്രിയയും ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമല്ലെന്നു നാം മനസ്സിലാക്കണം. ഉദാഹരണത്തിന് $CaCO_3$ ന്റെ വിഘടന പ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമല്ല.

$$\overset{+2\ +4\ -2}{CaCO_3(s)} \xrightarrow{\Delta} \overset{+2\ \ -2}{CaO(s)} + \overset{+4\ \ -2}{CO_2(g)}$$

3. ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ *(Displacement reaction)*

ആദേശ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ഒരു അയോൺ (അഥവാ ഒരു ആറ്റം) മറ്റൊരു മൂലകത്തിന്റെ അയോണി (അഥവാ ആറ്റം) നാൽ ആദേശം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇത് ഇപ്രകാരം സൂചിപ്പിക്കാം.

$$X + YZ \rightarrow XZ + Y$$

ആദേശ രാസപ്രവർത്തനത്തിനെ രണ്ടുവിഭാഗമായി കാണാം. ലോഹ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനവും അലോഹ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനവും.

(a) ലോഹ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം

ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ലോഹത്തിനെ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിലുള്ള മറ്റൊരു ലോഹം ആദേശം ചെയ്യുന്നു. (8.2.1)

എന്ന ഭാഗത്ത് ഇത് നമ്മൾ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. അയിരിലുള്ള സംയുക്തങ്ങളിൽ നിന്ന് ശുദ്ധമായ ലോഹത്തിനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന ലോഹനിഷ്കർഷണ പ്രക്രിയയിൽ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അത്തരത്തിലുള്ള ഏതാനും ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

+2 6 −2   0   0   +2 6 −2

$$CuSO_4(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq) \quad (8.29)$$

+5 −2   0   0   2 −2

$$V_2O_5(s) + 5Ca(s) \xrightarrow{\Delta} 2V(s) + 5CaO(s) \quad (8.30)$$

+4 −1   0   0   +2 −1

$$TiCl_4(l) + 2Mg(s) \xrightarrow{\Delta} Ti(s) + 2MgCl_2(s) \quad (8.31)$$

+3 −2   0   +3 −2   0

$$Cr_2O_3(s) + 2Al(s) \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3(s) + 2Cr(s) \quad (8.32)$$

ഓരോ പ്രവർത്തനത്തിലും, നിരോക്സീകാരിയായ ലോഹം ഇവയാൽ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്ന ലോഹത്തേക്കാൾ മികച്ച നിരോക്സീകാരിയാണ്. കാരണം ഇലക്ട്രോണിനെ നഷ്ടപ്പെടാനുള്ള കഴിവ് കൂടുതലാണ്.

(b) അലോഹീയ ആദേശരാസപ്രവർത്തനം (non-metal displacement)

ഇതിൽ ഹൈഡ്രജൻ ആദേശരാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ദുർലഭമായി മാത്രം സാധ്യമാകുന്ന ഓക്സിജൻ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ഉൾപ്പെടുന്നു.

നല്ല നിരോക്സീകാരികളായ എല്ലാ ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളും ചില ആൽക്കലി എർത്ത് ലോഹങ്ങളും (Ca, Sr, Ba) തണുത്ത വെള്ളത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്യുന്നു.

0   −1 2   +1 2 +1   0

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g) \quad (8.33)$$

0   1 −2   +2 −2 +1   0

$$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g) \quad (8.34)$$

ക്രിയാശീലത കുറഞ്ഞ മഗ്നീഷ്യം, അയൺ പോലുള്ള ലോഹങ്ങൾ നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജനെ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

0   1 −2   +2 −2 +1   0

$$Mg(s) + 2H_2O(l) \xrightarrow{\Delta} Mg(OH)_2(s) + H_2(g) \quad (8.35)$$

0   1 −2   3 −2   0

$$2Fe(s) + 3H_2O(l) \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3(s) + 3H_2(g) \quad (8.36)$$

തണുത്ത ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കാത്ത പല ലോഹങ്ങളും ആസിഡിൽ നിന്ന് ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്യാൻ കഴിവുള്ളവയാണ്. നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിക്കാത്ത ലോഹങ്ങൾക്കു പോലും ആസിഡിൽനിന്നും ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്ത് സ്വതന്ത്രമാക്കാൻ കഴിയും. കാഡ്മിയവും ടിന്നും അത്തരം ലോഹങ്ങൾക്കു ദാഹരണങ്ങളാണ്. ആസിഡിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്യുന്ന ചില രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

0   1 −1   2 −1   0

$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g) \quad (8.37)$$

0   −1 1   −2 1   0

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g) \quad (8.38)$$

0   +1 1   −2 1   0

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g) \quad (8.39)$$

പരീക്ഷണശാലയിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകം ഉണ്ടാവുന്നതിന് (8.37)–(8.39) വരെയുള്ള രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവിടെ ലോഹങ്ങളുടെ ക്രിയാശീലത, ഹൈഡ്രജൻ വാതകം ഉണ്ടാക്കുന്ന വേഗതയിൽ ദർശിക്കാവുന്നതാണ്. ക്രിയാശീലത കുറഞ്ഞ Fe ന് ഇത് വളരെ സാവധാനത്തിൽ നടക്കുന്ന പ്രവർത്തനവും ക്രിയാശീലത കൂടിയ Mg ന് ഏറ്റവും വേഗത്തിൽ നടക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനവും ആണ്. ഏറ്റവും ക്രിയാശീലത കുറഞ്ഞതും പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നതുമായ സിൽവർ (Ag), സ്വർണ്ണം (Au) പോലുള്ള ലോഹങ്ങൾ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതേയില്ല.

സിങ്ക് (Zn), കോപ്പർ (Cu), സിൽവർ (Ag) എന്നീ ലോഹങ്ങൾ ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെടാനുള്ള പ്രവണതയിലൂടെ അവയുടെ നിരോക്സീകരണ ക്രിയാശീലത Zn> Cu>Ag എന്ന ക്രമത്തിൽ കാണിക്കുമെന്ന് വിഭാഗം 8.2.1ൽ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുള്ളതാണ്. ലോഹങ്ങൾക്കുള്ളതു പോലെ ഹാലൊജനും ക്രിയാശീല ശ്രേണിയുണ്ട്. ഗ്രൂപ്പ് 17 ൽ ഈ മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ ശക്തി ഫ്ലൂറിനിൽ നിന്നും അയോഡിൻ വരെ മുകളിൽ നിന്നും താഴേക്ക് തുടർച്ചയായി കുറഞ്ഞു വരുന്നു. ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഏറ്റവും ക്രിയശീലതയുള്ള ഫ്ലൂറിന്; ക്ലോറൈഡ്, ബ്രോമൈഡ്, അയോഡൈഡ് എന്നീ അയോണുകളെ അവയുടെ ലായനിയിൽ നിന്നും ആദേശം ചെയ്യാൻ കഴിയുമെന്നുള്ളതാണ്. വാസ്തവത്തിൽ, ക്രിയാശീലത വളരെ കൂടിയ ഫ്ലൂറിൻ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് അതിൽ നിന്നും ഓക്സിജനെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

$$2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}\,(l) + 2\overset{0}{F_2}\,(g) \rightarrow 4\overset{+1}{H}\overset{-1}{F}(aq) + \overset{0}{O_2}(g) \quad (8.40)$$

ഈ കാരണത്താൽ ഫ്ളൂറിനുപയോഗിച്ച്, ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയോഡിൻ എന്നിവയുടെ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം ജലീയലായനിയിൽ നടത്താറില്ല. എന്നാൽ ക്ലോറിൻ, താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ ബ്രോമൈഡ്, അയോഡൈഡ് എന്നീ അയോണുകളെ അവയുടെ ജലീയ ലായനിയിൽ നിന്നും ആദേശം ചെയ്യുന്നു.

$$\overset{0}{Cl_2}\,(g) + 2\overset{+1}{K}\overset{-1}{Br}\,(aq) \rightarrow 2\,\overset{+1}{K}\overset{-1}{Cl}\,(aq) + \overset{0}{Br_2}\,(l) \quad (8.41)$$

$$\overset{0}{Cl_2}\,(g) + 2\overset{+1}{K}\overset{-1}{I}\,(aq) \rightarrow 2\,\overset{+1}{K}\overset{-1}{Cl}\,(aq) + \overset{0}{I_2}\,(s) \quad (8.42)$$

Br_2, I_2 എന്നിവ നിറമുള്ളതും CCl_4 ൽ ലയിക്കുന്നതും, നിറം കൊണ്ട് വേർതിരിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നവയുമാണ്. മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനം അയോണിക രൂപത്തിൽ എഴുതാം.

$$\overset{0}{Cl_2}\,(g) + 2\overset{1}{Br}\;(aq) \rightarrow 2\overset{1}{Cl}\;(aq) + \overset{0}{Br_2}\,(l) \quad (8.41a)$$

$$\overset{0}{Cl_2}\,(g) + 2\overset{-1}{I}\;(aq) \rightarrow 2\overset{-1}{Cl}\;(aq) + \overset{0}{I_2}\,(s) \quad (8.42b)$$

Br^-, I^- എന്നിവ തിരിച്ചറിയുന്നതിന് പരീക്ഷണശാലയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ശ്രദ്ധേയമായ 'ലെയർ ടെസ്റ്റ്' (Layer Test) ന്റെ അടിസ്ഥാനം (8.41), (8.42) എന്നീ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ്. ബ്രോമിൻ ഇതുപോലെ ലായനിയിൽ നിന്നും അയോഡൈഡ് അയോണിനെ നീക്കം ചെയ്യുമെന്ന് ഈ സന്ദർഭത്തിൽ എടുത്തു പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.

$$\overset{0}{Br_2}\,(l) + 2\overset{1}{I}\;(aq) \rightarrow 2\overset{1}{Br}\;(aq) + \overset{0}{I_2}(s) \quad (8.43)$$

നേരിട്ട് വ്യാവസായത്തിൽ ഉപയോഗമുള്ള ഒരു രാസപ്രവർത്തനമാണ് ഹാലൊജൻ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം. ഹാലൈഡുകളിൽ നിന്ന് ഹാലജൻ വീണ്ടെടുപ്പിന് താഴെപ്പറയുന്ന ഓക്സീകരണ പ്രക്രിയ ആവശ്യമാണ് $2X^- \rightarrow X_2 + 2e^-$ (8.44) (ഇവിടെ X ഹാലൊജൻ മൂലകത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.)

Cl^-, Br^-, I^- എന്നിവയെ ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനുള്ള രാസമാർഗ്ഗങ്ങൾ ലഭ്യമാണ്. എന്നാൽ ഫ്ളൂറിൻ ശക്തിയേറിയ ഓക്സീകാരിയായതിനാൽ F^- അയോണിനെ F_2 ആക്കി മാറ്റാനുള്ള രാസപരമായ മാർഗ്ഗമൊന്നുമില്ല. ഒരേയൊരു മാർഗ്ഗം F^- അയോണിനെ വൈദ്യുതപരമായി ഓക്സീകരിച്ച് F_2 ആക്കുക എന്നതു മാത്രമാണ്. ഇതിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ പിന്നീട് പഠിക്കുന്നതാണ്.

4. ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം *(Disproportionation reaction)*

ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിലുള്ള റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണ്. ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഒരു ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള മൂലകം ഒരേ സമയം ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ രാസപ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്നു. ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങളിലൊന്നിന് കുറഞ്ഞത് മൂന്ന് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യാനാവും. അഭികാരകത്തിന്റെ രൂപത്തിലുള്ള മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മധ്യവർത്തിയായ ഒന്നായിരിക്കും. ഈ മൂലകത്തിന്റെ കുറഞ്ഞതും കൂടിയതുമായ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ രാസപ്രവർത്തനഫലമായി ഉണ്ടാകുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ വിഘടനം നമുക്ക് സുപരിചിതമായ ഉദാഹരണമാണ്. ഇവിടെ ഓക്സിജനാണ് ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്നത്.

$$2\overset{+1}{H_2}\overset{-1}{O_2}\,(aq) \rightarrow 2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}(l) + \overset{0}{O_2}(g) \quad (8.45)$$

ഇവിടെ പെറോക്സൈഡിലുള്ള –1 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഓക്സിജൻ പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഓക്സിജനായും (O_2) ജലത്തിൽ (H_2O) അത് –2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലേക്കും കുറയുന്നു.

താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെയാണ് ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിൽ ഫോസ്ഫറസ്, സൾഫർ, ക്ലോറിൻ തുടങ്ങിയവ ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം നടത്തുന്നത്.

$$\overset{0}{P_4}(s) + 3OH^-(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow \overset{-3}{P}H_3(g) + 3H_2\overset{+1}{P}O_2^-\,(aq) \quad (8.46)$$

$$\overset{0}{S_8}(s) + 12\,OH^-\,(aq) \rightarrow 4\overset{-2}{S}{}^{2-}\,(aq) + 2\overset{+2}{S_2}O_3^{2-}\,(aq) + 6H_2O(l) \quad (8.47)$$

$$\overset{0}{Cl_2}\,(g) + 2\,OH^-\,(aq) \rightarrow \overset{-1}{Cl}O^-\,(aq) + \overset{1}{Cl}{}^-\,(aq) + H_2O\,(l) \quad (8.48)$$

പ്രവർത്തനം (8.48) വീട്ടിലുപയോഗിക്കുന്ന ബ്ലീച്ചിംഗ് ഏജന്റുകളുടെ രൂപീകരണം വിശദീകരിക്കുന്നു. പ്രവർത്തന ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഹൈപ്പോക്ലോറൈറ്റ് അയോൺ (ClO^-) നിറമുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളെ ഓക്സീകരിച്ച് നിറമില്ലാത്തവയാക്കുന്നു.

(8.48) ൽ ക്ലോറിൻ നൽകിയതുപോലുള്ള രാസപ്രവർത്തനം ബ്രോമിനും അയോഡിനും തരുന്നു. എന്നാൽ ഫ്ളൂറിൻ ആൽക്കലിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഇതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായ സ്വഭാവമാണ് കാണിക്കുന്നത്. ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള രാസപ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2\,F_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow 2\,F^-(aq) + OF_2(g) + H_2O(l) \quad (8.49)$$

(വളരെയധികം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട കാര്യം നിശ്ചയമായും ഫ്ളൂറിൻ (8.49) എന്ന പ്രവർത്തനത്തിൽ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കുറച്ച് ഓക്സിജനുണ്ടാക്കുന്നു.) കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവായ ഫ്ളൂറിന്റെ പരിമിതി അറിയുമ്പോൾ ഫ്ളൂറിൻ കാണിക്കുന്ന ഈ മാറ്റം നമ്മെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തുന്നില്ല. കാരണം ഫ്ളൂറിന് ഒരു പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥപോലും കാണിക്കാനാകില്ല. ഇതിന്റെ അർത്ഥം മറ്റു ഹാലോജനുകളെപ്പോലെ ഫ്ളൂറിൻ ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം തരുന്നില്ല.

ചോദ്യം 8.5

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന വർഗത്തിൽ ഏതാണ് ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കാത്തത്? എന്തുകൊണ്ട്?

ClO^-, ClO_2^-, ClO_3^-, ClO_4^-

ആനുപാതികമല്ലാത്ത പ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന വർഗത്തിന്റെ രാസപ്രവർത്തനം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ക്ലോറിന്റെ ഓക്സോആനയോണുകളിൽ ClO_4^- ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്നില്ല. കാരണം ഇതിൽ ക്ലോറിൻ അതിന്റെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയായ +7 ലാണ്. ക്ലോറിന്റെ മറ്റു മൂന്ന് ഓക്സോആനയോണുകളുടെ ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$\overset{+1}{3ClO^-} \rightarrow \overset{-1}{2Cl^-} + \overset{+5}{ClO_3^-}$$

$$\overset{+3}{6\,ClO_2^-} \xrightarrow{h\nu} \overset{+5}{4ClO_3^-} + \overset{-1}{2Cl^-}$$

$$\overset{+5}{4ClO_3^-} \rightarrow \overset{-1}{Cl^-} + \overset{+7}{3\,ClO_4^-}$$

ചോദ്യം 8.6

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ തരം തിരിക്കാനുള്ള ഒരു മാർഗ്ഗം നിർദേശിക്കുക.

(a) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,NO(g)$

(b) $2Pb(NO_3)_2(s) \rightarrow 2PbO(s) + 4\,NO_2(g) + O_2(g)$

(c) $NaH(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$

(d) $2NO_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow NO_2^-(aq) + NO_3^-(aq) + H_2O(l)$

ഉത്തരം:

പ്രവർത്തനം (a) ൽ സംയുക്തമായ (NO) നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നത് മൂലകാവസ്ഥയിലുള്ള നൈട്രജനും $N_2(g)$ ഓക്സിജനും $O_2(g)$ സംയോജിച്ചാണ്. അതിനാൽ ഇത് സംയോജന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. പ്രവർത്തനം (b) ൽ ലെഡ്നൈട്രേറ്റ് വിഘടിച്ച് മൂന്നു ഘടകങ്ങളായി മാറിയിരിക്കുന്നു. ഇത് വിഘടന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനമാണ്. (c) യിൽ ജലത്തിലെ ഹൈഡ്രജൻ, ഹൈഡ്രൈഡ് അയോണുകളെ ആദേശം ചെയ്ത് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകമായി മാറ്റിയിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഇത് ആദേശ റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനമാണ്. (d) ഇതിൽ NO_2 (+4 അവസ്ഥ) ആനുപാതികമല്ലാതെ NO_2^- (+3 അവസ്ഥ) NO_3^- (+5 അവസ്ഥ) എന്നീ അവസ്ഥകളിലേക്ക് മാറിയിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ (d) ഒരു ആനുപാതികമല്ലാത്ത റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്.

ചോദ്യം 8.7

എന്തുകൊണ്ടാണ് താഴെപറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ വ്യത്യസ്തരീതിയിൽ നടക്കുന്നത്?

$$Pb_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$$

$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$$

ഉത്തരം:

1 മോൾ PbO ഉം 1 മോൾ PbO_2 ഉം അടങ്ങിയ രാസസമീകരണമിതീയ മിശ്രിതമാണ് Pb_3O_4. PbO_2ൽ ലെഡ് (Pb) +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലും PbO–ൽ സ്ഥിരതയുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുമാണ്. അതിനാൽ PbO_2 ഓക്സീകാരിയായി വർത്തിക്കുന്നു. മാത്രമല്ല HCl^- ലെ Cl^-നെ ഓക്സീകരിച്ച് ക്ലോറിനാക്കി മാറ്റുകയും ചെയ്യുന്നു. PbO ഒരു ക്ഷാരീയ ഓക്സൈഡ് ആണെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കണം. അതുകൊണ്ട് $Pb_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$ എന്ന പ്രവർത്തനത്തെ രണ്ട് പ്രവർത്തനങ്ങളായി വേർതിരിക്കാം.

$2PbO + 4HCl \rightarrow 2PbCl_2 + 2H_2O$

(ആസിഡ് – ബേസ് പ്രവർത്തനം)

$\overset{+4}{Pb}O_2 + 4H\overset{-1}{Cl} \rightarrow \overset{+2}{Pb}Cl_2 + \overset{0}{Cl_2} + 2H_2O$

(റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം)

HNO_3 സ്വയം ഒരു ഓക്സീകാരിയായതിനാൽ PbO_2 ഉം HNO_3 തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കാനും സാധ്യത കുറവാണ്.

PbO യും HNO_3 യും തമ്മിൽ ഉള്ള ആസിഡ് ബേസ് പ്രവർത്തനം താഴെ പറയുന്ന പ്രകാരം നടക്കുന്നു.

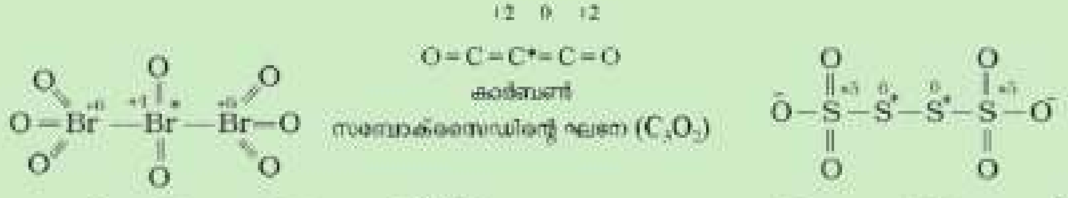
$2PbO + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$

PbO_2 ന്റെ HNO_3 യോടുള്ള നിഷ്ക്രിയത്വമാണ്, ഇതിന്റെ HCl മായിട്ടുള്ള പ്രവർത്തനത്തെ വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുന്നത്.

ഭിന്നഓക്സീകരണസംഖ്യയിലെ വിരോധാഭാസം

ഭിന്നസംഖ്യ, ഓക്സീകരണസംഖ്യയായ പ്രത്യേക മൂലകങ്ങളുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ നാം ചിലപ്പോൾ കണ്ടുവരാറുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് C_3O_2 (ഇതിൽ കാർബണിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ 4/3) Br_3O_8 (ഇതിൽ ബ്രോമിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ 16/3) $Na_2S_4O_6$ (ഇതിൽ സൾഫറിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ 2.5 ആണ്.)

ഇലക്ട്രോണുകൾ ഭിന്നസംഖ്യാരൂപത്തിൽ പങ്കുവയ്ക്കാനോ മാറ്റം ചെയ്യാനോ സാധ്യമല്ലാത്തതിനാൽ ഭിന്നസംഖ്യയായ ഓക്സീകരണസംഖ്യ നമുക്ക് യോജിക്കാൻ സാധിക്കാത്ത ഒരു ആശയമാണ്. യഥാർത്ഥത്തിൽ നിരീക്ഷണത്തിലുള്ള മൂലകത്തിന്റെ ശരാശരി ഓക്സീകരണാവസ്ഥയാണിത്. ഭിന്നസംഖ്യ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ സാധ്യമായ മൂലകം യഥാർത്ഥത്തിൽ വിഭിന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെന്ന് അതിന്റെ ഘടനാപരമായ സ്വഭാവം സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. C_3O_2, Br_3O_8, $S_4O_6^{2-}$ എന്നിവയുടെ ഘടനകൾ താഴെപ്പറയുന്ന ബന്ധനാവസ്ഥകൾ കാണിക്കുന്നു.



ട്രൈബ്രോമോക്ടാഓക്സൈഡിന്റെ ഘടന (Br_3O_8)

ടെട്രാതയോണേറ്റ് അയോണിന്റെ ഘടന ($S_4O_6^{2-}$)

ഓരോ വർഗത്തിലും നക്ഷത്രചിഹ്നം നൽകിയിരിക്കുന്ന മൂലക ആറ്റം അതേ വർഗത്തിൽ അതിന്റെ തന്നെ മറ്റു ആറ്റങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്ത ഓക്സീകരണ സംഖ്യ (ഓക്സീകരണാവസ്ഥ) കാണിക്കുന്നു. ഇത് വ്യക്തമാകുന്നത് C_3O_2 ൽ രണ്ടു കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഒരേ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയായ +2 കാണിക്കുമ്പോൾ മൂന്നാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റം പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും കാണിക്കുന്നു. ഇവയുടെ ശരാശരി 4/3 ആണ്. എന്നാൽ യഥാർത്ഥ ചിത്രം അറ്റത്തുള്ള രണ്ടു കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +2 ഉം മധ്യഭാഗത്തുള്ള കാർബണിന്റേത് പൂജ്യവുമാണ്. അതുപോലെ Br_3O_8 ൽ അറ്റത്തുള്ള രണ്ട് Br ആറ്റവും +6 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലും മധ്യഭാഗത്തുള്ള Br, +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുമാണ്. യാഥാർത്ഥ്യത്തിൽ നിന്നും മാറി, വീണ്ടും ശരാശരി ഓക്സീകരണാവസ്ഥ 16/3 ആണെന്നു കാണാം. ഇതേ രീതിയിൽ $S_4O_6^{2-}$ എന്ന വർഗത്തിൽ, ഏറ്റവും അറ്റത്തുള്ള രണ്ടു സൾഫർ ആറ്റങ്ങളും +5 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുമ്പോൾ, മധ്യഭാഗത്തുള്ള രണ്ടു സൾഫറുകളും പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്നു. സൾഫർ ആറ്റങ്ങളുടെ ഈ നാല് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളുടെയും ശരാശരി 2.5 ആണ്. എന്നാൽ യഥാർത്ഥത്തിൽ ഓരോ സൾഫർ ആറ്റങ്ങളുടെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ യഥാക്രമം +5,0,0,+5 എന്നിങ്ങനെയാണ്.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ ഭിന്നസംഖ്യയിലുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥ വളരെ ശ്രദ്ധയോടെ കാണേണ്ടതുമാണ്. അവയുടെ ഘടനയിലൂടെ മാത്രമേ യഥാർത്ഥം വ്യക്തമാകുകയുള്ളൂ. കൂടാതെ, നാം ഏതെങ്കിലും വർഗത്തിൽ ഒരു പ്രത്യേക മൂലകത്തിന്റെ ഭിന്നസംഖ്യയിലുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണുകയാണെങ്കിൽ അത് ശരാശരി ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രമാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കണം.

യഥാർത്ഥത്തിൽ (ഘടനയിൽ നിന്നും വെളിപ്പെട്ടത്) ഒരു പ്രത്യേക വർഗത്തിലെ ഒരു മൂലകം മുഴുവൻ സംഖ്യയിലുള്ള രണ്ടിലധികം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ കാണുന്നു. Fe_3O_4, Mn_3O_4, Pb_3O_4 മുതലായവ ഇതിന് മറ്റു ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഈ മിശ്രിത ഓക്സൈഡുകളിൽ ലോഹത്തെ ഭിന്നസംഖ്യയിലുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. കൂടാതെ O_2^+ ലും O_2^- ലും യഥാക്രമം +½, –½ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ ഉള്ളതുപോലെ, ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ ഭിന്നസംഖ്യയിലുമാകാം.

8.3.2 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സമീകരണം (Balancing of Redox Reactions)

റിഡോക്സ് പ്രക്രിയയിൽ രണ്ടു രീതികളാണ് രാസസമവാക്യത്തെ സമീകരണം ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു രീതി ഓക്സികാരിയുടെയും നിരോക്സികാരിയുടെയും ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ വ്യത്യാസത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. മറ്റൊന്നിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തെ ഓക്സീകരണത്തിന്റെയും നിരോക്സീകരണത്തിന്റെയും രണ്ട് അർധ പ്രവർത്തനങ്ങളായി വിഭജിച്ചതാണ്. രണ്ടു രീതികളും നിലവിൽ പ്രാവർത്തികമാണ്. അതിന്റെ തിരഞ്ഞെടുക്കൽ അത് ഉപയോഗിക്കുന്ന വ്യക്തികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.

(a) ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി: മറ്റു പ്രവർത്തനങ്ങളുടേതെന്ന പോലെ ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുമ്പോൾ അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും ഘടനയും രാസസൂത്രവും അറിഞ്ഞിരിക്കണം. ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ വിശദമാക്കാം.

ഘട്ടം-1. അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും ശരിയായ രാസസൂത്രങ്ങളെഴുതുക.

ഘട്ടം-2. പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്ന ഓരോ മൂലകത്തിനും ഓക്സീകരണ സംഖ്യ നൽകികൊണ്ട് ഏതെല്ലാം ആറ്റങ്ങൾക്കാണ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിൽ മാറ്റം സംഭവിച്ചിരിക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഘട്ടം-3. ഓരോ ആറ്റത്തിനും അത് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അയോൺ അല്ലെങ്കിൽ മുഴുവൻ തന്മാത്രയിലും ഉണ്ടാകുന്ന ഓക്സീകരണസംഖ്യ വർധനവ്/കുറവ് കണക്കാക്കുക. ഇവ തുല്യമല്ലെങ്കിൽ അവയെ യോജിച്ച ഗുണകം (സംഖ്യ) കൊണ്ട് ഗുണിച്ച് തുല്യമാക്കുക. (രണ്ടു പദാർഥങ്ങൾക്ക് നിരോക്സീകരണം സംഭവിക്കുന്നതും മറ്റൊന്നിനും ഓക്സീകരണം സംഭവിക്കാതിരിക്കുകയോ, മറിച്ചോ സംഭവിക്കുകയാണെങ്കിൽ എവിടെയെങ്കിലും തെറ്റിയെന്നു മനസ്സിലാക്കാം. അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും രാസസൂത്രം, കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നിവ ശരിയാണോ എന്നു ഉറപ്പാക്കണം).

ഘട്ടം-4. ജലത്തിലാണ് പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതെങ്കിൽ അയോണുകൾ പങ്കെടുത്തിട്ടുണ്ടോ എന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തുക. അഭികാരങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും ആകെ ചാർജ്ജ് തുല്യമാക്കുന്നതിനായി സമവാക്യത്തിന്റെ ശരിയായ വശത്ത് H^{+} അല്ലെങ്കിൽ OH^{-} ചേർക്കുക. പ്രവർത്തനം അസിഡിക് മാധ്യമത്തിലാണ് നടക്കുന്നതെങ്കിൽ H^{+} അയോണുകളും ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലാണ് നടക്കുന്നതെങ്കിൽ OH^{-} അയോണുകളും ആണ് ചേർക്കേണ്ടത്.

ഘട്ടം-5. സമവാക്യത്തിന്റെ രണ്ടുവശങ്ങളിലുമുള്ള H ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിനായി അഭികാരകങ്ങളുടെ വശത്തോ, ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ വശത്തോ ജലതന്മാത്രകൾ (H_2O) കൂട്ടിചേർക്കുക. ഓക്സിജന്റെ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം പരിശോധിക്കുമ്പോൾ അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും വശത്തുള്ള ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം തുല്യമാണെങ്കിൽ സമവാക്യം സന്തുലിതമാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. ഈ രീതിയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഘട്ടങ്ങൾ വിശദമാക്കുന്നതിനായി നമുക്ക് ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ചില പ്രശ്നങ്ങൾ പരിശോധിക്കാം.

ചോദ്യം 8.8

അമ്ലീയ ലായനിയിൽ പൊട്ടാസ്യം ഡൈക്രോമേറ്റ് (VI), $K_2Cr_2O_7$, സോഡിയം സൾഫൈറ്റും Na_2SO_3, തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ക്രോമിയം (III) അയോണും സൾഫേറ്റ് അയോണും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന് സമീകൃത അയോണിക രാസസമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

ഘട്ടം-1. സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + SO_3^{2-}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

ഘട്ടം-2. 'Cr' നും 'S' നും ഓക്സീകരണസംഖ്യ നൽകുന്നു.

$$\overset{+6\ \ 2}{Cr_2O_7^{2-}}(aq) + \overset{+4\ \ 2}{SO_3^{2-}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Cr}(aq) + \overset{+6\ \ 2}{SO_4^{2-}}(aq)$$

ഡൈക്രോമേറ്റ് അയോൺ ഒരു ഓക്സികാരിയെന്നും സൾഫൈറ്റ് അയോൺ നിരോക്സീകാരിയെന്നും ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നു.

ഘട്ടം-3. ഓക്സീകരണസംഖ്യയുടെ വർധനവും കുറവും കണ്ടെത്തുകയും തുല്യമാക്കുകയും ചെയ്യുക. ഘട്ടം 2 ൽ നിന്നും ക്രോമിയത്തിന്റെയും സൾഫറിന്റെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാറിയതായി നമുക്ക് ദർശിക്കാൻ കഴിയും. ക്രോമിയത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +6 ൽ നിന്നും +3 ലേക്ക് മാറുന്നു. സമവാക്യത്തിന്റെ വലതുവശത്ത് ക്രോമിയത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് +3 യുടെ കുറവുണ്ടായിരിക്കുന്നു. സൾഫറിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +4 ൽ നിന്നും +6 ലേക്ക് മാറിയിരിക്കുന്നു. സൾഫറിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് വലത് വശത്ത് +2 ന്റെ വർധനവ് ഉണ്ടാ

യിരിക്കുന്നു. ഓക്സീകരണാവസ്ഥയുടെ വർധനവും കുറവും തുല്യമാക്കുന്നതിന് വലതുവശത്ത് ക്രോമിയം അയോണിനുമുൻപ് 2 എന്ന അക്കവും വലത് വശത്ത് സൾഫേറ്റ് അയോണിനുമുൻപ് 3 എന്ന അക്കവും ചേർക്കുകയും സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലും ക്രോമിയം, സൾഫർ ആറ്റങ്ങൾ സമീകരിക്കുകയും ചെയ്യുക. ആയതിനാൽ,

$$\overset{+6\ -2}{Cr_2O_7^{2-}}(aq) + 3\overset{+4\ -2}{SO_3^{2-}}(aq) \rightarrow 2\overset{+3}{Cr^{3+}}(aq) + 3\overset{+6\ -2}{SO_4^{2-}}(aq)$$

ഘട്ടം-4. ഈ പ്രവർത്തനം അമ്ലീയ ലായനിയിൽ നടക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഇരുവശത്തുമുള്ള അയോണിക ചാർജ്ജുകൾ തുല്യമല്ലാത്തതുകൊണ്ടും $8H^+$ ഇടതുവശത്തു ചേർത്ത് അയോണിക ചാർജ്ജുകൾ തുല്യമാക്കുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_3^{2-}(aq) + 8H^+ \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$$

ഘട്ടം-5. അവസാനം H ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണമെടുക്കുന്നു. സന്തുലിത റിഡോക്സ് മാറ്റത്തിനായി, ആവശ്യമുള്ളവയുടെ എണ്ണം ജലതന്മാത്രകൾ (അതായത് $4H_2O$) വലതുവശത്ത് ചേർക്കുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_3^{2-}(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq) + 4H_2O(l)$$

ചോദ്യം 8.9

ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിൽ പെർമാംഗനേറ്റ് അയോൺ ബ്രോമൈഡ് അയോണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് മാംഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡും ബ്രോമേറ്റ് അയോണും ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിനുവേണ്ടി ഒരു സമീകൃത അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

ഘട്ടം-1. അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$$MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + BrO_3^-(aq)$$

ഘട്ടം-2. Mn, Br എന്നിവയ്ക്ക് ഓക്സീകരണ സംഖ്യ നൽകുന്നു.

$$\overset{+7}{MnO_4^-}(aq) + \overset{-1}{Br^-}(aq) \rightarrow \overset{+4}{MnO_2}(s) + \overset{+5}{BrO_3^-}(aq)$$

ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പെർമാംഗനേറ്റ് അയോൺ ഒരു ഓക്സീകാരിയാണെന്നും ബ്രോമൈഡ് അയോൺ ഒരു നിരോക്സീകാരിയാണെന്നുമാണ്.

സ്റ്റെപ്പ്-3. ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ വർധനവും കുറവും കണക്കാക്കി അവയെ തുല്യമാക്കുന്നു.

$$2\overset{+7}{MnO_4^-}(aq) + \overset{-1}{Br^-}(aq) \rightarrow 2\overset{+4}{MnO_2}(s) + \overset{+5}{BrO_3^-}(aq)$$

സ്റ്റെപ്പ്-4. പ്രവർത്തനം ക്ഷാരീയ ലായനിയിലായതിനാലും ഇരുവശത്തുമുള്ള അയോണിക ചാർജ്ജ് തുല്യമല്ലാത്തതിനാലും $2\,OH^-$ അയോണുകൾ വലതുവശത്ത് ചേർത്ത് ചാർജ്ജുകൾ തുല്യമാക്കുന്നു.

$$2MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) \rightarrow 2MnO_2(s) + BrO_3^-(aq) + 2OH^-(aq)$$

സ്റ്റെപ്പ്-5. അവസാനമായി ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ എണ്ണുന്നു. സമീകൃത റിഡോക്സ് മാറ്റം ലഭിക്കാനായി ആവശ്യത്തിനുള്ള എണ്ണം ജലതന്മാത്രകൾ (ഒരു H_2O തന്മാത്ര) ഇടതു വശത്തു ചേർക്കുന്നു.

$$2MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2MnO_2(s) + BrO_3^-(aq) + 2OH^-(aq)$$

(b) അർധപ്രതിപ്രവർത്തനരീതി (Half reaction method)

രണ്ടു അർധപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ പ്രത്യേകമായെടുത്ത് സമീകരണം ചെയ്തശേഷം ഒരുമിച്ച് ചേർക്കുമ്പോൾ സമീകൃതസമവാക്യം ലഭിക്കുന്നു.

അമ്ലീകരിച്ച മാധ്യമത്തിൽ ഡൈക്രോമേറ്റ് അയോണുകളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ $(Cr_2O_7)^{2-}$, Fe^{2+} അയോണുകൾ Fe^{3+} അയോണുകളായി ഓക്സീകരിക്കുന്ന സമവാക്യം സമീകരണം ചെയ്യണമെന്ന് കരുതുക. പ്രവർത്തനത്തിൽ $Cr_2O_7^{2-}$ അയോണുകൾ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട Cr^{3+} അയോണുകളായി മാറുന്നു. ഈ രീതിയിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന ഘട്ടങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഘട്ടം-1. അയോണികൃത രൂപത്തിലുള്ള അസമീകൃത സമവാക്യം എഴുതുക.

$$Fe^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Cr^{3+}(aq) \qquad (8.50)$$

ഘട്ടം-2. സമവാക്യത്തെ അർധപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളായി വേർതിരിക്കുക.

അർധ ഓക്സീകരണം:

$$\overset{+2}{Fe^{2+}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Fe^{3+}}(aq) \qquad (8.51)$$

അർധ നിരോക്സീകരണം:

$$\overset{+6\ -2}{Cr_2O_7^{2-}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Cr^{3+}}(aq) \qquad (8.52)$$

ഘട്ടം-3. O,H ഒഴികെ മറ്റെല്ലാ ആറ്റങ്ങളും ഓരോ അർധപ്രവർത്തനത്തിലും സന്തുലനം

ചെയ്യുക. അയൺ ആറ്റങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ അർദ്ധ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം നേരത്തെ തന്നെ സന്തുലിതമാണ്. അർദ്ധ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ Cr ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് Cr^{3+} നെ '2' കൊണ്ട് ഗുണിക്കുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) \quad (8.53)$$

ഘട്ടം-4. അസിഡിക് മാധ്യമത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനമാകയാൽ 'O' ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് H_2O ഉം H ഉം ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് H^+ ചേർക്കുന്നു. അങ്ങനെ

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) \quad (8.54)$$

ഘട്ടം-5. ചാർജ്ജുകൾ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിനായി അർദ്ധപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഒരുവശത്ത് ഇലക്ട്രോണുകൾ ചേർക്കുന്നു. ആവശ്യമെങ്കിൽ, ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിനായി, ഏതെങ്കിലുമൊരു അർദ്ധ പ്രവർത്തനത്തിനായോ അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടിനെയുമോ അനുയോജ്യമായ ഗുണകം കൊണ്ട് ഗുണിക്കുക.

ചാർജ്ജ് സന്തുലിതമാക്കുവാനായി, അർദ്ധ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം വീണ്ടും എഴുതാം.

$$Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^- \quad (8.55)$$

ഇനി അർദ്ധനിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ ആകെ പന്ത്രണ്ട് പോസിറ്റീവ് ചാർജ്ജ് ഇടതുവശത്തും ആറ് പോസിറ്റീവ് ചാർജ്ജും മാത്രം വലതുവശത്തും ഉണ്ട്. അതിനാൽ ആറ് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഇടതുവശത്ത് ചേർക്കുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) \quad (8.56)$$

രണ്ടു അർദ്ധപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിന്, അർദ്ധഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിനെ '6' കൊണ്ട് ഗുണിക്കുന്നു.

$$6Fe^{2+}(aq) \rightarrow 6Fe^{3+}(aq) + 6e^- \quad (8.57)$$

ഘട്ടം-6. പൂർണ്ണമായ രാസപ്രവർത്തനം ലഭിക്കുന്നതിനായി രണ്ടു അർദ്ധപ്രവർത്തനങ്ങളും സംയോജിപ്പിക്കുകയും രണ്ടുവശത്തെയും ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒഴിവാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$6Fe^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) \rightarrow 6Fe^{3+}(aq) + 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) \quad (8.58)$$

ഘട്ടം-7. പരിശോധിക്കുമ്പോൾ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും ഒരേതരം ആറ്റങ്ങൾ, ഒരേ എണ്ണം ഉണ്ടെന്നും, ഒരേ ചാർജ്ജുകളാണോ ഇരുവശത്തും ഉള്ളതെന്ന് നോക്കുക. ഇതിൽനിന്നും സമവാക്യം ആറ്റങ്ങളുടെയും ചാർജ്ജുകളുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ സമീകൃതമാണോ എന്ന് കണ്ടെത്താം.

ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലെ രാസപ്രവർത്തനത്തിന്, അസിഡിക് മാധ്യമത്തിൽ ചെയ്തതു പോലെ ആദ്യം ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലനം ചെയ്യുക. അതിനുശേഷം ഓരോ H^+ അയോണിനും തുല്യഎണ്ണം OH^- അയോണുകൾ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും ചേർക്കുക. സമവാക്യത്തിന്റെ ഓരോ വശത്ത് വരുന്ന H^+ ഉം OH^- ഉം സംയോജിച്ച് H_2O ആകുന്നു.

ചോദ്യം 8.10

പെർമാംഗനേറ്റ് (VII) അയോൺ, MnO_4^- ക്ഷാരീയ ലായനിയിൽ അയോഡൈഡ് അയോണിനെ (I^-) ഓക്സീകരിച്ച് അയോഡിൻ തന്മാത്രയും (I_2) മാംഗനീസ് ഡയോക്സൈഡും ആയി മാറുന്നു. ഈ റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിനായി സമീകൃത അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

ഘട്ടം-1. അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$$MnO_4^-(aq) + I^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + I_2(s)$$

ഘട്ടം-2. രണ്ടു അർദ്ധപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുന്നു.

അർദ്ധഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം:

$$\overset{-1}{I^-}(aq) \rightarrow \overset{0}{I_2}(s)$$

അർദ്ധനിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം:

$$\overset{+7}{MnO_4^-}(aq) \rightarrow \overset{+4}{MnO_2}(s)$$

ഘട്ടം-3. അർദ്ധ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ I ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് സമവാക്യം താഴെപ്പറയുന്നതുപോലെ എഴുതുന്നു.

$$2I^-(aq) \rightarrow I_2(s)$$

സ്റ്റെപ്പ്-4. 'O' ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിനായി, അർദ്ധ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്താ

നത്തിൽ വലതുവശത്ത് രണ്ട് H_2O തന്മാത്രകൾ ചേർക്കാം.

$MnO_4^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l)$

H ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് 4 H^+ അയോണുകളെ ഇടതുവശത്തു ചേർക്കാം. $MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq) \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l)$

ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനമായതിനാൽ, 4 H^+ അയോണുകൾക്കുവേണ്ടി $4OH^-$ അയോണുകൾ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും ചേർക്കുന്നു.

$MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq) + 4OH^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l) + 4OH^-(aq)$

H^+, OH^- അയോണുകളെ ജലത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ മാറ്റി കൊണ്ട് കിട്ടുന്ന സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$MnO_4^-(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$

ഘട്ടം-5. ഈ ഘട്ടത്തിൽ, താഴെകൊണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ടു അർദ്ധപ്രവർത്തനങ്ങളിലെയും ചാർജ്ജുകൾ സന്തുലിതമാക്കുന്നു.

$2I^-(aq) \rightarrow I_2(s) + 2e^-$

$MnO_4^-(aq) + 2H_2O(l) + 3e^- \rightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$

ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിനായി, അർദ്ധ ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനത്തിനെ 3 കൊണ്ടും നിരോക്സീകരണപ്രവർത്തനത്തിനെ 2 കൊണ്ടും ഗുണിക്കുന്നു.

$6I^-(aq) \rightarrow 3I_2(s) + 6e^-$

$2MnO_4^-(aq) + 4H_2O(l) + 6e^- \rightarrow 2MnO_2(s) + 8OH^-(aq)$

ഘട്ടം-6. രണ്ടുവശത്തേയും ഇലക്ട്രോണുകളെ റദ്ദു ചെയ്തതിനുശേഷം രണ്ട് അർദ്ധ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ചേർത്ത് പൂർണരൂപം താഴെ എഴുതുന്നു.

$6I^-(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow 3I_2(s) + 2MnO_2(s) + 8OH^-(aq)$

ഘട്ടം-7. ഇരുവശത്തുമുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണവും ചാർജ്ജും അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പരിശോധന തന്നിരിക്കുന്ന സമവാക്യം സമീകൃതമാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്നു.

8.3.3 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ-അനുമാപനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനം

അമ്ല-ക്ഷാരീയ വ്യൂഹത്തിൽ, pH സംവേദിയായ സൂചകം ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് രണ്ടു ലായനികളിൽ ഒന്നിന്റെ വീര്യം അനുമാപന മാർഗ്ഗമുപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാറുണ്ട്. അതുപോലെ തന്നെ റിഡോക്സ് വ്യൂഹത്തിലും, റിഡോക്സ് സംവേദിയായ സൂചകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് അനുമാപന മാർഗ്ഗത്തിൽ ഓക്സീകാരികളുടെയും നിരോക്സീകാരികളുടെയും വീര്യം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്.

റിഡോക്സ് അനുമാപനത്തിൽ സൂചകങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തെക്കുറിച്ച് താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

i) ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ, അഭികാരകങ്ങൾ തന്നെ കടുത്ത നിറമുള്ളതാണ്. ഉദാഹരണം - പെർമാംഗനേറ്റ് അയോൺ, ഇവിടെ MnO_4^- സ്വയം സൂചകമായി വർത്തിക്കുന്നു. അവസാന നിരോക്സികാരിയും (Fe^{2+} അല്ലെങ്കിൽ $C_2O_4^{2-}$) ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടശേഷമാണ് അന്ത്യബിന്ദു (end point) ദൃശ്യമാകുന്നത്. MnO_4^- ന്റെ ഗാഢത 10^{-6} mol dm^{-3} (10^{-6} mol L^{-1}) ൽ താഴെയായിരിക്കുമ്പോൾ സ്ഥിരതയുള്ള ആദ്യത്തെ പിങ്കു നിറം പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ഇത് തുല്യാങ്കത്തിനു വളരെ നേരിയതോതിൽ അതീതമായി നേർത്തനിറം ഉറപ്പാക്കുന്നു. ഈ ബിന്ദുവിൽ മോൾ രാസസമീകരണമിതിയത്തിനനുസരിച്ച് ഓക്സീകാരിയും നിരോക്സീകാരിയും തുല്യമാണ്.

ii) ഇനി പെട്ടെന്നുള്ള സ്വയം നിറമാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ലായെങ്കിൽ (MnO_4^- അനുമാപനത്തിലെപ്പോലെ) അഭികാരകത്തിന്റെ അവസാന അംശം ഉപയോഗിച്ചു കഴിയുന്ന മാത്രയിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട പെട്ടെന്നു നിറം തരുന്ന സൂചകങ്ങളുമുണ്ട്. ഇതിന് ഒന്നാന്തരം ഉദാഹരണമാണ്, സ്വയം സൂചകമല്ലാത്ത $Cr_2O_7^{2-}$ ഉപയോഗിച്ചുള്ള അനുമാപനം തുല്യാങ്കം എത്തിയ ഉടനെ തന്നെ $Cr_2O_7^{2-}$ സൂചക പദാർഥമായ ഡൈഫിനൈലമീനിനെ ഓക്സീകരിച്ച് അന്ത്യബിന്ദു സൂചിപ്പിച്ചു കൊണ്ട് തീവ്രമായ നീലനിറം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

iii) രസകരവും സാധാരണവുമായ മറ്റൊരു രീതിയുണ്ട്. ഇതിന്റെ ഉപയോഗം I^- അയോണിനെ ഓക്സീകരിക്കാൻ കഴിവുള്ള അഭികാരകങ്ങളിലേക്ക് ക്ലിപ്തപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് Cu(II)

$$2Cu^{2+}(aq) + 4I^-(aq) \rightarrow Cu_2I_2(s) + I_2(aq) \quad (8.59)$$

അയോഡിൻ സ്റ്റാർച്ചിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സ്വയം തീവ്രമായ നീലനിറം തരുന്നതിനെയും അയോഡിന്

തയോസൾഫേറ്റ് അയോണുമായി നിശ്ചിതമായ ഒരു റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തന പ്രവർത്തനമാണുള്ളത് എന്ന രണ്ടു കാര്യങ്ങളെയാണ് ഈ രീതി ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്.

$$I_2(aq) + 2\,S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq) \quad (8.60)$$

ജലത്തിൽ I_2 വിന് ലേയത്വമില്ലെങ്കിലും KI അടങ്ങിയ ലായനിയിൽ KI_3 ആയി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. Cu^{2+} അയോൺ അയൊഡൈഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് I_2 സ്വതന്ത്രമാകുമ്പോൾ സ്റ്റാർച്ച് ഒഴിക്കുകയാണെങ്കിൽ കടുത്ത നീലനിറം കാണപ്പെടുന്നു. തയോസൾഫേറ്റ് അയോണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് I_2 നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ നീലനിറം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. അങ്ങനെ അന്ത്യബിന്ദു വളരെ വേഗത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്. ബാക്കിയുള്ളത് രാസസമീകരണമിതിയ കണക്കുകൂട്ടൽ മാത്രം.

8.3.4 ഓക്സീകരണസംഖ്യ എന്ന ആശയത്തിന്റെ പരിമിതി

നേരത്തെ ചർച്ച ചെയ്തപ്പോൾ കണ്ടതുപോലെ റിഡോക്സ് പ്രക്രിയ എന്ന ആശയം കാലത്തിനനുസരിച്ച് മാറ്റത്തിന് വിധേയമാണ്. ഇത് തുടർന്നു കൊണ്ടേയിരിക്കും. ഇപ്പോഴത്തെ കാഴ്ചപ്പാടിൽ ഓക്സീകരണ പ്രക്രിയ എന്നാൽ രാസപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ആറ്റങ്ങൾക്കു ചുറ്റുമുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സാന്ദ്രതയിലുള്ള കുറവും നിരോക്സീകരണമെന്നാൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സാന്ദ്രതയിലുള്ള വർധനവുമാണ്.

8.4 റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനവും ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകളും

പ്രവർത്തനം (8.15) ൽ കണ്ടതുപോലുള്ള പരീക്ഷണം Zn ദണ്ഡ് കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയും നടത്താവുന്നതാണ്. ഇതിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു. സിങ്കിൽ നിന്നും കോപ്പർ അയോണിലേക്ക് നേരിട്ടുള്ള ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം നടക്കുന്നതിനാൽ സിങ്ക്, സിങ്ക് അയോണായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും കോപ്പർ, അയോൺ ലോഹീയ കോപ്പറായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം താപം പുറത്തു വിടുന്നു. ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം പരോക്ഷമായി നടത്താക്കരീതിയിൽ ഈ പരീക്ഷണത്തിന് നമുക്ക് ഭേദഗതി വരുത്തിയാൽ സിങ്കിനെ കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ നിന്ന് വേർതിരിക്കുന്നത് അവശ്യമായിവരുന്നു. ഇതിനായി ഒരു ബീക്കറിൽ കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് ലായനി എടുത്തശേഷം കോപ്പർദണ്ഡ് അതിൽ മുക്കി വയ്ക്കാം. അതുപോലെ മറ്റൊരു ബീക്കറിലെ സിങ്ക് സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ സിങ്ക് ദണ്ഡും മുക്കി വയ്ക്കാം. ഇപ്പോൾ രണ്ടു ബീക്കറിലും പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു. ലോഹത്തിന്റെയും അതിലെ ലവണലായനിയുടെ അന്തർപ്രതലത്തിൽ ഓരോ ഇനത്തിന്റെയും ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതിന്റെയും നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതിന്റെ പദാർഥങ്ങൾ കാണാം. ഇത് ഇനങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ അർധ പ്രവർത്തനത്തിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. **റിഡോക്സ് യുഗ്മം** എന്നാൽ ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതും, നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതുമായ പദാർത്ഥങ്ങൾ ഒരുമിച്ച് ഒരു അർധ ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ അല്ലെങ്കിൽ അർധനിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടുന്നു എന്നാണ്. അന്തർപ്രതലത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ലംബരേഖ അല്ലെങ്കിൽ ചരിഞ്ഞരേഖ ഉപയോഗിച്ച് ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട പദാർഥത്തെയും നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട പദാർഥത്തെയും വേർതിരിച്ചാണ് ഇതിനെ ചിത്രീകരിക്കുന്നത്. (ഉദാഹരണം ഖരം/ലായനി) ഉദാഹരണത്തിന്, Zn^{2+}/Zn, Cu^{2+}/Cu എന്നിവയാണ് ഈ പരീക്ഷണത്തിലെ റിഡോക്സ് യുഗ്മങ്ങൾ. ഈ രണ്ടു അവസ്ഥയിലും ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമായതിനെ നിരോക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായതിന്റെ മുന്നിൽ എഴുതുന്നു. ഇനി നമുക്ക് സിങ്ക് സൾഫേറ്റുള്ള ബീക്കറും കോപ്പർ സൾഫേറ്റുള്ള ബീക്കറും അടുത്തടുത്തായി വയ്ക്കാം.

ചിത്രം 8.3 ഡാനിയൽ സെല്ലിന്റെ സജ്ജീകരണം. സിങ്കിന്റെ ഓക്സീകരണത്തിലൂടെ ആനോഡിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ പുറമെ സർക്യൂട്ടിൽ കൂടി ഒഴുകി, കാഥോഡിലെ കോപ്പർ അയോണുകളെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. സാൾട്ട് ബ്രിഡ്ജിലൂടെ ഒഴുകുന്ന അയോണുകൾ സെല്ലിനുള്ളിൽ സർക്യൂട്ട് പൂർണമാകുന്നു. വൈദ്യുതിയുടെ ദിശ ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഒഴുക്കിന്റെ വിപരീതദിശയിലാണെന്നത് പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധേയമാണ്.

ചിത്രം (8.3) ഒരു സാൾട്ട് ബ്രിഡ്ജ് (പൊട്ടാസ്യം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയോ അല്ലെങ്കിൽ അഗാർഅഗാർ ചേർത്ത് തിളപ്പിച്ചശേഷം തണുപ്പിച്ച് ജെല്ലി രൂപത്തിലാക്കിയ ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള അമോണിയം നൈട്രേറ്റ് വച്ചിട്ടുള്ള U -ട്യൂബ് ഉപയോഗിച്ച് രണ്ടു ലായനികളെയും ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു.)

പരസ്പരം കലരാതെ രണ്ടു ലായനികൾക്കിടയിൽ ഒരു വൈദ്യുത ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നതിന് സോൾട്ട് ബ്രിഡ്ജ് സഹായിക്കുന്നു. ഒരു അമീറ്ററും സ്വിച്ചും ഉൾപ്പെടുത്തി ഒരു ലോഹക്കമ്പി കൊണ്ട് സിങ്കിനേയും കോപ്പറിനെയും ബന്ധിക്കുന്നു. ചിത്രം (8.3) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഈ സജ്ജീകരണത്തിനെ ഡാനിയൽ സെൽ (Daniel Cell) എന്നു വിളിക്കുന്നു. വൈദ്യുതബന്ധം വിച്ഛേദിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ രണ്ടു ബീക്കറുകളിലും രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുകയോ കമ്പിയിൽ കൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല. വൈദ്യുത ബന്ധം പൂർണമാകുമ്പോൾ സ്വിച്ച് ഓണായ അവസ്ഥയിൽ താഴെപ്പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കാം.

1. Zn ൽ നിന്ന് Cu^{2+} ലേക്ക് നേരിട്ട് ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റം നടക്കുന്നില്ല. പടക്ഷ ചിത്രത്തിൽ ദിശ സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ടു ദണ്ഡുകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന കമ്പിയിലൂടെയാണ് വൈദ്യുതിയുടെ പ്രവാഹം സംഭവിക്കുന്നത്.
2. സാൾട്ട് ബ്രിഡ്ജിൽ കൂടിയുള്ള അയോണുകളുടെ സഞ്ചാരത്തിലൂടെയാണ് വൈദ്യുതി ഒരു ബീക്കറിലെ ലായനിയിൽ നിന്നും മറ്റൊരു ബീക്കറിലെ ലായനിയിലേക്ക് ഒഴുകുന്നത്. നമുക്കറിയാവുന്നതു പോലെ സിങ്ക്, കോപ്പർ എന്നീ ദണ്ഡുകൾക്കിടയിൽ വൈദ്യുതിയുടെ ഒഴുക്ക് സാദ്ധ്യമാകണമെങ്കിൽ ഒരു പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം ഉണ്ടായിരിക്കണം, ഇവയെ **ഇലക്ട്രോഡുകൾ** എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഓരോ ഇലക്ട്രോഡുകളോടനുബന്ധിച്ചുള്ള പൊട്ടൻഷ്യലിനെ **'ഇലക്ട്രോഡു പൊട്ടൻഷ്യൽ'** എന്നു പറയുന്നു. ഇലക്ട്രോഡ് പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്ന ഓരോ ഇനത്തിന്റെയും ഗാഢത യൂണിറ്റ് ഗാഢത ആണെങ്കിലും, (ഇലക്ട്രോഡ് പ്രവർത്തനത്തിൽ വാതകം ഉൾപ്പെടുന്നെങ്കിൽ മർദ്ദം/ഒരു അറ്റ്മോസ്ഫിയർ ആയിരിക്കണം), കൂടാതെ പ്രവർത്തന താപനില 298K ആണെങ്കിലും ഓരോ ഇലക്ട്രോഡിലുമുള്ള പൊട്ടൻഷ്യലിനെ **പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ** എന്നു പറയുന്നു. സമ്പ്രദായപ്രകാരം, ഹൈഡ്രജൻ ഇലക്ട്രോഡിന്റെ പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ (E°) 0.00 വോൾട്ടാണ്. ഓരോ ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയയുടെയും ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ മൂല്യം എന്നു പറയുന്നത് ഓരോ ക്രിയാത്മക സ്പീഷ്യസിന്റെയും ഓക്സീകരണ- നിരോക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കാനുള്ള ആപേക്ഷിക പ്രവണതയുടെ അളവിനെയാണ്. ഒരു നെഗറ്റീവ് E° എന്നതു കൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നത്, റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^{+}/H_2 യുഗ്മത്തേക്കാൾ ശക്തി കൂടിയ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നും ഒരു പോസിറ്റീവ് E° എന്നതു കൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നത് റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^{+}/H_2 യുഗ്മത്തേക്കാൾ ശക്തി കുറഞ്ഞ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നുമാണ്. പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ വളരെ പ്രാധാന്യപ്പെട്ടതും ഇവയിൽനിന്നും പ്രയോജനമുള്ള ധാരാളം അറിവ് ലഭിക്കുന്നതുമാണ്. പട്ടിക (8.1) ൽ തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകളും (നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം) അവയുടെ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകളുടെ മൂല്യങ്ങളും തന്നിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോഡു പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചും സെല്ലുകളെക്കുറിച്ചും കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ നിങ്ങൾ പന്ത്രണ്ടാം ക്ലാസ്സിൽ പഠിക്കും.

പട്ടിക 8.1 : 298K ലുള്ള പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ

(അയോണുകൾ ജലീയ സ്പീഷിസായിട്ടും ജലം ദ്രാവകരൂപത്തിലുമാണ്. g, s എന്നിവ യഥാക്രമം വാതകത്തെയും ഖരത്തെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.)

പ്രവർത്തനം (ഓക്സീകരിച്ച രൂപം + ne	→ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട രൂപം)	E^0 / V
$F_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^-$	$\rightarrow Co^{2+}$	1.81
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.78
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Au^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Au(s)$	1.40
$Cl_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2Cl^-$	1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^-$	$\rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$	$\rightarrow 2H_2O$	1.23
$MnO_2(s) + 4H^+ + 2e^-$	$\rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$Br_2 + 2e^-$	$\rightarrow 2Br^-$	1.09
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^-$	$\rightarrow NO(g) + 2H_2O$	0.97
$2Hg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Hg_2^{2+}$	0.92
$Ag^+ + e^-$	$\rightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+} + e^-$	$\rightarrow Fe^{2+}$	0.77
$O_2(g) + 2H^+ + 2e^-$	$\rightarrow H_2O_2$	0.68
$I_2(s) + 2e^-$	$\rightarrow 2I^-$	0.54
$Cu^+ + e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.34
$AgCl(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Cl^-$	0.22
$AgBr(s) + e^-$	$\rightarrow Ag(s) + Br^-$	0.10
$2H^+ + 2e^-$	**$\rightarrow H_2(g)$**	**0.00**
$Pb^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Pb(s)$	–0.13
$Sn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Sn(s)$	–0.14
$Ni^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ni(s)$	–0.25
$Fe^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	–0.44
$Cr^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Cr(s)$	–0.74
$Zn^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Zn(s)$	–0.76
$2H_2O + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g) + 2OH^-$	–0.83
$Al^{3+} + 3e^-$	$\rightarrow Al(s)$	–1.66
$Mg^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Mg(s)$	–2.36
$Na^+ + e^-$	$\rightarrow Na(s)$	–2.71
$Ca^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow Ca(s)$	–2.87
$K^+ + e^-$	$\rightarrow K(s)$	–2.93
$Li^+ + e^-$	$\rightarrow Li(s)$	–3.05

(↑ ഓക്സീകാരിയുടെ ക്രിയാശേഷി വർധിക്കുന്നു; ↓ നിരോക്സീകാരിയുടെ ശേഷി വർധിക്കുന്നു)

1. ഒരു നെഗറ്റീവ് E^0 യുടെ അർഥം റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^+/H_2 യുഗ്മത്തെക്കാൾ ശക്തിയേറിയ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നാണ്.
2. ഒരു പോസിറ്റീവ് E^0 അർഥമാക്കുന്നത് റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^+/H_2 യുഗ്മത്തെക്കാൾ ശക്തി കുറഞ്ഞ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നാണ്.

സംഗ്രഹം

ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും ഒരേ സമയം സാധ്യമാകുന്ന ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട വിഭാഗമാണ് റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ. മൂന്നു ശ്രേണിയിലുള്ള സാമാന്യവത്കരണം അതായത് ആദ്യകാലത്തേത്, ഇലക്ട്രോണിക, ഓക്സീകരണ സംഖ്യ ഇവ സാധാരണ ടെക്സ്റ്റുകളിൽ ലഭ്യമാണ്- ഇവിടെ ഇത് വിശദമായി പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓക്സീകരണം, നിരോക്സീകരണം, **ഓക്സികാരി, നിരോക്സികാരി** ഇവയെല്ലാം ഈ ആശയങ്ങൾക്ക് അനുസരിച്ചാണ് വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. **ഓക്സീകരണ സംഖ്യ** നൽകിയിരിക്കുന്നത് ഒരു കൂട്ടം നിയമങ്ങൾക്കനുസരിച്ചാണ്. ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി അയോൺ- ഇലക്ട്രോൺ രീതി എന്നിവ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായുള്ള സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതാൻ പ്രയോജനപ്രദമാണ്. റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ നാലു വിഭാഗങ്ങളായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. സംയോജനം, വിഘടനം, ആദേശം, ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ. **റിഡോക്സ് യുഗ്മം, ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകൾ** എന്നീ ആശയങ്ങൾ ഇവിടെ അവതരിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകൾ, സെല്ലുകൾ എന്നിവയുടെ പഠനങ്ങളിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പ്രയോജനം വിപുലമാണ്.

പരിശീലന ചോദ്യങ്ങൾ

8.1. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഇനങ്ങളിൽ അടിവര ഇട്ടിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ എഴുതുക.

(a) $NaH_2\underline{P}O_4$ (b) $NaH\underline{S}O_4$ (c) $H_4\underline{P}_2O_7$ (d) $K_2\underline{Mn}O_4$

(e) $Ca\underline{O}_2$ (f) $Na\underline{B}H_4$ (g) $H_2\underline{S}_2O_7$ (h) $KAl(\underline{S}O_4)_2 \cdot 12\, H_2O$

8.2. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഓരോന്നിലും അടിവരയിട്ട മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എത്ര? ഉത്തരങ്ങളെ നിങ്ങൾ എങ്ങിനെ സാധൂകരിക്കും?

(a) $K\underline{I}_3$ (b) $H_2\underline{S}_4O_6$ (c) $\underline{Fe}_3O_4$ (d) $\underline{C}H_3\underline{C}H_2OH$ (e) $\underline{C}H_3\underline{C}OOH$

8.3 താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളാണെന്ന് സമർഥിക്കുക.

(a) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g)$

(b) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$

(c) $4BCl_3(g) + 3LiAlH_4(s) \rightarrow 2B_2H_6(g) + 3LiCl(s) + 3\,AlCl_3(s)$

(d) $2K(s) + F_2(g) \rightarrow 2K^+F^-(s)$

(e) $4\,NH_3(g) + 5\,O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$

8.4. ഫ്ളൂറിൻ ഐസുമായി പ്രവർത്തിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നു.

$H_2O(s) + F_2(g) \rightarrow HF(g) + HOF(g)$

ഈ പ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണെന്നു സമർത്ഥിക്കുക.

8.5. H_2SO_5, $Cr_2O_7^{2-}$ and NO_3^- എന്നിവയിലുള്ള സൾഫർ, ക്രോമിയം, നൈട്രജൻ എന്നിവയുടെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ, കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ഘടന നിർദ്ദേശിക്കുക. ഇത് എത്രമാത്രം തെറ്റിദ്ധാരണാജനകമാണ്?

8.6. താഴെപ്പറയുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ രാസസൂത്രം എഴുതുക.

a) മെർക്കുറി(II) ക്ലോറൈഡ് (b) നിക്കൽ(II) സൾഫേറ്റ്

(c) ടിൻ(IV) ഓക്സൈഡ് (d) താലിയം(I) സൾഫേറ്റ്

(e) അയൺ(III) സൾഫേറ്റ് (f) ക്രോമിയം(III) ഓക്സൈഡ്

8.7. കാർബണിന് –4 മുതൽ +4 വരെയും നൈട്രജന് –3 മുതൽ +5 വരെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക നിർദ്ദേശിക്കുക.

8.8. സൾഫർ ഡൈയോക്സൈഡും ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡും അവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഓക്സീകാരിയായും അല്ലെങ്കിൽ നിരോക്സീകാരിയായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഓസോണിനും നൈട്രിക് ആസിഡിനും ഓക്സീകാരിയായി മാത്രമേ പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുന്നുള്ളൂ. എന്തുകൊണ്ട്.?

8.9. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

(a) $6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$

(b) $O_3(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(l) + 2O_2(g)$

എന്തുകൊണ്ട് താഴെപ്പറയുന്നവിധം ഈ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുന്നത് കൂടുതൽ അഭികാമ്യമാകുന്നത്.

(a) $6CO_2(g) + 12H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6H_2O(l) + 6O_2(g)$

(b) $O_3(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(l) + O_2(g) + O_2(g)$

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന (a),(b) എന്നീ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പാത കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗം കൂടി നിർദ്ദേശിക്കുക.

8.10. സംയുക്തം AgF_2 ഒരു അസ്ഥിരമായ സംയുക്തമാണ്. അവ ഉണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ വളരെ ശക്തിയേറിയ ഓക്സീകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്?

8.11. ഒരു ഓക്സീകാരിയും നിരോക്സീകാരിയും തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനത്തിൽ, നിരോക്സീകാരി അധികമാണെങ്കിൽ താഴ്ന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു സംയുക്തവും ഓക്സീകാരി അധികമെടുത്താൽ ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു സംയുക്തവും ഉണ്ടാകുന്നു. മൂന്ന് ഉദാഹരണങ്ങൾ നൽകി ഈ പ്രസ്താവനയെ സമർത്ഥിക്കാം.

8.12. താഴെപ്പറയുന്നവ എങ്ങനെ സാധൂകരിക്കാം.

a) ക്ഷാരീയ പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റും അമ്ലീയ പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റും ഓക്സീകാരികളായി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും ടൊളുവിനിൽ നിന്നും ബെൻസോയിക് ആസിഡ് നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ എന്തുകൊണ്ട് ആൾക്കഹോളിക് പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റ് ഓക്സീകാരിയായി ഉപയോഗിക്കുന്നു? ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഒരു സന്തുലിത റിഡോക്സ് സമവാക്യം എഴുതുക.

b) ക്ലോറൈഡ് അടങ്ങിയ ഒരു അകാർബണിക മിശ്രിതത്തിലേക്ക് ഗാഢസൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഒഴിക്കുകയാണെങ്കിൽ രൂക്ഷഗന്ധമുള്ളതും നിറമില്ലാത്തതുമായ HCl വാതകം ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ അകാർബണിക മിശ്രിതത്തിൽ ബ്രോമൈഡാണ് ഉള്ളതെങ്കിൽ ചുവന്ന ബാഷ്പമാണ് ലഭിക്കുന്നത്. എന്തുകൊണ്ട്?

8.13. താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചവ, നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചവ, ഓക്സീകാരി, നിരോക്സീകാരി എന്നീ പദാർത്ഥങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുക.

a) $2AgBr(s) + C_6H_6O_2(aq) \rightarrow 2Ag(s) + 2HBr(aq) + C_6H_4O_2(aq)$

(b) $HCHO(l) + 2[Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow 2Ag(s) + HCOO^-(aq) + 4NH_3(aq) + 2H_2O(l)$

(c) $HCHO(l) + 2Cu^{2+}(aq) + 5OH^-(aq) \rightarrow Cu_2O(s) + HCOO^-(aq) + 3H_2O(l)$

(d) $N_2H_4(l) + 2H_2O_2(l) \rightarrow N_2(g) + 4H_2O(l)$

(e) $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

8.14. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

$2\,S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(s) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$

$S_2O_3^{2-}(aq) + 2Br_2(l) + 5\,H_2O(l) \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + 4Br^-(aq) + 10H^-(aq)$

എന്തുകൊണ്ടാണ് തയോസൾഫേറ്റ് എന്ന നിരോക്സീകാരി അയോഡിൻ, ബ്രോമിൻ എന്നിവയുമായി വ്യത്യസ്ത രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

8.15. പ്രവർത്തനങ്ങൾ നൽകിക്കൊണ്ട് സമർത്ഥിക്കുക. ഹാലൊജനുകളുടെ ഇടയിൽ ഫ്ലൂറിൻ ഏറ്റവും നല്ല ഓക്സീകാരിയാണ്. ഹൈഡ്രോഹാലിക് സംയുക്തങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രോഅയഡിക് ആസിഡ് ഏറ്റവും നല്ല നിരോക്സീകാരിയാണ്.

8.16. എന്തുകൊണ്ട് താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നു?

$XeO_6^{4-}(aq) + 2F^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow XeO_3(g) + F_2(g) + 3H_2O(l)$

Na_4XeO_6 (ഇതിൽ XeO_6^{4-} ഒരു ഭാഗമാണ്) എന്ന സംയുക്തത്തെ സംബന്ധിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്ന് എന്തു നിഗമനത്തിലെത്താൻ കഴിയും?

8.17. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

(a) $H_3PO_2(aq) + 4\,AgNO_3(aq) + 2\,H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + 4Ag(s) + 4HNO_3(aq)$

(b) $H_3PO_2(aq) + 2CuSO_4(aq) + 2\,H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + 2Cu(s) + H_2SO_4(aq)$

(c) $C_6H_5CHO(l) + 2[Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow C_6H_5COO^-(aq) + 2Ag(s) + 4NH_3(aq) + 2H_2O(l)$

(d) $C_6H_5CHO(l) + 2Cu^{2+}(aq) + 5OH^-(aq) \rightarrow$ ഒരു മാറ്റവും കാണുന്നില്ല

ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ Ag^+, Cu^{2+} എന്നിവയുടെ സ്വഭാവത്തിൽ നിന്ന് നിങ്ങൾ എന്തു നിഗമനത്തിലാണ് എത്തിച്ചേരുന്നത്.?

8.18. താഴെതന്നിരിക്കുന്ന റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ അയോൺ – ഇലക്ട്രോൺ രീതി പ്രകാരം സമീകരണം ചെയ്യുക.

(a) $MnO_4^-(aq) + I^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + I_2(s)$ (ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിൽ)

(b) $MnO_4^-(aq) + SO_2(g) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + HSO_4^-(aq)$ (അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിൽ)

c) $H_2O_2(aq) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + H_2O(l)$ (അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിൽ)

(d) $Cr_2O_7^{2-} + SO_2(g) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ (അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിൽ)

8.19 ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള താഴെപ്പറയുന്ന സമവാക്യങ്ങളെ അയോൺ-ഇലക്ട്രോൺ, ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നീ രീതികൾ ഉപയോഗിച്ച് സന്തുലനം ചെയ്യുക. ഈ സമവാക്യത്തിലെ ഓക്സീകാരി, നിരോക്സീകാരി എന്നിവ തിരിച്ചറിയുക.

(a) $P_4(s) + OH^-(aq) \rightarrow PH_3(g) + H_2PO_2^-(aq)$

(b) $N_2H_4(l) + ClO_3^-(aq) \rightarrow NO(g) + Cl^-(g)$

(c) $Cl_2O_7(g) + H_2O_2(aq) \rightarrow ClO_2^-(aq) + O_2(g) + H^-$

8.20. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് നിങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ് മനസ്സിലാക്കുന്നത്?

$(CN)_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow CN^-(aq) + CNO^-(aq) + H_2O(l)$

8.21. Mn^{3+} അയോൺ ലായനിയിൽ അസ്ഥിരമാണ്. എന്നാൽ ആനുപാതികമല്ലാത്ത പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുമ്പോൾ Mn^{2+}, MnO_2, H^+ അയോൺ എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ സമീകൃത അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുക.

8.22. Cs, Ne, I, F എന്നീ മൂലകങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

a) നെഗറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രം കാണിക്കുന്ന മൂലകമേത്?

b) പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രം കാണിക്കുന്ന മൂലകമേത്?

c) പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്ന മൂലകമേത്?

d) പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കാത്ത മൂലകമേത്?

8.23. കുടിവെള്ളശുദ്ധീകരണത്തിനായി ക്ലോറിൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ അധികമായാൽ ഹാനികരമാണ്. അധികമുള്ള ക്ലോറിൻ നീക്കം ചെയ്യുന്നത് സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് ചേർത്താണ്. ജലത്തിൽ നടക്കുന്ന ഈ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന് ഒരു സമീകൃത സമവാക്യം എഴുതുക.

8.24. നിങ്ങളുടെ പുസ്തകത്തിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ആവർത്തനപ്പട്ടിക പരിശോധിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം നൽകുക.

a) ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന അലോഹങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുക.

b) ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന ലോഹങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുക.

8.25. നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ നിർമ്മാണത്തിനുള്ള ഓസ്റ്റ്‌വാൾഡ് പ്രക്രിയയുടെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ, ഓക്സിജൻ വാതകം അമോണിയ വാതകത്തെ ഓക്സീകരിച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു. 10.00 ഗ്രാം അമോണിയയും 20.00 ഗ്രാം ഓക്സിജനും ചേർന്നു തുടങ്ങുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ പരമാവധി ഉണ്ടാകാവുന്ന നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് എത്രയായിരിക്കും?

8.26. പട്ടിക (8.1) ൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ ഉപയോഗിച്ച് താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവ തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനം സാധ്യമാണോ എന്ന് പ്രവചിക്കുക.

(a) $Fe^{3+}(aq)$, $I^{-}(aq)$ (b) $Ag^{+}(aq)$, $Cu(s)$

(c) $Fe^{3+}(aq)$, $Cu(s)$ (d) $Ag(s)$, $Fe^{3+}(aq)$

(e) $Br_2(aq)$, $Fe^{2+}(aq)$.

8.27. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഓരോന്നിലും വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉല്പന്നങ്ങൾ ഏവ?

i) $AgNO_3$ ന്റെ ജലീല ലായനിയും സിൽവർ ഇലക്ട്രോഡും.

ii) $AgNO_3$ ന്റെ ജലീല ലായനിയും പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡും.

iii) H_2SO_4 ന്റെ നേർപ്പിച്ച ലായനിയും പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡും.

iv) $CuCl_2$ ന്റെ ജലീല ലായനിയും പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡും.

8.28. താഴെപ്പറയുന്ന ലോഹങ്ങളെ അവയുടെ ലായനിയിൽ നിന്നും പരസ്പരം ആദേശം ചെയ്യുന്ന ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

Al, Cu, Fe, Mg and Zn.

8.29. പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ തന്നിരിക്കുന്നു.

$K^{+}/K = -2.93V$, $Ag^{+}/Ag = 0.80V$,

$Hg^{2+}/Hg = 0.79V$, $Mg^{2+}/Mg = -2.37V$, $Cr^{3+}/Cr = -0.74V$

ഈ ലോഹങ്ങളെ അവയെ നിരോക്സീകരണശക്തി വർദ്ധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

8.30. $Zn(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ എന്ന പ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന ഒരു സെൽ ചിത്രീകരിക്കുക. കൂടാതെ താഴെപ്പറയുന്നവയ്ക്ക് ഉത്തരം നൽകുക.

i) ഏതു ഇലക്ട്രോഡിനാണ് നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ളത്.

ii) ഈ സെല്ലിലെ വൈദ്യുതി വഹിക്കുന്നവ

iii) ഓരോ ഇലക്ട്രോഡിലുമുള്ള പ്രവർത്തനം.

യൂണിറ്റ് 9

ഹൈഡ്രജൻ

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ

- ലഭിച്ച അറിവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആവർത്തന പട്ടികയിലെ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനത്തെക്കുറിച്ച് അഭിപ്രായം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു.
- പ്രകൃതിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഏതെല്ലാം രീതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു എന്നും, ചെറിയ അളവിലും വ്യാവസായികമായും ഹൈഡ്രജൻ ഏതെല്ലാം രീതിയിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കാം എന്നും മനസ്സിലാക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പുകളെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- വ്യത്യസ്ത മൂലകങ്ങൾ ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിച്ച് അയോണിക സംയുക്തങ്ങൾ, തന്മാത്രീയ സംയുക്തങ്ങൾ, രാസസമീകരണമതിയമല്ലാത്ത സംയുക്തങ്ങൾ ഇവ എങ്ങനെ ഉണ്ടാക്കുന്നുവെന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഹൈഡ്രജന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് പ്രയോജനപ്രദമായ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിലേക്കും, പുതിയ സാങ്കേതികവിദ്യകളിലേക്കും നമ്മെ നയിക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ജലത്തിന്റെ ഘടന മനസ്സിലാക്കുകയും ഈ അറിവ് ജലത്തിന്റെ ഭൗതിക രാസിക ഗുണങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.
- പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ ഗുണനിലവാരം, ലയിച്ചു ചേർന്നിട്ടുള്ള വിവിധതരം പദാർത്ഥങ്ങളെ എപ്രകാരം ആശ്രയിക്കുന്നു എന്ന് വിവരിക്കുന്നു. കഠിനജലവും മൃദുജലവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം മനസ്സിലാക്കുന്നു. ജലത്തിന്റെ കാഠിന്യം എപ്രകാരം നീക്കാമെന്ന് പഠിക്കുന്നു.
- ഘനജലത്തെക്കുറിച്ചും അതിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ചും അറിവു നേടുന്നു.
- ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ ഘടന മനസ്സിലാക്കുന്നു. അതിന്റെ നിർമ്മാണരീതികൾ, പ്രയോജനപ്രദമായ രാസപദാർത്ഥങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്ന ഗുണങ്ങൾ, പരിസര ശുചീകരണത്തിലുള്ള പങ്ക് എന്നിവ പഠിക്കുന്നു.
- ചില പദങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാ: ഇലക്ട്രോൺ-ന്യൂനീകൃത ഹൈഡ്രൈഡ് ഇലക്ട്രോൺ-അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്, ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ, ഹൈഡ്രജനീകരണം.

"പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏറ്റവും സമൃദ്ധമായി കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. ഭൗമോപരിതല സമൃദ്ധിയിൽ മൂന്നാം സ്ഥാനമുള്ള ഹൈഡ്രജനെ ഭാവിയിലെ പ്രമുഖ ഊർജ്ജ സ്രോതസ്സായി തന്നെ വിഭാവനം ചെയ്യുന്നു."

പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങളെ നോക്കുമ്പോൾ ഏറ്റവും ലളിതമായ അറ്റോമിക ഘടനയുള്ള മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. അറ്റോമിക അവസ്ഥയിൽ ഹൈഡ്രജനിൽ ഒരു പ്രോട്ടോണും ഒരു ഇലക്ട്രോണുമാണുള്ളത്. എങ്കിലും മൂലകാവസ്ഥയിൽ ഹൈഡ്രജൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത് ദ്വയാറ്റോമിക തന്മാത്രയായിട്ടാണ് (H_2). അതിനാൽ ഹൈഡ്രജനെ ഡൈഹൈഡ്രജൻ എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. മറ്റേതൊരു മൂലകത്തേക്കാളും കൂടുതൽ സംയുക്തം ഉണ്ടാക്കുന്നത് ഡൈഹൈഡ്രജനാണ്. ഹൈഡ്രജനെ ഊർജ്ജത്തിന്റെ മുഖ്യ സ്രോതസ്സായി ഉപയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഭൂമിയിലെ ഊർജ്ജത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഉൽക്കണ്ഠയ്ക്ക് ഉത്തരമാകും എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ഈ പാഠഭാഗത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാം.

9.1 ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനം

ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഒന്നാമത്തെ മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനം ഒരു ചർച്ചാവിഷയം തന്നെയായിരുന്നു. നിങ്ങൾക്ക് അറിയാവുന്നതുപോലെ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ മൂലകങ്ങളെ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $1s^1$ ആണ്. ഈ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പായ ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസത്തിന് (ns^1) സദൃശമാണ്. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പതിനേഴാം

ഗ്രൂപ്പിലെ ഹാലൊജനുകളെപ്പോലെ (ns^2np^5 ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ളത്) ഉൽകൃഷ്ട വാതകത്തിന്റെ [He ($1s^2$)] ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിലെത്താൻ ഹൈഡ്രജന് ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കുറവുണ്ട്. ഹൈഡ്രജന്, അതിനാൽ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെട്ട് ഏകപോസിറ്റീവ് അയോണായി മാറുന്ന ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളോടും ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നേടി ഏക നെഗറ്റീവ് അയോണായി മാറുന്ന ഹാലൊജനുകളോടും സാദൃശ്യമുണ്ട്. ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സൈഡുകൾ, ഹാലൈഡുകൾ, സൾഫൈഡുകൾ എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി, ഹൈഡ്രജന് ഉയർന്ന അയോണീകരണ എൻഥാൽപി ഉണ്ടെന്ന് മാത്രമല്ല, സാധാരണ സാഹചര്യങ്ങളിൽ അത് ലോഹീയ സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നുമില്ല. വാസ്തവത്തിൽ, അയോണീകരണ എൻഥാൽപി പരിഗണിച്ചാൽ ഹൈഡ്രജൻ കൂടുതലും ഹാലൊജനുകളുമായാണ് സാദൃശ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. Li ന്റെ $\Delta_i H$ 520 kJ mol^{-1} ഉം F ന്റേത് 1680 kJ mol^{-1} ഉം ഹൈഡ്രജന്റേത് 1312 kJ mol^{-1} ഉം ആണ്. ഹാലൊജനുകളെപ്പോലെ ഹൈഡ്രജൻ ദ്വയാറ്റോമിക തന്മാത്ര ഉണ്ടാക്കുന്നു, മറ്റ് മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് ഹൈഡ്രൈഡുകളും ധാരാളം സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ ഹാലൊജനുകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജന് ക്രിയാശീലം വളരെ കുറവാണ്.

ഒരുപരിധിവരെ ഹൈഡ്രജൻ ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളോടും ഹാലൊജനുകളോടും സാദൃശ്യം കാണിക്കുന്നതോടൊപ്പം തന്നെ അവയിൽ നിന്നും വിഭിന്നമായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ വളരെ പ്രസക്തമായ ചോദ്യം ഉയരുന്നു. ആവർത്തനപട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന് എവിടെ സ്ഥാനം നൽകണം? ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നും ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെടുന്നതിന്റെ പരിണിതഫലം ~1.5×10^{-3}pm വലുപ്പമുള്ള (H^+) ന്യൂക്ലിയസ്സാണ്. സാധാരണ അറ്റോമിക/അയോണിക വലുപ്പവുമായി (50-200pm) താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഇത് തീരെ ചെറുതാണ്. തന്മൂലം H^+ ഒരിക്കലും സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ നിലകൊള്ളുന്നില്ല. അത് മറ്റ് ആറ്റങ്ങളുമായോ തന്മാത്രകളുമായോ ചേർന്നു കാണപ്പെടുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ അനുപമമായ ഒരു സ്വഭാവമാണ് കാണിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ട് ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന് ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥാനം നൽകിയിരിക്കുന്നു. (യൂണിറ്റ് 3)

9.2 ഡൈഹൈഡ്രജൻ, H_2

9.2.1 പ്രകൃതിയിലെ സാന്നിദ്ധ്യം

പ്രപഞ്ചത്തിൽ ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. (പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മാസിന്റെ 70% ത്തോളം) സൗരാന്തരീക്ഷത്തിൽ മുഖ്യമായും കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. വളരെ വലിയ ഗ്രഹങ്ങളായ വ്യാഴത്തിലും ശനിയിലും കൂടുതലും കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. എന്നാൽ ഭാരക്കുറവ് മൂലം ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം വളരെ കുറവാണ് (0.15% പിണ്ഡശതമാനം) എന്നാൽ സംയുക്താവസ്ഥയിൽ ഭൂവൽക്കത്തിലും സമുദ്രങ്ങളിലും ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം 15.4% ത്തോളം വരും. ജലത്തിൽ ഉള്ളതു കൂടാതെ, സസ്യങ്ങളുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും കലകളിലും, കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളിലും, പ്രോട്ടീനുകളിലും, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള ഹൈഡ്രൈഡുകളിലും മറ്റു സംയുക്തങ്ങളിലും ഹൈഡ്രജന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം ഉണ്ട്.

9.2.2 ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പുകൾ

ഹൈഡ്രജന് മൂന്ന് ഐസോടോപ്പുകളാണുള്ളത്. **പ്രോട്ടിയം** ^1_1H, **ഡ്യൂറ്റീരിയം** ^2_1H അഥവാ D, **ട്രിഷിയം** ^3_1H അഥവാ T. ഈ ഐസോടോപ്പുകൾ തമ്മിൽ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് ഊഹിക്കാമോ? ന്യൂട്രോണുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യമാണ് ഇവയെ വ്യത്യസ്തമാക്കുന്നത്. സാധാരണ ഹൈഡ്രജനിൽ (പ്രോട്ടിയത്തിൽ) ന്യൂട്രോണുകൾ ഇല്ല. ഡ്യൂറ്റീരിയം അഥവാ ഘനഹൈഡ്രജനിൽ ഒന്നും ട്രിഷിയത്തിൽ രണ്ടും ന്യൂട്രോണുകളാണ് ന്യൂക്ലിയസ്സിലുള്ളത്. 1934-ൽ ഭൗതികരീതി ഉപയോഗിച്ച് മാസ് നമ്പർ 2 ഉള്ള ഹൈഡ്രജൻ ഐസോടോപ്പ് വേർതിരിച്ചെടുത്തതിന് അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഹരോൾഡ്.സി.യൂറെ നോബൽ സമ്മാനത്തിനർഹനായി.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഐസോടോപ്പാണ് പ്രോട്ടിയം. ഭൂമിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഹൈഡ്രജനിൽ 0.0156% ഡ്യൂറ്റീരിയമാണ്. ഇത് പ്രധാനമായും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത് HD രൂപത്തിലാണ്.

പട്ടിക 9.1 ഹൈഡ്രജന്റെ അറ്റോമികവും ഭൗതികവുമായ ഗുണങ്ങൾ

ഗുണങ്ങൾ	ഹൈഡ്രജൻ	ഡ്യൂറ്റീരിയം	ട്രിഷിയം
ആപേക്ഷികമായ ലഭ്യത (%)	99.985	0.0156	10^{-15}
ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസ് (g mol^{-1})	1.008	2.014	3.016
ദ്രവണാങ്കം/ K	13.96	18.73	20.62
തിളനില/ K	20.39	23.67	25.0
സാന്ദ്രത/ gL^{-1}	0.09	0.18	0.27
ദ്രവീകരണ (fusion) എൻഥാൽപി/kJ mol^{-1}	0.117	0.197	-
ബാഷ്പീകരണ എൻഥാൽപി/kJ mol^{-1}	0.904	1.226	-
ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി kJ mol^{-1}	435.88	443.35	
അന്തർകേന്ദ്ര ദൂരം/pm	74.14	74.14	-
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി /kJ mol^{-1}	1312-		
ഇലക്ട്രോൺ ആർജിത എൻഥാൽപി/kJ mol^{-1}	−73	-	-
സഹസംയോജക ആരം/pm	37	-	-
അയോണിക ആരം (H^-)/pm	208	-	-

ട്രിഷിയത്തിന്റെ ഗാഢത ഏകദേശം 10^{18} പ്രോട്ടിയത്തിന് ഒരു ആറ്റമെന്ന നിലയ്ക്കാണ്. ഈ ഐസോടോപ്പുകളിൽ ട്രിഷിയം മാത്രമാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ളത്, അത് താഴ്ന്ന ഊർജ്ജമുള്ള β കണങ്ങളെ പുറത്തുവിടുന്നു. ($t_{½}$=12.33 വർഷങ്ങൾ)

ഒരേ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ളതിനാൽ ഐസോടോപ്പുകൾക്ക് ഏതാണ്ട് ഒരേ രാസസ്വഭാവമാണ് ഉള്ളത്. രാസപ്രവർത്തന നിരക്കിൽ മാത്രമുള്ള അവയുടെ ഒരേയൊരു വ്യത്യാസത്തിനു കാരണം അവയുടെ വ്യത്യസ്തമായ ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപിയാണ്. (പട്ടിക 9.1) മാസിൽ വലിയ വ്യത്യാസമുള്ളതിനാൽ ഭൗതിക ഗുണങ്ങളിൽ ഐസോടോപ്പുകൾ ഗണ്യമായ വ്യത്യാസം കാണിക്കുന്നു.

9.3 ഡൈഹൈഡ്രജൻ H_2 നിർമ്മിക്കുന്ന വിധം

ലോഹങ്ങൾ, ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും വിവിധ രീതികളിൽ നമുക്ക് ഡൈഹൈഡ്രജൻ നിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്.

9.3.1 പരീക്ഷണശാലയിലെ നിർമ്മാണം

(i) സാധാരണയായി സിങ്കു തരികളും നേർപ്പിച്ച ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാക്കുന്നത്.

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$$

(ii) സിങ്കുതരികളും ജലീയക്ഷാരവും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചും ഇതു നിർമിക്കാവുന്നതാണ്.

$$Zn + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2$$

സോഡിയം സിങ്കേറ്റ്

9.3.2 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാവസായിക നിർമ്മാണം

സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കാറുള്ള പ്രക്രിയകൾ ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

(i) പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ അമ്ലീകരിച്ച ജലത്തെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു.

$$2H_2O(l) \xrightarrow[\text{ചെറിയ അളവിൽ അമ്ലം/ക്ഷാരം}]{\text{വൈദ്യുത-വിശ്ലേഷണം}} 2H_2(g) + O_2(g)$$

(ii) ഉയർന്ന ശുദ്ധതയുള്ള (>99.95%) ഡൈഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുന്നതിനായി ബേരിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിന്റെ നേരിയ ചൂടുള്ള ജലീയ ലായനിയെ നിക്കൽ ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉപയോഗിച്ച് വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു.

(iii) ബ്രൈൻ ലായനിയെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിനു വിധേയമാക്കി NaOH, Cl_2 എന്നിവ

വ്യാവസായികമായി നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ ഒരു ഉപോൽപന്നമായി ഡൈഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ആനോഡിൽ : $2Cl^{-}(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^{-}$

കാഥോഡിൽ : $2H_2O(l) + 2e^{-} \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}(aq)$

ആകമാന രാസപ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2Na^{+}(aq) + 2Cl^{-}(aq) + 2H_2O(l)$$
$$\downarrow$$
$$Cl_2(g) + H_2(g) + 2Na^{+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

(iv) ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ കോക്ക് അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുമായി നീരാവി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കാം.

$$C_nH_{2n+2} + nH_2O \xrightarrow[Ni]{1270K} nCO + (2n+1)H_2$$

ഉദാഹരണമായി

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[Ni]{1270K} CO(g) + 3H_2(g)$$

CO ന്റെയും H_2 ന്റെയും മിശ്രിതത്തെ വാട്ടർ ഗ്യാസ് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. മെഥനോളും മറ്റനേകം ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും മറ്റും ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ ഈ മിശ്രിതം ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിനെ സിന്തസിസ് ഗ്യാസ് അഥവാ സിൻ ഗ്യാസ് എന്നും വിളിക്കാം. മലിനജലം, അറക്കപ്പൊടി, മരച്ചീളുകൾ, വർത്തമാനപത്രങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും ഇപ്പോൾ സിൻ ഗ്യാസ് നിർമ്മിക്കുന്നുണ്ട്. കൽക്കരി ഉപയോഗിച്ചുള്ള സിൻ ഗ്യാസിന്റെ നിർമ്മാണത്തെ കോൾ ഗ്യാസിഫിക്കേഷൻ *(coal gasification)* എന്നു പറയുന്നു.

$$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{1270K} CO(g) + H_2(g)$$

അയൺക്രോമേറ്റ് ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സിൻഗ്യാസിലെ *CO* നെ നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉൽപ്പാദനം വർദ്ധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

$$CO(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{673K} CO_2(g) + H_2(g)$$

ഇത് വാട്ടർ ഗ്യാസ് ഷിഫ്റ്റ് പ്രവർത്തനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. സോഡിയം ആർസനൈറ്റ് ലായനി ഉപയോഗിച്ച്, CO_2 നെ നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

നിലവിൽ ~77% വ്യാവസായിക ഡൈഹൈഡ്രജൻ പെട്രോകെമിക്കലുകളിൽ നിന്നും, 18% കൽക്കരിയിൽ നിന്നും, 4% ജലീയലായനിയുടെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിലൂടെയും 1% മറ്റു സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നു.

9.4 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഭൗതികഗുണധർമ്മങ്ങൾ

9.4.1 ഭൗതികഗുണങ്ങൾ

നിറം, മണം, രുചി എന്നിവ ഇല്ലാത്തതും തീപിടിക്കുന്നതുമായ വാതകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. ഇത് വായുവിനെക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതും ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തതുമാണ്. ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ മറ്റ് ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ ഡ്യൂറ്റീരിയത്തിനൊപ്പം പട്ടിക 9.1-ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

9.4.2 രാസഗുണങ്ങൾ

ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രാസഗുണങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നത് (അതുപോലെ മറ്റു തന്മാത്രകളുടെയും) ഒരു പരിധിവരെ അതിന്റെ ബന്ധനവിഘടന എൻഥാൽപിയാണ്. ഏതൊരു മൂലകത്തിന്റെയും രണ്ട് ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഏകബന്ധന എൻഥാൽപിയെക്കാൾ വളരെ ഉയർന്നതാണ് H–H ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി. ഈ വസ്തുതയിൽ നിന്നും നിങ്ങൾ എന്ത് നിഗമനത്തിലാണ് എത്തുന്നത്? ഈ ഒരു കാരണത്താലാണ് 2000K ൽ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ആറ്റങ്ങളായുള്ള വിഘടനം ~0.081% മാത്രമാകുന്നത്. എന്നാൽ ഇത് 5000K ൽ 95.5% ആയി വർദ്ധിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഈ ഉയർന്ന H–H ബന്ധന എൻഥാൽപി കാരണം സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഒരു പരിധിവരെ നിഷ്ക്രിയവുമാണ്. അതിനാൽ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ വൈദ്യുത ആർക്ക് അല്ലെങ്കിൽ അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണം ഉപയോഗിച്ചാണ് അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുന്നത്. $1s^1$ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ള അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജന്റെ ഓർബിറ്റൽ അപൂർണ്ണമായതിനാൽ അത് മിക്കവാറും എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായും സംയോജിക്കുന്നു. അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജന്റെ രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നത് (i) ആകെയുള്ള ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെട്ട് H ആകുന്നതിലൂടെയോ (ii) ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നേടി H ആകുന്നതിലൂടെയോ (iii) ഇലക്ട്രോണുകൾ പങ്കുവെച്ച് ഏക ബന്ധനം രൂപീകരിക്കുന്നതിലൂടെയോ ആണ്.

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രസതന്ത്രം മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്.

ഹാലൊജനുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം : ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൊജനുകളുമായി (X_2) പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡുകൾ നൽകുന്നു (HX)

$$H_2(g) + X_2(g) \rightarrow 2HX(g) \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം ഇരുട്ടിലും സാധ്യമാകുമ്പോൾ അയോഡിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനത്തിന് ഉൽപ്രേരകം ആവശ്യമായി വരുന്നു.

ഡൈഓക്സിജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം : ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഡൈഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ജലം ഉണ്ടാകുന്നത് വളരെ ഉയർന്ന (തീവ്ര) ഒരു താപമോചക പ്രവർത്തനമാണ്.

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{ഉൽപ്രേരകം അല്ലെങ്കിൽ ചൂടാക്കൽ}} 2H_2O(l);$$

$$\Delta H^{\ominus} = -285.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ഡൈനൈട്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഡൈനൈട്രജനുമായി ചേർന്ന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ അമോണിയ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow[Fe]{673K,\ 200atm} 2NH_3(g);$$

$$\Delta H^{\ominus} = -92.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ഇത് ഹേബർ പ്രക്രിയ എന്നറിയപ്പെടുന്ന അമോണിയയുടെ വ്യാവസായിക നിർമ്മാണ രീതിയാണ്.

ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ അനേകം ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകൾ നൽകുന്നു (വിഭാഗം 9.5)

$$H_2(g) + 2M(g) \rightarrow 2MH(s);$$

ഇവിടെ M = ക്ഷാര ലോഹം

ലോഹ അയോണുകളും ലോഹ ഓക്സൈഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഡൈഹൈഡ്രജൻ ചില ലോഹ അയണുകളുടെ ജലീയ ലായനിയേയും, ലോഹഓക്സൈഡുകളെയും (അയണിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞ ക്രിയാശേഷി ഉള്ള ലോഹങ്ങളുടെ) അതാത് ലോഹങ്ങളായി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$H_2(g) + Pd^{2+}(aq) \rightarrow Pd(s) + 2H^+(aq)$$

$$yH_2(g) + M_xO_y(s) \rightarrow xM(s) + yH_2O(l)$$

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം:

ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ അനേകം കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രോജനീകൃതവും വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ളതുമായ ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്:

(i) നിക്കൽ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സസ്യജന്യ എണ്ണയെ ഹൈഡ്രോജനീകരണത്തിനു വിധേയമാക്കുകയാണെങ്കിൽ ഭക്ഷ്യയോഗ്യമായ നെയ്യ് ലഭിക്കുന്നു, ഉദാ: മാർജറിൻ, വനസ്പതി നെയ്യ്.

(ii) ഒലിഫീനുകളെ ഹൈഡ്രോഫോർമൈലീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കുകയാണെങ്കിൽ ആൽഡിഹൈഡുകൾ ലഭിക്കുന്നു. അവ പിന്നീട് നിരോക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായി ആൾക്കഹോളായി മാറുന്നു.

$$H_2 + CO + RCH = CH_2 \rightarrow RCH_2CH_2CHO$$

$$H_2 + RCH_2CH_2CHO \rightarrow RCH_2CH_2CH_2OH$$

ചോദ്യം 9.1

താഴെപ്പറയുന്നവയുമായുള്ള ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുക. (i) ക്ലോറിൻ ii) സോഡിയം (iii) കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡ്

ഉത്തരം

(i) ഡൈഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറിനെ നിരോക്സീകരിച്ച് ക്ലോറൈഡ് (Cl^-) അയോണാക്കി മാറ്റുന്നതിനോടൊപ്പം അത് ക്ലോറിനാൽ ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമായി H^+ അയോണാകുന്നു, അങ്ങനെ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. H ന്റെയും Cl ന്റെയും ഇടയിൽ ഇലക്ട്രോൺ ജോഡി പങ്കുവെയ്ക്കപ്പെടുന്നത് സഹസംയോജക തന്മാത്രയുടെ രൂപീകരണത്തിനും കാരണമാകുന്നു.

(ii) ഡൈഹൈഡ്രജൻ സോഡിയത്താൽ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് NaH ആയി മാറുന്നു. സോഡിയത്തിൽ നിന്നുള്ള ഇല

ക്ട്രോണിനെ ഹൈഡ്രജൻ സ്വീകരിച്ച് $Na^{+}H^{-}$ എന്ന അയോണിയ സംയുക്തം ഉണ്ടാകുന്നു.

(iii) ഡൈഹൈഡ്രജൻ കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡിലെ കോപ്പറിനെ പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള കോപ്പറാക്കി നിരോക്സീകരിക്കുകയും സ്വയം ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് സഹസംയോജക സംയുക്തമായ ജലം ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

9.4.3 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

- ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഉപയോഗം അമോണിയയുടെ ഉല്പാദനമാണ്. അമോണിയ നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെയും നൈട്രജൻ അടങ്ങിയ വളങ്ങളുടെയും ഉല്പാദനത്തിന് അനുപേക്ഷണീയമാണ്.
- സോയാബീൻ, പരുത്തിവിത്തുകൾ തുടങ്ങിയ സസ്യജന്യവും ധാരാളം അപൂരിത ബന്ധങ്ങളുള്ളതുമായ എണ്ണയെ ഹൈഡ്രോജനീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കി വനസ്പതി നെയ്യ് ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നു.
- അനേകം കാർബണിക രാസപദാർത്ഥങ്ങളുടെ, പ്രത്യേകിച്ച് മെഥനോളിന്റെ നിർമ്മാണത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉപയോഗം ഒഴിവാക്കാനാവില്ല.

$$CO(g) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_3OH(l)$$

- ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിന് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ (വിഭാഗം 9.5)
- ധാരാളം ഉപയോഗങ്ങളുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് എന്ന രാസപദാർഥത്തിന്റെ നിർമ്മാണത്തിന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.
- ലോഹങ്ങളുടെ നിർമ്മാണപ്രക്രിയയിൽ ഘനലോഹഓക്സൈഡുകളെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നതിന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.
- അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ചുകൾ എന്നിവ ലോഹങ്ങളുടെ മുറിക്കൽ, വിളക്കിചേർക്കൽ എന്നിവയ്ക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു. അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ (ഇലക്ട്രിക് ആർക്കിന്റെ സഹായത്താൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്നത്) വെൽഡ് ചെയ്യാനുദ്ദേശിക്കുന്ന ലോഹപ്രതലത്തിൽ വച്ച് വീണ്ടും സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ താപനില 4000K വരെ ഉയരുന്നു.
- ബഹിരാകാശ ഗവേഷണത്തിൽ റോക്കറ്റ് ഇന്ധനമായി ഇത് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.
- വൈദ്യുതി ഉല്പാദനത്തിനുള്ള ഫ്യൂവൽ സെല്ലുകളിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പരമ്പരാഗതമായ ഫോസിൽ ഫ്യൂവലിനെക്കാളും വിദ്യുച്ഛക്തിയെക്കാളും ധാരാളം മേന്മ ഡൈഹൈഡ്രജനുണ്ട്. ഇത് പരിസരമലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്നില്ല. ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഓരോ യൂണിറ്റ് മാസ്സിൽ നിന്നും ഉല്പാദിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ അളവ്, ഗ്യാസൊലിൻ, മറ്റു ഇന്ധനങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തെക്കാൾ വളരെ ഉയർന്നതാണ്.

9.5 ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (Hydrides)

ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉൽകൃഷ്ട മൂലകങ്ങൾ ഒഴിച്ച് പൊതുവെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് **ഹൈഡ്രൈഡുകൾ** (hydrides) എന്നപേരുള്ള ദ്വയാംഗ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. 'E' ഒരു മൂലകത്തിന്റെ പ്രതീകമായെടുത്താൽ EH_x എന്ന (ഉദാ: MgH_2) അല്ലെങ്കിൽ E_mH_n (ഉദാ. B_2H_6) എന്ന രീതിയിൽ ഒരു ഹൈഡ്രൈഡിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കാം.

ഹൈഡ്രൈഡുകളെ മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം:

(i) അയോണിക അല്ലെങ്കിൽ സലൈൻ (Saline) അല്ലെങ്കിൽ ലവണ രൂപത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

(ii) സഹസംയോജക അല്ലെങ്കിൽ തന്മാത്രീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

(iii) ലോഹീയ അല്ലെങ്കിൽ അസമകരണമിതീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ.

9.5.1 അയോണിക അല്ലെങ്കിൽ സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

പൊതുവെ ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവ് സ്വഭാവമുള്ള മിക്കവാറും എല്ലാ s-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുമായി ഡൈഹൈഡ്രജൻ പ്രവർത്തിച്ച് ഉണ്ടാവുന്ന രാസസമീകരണമിതീയ സംയുക്തങ്ങളാണ് ഇവ.

ഇവയിൽ മൃദുലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളായ LiH, BeH_2 and MgH_2 പോലുള്ള ഭാരം കുറഞ്ഞ ലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളാണ് പൊതുവെ എടുത്തു പറയത്തക്ക സഹസംയോജക സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നത്. വാസ്തവത്തിൽ BeH_2, MgH_2 എന്നിവയ്ക്ക് ബഹുലക ഘടനയാണുള്ളത്. ഖരാവസ്ഥയിൽ അയോണിക ഹൈഡ്രൈഡുകൾ പരൽ രൂപത്തിലുള്ളതും, ബാഷ്പീകരണശീലമില്ലാത്തവയും കുചാലകങ്ങളുമാണ്. എന്നാൽ ഉരുകിയ അവസ്ഥയിൽ ഇവ വൈദ്യുതിയുടെ നല്ല ചാലകങ്ങളാണ്. ഇവ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ഡൈഹൈഡ്രജനെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഇത് H^- അയോണിന്റെ സാന്നിധ്യത്തെ കാണിക്കുന്നു.

$$2H^{-}(\text{ഉരുകിയത്}) \xrightarrow{\text{ആനോഡ്}} H_2(g) + 2e^{-}$$

സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ജലവുമായി തീവ്രമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

$$NaH(s) + H_2O(aq) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

മിതതാപനിലയിൽ ലിഥിയം ഹൈഡ്രൈഡ് O_2, Cl_2 എന്നിവയുമായി രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നില്ല. ആയതിനാൽ മറ്റു ഉപയോഗപ്രദമായ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ ഉത്പാദനത്തിന് ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$$8LiH + Al_2Cl_6 \rightarrow 2LiAlH_4 + 6LiCl$$

$$2LiH + B_2H_6 \rightarrow 2LiBH_4$$

9.5.2 സഹസംയോജക അഥവാ തന്മാത്രീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

ഡൈഹൈഡ്രജൻ മിക്കവാറും എല്ലാ *p*-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുമായി ചേർന്ന് തന്മാത്രീയ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. നമുക്ക് സുപരിചിതമായ ഉദാഹരണങ്ങളാണ് CH_4, NH_3, H_2O, HF മുതലായവ. സൗകര്യാർത്ഥം അലോഹങ്ങളുമായുള്ള ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ സംയുക്തങ്ങളെ നമുക്ക് ഹൈഡ്രൈഡുകളായി പരിഗണിക്കാം. സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളായതിനാൽ അവ ബാഷ്പീകരണ സ്വഭാവമുള്ളവയാണ്.

ലൂയിസ് ഘടനയിലുള്ള ആപേക്ഷിക ഇലക്ട്രോൺ എണ്ണത്തെയും, ബന്ധനങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ഇവയെ വീണ്ടും മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം.

(i) ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ് (electron-deficient hydride), **(ii) ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്** (electron-precise), **(iii) ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്** (electron-rich hydride).

പേര് സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ തന്നെ ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡിൽ പരമ്പരാഗതമായ ലൂയിസ് ഘടന എഴുതുന്നതിനാവശ്യമായ ഇലക്ട്രോണുകൾ തികയുന്നില്ല. ഡൈബോറേൻ (B_2H_6) ഇതിന് ഒരു ഉദാഹരണമാണ്. വാസ്തവത്തിൽ ഗ്രൂപ്പ് 13 ലെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഇലക്ട്രോൺ പരിമിത സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയുടെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് എന്ത് പ്രതീക്ഷിക്കാം? ഇവ ലൂയിസ് അമ്ലങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു. അതായത് ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകാരികളാണ്.

ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത സംയുക്തങ്ങളിൽ സാമ്പ്രദായികമായ ലൂയിസ് ഘടന എഴുതുന്നതിനാവശ്യമായ എണ്ണം ഇലക്ട്രോണുകളുണ്ട്. ഗ്രൂപ്പ് 14 ലെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണം, (CH_4) ഇവയ്ക്ക് ചതുഷ്ക (Tetrahedral) ഘടനയാണുള്ളത്.

ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡിൽ അധികമായിട്ടുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾ ഏകാന്ത ജോഡിയായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഗ്രൂപ്പ് 15 - 17 വരെയുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. (NH_3 യിൽ ഒരു ഏകാന്ത ജോഡിയും H_2O ൽ രണ്ട് ഏകാന്തജോഡികളും HF –ൽ മൂന്ന് ഏകാന്ത ജോഡികളുമാണുള്ളത്) ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളുടെ രാസസ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്താണ് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്? ഇവ ലൂയിസ് ക്ഷാരങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു. അതായത് ഇലക്ട്രോൺ ദാതാക്കൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവായ N, O, F പോലുള്ള മൂലകങ്ങളിലെ ഏകാന്ത ജോഡികളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം തന്മാത്രകൾക്കിടയിലുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധന രൂപീകരണത്തിനു കാരണമാകുന്നു. ഇത് തന്മാത്രകളുടെ സംയോജനത്തിന് ഇടയാക്കുന്നു.

ചോദ്യം 9.2

N, O, F എന്നിവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ തിളനിലകൾ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ അവയ്ക്ക് ശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ തിളനിലകളേക്കാൾ കുറവായിരിക്കുമെന്നു നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ? കാരണം എഴുതുക.

ഉത്തരം

തന്മാത്രാമാസ്സുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, NH_3, H_2O, HF എന്നിവയുടെ തിളനിലകൾ അതിനുശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ തിളനിലകളേക്കാൾ കുറവാണെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു. എന്നാൽ N,O,F എന്നിവയുടെ ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോൺ നെഗറ്റിവിറ്റി കാരണം ഇവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിന്റെ അളവ് എടുത്തു പറയത്തക്കതാണ്. അതുകൊണ്ട് NH_3, H_2O, HF എന്നിവയുടെ തിളനിലകൾ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ അതിനുശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

9.5.3 ലോഹീയ അഥവാ അസമമിതീയ (Non-Stoichiometric) അഥവാ അന്തഃസ്ഥാനീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

അനേകം *d*-ബ്ലോക്ക് *f*-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളുണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ 7, 8, 9 എന്നീഗ്രൂപ്പുകളിലെ ലോഹങ്ങൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല. ഗ്രൂപ്പ് 6-ൽ ക്രോമിയം മാത്രം CrH ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയിലെ ലോഹങ്ങളുടേതുപോലെ അത്ര ഫലപ്രദമല്ലെങ്കിലും ഹൈഡ്രൈഡുകൾ വൈദ്യുതിയും താപവും കടത്തിവിടുന്നു. സാലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി, ഇവ മിക്കവാറും ഹൈഡ്രജൻ കുറവുള്ള അസമമിതിയും ആയിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന് $LaH_{2.87}$, $YbH_{2.55}$, $TiH_{1.5-1.8}$, $ZrH_{1.3-1.75}$, $VH_{0.56}$, $NiH_{0.6-0.7}$, $PdH_{0.6-0.8}$ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകൾ സ്ഥിരഘടക നിയമം പാലിക്കുന്നില്ല.

ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ലോഹജാലികകളുടെ അന്തഃസ്ഥാനങ്ങളിൽ നിലയുറപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഘടനയിൽ മാറ്റമൊന്നും വരുത്താതെ ന്യൂനത ഉണ്ടാക്കുമെന്നാണ് ആദ്യകാലങ്ങളിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നത് അങ്ങനെ അവയെ അന്തഃസ്ഥാനീയ ഹൈഡ്രൈഡ് എന്നറിയപ്പെട്ടു. എന്നാൽ അടുത്ത കാലത്തെ പഠനം തെളിയിക്കുന്നത്. Ni, Pd,Ce, Ac എന്നിവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളൊഴിച്ച് മറ്റെല്ലാ ഹൈഡ്രൈഡുകൾക്കും അവയുടേതായ ലോഹങ്ങളുടെ ജാലികയേക്കാൾ വ്യത്യസ്തമായ ജാലികകളാണുള്ളത് എന്നാണ്. സംക്രമണ ലോഹങ്ങളുടെ പ്രതലത്തിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടാനുള്ള ഹൈഡ്രജന്റെ സ്വഭാവത്തെ, ധാരാളം സംയുക്തങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന, ഉൽപ്രേരിത നിരോക്സീകരണം, ഉൽപ്രേരിത ഹൈഡ്രജനീകരണം എന്നിവയിൽ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ചില ലോഹങ്ങൾക്ക് (ഉദാഹരണം Pd, Pt) ഒരു വലിയ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനെ ഉൾക്കൊള്ളാനാകും, അതിനാൽ അതിന്റെ സംഭരണ മാധ്യമായും ഉപയോഗിക്കാം. ഹൈഡ്രജന്റെ ഈ സ്വഭാവഗുണത്തിന്, ഹൈഡ്രജൻ സംഭരണം, ഊർജ്ജ സ്രോതസ്സ് എന്ന നിലയിൽ വലിയ പ്രാധാന്യമാണുള്ളത്.

ചോദ്യം 9.3

$3s^2 3p^3$ എന്ന ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസമുള്ള ഫോസ്ഫറസിന് PH_5 ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമോ?

പരിഹാരം

+3,+5 എന്നീ ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഫോസ്ഫറസിന് PH_5 ഉണ്ടാക്കാനാവില്ല. ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉയർന്ന $\Delta_a H$ മൂല്യം ഹൈഡ്രജന്റെ ഉയർന്ന $\Delta_{eg} H$ മൂല്യം എന്നിവ ഫോസ്ഫറസിന്റെ ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് അനുകൂലമല്ല. അതുകൊണ്ട് PH_5 രൂപീകരണത്തിനും അനുകൂലമല്ല.

9.6 ജലം

എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടെയും പ്രധാന ഘടകമാണ് ജലം. മനുഷ്യശരീരത്തിൽ 65% വും ചില സസ്യങ്ങളിൽ 95% വും ജലമുണ്ട്. എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടെയും നിലനിൽപ്പിന്റെ പ്രധാനകാരണം ഈ സംയുക്തമാണ്. ഇത് പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു ലായകമാണ്. ഭൂവൽക്കത്തിൽ എല്ലായിടത്തും ജലത്തിന്റെ വിതരണം ഒരുപോലെയല്ല. ലോകത്തിലെ ജലവിതരണത്തിന്റെ ഏകദേശരൂപം പട്ടിക (9.2) ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 9.2 ലോകത്തിലെ ജലവിതരണത്തിന്റെ ഏകദേശ കണക്ക്.

സ്രോതസ്സ്	ആകെ ശതമാനം
സമുദ്രം	97.33
ഉപ്പുതടാകം, ഒറ്റപ്പെട്ട കടലുകൾ	0.008
ധ്രുവീയ ഐസ്, ഹിമപരപ്പ്	2.04
അടിത്തട്ടിലെ വെള്ളം	0.61
തടാകങ്ങൾ	0.009
മണ്ണിലെ ഈർപ്പം	0.005
അന്തരീക്ഷത്തിലെ ജലബാഷ്പം	0.001
പുഴകൾ	0.0001

പട്ടിക 9.3 H_2O, D_2O എന്നിവയുടെ ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ഗുണങ്ങൾ	H_2O	D_2O
മോളികുലർ മാസ്സ് ($g\ mol^{-1}$)	18.0151	20.0276
ദ്രവണാങ്കം /K	273.0	276.8
തിളനില /K	373.0	374.4
രൂപീകരണ എൻഥാൽപി /$kJ\ mol^{-1}$	–285.9	–294.6
ബാഷ്പീകരണ എൻഥാൽപി(373K)/$kJ\ mol^{-1}$	40.66	41.61
ദ്രവീകരണ എൻഥാൽപി/$kJ\ mol^{-1}$	6.01	-
പരമാവധി സാന്ദ്രതയിലെ താപനില/K	276.98	284.2
സാന്ദ്രത(298K)/$g\ cm^{-3}$	1.0000	1.1059
ശ്യാനത/Centipoise	0.8903	1.107
ഡൈഇലക്ട്രിക് സ്ഥിരാങ്കം/$C^2/N.m^2$	78.39	78.06
വൈദ്യുതചാലകത (293K/$ohm^{-1}\ cm^{-1}$)	5.7×10^{-8}	-

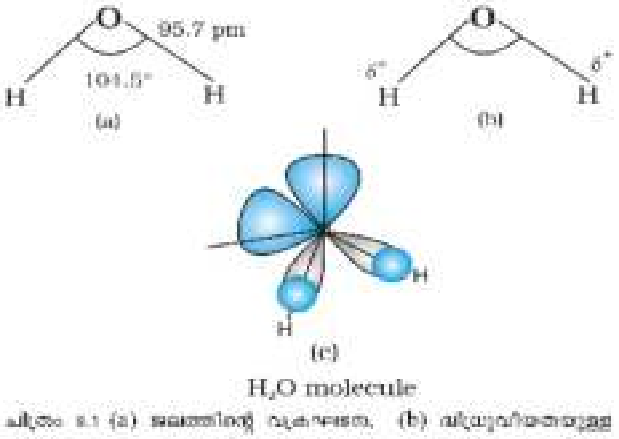
9.6.1 ജലത്തിന്റെ ഭൗതികഗുണങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്തതും രുചിയില്ലാത്തതുമായ ദ്രാവകമാണ് ജലം. ഇതിന്റെ ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ പട്ടിക 9.3-ൽ തന്നിരിക്കുന്നു. ഘനജലത്തിന്റെ ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങളും ഇതോടൊപ്പം നൽകിയിരിക്കുന്നു.

ഘനീകൃതാവസ്ഥയിലുള്ള (ദ്രാവകം, ഖരം എന്നീ അവസ്ഥ) ജലത്തിന്റെ അസാധാരണമായ സ്വഭാവത്തിന്റെ കാരണം ജലതന്മാത്രകൾക്കിടയിലുള്ള വ്യാപകമായ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനമാണ്. ഇത് (H_2S H_2Se എന്നിവയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ) ജലത്തിന് ഉയർന്ന ഖരാങ്കം, ഉയർന്ന തിളനില, ഉയർന്ന ബാഷ്പീകരണ താപം, ഉയർന്ന ദ്രവീകരണ താപം എന്നിവയിലേയ്ക്ക് നയിക്കുന്നു. മറ്റു ദ്രാവകങ്ങളോട് താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ജലത്തിന് ഉയർന്ന വിശിഷ്ടതാപം (specific heat), താപീയ ചാലകത (thermal conductivity), പ്രതലബലം, ദ്വിധ്രുവീയത, ഡൈഇലക്ട്രിക് സ്ഥിരാങ്കം എന്നിവ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ഗുണങ്ങൾ മൂലം ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ ജലത്തിനുള്ള പങ്ക് വളരെ വലുതാണ്. ഉയർന്ന ബാഷ്പീകരണ എൻഥാൽപിയും ഉയർന്ന താപധാരിതയുംമൂലം ജലത്തിന് കാലാവസ്ഥയെയും ജീവജാലങ്ങളുടെ ശരീരോഷ്മാവിനെയും ഉചിതമായ രീതിയിൽ നിലനിർത്താൻ കഴിയുന്നു. സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുജാലങ്ങളുടെയും ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കാവശ്യമായ അയോണുകളെയും തന്മാത്രകളേയും എത്തിച്ചു നൽകുന്നതിന് ഉചിതമായ ഒരു ലായകമാണ് ജലം. ധ്രുവീയതയുള്ള തന്മാത്രകളുമായി ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളായ ആൽക്കഹോൾ, കാർബോ ഹൈഡ്രേറ്റ് എന്നിവയെ പോലും ലയിപ്പിക്കുന്നു.

9.6.2 ജലത്തിന്റെ ഘടന

വാതകാവസ്ഥയിൽ ജലത്തിന് വക്ര ഘടനയാണുള്ളത്. ബന്ധനകോൺ 104.5° ഉം O–H ബന്ധന നീളം 95.7 pm ആണെന്ന് ചിത്രം 9.1 (a) വ്യക്തമാക്കുന്നു. ജലം ഉയർന്ന ധ്രുവീയതയുള്ള തന്മാത്രയാണ്. ചിത്രം (9.1 (b) ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഓർബിറ്റൽ അതിവ്യാപനത്തിന്റെ ചിത്രമാണ് (9.1 (c) ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ ജലതന്മാത്രകൾ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്താൽ സംയോജിതമാണ്.

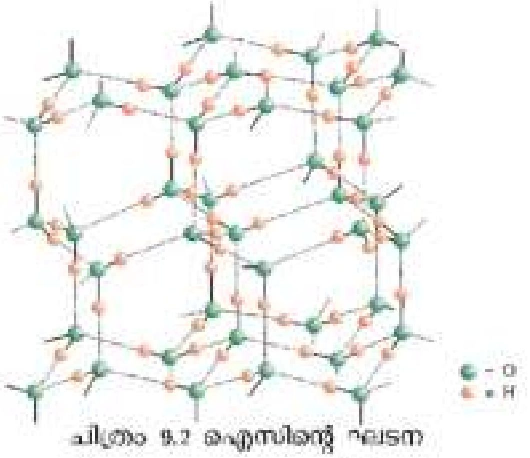


ചിത്രം 9.1 (a) ജലത്തിന്റെ വക്രഘടന, (b) ധ്രുവീയതയുള്ള ജലതന്മാത്ര (c) ജലതന്മാത്രയുടെ ഓർബിറ്റൽ അതിവ്യാപനത്തിന്റെ ചിത്രം.

പരൽ രൂപത്തിലുള്ള ജലമാണ് ഐസ്. അന്തരീക്ഷ മർദ്ദത്തിൽ ഐസിന്റെ ഷഡ്ഭുജിയാകൃതിയുള്ള പരൽ രൂപീകരണം നടക്കുന്നു, പക്ഷേ വളരെ താഴ്ന്ന ഊഷ്മാവിൽ ജലം ക്യൂബിക് രൂപത്തിലേക്കാണ് ഘനീഭവിക്കുന്നത്. ഐസിന്റെ സാന്ദ്രത ജലത്തിന്റേതിനേക്കാൾ കുറവാണ്, അതിനാൽ ഐസ് ജലത്തിനു മുകളിൽ ഒഴുകി നടക്കുന്നു. തണുപ്പ് കാലത്ത് തടാകത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ രൂപപ്പെടുന്ന ഐസ് ഒരു കുചാലകമായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ട് ജലജീവികളുടെ നിലനില്പിനുള്ള സാഹചര്യം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ആവാസവ്യവസ്ഥയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഇത് വളരെ അധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വസ്തുതയാണ്.

9.6.3 ഐസിന്റെ ഘടന

ചിത്രം 9.2-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഐസിന് ഉയർന്ന ക്രമത്തിലുള്ള ത്രിമാന ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധമുള്ള ഘടനയാണുള്ളത്. X-റേ ഉപയോഗിച്ച് പരിശോധിക്കുമ്പോൾ, ഓരോ ഓക്സിജൻ ആറ്റവും 276 pm ദൂരത്തിൽ ചതുഷ്ക രൂപത്തിൽ (tetrahedrally) മറ്റ് നാലു ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങളാൽ ചുറ്റപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായാണ് കാണുന്നത്.



ചിത്രം 9.2 ഐസിന്റെ ഘടന

ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം ഐസിന് വിശാലമായ കുഴിഞ്ഞ സ്ഥലങ്ങളോടുകൂടിയ ഒരു തുറന്ന ഘടനയാണ് നല്കുന്നത്. അന്തർസ്ഥാനീയമായി ഈ കുഴിഞ്ഞ സ്ഥലങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യമായ വലുപ്പമുള്ള മറ്റു തന്മാത്രകളെ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയും.

9.6.4 ജലത്തിന്റെ രാസസ്വഭാവങ്ങൾ

അനേകം പദാർത്ഥങ്ങളുമായി ജലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ചില പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു.

(1) ഉഭയധർമി സ്വഭാവം (amphoteric nature) *:* ജലത്തിന് അമ്ലങ്ങളുമായും ക്ഷാരങ്ങളുമായും പ്രവർത്തിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. അതായത് ഇത് ഉഭയധർമി സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നു. ബ്രോൺസ്റ്റഡ് ആശയപ്രകാരം NH_3 യുടെ കൂടെ അമ്ലമായും H_2S ന്റെ കൂടെ ക്ഷാരമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$H_2O(l) + NH_3(aq) \rightleftharpoons OH^-(aq) + NH_4^+(aq)$$

$$H_2O(l) + H_2S(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HS^-(aq)$$

ജലത്തിന്റെ സ്വയപ്രോട്ടോണീകരണം (സ്വയ അയോണീകരണം) താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ സാദ്ധ്യമാകുന്നു.

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

ആസിഡ്-1	ക്ഷാരം -2	ആസിഡ്-2	ക്ഷാരം-1
(ആസിഡ്)	(ക്ഷാരം)	(സംയുഗ്മി അമ്ലം)	(സംയുഗ്മി ക്ഷാരം)

(2) ജലം ഉൾപ്പെടുന്ന റീഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം*:* ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവിറ്റിയുള്ള ലോഹങ്ങൾക്ക് ജലത്തിനെ എളുപ്പത്തിൽ നിരോക്സീകരിച്ച് ഹൈഡ്രജനാക്കി മാറ്റാൻ കഴിയും.

$$2H_2O(l) + 2Na(s) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$

അതിനാൽ, ഇത് ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ വലിയൊരു സ്രോതസ്സാണ്.

പ്രകാശ സംശ്ലേഷണ സമയത്ത് ജലത്തെ ഡൈ ഓക്സിജനായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$6CO_2(g) + 12H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6H_2O(l) + 6O_2(g)$$

ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനത്തിലും ജലം O_2 ആയി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2F_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + 4F^-(aq) + O_2(g)$$

(3) ജലവിശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ*:* ഉയർന്ന ഡൈഇലക്ട്രിക് സ്ഥിരാങ്കം ഉള്ളതിനാൽ ജലത്തിന് വളരെ ശക്തിയേറിയ ജലസംയോജന പ്രവണതയുണ്ട്. ഇത് അനേകം അയോണിക സംയുക്തങ്ങളെ ലയിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ചില സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളും മറ്റു ചില അയോണിക സംയുക്തങ്ങളും ജലത്തിൽ ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു.

$$P_4O_{10}(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 4H_3PO_4(aq)$$

$$SiCl_4(l) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 4HCl(aq)$$

$$N^{3-}(s) + 3H_2O(l) \rightarrow NH_3(g) + 3OH^-(aq)$$

(4) ഹൈഡ്രേറ്റ് രൂപീകരണം: ജലീയ ലായനികളിൽ നിന്നും പല ലവണങ്ങളും ജലസംയോജിത ലവണങ്ങളായി പരലീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ജലതന്മാത്രയുമായുള്ള സംയോജനം പലതരത്തിലാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

(i) ഉപസംയോജക ജലം (coordinated water)

$$\left[Cr(H_2O)_6\right]^{3+} 3Cl^-$$

(ii) അന്തഃസ്ഥാനീയ ജലം (interstitial water)

ഉദാഹരണം : $BaCl_2.2H_2O$

(iii) ഹൈഡ്രജൻ-ബന്ധനത്തിലുള്ള ജലം.

ഉദാഹരണം: $CuSO_4.5H_2O$ യിൽ

$$\left[Cu(H_2O)_4\right]^{2+} SO_4^{2-}.H_2O$$

> ചോദ്യം 9.4: $CuSO_4.5H_2O$ ൽ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലൂടെ സംയോജിതമായ എത്ര ജലതന്മാത്രകളുണ്ട്.
>
> ഉത്തരം :- ബ്രാക്കറ്റിന് പുറത്ത് (ഉപസംയോജക മണ്ഡലത്തിന് പുറത്ത്) (Co-ordination sphere) ആകെ ഒരു ജലതന്മാത്രയാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലുള്ളത്. മറ്റു നാലു ജലതന്മാത്രകളും ഉപസംയോജകബന്ധനത്തിലാണ് (Co-ordination).

9.6.5 കഠിനജലവും മൃദുജലവും (Hard and Soft Water)

മഴവെള്ളം ഏറെക്കുറെ ശുദ്ധമാണ് (അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നും ചില വാതകങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ ലയിച്ചിട്ടുണ്ടാകാം). ഒന്നാന്തരം ലായകമായതിനാൽ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ ഒഴുകുമ്പോൾ അനേക ലവണങ്ങളെ ലയിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ്, ക്ലോറൈഡ്, സൾഫേറ്റ് എന്നിവയുടെ രൂപത്തിലുള്ള കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ലവണങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യമാണ് ജലത്തെ **കഠിനമാക്കുന്നത്.** സോപ്പ് **കഠിന ജലത്തിൽ** പതയുന്നില്ല. കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ലയിക്കുന്ന ലവണങ്ങളിൽ നിന്നും മുക്തമായ ജലത്തെ **മൃദുജലം** എന്നു വിളിക്കാം. സോപ്പ് ഈ ജലത്തിൽ നല്ലതുപോലെ പതയുന്നു.

കഠിനജലം സോപ്പുമായി ചേർന്ന് അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാക്കുന്നു. സോഡിയം സ്റ്റിയറേറ്റ് അടങ്ങിയ ($C_{17}H_{35}COONa$) സോപ്പ് കഠിന ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് Ca/Mg സ്റ്റിയറേറ്റിന്റെ അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$2C_{17}H_{35}COONa(aq) + M^{2+}(aq) \rightarrow$$

$$(C_{17}H_{35}COO)_2M \downarrow + 2Na^+(aq); M = Ca/Mg$$

അതിനാൽ ഇത് തുണി അലക്കുന്നതിന് യോജിച്ചതല്ല. ഇത് വെള്ളം തിളപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന പാത്രങ്ങൾക്കും ബോയിലറുകൾക്കും ഹാനികരമാണ്. ശല്കത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ അവക്ഷിപ്തമുണ്ടാക്കുന്നതാണിതിനു കാരണം. ഇത് ബോയിലറിന്റെ (പാത്രത്തിന്റെ) കാര്യക്ഷമതയെ കുറയ്ക്കുന്നു. ജലകാഠിന്യം രണ്ട് തരത്തിലാണുള്ളത്. (i) താല്കാലിക കാഠിന്യം (ii) സ്ഥിരകാഠിന്യം.

9.6.6 താല്ക്കാലിക കാഠിന്യം (Temporary Hardens)

മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാൽസ്യത്തിന്റെയും ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റുകളാണ് താല്ക്കാലിക കാഠിന്യത്തിന് കാരണം. അവ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ നീക്കാവുന്നതാണ്.

***(i)* തിളപ്പിക്കൽ** :- തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ അലിഞ്ഞുചേർന്ന $Mg(HCO_3)_2$, $Ca(HCO_3)_2$ എന്നിവ യഥാക്രമം അലേയമായ $Mg(OH)_2$, $CaCO_3$ എന്നിവയായി മാറുന്നു. $MgCO_3$ യെ അപേക്ഷിച്ച്, $Mg(OH)_2$ ന് താഴ്ന്ന ലേയത്വഗുണനാങ്കം ഉള്ളതിനാലാണ് ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്. ഈ അവക്ഷിപ്തങ്ങളെ അരിച്ച് നീക്കാവുന്നതാണ്. ഇതിനുശേഷം ലഭിക്കുന്ന വെള്ളം (ഫിൽറ്ററേറ്റ്) മൃദുലജലമായിരിക്കും.

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{ചൂടാക്കുന്നു}} Mg(OH)_2 \downarrow + 2CO_2 \uparrow$$

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{ചൂടാക്കുന്നു}} CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$$

***(ii)* ക്ലാർക്ക് രീതി** *:* ഈ രീതിയിൽ ഒരു നിശ്ചിത അളവ് ലൈം കഠിനജലത്തിൽ ചേർക്കുന്നു. ഇവ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റിനെയും, മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിനെയും അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്തുന്നു. ഇവ അരിച്ചു നീക്കാവുന്നതാണ്.

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + Mg(OH)_2 \downarrow + 2H_2O$$

9.6.7 സ്ഥിരകാഠിന്യം

ക്ലോറൈഡുകളുടെയും സൾഫേറ്റുകളുടെയും രൂപത്തിലുള്ള മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാൽസ്യത്തിന്റെയും അലിഞ്ഞു ചേർന്ന ലവണങ്ങളാണ് ജലത്തിന്റെ സ്ഥിരകാഠിന്യത്തിനു കാരണം. തിളപ്പിക്കലിലൂടെ ജലത്തിന്റെ സ്ഥിര കാഠിന്യം നീക്കാനാവില്ല. താഴെപ്പറയുന്ന മാർഗ്ഗങ്ങളിലൂടെ സ്ഥിരകാഠിന്യം നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

***(i)* അലക്കുകാരം (സോഡിയം കാർബണേറ്റ്) ഉപയോഗിച്ച്:** അലക്കുകാരം കഠിനജലത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്ന കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ക്ലോറൈഡുകളും സൾഫേറ്റുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് അലേയമായ കാർബണേറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$MCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 \downarrow + 2NaCl$$
$$(M = Mg, Ca)$$

$$MSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

(ii)* കാൽഗൺ രീതി : *(Calgon's Method)

സോഡിയം ഹെക്സാമെറ്റാഫോസ്ഫേറ്റിനെയാണ് ($Na_6P_6O_{18}$) വ്യാവസായികമായി കാൽഗൺ എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഇത് കഠിനജലവുമായി താഴെപ്പറയുന്ന രാസ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സാധ്യമാക്കുന്നു.

$$Na_6P_6O_{18} \rightarrow 2Na^+ + Na_4P_6O_{18}^{2-}$$
$$(M = Mg, Ca)$$

$$M^{2+} + Na_4P_6O_{18}^{2-} \rightarrow [Na_2MP_6O_{18}]^{2-} + 2Na^+$$

കോംപ്ലക്സ് ആനയോൺ Mg^{2+}, Ca^{2+} എന്നീ അയോണുകളെ ലായനിയിൽ നിലനിർത്തുന്നു.

***(iii)* അയോൺ വിനിമയ രീതി *(Ion-exchange method)*:** ഈ രീതിയെ സിയോലൈറ്റ് അഥവാ പെർമ്യൂട്ടിറ്റ് പ്രക്രിയ എന്നും വിളിക്കാം. ഹൈഡ്രേറ്റഡ് സോഡിയം അലൂമിനിയം സിലിക്കേറ്റിനെ സിയോലൈറ്റ്/പെർമ്യൂട്ടിറ്റ് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ലാളിത്യത്തിന് വേണ്ടി സോഡിയം അലൂമിനിയം സിലിക്കേറ്റിനെ ($NaAlSiO_4$), NaZ എന്നെഴുതാം. ഈ പദാർഥം കഠിന ജലത്തിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ വിനിമയ രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നു.

$$2NaZ(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow MZ_2(s) + 2Na^+(aq)$$
$$(M = Mg, Ca)$$

സോഡിയം പൂർണമായി ഉപയോഗിച്ചുതീർന്നാൽ പെർമ്യൂട്ടിറ്റ്/സിയോലൈറ്റ് ഉപയോഗശൂന്യമായി എന്നു പറയാം. തുടർന്നുള്ള ഉപയോഗത്തിനായി സോഡിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ ജലീയ ലായനി ഉപയോഗിച്ച് അവ വീണ്ടും ഉപയോഗയുക്തമാക്കാവുന്നതാണ്.

$$MZ_2(s) + 2NaCl(aq) \rightarrow 2NaZ(s) + MCl_2(aq)$$

***(iv)* കൃത്രിമ റെസിൻ രീതി :** ആധുനികകാലത്ത് കഠിന ജലം കൃത്രിമ കാറ്റയോണിക് റെസിൻ ഉപയോഗിച്ചാണ് മൃദുവാക്കുന്നത്. സിയോലൈറ്റ് പ്രക്രിയയെക്കാൾ ഫലപ്രദമായ രീതിയാണിത്. കാറ്റയോൺ വിനിമയ റെസിനിൽ $-SO_3H$ ഗ്രൂപ്പ് അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വലിയ കാർബണിക തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും, ഇവ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ല. NaCl മായുള്ള പ്രവർത്തനത്തിൽ RSO_3H വ്യതിയാനം സംഭവിച്ച് RNa ആയി മാറുന്നു. റെസിൻ അതിലുള്ള Na അയോണുമായി Ca^{2+}, Mg^{2+} എന്നീ അയോണുകളെ വിനിമയം നടത്തുമ്പോൾ മൃദുജലം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവിടെ R നെ റെസിൻ ആനയോണായി പരിഗണിക്കാം.

$$2RNa(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow R_2M(s) + 2Na^+(aq)$$

NaCl ജലീയ ലായനി ചേർത്ത് റെസിനെ പുനഃരുല്പാദിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

തുടർച്ചയായി കാറ്റയോൺ വിനിമയ റസിനിലൂടെയും (H^+ അയോണിന്റെ രൂപത്തിൽ), ആനയോൺ വിനിമയ (-OH അയോണിന്റെ രൂപത്തിൽ) റെസിനുകളിലൂടെയും ജലം കടത്തിവിടുകയാണെങ്കിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്ന ധാതു ലവണങ്ങളിൽ നിന്നെല്ലാം സ്വതന്ത്രമായ ശുദ്ധജലം (de-mineralised) ലഭിക്കുന്നതാണ്.

$$2RH(s) + M^{2+}(aq) \rightleftharpoons MR_2(s) + 2H^+(aq)$$

ഈ കാറ്റയോൺ വിനിമയ പ്രക്രിയയിൽ H^+ അയോൺ ജലത്തിലുള്ള Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} മറ്റു കാറ്റയോണുകൾ എന്നിവയുമായി വിനിമയം നടത്തുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ പ്രോട്ടോൺ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ജലം അമ്ലതയുള്ളതായിത്തീരുന്നു.

$$RNH_2(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons RNH_3^+.OH^-(s)$$
$$RNH_3^+.OH^-(s) + X^-(aq) \rightleftharpoons RNH_3^+.X^-(s) + OH^-(aq)$$

OH^- അയോൺ ജലത്തിലുള്ള Cl^-, HCO_3^-, SO_4^{2-} പോലുള്ള ആനയോണുകളുമായി വിനിമയ പ്രവർത്തനം നടത്തുന്നു. ഇങ്ങനെ സ്വതന്ത്രമാകുന്ന OH^- ; കാറ്റയോൺ വിനിമയത്തിലൂടെ സ്വതന്ത്രമാകുന്ന H^+ അയോണുകളെ നിർവ്വീര്യമാക്കുന്നു.

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

നേർപ്പിച്ച അമ്ല-ക്ഷാര ലായനികൾ ഉപയോഗിച്ച് യഥാക്രമം ഉപയോഗിച്ച് കഴിഞ്ഞ കാറ്റയോൺ, ആനയോൺ റെസിനുകൾ പുനഃനിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്.

9.7 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് (H_2O_2)

ഗാർഹികവും, വ്യാവസായികവുമായി പുറംതള്ളപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കളിലെ മാലിന്യ നിർമ്മാർജ്ജനത്തിൽ H_2O_2 ന് വളരെ പ്രാധാന്യമുണ്ട്.

9.7.1 നിർമ്മാണം

താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിലൂടെ H_2O_2 തയ്യാറാക്കാവുന്നതാണ്.

(i) അമ്ലീകരിച്ച ബേരിയം പെറോക്സൈഡിനെ താഴ്ന്ന മർദത്തിൽ ബാഷ്പീകരണത്തിലൂടെ ജലം നീക്കം ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നു.

$$BaO_2.8H_2O(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(aq) + 8H_2O(l)$$

(ii) ഉയർന്ന വൈദ്യുത പ്രവാഹ സാന്ദ്രതയിൽ അമ്ലീകരിച്ച സൾഫേറ്റ് ലായനിയെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണ ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന പെറോക്സോഡൈ സൾഫേറ്റിനെ ജലവിശ്ലേഷത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ പെറോകക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നു.

$$2HSO_4^-(aq) \xrightarrow{\text{വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണം}} HO_3SOOSO_3H(aq)$$

$$\xrightarrow{\text{ജലവിശ്ലേഷണം}} 2HSO_4^-(aq) + 2H^+(aq) + H_2O_2(aq)$$

പരീക്ഷണ ശാലയിൽ D_2O_2 തയാറാക്കാൻ ഇപ്പോൾ ഈ രീതി അവലംബിക്കുന്നു.

$$K_2S_2O_8(s) + 2D_2O(l) \rightarrow 2KDSO_4(aq) + D_2O_2(l)$$

(iii) 2- ആൽക്കൈൽ ആൻത്രാക്വിനോളിന്റെ സ്വയം ഓക്സീകരണത്തിലൂടെ H_2O_2 വ്യാവസായികമായി തയ്യാറാക്കുന്നു.

$$2-\text{ഈഥയിൽ ആൻത്രാക്വിനോൾ} \underset{H_2/Pd}{\overset{O_2(\text{വായു})}{\rightleftharpoons}} H_2O_2 + (\text{ഓക്സീകൃത ഉത്പന്നം})$$

ഈ രീതിയിൽ 1% H_2O_2 ആണ് ലഭ്യമാകുന്നത്. ജലം ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിച്ചെടുത്തശേഷം താഴ്ത്തിയ മർദ്ദത്തിൽ സ്വേദനം വഴി ഗാഢത ~30% (മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ) വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. താഴ്ന്ന മർദ്ദത്തിൽ ശ്രദ്ധയോടു കൂടിയ സ്വേദനം വഴി അതിന്റെ ഗാഢത വീണ്ടും ~85% വരെ വർധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്. ശുദ്ധമായ H_2O_2 ലഭിക്കുവാൻ അവശേഷിക്കുന്ന ജലത്തെ ശീതീകരിച്ചു കട്ടിയാക്കി മാറ്റിയാൽ മതി.

9.7.2 ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ

ശുദ്ധമായ അവസ്ഥയിൽ H_2O_2 ഏതാണ്ട് നിറമില്ലാത്ത (വളരെ നേർത്ത നീല) ദ്രാവകമാണ്. ഇതിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ പട്ടിക 9.4-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

എല്ലാ അനുപാതത്തിലും H_2O_2 ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. $H_2O_2.H_2O$ എന്ന ഹൈഡ്രേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു (ദ്രവണാങ്കം 221K). 30% ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്ലായനിയെ '100 വ്യാപ്തം H_2O_2' എന്ന പേരിൽ വിപണനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇത് അർത്ഥമാക്കുന്നത്, STP യിൽ 30% H_2O_2 ലായനിയുടെ ഒരു മില്ലീലിറ്റർ, 100 mL ഓക്സിജൻ പ്രദാനം ചെയ്യുമെന്നാണ്. വ്യാവസായികമായി 10V ആയിട്ടാണ് ഇത് വിപണനം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്, ഇത് അർത്ഥമാക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ ലായനിയിൽ 3% H_2O_2 ഉണ്ടെന്നാണ്.

ചോദ്യം 9.4

10 V ഹൈഡ്രജൻ പെറോകക്സൈഡ് ലായനിയുടെ ഗാഢത കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം

10V H_2O_2 ലായനി എന്നാൽ അർഥമാക്കുന്നത്

പട്ടിക 9.4 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ

ദ്രവണാങ്കം/K	272.4	സാന്ദ്രത (298 K/g cm^{-3} ദ്രാവകം	1.44
തിളനില (കണക്കുകൂട്ടി കണ്ടുപിടിച്ചത്)/K	423	ശ്യാനത (290K)/സെൻട്രിപോയ്സ്	1.25
ബാഷ്പ മർദ്ദം (298K)/mmHg	1.9	ഡൈ ഇലക്ട്രി സ്ഥിരാങ്കം (298K)/C^2/N m^2	70.7
സാന്ദ്രത (ഖരം 268.5K)/g cm^{-3}	1.64	വൈദ്യുത ചാലകത (298K)/Ω^{-1} cm^{-1}	5.1×10^{-8}

H_2O_2 ന്റെ 1L, STP യിൽ 10L ഓക്സിജൻ നൽകുന്നു എന്നാണ്.

$$2H_2O_2(l) \rightarrow O_2(g) + H_2O(l)$$

$2 \times 34 = 68g$ 22.7 L STP യിൽ

22.7 4 L O_2 STP യിൽ ഉണ്ടാകുന്നതിനാവശ്യമായ $H_2O_2 = 68$ g

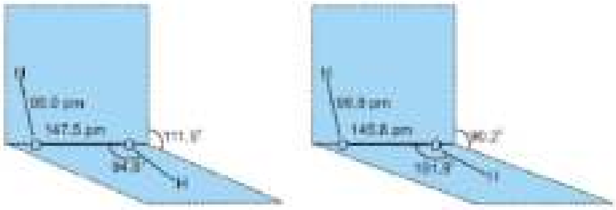
10 L O_2 ലഭിക്കാൻ വേണ്ടുന്ന

$$H_2O_2 = \frac{68 \times 10}{22.7} g = 29.9 \approx 30g\ H_2O_2$$

10V H_2O_2 ന്റെ ഗാഢത = 30g/L = 3% H_2O_2 ലായനി

9.7.3 ഘടന

H_2O_2 ന് അസമതലീയ ഘടനയാണുള്ളത്. വാതകാവസ്ഥയിലും ഖരാവസ്ഥയിലുമുള്ള തന്മാത്രാ പരിമാണം ചിത്രത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.



(a) വാതകാവസ്ഥ (b) ഖരാവസ്ഥ

ചിത്രം 9.3 (a) വാതകാവസ്ഥയിലുള്ള H_2O_2 ഡൈഹെഡ്രൽ കോൺ 111.5° ആണ് (b) H_2O_2 ന്റെ ഖരാവസ്ഥയിലെ ഡൈഹെഡ്രൽ കോൺ 90.2°

9.7.4 രാസഗുണങ്ങൾ

അമ്ലീയ, ക്ഷാരീയ മാധ്യമങ്ങളിൽ ഇത് ഓക്സീകാരിയായും നിരോക്സീകാരിയായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ലളിതമായ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

(i) അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$2Fe^{2+}(aq) + 2H^+(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 2H_2O(l)$$

$$PbS(s) + 4H_2O_2(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$$

(ii) അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2O_2 \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2$$

$$HOCl + H_2O_2 \rightarrow H_3O^+ + Cl^- + O_2$$

(iii) ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$2Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow 2Fe^{3+} + 2OH^-$$

$$Mn^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Mn^{4+} + 2OH^-$$

(iv) ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$I_2 + H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 2I^- + 2H_2O + O_2$$

$$2MnO_4^- + 3H_2O_2 \rightarrow 2MnO_2 + 3O_2 + 2H_2O + 2OH^-$$

9.7.5 സംഭരണം

സൂര്യ പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ H_2O_2 സാവധാനം വിഘടിക്കുന്നു.

$$2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

ലോഹപ്രതലത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം അല്ലെങ്കിൽ ആൽക്കലിയുടെ ചെറിയൊരംശം മുകളിൽ പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനത്തെ ഉൽപ്രേരകണം ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ H_2O_2 സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്നത്, വെളിച്ചമില്ലാത്തിടത്ത് മെഴുക് കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്ന കുപ്പികളിൽ അല്ലെങ്കിൽ പ്ലാസ്റ്റിക് പാത്രങ്ങളിൽ ആണ്. സ്ഥിരതീകാരിയായി (stabiliser) യൂറിയ ചേർക്കുന്നു. പൊടിയുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ പൊട്ടിത്തെറിയോടു കൂടിയുള്ള വിഘടനം നടക്കുന്നതിനാൽ H_2O_2 പൊടിയിൽ നിന്ന് മാറ്റിയാണ് സൂക്ഷിക്കുന്നത്.

9.7.6 ഉപയോഗങ്ങൾ

H_2O_2 ന്റെ വ്യാപകമായ ഉപയോഗം അതിന്റെ വ്യാവസായികമായ ഉത്പാദനം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിന് കാരണമായി. ചില ഉപയോഗങ്ങൾ താഴെ എഴുതിയിരിക്കുന്നു.

(i) ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ H_2O_2 മുടി ബ്ലീച്ച് ചെയ്യുന്നതിനും വീര്യം കുറഞ്ഞ അണുനാശിനിയായും ഉപയോഗിക്കുന്നു. പെർഹൈഡ്രോൾ എന്ന പേരിൽ ആന്റ് സെപ്റ്റിക്കായി വിൽക്കപ്പെടുന്നു.

(ii) ഉയർന്ന ഗുണനിലവാരമുള്ള ഡിറ്റർജന്റും മറ്റും ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള രാസവസ്തുക്കളായ സോഡിയംപെർബോറേറ്റ്, പെർകാർബൊണേറ്റ് പോലുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ നിർമ്മിക്കാനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) ഹൈഡ്രോക്വിനോൺ, ടാർടാറിക് ആസിഡ്, ചില ഭക്ഷ്യോൽപ്പന്നങ്ങൾ, ഔഷധങ്ങൾ (സെഫോലോസ്പോറിൻ) മുതലായവയുടെ ഉല്പാദനത്തിനായി H_2O_2 ആവശ്യമാണ്.

(iv) തുണിത്തരങ്ങൾ, പേപ്പർ പൾപ്പ്, തുകൽ, ഓയിൽ, കൊഴുപ്പുകൾ എന്നിവയെ ബ്ലീച്ച് ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ബ്ലീച്ചിംഗ് ഏജന്റായും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(v) ഇക്കാലത്ത് ഹരിത രസതന്ത്രത്തിലും H_2O_2 ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഗാർഹികവും വ്യാവസായികവുമായ മാലിന്യങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ പ്രക്രിയയിൽ സയനൈഡിന്റെ ഓക്സീകരണത്തിനും മലിനജലത്തിൽ വായുവിന്റെ അന്തരീക്ഷം നിലനിർത്തുന്നതിനും H_2O_2 ഉപയോഗിക്കുന്നു.

9.8 ഘനജലം, D_2O (Heavy Water)

ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറിലെ മോഡറേറ്ററായും, പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ക്രിയാവിധി പഠിക്കുന്നതിനുള്ള വിനിമയ പ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഘനജലം വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജലത്തിന്റെ സമഗ്രമായ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിലൂടെയോ ചില രാസവള നിർമാണത്തിൽ ഉപോൽപ്പന്നമായോ ഘനജലം നിർമിക്കാവുന്നതാണ്. പട്ടിക 9.3-ൽ ഘനജലത്തിന്റെ ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ നൽകിയിരിക്കുന്നു. മറ്റു ഡ്യൂറ്റീരിയം സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതിനും ഘനജലം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്

$$CaC_2 + 2D_2O \rightarrow C_2D_2 + Ca(OD)_2$$

$$SO_3 + D_2O \rightarrow D_2SO_4$$

$$Al_4C_3 + 12D_2O \rightarrow 3CD_4 + 4Al(OD)_3$$

9.9 ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധന രൂപത്തിൽ

ജ്വലന പ്രക്രിയയിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ വലിയ അളവിൽ താപം പുറത്തുവിടുന്നു. മോൾ, മാസ്, വ്യാപ്തം എന്നിവയിൽ ഒരേ അളവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ, മീഥേൻ, എൽ.പി.ജി തുടങ്ങിയ ഇന്ധനങ്ങൾ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ പുറത്തുവിടുന്ന ഊർജ്ജത്തെ താരതമ്യം ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള വിശകലനം പട്ടിക 9.5-ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

ഈ പട്ടികയിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നതെന്തെന്നാൽ മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജന് പെട്രോളിനെക്കാൾ (ഏകദേശം മൂന്ന് ഇരട്ടി) കൂടുതൽ ഊർജ്ജം സ്വതന്ത്രമാക്കാൻ കഴിയും. ഡൈഹൈഡ്രജൻ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന മാലിന്യം പെട്രോളിന്റേതിനെക്കാൾ കുറവായിരിക്കും. ഏക മാലിന്യം ഡൈനൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകളായിരിക്കും. (ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഒപ്പം ഡൈനൈട്രജൻ മാലിന്യമായി കാണപ്പെടുന്നതുകൊണ്ട്) ഡൈഹൈഡ്രജനും ഡൈനൈട്രജനും തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനം തടയാൻ, ഒരു ചെറിയ അളവ് ജലം സിലിണ്ടറിനുള്ളിൽ കടത്തി ഊഷ്മാവ് താഴ്ത്തിക്കൊണ്ട് ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാവുന്നതാണ്. എന്നിരുന്നാലും ഡൈഹൈഡ്രജൻ എടുത്തിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിന്റെ മാസ് പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഒരു സിലിണ്ടറിലെ സാന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ട ഡൈഹൈഡ്രജന് അതേ അളവ് ഊർജ്ജം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു ടാങ്ക് പെട്രോളിന്റെ 30 ഇരട്ടി ഭാരമുണ്ടായിരിക്കും. 20K ലേക്ക് തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടാണ് ഡൈഹൈഡ്രജനെ ദ്രവീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നത്. ചെറിയ അളവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ സംഭരിക്കുന്നതിന് $NaNi_5$, $Ti–TiH_2$, $Mg–MgH_2$ തുടങ്ങിയ ലോഹസങ്കരങ്ങളാൽ കവചിതമായ വിലയേറിയ ടാങ്കുകൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഈ സ്ഥിതി വിശേഷം ഡൈഹൈഡ്രജന് കൂടുതൽ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് ഇതര മാർഗ്ഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ഗവേഷകരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു.

പട്ടിക 9.5 വ്യത്യസ്ത ഇന്ധനങ്ങൾ മോൾ, മാസ്, വ്യാപ്തം അളവിൽ കത്തുമ്പോൾ പുറത്തേക്ക് വിടുന്ന ഊർജം

ജ്വലനത്തിൽ സ്വതന്ത്രമായി മാറുന്ന ഊർജ്ജം kJ (അവസ്ഥയിൽ)	ഡൈഹൈഡ്രജൻ (വാതകാവസ്ഥയിൽ)	ഡൈഹൈഡ്രജൻ (ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ)	എൽ.പി.ജി	CH_4 വാതകം	ഒക്ടേൻ (ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ)
പെർ മോൾ	286	285	2220	880	5511
പെർ ഗ്രാം	143	142	50	53	47
പെർ ലിറ്റർ	12	9968	25590	35	34005

ഈ കാഴ്ചപ്പാടിൽ, **ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ** ഒരു പരിഹാരമാണ്. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാന തത്വം എന്ന് പറയുന്നത് ദ്രാവക രൂപത്തിലോ വാതക രൂപത്തിലോ ഉള്ള ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ വിതരണ മാർഗവും ഊർജത്തിന്റെ സംഭരണവുമാണ്. വൈദ്യുതോർജത്തിന്റെ രൂപത്തിലല്ലാതെ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രൂപത്തിൽ ഊർജം എത്തിച്ചുകൊടുക്കുവാൻ കഴിയുന്നുവെന്നതാണ് ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഒരു ഗുണം. ഡൈഹൈഡ്രജനെ ഇന്ധനമാക്കി വാഹനമോടിക്കാനുള്ള വൻ പദ്ധതി, ഇന്ത്യയുടെ ചരിത്രത്തിലാദ്യമായിട്ട്, 2005 ഒക്ടോബറിലാണ് തുടക്കമിട്ടത്. നാലു ചക്ര വാഹനങ്ങൾക്കുവേണ്ടി തുടക്കത്തിൽ 5% ഡൈഹൈഡ്രജൻ CNG യുമായി കലർത്തിയാണ് ഉപയോഗിച്ചത്. പിന്നീട് ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ശതമാനം അനുകൂല അളവിലേക്ക് പതുക്കെ ഉയർത്താവുന്നതാണ്.

ഇക്കാലത്ത്, വൈദ്യുതശക്തിയുടെ ഉത്പാദനത്തിന് ഫ്യുവൽ സെല്ലിലും ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. സമ്പദ്പരമായി, സാദ്ധ്യമായതും സുരക്ഷിതവുമായ ഊർജ സ്രോതസ്സായി ഡൈഹൈഡ്രജനെ വരും കാലങ്ങളിൽ തിരിച്ചറിയുമെന്നു തന്നെ നമുക്ക് പ്രതീക്ഷിക്കാം.

സംഗ്രഹം

ഒരു ഇലക്ട്രോൺ മാത്രമുള്ള ഏറ്റവും ഭാരം കുറഞ്ഞ ആറ്റമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെടുമ്പോൾ അടിസ്ഥാന കണമായ പ്രോട്ടോണായി ഇതു മാറുന്നു. ഇത് ഹൈഡ്രജന്റെ ഒരു പ്രത്യേകത തന്നെയാണ്. ഇതിന് മൂന്നു ഐസോടോപ്പുകൾ ഉണ്ട്. **പ്രോട്ടിയം** (^1_1H), **ഡ്യൂറ്റീരിയം** (^2_1H അല്ലെങ്കിൽ D) **ട്രിഷിയം** (T അല്ലെങ്കിൽ ^3_1H) എന്നാണ് അവയുടെ പേരുകൾ. ഈ മൂന്നെണ്ണത്തിൽ ട്രിഷിയം മാത്രമാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയായിട്ടുള്ളത്. ഹൈഡ്രജന്റെ അസാധരണമായ സ്വഭാവ ഗുണങ്ങൾ കാരണം, ഇതിന് ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളോടും ഹാലൊജനുകളോടും സാദൃശ്യമുണ്ടെങ്കിൽ പോലും ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഇതിന് ഒറ്റപ്പെട്ട സ്ഥാനമാണുള്ളത്.

പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏറ്റവും അധികമായി കാണപ്പെടുന്ന ഒരു മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ ഇതു ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിൽ അധികം കാണാറില്ല. എന്നാൽ സംയോജിച്ച അവസ്ഥയിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ ധാരാളമുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ മൂന്നാമത്തേതാണ് ഹൈഡ്രജൻ.

വാട്ടർ ഗ്യാസ് ഷിഫ്റ്റ് പ്രവർത്തനം വഴി പെട്രോകെമിക്കലുകളിൽ നിന്നാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ തയാറാക്കുന്നത്. ബ്രൈനിന്റെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിൽ ഉപ ഉത്പാദനമായും ഡൈഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. ഏതൊരു മൂലകത്തിന്റെയും രണ്ട് ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഏകബന്ധന എൻഥാൽപിയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ H–H **ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി** (435.88 kJ mol^{-1}) വളരെ ഉയർന്നതാണ്. അതിനാൽ വളരെയധികം താപം ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്ന (~4000K), ആറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ചിൽ ഈ ഗുണം ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കമുള്ള ലോഹങ്ങളുടെ വെൽഡിംഗിൽ ഇത് ഉത്തമമാണ്.

ഉയർന്ന വിഘടന എൻഥാൽപി ഉള്ളതിനാൽ സാധാരണോഷ്മാവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ക്രിയാശീലത കുറവാണെങ്കിലും അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ മിക്കവാറും എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് **ഹൈഡ്രൈഡുകൾ** ഉണ്ടാക്കുന്നു. എല്ലാത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളെയും മൂന്ന് വിഭാഗങ്ങളായി തരം തിരിക്കാം. അയോണിക അല്ലെങ്കിൽ സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, സഹസംയോജക/തന്മാത്ര ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, ലോഹീയ അഥവാ അസമമിതീയ (നോൺസ്റ്റോയ്ക്കിയോമെട്രിക്), ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നിവയാണവ. ക്ഷാര ലോഹീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, മറ്റു ഹൈഡ്രൈഡു സംയുക്തങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുന്നതിനു യോജിച്ച നല്ല അഭികാരകങ്ങളാണ്. തന്മാത്ര ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (ഉദാ. B_2H_6, CH_4, NH_3, H_2O) ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ വളരെയധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണ്. ഹൈഡ്രജന്റെ അതിസൂക്ഷ്മ ശുദ്ധീകരണത്തിനും സംഭരണ മാധ്യമമായിട്ടും ലോഹീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ വളരെയധികം പ്രയോജനപ്രദമാണ്.

ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, ജലം, അമോണിയ, മെഥനോൾ, വനസ്പതി നെയ്യ് തുടങ്ങിയവയുടെ രൂപീകരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്ന **നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ** വളരെയധികം പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നവയാണ്. ലോഹനിഷ്കർഷണ പ്രക്രിയയിൽ (metallurgical process) ലോഹഓക്സൈഡുകളെ നിരോക്സീകരണത്തിന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ബാഹിരാകാശ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഇത് റോക്കറ്റ് ഇന്ധന രൂപത്തിൽ പ്രയോജനപ്രദമാണ്. മലിനീകാരിയല്ലാത്ത ഇന്ധനമെന്ന നിലയിൽ, വാസ്തവത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഒരു ഭാവി വാഗ്ദാനമാണ് (**ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്വ്യവസ്ഥ**).

ജലം സർവസാധാരണവും സുലഭവുമായി ലഭിക്കുന്ന ഒരു പദാർത്ഥമാണ്. ഇത് രാസികവും ജൈവികവുമായി വളരെയധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ജലത്തിനെ എളുപ്പത്തിൽ ഖരമായും വാതകമായും മാറ്റാമെന്നതിനാൽ **ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ** ഇതിന് മർമ്മ പ്രധാനമായ സ്ഥാനമാണുള്ളത്. വക്രഘടന കാരണം അത് ഉയർന്ന ധ്രുവീയതയുള്ള തന്മാത്രയാണ്. ഇത് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിന് കാരണമാവുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം ഐസിൽ ഉയർന്ന അളവിലാണെങ്കിൽ നീരാവിയിൽ ഇത് വളരെ കുറവുമാണ്. ജലത്തിന്റെ ധ്രുവീയത പല ഗുണങ്ങളും പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. (a) അയോണികവും ഭാഗികമായി അയോണികവുമായ സംയുക്തങ്ങൾക്കും ജലം നല്ലൊരു ലായകമാണ്. (b) ജലത്തിന് ഉഭയധർമ്മി സ്വഭാവം നൽകുന്നു. (c) ജലം വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രേറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ലവണങ്ങളെ ലയിപ്പിക്കുവാനുള്ള കഴിവ് പ്രത്യേകിച്ച് ഉയർന്ന അളവിൽ, അതിനെ കഠിനമാക്കുകയും വ്യാവസായിക ഉപയോഗത്തിന് ഹാനികരമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. താൽക്കാലികവും സ്ഥിരവുമായ രണ്ടു തരം **കാഠിന്യവും** സിയോലൈറ്റ്, അയോൺ വിനിമയ റെസിനുകൾ എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

ഘനജലം D_2O മറ്റൊരു പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തമാണ്. സാധാരണ ജലത്തെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണപരമായി പരിപോഷിപ്പിച്ചാണ് ഘനജലം ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ന്യൂക്ലിയാർ റിയാക്ടറുകളിലെ മോഡറേറ്ററായി ഘനജലം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്, H_2O_2 ന് താൽപ്പര്യമുണർത്തുന്ന തരത്തിലുള്ള അധ്രുവീയ ഘടനയാണുള്ളത്. വ്യാവസായിക ബ്ലീച്ചിങ്, ഔഷധങ്ങളുടെ നിർമ്മാണം, ഗാർഹികവും വ്യാവസായികവുമായ മലിനീകാരികളെ നീക്കം ചെയ്യുന്ന മലിനീകരണ നിയന്ത്രണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയിൽ ഇതിന് വ്യാപകമായ ഉപയോഗമാണുള്ളത്.

പരിശീലന പ്രശ്നങ്ങൾ

9.1 ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനത്തെ സമർത്ഥിക്കുക.

9.2 ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പുകളുടെ പേരെഴുതുക. ഈ ഐസോടോപ്പുകളുടെ മാസ് അനുപാതം എത്ര വീതമാണ്?

9.3 സാധാരണ അവസ്ഥയിൽ ഏക അറ്റോമിക രൂപത്തിൽ കാണാതെ, ദ്വയഅറ്റോമിക രൂപത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ കാണപ്പെടാനുള്ള കാരണമെന്ത്?

9.4 'കോൾ ഗാസിഫിക്കേഷനിലൂടെ' (coal gasification) യുള്ള ഹൈഡ്രജന്റെ ഉല്പാദനം എങ്ങനെ വർദ്ധിപ്പിക്കാം?

9.5 വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണരീതിയിലൂടെ കൂടുതലായി ഡൈഹൈഡ്രജനെ എങ്ങനെ തയ്യാറാക്കാം? ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഇലക്ട്രോലൈറ്റിന്റെ പങ്കെന്ത്?

9.6 താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പൂർത്തീകരിക്കുക. ഉൽപ്രേരകം

(i) $H_2(g) + M_mO_o(s) \xrightarrow{\Delta}$

(ii) $CO(g) + H_2(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\Delta}$

(iii) $C_3H_8(g) + 3H_2O(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\Delta}$

(iv) $Zn(s) + NaOH(aq) \longrightarrow$

9.7 രാസപരമായ ക്രിയാശീലതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജനിലെ H–H ബന്ധനത്തിലെ ഉയർന്ന എൻഥാൽപിയുടെ അനന്തരഫലങ്ങളെക്കുറിച്ച് ചർച്ച ചെയ്യുക.

9.8 താഴെതന്നിരിക്കുന്നവയെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്ത് മനസ്സിലാക്കുന്നുവെന്ന് അനുയോജ്യമായ ഉദാഹരണങ്ങൾ സഹിതം സമർത്ഥിക്കുക?

(i) ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്

(ii) ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്

(iii) ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്

9.9 ഘടന, രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡിൽ നിന്നും നിങ്ങൾ ഏതുതരം സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു?

9.10 (C_nH_{2n-2}) എന്ന തരത്തിലുള്ള കാർബൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ലൂവിസ് അമ്ലമായിരിക്കുമോ? അതോ ലൂവിസ് ക്ഷാരമായിരിക്കുമോ? നിങ്ങൾ എന്തു പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു? സമർത്ഥിക്കുക.

9.11 അസമമിതീയ (Non-stoichiometric) ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നതെന്ത്? ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകൾ നൽകുമെന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ? സമർത്ഥിക്കുക.

9.12 ഹൈഡ്രജൻ സംഭരണത്തിൽ ലോഹീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എത്രമാത്രം പ്രയോജനപ്രദമായിരിക്കും എന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നു. വിശദീകരിക്കുക?

9.13 മുറിക്കുക, വെൽഡുചെയ്യുക എന്നീ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ആറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ അല്ലെങ്കിൽ ഓക്സിഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ച് എപ്രകാരം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. വിശദമാക്കുക?

9.14 NH_3, H_2O, HF ഇവയിൽ ഏതിലാണ് ഉയർന്ന അളവിൽ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം നിങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്? എന്തുകൊണ്ട്?

9.15 സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ജലവുമായി തീവ്രമായി പ്രവർത്തിച്ച് തീയുണ്ടാകുന്നു. അഗ്നിശമനിയെന്നു പേരുകേട്ട CO_2, ഈ അവസരത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാനാവുമോ? വിശദമാക്കുക.

9.16 താഴെപ്പറയുന്നവയെ ക്രമപ്പെടുത്തുക.

(i) CaH_2, BeH_2, TiH_2 എന്നിവ വൈദ്യുത ചാലകത വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ

(ii) LiH, NaH, CsH എന്നിവ അയോണിക ഗുണം വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ.

(iii) H–H, D–D, F–F എന്നിവ ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ.

(iv) NaH, MgH_2, H_2O എന്നിവ നിരോക്സീകരണ ഗുണം വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ

9.17 H_2O, H_2O_2 എന്നിവയുടെ ഘടന താരതമ്യം ചെയ്യുക.

9.18 ജലത്തിന്റെ സ്വയ-പ്രോട്ടോണീകരണം എന്നതുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നതെന്ത്? അതിന്റെ പ്രത്യേകതയെന്ത്?

9.19 ജലവും ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള രാസപ്രവർത്തനം പരിഗണിക്കുക. ഓക്സീകരണത്തെയും നിരോക്സീകരണത്തെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ഏത് ഇനമാണ് ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നത്, നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നത് എന്നു നിർദ്ദേശിക്കുക?

9.20 താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ പൂർത്തിയാക്കുക.

(i) $PbS(s) + H_2O_2(aq) \rightarrow$

(ii) $MnO_4^-(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow$

(iii) $CaO(s) + H_2O(g) \rightarrow$

(v) $AlCl_3(g) + H_2O(l) \rightarrow$

(vi) $Ca_3N_2(s) + H_2O(l) \rightarrow$

മുകളിൽപ്പറഞ്ഞിരിക്കുന്നവ ഇവിടെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതുപോലെ തരം തിരിക്കുക. (a) ജല വിശ്ലേഷണം (b) റിഡോക്സ് (c) ജല സംയോജനം

9.21 സാധാരണ അവസ്ഥയിലുള്ള ഐസിന്റെ ഘടന വിശദമാക്കുക.

9.22 ജലത്തിന്റെ താൽക്കാലിക കാഠിന്യത്തിനും സ്ഥിര കാഠിന്യത്തിനും കാരണമെന്ത്?

9.23 കൃത്രിമ അയോൺ വിനിമയ റെസിൻ മുഖേന കഠിന ജലം മൃദുലമാക്കുന്ന പ്രക്രിയയുടെ തത്വം വിശദീകരിക്കുക.

9.24 ജലത്തിന്റെ ഉഭയധർമ്മി ഗുണം കാണിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുക.

9.25 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന് ഒരു ഓക്സീകാരിയായും നിരോക്സീകാരിയായും പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് സമർത്ഥിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുക.

9.26 അപധാതുകരിതജലം (de-mineralised) എന്നതുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നതെന്ത്? ഇത് എങ്ങനെ നിർമ്മിക്കാം?

9.27 അപധാതുകരിതജലം അഥവാ സ്വേദീകരിച്ച ജലം കുടിക്കാൻ യോഗ്യമാണോ? അല്ലെങ്കിൽ എപ്രകാരം കുടിക്കാൻ പറ്റുന്നതാക്കാം?

9.28 ജൈവമണ്ഡലത്തിലും ജൈവവ്യൂഹത്തിലും ജലം എത്രമാത്രം പ്രയോജനകരമാണ് വിശദീകരിക്കുക.

9.29 ജലത്തിന്റെ ഏതുഗുണമാണ് അതിനെ നല്ലൊരു ലായകമാക്കി മാറ്റുന്നത്? ഏതെല്ലാം തരം സംയുക്തങ്ങളെ (i) ജലത്തിൽ ലയിപ്പിക്കാൻ കഴിയും? (ii) ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കാൻ കഴിയും?

9.30 H_2O, D_2O, എന്നിവയുടെ ഗുണങ്ങളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ? ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ D_2O കുടിക്കാൻ അനുയോജ്യമാണോ എന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ?

9.31 ജലവിശ്ലേഷണം, ജലസംയോജനം ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?

9.32 സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡിന് ജൈവസംയുക്തങ്ങളിൽ നിന്നും ജലാംശത്തെ എപ്രകാരം നീക്കം ചെയ്യാൻ കഴിയും?

9.33 അറ്റോമിക സംഖ്യ 15,19,23,44 ആയിട്ടുള്ള മൂലകങ്ങളുമായി ഡൈ ഹൈഡ്രജൻ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ ഗുണങ്ങളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്ത് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു? അവയുടെ ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനത്തെ താരതമ്യം ചെയ്യുക.

9.34 ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നവയുമായി അലുമിനിയം (III) ക്ലോറൈഡ്, പൊട്ടാസ്യം ക്ലോറൈഡ് എന്നിവ വെവ്വേറെയായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ വ്യത്യസ്ത ഉത്പന്നങ്ങൾ ലായനിയിൽ ലഭിക്കുമെന്ന് നിങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നുവോ? ആവശ്യമെങ്കിൽ രാസസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

i. സാധാരണജലം

ii. അമ്ലീകൃതജലം

iii. ക്ഷാരീകൃതജലം

9.35 H_2O_2 ഒരു ബ്ലീച്ചിംഗ് ഏജന്റായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെ?

9.36 താഴെപ്പറയുന്ന പദങ്ങളിൽ നിന്ന്എന്തു മനസ്സിലാക്കുന്നു.

(i)ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ് വ്യവസ്ഥ (ii) ഹൈഡ്രജനീകരണം (iii) സിൻവാതകം (iv) വാട്ടർ ഗ്യാസ് ഷിഫ്റ്റ് രാസപ്രവർത്തനം (v) ഫ്യുവൽസെൽ?

യൂണിറ്റ് 10

E8U1U8

s - ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിച്ചു കഴിയുമ്പോൾ

- ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെയും അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളുടെയും പൊതു സവിശേഷതകൾ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- ക്ഷാരീയമൃത്തിക ലോഹങ്ങളുടെയും അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളുടെയും പൊതുസവിശേഷതകൾ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- പോർട്ട് ലാൻഡ് സിമന്റ് ഉൾപ്പെടെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള കാൽസ്യത്തിന്റെയും സോഡിയത്തിന്റെയും സംയുക്തങ്ങളുടെ വൻതോതിലുള്ള ഉത്പാദനത്തെയും അവയുടെ ഗുണധർമങ്ങളെയും കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം, മഗ്നീഷ്യം, കാൽസ്യം എന്നിവയുടെ ജീവശാസ്ത്രപരമായ പ്രാധാന്യം വിവേചിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നു.

"ക്ഷാരലോഹങ്ങളിലെയും ക്ഷാരീയ മൃത്തികലോഹങ്ങളിലെയും ആദ്യ മൂലകം ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റു മൂലകങ്ങളിൽനിന്നും വളരെയധികം വ്യത്യാസങ്ങൾ കാണിക്കുന്നു."

അവസാന ഇലക്ട്രോണുകൾ ബാഹ്യതമ *s*-ഓർബിറ്റലിൽ നിറയുന്ന മൂലകങ്ങളാണ് ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ *s*-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ. *s*- ഓർബിറ്റലിന് രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകളെ മാത്രമേ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയൂ എന്നതിനാൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ രണ്ട് ഗ്രൂപ്പുകൾ (1 & 2) ആണ് *s*- ബ്ലോക്കിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്. ആവർത്തനപട്ടികയിലെ ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പിൽ ലിഥിയം, സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം, റൂബീഡിയം, സീസിയം, ഫ്രാൻസിയം എന്നീ മൂലകങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇവ പൊതുവെ "ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾ" (Alkali metals) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കൂടുതൽ ക്ഷാരഗുണമുള്ള ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണ് അവ അങ്ങനെ അറിയപ്പെടുന്നത്. ബെറിലിയം, മഗ്നീഷ്യം, കാൽസ്യം, സ്ട്രോൺഷ്യം, ബേരിയം, റേഡിയം എന്നിവ രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ ബെറിലിയം ഒഴികെയുള്ളവ "ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ" (Alkaline earth metals) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവയുടെ ഓക്സൈഡുകൾ ഭൂവൽക്കത്തിൽ* കാണപ്പെടുന്നതിനാലും ഓക്സൈഡുകൾക്കും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾക്കും ക്ഷാരഗുണമുള്ളതിനാലും ഇവ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് മൂലകങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളിൽ സോഡിയവും പൊട്ടാസ്യവും പ്രകൃതിയിൽ ധാരാളം കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ റുബീഡിയം, ലിഥിയം, സീഷിയം എന്നിവ കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ (പട്ടിക 10.1). ഫ്രാൻസിയം അത്യന്തം റേഡിയോ ആക്ടീവതയുള്ള മൂലകമാണ്. 21 മിനിട്ട് അർധായുസ്സ് ഉള്ള ^{223}Fr എന്ന ഐസോടോപ്പിനാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ആയുസ് ഉള്ളത്. ഭൂവൽക്കത്തിലെ ലഭ്യതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളിൽ കാൽസ്യം, മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയ്ക്ക് യഥാക്രമം അഞ്ചും ആറും സ്ഥാനമാണുള്ളത്. സ്ട്രോൺഷ്യം, ബേരിയം എന്നിവയുടെ ലഭ്യത തീരെക്കുറവാണ്. ബെറിലിയം അപൂർവമായും റേഡിയം അത്യപൂർവമായും മാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. ആഗ്നേയ ശിലകളിൽ വെറും 10^{-10} ശതമാനം മാത്രമേ റേഡിയത്തിന്റെ സാന്നിധ്യമുള്ളൂ. (പട്ടിക 10.2)

---

* (ഭൂവൽക്കം - പാറകളാലുള്ള ഭൂമിയുടെ ഘനം കുറഞ്ഞ ആവരണം)

* (മാഗ്മ ഘനീഭവിച്ചുണ്ടാകുന്ന പാറ)

s-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ പൊതു ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾക്ക് (ഉൽകൃഷ്ട വാതകം)ns^1 എന്നും ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾക്ക് (ഉൽകൃഷ്ടവാതകം)ns^2 എന്നും ആകുന്നു.

ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പിലെയും രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പിലെയും ആദ്യമൂലകങ്ങളായ ലിഥിയവും ബെറിലിയവും അവ ഉൾപ്പെടുന്ന ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റ് മൂലകങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായ ചില സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം അസംഗത ഗുണങ്ങളിൽ ഇവ തൊട്ടടുത്ത ഗ്രൂപ്പിലെ രണ്ടാം മൂലകവുമായി സാദൃശ്യത പുലർത്തുന്നു. ലിഥിയം മഗ്നീഷ്യവുമായും, ബെറിലിയം അലൂമിനിയവുമായും സ്വഭാവ സാമ്യതകൾ ഉണ്ട്. ഇത്തരം വികർണ സാമ്യതയെ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ വികർണ ബന്ധം (diagonal relationship) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അയോണിക വലിപ്പത്തിന്റെയോ ചാർജ്-ആരം അനുപാതത്തിന്റെയോ അല്ലെങ്കിൽ ഇവയിലേതിന്റെയെങ്കിലുമോ സാമ്യതയാണ് വികർണ ബന്ധത്തിന് കാരണം. ഏക സംയോജക സോഡിയം പൊട്ടാസ്യം അയോണുകളും ദ്വിസംയോജക കാൽസ്യം മഗ്നീഷ്യം അയോണുകളും ജീവദ്രവങ്ങളിൽ ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്നു. അയോണികതുലനം, നാഡീ ആവേഗ സംവഹനം തുടങ്ങിയ ജീവധർമ്മങ്ങളിൽ ഈ അയോണുകൾ മുഖ്യ പങ്ക് വഹിക്കുന്നു.

10.1 ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ - ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾ

അറ്റോമിക സംഖ്യ കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ക്ഷാരലോഹങ്ങൾ അവയുടെ രാസസ്വഭാവങ്ങളിലും ഭൗതിക ഗുണങ്ങളിലും ക്രമമായ പ്രവണതകൾ കാണിക്കുന്നു. ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളുടെ അറ്റോമിക സ്വഭാവം, ഭൗതിക സ്വഭാവം, രാസസ്വഭാവം എന്നിവ ചുവടെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

10.1.1 ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം

എല്ലാ ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾക്കും ഉൽകൃഷ്ട വാതകങ്ങളുടെ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിനു പുറമെ ഒരു ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോൺ ഉണ്ട് (പട്ടിക 10.1). ബാഹ്യതമ ഷെല്ലിലെ ദൃഢമായി ബന്ധിക്കപ്പെടാത്ത s - ഇലക്ട്രോൺ ആണ് അവയെ വിദ്യുദ്ധന ലോഹങ്ങളാക്കി

മൂലകം	പ്രതീകം	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം
ലിഥിയം	Li	$1s^2 2s^1$
സോഡിയം	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
പൊട്ടാസ്യം	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
റുബീഡിയം	Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$
സീസിയം	Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ $4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ or $[Xe]\ 6s^1$
ഫ്രാൻസിയം	Fr	$[Rn]7s^1$

മാറ്റുന്നത്. അവ വളരെപ്പെട്ടെന്ന് ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെട്ട് ഏകസംയോജക M^+ അയോണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ അവ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല.

10.1.2 അറ്റോമിക ആരവും അയോണിക ആരവും

ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഏതൊരു പീരീഡിലും ഏറ്റവും കൂടുതൽ വലിപ്പം ഉള്ളത് ക്ഷാര ലോഹ ആറ്റങ്ങൾക്കാണ്. അറ്റോമിക സംഖ്യ കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ആറ്റത്തിന്റെ വലുപ്പം കൂടിവരുന്നു. മാതൃആറ്റങ്ങളെക്കാൾ വലുപ്പം കുറഞ്ഞവയാണ് അവയുടെ ഏകസംയോജക അയോണുകൾ (M^+). ക്ഷാര ലോഹങ്ങളുടെ അറ്റോമിക ആരവും അയോണിക ആരവും ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് വരുന്തോറും കൂടുന്നു. അതായത് Li മുതൽ Cs വരെ അവയുടെ വലുപ്പം കൂടുന്നു.

10.1.3 അയോണീകരണ എൻഥാൽപി

ക്ഷാര ലോഹങ്ങളുടെ അയോണീകരണ എൻഥാൽപി മൂല്യങ്ങൾ തീരെ കുറവും അത് ഗ്രൂപ്പിൽ Li മുതൽ Cs വരെ താഴോട്ട് വരുമ്പോൾ കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോൺ, ന്യൂക്ലിയർ ചാർജിൽ നിന്നും മറയ്ക്കപ്പെടുന്നതു കൊണ്ടും അറ്റോമിക വലിപ്പത്തിലെ വർധനവ്, ന്യൂക്ലിയർ ചാർജിലുള്ള വർധനവിനെ അധികരിക്കുന്നതിനാലുമാണ് ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്.

10.1.4 ജലസംയോജന എൻഥാൽപി

അയോണികവലുപ്പം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ക്ഷാര ലോഹ അയോണുകളുടെ ജലസംയോജന എൻഥാൽപി മൂല്യങ്ങൾ കുറയുന്നു.

$Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$

ഏറ്റവും ഉയർന്ന തോതിൽ ജലസംയോജനം സംഭവിക്കുന്നത് Li^+ അയോണിന് ആയതുകൊണ്ട് ലിഥിയം ലവണങ്ങൾ കൂടുതലും ജലസംയോജിതമാണ്. ഉദാ: $LiCl{\cdot}2H_2O$

10.1.5 ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങൾ

എല്ലാ ക്ഷാരലോഹങ്ങളും വെള്ളി നിറമുള്ളതും മൃദുവും ഘനം കുറഞ്ഞതുമാണ്. വലുപ്പ കൂടുതൽ കാരണം അവയ്ക്ക് സാന്ദ്രത കുറവാണ്. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് Li മുതൽ Cs വരെ അത് കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ പൊട്ടാസ്യത്തിന് സോഡിയത്തെക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറവാണ്. അവയ്ക്ക് ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയും കുറവാണ്. ഒരു ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോൺ മാത്രമുള്ളതിനാൽ ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളിൽ ലോഹീയ ബന്ധനം ദുർബലമാണെന്നാണ് ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയും സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ക്ഷാര ലോഹങ്ങളും അവയുടെ ലവണങ്ങളും ജ്വാലയ്ക്ക് പ്രത്യേകനിറം നൽകുന്നു. ഇതിനു കാരണം ജ്വാലയിൽ നിന്നുള്ള താപം

പട്ടിക 10.1 ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെ അറ്റോമിക-ഭൗതിക ഗുണധർമങ്ങൾ

ഗുണധർമങ്ങൾ	ലിഥിയം Li	സോഡിയം Na	പൊട്ടാസ്യം K	റുബീഡിയം Rb	സീസിയം Cs	ഫ്രാൻസിയം Fr
അറ്റോമികസംഖ്യ	3	11	19	37	55	87
അറ്റോമികമാസ് (g mol^{-1})	6.94	22.99	39.10	85.47	132.91	(223)
ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം	[He] $2s^1$	[Ne] $3s^1$	[Ar] $4s^1$	[Kr] $5s^1$	[Xe] $6s^1$	[Rn] $7s^1$
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി / kJ mol^{-1}	520	496	419	403	376	~375
ജലസംയോജന എൻഥാൽപി/kJ mol^{-1}	–506	–406	–330	–310	–276	–
ലോഹീയ ആരം / pm	152	186	227	248	265	–
അയോണിക ആരം M^+ / pm	76	102	138	152	167	(180)
ദ്രവണാങ്കം / K	454	371	336	312	302	–
തിളനില / K	1615	1156	1032	961	944	–
സാന്ദ്രത / g cm^{-3}	0.53	0.97	0.86	1.53	1.90	–
പ്രമാണ പൊട്ടൻഷ്യൽ $E^\ominus$ / V for (M^+ / M)	–3.04	–2.714	–2.925	–2.930	–2.927	–
ലിതോസ്ഫിയറിലെ ലഭ്യത†	18*	2.27**	1.84**	78-12*	2-6*	~ 10^{-18}*

*ppm (part per million), ** ഭാരശതമാനം; † ലിതോസ്ഫിയർ: ഭൂമിയുടെ പുറംപാളി ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ ഭാഗവും മാന്റിലിന്റെ മുകൾഭാഗവും

ബാഹ്യതമ ഓർബിറ്റലിലെ ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകരിക്കുകയും ഉയർന്ന ഊർജ നിലയിലേക്ക് മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉത്തേജിത ഇലക്ട്രോൺ താഴ്ന്ന നിലയിലേക്ക് തിരികെ വരുമ്പോൾ ഉത്സർജിക്കുന്ന വികിരണം ദൃശ്യപ്രകാശത്തിന്റെ മേഖലയിൽ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രകാരം ദൃശ്യമാകുന്നു.

ലോഹം	Li	Na	K	Rb	Cs
നിറം	ക്രിംസൺ ചുവപ്പ്	മഞ്ഞ	വയലറ്റ്	ചുവപ്പ് കലർന്ന വയലറ്റ്	നീല
λ/nm	670.8	589.2	766.5	780.0	455.5

വഴി തിരിച്ചറിയാനും ഫ്ളെയിം ഫോട്ടോമെട്രി (Flame Photometry), അറ്റോമിക ആഗിരണ സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പി (atomic absorption spectroscopy) എന്നിവ വഴി അവയുടെ അളവ് കണ്ടെത്താനും കഴിയും. ഈ മൂലകങ്ങൾ പ്രകാശ പതനത്തിന് വിധേയമാക്കിയാൽ, ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന പ്രകാശോർജം ഇലക്ട്രോണുകളെ നഷ്ടപ്പെടാൻ പര്യാപ്തമാണ്. ഈ സ്വഭാവം സീസിയം, പൊട്ടാസ്യം എന്നിവയെ ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് സെല്ലുകളിൽ ഇലക്ട്രോഡുകളാക്കി എടുക്കുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു.

10.1.6 രാസ സ്വഭാവങ്ങൾ

കുറഞ്ഞ അയോണീകരണ എൻഥാൽപിയും കൂടിയ വലുപ്പവും കാരണം ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾക്ക് ക്രിയാശീലം കൂടുതലാണ്. പ്രസ്തുത ലോഹങ്ങളുടെ ക്രിയാശീലം ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് വരുന്തോറും കൂടുന്നു.

(i) വായുവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഈർപ്പരഹിത വായുവിൽ ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ മങ്ങുന്നതിനു കാരണം ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. ഇത് പിന്നീട് ഈർപ്പവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ ഓക്സിജനിൽ വീര്യത്തോടെ കത്തി ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ലിഥിയം, മോണോക്സൈഡും, സോഡിയം പെറോക്സൈഡും മറ്റുള്ളവ സൂപ്പർ ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാക്കുന്നു. സൂപ്പർ ഓക്സൈഡ് O_2^- അയോണിന് K, Rb, Cs തുടങ്ങിയവയുടെ വലിയ കാറ്റയോണിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ മാത്രമേ സ്ഥിരതയുള്ളൂ.

$4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O$ (ഓക്സൈഡ്)

$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$ (പെറോക്സൈഡ്)

$M + O_2 \rightarrow MO_2$ (സൂപ്പർ ഓക്സൈഡ്)

(M = K, Rb, Cs)

ഓക്സൈഡുകളിലെല്ലാം ആൽക്കലി ലോഹത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +1 ആണ്. ലിഥിയത്തിന്റെ അനിതര സാധാരണമായ ഒരു വിശേഷതയാണ് അന്തരീക്ഷ വായുവിലെ നൈട്രജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് നൈട്രൈഡ് (Li_3N) ഉണ്ടാകുന്നത്. വായുവും വെള്ളവുമായുള്ള ഉയർന്ന പ്രവർത്തനശേഷി കാരണം ക്ഷാര ലോഹങ്ങളെ സാധാരണയായി മണ്ണെണ്ണയിലാണ് സൂക്ഷിക്കുന്നത്.

പ്രശ്നം 10.1

KO_2 ൽ K യുടെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ എന്താണ്?

ഉത്തരം

സൂപ്പർ ഓക്സൈഡ് അയോൺ O_2^- എന്ന് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. സംയുക്തത്തിന് ചാർജ് ഇല്ലാത്തതിനാൽ +1 ആണ് പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ.

(ii) ***ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം*** : ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ വെള്ളവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ഡൈ ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2M + 2H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2$$

(M = ക്ഷാര ലോഹം)

ഏറ്റവും കൂടുതൽ നെഗറ്റീവ് $E^\ominus$ വില ലിഥിയത്തിനാണെങ്കിലും (പട്ടിക 10.1) ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനശേഷി, $E^\ominus$ മൂല്യം ഏറ്റവും കുറവ് നെഗറ്റീവ് വിലയുള്ള സോഡിയത്തെക്കാൾ കുറവാണ്. ലിഥിയത്തിന്റെ ഈ സ്വഭാവത്തിന് കാരണം അതിന്റെ വലിപ്പക്കുറവും വളരെ കൂടിയ ജലസംയോജന ഊർജവുമാണ്. ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റ് ലോഹങ്ങൾ ജലവുമായി സ്ഫോടനത്തോടു കൂടി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. പ്രോട്ടോൺ ദാതാക്കളായ ആൽക്കഹോൾ, വാതക അമോണിയ, ആൽക്കൈനുകൾ എന്നിവയുമായും ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നുണ്ട്.

(iii) ***ഡൈ ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം***: ഏകദേശം 673K ൽ (ലിഥിയം 1073 K ൽ) ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ ഡൈഹൈഡ്രജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. എല്ലാ ക്ഷാര ലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളും ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കമുള്ള അയോണിക ഖരവസ്തുക്കളാണ്.

$$2M + H_2 \rightarrow 2M^+H^-$$

(iv) ***ഹാലൊജനുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം*** : ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ ഹാലൊജനുകളുമായി വളരെ പെട്ടെന്ന് വീര്യത്തോടെ പ്രവർത്തിച്ച് അയോണിക ഹാലൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു (M^+X^-). എന്നാൽ ലിഥിയം ഹാലൈഡുകൾ ഏറെക്കുറെ സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളാണ്. ഇതിന് കാരണം ലിഥിയം അയോണിന്റെ ഉയർന്ന ധ്രുവീകരണ കഴിവാണ്. (ഒരു കാറ്റയോണിനാൽ ആനയോണിന്റെ ഇലക്ട്രോൺ മേഘപടലത്തിനുണ്ടാകുന്ന അപഭ്രംശമാണ് ധ്രുവീകരണം) Li^+ അയോണിന്റെ വലിപ്പം വളരെ കുറവായതിനാൽ നെഗറ്റീവ് ഹാലൈഡ് അയോണിന്റെ ഇലക്ട്രോൺ മേഘപടലത്തിന് അപഭ്രംശം ഉണ്ടാക്കാനുള്ള പ്രവണത വളരെ കൂടുതൽ ആണ്. വലിപ്പക്കൂടുതലുള്ള അനയോണുകൾക്ക് പെട്ടെന്ന് അപഭ്രംശം സംഭവിക്കാം. എന്നുള്ളതുകൊണ്ട് ഹാലൈഡുകളിൽ ലിഥിയം അയഡൈഡിനാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ സഹസംയോജക സ്വഭാവമുള്ളത്.

(v) ***നിരോക്സീകരണ സ്വഭാവം***: ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ പ്രബല നിരോക്സീകാരികളാണ്. ലിഥിയത്തിന് ഏറ്റവും കൂടുതലും സോഡിയത്തിന് ഏറ്റവും കുറവും നിരോക്സീകരണശേഷിയാണുള്ളത് (പട്ടിക 10.1). നിരോക്സീകരണശേഷിയുടെ അളവായ സ്റ്റാൻഡേർഡ് ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ ($E^\ominus$), ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള ആകമാന മാറ്റങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു:

$M(s) \rightarrow M(g)$ ഉത്പതന എൻഥാൽപി

$M(g) \rightarrow M^+(g) + e^-$ അയോണീകരണ എൻഥാൽപി

$M^+(g) + H_2O \rightarrow M^+(aq)$ ജലസംയോജന എൻഥാൽപി

ലിഥിയം അയോണിന് വലിപ്പക്കുറവായതിനാൽ, അതിനാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ജലസംയോജന എൻഥാൽപി. അതാണ് ലിഥിയത്തിന്റെ കൂടിയ നിരോക്സീകരണശേഷിക്കും കൂടിയ നെഗറ്റീവ് $E^\ominus$ മൂല്യത്തിനും കാരണം.

പ്രശ്നം 10.2

$E^\ominus$ വിലകൾ യഥാക്രമം Cl_2/Cl^- +1.36, I_2/I^- +0.53, Ag^+/Ag +0.79, Na^+/Na –2.71, Li^+/Li –3.04 എന്നിങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന അയോണിക ഇനങ്ങളെ നിരോക്സീകരണ ശക്തിയുടെ അവരോഹണ ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

I^-, Ag, Cl^-, Li, Na

ഉത്തരം

$Li > Na > I^- > Ag > Cl^-$

(vi) ദ്രാവക അമോണിയയിലുള്ള ലായനി: ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ ദ്രാവക അമോണിയയിൽ ലയിച്ച് വൈദ്യുതചാലക സ്വഭാവമുള്ള കടും നീല ലായനി ഉണ്ടാകുന്നു.

$$M + (x + y)NH_3 \rightarrow [M(NH_3)_x]^+ + [e(NH_3)_y]^-$$

അമോണിയ തന്മാത്രകളാൽ ചുറ്റപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോൺ ദൃശ്യപ്രകാശ മേഖലയിൽ നിന്നും ഊർജ്ജം ആഗിരണം ചെയ്യുന്നതിനാലാണ് ലായനി നീല നിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നത്. ലായനി പാരാമാഗ്നറ്റിക് ആണ്. ദീർഘനേരം വച്ചിരുന്നാൽ സാവധാനം ഹൈഡ്രജനെ പുറന്തള്ളുകയും അമൈഡ് ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$M^+_{(am)} + e^- + NH_3(l) \rightarrow MNH_{2(am)} + \frac{1}{2}H_2(g)$$

(am എന്നത് അമോണിയയിലുള്ള ലായനിയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.) ഉയർന്ന ഗാഢതയുള്ള ലായനിയിൽ, നീല നിറം വെങ്കല നിറമായി മാറുകയും പ്രതികാന്തിക സ്വഭാവം കാണിക്കുകയും ചെയ്യും.

10.1.7 ഉപയോഗങ്ങൾ

ഉപയോഗപ്രദമായ നിരവധി ലോഹസങ്കരങ്ങൾ നിർമിക്കാൻ ലിഥിയം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ലിഥിയം ലെഡുമായി ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന "വെളുത്ത ലോഹം" (White metal), മോട്ടോർ യന്ത്രങ്ങളിൽ ബെയറിങ്ങുകൾ നിർമിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. അലൂമിനിയവുമായി ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ലോഹസങ്കരം വിമാനഭാഗങ്ങൾ നിർമിക്കാനും മഗ്നീഷ്യവുമായി ചേർന്നുണ്ടാകുന്നവ കവചങ്ങൾ നിർമിക്കാനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. താപഅണുകേന്ദ്ര പ്രവർത്തനങ്ങളിലും വൈദ്യുതരാസസെല്ലുകളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു. $PbEt_4$, $PbMe_4$ എന്നിവ നിർമിക്കാനാവശ്യമായ Na/Pb ലോഹസങ്കരമുണ്ടാക്കാൻ സോഡിയം ആവശ്യമുണ്ട്. ഇത്തരം ഓർഗാനോലെഡ് സംയുക്തങ്ങൾ മുൻകാലങ്ങളിൽ പെട്രോളിൽ അപസ്ഫോടനകാരകമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ ഇക്കാലത്ത് വാഹനങ്ങളിൽ ലെഡ് രഹിത പെട്രോളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ദ്രാവക സോഡിയം അതിവേഗ ബ്രീഡർ റിയാക്റ്ററിൽ ശീതീകാരി (Coolant) ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജീവശാസ്ത്രപരമായി സുപ്രധാന ധർമം പൊട്ടാസ്യം നിർവഹിക്കുന്നു. പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡ് ഒരു രാസവളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

മൃദുസോപ്പുകൾ വ്യാവസായികമായി നിർമിക്കാൻ പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെ നല്ല ഒരു അവശോഷകമാണ്. സീഷിയം ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് സെല്ലുകൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

10.2 ക്ഷാരലോഹ സംയുക്തങ്ങളുടെ പൊതു സ്വഭാവങ്ങൾ

ക്ഷാര ലോഹങ്ങളുടെ സാധാരണ സംയുക്തങ്ങൾക്കെല്ലാം പൊതുവെ അയോണിക സ്വഭാവം ഉണ്ട്. അവയുടെ ചില സംയുക്തങ്ങളുടെ പൊതുസ്വഭാവങ്ങൾ താഴെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

10.2.1 ഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും

വായുവിന്റെ ആധിക്യത്തിൽ ജ്വലനം നടത്തിയാൽ ലിഥിയം പ്രധാനമായും Li_2O (കൂടാതെ കുറച്ച് പെറോക്സൈഡ് Li_2O_2) സോഡിയം, പെറോക്സൈഡും Na_2O_2 (കുറച്ച് സൂപ്പർ ഓക്സൈഡും) പൊട്ടാസ്യം, റുബീഡിയം, സീസിയം എന്നിവ സൂപ്പർ ഓക്സൈഡും (MO_2) ഉണ്ടാക്കുന്നു. അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ ശുദ്ധമായ M_2O, M_2O_2, MO_2 എന്നിവ നിർമിക്കാൻ കഴിയും. ലോഹ അയോണിന്റെ വലുപ്പം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് പെറോക്സൈഡുകളുടെയും സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകളുടെയും സ്ഥിരത കൂടുന്നതിനുകാരണം, വലിയ ആനയോണിനെ വലിയ കാറ്റയോൺ ലാറ്റിസ് ഊർജപ്രഭാവങ്ങളിലൂടെ സ്ഥിരത നൽകുന്നതാണ്. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തന പ്രകാരം ഓക്സൈഡുകൾ വളരെ വേഗം ജലവിശ്ലേഷണ വിധേയമായി ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളായി മാറുന്നുവെന്നുകാണാം.

$$M_2O + H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^-$$

$$M_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2O_2$$

$$2MO_2 + 2H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2O_2 + O_2$$

ശുദ്ധമായ ഓക്സൈഡുകളും പെറോക്സൈഡുകളും നിറമില്ലാത്തവയാണ്. എന്നാൽ സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകൾക്ക് മഞ്ഞയോ ഓറഞ്ച് നിറമോ ആണ്. അകാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നല്ല ഒരു ഓക്സീകാരിയായി സോഡിയം പെറോക്സൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകൾ പാരാമാഗ്നറ്റിക് ആണ്.

പ്രശ്നം 10.3

എന്തുകൊണ്ടാണ് KO_2 പാരാമാഗ്നറ്റിക് ആയിരിക്കുന്നത്?

ഉത്തരം

π^*2p മോളിക്കുലർ ഓർബിറ്റലിലെ ജോഡിയല്ലാത്ത ഒരു ഇലക്ട്രോൺ ആണ് സൂപ്പർഓക്സൈഡ O_2^- പാരാമാഗ്നറ്റിക് ആകാൻ കാരണം

ജലവുമായി ഓക്സൈഡുകൾ പ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ വെളുത്ത പരൽ രൂപത്തി

ഥുള്ള ഖര വസ്തുക്കളാണ്. മറ്റെല്ലാ ക്ഷാരങ്ങളെയും അപേക്ഷിച്ച് ഏറ്റവും വീര്യമുള്ളവയാണ് ക്ഷാര ലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ. അതീവ ജലസംയോജനം കാരണം അത്യധികം താപം ഉത്സർജിച്ചുകൊണ്ട് ഇവ ജലത്തിൽ വളരെപ്പെട്ടെന്ന് ലയിക്കുന്നു.

10.2.2 ഹാലൈഡുകൾ

എല്ലാ ക്ഷാര ലോഹ ഹാലൈഡുകളും MX, (X=F, Cl, Br, I) ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കമുള്ള പരൽരൂപത്തിലുള്ള ഖരവസ്തുക്കളാണ്. അനുയോജ്യമായ ഓക്സൈഡിനെയോ, ഹൈഡ്രോക്സൈഡിനെയോ കാർബണേറ്റുകളെയോ ജലീയ ഹൈഡ്രോഹാലിക് അമ്ലവുമായി (HX) പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച്, ഹാലൈഡുകൾ നിർമിക്കാം. എല്ലാ ഹാലൈഡുകൾക്കും ഉയർന്ന നെഗറ്റീവ് രൂപീകരണഎൻഥാൽപിയാണുള്ളത്. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും ഫ്ളൂറൈഡുകളുടെ $\Delta_f H^\ominus$ നെഗറ്റീവ് വില കുറയുന്നു. എന്നാൽ ക്ലോറൈഡ്, ബ്രോമൈഡ്, അയോഡൈഡ് എന്നിവയ്ക്ക് $\Delta_f H^\ominus$ വില വ്യത്യാസപ്പെടുന്നത് നേരെ തിരിച്ചാണ്. ഒരു നിശ്ചിത ലോഹത്തെ സംബന്ധിച്ച് $\Delta_f H^\ominus$ ന്റെ നെഗറ്റീവ് വില ഫ്ളൂറൈഡിൽ നിന്നും അയോഡൈഡിലേക്ക് കുറഞ്ഞു വരുന്നു.

ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയും എല്ലായ്പ്പോഴും ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രവണത പിന്തുടരുന്നു, ഫ്ളൂറൈഡ് > ക്ലോറൈഡ് > ബ്രോമൈഡ്> അയോഡൈഡ്. എല്ലാ ഹാലൈഡുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണ്. LiF ന്റെ ജലത്തിലെ ലേയത്വകുറവിന് കാരണം അതിന്റെ ഉയർന്ന ലാറ്റിസ് എൻഥാൽപി ആണ്. രണ്ട് അയോണുകളുടെയും കുറഞ്ഞ ജലസംയോജന എൻഥാൽപി ആണ്, CsI യുടെ ലേയത്വ കുറവിന് കാരണം. ലിഥിയത്തിന്റെ മറ്റ് ഹാലൈഡുകൾ എഥനോൾ, അസിറ്റോൺ, ഈഥൈൽ അസിറ്റേറ്റ് എന്നിവയിൽ ലയിക്കും. LiCl പിരീഡിനിലും ലയിക്കും.

10.2.2 ഓക്സോ ആസിഡുകളുടെ ലവണങ്ങൾ

അസിഡിക് പ്രോട്ടോൺ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പും ഒരു ഓക്സോ ഗ്രൂപ്പും ഒരേ ആറ്റത്തിൽ ബന്ധിതമായിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളാണ് ഓക്സോ ആസിഡുകൾ. ഉദാ. കാർബോണിക് ആസിഡ് H_2CO_3 $(OC(OH)_2)$; സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് H_2SO_4 $(O_2S(OH)_2)$ എല്ലാ ഓക്സോ ആസിഡുകളുമായും പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ക്ഷാര ലോഹങ്ങൾ ലവണങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. അവ പൊതുവെ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയും താപസ്ഥിരതയുള്ളവയുമാണ്. അവയുടെ കാർബണേറ്റുകളും (M_2CO_3) മിക്ക ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റുകളും ഉയർന്ന താപസ്ഥിരതയുള്ളവയാണ്. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് വിദ്യുത്ധനത കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് കാർബണേറ്റുകളുടെയും ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റുകളുടെയും സ്ഥിരത കൂടുന്നു. ലിഥിയം കാർബണേറ്റ് അത്ര താപ സ്ഥിരതയുള്ള സംയുക്തം അല്ല; ലിഥിയം അയോൺ വളരെ ചെറുതായതിനാൽ വലിയ CO_3^{2-} അയോണിനെ ധ്രുവീകരണം നടത്തി കുറേക്കൂടി സ്ഥിരതയുള്ള Li_2O യും CO_2 യും ആയി മാറുന്നു. ലിഥിയത്തിന്റെ ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് ഖരാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല.

10.3 ലിഥിയത്തിന്റെ അസാധാരണമായ ഗുണവിശേഷങ്ങൾ (സ്വഭാവങ്ങൾ)

ആറ്റത്തിന്റെയും അയോണിന്റെയും അനിതര സാധാരണമായ വലുപ്പക്കുറവും ഉയർന്ന ധ്രുവീകരണശേഷിയുമാണ് (അതായത് ചാർജ്/ആരം അനുപാതം) ലിഥിയത്തിന്റെ അസാധാരണമായ ഗുണവിശേഷങ്ങൾക്ക് കാരണം. തൽഫലമായി ലിഥിയം സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ഓർഗാനിക് ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കത്തക്കരീതിയിൽ ഉയർന്ന സഹസംയോജക ഗുണം കൈവരുന്നു. കൂടാതെ താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ മഗ്നീഷ്യവുമായി വികർണബന്ധം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്.

10.3.1 ലിഥിയവും മറ്റ് ക്ഷാരലോഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ

(i) ലിഥിയത്തിന് കാഠിന്യം കൂടുതലാണ്. മറ്റ് ക്ഷാര ലോഹങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയും കൂടുതലാണ്.

(ii) ക്ഷാര ലോഹങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും കുറവ് രാസപ്രവർത്തനശേഷിയും ഏറ്റവും കൂടുതൽ നിരോക്സീകാര ശേഷിയും ലിഥിയത്തിനാണ്. മറ്റ് ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി ലിഥിയം, വായുവിൽ ജ്വലനം നടന്ന് പ്രധാനമായും മോണോക്സൈഡും (Li_2O) നൈട്രൈഡും (Li_3N) ഉണ്ടാക്കുന്നു.

(iii) LiCl ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ അലിയുന്നതും തുടർന്ന് $LiCl.2H_2O$ എന്ന ഹൈഡ്രേറ്റിന്റെ പരൽ ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ മറ്റ് ക്ഷാര ലോഹ ഹാലൈഡുകൾ ഹൈഡ്രേറ്റുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നില്ല.

(iv) ലിഥിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് ഖരാവസ്ഥയിൽ ലഭിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ മറ്റെല്ലാ മൂലകങ്ങളുടെയും ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റുകൾ ഖരാവസ്ഥയിൽ ലഭിക്കുന്നു.

(v) മറ്റ് ക്ഷാര ലോഹങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി ലിഥിയം ഈഥൈനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് എഥിനൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

(vi) ലിഥിയം നൈട്രേറ്റിനെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലിഥിയം ഓക്സൈഡ് Li_2O ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ മറ്റ് ക്ഷാരലോഹ നൈട്രേറ്റുകൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് അതാത് നൈട്രൈറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4\,LiNO_3 \rightarrow 2\,Li_2O + 4\,NO_2 + O_2$$

$$2\,NaNO_3 \rightarrow 2\,NaNO_2 + O_2$$

(vii) LiF, Li_2O എന്നിവയ്ക്ക് മറ്റ് ക്ഷാരലോഹ സംയുക്തങ്ങളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ജലത്തിലെ ലേയത്വം കുറവാണ്.

10.3.2 ലിഥിയവും മഗ്നീഷ്യവും തമ്മിലുള്ള സാമ്യതകൾ

വലിപ്പത്തിലുള്ള സാദൃശ്യം കൊണ്ട് ലിഥിയവും മഗ്നീഷ്യവും തമ്മിൽ എടുത്തു പറയത്തക്ക സാമ്യതകളാണുള്ളത്.

അറ്റോമിക ആരം: Li = 152 pm, Mg = 160 pm; , അയോണിക ആരം: Li^+ = 76 pm, Mg^{2+} = 72 pm അവ തമ്മിലുള്ള പ്രധാന സാമ്യതകൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു:

(i) അതാത് ഗ്രൂപ്പുകളിലെ മൂലകങ്ങളേക്കാൾ ലിഥിയവും മഗ്നീഷ്യവും കാഠിന്യമുള്ളതും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതുമാണ്.

(ii) ലിഥിയവും മഗ്നീഷ്യവും ജലവുമായി സാവധാനം മാത്രമേ പ്രവർത്തിക്കുന്നുള്ളൂ. അവയുടെ ഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും ജലത്തിൽ വളരെ കുറച്ച് മാത്രമേ ലയിക്കുന്നുള്ളൂ. ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ വിഘടിക്കുന്നു. നൈട്രജനുമായി നേരിട്ട് പ്രവർത്തിച്ച് രണ്ടും നൈട്രൈഡുകൾ (Li_3N ഉം Mg_3N_2) ഉം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

(iii) Li_2O, MgO എന്നീ ഓക്സൈഡുകൾ അധികം ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല.

(iv) ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലിഥിയത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാർബണേറ്റുകൾ വിഘടിച്ച് ഓക്സൈഡും CO_2 ഉം ആയി മാറുന്നു. അവ ഖര ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല.

(v) LiCl, $MgCl_2$ ഇവ എഥനോളിൽ ലയിക്കും.

(vi) LiCl, $MgCl_2$ എന്നിവയ്ക്ക് വായുവിൽ അലിയുന്ന സ്വഭാവമുണ്ട്. ജലീയ ലായനിയിൽ നിന്നും $LiCl\cdot 2H_2O$, $MgCl_2\cdot 8H_2O$ എന്നീ ഹൈഡ്രേറ്റുകളായി പരലീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

10.4 സോഡിയത്തിന്റെ ചില പ്രധാന സംയുക്തങ്ങൾ

സോഡിയം കാർബണേറ്റ്, സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്, സോഡിയം ബൈകാർബണേറ്റ് എന്നിവ സോഡിയത്തിന്റെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള സംയുക്തങ്ങളാണ്. അവയുടെ വൻതോതിലുള്ള ഉത്പാദനരീതിയും ഉപയോഗങ്ങളും ചുവടെ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

സോഡിയം കാർബണേറ്റ് (അലക്ക് കാരം) $Na_2CO_3\cdot 10H_2O$

സോൾവേ പ്രക്രിയ വഴിയാണ് സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റിന്റെ കുറഞ്ഞ ലേയത്വം ഇതിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇവിടെ സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് അവക്ഷിപ്തപ്പെടുന്നത് സോഡിയം ക്ലോറൈഡും അമോണിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴാണ്. അമോണിയ കൊണ്ട് പൂരിതമാക്കിയ ഗാഢ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയിലേക്ക് CO_2 കടത്തിവിടുമ്പോൾ ആദ്യം അമോണിയം കാർബണേറ്റും തുടർന്ന് അമോണിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു. നിർമാണവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട എല്ലാ രാസവാക്യങ്ങളും ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

$$2\,NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2\,NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

പരലായി രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്ന സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റിനെ ചൂടാക്കി സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$2\,NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

ഈ പ്രക്രിയയുടെ ഫലമായി ലഭിക്കുന്ന NH_4Cl ഉൾപ്പെട്ട ലായനിയെ $Ca(OH)_2$ മായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് NH_3 വീണ്ടെടുക്കുന്നു. ഉപോൽപ്പന്നമായി കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡ് ലഭിക്കുന്നു.

$$2\,NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2\,NH_3 + CaCl_2 + H_2O$$

സോൾവേ പ്രക്രിയ പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കാൻ കഴിയില്ല. കാരണം, പൊട്ടാസ്യം ക്ലോറൈഡും അമോണിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റും പ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് അവക്ഷിപ്തപ്പെടാത്തത്ര ലേയത്വം കൂടുതലുള്ള പദാർഥമാണ്.

സവിശേഷതകൾ

ഡെക്കാ ഹൈഡ്രേറ്റ് $Na_2CO_3\cdot 10H_2O$ ആയി നിലനിൽക്കുന്ന സോഡിയം കാർബണേറ്റ് വെളുത്ത പരൽ രൂപത്തിലുള്ള ഖരപദാർഥമാണ്. ഇത് അലക്കുകാരം എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ജലത്തിൽ വളരെപ്പെട്ടെന്ന് ലയിക്കും. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രിസ്റ്റലീയ ജലം നഷ്ടപ്പെ

ടുത്തി മോണോഹൈഡ്രേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു. 373 K നുമുകളിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ, മോണോഹൈഡ്രേറ്റ്, പൂർണമായും നിർജലീകരിച്ച് സോഡാ ആഷ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന വെളുത്ത പൊടിയായി മാറുന്നു.

$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \xrightarrow{375K} Na_2CO_3 \cdot H_2O + 9H_2O$$

$$Na_2CO_3 \cdot H_2O \xrightarrow{>373K} Na_2CO_3 + H_2O$$

സോഡിയം കാർബണേറ്റിന്റെ കാർബണേറ്റ് ഭാഗം ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമായി ഒരു ക്ഷാരലായനി ഉണ്ടാകുന്നു.

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$$

ഉപയോഗങ്ങൾ:

(i) ജലം മൃദുവാക്കുന്നതിനും, തുണി അലക്കുന്നതിനും ശുചീകരണത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(ii) ഗ്ലാസ്, സോപ്പ്, ബോറാക്സ്, കാസ്റ്റിക് സോഡ ഇവ വ്യവസായികമായി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) പേപ്പർ, പെയിന്റ്, തുണി എന്നീ വ്യവസായങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iv) ഗുണാത്മകവും പരിമാണികവുമായ അപഗ്രഥനങ്ങളിൽ അഭികർമകം ആയി പരീക്ഷണശാലകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്, NaCl

2.7 മുതൽ 2.9% വരെ (പിണ്ഡശതമാനം) സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കടൽ ജലമാണ് ഇതിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ സ്രോതസ്സ്. ഇന്ത്യയെപ്പോലെയുള്ള ഉഷ്ണമേഖലാ രാജ്യങ്ങളിൽ കടൽജലം ബാഷ്പീകരിച്ചാണ് ഉപ്പ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ഓരോ വർഷവും ഏകദേശം 50 ലക്ഷം ടൺ ഉപ്പ് സൗരബാഷ്പീകരണം വഴി നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. ബ്രൈൻ ലായനിയുടെ ബാഷ്പീകരണം വഴി ലഭിക്കുന്ന അസംസ്കൃത ഉപ്പിൽ സോഡിയം സൾഫേറ്റ്, കാൽസ്യം സൾഫേറ്റ്, കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡ് ($CaCl_2$), മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ് ($MgCl_2$) എന്നിവ മാലിന്യമായി ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡ്, മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ് എന്നിവ മാലിന്യമാകാൻ കാരണം അവ ഡെലിക്വസെന്റ് (അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നും ഈർപ്പത്തെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു) ആയത് കൊണ്ടാണ് ശുദ്ധമായ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലഭിക്കുന്നതിനായി അസംസ്കൃത ഉപ്പിനെ കുറഞ്ഞ അളവ് ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് അലേയ മാലിന്യങ്ങളെ അരിച്ച് മാറ്റുന്നു. ആ ലായനിയെ പിന്നീട് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകം ഉപയോഗിച്ച് പൂരിതമാക്കുന്നു. അപ്പോൾ ശുദ്ധമായ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് പരലുകൾ വേർതിരിയുന്നു. കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡിനും മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡിനും കൂടുതൽ ലേയത്വം ഉള്ളതിനാൽ ലായനിയിൽത്തന്നെ അവശേഷിക്കുന്നു.

സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് 1081K ൽ ഉരുകുന്നു. 273 K ൽ 100g ജലത്തിൽ 36g എന്ന കണക്കിനാണ് അതിന്റെ ലേയത്വം. ഊഷ്മാവ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ലേയത്വം ഗണ്യമായി കൂടുന്നില്ല.

ഉപയോഗങ്ങൾ

(i) വീടുകളിൽ കറിയുപ്പായി ഉപയോഗിക്കാം

(ii) Na_2O_2, NaOH, Na_2CO_3 എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (കാസ്റ്റിക് സോഡ) NaOH

കാസ്റ്റ്നർ – കെൽനർ സെല്ലിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിലൂടെയാണ്, സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് വ്യാവസായികമായി ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. മെർക്കുറി കാഥോഡും കാർബൺ ആനോഡും ഉപയോഗിച്ച് ബ്രൈൻ ലായനിയെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണം നടത്തുന്നു. കാഥോഡിൽ മോചിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ലോഹസോഡിയം മെർക്കുറിയുമായി യോജിച്ച് സോഡിയം അമാൽഗം ഉണ്ടാകുന്നു. ആനോഡിൽ ക്ലോറിൻ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു.

കാഥോഡ് : $Na^+ + e^- \xrightarrow{Hg} Na - \text{amalgam}$

ആനോഡ് : $Cl^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2 + e^-$

അമാൽഗം ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ഹൈഡ്രജൻ വാതകവും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Na\text{- അമാൽഗം} + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + 2Hg + H_2$$

വെളുത്ത അർദ്ധതാര്യ ഖരവസ്തുവാണ് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്. അത് 591 Kൽ ഉരുകുന്നു. ഇത് ജലത്തിൽ നന്നായി ലയിച്ച് വീര്യമേറിയ ക്ഷാരലായനി ഉണ്ടാകുന്നു. സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് പരലുകൾ ഈർപ്പം ആഗിരണം ചെയ്ത് അലിയുന്ന തരത്തിലുള്ളതാണ് (deliquescent). അന്തരീക്ഷത്തിലെ CO_2 വുമായി പ്രവർത്തിച്ച് NaOH ലായനിയുടെ പ്രതലത്തിൽ Na_2CO_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ: ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന നിർമിക്കാൻ N_aOH ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(i) വിവിധതരം രാസവസ്തുക്കൾ, കൃത്രിമപ്പട്ട്, പേപ്പർ, സോപ്പ്

(ii) പെട്രോളിയം ശുദ്ധീകരണത്തിൽ

(iii) ബോക്സൈറ്റിന്റെ ശുദ്ധീകരണത്തിൽ

(iv) കോട്ടൺ തുണികളെ മെർസിറൈസ് ചെയ്യുന്നതിന്

(v) ശുദ്ധമായ കൊഴുപ്പ്, എണ്ണ ഇവ നിർമിക്കുന്നതിന്.

(vi) പരീക്ഷണശാലയിലെ രാസവസ്തുവായി.

സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് (ബേക്കിങ് സോഡ), $NaHCO_3$

ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് കാർബൺഡയോക്സൈഡ് കുമിളകൾ ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ കേക്കുകളിലും പല ഭക്ഷണസാധനങ്ങളിലും സുഷിരങ്ങളുണ്ടായി അവ മൃദുവും ഘനം കുറവുള്ളതും ആകുന്നതിനാൽ സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് അപ്പക്കാരം എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു.

സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ലായനിയെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് കടത്തിവിട്ട് പൂരിതമാക്കി സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് നിർമിക്കാം. ലേയത്വം കുറവായതിനാൽ വെളുത്ത പരൽ രൂപത്തിൽ അത് വേർതിരിയുന്നു.

$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2\,NaHCO_3$$

ത്വക്കിലെ അണുബാധയ്ക്കുള്ള വീര്യം കുറഞ്ഞ ആന്റിസെപ്റ്റിക് ആണ് സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ്. അഗ്നിശമനോപാധികളിൽ ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

10.5 സോഡിയത്തിന്റെയും പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രപരമായ പ്രാധാന്യം

70 kg ഉള്ള ഒരു മാതൃകാമനുഷ്യനിൽ 5 g ഇരുമ്പും 0.06 g ചെമ്പുമാണ് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഏകദേശം 90 g സോഡിയവും 170 g പൊട്ടാസ്യവും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. രക്തത്തിലെ പ്ലാസ്മയിലും കോശാന്തര സ്ഥലങ്ങളിലെ ദ്രാവകങ്ങളിലും ആണ് സോഡിയം മുഖ്യമായും കാണപ്പെടുന്നത്. പഞ്ചസാരയും അമിനോ അമ്ലങ്ങളും കോശങ്ങളിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നതിനും കോശസ്തരങ്ങളിലൂടെയുള്ള ജലത്തിന്റെ ഒഴുക്ക് നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും കാരണമായ നാഡീ ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രസരണത്തിൽ ഈ അയോണുകൾ പങ്കു വഹിക്കുന്നു. സോഡിയവും പൊട്ടാസ്യവും രാസപരമായി ഒരുപോലെയാണെങ്കിലും കോശസ്തരങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നതിലും സഞ്ചാരക്രിയാവിധിയിലും എൻസൈമുകളെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നതിലും ഉള്ള കഴിവിൽ പാരാമാണികമായ വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്നു. കോശദ്രവത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്ന കാറ്റയോൺ പൊട്ടാസ്യമാണ്. അത് എൻസൈമുകളെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുകയും ഗ്ലൂക്കോസിനെ ഓക്സീകരിച്ച ATP നിർമിക്കുന്നതിലും പങ്കുവഹിക്കുന്നു. നാഡീ ആവേഗങ്ങളുടെ പ്രസരണത്തിൽ സോഡിയത്തോടൊപ്പം പൊട്ടാസ്യവും പങ്കെടുക്കുന്നു.

കോശസ്തരങ്ങളുടെ എതിർ വശങ്ങളിലുള്ള ഗാഢതയിൽ സോഡിയത്തിനു പൊട്ടാസ്യത്തിനും ഗണ്യമായ വ്യതിയാനമുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി, രക്തപ്ലാസ്മയിൽ സോഡിയത്തിന്റെ അളവ് 143 മില്ലിമോൾ/ലിറ്റർ എന്നാൽ പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെ ഗാഢത 5 മില്ലിമോൾ/ലിറ്റർ മാത്രമാണ്. ചുവന്ന രക്താണുക്കളുടെ കോശത്തിൽ ഈ ഗാഢത 10 മില്ലിമോൾ/ലിറ്ററിലേക്കും (Na), 105 മില്ലിമോൾ/ലിറ്ററിലേക്കും (K) വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നു. അയോണുകളുടെ ഇത്തരത്തിലുള്ള ക്രമമെണ്ണയുള്ള ഗാഢതാവ്യതിയാനം, കോശസ്തരങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള സോഡിയം പൊട്ടാസ്യം പമ്പ് എന്ന വിവേചനാത്മക ക്രിയാവിധി വിശദീകരിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയ്ക്കായി വിശ്രമാവസ്ഥയിലുള്ള മൃഗങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ATP യുടെ മൂന്നിൽ ഒന്നിൽ കൂടുതലും വിശ്രമാവസ്ഥയിലുള്ള മനുഷ്യനിൽ 24 മണിക്കൂറിൽ ഏകദേശം 15kg ATP യും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

10.6 രണ്ടാംഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ: ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ

ബെറിലിയം, മഗ്നീഷ്യം, കാൽസ്യം, സ്ട്രോൺഷ്യം, ബേരിയം, റേഡിയം എന്നിവയാണ് രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പിലുൾപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങൾ. ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ക്ഷാരലോഹങ്ങൾക്കുശേഷമാണിവ വരുന്നത്. ബെറിലിയം ഒഴികെയുള്ളവ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റ് മൂലകങ്ങളിൽനിന്നും ബെറിലിയം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുകയും അലുമിനിയവുമായി വികർണബന്ധം പ്രകടിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്ഷാരീയ മൃത്തിക ലോഹങ്ങളുടെ അറ്റോമിക, ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങൾ പട്ടിക 10.2 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

10.6.1 ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം

ഈ മൂലകങ്ങൾക്ക് ബാഹ്യതമഷെല്ലിൽ s ഓർബിറ്റലിൽ രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ട്. (പട്ടിക 10.2) അവയുടെ പൊതു ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം [ഉൽകൃഷ്ട വാതകം] ns^2 എന്ന് പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ക്ഷാരലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ഈ മൂലകങ്ങളുടെ സംയുക്തങ്ങളും മുഖ്യമായും അയോണികമാണ്.

മൂലകം	പ്രതീകം	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം
ബെറിലിയം	Be	$1s^2 2s^2$
മഗ്നീഷ്യം	Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
കാൽസ്യം	Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
സ്ട്രോൺഷ്യം	Sr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
ബേരിയം	Ba	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2$ or $[Xe]6s^2$
റേഡിയം	Ra	$[Rn]7s^2$

പട്ടിക 10.2 ക്ഷാരീയ മൃത്തികലോഹങ്ങളുടെ അറ്റോമിക-ഭൗതിക ഗുണധർമങ്ങൾ

ഗുണധർമങ്ങൾ	ബെറിലിയം Be	മഗ്നീഷ്യം Mg	കാത്സ്യം Ca	സ്ട്രോൺഷ്യം Sr	ബേരിയം Ba	റേഡിയം Ra
അറ്റോമികസംഖ്യ	4	12	20	38	56	88
അറ്റോമികഭാരം ($g\,mol^{-1}$)	9.01	24.31	40.08	87.62	137.33	226.03
ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം	[He] $2s^2$	[Ne] $3s^2$	[Ar] $4s^2$	[Kr] $5s^2$	[Xe] $6s^2$	[Rn] $7s^2$
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി (I) / $kJ\,mol^{-1}$	899	737	590	549	503	509
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി (II) / $kJ\,mol^{-1}$	1757	1450	1145	1064	965	979
ജലസംയോജന എൻഥാൽപി (kJ/mol)	−2494	−1921	−1577	−1443	−1305	–
ലോഹീയ ആരം / pm	111	160	197	215	222	–
അയോണിക ആരം M^{2+} / pm	31	72	100	118	135	148
ദ്രവണാങ്കം / K	1560	924	1124	1062	1002	973
തിളനില / K	2745	1363	1767	1655	2078	(1973)
സാന്ദ്രത / $g\,cm^{-3}$	1.84	1.74	1.55	2.63	3.59	(5.5)
പ്രമാണ പൊട്ടൻഷ്യൽ E° / V ൽ (M^{2+}/M)	−1.97	−2.36	−2.84	−2.89	−2.92	−2.92
ലിത്തോസ്ഫിയറിലെ ലഭ്യത	2*	2.76**	4.6**	384*	390 *	10^{-6}**

*ppm (part per million); ** percentage by weight

10.6.2 അറ്റോമിക ആരവും അയോണിക ആരവും

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളുടെ അറ്റോമിക ആരവും അയോണിക ആരവും അതാത് പീരിയഡുക ളിൽ ക്ഷാരലോഹങ്ങളെക്കാൾ കുറവാണ്. അവയുടെ ഉയർന്ന ന്യൂക്ലിയർ ചാർജാണ് ഇതിന് കാരണം. ഗ്രൂപ്പിൽ അറ്റോമികസംഖ്യ കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അറ്റോമിക ആരവും അയോണിക ആരവും വർധിക്കുന്നു.

10.6.3 അയോണീകരണ എൻഥാൽപി മൂല്യങ്ങൾ

ആറ്റങ്ങളുടെ സാമാന്യ വലുപ്പക്കൂടുതൽ കാരണം ക്ഷാരീയമൃത്തികാ ലോഹങ്ങൾക്ക് അയോണീകരണ എൻഥാൽപി കുറവാണ്. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകു ന്തോറും വലുപ്പം കൂടുന്നതിനാൽ അയോണീകരണ എൻഥാൽപി കുറയുന്നു (പട്ടിക 10.2). ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളുടെ ഒന്നാം അയോണീകരണ എൻഥാൽപി അനുയോജ്യമായ ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പ് ലോഹ ങ്ങളുടേതിനെക്കാൾ ഉയർന്നതാണ്. ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളുടെ രണ്ടാം അയോണീകരണ എൻഥാൽപി അതാത് പീരിയഡിലെ ക്ഷാരലോഹങ്ങളെ ക്കാൾ വളരെക്കുറവാണെന്നത് താൽപര്യജനകമായ ഒരു നിരീക്ഷണമാണ്.

10.6.4 ജലസംയോജന എൻഥാൽപികൾ (Hydration Enthalpies)

ക്ഷാര ലോഹ അയോണുകളെപ്പോലെ ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്ക് വരുമ്പോൾ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹ ങ്ങളുടെ അയോണിക വലുപ്പം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അവയുടെ ജലസംയോജന എൻഥാൽപി കുറയുന്നു.

$$Be^{2+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$$

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹ അയോണുകളുടെ ജല സംയോജന എൻഥാൽപി ക്ഷാരലോഹ അയോണുക ളുടേതിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. അതിനാൽ ആൽക്ക ലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളുടെ സംയുക്തങ്ങൾ ക്ഷാരലോഹസംയുക്തങ്ങളെക്കാൾ കൂടുതൽ അളവിൽ ജലസംയോജനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു.

ഉദാ: $MgCl_2$, $CaCl_2$ എന്നിവ $MgCl_2.6H_2O$, $CaCl_2.6H_2O$ എന്നീ രൂപങ്ങളിൽ നിലനിൽക്കുന്നു. എന്നാൽ NaCl, KCl എന്നിവ ജലസംയോജിത രൂപങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല.

10.6.5 ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ പൊതുവെ വെള്ളി നിറമുള്ളതും തിളക്കമുള്ളതും താരതമ്യേന

മൃദുവും എന്നാൽ ക്ഷാരലോഹങ്ങളേക്കാൾ കാഠിന്യമുള്ളതുമാണ്. ബെറിലിയം മഗ്നീഷ്യവും ഏറെക്കുറെ ചാരനിറമുള്ളതായി കാണപ്പെടുന്നു. വലിപ്പം കുറവായതിനാൽ ഇവയുടെ ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയും അതാത് പീരിഡിലെ ക്ഷാരലോഹങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. എന്നാൽ ഈ പ്രവണത ക്രമാനുഗതമല്ല. അവയുടെ കുറഞ്ഞ അയോണീകരണ എൻഥാൽപി കാരണം അവ തീവ്ര വിദ്യുത്ധനതാ സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. Be മുതൽ Ba വരെ ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് ഇവയുടെ വിദ്യുത്ധനത കൂടുന്നു. കാൽസ്യം,, സ്ട്രോൺഷ്യം, ബേരിയം എന്നിവ ജ്വാലയ്ക്ക് യഥാക്രമം ചുടുകട്ട നിറം, കടുംചുവപ്പ് (ക്രിംസൺ) നിറം, ആപ്പിൾ പച്ചനിറം എന്നിവ പകരുന്നു. ജ്വാലയിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉന്നത ഊർജനിലയിലേക്ക് ഉത്തേജിക്കപ്പെടുകയും അവ സാധാരണ അവസ്ഥയിലേക്ക് തിരികെയെത്തുമ്പോൾ ദൃശ്യപ്രകാശത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ ഊർജം ഉൽസർജിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബെറിലിയം മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയിൽ ഇലക്ട്രോൺ ശക്തമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ജ്വാലയാൽ ഉത്തേജിക്കപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ അവ ജ്വാലയ്ക്ക് നിറം പകരുന്നില്ല. ഗുണാത്മക അപഗ്രഥനത്തിൽ Ca, Sr, Ba എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യം മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ജ്വാലാപരീക്ഷണവും അവയുടെ അളവ് കണക്കാക്കുന്നതിന് ഫ്ളെയിം ഫോട്ടോമെട്രിയും ഉപയോഗപ്രദമാണ്. ലോഹങ്ങളുടെ പ്രധാന സവിശേഷതയായ ഉയർന്ന വൈദ്യുത ചാലകതയും താപചാലകതയും ക്ഷാരലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾക്കുമുണ്ട്.

10.6.6 രാസ സവിശേഷതകൾ

ക്ഷാരലോഹങ്ങളേക്കാൾ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾക്ക് ക്രിയാശീലത കുറവാണ്. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും ഈ മൂലകങ്ങളുടെ ക്രിയാശീലത വർധിച്ചു വരുന്നു.

i) വായുവും ജലവുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം

ഉപരിതലത്തിൽ ഓക്സൈഡ് പാളിരൂപപ്പെടുന്നതിനാൽ ബെറിലിയവും മഗ്നീഷ്യവും രാസഗതിക നിർജീവാവസ്ഥയിലാണ്. അതിനാൽ ഓക്സിജനും ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ പൊടിച്ച ബെറിലിയം വായുവിൽ കത്തിക്കുമ്പോൾ ഉജ്ജ്വലമായി ജ്വലിച്ച് BeO, Be_3N_2 എന്നിവ രൂപപ്പെടുന്നു. മഗ്നീഷ്യം കൂടുതൽ വിദ്യുത്ധനതയുള്ളതും വായുവിൽ കണ്ണഞ്ചിപ്പിക്കുന്ന ജ്വാലയോടെ കത്തി MgO, Mg_3N_2 എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കാൽസ്യം, സ്ട്രോൺഷ്യം ബേരിയം എന്നിവ വായുവുമായി ഉടനടി പ്രവർത്തിച്ച് ഓക്സൈഡും നൈട്രൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു. അവ ജലവുമായി തീവ്രമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

ii) ഹാലൊജനുകളുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം

എല്ലാ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത്ലോഹങ്ങളും ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ ഹാലൊജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് അവയുടെ ഹാലൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$M + X_2 \rightarrow MX_2 \; (X = F, Cl, Br, I)$$

BeF_2 നിർമിക്കാനുള്ള ഏറ്റവും നല്ലരീതി $(NH_4)_2BeF_4$ ന്റെ താപീയ വിഘടനമാണ്. $BeCl_2$ ഓക്സൈഡിൽ നിന്നും സൗകര്യപ്രദമായി നിർമിക്കാം.

$$BeO + C + Cl_2 \longrightarrow BeCl_2 + CO$$

iii) ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം:

ബെറിലിയം ഒഴികെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിച്ച് അവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ MH_2 ഉണ്ടാകുന്നു. $BeCl_2$, $LiAlH_4$ ഇവ പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് BeH_2 നിർമിക്കാം.

$$2BeCl_2 + LiAlH_4 \rightarrow 2BeH_2 + LiCl + AlCl_3$$

iv) അമ്ലങ്ങളുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ അമ്ലങ്ങളുമായി വളരെപ്പെട്ടെന്ന് പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജൻ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

$$M + 2HCl \rightarrow MCl_2 + H_2$$

v) നിരോക്സീകരണ സ്വഭാവം

ക്ഷാരലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളും തീവ്രതയേറിയ നിരോക്സീകാരികളാണ്. ഇത് അവയുടെ ഉയർന്ന നെഗറ്റീവ് നിരോക്സീകരണ പൊട്ടൻഷ്യൽ മൂല്യം കൊണ്ട് സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു (പട്ടിക 10.2). എന്നിരുന്നാലും അവയുടെ നിരോക്സീകരണശേഷി ബന്ധപ്പെട്ട ക്ഷാര ലോഹങ്ങളേക്കാൾ കുറവാണ്. മറ്റ് ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ബെറിലിയത്തിന് കുറഞ്ഞ നെഗറ്റീവ് മൂല്യമാണുള്ളത്. എന്നിരുന്നാലും അതിന്റെ നിരോക്സീകരണ സ്വഭാവത്തിന് കാരണം Be^{2+} ന്റെ വലുപ്പക്കുറവുകൊണ്ട് അതിനുണ്ടായ ഉയർന്ന ജലസംയോജന (ഹൈഡ്രേഷൻ) ഊർജവും താരതമ്യേന ഉയർന്ന അറ്റോമികീകരണ എൻഥാൽപിയും ആണ്.

vi) ദ്രാവക അമോണിയയിലുള്ള ലായനി

ക്ഷാരലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ക്ഷാരീയമൃത്തികാലോഹങ്ങളും ദ്രവ അമോണിയയിൽ ലയിച്ച് അമോ

ണിയേറ്റഡ് അയോണുകൾ രൂപം കൊള്ളുകയും കറുപ്പ് കലർന്ന കടുംനീല ലായനി ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$M + (x+y)NH_3 \rightarrow \left[M(NH_3)_x\right]^{2+} + 2\left[e(NH_3)_y\right]^-$$

ഈ ലായനികളിൽ നിന്നും അമോണിയേറ്റുകളെ $[M(NH_3)_6]^{2+}$ വീണ്ടെടുക്കാൻ കഴിയും.

10.6.7 ഉപയോഗങ്ങൾ

ലോഹസങ്കരങ്ങളുടെ വ്യാവസായിക നിർമാണത്തിന് ബെറിലിയം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ദൃഢതയേറിയ സ്പ്രിങ്ങുകൾ നിർമിക്കാനാവശ്യമായ കോപ്പർ-ബെറിലിയം ലോഹസങ്കരം ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് ബെറിലിയം ഉപയോഗിക്കുന്നു. X - വികിരണ ട്യൂബുകളുടെ ജാലകം നിർമിക്കാൻ ബെറിലിയം ലോഹം ഉപയോഗിക്കുന്നു. അലുമിനിയം, സിങ്ക്, മാംഗനീസ് എന്നിവയുമായി മഗ്നീഷ്യം ലോഹസങ്കരമുണ്ടാക്കുന്നുണ്ട്. സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മഗ്നീഷ്യം - അലുമിനിയം ലോഹസങ്കരം വിമാനം നിർമിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. മഗ്നീഷ്യം പൊടിയും നാടയും, ഫ്ളാഷ് പൗഡർ, ഫ്ളാഷ് ബൾബ്, സ്ഫോടന ബോംബുകൾ, അടയാളങ്ങൾ എന്നിവയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കാർബൺ ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിക്കാൻ കഴിയാത്ത ലോഹങ്ങളെ അവയുടെ ഓക്സൈഡുകളിൽ നിന്നും ലോഹനിഷ്ക്കർഷണം നടത്താൻ കാൽസ്യം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജലത്തിൽ വിലയനം ചെയ്തിട്ടുള്ള മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (മിൽക്ക് ഓഫ് മഗ്നീഷ്യ) ചികിത്സാരംഗത്ത് ഒരു അന്റാസിഡ് ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ടൂത്ത് പേസ്റ്റിന്റെ ഒരു ഘടകമാണ് മഗ്നീഷ്യം കാർബണേറ്റ്. ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ ഓക്സിജനും നൈട്രജനുമായി കാൽസ്യത്തിനും ബേരിയത്തിനും പ്രവർത്തിക്കാനുള്ള കഴിവുള്ളതുകൊണ്ട് വാക്വം ട്യൂബിൽ നിന്നും വായു നിർമാർജനം ചെയ്യാൻ അവ ഉപയോഗിക്കുന്നു. വികിരണങ്ങളുപയോഗിച്ചുള്ള അർബുദചികിത്സയിൽ റേഡിയം ലവണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

10.7 ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹസംയുക്തങ്ങളുടെ പൊതുസവിശേഷതകൾ

രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ പ്രകടമായ സംയോജകത അവയുടെ ദ്വിധന ഓക്സീകരണാവസ്ഥ (M^{2+}) ആണ്. ക്ഷാര ലോഹ സംയുക്തങ്ങളേക്കാൾ അയോണികത കുറവും എന്നാൽ മുന്തിയ തോതിൽ അയോണികവുമായ സംയുക്തങ്ങളാണ് ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നത്. ഉയർന്ന ന്യൂക്ലിയർ ചാർജും വലുപ്പക്കുറവുമാണ് ഇതിനു കാരണം. Ca, Sr, Ba എന്നീ വലുപ്പം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളേക്കാൾ സഹസംയോജകമാണ് ബെറിലിയം മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയുടെ ഓക്സൈഡുകളും മറ്റ് സംയുക്തങ്ങളും. ക്ഷാരീയ മൃത്തികാലോഹങ്ങളുടെ ചില സംയുക്തങ്ങളുടെ പൊതുസവിശേഷതകൾ ചുവടെ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

(i) ഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും:

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങൾ ഓക്സിജനിൽ ജ്വലനം നടന്ന് മോണോക്സൈഡ് (MO) ഉണ്ടാകുന്നു. BeO ഒഴികെ മറ്റുള്ളവയ്ക്കെല്ലാം കല്ലുപ്പിന്റെ ഘടനയാണുള്ളത്. BeO യ്ക്ക് സഹസംയോജക സ്വഭാവമാണുള്ളത്. ഓക്സൈഡുകളുടെ രൂപീകരണ എൻഥാൽപി നന്നേ ഉയർന്നതായതിനാൽ അവയ്ക്ക് താപീയ സ്ഥിരത കൂടുതലാണ്. BeO ഉഭയധർമിയാണ്. അതേ സമയം മറ്റ് മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സൈഡുകൾ അയോണിക സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. BeO ഒഴികെ മറ്റെല്ലാ ഓക്സൈഡുകളും ക്ഷാരസ്വഭാവമുള്ളതും ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് പരിമിതമായി ലയിക്കുന്ന ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ രൂപീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$MO + H_2O \rightarrow M(OH)_2$$

$Mg(OH)_2$ മുതൽ $Ba(OH)_2$ വരെ അറ്റോമികസംഖ്യ കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളുടെ ലേയത്വം, താപീയസ്ഥിരത, ക്ഷാരസ്വഭാവം എന്നിവ വർദ്ധിക്കുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ ക്ഷാരലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളെ അപേക്ഷിച്ച് സ്ഥിരത കുറഞ്ഞതും ക്ഷാരസ്വഭാവം കുറഞ്ഞതുമാണ്. അമ്ലവുമായും ക്ഷാരവുമായും പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ ബെറിലിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ഉഭയധർമി സ്വഭാവമുള്ളതാണ്.

$$Be(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Be(OH)_4]^{2-}$$

ബെറിലേറ്റ് അയോൺ

$$Be(OH)_2 + 2HCl + 2H_2O \rightarrow [Be(OH)_4]Cl_2$$

(ii) ഹാലൈഡുകൾ:

ബെറിലിയം ഹാലൈഡൊഴികെ മറ്റെല്ലാ ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹ ഹാലൈഡുകളും അയോണിക സ്വഭാവമുള്ളവയാണ്. ബെറിലിയം ഹാലൈഡുകൾ അടിസ്ഥാനപരമായി സഹസംയോജകവും കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുന്നവയുമാണ്. ബെറിലിയം ക്ലോറൈഡിന് ഖരാവസ്ഥയിൽ ചുവടെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് പോലെ ശൃംഖലാഘടനയാണുള്ളത്.

ബാഷ്പാവസ്ഥയിൽ $BeCl_2$ ക്ലോറിൻ ബന്ധിത ഡൈമർ രൂപീകരിക്കുകയും 1200 K എന്ന ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ വിഘടിച്ച് രേഖീയ മോണോമർ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും ഹാലൈഡ് ഹൈഡ്രേറ്റുകൾ രൂപീകരിക്കാനുള്ള പ്രവണത കുറഞ്ഞു വരുന്നു (ഉദാ: $MgCl_2 \cdot 8H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ and $BaCl_2 \cdot 2H_2O$) Ca, Sr, Ba എന്നിവയുടെ ജലസംയോജിത ക്ലോറൈഡുകളും ബ്രോമൈഡുകളും അയോഡൈഡുകളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ നിർജലീകരണം സംഭവിക്കുന്നു. എന്നാൽ Be, Mg ഇവയുടെ ജലസംയോജിത ഹാലൈഡുകളെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവ ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഉയർന്ന ജാലിക എൻഥാൽപി മൂലം ഫ്ളൂറൈഡുകൾക്ക് ക്ലോറൈഡുകളെ അപേക്ഷിച്ച് താരതമ്യേന കുറഞ്ഞ ലേയത്വമാണുള്ളത്.

(iii) ഓക്സോ അമ്ലങ്ങളുടെ ലവണങ്ങൾ: ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളും ഓക്സോ അമ്ലങ്ങളുടെ ലവണങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. അവയിൽ ചിലത്:

കാർബണേറ്റുകൾ: ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹങ്ങളുടെ കാർബണേറ്റുകൾ ജലത്തിൽ അലേയമാണ്. ഈ ലോഹങ്ങളുടെ ലവണലായനികളിൽ സോഡിയം കാർബണേറ്റോ അമോണിയം കാർബണേറ്റോ ചേർത്ത് കാർബണേറ്റുകൾ അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്താം. ലോഹ അയോണുകളുടെ അറ്റോമിക സംഖ്യ കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ജലത്തിൽ കാർബണേറ്റുകളുടെ ലേയത്വം കുറയുന്നു. എല്ലാ കാർബണേറ്റുകളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു. ബെറിലിയം കാർബണേറ്റ് അസ്ഥിരമാണ്. അതിനാൽ CO_2 അന്തരീക്ഷത്തിൽ മാത്രമേ അതിനെ സൂക്ഷിക്കാൻ കഴിയൂ. ധനഅയോണിന്റെ വലുപ്പം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് താപീയ സ്ഥിരത വർധിക്കുന്നു.

സൾഫേറ്റുകൾ: ക്ഷാരീയ മൃത്തികാലോഹങ്ങളുടെ സൾഫേറ്റുകൾ താപീയ സ്ഥിരതയുള്ള വെളുത്ത ഖരപദാർഥങ്ങളാണ്. $BeSO_4$, $MgSO_4$ എന്നിവ ജലത്തിൽ ഉടനടി ലയിക്കുന്നവയാണ്. $CaSO_4$ മുതൽ $BaSO_4$ വരെ ലേയത്വം കുറയുന്നു. Be^{2+}, Mg^{2+} എന്നിവയുടെ ഉയർന്ന ജലസംയോജന എൻഥാൽപി, ജാലിക എൻഥാൽപിയെ മറികടക്കുന്നതുകൊണ്ട് അവയുടെ സൾഫേറ്റുകൾ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു.

നൈട്രേറ്റുകൾ: കാർബണേറ്റുകളെ നേർപ്പിച്ച നൈട്രിക് അമ്ലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് നൈട്രേറ്റുകൾ നിർമ്മിക്കാം. ആറ് ജലതന്മാത്രകൾ ഉൾക്കൊണ്ടാണ് മഗ്നീഷ്യം നൈട്രേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കുന്നത്. അതേസമയം ബേരിയം നൈട്രേറ്റ് നിർജല ലവണമായാണ് ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കുന്നത്. അതായത് ഹൈഡ്രേഷൻ എൻഥാൽപി കുറയുന്നതിനനുസരിച്ചും വലുപ്പം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ചും ഹൈഡ്രേറ്റ് രൂപം കൊള്ളാനുള്ള പ്രവണത കുറയുന്നു. ലിഥിയം നൈട്രേറ്റിനെപ്പോലെ ഈ നൈട്രേറ്റുകളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് ഓക്സൈഡ് രൂപപ്പെടുന്നു.

$$2M(NO_3)_2 \rightarrow 2MO + 4NO_2 + O_2$$
$$(M = Be, Mg, Ca, Sr, Ba)$$

പ്രശ്നം 10.4

ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് വരുന്തോറും ക്ഷാരീയ മൃത്തികാ ലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളുടെ ജലത്തിലെ ലേയത്വം വർധിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

ഉത്തരം

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളിൽ ആനയോൺ (ഋണഅയോൺ) എല്ലാറ്റിനും ഒരേപോലെയായതിനാൽ ധനഅയോണിന്റെ ആരം (വലുപ്പം) ജാലിക എൻഥാൽപിയെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. അയോണിക വലുപ്പം വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് ജാലിക എൻഥാൽപി, ജലസംയോജന എൻഥാൽപിയെക്കാൾ വർധിച്ച അളവിൽ കുറയുന്നതിനാൽ ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും ലേയത്വം കൂടുന്നു.

പ്രശ്നം 10.5

ആൽക്കലൈൻ എർത്ത് ലോഹ കാർബണേറ്റുകളുടേയും സൾഫേറ്റുകളുടേയും ജലത്തിലുള്ള ലേയത്വം ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും കുറയുന്നതെന്തുകൊണ്ട് ?

ഉത്തരം

ആനയോണുകളുടെ വലുപ്പം കാറ്റയോണുകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ വളരെ കൂടുതലായതിനാൽ ജാലിക എൻഥാൽപി ഒരു പ്രത്യേക ഗ്രൂപ്പിൽ ഏതാണ്ട് സ്ഥിരമായിരിക്കുന്നു. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്ക് വരുമ്പോൾ ഹൈഡ്രേഷൻ എൻഥാൽപി കുറയുന്നതിനാൽ, ക്ഷാരീയമൃത്തികാലോഹ കാർബണേറ്റുകളിലും സൾഫേറ്റുകളിലും ലേയത്വം കുറയുന്നതായി കാണപ്പെടുന്നു.

10.8 ബെറിലിയത്തിന്റെ അസാധാരണ സ്വഭാവങ്ങൾ

രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പിലെ ഒന്നാം അംഗമായ ബെറിലിയം, മഗ്നീഷ്യവും ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റ് അംഗങ്ങളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അസാധാരണ സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. കൂടാതെ അലൂമിനിയവുമായി വികർണ ബന്ധവും കാണിക്കുന്നുണ്ട്, ഇത് തുടർന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നതാണ്.

(i) മറ്റ് അംഗങ്ങളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യാൻ പറ്റാത്ത വിധം അസാധാരണമാം വിധം ചെറിയ

അറ്റോമിക വലുപ്പവും അയോണിക വലുപ്പവുമാണ് ബെറിലിയത്തിനുള്ളത്. ഉയർന്ന അയോണീകരണ എൻഥാൽപിയും കുറഞ്ഞ വലുപ്പവും കാരണം അനായാസം ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്ന സഹസംയോജക സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ ബെറിലിയം രൂപീകരിക്കുന്നു.

(ii) ബാഹ്യതമ ഷെല്ലിൽ നാല് ഓർബിറ്റലുകൾ മാത്രമുള്ളതിനാൽ ബെറിലിയം നാലിൽ കൂടിയ ഉപസംയോജക സംഖ്യ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നില്ല. അവശേഷിക്കുന്ന അംഗങ്ങൾ, d- ഓർബിറ്റൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതു കൊണ്ട് ഉപസംയോജക സംഖ്യ ആറാണ്.

(iii) ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റ് മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി ബെറിലിയത്തിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും ഉഭയധർമി സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു.

10.8.1 ബെറിലിയവും അലുമിനിയവും തമ്മിലുള്ള വികർണ ബന്ധം

Be^{2+} ന്റെ അയോണിക ആരം 31 pm എന്നാണ് കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നത്. ചാർജ്/ആരം അനുപാതം Al^{3+} അയോണിന്റേതിന് ഏകദേശം തുല്യമാണ്. അതിനാൽ ബെറിലിയം അലുമിനിയവുമായി ചില സാമ്യതകൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ചില സാമ്യതകൾ ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

(i) ലോഹത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ ഓക്സൈഡ് പാളി രൂപപ്പെടുന്നതിനാൽ അലുമിനിയത്തെപ്പോലെ ബെറിലിയവും അമ്ലവുമായി ഉടനെ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല.

(ii) അലുമിനിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, അലുമിനേറ്റ് അയോൺ $[Al(OH)_4]^-$ ലഭ്യമാക്കുന്നതുപോലെ ബെറിലിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അമിത ആൽക്കലിയിൽ ലയിച്ച് ബെറിലേറ്റ് അയോൺ $[Be(OH)_4]^{2-}$ ലഭ്യമാകുന്നു.

(iii) അലുമിനിയത്തിന്റെയും ബെറിലിയത്തിന്റെയും ക്ലോറൈഡുകൾക്ക് ബാഷ്പാവസ്ഥയിൽ Cl^- ബന്ധിത ക്ലോറൈഡ് ഘടനയാണുള്ളത്. രണ്ട് ക്ലോറൈഡുകളും പ്രബല ലൂയിസ് അമ്ലങ്ങളും കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുന്നവയുമാണ്. അവ ഫ്രീഡൽ ക്രാഫ്റ്റ് ഉൽപ്രേരകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iv) ബെറിലിയത്തിന്റെയും അലുമിനിയത്തിന്റെയും അയോണുകൾ BeF_4^{2-}, AlF_6^{3-} പോലെയുള്ള ഉപസംയോജകവർഗങ്ങൾ രൂപീകരിക്കാൻ ശക്തമായ പ്രവണത പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു.

10.9 കാൽസ്യത്തിന്റെ ചില പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തങ്ങൾ

കാൽസ്യം ഓക്സൈഡ്, കാൽസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, കാൽസ്യം സൾഫേറ്റ്, കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ്, സിമെന്റ് എന്നിവ കാൽസ്യത്തിന്റെ പ്രധാന സംയുക്തങ്ങളാണ്. ഇവ വ്യാവസായികമായി പ്രാധാന്യമുള്ള സംയുക്തങ്ങളാണ്. ഇവയുടെ വലിയ തോതിലുള്ള നിർമ്മാണവും ഉപയോഗങ്ങളും ചുവടെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

കാൽസ്യം ഓക്സൈഡ് അഥവാ നീറ്റുകക്ക (ക്വിക്ക് ലൈം) CaO

ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല് $(CaCO_3)$ ഒരു റോട്ടറി ചൂളയിൽ 1070-1270 K താപനിലയിൽ ചൂടാക്കി കാൽസ്യം ഓക്സൈഡ് വ്യാവസായികമായി നിർമ്മിക്കുന്നു.

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$$

രാസപ്രവർത്തനം പൂർണതയിലെത്തിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി, ഉണ്ടാകുന്ന മാത്രയിൽത്തന്നെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിനെ നീക്കം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

കാൽസ്യം ഓക്സൈഡ് വെളുത്ത അമോർഫസ് ഖരമാണ്. 2870 K ആണ് ഇതിന്റെ ദ്രവണാങ്കം. അന്തരീക്ഷത്തിൽ തുറന്നിരുന്നാൽ ഇത് ഈർപ്പവും കാർബൺഡയോക്സൈഡും ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

നിയന്ത്രിത അളവിൽ ജലം ചേർത്താൽ ലൈം കട്ട പൊടിയുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ "സ്ലേക്കിങ് ഓഫ് ലൈം" (കക്കയുടെ നീറ്റൽ) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ക്വിക്ക് ലൈം, സോഡ ഉപയോഗിച്ച് നീറ്റുകയാണെങ്കിൽ ഖര രൂപത്തിലുള്ള സോഡാലൈം ലഭിക്കുന്നു. ഒരു ക്ഷാര ഓക്സൈഡായതിനാൽ അമ്ല ഓക്സൈഡുകളുമായി ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ ഇത് സംയോജിക്കുന്നു.

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

$$6CaO + P_4O_{10} \rightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$$

ഉപയോഗങ്ങൾ

(i) ഇത് ആൽക്കലിയുടെ ഒരു വില കുറഞ്ഞ രൂപവും സിമെന്റ് നിർമ്മിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ ഒരു പ്രധാന പ്രാഥമിക വസ്തുവും ആണ്.

(ii) കാസ്റ്റിക് സോഡയിൽ നിന്നും സോഡിയം കാർബണേറ്റ് നിർമ്മിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) ചായങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുവാനും പഞ്ചസാരയുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിനും ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കാൽസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (സ്ലേക്കഡ് ലൈം), ചുണ്ണാമ്പ് / കുമ്മായം $Ca(OH)_2$

ക്വിക്ക് ലൈമിൽ (CaO) ജലം ചേർത്താണ് കാൽസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് നിർമ്മിക്കുന്നത്.

ഇത് വെളുത്ത അമോർഫസ് പൊടിയാണ്. ഇത് ജലത്തിൽ കുറച്ച് മാത്രമേ ലയിക്കുന്നുള്ളൂ. ഇതിന്റെ ജലീയ ലായനിയെ "ചുണ്ണാമ്പ് വെള്ളം" എന്നും ജലത്തിൽ ലയിക്കാതെ നിൽക്കുന്ന സ്ലേക്കഡ് ലൈമിനെ "ചുണ്ണാമ്പ് പാൽ (മിൽക്ക് ഓഫ് ലൈം) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. കാർബൺഡയോക്സൈഡ് ചുണ്ണാമ്പ് വെള്ളത്തിലൂടെ കടത്തി വിടുമ്പോൾ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് രൂപപ്പെടുന്നതിനാൽ അത് പാൽനിറമാകുന്നു.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

അമിതമായി കാർബൺഡയോക്സൈഡ് കടത്തിവിട്ടാൽ അവക്ഷിപ്തം ലയിച്ച് കാൽസ്യം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് രൂപപ്പെടുന്നു.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

ചുണ്ണാമ്പ് പാൽ ക്ലോറിനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ബ്ലീച്ചിംഗ് പൗഡറിന്റെ ഘടകമായ ഹൈപ്പോക്ലോറൈറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

ഉപയോഗങ്ങൾ

(i) കെട്ടിട നിർമ്മാണ വസ്തുവായ ചുണ്ണാമ്പ് ചാന്തിന്റെ നിർമ്മാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(ii) ഇതിന്റെ അണുനാശക സ്വഭാവം മൂലം വെള്ള പൂശുന്നതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) ഗ്ലാസ്സ് ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും തുകൽ ഊറയ്ക്കിടുന്ന വ്യവസായത്തിലും ബ്ലീച്ചിങ് പൗഡർ നിർമ്മിക്കുന്നതിനും പഞ്ചസാര ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ്, $CaCO_3$

ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല്, ചോക്ക്, മാർബിൾ എന്നീ വ്യത്യസ്ത രൂപങ്ങളിൽ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. കാർബൺഡയോക്സൈഡ് സ്ലേക്കഡ് ലൈമിലൂടെ കടത്തി വിടുന്നതിലൂടെയോ കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡിൽ സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ചേർത്തോ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് നിർമ്മിക്കാം.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്ന കാൽസ്യം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് രൂപപ്പെടുമെന്നതിനാൽ അമിത തോതിലുള്ള കാർബൺഡയോക്സൈഡ് ഒഴിവാക്കേണ്ടതാണ്.

കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് വെളുത്ത മൃദുലമായ പൊടിയാണ്. ഇത് ജലത്തിൽ ഏറെക്കുറെ അലേയമാണ്. 1200 K ഊഷ്മാവിൽ ചൂടാക്കിയാൽ ഇത് വിഘടിച്ച് കാർബൺഡയോക്സൈഡ് പുറന്തള്ളുന്നു.

$$CaCO_3 \xrightarrow{1200\,K} CaO + CO_2$$

ഇത് നേർപ്പിച്ച അമ്ലങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കാർബൺഡയോക്സൈഡ് സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

ഉപയോഗങ്ങൾ:

മാർബിളിന്റെ രൂപത്തിൽ കെട്ടിട നിർമ്മാണ സാമഗ്രിയായും ക്വിക്ക് ലൈമിന്റെ നിർമ്മാണത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇരുമ്പ് പോലെയുള്ള ലോഹങ്ങളുടെ സംസ്കരണത്തിൽ ഫ്ളക്സായി മഗ്നീഷ്യം കാർബണേറ്റിനൊപ്പം കാൽസ്യം കാർബണേറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു. പ്രത്യേകമായി അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്തിയെടുത്ത കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് ഉന്നത ഗുണനിലവാരമുള്ള പേപ്പറിന്റെ നിർമ്മാണത്തിന് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. സൗന്ദര്യവർദ്ധക വസ്തുക്കളിലെയും ച്യൂയിങ്ഗമിന്റെയും ഒരു ഘടകമായും ടൂത്ത്പേസ്റ്റിൽ മിനുസപ്പെടുത്താനുള്ള വസ്തുവായും പ്രത്യമ്ല (antacid) മായും) ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കാൽസ്യം സൾഫേറ്റ് (പ്ലാസ്റ്റർ ഓഫ് പാരീസ്), $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$

കാൽസ്യം സൾഫേറ്റിന്റെ അർദ്ധഹൈഡ്രേറ്റാണിത്. ജിപ്സം, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 393 K ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഇത് ലഭിക്കും.

$$2(CaSO_4 \cdot 2H_2O) \rightarrow 2(CaSO_4) \cdot H_2O + 3H_2O$$

393 K താപനിലയ്ക്ക് മുകളിൽ ക്രിസ്റ്റലീകരണ ജലം നഷ്ടപ്പെടുകയും നിർജ്ജലീയ കാൽസ്യം സൾഫേറ്റ് $CaSO_4$ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെ "ഡെഡ് ബേൺഡ് പ്ലാസ്റ്റർ" (dead burnt plaster) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഇതിന് ജലവുമായി സംയോജിച്ച് കട്ടിയാവാനുള്ള സവിശേഷ സ്വഭാവം ഉണ്ട്. പര്യാപ്തമായ ജലവുമായി ഇത് മിശ്രണം ചെയ്യുമ്പോൾ പ്ലാസ്റ്റിക് സ്വഭാവമുള്ള ഒരു വസ്തു ഉണ്ടാവുകയും അത് 5 മുതൽ 15 മിനിട്ട് കൊണ്ട് ഉറച്ച് കാഠിന്യമുള്ള വസ്തുവായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ

കെട്ടിട നിർമ്മാണ വ്യവസായത്തിനും പ്ലാസ്റ്ററിനുമാണ് പ്ലാസ്റ്റർ ഓഫ് പാരീസ് വൻതോതിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഉളുക്ക്, എല്ലൊടിവ് എന്നിവ സംഭവിച്ച ശരീരഭാഗം

ചലനം തട്ടാതെ സൂക്ഷിക്കുവാൻ ഇതുപയോഗിക്കുന്നു. പ്രതിമകൾ നിർമ്മിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ മൂശ (അച്ച്) നിർമ്മിക്കുന്നതിനും, ദന്തവൈദ്യത്തിലും അലങ്കാരപ്പണികളിലും ഇതുപയോഗിക്കുന്നു.

സിമന്റ്

ഒരു പ്രധാന കെട്ടിട നിർമ്മാണ വസ്തുവാണ് സിമന്റ്. ഇംഗ്ലണ്ടിൽ 1842 ൽ ജോസഫ് ആസ്പിഡിൻ (Joseph Aspdin) ആണ് ഈ വസ്തു ആദ്യമായി പരിചയപ്പെടുത്തിയത്. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പോർട്ട്ലാന്റ് ദ്വീപിൽ നിന്നും ഖനനം ചെയ്തെടുത്ത പ്രകൃതിദത്ത ചുണ്ണാമ്പ് കല്ലിനോട് സാദൃശ്യമുള്ളതിനാൽ ഇതിനെ പോർട്ട്ലാന്റ് സിമന്റ് എന്നും വിളിക്കുന്നു.

ലൈം (CaO) ധാരാളമായി അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വസ്തുക്കളും SiO_2 സിലിക്ക ഒപ്പം അലുമിനിയം, ഇരുമ്പ്, മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയുടെ ഓക്സൈഡുകളും അടങ്ങിയ കളിമണ്ണും സംയോജിപ്പിച്ചുണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പന്നമാണ് സിമന്റ്. പോർട്ട്ലാന്റ് സിമന്റിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളുടെ ശരാശരി അളവ് ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു. CaO, 50-60 %, SiO_2, 20-25 %; Al_2O_3, 5-10 %; MgO, 2-3%; Fe_2O_3, 1-2 % ; SO_3, 1-2 %. നല്ല ഗുണനിലവാരമുള്ള സിമന്റിൽ സിലിക്കയും (SiO_2) അലുമിനയും (Al_2O_3) തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 2.5 നും 4 നും ഇടയ്ക്കും ലൈമും (CaO) സിലിക്കൺ, അലുമിനിയം, അയൺ ഇവയുടെ ആകെയുള്ള ഓക്സൈഡുകളും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം രണ്ടിനടുത്തായിരിക്കുകയും വേണം.

ചുണ്ണാമ്പ്കല്ലും (limestone) കളിമണ്ണുമാണ് സിമന്റ് നിർമിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ അസംസ്കൃത വസ്തുക്കൾ. കളിമണ്ണും ലൈമും മിശ്രണം ചെയ്ത് ശക്തമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവ ഉരുകി പരസ്പരം പ്രവർത്തിച്ച് 'സിമന്റ് ക്ലിങ്കർ' ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ക്ലിങ്കർ 2-3% ഭാരം ജിപ്സവുമായി ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) കൂട്ടിക്കലർത്തി സിമന്റ് രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. ഇപ്രകാരം, 26% ഡൈകാൽസ്യം സിലിക്കേറ്റ് (Ca_2SiO_4), 51 % ട്രൈകാൽസ്യം സിലിക്കേറ്റ് (Ca_3SiO_5), 11 % ട്രൈകാൽസ്യം അലുമിനേറ്റ് ($Ca_3Al_2O_6$) എന്നിവയാണ് പോർട്ട് ലാന്റ് സിമന്റിലെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഘടകങ്ങൾ.

സിമന്റിന്റെ സെറ്റിങ്ങ്:

ജലവുമായി കൂട്ടിക്കലർത്തുമ്പോൾ സിമന്റിന് സെറ്റിങ്ങ് നടന്ന് കട്ടി കൂടിയ പദാർഥമുണ്ടാകുന്നു. ഘടക തന്മാത്രകളുടെ ജലസംയോജനവും പുനഃക്രമീകരണവുമാണ് ഇതിന് കാരണം. നന്നായി കട്ടിയാകത്തക്ക വിധത്തിൽ സിമന്റ് സെറ്റാകാനുള്ള സമയം ദീർഘിപ്പിക്കുക എന്നതാണ് ജിപ്സത്തിന്റെ ധർമ്മം.

ഉപയോഗങ്ങൾ:

ഇരുമ്പും ഉരുക്കും കഴിഞ്ഞാൽ, എല്ലാ രാജ്യങ്ങളുടെയും ഒരു പ്രധാന അവശ്യവസ്തുവാണ് സിമന്റ്. പാലങ്ങൾ, അണക്കെട്ടുകൾ, കെട്ടിടങ്ങൾ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ കോൺക്രീറ്റ്, ബലപ്പെടുത്തിയ കോൺക്രീറ്റ് പ്ലാസ്റ്ററിങ് എന്നിവയ്ക്ക് സിമന്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

10.10 മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാൽസ്യത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രപരമായ പ്രാധാന്യം

പ്രായപൂർത്തിയായ ശരീരത്തിൽ 0.06 g കോപ്പറും 5g അയണുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഏകദേശം 25g മഗ്നീഷ്യവും 1200 g കാൽസ്യവും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. 200 മുതൽ 300 mg വരെയാണ് കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ദിനംപ്രതിയുള്ള ആവശ്യകത എന്ന് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഫോസ്ഫേറ്റ് സ്ഥാനാന്തരപ്രക്രിയയിൽ ATP ഉപയോഗിക്കുന്ന എല്ലാ രാസാഗ്നികൾക്കും മഗ്നീഷ്യം സഹഘടകങ്ങൾ (Cofactor) ആയി ആവശ്യമുണ്ട്. സസ്യങ്ങളിൽ പ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന പ്രധാന വർണകമായ ക്ലോറോഫില്ലിൽ മഗ്നീഷ്യം ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ശരീരത്തിലെ 99 % കാൽസ്യവും എല്ലുകളിലും പല്ലുകളിലുമാണ് ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നത്. നാഡീ- മാംസപേശീ സംബന്ധിത പ്രവർത്തനങ്ങളിലും അന്തർനാഡീകോശ പ്രസരണങ്ങളിലും കോശസ്തര സമഗ്രതയിലും രക്തം കട്ടപിടിക്കുന്നതിലും കാൽസ്യം പ്രധാന പങ്കു വഹിക്കുന്നു. പ്ലാസ്മയിൽ കാൽസ്യത്തിന്റെ ഗാഢത 100 mg/ L എന്ന തോതിൽ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഗാഢത നിലനിർത്തുന്നത് കാൽസിടോണിൻ പാരാതൈറോയിഡ് ഹോർമോൺ എന്നീ രണ്ട് ഹോർമോണുകളാണ്. എല്ല് ഒരു നിർജീവവും നിശ്ചലവുമായ ഒന്നല്ല എന്നും ദിനംപ്രതി 400 mg എന്ന നിരക്കിൽ ലയിക്കുകയും വീണ്ടും അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്ന ഒന്നാണെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ഇതിനാവശ്യമായ കാൽസ്യം കടന്നുപോകുന്നത് പ്ലാസ്മയിലൂടെയാണ്.

സംഗ്രഹം

ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ s **ബ്ലോക്കിൽ ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പും** (ക്ഷാരലോഹങ്ങൾ) **രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പും** (ക്ഷാരീയ മൃത്തികാലോഹങ്ങൾ) ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അവയുടെ ഓക്സൈഡുകൾക്കും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾക്കും ക്ഷാരഗുണമുള്ളതിനാലാണ് അവയെ അപ്രകാരം വിളിക്കുന്നത്. ക്ഷാരലോഹ ആറ്റങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമഷെല്ലിൽ ഒരു s ഇലക്ട്രോണും ക്ഷാരീയ മൃത്തികാ ലോഹ ആറ്റങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമഷെല്ലിൽ രണ്ട് s ഇലക്ട്രോണുകളും ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവ വളരെയധികം ക്രിയാശീലതയുള്ളവയും യഥാക്രമം ഏകധന **(M^+)** അയോണുകളും ദ്വിധന **(M^{2+})** അയോണുകളും രൂപീകരിക്കുന്നവയുമാണ്.

അറ്റോമിക സംഖ്യം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെ ഭൗതികരാസിക സ്വഭാവങ്ങൾ ക്രമമായി വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും അവയുടെ **അറ്റോമിക വലുപ്പവും അയോണിക വലുപ്പവും** കൂടുകയും **അയോണീകരണ എൻഥാൽപി** കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്ഷാരീയമൃത്തിക ലോഹങ്ങളും ഏതാണ്ട് ഇതേ സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നു.

ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പിലെ ആദ്യമൂലകമായ ലിഥിയവും രണ്ടാം ഗ്രൂപ്പിലെ ആദ്യമൂലകമായ ബെറിലിയവും തൊട്ടടുത്ത ഗ്രൂപ്പിലെ രണ്ടാം മൂലകവുമായി സ്വഭാവസാമ്യത പ്രകടമാക്കുന്നു. ഈ സാമ്യത '**വികർണ ബന്ധം**' എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഗ്രൂപ്പിന്റെ പൊതുസ്വഭാവവുമായി ഇവ വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾ വെള്ളിപോലെ വെളുത്തതും മൃദുവും താഴ്ന്ന ദ്രവണാങ്കം ഉള്ളവയുമാണ്. അവയ്ക്ക് ഉയർന്ന ക്രിയാശീലതയാണുള്ളത്. ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെ സംയുക്തങ്ങൾ പ്രധാനമായും അയോണിക സംയുക്തങ്ങളാണ്. അവയുടെ ഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും ജലത്തിൽ ലയിച്ച് തീവ്രത കൂടിയ ആൽക്കലികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. സോഡിയം കാർബണേറ്റ്, സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്, സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ് എന്നിവ സോഡിയത്തിന്റെ പ്രധാന സംയുക്തങ്ങളാണ്. **കാസ്റ്റ്നർ കെൽനർ** പ്രക്രിയ വഴി സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും **സോൾവേ** പ്രക്രിയ വഴി സോഡിയം കാർബണേറ്റും വ്യാവസായികമായി ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

ക്ഷാരീയമൃത്തികാ ലോഹങ്ങളുടെ രസതന്ത്രം ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടേതിന് ഏകദേശം സമമാണ്. എന്നിരുന്നാലും ക്ഷാരീയ മൃത്തികാ ലോഹങ്ങളുടെ കുറഞ്ഞ അയോണിക വലുപ്പവും അറ്റോമിക വലുപ്പവും, കൂടിയ കാറ്റയോണിക ചാർജും കാരണം ചില വ്യത്യസ്തതകൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. അവയുടെ ഓക്സൈഡുകൾക്കും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾക്കും ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെ ഓക്സൈഡിനേക്കാളും ഹൈഡ്രോക്സൈഡിനേക്കാളും ക്ഷാരഗുണം കുറവാണ്. കാൽസ്യം ഓക്സൈഡ് (lime), കാൽസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (ചുണ്ണാമ്പ്), കാൽസ്യം സൾഫേറ്റ് (**പ്ലാസ്റ്റർ ഓഫ് പാരീസ്**), കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് (ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല്), സിമന്റ് എന്നിവ കാൽസ്യത്തിന്റെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള സംയുക്തങ്ങളാണ്. ഒരു പ്രധാന നിർമാണവസ്തുവാണ് **പോർട്ട്ലാന്റ് സിമന്റ്**. പൊടിച്ച ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും കളിമണ്ണും റോട്ടറി ചൂളയിൽ ചൂടാക്കിയാണ് സിമെന്റ് നിർമിക്കുന്നത്. അപ്രകാരം ലഭിച്ച ക്ലിങ്കറിനെ 2-3 % ജിപ്സവുമായി ചേർത്ത് സിമന്റ് നിർമ്മിക്കുന്നു. വിവിധ മേഖലകളിൽ ഈ സംയുക്തങ്ങളെല്ലാം പല രീതിയിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ജൈവദ്രവങ്ങളിൽ ഏകസംയോജക സോഡിയം പൊട്ടാസ്യം എന്നീ അയോണുകളും ദ്വിസംയോജക മഗ്നീഷ്യം കാൽസ്യം എന്നീ അയോണുകളും ഉയർന്ന അനുപാതത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. അയോൺ സംതുലനം, നാഡീ ആവേഗചാലനം എന്നീ ജീവശാസ്ത്രധർമ്മങ്ങളിൽ ഈ അയോണുകൾ മുഖ്യപങ്ക് വഹിക്കുന്നു.

പരിശീലനപ്രശ്നങ്ങൾ

10.1 ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെ പൊതുവായ രാസഭൗതിക സവിശേഷതകൾ ഏവ ?

10.2 ക്ഷാരീയ മൃത്തികാലോഹങ്ങളുടെ പൊതുസ്വഭാവങ്ങളുടെ ക്രമാനുഗതമായ വ്യതിയാനം വിശദമാക്കുക.

10.3 ക്ഷാരലോഹങ്ങൾ പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടാത്തതെന്തുകൊണ്ട് ?

10.4 Na_2O_2 എന്ന സംയുക്തത്തിൽ സോഡിയത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കണ്ടുപിടിക്കുക.

10.5 പൊട്ടാസ്യത്തേക്കാൾ സോഡിയത്തിന്റെ ക്രിയാശീലത കുറവായിരിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടെന്ന് വിശദീകരിക്കുക.

10.6 ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ക്ഷാരലോഹങ്ങളെയും ക്ഷാരീയമൃത്തികാലോഹങ്ങളെയും താരതമ്യം ചെയ്യുക.
(i) അയോണീകരണ എൻഥാൽപി (ii) ഓക്സൈഡുകളുടെ ക്ഷാരസ്വഭാവം
(iii) ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളുടെ ലേയത്വം.

10.7 ഏതെല്ലാം രീതിയിലാണ് ലിഥിയം മഗ്നീഷ്യവുമായി രാസസ്വഭാവത്തിൽ സാമ്യത പുലർത്തുന്നത്.

10.8 ക്ഷാരലോഹങ്ങളും ക്ഷാരീയമൃത്തികാലോഹങ്ങളും നിരോക്സീകരണ രീതികളിലൂടെ ലഭ്യമാകാത്തതെന്തുകൊണ്ടെന്ന് വിശദീകരിക്കുക.

10.9 ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് സെല്ലുകളിൽ, ലിഥിയത്തെ അപേക്ഷിച്ച് പൊട്ടാസ്യവും സീസിയവും ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടെന്ന് വിശദീകരിക്കുക?

10.10 ആൽക്കലി ലോഹം ദ്രവീകൃത അമോണിയയിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ ലായനിക്ക് വ്യത്യസ്ത നിറമുണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരം നിറവിത്യാസത്തിന്റെ കാരണം വിശദീകരിക്കുക.

10.11 ബെറിലിയവും മഗ്നീഷ്യവും ഒഴികെ മറ്റെല്ലാ ക്ഷാരീയമൃത്തികാ ലോഹങ്ങളും ജ്വാലയ്ക്ക് നിറം പകരുന്നു. എന്തുകൊണ്ട് ?

10.12 സോൾവേ പ്രക്രിയയിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വിശദമാക്കുക.

10.13 സോൾവേ പ്രക്രിയ വഴി പൊട്ടാസ്യം കാർബണേറ്റ് നിർമ്മിക്കാൻ സാധ്യമല്ല, എന്തുകൊണ്ട്?

10.14 Li_2CO_3 താഴ്ന്ന ഊഷ്മാവിലും Na_2CO_3 ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിലും വിഘടിക്കുന്നതെന്തു കൊണ്ട്?

10.15 ക്ഷാരലോഹങ്ങളുടെയും ക്ഷാരീയ മൃത്തികാ ലോഹങ്ങളുടെയും ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ ലേയത്വവും താപീയ സ്ഥിരതയും താരതമ്യം ചെയ്യുക.
(a) നൈട്രേറ്റുകൾ (b) കാർബണേറ്റുകൾ (c) സൾഫേറ്റുകൾ

10.16 സോഡിയം ക്ലോറൈഡിൽ നിന്നും (i) സോഡിയം ലോഹം (ii) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (iii) സോഡിയം പെറോക്സൈഡ് (iv) സോഡിയം കാർബണേറ്റ് എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്നതെങ്ങനെ ?

10.17 ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ എന്ത് സംഭവിക്കും ?
(i) മഗ്നീഷ്യം വായുവിൽ കത്തിക്കുമ്പോൾ
(ii) ക്വിക്ക് ലൈം (നീറ്റുകക്ക) സിലിക്ക ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ
(iii) ക്ലോറിൻ, കുമ്മായവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ
(iv) കാത്സ്യം നൈട്രേറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ

10.18 ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയുടെ ഏതെങ്കിലും രണ്ട് പ്രധാന ഉപയോഗങ്ങൾ വിശദമാക്കുക.

(i) കോസ്റ്റിക് (Caustic Soda)

(ii) സോഡിയം കാർബണേറ്റ്

(iii) നീറ്റുകക്ക (quick lime)

10.19 (i) $BeCl_2$ (ബാഷ്പം)(ii) $BeCl_2$ (ഖരം) ഇവയുടെ ഘടന വരയ്ക്കുക.

10.20 സോഡിയത്തിന്റെയും പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെയും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും കാർബണേറ്റുകളും ജലത്തിൽ സുഗമമായി ലയിക്കുന്നു. എന്നാൽ മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാൽസ്യത്തിന്റെയും ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും കാർബണേറ്റുകളും ജലത്തിൽ വളരെ കുറച്ച് മാത്രമേ ലയിക്കുന്നുള്ളൂ. വിശദീകരിക്കുക.

10.21 ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയുടെ പ്രാധാന്യം വിശദമാക്കുക.

(i) ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് (ii) സിമന്റ് (iii) പ്ലാസ്റ്റർ ഓഫ് പാരീസ്

10.22 ലിഥിയം ലവണങ്ങൾ സാധാരണയായി ജല സംയോജിതമായിരിക്കുകയും (ഹൈഡ്രേറ്റഡ്) എന്നാൽ മറ്റ് ആൽക്കലി ലോഹലവണങ്ങൾ നിർജലീകൃതമായും നിലനിൽക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട് ?

10.23 LiF ജലത്തിൽ അലേയമായിരിക്കുകയും എന്നാൽ LiCl ജലത്തിലും അസിറ്റോണിലും ലയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതെന്തുകൊണ്ട് ?

10.24 ജൈവദ്രവങ്ങളിൽ (biological fluids) സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം, മഗ്നീഷ്യം, കാൽസ്യം എന്നിവയുടെ പ്രാധാന്യം വിശദീകരിക്കുക.

10.25 ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ എന്ത് സംഭവിക്കും ?

(i) സോഡിയം ലോഹം ജലത്തിലിടുമ്പോൾ

(ii) സോഡിയം ലോഹം ധാരാളം വായുവിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ

(iii) സോഡിയം പെറോക്സൈഡ് ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ

10.26 ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓരോ നിരീക്ഷണങ്ങളെക്കുറിച്ചും അഭിപ്രായം രേഖപ്പെടുത്തുക.

(a) $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$ ഈ രീതിയിലാണ് ക്ഷാരലോഹ അയോണുകളുടെ ജലീയ ലായനിയിലുള്ള ചലന ക്ഷമത.

(b) നേരിട്ട് നൈട്രൈഡ് രൂപീകരിക്കുന്ന ഒരേയൊരു ക്ഷാരലോഹം ലിഥിയം ആണ്.

(c) $M^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow M(s)$ (ഇവിടെ (M = Ca, Sr or Ba) ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ $E^\ominus$ മൂല്യം ഏകദേശം സ്ഥിരസംഖ്യയാണ്.

10.27 എന്തുകൊണ്ടെന്ന് പ്രസ്താവിക്കുക ?

(a) Na_2CO_3 ലായനി ക്ഷാരഗുണമുള്ളതാണ്.

(b) ഉരുകിയ ക്ലോറൈഡുകളുടെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണം വഴിയാണ് ക്ഷാരലോഹങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നത്.

(c) സോഡിയം പൊട്ടാസ്യത്തെക്കാൾ കൂടുതൽ ഉപയോഗപ്രദമായി കാണപ്പെടുന്നു.

10.28 ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവ തമ്മിലുള്ള രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ സന്തുലിത രാസസമവാക്യം എഴുതുക.

(a) Na_2O_2 വും ജലവും

(b) KO_2 വും ജലവും

(c) Na_2O യും CO_2 വും

10.29 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന നിരീക്ഷണങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുക.

(i) BeO ഏകദേശം അലേയവും എന്നാൽ $BeSO_4$ ജലത്തിൽ ലേയവുമാണ്.

(ii) BaO ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നതും എന്നാൽ $BaSO_4$ അലേയവുമാണ്.

(iii) എഥനോളിൽ LiI, KI യേക്കാൾ കൂടുതൽ ലയിക്കുന്നു.

10.30 ഏറ്റവും കുറവ് ദ്രവണാങ്കമുള്ള ക്ഷാരലോഹമേത് ?

(a) Na (b) K (c) Rb (d) Cs

10.31 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന ക്ഷാരലോഹങ്ങളിൽ ഏതാണ് ജലീയ ലവണമുണ്ടാക്കുന്നത് ?

(a) Li (b) Na (c) K (d) Cs

10.32 താപീയ സ്ഥിരത ഏറ്റവും ഉയർന്ന ക്ഷാരീയമൃത്തികാ ലോഹ കാർബണേറ്റ് ഏത്?

(a) $MgCO_3$ (b) $CaCO_3$ (c) $SrCO_3$ (d) $BaCO_3$

യൂണിറ്റ് 11

C7L9A1

p - ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ

- p ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ രസതന്ത്രത്തിലെ പൊതുവായ പ്രവണതകൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.
- 13, 14 ഗ്രൂപ്പുകളിലെ മൂലകങ്ങളുടെ ഭൗതിക - രാസപരമായ സവിശേഷതകളിലെ ഗതി-വിഗതികൾ വിവരിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.
- ബോറോണിന്റെയും കാർബണിന്റെയും അസാധാരണ സവിശേഷതകൾ വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.
- കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങളെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.
- ബോറോൺ, കാർബൺ, സിലിക്കൺ തുടങ്ങിയവയുടെ ചില പ്രധാന സംയുക്തങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണ ഉണ്ടാക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.
- ഗ്രൂപ്പ് 13, 14 മൂലകങ്ങളുടെയും അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളുടെയും പ്രധാനപ്പെട്ട ഉപയോഗങ്ങളെ പട്ടികപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയുന്നു.

"ഭാരമേറിയ മൂലകങ്ങളുടെ ഉൾക്കാമ്പിലുള്ള d ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും f ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും സ്വാധീനം മൂലം p-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകളിലുണ്ടാകുന്ന വൈവിധ്യങ്ങൾ അവയുടെ രസതന്ത്രം രസകരമാക്കുന്നു."

p-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളിൽ അവസാന ഇലക്ട്രോൺ ബാഹ്യതമ *p* ഓർബിറ്റലിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. p-ഓർബിറ്റലുകളുടെ എണ്ണം മൂന്നാണെന്ന് നമുക്കറിയാമല്ലോ അതിനാൽ p ഓർബിറ്റലിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പരമാവധി ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം ആറ് ആണ്. തത്ഫലമായി 13 മുതൽ 18 വരെ ആറ് ഗ്രൂപ്പുകളാണ് *p*-ബ്ലോക്കിൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലുള്ളത്. ബോറോൺ, കാർബൺ, നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ, ഫ്ളൂറിൻ, ഹീലിയം എന്നിവയാണ് ഓരോ ഗ്രൂപ്പിന്റെയും മുകളിലുള്ളത്. ns^2np^{1-6} (ഹീലിയം ഒഴികെ) **എന്നതാണ് അവയുടെ ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം.** അന്തർഭാഗ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം വ്യത്യസ്തമാകാം. അന്തർഭാഗത്തിലുള്ള വ്യത്യാസം ഭൗതിക സ്വഭാവത്തെയും (അറ്റോമിക ആരം, അയോണിക ആരം, അയോണീകരണ എൻഥാൽപി മുതലായവ) രാസ സ്വഭാവത്തെയും സാരമായി സ്വാധീനിക്കുന്നു. തത്ഫലമായി p - ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തിൽ ഒരുപാട് വ്യത്യാസം കാണപ്പെടുന്നു. ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ് (s ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും p ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും തുക) p ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ പരമാവധി ഓക്സീകരണാവസ്ഥ. സാധ്യമായ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ വലത്തോട്ട് കൂടുന്നു. ഗ്രൂപ്പ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കൂടാതെ വാലൻസി ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സംഖ്യയിൽ നിന്നും രണ്ടിന്റെ വ്യത്യാസമുള്ള മറ്റ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളും പ്രകടിപ്പിക്കാറുണ്ട്. p ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ പട്ടിക 11.1 ൽ ചേർത്തിരിക്കുന്നു. ബോറോൺ, കാർബൺ, നൈട്രജൻ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ ഭാരം കുറഞ്ഞ മൂലകങ്ങൾക്ക് ഗ്രൂപ്പ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്കാണ് സ്ഥിരതയുള്ളത്. എന്നാൽ ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് വരുന്തോറും ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾക്ക് ഗ്രൂപ്പ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയെക്കാൾ രണ്ട് കുറവുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് സ്ഥിരത കൂടി വരുന്നു. ഇതിന് കാരണം "അലസ ജോഡി പ്രഭാവം" (inert pair effect) ആണ്.

പട്ടിക 11.1 *p*-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ പൊതു ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസവും ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും

ഗ്രൂപ്പ്	13	14	15	16	17	18
പൊതു ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6 (He ns^2 $1s^2$)
ഗ്രൂപ്പിലെ ആദ്യത്തംഗം	B	C	N	O	F	He
ഗ്രൂപ്പ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ	+3	+4	+5	+6	+7	+8
മറ്റ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ	+1	+2, –4	+3, –3	+4, +2, –2	+5, +3, +1,	–1+6, +4, +2

രണ്ട് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളുടെയും ആപേക്ഷിക സ്ഥിരത ഗ്രൂപ്പുകൾ തോറും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇത് യഥാസ്ഥാനത്ത് പ്രതിപാദിക്കുന്നതാണ്.

ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ അലോഹങ്ങളും ഉപലോഹങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നത് *p*-ബ്ലോക്കിന്റെ മാത്രം കൗതുകകരമായ വസ്തുതയാണ്. മൂലകങ്ങളുടെ അലോഹ സ്വഭാവം ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്ക് പോകുന്തോറും കുറയുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ *p*-ബ്ലോക്കിലെ ഓരോ ഗ്രൂപ്പിലും ഏറ്റവും ഭാരം കൂടിയ മൂലകത്തിനാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ലോഹ സ്വഭാവം. അലോഹ സ്വഭാവത്തിൽ നിന്നും ലോഹസ്വഭാവത്തിലേക്കുള്ള ഈ മാറ്റം ഓരോ ഗ്രൂപ്പിലെയും മൂലകങ്ങളുടെ വൈവിധ്യമാർന്ന രസതന്ത്രത്തിന് കാരണമാണ്.

പൊതുവെ, അലോഹങ്ങൾക്ക് അയോണീകരണ എൻഥാൽപിയും ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റിയും ലോഹങ്ങളേക്കാൾ ഉയർന്നതാണ്. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, ലോഹങ്ങൾ പെട്ടെന്ന് ധനഅയോണുകളും അലോഹങ്ങൾ പെട്ടെന്ന് ഋണഅയോണുകളും ആയി മാറുന്നു. പ്രവർത്തനശേഷി കൂടിയ അലോഹങ്ങളും ലോഹങ്ങളും തമ്മിൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റിവിറ്റിയിൽ വലിയ വ്യത്യാസമുള്ളതിനാൽ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ അയോണികമാണ്. എന്നാൽ അലോഹങ്ങൾക്കിടയിലുണ്ടാകുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ അവ തമ്മിൽ ചെറിയ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റി വ്യത്യാസം മാത്രമുള്ളതിനാൽ സഹസംയോജകമാണ്. മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സൈഡുകളുടെ സ്വഭാവത്തിൽ നിന്നും അലോഹത്തിൽ നിന്നും ലോഹത്തിലേക്കുള്ള വ്യതിയാനം മനസിലാക്കാം. അലോഹത്തിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ അമ്ലഗുണമുള്ളതോ ന്യൂട്രലോ ആയിരിക്കും. അതേസമയം ലോഹഓക്സൈഡുകൾക്ക് ക്ഷാരഗുണമാണുള്ളത്.

p-ബ്ലോക്കിലെ ആദ്യ അംഗം മറ്റുള്ളവയിൽ നിന്നും പ്രധാനമായും രണ്ട് രീതിയിൽ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുന്നു. ഒന്നാമത്തേത് അവയുടെ വലിപ്പവും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന മറ്റ് എല്ലാ സവിശേഷതകളുമാണ്. ഇതനുസരിച്ച് ഏറ്റവും ഭാരം കുറഞ്ഞ *p* ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ ഏറ്റവും ഭാരം കുറഞ്ഞ *s* ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ ആയ ലിഥിയവും ബെറിലിയവും കാണിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള അതേ വ്യത്യാസങ്ങളാണ് പ്രകടമാക്കുന്നത്. രണ്ടാമത്തെ പ്രധാന വ്യത്യാസം *p* ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുടെ മാത്രം സവിശേഷതയാണ്. ഈ സവിശേഷതയ്ക്കു കാരണം, ഭാരം കൂടിയ *p* ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളിൽ (മൂന്നാം പിരീഡു തുടങ്ങി താഴെയുള്ള) *d* ഓർബിറ്റലുകൾ കാണപ്പെടുന്നതും *p* ബ്ലോക്കിലെ രണ്ടാം പിരീഡിലെ മൂലകങ്ങളിൽ *d* ഓർബിറ്റലുകൾ ഇല്ലാത്തതുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. p ഗ്രൂപ്പുകളിൽ ബോറോൺ തുടങ്ങി രണ്ടാം പിരീയഡിലെ മൂലകങ്ങളുടെ സഹസംയോജകത പരമാവധി 4 ൽ പരിമിതപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. (ഒരു 2s ഉം മൂന്ന് 2p ഓർബിറ്റലുകളും ഉപയോഗിച്ച്) എന്നാൽ $3s^2 3p^n$ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ള മൂന്നാം പിരീയഡ് മൂലകങ്ങൾക്ക് $3p$ ക്കും $4s$ നും ഇടയിലായി ശൂന്യമായ 3d ഓർബിറ്റൽ ഉണ്ട്. ഈ d ഓർബിറ്റൽ ഉപയോഗിച്ച് മൂന്നാം പിരീയഡിലുള്ള മൂലകങ്ങൾക്ക് സഹസംയോജകത നാലിൽ കൂടുതൽ ഉയർത്താൻ കഴിയും. ഉദാ: ബോറോൺ $[BF_4]^-$ അയോൺ മാത്രം തരുമ്പോൾ അലുമിനിയം $[AlF_6]^{3-}$ അയോൺ തരുന്നു. d ഓർബിറ്റലിന്റെ സാന്നിധ്യം ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങളുടെ രസസ്വഭാവത്തെ ഒരുപാട് വിധത്തിൽ സ്വാധീനിക്കുന്നു. d ഓർബിറ്റലിന്റെ ലഭ്യതയുടെയും വലുപ്പത്തിന്റെയും സംയോജിത പ്രഭാവം π ബന്ധനം ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് ഈ മൂലക

ങ്ങളെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. ഒന്നാം അംഗത്തിന്റെ മറ്റുള്ളവയിൽ നിന്നുള്ള വ്യത്യാസമാണ്. $p\pi - p\pi$ ബഹുബന്ധം സ്വയം രൂപീകരിക്കുന്നതും (ഉദാ: C=C, C≡C, N≡N) മറ്റു രണ്ടാം നിര മൂലകങ്ങളുമായി രൂപീകരിക്കുന്നതും (ഉദാ: C=O, C=N, C≡N, N=O) ഇത്തരം π ബന്ധനം ഭാരം കൂടിയ p-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളിൽ ശക്തമല്ല. ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾ d ഓർബിറ്റൽ ഉൾപ്പെടുന്ന π ബന്ധനം ($d\pi - p\pi$, $d\pi - d\pi$) ആണ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്. d ഓർബിറ്റലുകൾക്ക് p ഓർബിറ്റലുകളെക്കാൾ ഊർജം കൂടുതലായതിനാൽ തന്മാത്രകളുടെ ആകെ സ്ഥിരതയ്ക്ക് രണ്ടാംനിര $p\pi - p\pi$ ബന്ധനത്തേക്കാൾ കുറവ് സംഭാവന മാത്രമേ ഇവ നൽകുന്നുള്ളൂ. ഒരേ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഒന്നാം മൂലകവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾക്ക് വലിയ ഉപസംയോജക സംഖ്യയാണ് സംയുക്തങ്ങളിലുള്ളത്. ഉദാ: +5 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ നൈട്രജനും ഫോസ്ഫറസും ഓക്സോ ആനയോണുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. NO_3^- (ഉപസംയോജകത മൂന്ന്, ഒരു നൈട്രജൻ p ഓർബിറ്റൽ ഉൾപ്പെടുന്ന π ബന്ധനം) PO_4^{3-} (ഉപസംയോജകത നാല്, s ഉം p ഉം d ഉം π ബന്ധനത്തിന് സംഭാവന നൽകുന്നു.) ആവർത്തന പട്ടികയിലെ 13-ാം ഗ്രൂപ്പ്, 14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഈ യൂണിറ്റിൽ പഠിക്കും.

11.1 13-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ : ബോറോൺ കുടുംബം

13-ാം ഗ്രൂപ്പിലെ മൂലകങ്ങൾ സ്വഭാവത്തിൽ വലിയ അന്തരം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ബോറോൺ ഒരു മാതൃകാ അലോഹമാണ്. അലൂമിനിയം ഒരു ലോഹമാണെങ്കിലും ബോറോണുമായി വളരെ രാസസാമ്യതകൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഗാലിയത്തിനും ഇൻഡിയത്തിനും താലിയത്തിനും നിഹോണിയത്തിനും ലോഹസ്വഭാവം ആണുള്ളത്.

ബോറോൺ ദുർലഭമായ ഒരു മൂലകമാണ്. പ്രധാനമായും ഓർത്തോ ബോറിക് ആസിഡ് (H_3BO_3), ബൊറാക്സ്, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ കെർണൈറ്റ്, $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ എന്നിവയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഇന്ത്യയിൽ ലഡാക്കിലെ പ്യൂഗാ താഴ്‌വരയിലും രാജസ്ഥാനിലെ സാംബാർ തടാകത്തിലും ബൊറാക്സ് കാണപ്പെടുന്നു. ഭൂവൽക്കത്തിൽ ബോറോണിന്റെ ലഭ്യത 0.0001% ആണ്. ^{10}B (19%), ^{11}B (81%) ഇവ ബോറോണിന്റെ രണ്ട് ഐസോടോപ്പുകൾ ആണ്. ഭൂവൽക്കത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ലഭ്യമായ ലോഹവും ലഭ്യതയിൽ മൂന്നാം സ്ഥാനത്തുള്ള മൂലകവും (8.3%) മാസ് അലൂമിനിയം ആണ്. സിലിക്കണും (27.7%) ഓക്സിജനും (45.5%)ആണ് ലഭ്യതയിൽ യഥാക്രമം രണ്ടും ഒന്നും സ്ഥാനത്തുള്ളത്. ബോക്സൈറ്റും $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ക്രയോലൈറ്റും Na_3AlF_6 ആണ് അലൂമിനിയത്തിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ധാതുക്കൾ ഇന്ത്യയിൽ മധ്യപ്രദേശ്, കർണ്ണാടകം, ഒറീസ, ജമ്മു എന്നിവിടങ്ങളിൽ മൈക്കയുടെ രൂപത്തിൽ അലൂമിനിയം കാണപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിയിൽ ദുർലഭമായ മൂലകങ്ങളാണ് ഗാലിയവും ഇൻഡിയവും താലിയവും. നിഹോണിയത്തിന്റെ പ്രതീകം Nh ഉം അറ്റോമികനമ്പർ 113 ഉം അറ്റോമിക ഭാരം 286 ഗ്രാം / മോളും ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം [Rn] $5f^{14}\,6d^{10}\,7s^2\,7p^1$ ഉം ആണ്. വളരെക്കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രമേ ഈ മൂലകം ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളൂ. ഈ മൂലകത്തിന്റെ ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ള ഐസോടോപ്പിന്റെ അർധായുസ്സ് വെറും 20 സെക്കന്റാണ്. ഇക്കാരണത്താൽ ഈ മൂലകത്തിന്റെ രസതന്ത്രം കൂടുതലായി മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല.

കൃത്രിമമായി നിർമിച്ചെടുത്ത റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകമാണ് നിഹോണിയം. ഈ ഗ്രൂപ്പിലെ നിഹോണിയം ഒഴികെയുള്ള മറ്റു മൂലകങ്ങളുടെ അറ്റോമികവും ഭൗതികവും രാസപരവുമായ സവിശേഷതകൾ ചുവടെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

11.1.1 ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം

ഈ മൂലകങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം ns^2np^1 എന്നതാണ്. ഉത്കൃഷ്ട വാതകങ്ങളുടെ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമാണ് ബോറോണിന്റെയും അലൂമിനിയത്തിന്റെയും അന്തർഭാഗത്തുള്ളത്. ഗാലിയത്തിനും ഇൻഡിയത്തിനും ഉത്കൃഷ്ട വാതകവിന്യാസത്തോടൊപ്പം $10d$ ഇലക്ട്രോൺ കൂടി ഉണ്ട്. താലിയത്തിന് ഉത്കൃഷ്ട വാതക ഇലക്ട്രോണിനെക്കൂടാതെ 10d ഇലക്ട്രോണുകളും $14f$ ഇലക്ട്രോണുകളും അധികമായുണ്ട്. യൂണിറ്റ് 10 ൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്ന രണ്ട് ഗ്രൂപ്പുകളെക്കാൾ സങ്കീർണ്ണമായ ഇലക്ട്രോൺ ഘടനയാണ് ഈ ഗ്രൂപ്പിനുള്ളത്. ഇലക്ട്രോൺ ഘടനയിലുള്ള ഈ വ്യത്യാസം അവയുടെ മറ്റ് സവിശേഷതകളെ സ്വാധീനിക്കുന്നുണ്ട്. തത്ഫലമായി ഗ്രൂപ്പിലുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളുടെയും രസതന്ത്രത്തെയും സ്വാധീനിക്കുന്നു.

11.1.2 അറ്റോമിക ആരം

ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും പുതിയ ഷെല്ലുകൾ ചേർക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ അറ്റോമിക ആരം കൂടണമെന്നാണ് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്. എന്നാൽ ഒരു വ്യതിയാനം കാണപ്പെടുന്നു. ഗാലിയത്തിന്റെ അറ്റോമിക ആരം അലൂമിനിയത്തിന്റേതിനേക്കാൾ കുറവാണ്. ആന്തരിക ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിന്റെ വ്യതിയാനത്തിൽ നിന്നും ഇത് നമുക്ക് മനസിലാക്കാൻ കഴിയും. ഉള്ളിലുള്ള പത്ത് d ഇലക്ട്രോണുകളുടെ തീരെ കുറഞ്ഞ സ്ക്രീനിങ് എഫക്ട് മൂലം, ഗാലിയത്തിന്റെ ഉയർന്ന ന്യൂക്ലിയർ ചാർജ് ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോണിനെ കൂടുതൽ ആകർഷിക്കുന്നു. അതിനാൽ അതിന്റെ അറ്റോമിക ആരം (135 pm) അലൂമിനിയത്തിന്റേതിനെക്കാൾ (143 pm) കുറവാണ്.

11.1.3 അയോണീകരണ എൻഥാൽപി

അയോണീകരണ എൻഥാൽപിയുടെ വിലകൾ പൊതുവെ സംഭവിക്കുന്നതുപോലെ ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ടുപോകുന്തോറും നിർവിഘ്നം കുറയുന്നില്ല. B മുതൽ Al വരെയുള്ള കുറവ് അവയുടെ വലുപ്പം കൂടുന്നതിനാലാണ്. അലൂമിനിയത്തിനും ഗാലിയത്തിനും ഇടയിലും ഇൻഡിയത്തിനും താലിയത്തിനും ഇടയിലുള്ള അയോണീകരണ എൻഥാൽപി വിലയിലുള്ള വ്യതിയാനത്തിനു കാരണം, താഴ്ന്ന സ്ക്രീനിങ് ഇഫക്ടുള്ള *d* ഇലക്ട്രോണുകൾക്കും *f* ഇലക്ട്രോണുകൾക്കും ന്യൂക്ലിയർ ചാർജിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വർധനവിനെ പൂർണമായി തടസ്സപ്പെടുത്താൻ സാധിക്കാത്തതിനാലാണ്.

$\Delta_i H_1 < \Delta_i H_2 < \Delta_i H_3$ എന്നതാണ് അയോണീകരണ എൻഥാൽപിയുടെ പ്രതീക്ഷിതക്രമം. ആദ്യമൂന്ന് അയോണീകരണ എൻഥാൽപികളുടെയും തുക വളരെ വലുതാണ്. ഇതിന്റെ സ്വാധീനം അവയുടെ രാസസ്വഭാവത്തിൽ നിന്നും കണ്ടെത്താം.

11.1.4 വിദ്യുത് ഋണത (Electronegativity)

ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും B മുതൽ Al വരെ വിദ്യുത് ഋണത കുറയുന്നു പിന്നീട് പരിമിതമായി കൂടുന്നു. അറ്റോമിക വലുപ്പത്തിലുള്ള അന്തരമാണ് ഇതിന് കാരണം.

11.1.5 ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങൾ

ബോറോൺ അലോഹമാണ്. ഇത് കാഠിന്യമേറിയ കറുത്ത ഖരമാണ്. ഇത് പല രൂപാന്തരങ്ങളായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. വളരെ ശക്തമായ പരൽ ജാലികയുള്ളതിനാൽ ബോറോണിന്റെ ദ്രവണാങ്കം വളരെ ഉയർന്നതാണ്. ശേഷമുള്ളവ താഴ്ന്ന ദ്രവണാങ്കവും കൂടിയ വിദ്യുത്ചാലകതയുമുള്ള മൃദുലോഹങ്ങളാണ്. ഗാലിയത്തിന്റെ താഴ്ന്ന ദ്രവണാങ്കം (303K) കാരണം ഉഷ്ണകാലത്ത് ഇത് ദ്രാവകമായി മാറുന്നു. ഇതിന്റെ ഉയർന്ന തിളനില (2676 K) കാരണം വളരെ കൂടിയ ഊഷ്മാവ് അളക്കാനുള്ള വസ്തുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ബോറോൺ മുതൽ താലിയം വരെ ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും സാന്ദ്രത കുറയുന്നു.

11.1.6 രാസ സ്വഭാവങ്ങൾ

ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും രാസപ്രവർത്തന പ്രവണതയും

ബോറോണിന്റെ വലുപ്പക്കുറവ് കാരണം ആദ്യമൂന്ന് അയോണൈസേഷൻ എൻഥാൽപികളുടെയും തുക

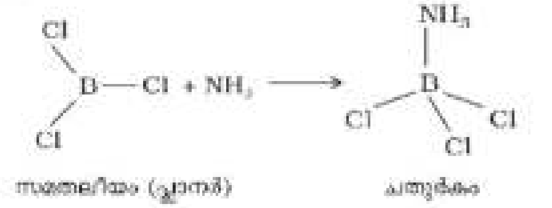
പട്ടിക 11.2 13-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ അറ്റോമിക, ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങൾ

സ്വഭാവ സവിശേഷത		മൂലകം				
		ബോറോൺ B	അലൂമിനിയം Al	ഗാലിയം Ga	ഇൻഡിയം In	താലിയം Tl
അറ്റോമിക നമ്പർ		5	13	31	49	81
അറ്റോമിക ഭാരം ($g\ mol^{-1}$)		10.81	26.98	69.72	114.82	204.38
ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം		$[He]2s^2 2p^1$	$[Ne]3s^2 3p^1$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^1$	$[Xe]4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$
അറ്റോമിക ആരം/pm[a]		(88)	143	135	167	170
അയോണിക ആരം M^{3+}/pm[b]		(27)	53.5	62.0	80.0	88.5
അയോണിക ആരം M^{+}/pm		-	-	120	140	150
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി ($kJ\ mol^{-1}$)	$\Delta_i H_1$	801	577	579	558	589
	$\Delta_i H_2$	2427	1816	1979	1820	1971
	$\Delta_i H_3$	3659	2744	2962	2704	2877
ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റിവിറ്റി[c]		2.0	1.5	1.6	1.7	1.8
സാന്ദ്രത /$g\ cm^{-3}$ at 298 K		2.35	2.70	5.90	7.31	11.85
ദ്രവണാങ്കം / K		2453	933	303	430	576
തിളനില / K		3923	2740	2676	2353	1730
$E^{\ominus}$ / V for (M^{3+}/M)		-	–1.66	–0.56	–0.34	+1.26
$E^{\ominus}$ / V for (M^{+}/M)		-	+0.55	-0.79(ആസിഡ്) –1.39(ആൽക്കലി)	–0.18	–0.34

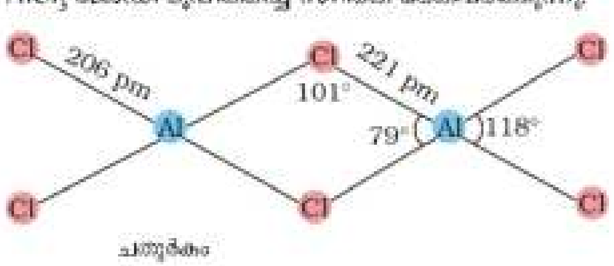
[a] മെറ്റാലിക ആരം, [b] 6-കോ-ഓർഡിനേഷൻ, [c] പോളിങ് സ്കെയിൽ.

വളരെ ഉയർന്നതാണ്. ആയതിനാൽ ഇത് +3 അയോൺ ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് പകരം സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളാണുണ്ടാക്കുന്നത്. അലൂമിനിയത്തിന്റെ ആദ്യ മൂന്ന് അയോണൈസേഷൻ എൻഥാൽപികളുടെ തുക കുറവായതിനാൽ അത് Al^{3+} അയോൺ ഉണ്ടാക്കുന്നു. വിദ്യുത്ധനത കൂടിയ ഒരു ലോഹമാണ് അലൂമിനിയം. ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്കു പോകുമ്പോൾ *d*, *f* ഓർബിറ്റലുകളുടെ കുറഞ്ഞ ഷീൽഡിങ് എഫക്ട് കാരണം കൂടിയ ന്യൂക്ലിയാർ ചാർജ് *ns* ഇലക്ട്രോണിനെ ശക്തമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ (അലസജോഡി പ്രഭാവം) അവയ്ക്ക് ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെടാൻ തടസ്സമുണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ *p* ഇലക്ട്രോൺ മാത്രമായിരിക്കും ബന്ധനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്നത്. Ga, In, Tl ഇവയ്ക്ക് +1, +3 ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണപ്പെടുന്നു. +1 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയുടെ ആപേക്ഷിക സ്ഥിരത ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും കൂടുന്നു: Al<Ga<In<Tl. താലിയത്തിന് +3 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയേക്കാൾ പ്രബലമായത് +1 ആണ്. ഊർജ്ജ മാനദണ്ഡങ്ങൾ അനുസരിച്ച് +3 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ളവയേക്കാൾ +1 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ കൂടുതൽ അയോണിക സ്വഭാവമുള്ളവയാണ്.

ആറ് ഇലക്ട്രോണുകൾ മാത്രമാണ് ത്രിസംയോജകാവസ്ഥയിൽ കേന്ദ്ര ആറ്റത്തിന് ചുറ്റും അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളിൽ (ഉദാ: BF_3 യിൽ ബോറോൺ) ഉള്ളത്. അത്തരം **ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്തത** തന്മാത്രകൾക്ക് ഒരു ജോഡി ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വീകരിച്ച് സ്ഥിരതയുള്ള ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം കൈവരിക്കാവുന്നതിനാൽ അവ ലൂയിസ് ആസിഡുകളായി പെരുമാറുന്നു. ലൂയിസ് ആസിഡായി പെരുമാറാനുള്ള പ്രവണത ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് വലുപ്പം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് കുറയുന്നു. BCl_3 അമോണിയയിൽ നിന്നും ഒരു ഏകാന്ത ജോഡി ഇലക്ട്രോണിനെ സ്വീകരിച്ച് $BCl_3 \cdot NH_3$ ഉണ്ടാകുന്നു.



$AlCl_3$ ജോഡി രൂപീകരിച്ച് സ്ഥിരത കൈവരിക്കുന്നു.



ത്രിസംയോജകാവസ്ഥയിൽ മിക്കവാറും എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളും സഹസംയോജകവും ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നതുമാണ്. ഉദാഹരണമായി ട്രൈക്ലോറൈഡുകൾ ജല വിശ്ലേഷണത്തിലൂടെ $\left[M(OH)_4\right]^-$ എന്ന ടെട്രാഹിഡ്രൽ (ചതുർക) സ്പീഷീസ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. M മൂലകം sp^3 ഹൈബ്രിഡൈസേഷനിലാണ്. അമ്ലീകരിച്ച ജലത്തിൽ അലൂമിനിയം ക്ലോറൈഡ് $\left[Al(H_2O)_6\right]^{3+}$ എന്ന അഷ്ടഫലകീയ അയോൺ രൂപീകരിക്കുന്നു. ഈ സങ്കര അയോണിൽ 3d ഓർബിറ്റലുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി അലൂമിനിയം sp^3d^2 ഹൈബ്രിഡൈസേഷനിൽ ആണ്.

പ്രശ്നം 11.1

Al^{3+}/Al, Tl^{3+}/Tl ഇവയുടെ സ്റ്റാൻഡേർഡ് ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ ($E^\ominus$) യഥാക്രമം -1.66V ഉം +1.26V ഉം ആണ്. രണ്ട് ലോഹങ്ങളും M^{3+} അയോൺ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനെക്കുറിച്ച് പ്രവചിക്കുക. അവയുടെ വിദ്യുത്ധന സ്വഭാവം താരതമ്യം ചെയ്യുക.

ഉത്തരം

രണ്ടിന്റെയും പ്രമാണ പൊട്ടൻഷ്യൽ വിലകളിൽ നിന്നും അലൂമിനിയത്തിനാണ് Al^{3+} അയോൺ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള പ്രവണത കൂടുതൽ. Tl^{3+} ലായനിയിൽ അസ്ഥിരമാണെന്ന് മാത്രമല്ല ഒരു ശക്തി കൂടിയ ഓക്സീകാരികൂടി ആണ്. ലായനിയിൽ Tl^+ ന് Tl^{3+} നെക്കാൾ സ്ഥിരത ഉണ്ട്. അലൂമിനിയത്തിന് +3 അയോണുകൾ സുഗമമായി ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുന്നതുകൊണ്ട് താലിയത്തെക്കാൾ കൂടുതൽ വിദ്യുത്ധനത ഉണ്ട്.

(i) വായുവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

പരൽ രൂപത്തിൽ ബോറോൺ പ്രതിപ്രവർത്തനോന്മുഖമല്ല. അലൂമിനിയത്തിന്റെ പ്രതലത്തിൽ കനംകുറഞ്ഞ ഓക്സൈഡ് പാളി രൂപപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ അത് പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നില്ല. അമോർഫസ് ബോറോണും അലൂമിനിയം ലോഹവും വായുവിൽ ചൂടാ ¡ ß ¼ n¥ b Y nØ aw B_2O_3, Al_2O_3 ഇവ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ ഡൈനൈട്രജനുമായി ഇവ നൈട്രൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$2E(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2E_2O_3(s)$$

$$2E(s) + N_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2EN(s)$$

(E = മൂലകം)

ഈ ഓക്സൈഡുകളുടെ സ്വഭാവം ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. അമ്ലതയുള്ള ബോറോൺ ട്രൈഓക്സൈഡ് ക്ഷാര (ലോഹീയ)

ഓക്സൈഡുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ലോഹബോറേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. അലൂമിനിയത്തിന്റെയും ഗാലിയത്തിന്റെയും ഓക്സൈഡുകൾ ഉഭയധർമി ഓക്സൈഡുകളാണ്. ഇൻഡിയത്തിന്റെയും താലിയത്തിന്റെയും ക്ഷാര ഓക്സൈഡാണ്.

(ii) അമ്ലങ്ങളും ക്ഷാരങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഒരു വിധം വലിയ ഊഷ്മാവിൽപ്പോലും ബോറോൺ അമ്ലവുമായും ക്ഷാരവുമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ അലൂമിനിയം അമ്ലത്തിലും ജലീയക്ഷാരത്തിലും ലയിച്ച് ഉഭയധർമിസ്വഭാവം പ്രകടമാക്കുന്നു.

അലൂമിനിയം നേർപ്പിച്ച HCl ൽ ലയിക്കുകയും ഹൈഡ്രജനെ ഉൽസർജിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2Al(s) + 6HCl\,(aq) \rightarrow 2Al^{3+}\,(aq) + 6Cl^-\,(aq) + 3H_2\,(g)$$

എന്നാൽ ഗാഢ നൈട്രിക് അമ്ലം അലൂമിനിയം വീണ്ടും പ്രവർത്തിക്കാത്ത തരത്തിൽ അതിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ ഓക്സൈഡ്പാളി രൂപീകരിക്കുന്നു.

അലൂമിനിയം ജലീയക്ഷാരവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജനെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

$$2Al\,(s) + 2NaOH(aq) + 6H_2O(l)$$
$$\downarrow$$
$$2\,Na^+[Al(OH)_4]^-\,(aq) \quad + \quad 3H_2(g)$$

സോഡിയം ടെട്രാഹൈഡ്രോക്സ്അലൂമിനേറ്റ് (III)

(iii) ഹാലൊജനുകളുമായുള്ള ക്രിയാശീലത

ഈ മൂലകങ്ങൾ ഹാലൊജനുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ട്രൈഹാലൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു (TlI_3 ഒഴികെ)

$$2E(s) + 3\,X_2\,(g) \rightarrow 2EX_3\,(s)$$

$$(X = F, Cl, Br, I)$$

പ്രശ്നം 11.2

നിർജല അലൂമിനിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ കുപ്പിക്ക് ചുറ്റും വെളുത്ത പുക കാണപ്പെടുന്നു. കാരണമെന്ത്?

ഉത്തരം

അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഈർപ്പത്തിൽ നിർജല അലൂമിനിയം ക്ലോറൈഡ് ഭാഗികമായി ഹൈഡ്രോലൈസ് ചെയ്ത് HCl പുറത്തുവരുന്നു. ഈർപ്പം കലർന്ന HCl വെളുത്ത നിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

11.2 പ്രധാന പ്രവണതകളും ബോറോണിന്റെ വ്യത്യസ്ത സവിശേഷതകളും

13-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ രാസ സ്വഭാവത്തിൽ ചില പ്രത്യേക പ്രവണതകൾ കാണാൻ കഴിയും. ഈ മൂലകങ്ങളുടെ ട്രൈ ക്ലോറൈഡുകളും ബ്രോമൈഡുകളും അയൊഡൈഡുകളും സഹസംയോജകവും ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നതുമാണ്. ടെട്രാഹെഡ്രൽ $[M(OH)_4]^-$, ഒക്ടാഹെഡ്രൽ $[M(H_2O)_6]^{3+}$ എന്നിവ (ബോറോൺ ഒഴികെ) ജലീയമാധ്യമത്തിൽ നിലനിൽക്കുന്നു.

മോണോമെറിക് ട്രൈഹാലൈഡുകൾ ഇലക്ട്രോൺ ന്യൂനമായതിനാൽ ശക്തമായ ലൂയിസ് അമ്ലങ്ങളാണ്. ബോറോൺ ട്രൈഫ്ളൂറൈഡ് ലൂയിസ് അമ്ലമാണ്. ബോറോൺ ട്രൈഫ്ളൂറൈഡ് ലൂയിസ് ബേസായ NH_3 യുമായി സുഗമമായി പ്രവർത്തിച്ച് ബോറോണിന് ചുറ്റുമുള്ള അഷ്ടകം പൂർത്തിയാക്കുന്നു.

$$F_3B \;+\; :NH_3 \;\rightarrow\; F_3B \leftarrow NH_3$$

d ഓർബിറ്റലിന്റെ അഭാവം കൊണ്ട് ബോറോണിന്റെ പരമാവധി സഹസംയോജകത 4 ആകുന്നു. മറ്റ് മൂലകങ്ങൾക്ക് d ഓർബിറ്റൽ ഉള്ളതിനാൽ സഹസംയോജകത നാലിൽ കൂടുതൽ പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്. മിക്കവാറും മറ്റ് ലോഹഹാലൈഡുകൾ (ഉദാ: $AlCl_3$) ഹാലൊജൻ സേതുവഴി (ഉദാ: Al_2Cl_6) ദ്വിതയീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഹാലൊജനിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വീകരിച്ചാണ് ഹാലൊജൻ സേതു തന്മാത്രകളിൽ ലോഹം അഷ്ടകം പൂർത്തീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്.

പ്രശ്നം 11.3

ബോറോണിന് BF_6^{3-} അയോൺ രൂപീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നില്ല. വിശദമാക്കുക.

ഉത്തരം

d ഓർബിറ്റലുകളുടെ അഭാവം കൊണ്ട് ബോറോണിന് അതിന്റെ അഷ്ടകം വിപുലീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നില്ല. അതിനാൽ ബോറോണിന് അതിന്റെ പരമാവധി സഹസംയോജകത 4 ലും കൂട്ടാൻ കഴിയുന്നില്ല.

11.3 ബോറോണിന്റെ ചില പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തങ്ങൾ

ബോറോണിന്റെ പ്രയോജനപ്രദമായ സംയുക്തങ്ങളാണ് ബൊറാക്സും ഓർത്തോബോറിക് അമ്ലവും ഡൈബൊറെയ്നും. അവയുടെ രസതന്ത്രം ചുരുക്കി പഠിക്കാം.

11.3.1 ബൊറാക്സ്

ബോറോണിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാന സംയുക്തമാണ് ബൊറാക്സ് $Na_2B_4O_7\cdot10H_2O$ എന്ന സൂത്രവാക്യമുള്ള ഇത് വെളുത്ത പരൽ രൂപത്തിലുള്ള ഖരവസ്തുവാണ്. യഥാർത്ഥത്തിൽ ഇതിൽ ടെട്രാന്യൂക്ലിയാർ യൂണിറ്റുകൾ $\left[B_4O_5\,(OH)_4\right]^{2-}$ ഉള്ളതിനാൽ ശരിക്കുമുള്ള സൂത്രവാക്യം $Na_2[B_4O_5\,(OH)_4].8H_2O$ എന്നാണ് ബൊറാക്സ് ജലത്തിൽ ലയിച്ച് ക്ഷാരലായനി ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O \rightarrow 2NaOH \;+\; 4H_3BO_3$$

ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബൊറാക്സിന് ജലം നഷ്ടപ്പെടുകയും വീർത്ത് വരുകയും ചെയ്യുന്നു. വീണ്ടും ചൂടാക്കിയാൽ

ഒരു സുതാര്യദ്രാവകമായി മാറുകയും തുടർന്ന് ഖരീഭവിച്ച് ബൊറാക്സ് ബീഡ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഗ്ലാസ് പോലുള്ള വസ്തു ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2B_4O_7.10H_2O \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 \xrightarrow{\Delta} 2NaBO_2 + B_2O_3$$

സോഡിയം മെറ്റാ ബോറേറ്റ്   ബോറിക് അൺഹൈഡ്രൈഡ്

ഒരുപാട് സംക്രമണ മൂലകങ്ങളുടെ മെറ്റാ ബോറേറ്റുകൾക്ക് സവിശേഷമായ നിറമുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് സംക്രമണ മൂലകങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുന്നതിന് ബൊറാക്സ് ബീഡ് ടെസ്റ്റ് ഉപയോഗിക്കാം. ഉദാ: CoO യും ബൊറാക്സും ഒരു പ്ലാറ്റിനം വലയത്തിൽ വച്ച് ചൂടാക്കുമ്പോൾ നീലനിറത്തിലുള്ള $Co(BO_2)_2$ ബീഡ് രൂപപ്പെടുന്നു.

11.3.2 ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ്

തൊട്ടാൽ സോപ്പുപോലെയുള്ള ഒരു വെളുത്ത പരൽ രൂപത്തിലുള്ള ഖരവസ്തുവാണ് ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ്, H_3BO_3. ജലത്തിൽ പരിമിതമായും എന്നാൽ ചൂട് വെള്ളത്തിൽ അധികമായും ഇത് ലയിക്കുന്നു. ബൊറാക്സിന്റെ ജലീയ ലായനിയെ അമ്ലീകരിച്ച് ഇത് നിർമ്മിക്കാം.

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \rightarrow 2NaCl + 4B(OH)_3$$

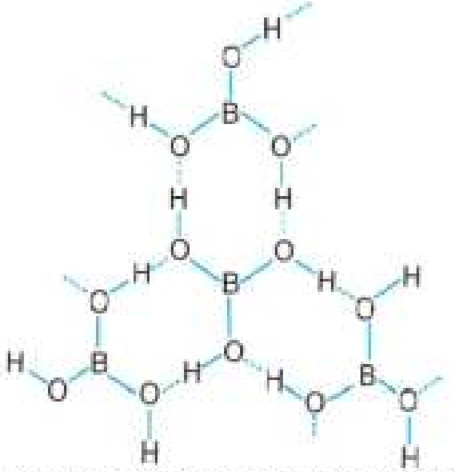
മിക്കവാറും ബോറോൺ സംയുക്തങ്ങളെ (ഹാലൈഡുകൾ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ആദിയായവ) ജലവിശ്ലേഷണം (ജലവുമായോ നേർപ്പിച്ച അമ്ലവുമായോ ഉള്ള രാസപ്രവർത്തനം) നടത്തിയും ഓർത്തോ ബോറിക് ആസിഡ് നിർമിക്കാം. ഇതിന് പാളീഘടനയാണുള്ളത്. ചിത്രം 11.1 കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് പോലെ സമതല (planar)BO_3 യൂണിറ്റുകൾ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം വഴി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ബോറിക് ആസിഡ് വീര്യം കുറഞ്ഞ ഏകബേസിക അമ്ലമാണ്. ഇത് പ്രോട്ടോണിക അമ്ലമല്ല എന്നാൽ ഹൈഡ്രോക്സിലൽ അയോണിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോൺ ജോടി സ്വീകരിക്കുന്ന ലൂയിസ് അമ്ലമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$B(OH)_3 + 2HOH \rightarrow [B(OH)_4]^- + H_3O^+$$

370K ന് മുകളിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ് മെറ്റാബോറിക് അമ്ലമായി (HBO_2) മാറുന്നു. വീണ്ടും ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബോറിക് ഓക്സൈഡ്, B_2O_3 ലഭിക്കുന്നു.

$$H_3BO_3 \xrightarrow{\Delta} HBO_2 \xrightarrow{\Delta} B_2O_3$$



ചിത്രം 11.1 ബോറിക് ആസിഡിന്റെ ഘടന; ഡോട്ടുകളിട്ട വരകൾ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.

പ്രശ്നം 11.4

ബോറിക് ആസിഡ് വീര്യം കുറഞ്ഞ ആസിഡായി കരുതപ്പെടാൻ കാരണമെന്ത്?

ഉത്തരം

ബോറിക് അമ്ലത്തിന് സ്വയം H^+ പുറന്തള്ളാൻ കഴിയുന്നില്ല എന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. ഇത് ജലതന്മാത്രയിൽ നിന്നും OH^- അയോണിനെ സ്വീകരിച്ച് അഷ്ടകം പൂർത്തിയാക്കുകയും അപ്രകാരം H^+ നെ പുറന്തള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു.

11.3.3 ഡൈബോറേൻ, B_2H_6

അറിയപ്പെടുന്ന ബോറോൺ ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ ഏറ്റവും ലളിതമായതാണ് ഡൈബോറേൻ. ഡൈഈഥൈൽ ഈഥർ മാധ്യമത്തിൽ ബോറോൺ ട്രൈ ഫ്ളൂറൈഡ് $LiAlH_4$ മായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് ഇത് നിർമിക്കാം.

$$4BF_3 + 3\,LiAlH_4 \rightarrow 2B_2H_6 + 3LiF + 3AlF_3$$

സോഡിയം ബോറോ ഹൈഡ്രൈഡിനെ അയോഡിനുമായി ഓക്സീകരിച്ച് ഡൈബോറേൻ നിർമിക്കുന്നത് പരീക്ഷണശാലയിലെ ഉചിതമായ നിർമാണ രീതിയാണ്.

$$2NaBH_4 + I_2 \rightarrow B_2H_6 + 2NaI + H_2$$

BF_3, സോഡിയം ഹൈഡ്രൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് വ്യാവസായികമായ തോതിൽ ഡൈബോറേൻ നിർമിക്കാം.

$$2BF_3 + 6NaH \xrightarrow{450K} B_2H_6 + 6NaF$$

180 K തിളനിലയുള്ള, നിറമില്ലാത്ത വിഷമയമായ ഒരു വാതകമാണ് ഡൈബോറേൻ. അന്തരീക്ഷവായുവിൽ തുറന്നുവയ്ക്കുമ്പോൾ ഡൈബോറേൻ സ്വമേധയാ കത്തുന്നു. ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിച്ച് ധാരാളം ഊർജം ഉത്സർജിക്കുന്നു.

$B_2H_6 + 3O_2 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O;$

$$\Delta_c H^{V} = -1976 \text{ kJ mol}^{-1}$$

മിക്കവാറും ഉന്നത ബോറേനുകളെല്ലാം വായുവിൽ സ്വമേധയാ കത്തും. ബോറേനുകൾ ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് എളുപ്പത്തിൽ വിധേയമായി ബോറിക് അമ്ലം ലഭ്യമാകുന്നു.

$B_2H_6(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 2B(OH)_3(aq) + 6H_2(g)$

ലൂയീസ് ബേസുകളുമായി (L) ഡൈബോറേൻ വിഘടനപ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമായി ബോറേൻ യോഗജന്യം (adduct) ഉണ്ടാകുന്നു.

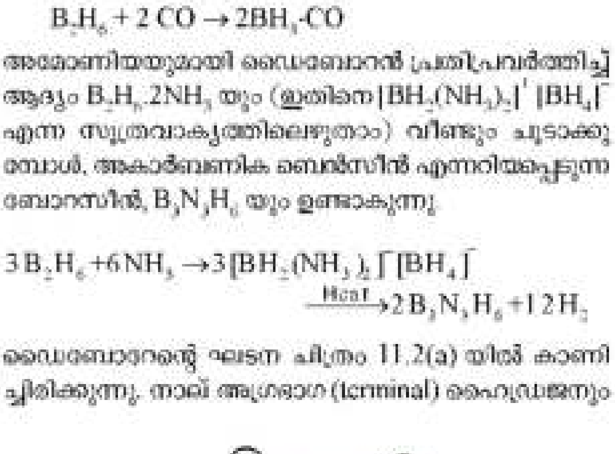
$B_2H_6 + 2\,NMe_3 \rightarrow 2BH_3{\cdot}NMe_3$

$B_2H_6 + 2\,CO \rightarrow 2BH_3{\cdot}CO$

അമോണിയയുമായി ഡൈബോറേൻ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ആദ്യം $B_2H_6.2NH_3$ യും (ഇതിനെ $[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^-$ എന്ന സൂത്രവാക്യത്തിലെഴുതാം) വീണ്ടും ചൂടാക്കുമ്പോൾ, അകാർബണിക ബെൻസീൻ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ബോറസീൻ, $B_3N_3H_6$ യും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3B_2H_6 + 6NH_3 \rightarrow 3[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^- \xrightarrow{Heat} 2B_3N_3H_6 + 12H_2$$

ഡൈബോറേന്റെ ഘടന ചിത്രം 11.2(a) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. നാല് അഗ്രഭാഗ (terminal) ഹൈഡ്രജനും



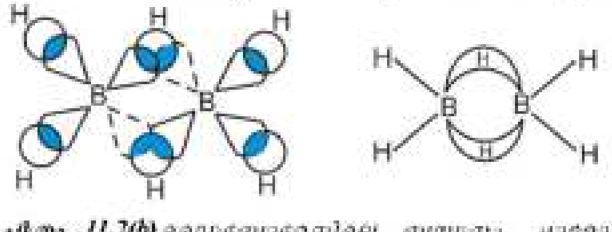
ചിത്രം 11.2(a) B_2H_6 —

രണ്ട് ബോറോൺ ആറ്റങ്ങളും ഒരു പ്രതലത്തിലാണ്. ഈ പ്രതലത്തിന് മുകളിലും താഴെയുമായി രണ്ട് സേതു ഹൈഡ്രജനുകളും (bridging hydrogens) ഉണ്ട്. നാല് അഗ്രഭാഗ B-H ബന്ധനങ്ങൾ സാധാരണ ദ്വികേന്ദ്ര-ദ്വിഇലക്ട്രോൺ ബന്ധനങ്ങളും അതേ സമയം രണ്ട് സേതു (B-H-B) ബന്ധനങ്ങൾ വ്യത്യസ്തവും ചിത്രം 11.2 (b) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നപോലെ ത്രികേന്ദ്ര-ദ്വി ഇലക്ട്രോൺ ബന്ധനമെന്നും വിശദീകരിക്കാവുന്നതാണ്.

ബോറോൺ ഹൈഡ്രൈഡോബോറേറ്റുകളുടെ ഒരു ശ്രേണിതന്നെ രൂപീകരിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടത് ചതുഷ്ഫലകീയ $[BH_4]^-$ അയോണാണ്. നിരവധി ലോഹങ്ങളുടെ ടെട്രാഹൈഡ്രിഡോ ബോറേറ്റുകൾ അറിയപ്പെടുന്നുണ്ട്. ലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളെ ഡൈഈഥൈൽ ഈഥറിൽ B_2H_6 മായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് ബോറോ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നുകൂടി അറിയപ്പെടുന്ന, ലിഥിയത്തിന്റെയും സോഡിയത്തിന്റെയും ടെട്രാഹൈഡ്രിഡോ ബോറേറ്റുകൾ നിർമിക്കുന്നു.

$2MH + B_2H_6 \rightarrow 2\,M^+[BH_4]^-$ (M = Li or Na)

കാർബണിക സംശ്ലേഷണ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ



ചിത്രം .11.2(b) ഡൈബോറേനിലെ ബന്ധനം. ഓരോ ബോറോൺ ആറ്റവും ബന്ധനത്തിനായി sp^3 സങ്കരം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഓരോ B ആറ്റത്തിലും നാല് sp^3 സങ്കര ഓർബിറ്റലുകളിൽ ഇലക്ട്രോൺ ഇല്ലാത്തത് കുത്തിട്ട വരകളാൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അഗ്രഭാഗ B-H ബന്ധനങ്ങൾ സാധാരണ ദ്വികേന്ദ്ര-ദ്വിഇലക്ട്രോൺ ബന്ധനങ്ങളാണ്. എന്നാൽ രണ്ട് സേതു ബന്ധനങ്ങൾ (bridge bonds) ത്രികേന്ദ്ര-ദ്വിഇലക്ട്രോൺ ബന്ധനങ്ങളാണ്. ത്രികേന്ദ്ര-ദ്വിഇലക്ട്രോൺ സേതുബന്ധനങ്ങളെ ബനാന ബന്ധനങ്ങൾ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

നിരോക്സീകാരിയായി $LiBH_4$ ഉം $NaBH_4$ ഉം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. മറ്റ് ലോഹബോറോ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ നിർമാണത്തിനുള്ള പ്രാരംഭവസ്തുവായും ഇവ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

11.4 ബോറോണിന്റെയും അലൂമിനിയത്തിന്റെയും അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളുടെയും ഉപയോഗങ്ങൾ

കഠിന ഘടനവും ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കവും കുറഞ്ഞ സാന്ദ്രതയും കുറഞ്ഞ വൈദ്യുതചാലകതയും ബോറോണിന്റെ സവിശേഷതകളായതിനാൽ അതിന് ഒരുപാട് പ്രയോഗസാധ്യതകൾ ഉണ്ട്. വെടിയുണ്ടയേൽക്കാത്ത വസ്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതിനും വിമാന നിർമാണത്തിനാവശ്യമായ ഭാരം കുറഞ്ഞ വിവിധ ഘടകങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതിനും ബോറോൺ നാരുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ന്യൂട്രോണുകളെ ആഗിരണം ചെയ്യാനുള്ള ബോറോൺ-10 (^{10}B) ഐസോടോപ്പിന്റെ കഴിവ് കാരണം അണുവ്യവസായത്തിൽ ലോഹബോറൈഡുകൾ പ്രതിരോധകവചങ്ങളായും നിയന്ത്രണദണ്ഡുകളായും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഗ്ലാസ് വൂൾ, ഫൈബർ ഗ്ലാസ്, താപപ്രതിരോധശേഷിയുള്ള ഗ്ലാസുകൾ (ഉദാ. പൈറെക്സ്) എന്നിവ വ്യാവസായികമായി നിർമിക്കുവാൻ ബോറാക്സും ബോറിക് അമ്ലവും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ലോഹങ്ങളെ വിളക്കിച്ചേർക്കുന്നു. പ്രക്രിയയിൽ ഫ്ളക്സായി ബോറാക്സ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഔഷധ സോപ്പുകളുണ്ടാക്കാനും പോറലുണ്ടാകാത്ത കറപിടിക്കാത്ത താപത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്ന മിനുസപ്രതലമുള്ള കളിമൺ വസ്തുക്കളുണ്ടാക്കാനും ബോറാക്സ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഓർത്തോ ബോറിക് അമ്ലത്തിന്റെ ജലീയ ലായനി അണുനാശിനി ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഉയർന്ന ടെൻസയിൽ ശക്തിയുള്ള വെള്ളിനിറമുള്ള ലോഹമാണ് അലുമിനിയം. ഇതിന് ഉയർന്ന വിദ്യുത്ചാലകതയും താപചാലകതയും ഉണ്ട്. ഭാരതുലനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കോപ്പറിന്റെ ഇരട്ടി വിദ്യുത്ചാലകതയാണ് അലുമിനിയത്തിനുള്ളത്. വ്യവസായത്തിലും നിത്യജീവിതത്തിലും അലുമിനിയം വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. Cu, Mn, Mg, Si, Zn എന്നിവയുമായി അലുമിനിയം ലോഹസങ്കരങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. അലുമിനിയത്തിനും അവയുടെ സങ്കരങ്ങൾക്കും പൈപ്പ്, ട്യൂബുകൾ, ദണ്ഡുകൾ, വയറുകൾ, തകിടുകൾ, നേർത്തപാളികൾ എന്നീ രൂപങ്ങൾ കൊടുക്കാൻ കഴിയുന്നതുകൊണ്ട് ഉപകരണങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതിനും പൊതിയുന്നതിനും നിർമാണവ്യവസായത്തിലും വിമാന വ്യവസായത്തിലും ഗതാഗത വ്യവസായത്തിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു. അലുമിനിയത്തിന്റെയും സംയുക്തങ്ങളുടെയും വിഷമയ സ്വഭാവം കാരണം അവയുടെ ഗാർഹിക ഉപയോഗം ഗണ്യമായി കുറച്ചിട്ടുണ്ട്.

11.5 14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങൾ: കാർബൺ കുടുംബം

കാർബൺ (C), സിലിക്കൺ (Si), ജെർമേനിയം (Ge), ടിൻ (Sn), ലെഡ് (Pb), ഫ്ളെറോവിയം (Fl) എന്നിവയാണ് 14-ാം ഗ്രൂപ്പിലെ അംഗങ്ങൾ. ഭൂവൽക്കത്തിലെ മൂലകങ്ങളുടെ സമൃദ്ധിയിൽ 17-ാം സ്ഥാനമാണ് കാർബണിന്. പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്ര രൂപത്തിലും സംയോജിത അവസ്ഥയിലും ഇത് കാണപ്പെടുന്നു. കൽക്കരി, ഗ്രാഫൈറ്റ്, വജ്രം എന്നീ രൂപങ്ങളിൽ മൂലകാവസ്ഥയിലും ലോഹകാർബണേറ്റുകൾ, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, വായുവിൽ 0.03% കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകം എന്നീ സംയോജിതാവസ്ഥകളിലും കാർബൺ കാണപ്പെടുന്നു. ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും ബഹുമുഖമായ ഉപയോഗങ്ങളുള്ള മൂലകമാണ് കാർബൺ എന്ന് ഉറപ്പിച്ച് പറയാം. മറ്റ് മൂലകങ്ങളായ ഡൈഹൈഡ്രജൻ, ഡൈ ഓക്സിജൻ, ക്ലോറിൻ, സൾഫർ എന്നിവയുമായി സംയോജിച്ച് ജീവനുള്ള കോശജാലിക മുതൽ മരുന്നുകൾ പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ വരെയുള്ള വിസ്മയകരമായ പദാർഥങ്ങൾ കാർബൺ രൂപീകരിക്കുന്നു. കാർബണിക രസതന്ത്രം കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളെക്കുറിച്ച് പ്രതിപാദിക്കുന്നു. എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടെയും ഒരു അടിസ്ഥാന ഘടകമാണ് കാർബൺ. പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന കാർബണിന് ^{12}C, ^{13}C എന്നീ സ്ഥിരതയുള്ള രണ്ട് ഐസോടോപ്പുകൾ ഉണ്ട്. ഇവ കൂടാതെ ^{14}C എന്ന മൂന്നാമതൊരു സമസ്ഥാനികം (ഐസോടോപ്പ്) കൂടി കാർബണിനുണ്ട്. 5770 വർഷം അർധായുസ് ഉള്ള റേഡിയോ ആക്ടീവതയുള്ള സമസ്ഥാനികമാണിത്. റേഡിയോ കാർബൺ ഡേറ്റിങ്ങിന് ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്നു. സിലിക്കാരൂപത്തിലും സിലി

പട്ടിക 11.3 14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ അറ്റോമികവും, ഭൗതികവുമായ സവിശേഷതകൾ

സവിശേഷത		മൂലകം				
		കാർബൺ C	സിലിക്കൺ Si	ജെർമേനിയം Ge	ടിൻ Sn	ലെഡ് Pb
അറ്റോമികനമ്പർ		6	14	32	50	82
അറ്റോമികഭാരം ($g\ mol^{-1}$)		12.01	28.09	72.60	118.71	207.2
ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം		$[He]2s^2 2p^2$	$[Ne]3s^2 3p^2$	$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^2$	$[Kr]4d^{10}5s^2 5p^2$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2 6p^2$
സഹസംയോജകആരം/pm[a]		77	118	122	140	146
അയോണിക ആരം M^{4+}/pm[b]		–	40	53	69	78
അയോണിക ആരം M^{2+}/pm[b]		–	–	73	118	119
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി/ $kJ\ mol^{-1}$	$\Delta_i H_1$	1086	786	761	708	715
	$\Delta_i H_2$	2352	1577	1537	1411	1450
	$\Delta_i H_3$	4620	3228	3300	2942	3081
	$\Delta_i H_4$	6220	4354	4409	3929	4082
ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റിവിറ്റി[c]		2.5	1.8	1.8	1.8	1.9
സാന്ദ്രത[d]/$g\ cm^{-3}$		3.51[e]	2.34	5.32	7.26[f]	11.34
ദ്രവണാങ്കം/K		4373	1693	1218	505	600
തിളനില/K		–	3550	3123	2896	2024
ഇലക്ട്രിക്കൽ റെസിസ്റ്റിവിറ്റി/ ഓം സെ.മീ (293 K)		10^{11}–10^{16}	50	50	10^{-5}	2×10^{-5}

[a] M^{IV} ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക്; [b] 6–ഏകോപനസംഖ്യ; [c] പോളിങ് സ്കെയിൽ; [d] 293 K; [e] വജ്രത്തിന്റേത്; ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ സാന്ദ്രത 2.22 ആണ്; [f] β-രൂപം (സാധാരണ താപനിലയിൽ സ്ഥിരതയുള്ളത്)

ക്കേറ്റ് രൂപത്തിലും കാണപ്പെടുന്ന സിലിക്കൺ ഭൂവൽക്കത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ ലഭ്യതയിൽ (27.7 % മാസിൽ) രണ്ടാം സ്ഥാനത്താണ്. സിമന്റ്, ഗ്ലാസ്, സെറാമിക്കുകൾ എന്നിവയുടെ ഒരു പ്രധാന ഘടകമാണ് സിലിക്കൺ. അൽപാംശമായി മാത്രമേ ജെർമേനിയം കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. കാസിറ്ററൈറ്റ് (SnO_2) ആയി ടിന്നും ഗലീനയായി (PbS) ലെഡും കാണപ്പെടുന്നു.

കൃത്രിമമായി നിർമിച്ച റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകമാണ് ഫ്ളെറോവിയം. അത്യധികം ശുദ്ധമായ ജെർമേനിയവും സിലിക്കണും ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും അർധചാലക ഉപകരണങ്ങളും നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഫ്ളെറോവിയത്തിന്റെ പ്രതീകം Fl എന്നാണ്. അതിന്റെ അറ്റോമിക നമ്പർ 114 ഉം അറ്റോമികഭാരം 289 ഗ്രാം/മോളും ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^2 7p^2$. ഉം ആണ്. ഇത് വളരെക്കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രമേ ഉത്പാദിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളൂ. അർധായുസ്സ് വളരെക്കുറവായതിനാൽ ഇതിന്റെ രസതന്ത്രം കൂടുതലായി മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. 14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളിൽ ഫ്ളെറോവിയം ഒഴികെയുള്ളവയുടെ പ്രധാന ഭൗതികവും അറ്റോമികവും ആയ സവിശേഷതകളും ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസവും പട്ടിക 11.3 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ചില അറ്റോമികവും ഭൗതികവും രാസികവുമായ സവിശേഷതകൾ ചുവടെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

11.5.1 ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം

14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമ ഷെൽ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം ns^2np^2 എന്നതാണ്. ഈ ഗ്രൂപ്പിലെ മൂലകങ്ങളിലെ അന്തർഭാഗ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

11.5.2 സഹസംയോജക ആരം

C മുതൽ Si, വരെ സഹസംയോജക ആരത്തിൽ ഗണ്യമായ വർധനവുണ്ട്, അതിനുശേഷം Si മുതൽ Pb വരെ കുറഞ്ഞ വർധനവ് മാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. ഭാരമേറിയ അംഗങ്ങളിലുള്ള പൂർണമായും നിറഞ്ഞ d , f ഓർബിറ്റലുകളുടെ സാന്നിധ്യമാണ് ഇതിന് കാരണം.

11.5.3 അയോണീകരണ എൻഥാൽപി

14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ ഒന്നാം അയോണീകരണ എൻഥാൽപി 13-ാം ഗ്രൂപ്പ് അംഗങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. ആന്തര ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സ്വാധീനം ഇവിടെയും പ്രകടമാണ്. പൊതുവെ അയോണീകരണ എൻഥാൽപി ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്ക് പോകുന്തോറും കുറയുന്നു. Si മുതൽ Sn വരെ $\Delta_i H$ ചെറുതായി കുറയുന്നതും Sn മുതൽ Pb വരെ ചെറിയ അളവിൽ $\Delta_i H$ കൂടുന്നതും ഇടയ്ക്കുള്ള d, f ഓർബിറ്റലുകളുടെ ദുർബല ഷീൽഡിങ്ങ് പ്രഭാവത്തിന്റെയും ആറ്റത്തിന്റെ വലിപ്പ വർധനവിന്റെയും അനന്തരഫലമാണ്.

11.5.4 വിദ്യുത് ഋണത

ഈ ഗ്രൂപ്പിലെ മൂലകങ്ങളുടെ വലിപ്പക്കുറവു കാരണം 13-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളേക്കാൾ സ്വൽപം കൂടുതൽ വിദ്യുത് ഋണത ഇവയ്ക്കുണ്ട്. Si മുതൽ Pb വരെയുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഇലക്ട്രോൺ ഋണതയുടെ വില ഏകദേശം തുല്യമാണ്.

11.5.5 ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ

14-ാം ഗ്രൂപ്പിലെ എല്ലാ അംഗങ്ങളും ഖരങ്ങളാണ്. കാർബണും സിലിക്കണും അലോഹങ്ങളും ജെർമേനിയം ഉപലോഹവും അതേസമയം ടിന്നും ലെഡും ദ്രവണാങ്കം കുറഞ്ഞ മൃദുലോഹങ്ങളുമാണ്. 14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയും 13-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളേക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാണ്.

11.5.6 രാസഗുണങ്ങൾ

ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളും രാസക്രിയാശീലതാപ്രവണതകളും

14-ാം ഗ്രൂപ്പ് മൂലകങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമ ഷെല്ലിൽ നാല് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ട്. +4 , +2 എന്നിവയാണ് ഈ മൂലകങ്ങൾ സാധാരണ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ. കാർബൺ നെഗറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും കാണിക്കുന്നുണ്ട്. ആദ്യ നാല് അയോണീകരണ എൻഥാൽപികളുടെ തുക വളരെ കൂടുതലായതിനാൽ +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ സഹസംയോജകമാണ്. ഭാരം കൂടിയ അംഗങ്ങളിൽ Ge<Sn<Pb എന്നീ ക്രമത്തിൽ +2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ പ്രകടിപ്പിക്കാനുള്ള പ്രവണത വർധിക്കുന്നു. ബാഹ്യതമ ഷെല്ലിലെ ns^2 ഇലക്ട്രോണുകളുടെ രാസബന്ധനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്നതിനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയാണ് ഇതിന് കാരണം. ഈ രണ്ട് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളുടെയും ആപേക്ഷിക സ്ഥിരത ഗ്രൂപ്പിൽ താഴോട്ട് പോകുന്തോറും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. കാർബണും സിലിക്കണും മിക്കവാറും +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. +4 അവസ്ഥയിൽ ജെർമേനിയം സ്ഥിരതയുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നു, എന്നാൽ +2 അവസ്ഥയിൽ വളരെക്കുറച്ച് സംയുക്തങ്ങൾ മാത്രമേ ഉള്ളൂ. ടിൻ രണ്ട് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലും സംയുക്തങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. (2+ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ Sn നിരോക്സീകാരിയാണ്.) +2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ലെഡ് സംയുക്തങ്ങൾ സ്ഥിരതയുള്ളതും +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ ശക്തിയേറിയ ഓക്സീകാരിയുമാണ്. ചതുർ സംയോജകതാവസ്ഥയിൽ ഒരു തന്മാത്രയിൽ കേന്ദ്ര ആറ്റത്തിന് ചുറ്റും 8 ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ട്. (ഉദാ: CCl_4 ലെ കാർബൺ) ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത (*electron precise*) തന്മാത്രകളായതിനാൽ അവ ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകാരിയോ ഇല

ക്ട്രോൺ ദാതാവോ ആയിരിക്കുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നില്ല. കാർബണിന് സംയോജകത 4 നേക്കാൾ കൂടുതലാക്കാൻ കഴിയുന്നില്ലെങ്കിലും മറ്റുള്ളവയ്ക്ക് അതിന് സാധിക്കും. *d* ഓർബിറ്റലുകളുടെ സാന്നിധ്യമാണ് ഇതിന് കാരണം. ഇക്കാരണത്താൽ അവയുടെ ഹാലൈഡുകൾ ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാവുകയും ദാതാക്കളിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോൺ ജോടികൾ സ്വീകരിച്ച് സങ്കുലങ്ങൾ രൂപീകരിക്കാനുള്ള പ്രവണത കാണിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉദാഹരണമായി SiF_6^{2-}, $[GeCl_6]^{2-}$, $[Sn(OH)_6]^{2-}$ എന്നീ ഉപവർഗങ്ങൾ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട്, അവയിലെ കേന്ദ്ര ആറ്റത്തിന്റെ സങ്കരണം sp^3d^2.

(i) ഓക്സിജനുമായുള്ള ക്രിയാശീലത

ഓക്സിജനിൽ ചൂടാക്കിയാൽ ഇവയെല്ലാം ഓക്സൈഡുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. അവയ്ക്ക് യഥാക്രമം MO, MO_2 എന്നീ സൂത്രവാക്യങ്ങളുള്ള മോണോക്സൈഡ്, ഡൈയോക്സൈഡ് എന്നീ പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ടുതരം ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ട്. SiO ഉയർന്ന താപനിലയിൽ മാത്രം കാണപ്പെടുന്നു. ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഓക്സൈഡുകൾ സാധാരണയായി താഴ്ന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ളതിനേക്കാൾ അമ്ലതയുള്ളവയാണ്. CO_2, SiO_2, GeO_2 ഇവ അമ്ലീയവും അതേസമയം SnO_2, PbO_2 എന്നിവ ഉഭയധർമിയുമാണ്. മോണോക്സൈഡുകളിൽ CO ഉദാസീനവും GeO അമ്ലീയവും SnO, PbO എന്നിവ ഉഭയധർമിയുമാണ്.

പ്രശ്നം 11.5

14-ാം ഗ്രൂപ്പ് അംഗങ്ങളിൽ നിന്നും തിരഞ്ഞെടുക്കുക.

(i) ഏറ്റവും കൂടിയ അമ്ലതയുള്ള ഡയോക്സൈഡ് രൂപീകരിക്കുന്നത്.

(ii) സാധാരണയായി +2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നത്.

(iii) അർധചാലകമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്.

Solution

(i) കാർബൺ (ii) ലെഡ്

(iii) സിലിക്കൺ, ജെർമേനിയം

(ii) ജലവുമായുള്ള ക്രിയാശീലത

കാർബൺ, സിലിക്കൺ, ജെർമേനിയം എന്നിവ ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. ടിൻ നീരാവിയെ വിഘടിപ്പിച്ച് ഡൈയോക്സൈഡും ഡൈഹൈഡ്രജനും രൂപീകരിക്കുന്നു.

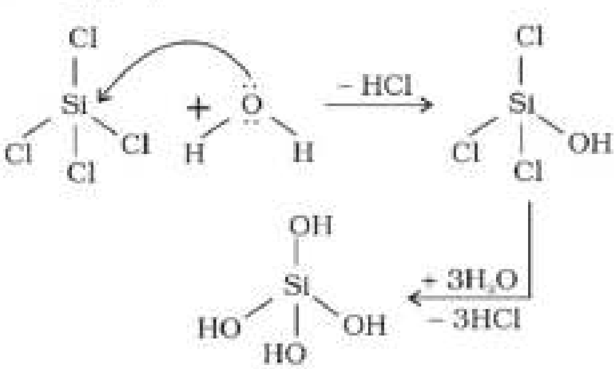
$$Sn + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} SnO_2 + 2H_2$$

സംരക്ഷണ ഓക്സൈഡ് പാളി രൂപീകരിക്കുന്നതിനാൽ ലെഡുമായി ജലം പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല.

(iii) ഹാലൊജനുമായുള്ള ക്രിയാശീലത

MX_2, MX_4 എന്നീ സൂത്രവാക്യമുള്ള ഹാലൈഡുകൾ (ഇവിടെ X = F, Cl, Br, I) രൂപീകരിക്കാൻ ഈ മൂലകങ്ങൾക്ക് കഴിയും. കാർബൺ ഒഴികെ മറ്റെല്ലാ അംഗങ്ങളും അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഹാലൊജനുമായി നേരിട്ട് പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ഹാലൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. MX_4 സംയുക്തങ്ങൾ കൂടുതലും സഹസംയോജകങ്ങളാണ്. ഈ ഹാലൈഡുകളിലെ കേന്ദ്ര ആറ്റം sp^3 സങ്കരണത്തിന് വിധേയമാവുകയും തന്മാത്രയ്ക്ക് ചതുർകം രൂപവുമാണുള്ളത്. SnF_4, PbF_4 എന്നിവ ഇതിന് അപവാദവും അയോണിക സ്വഭാവവുമുള്ളതാണ്. PbI_4 നിലനിൽക്കുന്നില്ല. ഇതിനു കാരണം താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ആദ്യം ഉണ്ടാകുന്ന Pb—I ബന്ധനത്തിന് $6s^2$ ഇലക്ട്രോൺ ജോഡിയെ ഒറ്റതിരിച്ച് ലെഡ് ആറ്റത്തിന് നാല് അയുഗ്മിത ഇലക്ട്രോണുകൾ നിലനിൽക്കത്തക്ക രീതിയിലേക്ക് ഉത്തേജിപ്പിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഊർജം ഉൽസർജിക്കാൻ സാധിക്കുന്നില്ല. ഭാരം കൂടിയ അംഗങ്ങളായ Ge മുതൽ Pb വരെയുള്ളവയ്ക്ക് MX_2 സൂത്രവാക്യമുള്ള ഹാലൈഡുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. ഡൈഹാലൈഡുകളുടെ സ്ഥിരത ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്ക് കൂടിവരുന്നു. താപീയസ്ഥിരതയും രാസസ്ഥിരതയും പരിഗണിച്ചാൽ GeX_4, GeX_2 വിനേക്കാൾ സ്ഥിരതയുള്ളതും അതേസമയം PbX_2, PbX_4 നേക്കാൾ സ്ഥിരതയുള്ളതുമാണ്. CCl_4 ഒഴികെ മറ്റെല്ലാ ടെട്രാ ക്ലോറൈഡുകളും ജലവുമായി സുഗമമായി ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. കേന്ദ്ര ആറ്റത്തിലെ *d* ഓർബിറ്റലിന് ജലത്തിലെ ഓക്സിജനിൽ നിന്നും ഏകാന്ത ജോടി ഇലക്ട്രോണിനെ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയുന്നതിനാലാണ് ഇത് സാധ്യമാകുന്നത്.

$SiCl_4$ ഉദാഹരണമായെടുത്ത് ജലവിശ്ലേഷണം മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. സിലിക്കണിലെ *d* ഓർബിറ്റൽ ജലത്തിൽ നിന്നും ഏകാന്ത ജോടികളെ സ്വീകരിച്ച് $Si(OH)_4$ ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രകാരം രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നു.



സിലിസിക് ആസിഡ്

പ്രശ്നം 11.6

$[SiF_6]^{2-}$ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട് എന്നാൽ $[SiCl_6]^{2-}$ കാണപ്പെടുന്നില്ല. സാധ്യമായ കാരണങ്ങൾ നൽകുക.

ഉത്തരം

മുഖ്യ കാരണങ്ങൾ:

(i) Si^{4+} ന്റെ വലിപ്പ പരിമിതി കാരണം ആറ് വലിയ ക്ലോറൈഡ് അയോണുകളെ അതിന് ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയുന്നില്ല.

(ii) ക്ലോറൈഡ് അയോണിലെ ഏകാന്തജോടിയും Si^{4+} അയോണും തമ്മിലുള്ള പാരസ്പര്യം വളരെ ശക്തമായതല്ല.

11.6 കാർബണിന്റെ അസാധാരണ സവിശേഷതകളും പ്രധാന പ്രവണതകളും

മറ്റ് ഗ്രൂപ്പുകളിലെ ഒന്നാം അംഗത്തെപ്പോലെ കാർബണും ഗ്രൂപ്പിലെ മറ്റ് അംഗങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്നു. d - ഓർബിറ്റലുകളുടെ ലഭ്യതയില്ലായ്മ, ഉയർന്ന അയോണീകരണ എൻഥാൽപി, ഉയർന്ന വിദ്യുത്ഋണത, വലിപ്പക്കുറവ് എന്നിവയാണിതിന് കാരണം.

കാർബണിൽ *s, p* എന്നീ ഓർബിറ്റലുകൾ മാത്രമേ ബന്ധനത്തിനായി ലഭിക്കുന്നുള്ളൂ എന്നതിനാൽ നാല് ഇലക്ട്രോൺ ജോടികളെ മാത്രമേ അതിനു ചുറ്റും ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയൂ. ഇത് കാർബണിന്റെ സംയോജകത നാലായി പരിമിതപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. അതേസമയം മറ്റ് അംഗങ്ങൾക്ക് d - ഓർബിറ്റലുകളുള്ളതിനാൽ സംയോജകത ഉയർത്താൻ കഴിയും.

വലിപ്പക്കുറവുള്ളതും വിദ്യുത് ഋണത കൂടിയതുമായ ആറ്റങ്ങളുമായും സ്വയവും $p\pi - p\pi$ ബഹുബന്ധനങ്ങൾ രൂപീകരിക്കാനുള്ള അനന്യമായ കഴിവ് കാർബണിനുണ്ട്. C=C, C ≡ C, C=O, C = S, C ≡ N, ഇവ ബഹുബന്ധനത്തിന് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഓർബിറ്റലുകളുടെ വലിപ്പം വളരെ കൂടിയതിനാലും വ്യാപിച്ചിരുന്നതിനാലും ഫലപ്രദമായ അതിവ്യാപനം നടക്കാൻ സാധ്യതയില്ലാത്തതിനാൽ ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾ $p\pi - p\pi$ ബന്ധനം രൂപീകരിക്കുന്നില്ല.

സഹസംയോജക ബന്ധനം വഴി ആറ്റങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധിച്ച് ശൃംഖലകളും വളയങ്ങളും രൂപീകരിക്കാനുള്ള പ്രവണത കാർബണിനുണ്ട്. ഈ സ്വഭാവത്തെ കാറ്റിനേഷൻ (catenation) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. C—C ബന്ധനം വളരെ പ്രബലമായതിനാലാണ് ഇതു സംഭവിക്കുന്നത്. ഗ്രൂപ്പിൽ ചുവടേക്ക് പോകുന്തോറും വലിപ്പം കൂടുന്നതിനാലും വിദ്യുത് ഋണത കുറയുന്നതിനാലും ശൃംഖലനത്തിനുള്ള പ്രവണത കുറയുന്നു. അവയുടെ ബന്ധന എൻഥാൽപി വിലയിൽ നിന്ന് ഇത് വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. C >> Si > Ge ≈ Sn എന്നതാണ് ശൃംഖലനത്തിന്റെ ക്രമം. ലെഡ് ശൃംഖലനം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നില്ല.

വിന്യാസം	ബന്ധന എൻഥാൽപി/ $kJ\ mol^{-1}$
C—C	348
Si—Si	297
Ge—Ge	260
Sn—Sn	240

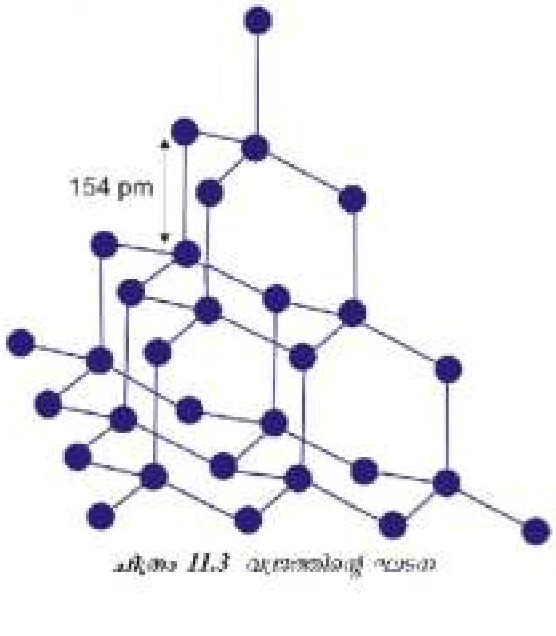
ശൃംഖലനം, $p\pi - p\pi$ ബന്ധന രൂപീകരണം എന്നീ സവിശേഷതകൾ കാരണം കാർബണിന് രൂപാന്തരങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്.

11.7 കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങൾ

പരൽ രൂപത്തിലും അമോർഫസ് രൂപത്തിലുമുള്ള നിരവധി രൂപാന്തരങ്ങൾ കാർബണിനുണ്ട്. വജ്രവും (diamond) ഗ്രാഫൈറ്റും കാർബണിന്റെ അറിയപ്പെടുന്ന രണ്ട് പരൽ രൂപങ്ങളാണ്. എച്ച്.ഡബ്ല്യു. ക്രോട്ടോ, ഇ. സ്മാളി, ആർ.എഫ്. കേൾ എന്നിവർ 1985 ൽ കാർബണിന്റെ മൂന്നാമതൊരു രൂപമായ ഫുള്ളറീൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന് 1996 ൽ അവർക്ക് നോബൽ സമ്മാനം നൽകുകയുണ്ടായി.

11.7.1 വജ്രം

ഇതിന് പരൽ ജാലികയാണുള്ളത്. വജ്രത്തിന്റെ ഓരോ കാർബണും Sp^2 സങ്കരണത്തിന് വിധേയമായി ചതുർക്കരീതിയിൽ മറ്റ് നാല് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകളുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. C–C ബന്ധന ദൈർഘ്യം 154 pm ആണ്. കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെഅയവില്ലാത്ത ത്രിമാന ശൃംഖലാ രൂപത്തിൽ അതിന്റെ ഘടന വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഘടനയിൽ (ചിത്രം - 11.3) ജാലികയിലാകമാനം ദിശാകേന്ദ്രീകൃത സഹസംയോജക ബന്ധനങ്ങളാണുള്ളത്.



ചിത്രം 11.3 വജ്രത്തിന്റെ ഘടന

വ്യാപകമായ സഹസംയോജക ബന്ധനത്തെ വിഘടിപ്പിക്കുക ദുഷ്കരമായതിനാൽ ഭൂമിയിലെ ഏറ്റവും കാഠിന്യമേറിയ വസ്തുവാണ് വജ്രം. കാഠിന്യമുള്ള ഉപകരണങ്ങളുടെ മൂർച്ച കൂട്ടാനുള്ള ഉരകല്ലായും അച്ചുകളുണ്ടാക്കുന്നതിനും വൈദ്യുത ബൾബുകൾക്കാവശ്യമായ ടങ്സ്റ്റൺ ഫിലമെന്റ് വ്യാപകമായി നിർമിക്കുന്നതിനും വജ്രം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പ്രശ്നം 11.7

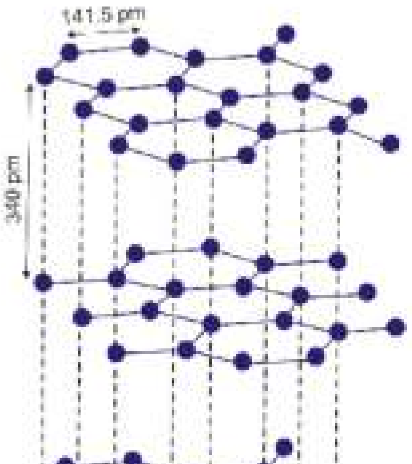
വജ്രം സംയോജകമാണെങ്കിലും അതിന് ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കമാണുള്ളത്. എന്തുകൊണ്ട്?

ഉത്തരം

ശക്തിയേറിയ C—C ബന്ധനങ്ങളുൾപ്പെടെ ത്രിമാന ശൃംഖലാ ഘടനയിലെ ബന്ധനങ്ങളെ വിഘടിപ്പിക്കുവാൻ പ്രയാസകരമായതിനാൽ വജ്രത്തിന് ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കമാണുള്ളത്.

11.7.2 ഗ്രാഫൈറ്റ്

ഗ്രാഫൈറ്റിന് പാളീഘടനയാണുള്ളത്. വാൻ ഡെർവാൾ ബലം മുഖേനയാണ് പാളികളെ പരസ്പരം പിടിച്ച് നിർത്തിയിരിക്കുന്നത്. പാളികൾ തമ്മിൽ 340pm അകലമുണ്ട്. ഓരോ പാളികളും രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ സമതലീയ ഷഡ്ഭുജ വലയങ്ങളാലാണ്. പാളികളിൽ C—C ബന്ധദൈർഘ്യം 141.5 pm ആകുന്നു. ഷഡ്ഭുജ വലയങ്ങളിലെ ഓരോ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും sp^2 സങ്കരണത്തിന് വിധേയമായി തൊട്ടടുത്ത മൂന്ന് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി മൂന്ന് സിഗ്മാ ബന്ധനങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. നാലാമത്തെ ഇലക്ട്രോൺ ഒരു പൈ (π) ബന്ധനം രൂപീകരിക്കുന്നു.

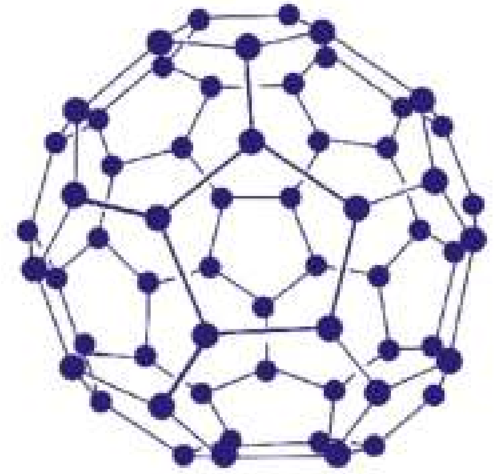


ചിത്രം 11.4 ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ ഘടന

മുഴുവൻ പ്രതലത്തിലും ഇലക്ട്രോണുകൾ വികേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണുകൾ ചലനാത്മകവും അതിനാൽത്തന്നെ പാളിയിലൂടെ വൈദ്യുതിയെ കടത്തിവിടുകയും ചെയ്യുന്നു. പാളികൾക്കിടയിലൂടെ സുഗമമായി വേർപെടുന്നതിനാൽ ഇത് വളരെ മൃദുവും സ്നിഗ്ദ്ധവുമാണ്. ഇക്കാരണത്താൽ, എണ്ണ സ്നേഹകമായി ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയാത്ത ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളിൽ ഖരരൂപത്തിലുള്ള സ്നേഹകമായി ഗ്രാഫൈറ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

11.7.3 ഫുള്ളറീനുകൾ

ഹീലിയം, ആർഗൺ തുടങ്ങിയ അലസവാതങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വൈദ്യുത സ്ഫുലിംഗത്തിൽ ഗ്രാഫൈറ്റ് ചൂടാക്കി ഫുള്ളറീനുകൾ നിർമിക്കുന്നു. ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെട്ട ചെറിയ C^n തൻമാത്രകൾ സാന്ദ്രീകരിച്ചുണ്ടായ കരിയായ വസ്തുവിൽ പ്രധാനമായും C_{60} കുറഞ്ഞ തോതിൽ C_{70} യും അൽപാംശമായി 350 വരെയും അതിന് മുകളിലും ഇരട്ട സംഖ്യയിൽ കാർബൺ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഫുള്ളറീനുകൾ ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. നിർവിഘ്നമായ ഘടനയുള്ളതിനാലും കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ശുദ്ധമായത് ഫുള്ളറീനുകൾ ആണ്. ഫുള്ളറീൻ 'കൂട്' പോലെയുള്ള തന്മാത്രകൾ ആണ്. C_{60} തന്മാത്രയ്ക്ക് സോക്കർ പന്തിന്റെ ആകൃതിയാണുള്ളത്. അതിനെ **ബക്ക്മിൻസ്റ്റർ ഫുള്ളറീൻ** (Buckminster Fullerene) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. (ചിത്രം 11.5).



ചിത്രം 11.5 C_{60} ബക്ക്മിൻസ്റ്റർ ഫുള്ളറീന്റെ ഘടന: തന്മാത്രയ്ക്ക് സോക്കർ പന്തിന്റെ (ഫുട്ബോൾ) ആകൃതിയാണെന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക.

ഇതിൽ ഇരുപത് ആറ് അംഗവലയങ്ങളും പന്ത്രണ്ട് അഞ്ചംഗ വലയങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ഒരു ആറംഗ വലയം ആറംഗ വലയങ്ങളുമായോ അഞ്ചംഗ വലയങ്ങളുമായോ സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ അഞ്ചംഗ

വലയത്തിന് ആറംഗ വലയവുമായി മാത്രമേ സംയോജിക്കാൻ കഴിയൂ. എല്ലാ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും തുല്യവും sp^2 സങ്കരണത്തിന് വിധേയമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റവും മറ്റ് മൂന്ന് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി മൂന്ന് സിഗ്മ ബന്ധനം രൂപീകരിക്കുന്നു. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും അവശേഷിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോൺ തന്മാത്രാ കക്ഷീയങ്ങളിൽ (Molecular Orbitals) വികേന്ദ്രീകരിച്ച് തന്മാത്രയ്ക്ക് അരോമാറ്റിക സ്വഭാവം നൽകുന്നു. പന്തിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ള തന്മാത്രയുടെ 60 അഗ്രങ്ങളിലും C-C ബന്ധന ദൈർഘ്യം യഥാക്രമം 143.5pm ഉം 138.3p ഉള്ള ഏകബന്ധനവും ദ്വിബന്ധനവും അടങ്ങിയ ഓരോ കാർബൺ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഫുള്ളറീനുകളെ ബക്കി പന്തുകൾ *(bucky balls)* എന്നും വിളിക്കപ്പെടുന്നു.

താപഗതികമായി ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ള കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരമാണ് ഗ്രാഫൈറ്റ് അതിനാൽ പൂജ്യം എന്ന വിലയാണ് ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ $\Delta_f H^\ominus$ യ്ക്ക് നൽകിയിരിക്കുന്നത്. വജ്രം, ഫുള്ളറീൻ, (C_{60}) ഇവയുടെ $\Delta_f H^\ominus$ യഥാക്രമം $1.90 kJ mol^{-1}$ ഉം $38.1 mol^{-1}$, ഉം ആണ്.

കാർബൺ മൂലകത്തിന്റെ വിവിധ രൂപങ്ങളായ കാർബൺ ബ്ലാക്ക്, കോക്ക് (coke), ചാർക്കോൾ എന്നിവയെല്ലാം ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെയോ ഫുള്ളറീനിന്റെയോ ശുദ്ധമല്ലാത്ത രൂപങ്ങളാണ്. പരിമിതമായ വായുവിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ കത്തിക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ബ്ലാക്ക് ലഭിക്കുന്നു. മരമോ കൽക്കരിയോ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വായുവിന്റെ അസാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ യഥാക്രമം ചാർക്കോളും കോക്കും ലഭിക്കുന്നു.

11.7.4 കാർബണിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

പ്ലാസ്റ്റിക് വസ്തുക്കളിൽ ഗ്രാഫൈറ്റ് നാരുകൾ ആഴ്ത്തിയിറക്കിയാൽ ഉറപ്പുകൂടിയ ഭാരം കുറഞ്ഞ മിശ്രിത വസ്തു (composite) രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഈ മിശ്രിതവസ്തുക്കൾ ടെന്നിസ് ബാറ്റുകൾ, മത്സ്യബന്ധനത്തിനുള്ള ദണ്ഡുകൾ, വിമാനങ്ങൾ, ചെറുവള്ളങ്ങൾ ഇവയുടെ നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നു. നല്ല ഒരു ചാലകമായതിനാൽ ഗ്രാഫൈറ്റ് ബാറ്ററിയിലെ ഇലക്ട്രോഡായും വ്യാവസായിക വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഗ്രാഫൈറ്റുകൊണ്ട് നിർമിക്കുന്ന ക്രൂസിബിളുകൾ (crucibles) നേർപ്പിച്ച അമ്ലങ്ങളുമായും ക്ഷാരങ്ങളുമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. നിരവധി രന്ധ്രങ്ങളുള്ളതിനാൽ ഉത്തേജിതകരി (activated charcoal) വിഷമയ വാതകങ്ങളെ അധിശോഷണം ചെയ്യാനും ജൈവമാലിന്യങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനായി ജല അരിപ്പകളിലും വായു ശുദ്ധീകരണികളിൽ ഗന്ധം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. കറുത്ത മഷിയിലെ കറുത്ത വർണമായും മോട്ടോർവാഹന ടയറുകളിൽ ഇടകലർത്തുന്ന (filter) വസ്തുവായും കരി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ലോഹസംസ്കരണത്തിൽ നിരോക്സീകാരിയായും ഇന്ധനമായും കോക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു. വജ്രം ഒരു അമൂല്യ കല്ലായി ആഭരണനിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കാരറ്റിലാണ് ഇതിന്റെ ഗുണമേന്മ അളക്കുന്നത് (ഒരു കാരറ്റ് 1 കാരറ്റ് = 200 മി.ഗ്രാം).

11.8 കാർബണിന്റെയും സിലിക്കണിന്റെയും ചില പ്രധാന സംയുക്തങ്ങൾ

കാർബണിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ

കാർബണിന്റെ രണ്ട് പ്രധാനപ്പെട്ട ഓക്സൈഡുകളാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡും CO കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും CO_2.

11.8.1 കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്

നിയന്ത്രിത അളവിൽ ഓക്സിജനുമായോ വായുവുമായോ കാർബണിന് നേരിട്ട് ഓക്സീകരണം നടന്ന് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ലഭ്യമാകുന്നു.

$$2C(s) + O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2CO(g)$$

ഫോമിക് അമ്ലത്തെ ഗാഢ സൾഫ്യൂറിക് അമ്ലമുപയോഗിച്ച് 373 K നിർജലീകരണം നടത്തി കുറഞ്ഞ അളവിൽ ശുദ്ധമായ CO നിർമിക്കാം.

$$HCOOH \xrightarrow[\text{conc. } H_2SO_4]{373 K} H_2O + CO$$

ചൂട് കാർബണിന് മുകളിലൂടെ നീരാവി കടത്തിവിട്ട് വ്യാവസായികമായി CO നിർമിക്കാം. ഇങ്ങനെ ഉണ്ടാകുന്ന CO യുടെയും H_2 ന്റെയും മിശ്രിതത്തെ ജലവാതകം (water gas) എന്നും സിന്തസിസ് വാതകം (synthesis gas) എന്നും

$$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{473-1273 K} CO(g) + H_2(g)$$

ജലവാതകം

നീരാവിക്ക് പകരം വായുവാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ CO ന്റെയും N_2 വിന്റെയും ഒരു മിശ്രിതം രൂപപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

$$2C(s) + O_2(g) + 4N_2(g) \xrightarrow{1273 K} 2CO(g) + 4N_2(g)$$

പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം

ജലവാതകവും പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകവും വളരെ പ്രാധാന്യമുള്ള വ്യാവസായിക ഇന്ധനങ്ങളാണ്. ജലവാതകത്തിലും പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകത്തിലും അടങ്ങിയ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് വീണ്ടും ജ്വലനത്തിന് വിധേയമായി താപം ഉൽസർജിച്ച് കൊണ്ട് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡായി മാറുന്നു.

നിറമില്ലാത്തതും മണമില്ലാത്തതും പൊതുവെ അലേയവുമായ വാതകമാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്. ഇത് ശക്തിയേറിയ ഒരു നിരോക്സീകാരിയാണ്. ക്ഷാര ലോഹങ്ങളുടെയും ക്ഷാരീയമൃത്തികാലോഹങ്ങളുടെയും അലുമിനിയത്തിന്റെയും ചില സംക്രമണ മൂലകങ്ങളുടെയും ഓക്സൈഡുകൾ ഒഴിച്ച് മിക്കവാറും എല്ലാ ഓക്സൈഡുകളെയും ഇത് നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. ഓക്സൈഡ് അയിരുകളിൽ നിന്ന് ലോഹം സംസ്കരിച്ചെടുക്കുന്നതിനായി കാർബൺ മോണോക്സൈഡിന്റെ ഈ സവിശേഷത പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \xrightarrow{\Delta} 2Fe(s) + 3CO_2(g)$$

$$ZnO(s) + CO(g) \xrightarrow{\Delta} Zn(s) + CO_2(g)$$

CO തന്മാത്രയിൽ കാർബണിനും ഓക്സിജനും ഇടയിൽ ഒരു സിഗ്മാ ബന്ധനവും രണ്ട് പൈ ബന്ധനവുമുണ്ട്, :C = O: . കാർബണിലെ ഏകാന്തജോഡിയുടെ സാന്നിധ്യത്താൽ CO തന്മാത്ര ഒരു ദാതാവായി പ്രവർത്തിക്കുകയും ചില ലോഹങ്ങളുമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് **ലോഹകാർബണൈലുകൾ** (metal carbonyls) രൂപീകരിക്കുന്നു. **ഹീമോഗ്ലോബിനുമായി ചേർന്ന് സങ്കുലസംയുക്തമുണ്ടാക്കുന്നതാണ്** CO യുടെ വിഷകരഗുണത്തിന്റെ കാരണം. CO ഹീമോഗ്ലോബിൻ സങ്കുലസംയുക്തത്തിന് ഓക്സിജൻ-ഹീമോഗ്ലോബിൻ സങ്കുലസംയുക്തത്തേക്കാൾ 300 മടങ്ങ് സ്ഥിരതയുണ്ട്. ഇതിനാൽ ചുവന്ന രക്താണുക്കളിലുള്ള ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ ഓക്സിജൻ വാഹകശേഷി തടയപ്പെടുകയും അന്തിമമായി മരണം സംഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

11.8.2 കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്

കാർബണോ കാർബൺ അടങ്ങിയ ഇന്ധനങ്ങളോ അധികം വായുവിൽ ജ്വലനം നടത്തി ഇതിനെ നിർമിക്കാം.

$$C(s) + O_2(g) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g)$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

കാൽസ്യം കാർബണേറ്റിനെ നേർപ്പിച്ച HCl മായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് പരീക്ഷണശാലയിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് നിർമിക്കാം.

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് ചൂടാക്കി വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ CO_2 നിർമിക്കാം.

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന് നിറവും ഗന്ധവും ഇല്ല. ഇതിന്റെ ജലത്തിലെ കുറഞ്ഞ ലേയത്വം ഇതിന്റെ ജൈവ-രാസ പ്രാധാന്യവും ഭൗമ-രാസ പ്രാധാന്യവും വർധിപ്പിക്കുന്നു. ജലവുമായി ചേർന്ന് ഇത് ശക്തികുറഞ്ഞ ദ്വിബേസിക അമ്ലമായ കാർബോണിക് അമ്ലം H_2CO_3 രൂപീകരിക്കുന്നു. ഈ അമ്ലം രണ്ട് സ്റ്റെപ്പുകളായി വിഘടിക്കുന്നു.

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^-(aq)$$

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_3O^-(aq)$$

H_2CO_3/HCO_3^- ഉഭയപ്രതിരോധിവ്യൂഹം രക്തത്തിന്റെ pH, 7.26 നും 7.42 നും ഇടയിൽ നിലനിർത്താൻ സഹായിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ അമ്ലസ്വഭാവം നിമിത്തം ആൽക്കലികളുമായി സംയോജിച്ച് ലോഹകാർബണേറ്റുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു.

അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഏകദേശം ~0.03 % വ്യാപ്ത ശതമാനത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് മാറ്റപ്പെടുന്നത് പ്രകാശസംശ്ലേഷണം എന്ന പ്രക്രിയ വഴിയാണ്. ഈ പ്രക്രിയ വഴി ഹരിതസസ്യങ്ങൾ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനെ ഗ്ലൂക്കോസ് പോലുള്ള അന്നജമാക്കി മാറ്റുന്നു. ആകെയുള്ള രാസമാറ്റത്തെ ചുവടെ പ്രതിനിധീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Chlorphyll}]{h\nu} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

ഈ പ്രക്രിയ വഴി സസ്യങ്ങൾ സ്വയം ഭക്ഷണം നിർമിക്കുകയും മൃഗങ്ങൾക്കും മനുഷ്യർക്കും ഇത് ഉപയോഗപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. CO യെപ്പോലെ CO_2 വിഷകാരിയല്ല. അശ്മക ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തുന്നതിലൂടെയായ വർധനവും സിമന്റ് നിർമാണത്തിൽ ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് വിഘടിക്കുന്നതിലൂടെയും സമീപകാലത്തായി അന്തരീക്ഷത്തിൽ CO_2 ന്റെ അളവിലുള്ള വർധനവ് കാണുന്നു. ഇത് ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം കൂടുന്നതിനും ഗുരുതര പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാകത്തക്ക രീതിയിൽ അന്തരീക്ഷതാപം വർധിക്കുന്നതിനും ഇടയാക്കുന്നു.

ദ്രവീകരിച്ച CO_2 പെട്ടെന്ന് വികസിക്കാൻ ഇടയായാൽ ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ് (ഡ്രൈ ഐസ്) ലഭിക്കും. ഐസ്ക്രീമിന്റെയും മറ്റ് ശീതീകരിച്ച ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളുടെയും ശീതീകാരിയായി ഡ്രൈ ഐസ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. പാനീയങ്ങൾ കാർബണേറ്റ് ചെയ്യുന്നതിനും വാതക CO_2 വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഘനമുള്ളതും ജ്വലനവിരോധിയുമായതിനാൽ അഗ്നിശമനികളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. വളരെയധികം CO_2 യൂറിയയുടെ നിർമാണത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

CO_2 തന്മാത്രയിൽ കാർബൺ ആറ്റം sp സങ്കരണത്തിലാണ്. കാർബൺ ആറ്റത്തിന്റെ രണ്ട് sp സങ്കരണ

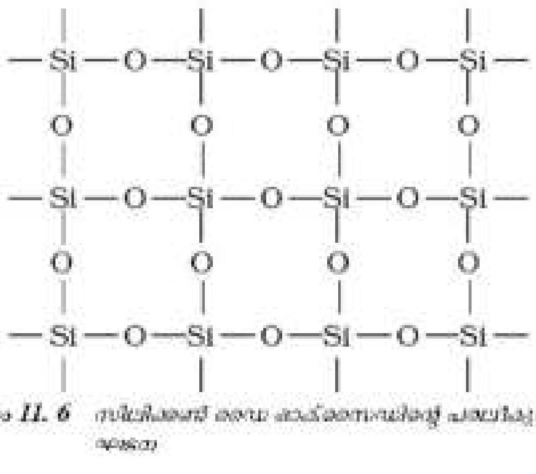
ഓർബിറ്റലുകൾ അതിവ്യാപനം നടന്ന് രണ്ട് സിഗ്മാബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. അതേസമയം തന്നെ കാർബൺ ആറ്റത്തിന്റെ മറ്റ് രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഓക്സിജനാറ്റവുമായി $p\pi - p\pi$ ബന്ധനം രൂപീകരിക്കുന്നു. ഇത് ദ്വിധ്രുവ ആഘൂർണം ഇല്ലാത്ത രേഖീയ രൂപമാകുന്നതിലേക്ക് (രണ്ട് C–O ബന്ധനങ്ങൾക്കും തുല്യ നീളം 115 pm) നയിക്കുന്നു. അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

$$^{-}:\ddot{\underset{..}{O}}-C\equiv O:^{+} \longleftrightarrow :\ddot{O}=C=\ddot{O}: \longleftrightarrow {}^{+}:O\equiv C-\ddot{\underset{..}{O}}:^{-}$$

കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിന്റെ അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ

11.8.3 സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, SiO_2

ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ 95% ഉം സിലിക്കയും സിലിക്കേറ്റുകളാലും നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡിനെയാണ് സിലിക്ക എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഇത് വ്യത്യസ്ത പരലീകൃത രൂപങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. സിലിക്കയുടെ ചില പരലീകൃത രൂപങ്ങളാണ് ക്വാർട്സ്, ക്രിസ്റ്റൊബാലൈറ്റ്, ട്രൈഡയമൈറ്റ് എന്നിവ. ഇവ അനുയോജ്യമായ താപനിലയിൽ പരസ്പരം മാറ്റപ്പെടുന്നു. ഒരു സഹസംയോജക ത്രിമാനശൃംഖലാപദാർഥമാണ് സിലിക്കൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ്. ഇതിൽ സിലിക്കൺ ആറ്റം ചതുഷ്ക്കരീതിയിൽ നാല് ഓക്സിജനാറ്റവുമായി സഹസംയോജകബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 11.6 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഓരോ ഓക്സിജനാറ്റവും രണ്ട് സിലിക്കൺ ആറ്റങ്ങളുമായി സഹസംയോജകബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ ഓരോ മൂലയും മറ്റൊരു ചതുഷ്ക്കവുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒന്നിടവിട്ട് സിലിക്കൺ, ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന എട്ട് ആറ്റങ്ങളുള്ള വലിയ ഒരു പരലീകൃത തന്മാത്രയായിട്ടാണ് ഇതിനെ പരിഗണിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 11. 6 *സിലിക്കൺ ഡൈ ഓക്സൈഡിന്റെ പരലീകൃത ഘടന*

ഉയർന്ന Si—O ബന്ധന എൻഥാൽപിമൂലം സാധാരണ രൂപത്തിൽ ഏറെക്കുറെ രാസപ്രവർത്തനക്ഷമമല്ല. ഉയർന്ന താപനിലയിലും ഇത് ഹാലൊജൻ, ഡൈഹൈഡ്രജൻ, മിക്ക ആസിഡുകളും ലോഹങ്ങൾ എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെയും പ്രതിരോധിക്കുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ഇവ HF, NaOH എന്നിവയുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$SiO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

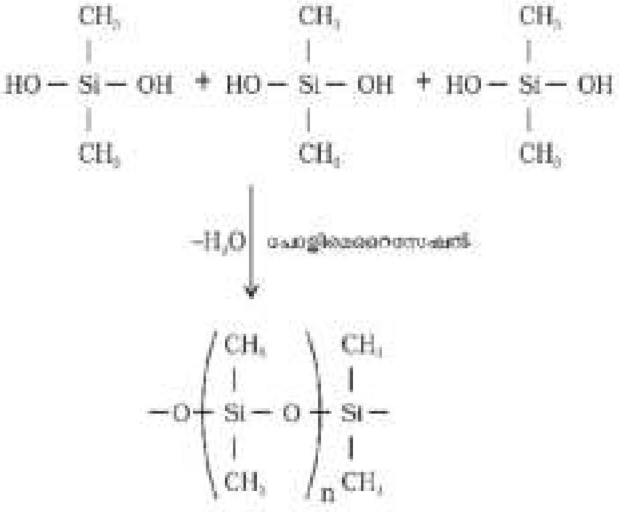
പീസോ ഇലക്ട്രിക് വസ്തുക്കൾ നിർമിക്കുവാൻ ക്വാർട്സ് വളരെയധികം ഉപയോഗിക്കുന്നു, കൂടാതെ വളരെ കൃത്യതയുള്ള ക്ലോക്കുകൾ, ആധുനിക റേഡിയോകൾ, ടെലിവിഷൻ സംപ്രേഷണം മൊബൈൽ റേഡിയോ വാർത്താവിനിമയം എന്നിവയിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു. സിലിക്കാജെല്ലിനെ നിർജലീകാരകമായും വർണലേഖന രീതിയിൽ സംരക്ഷണ പദാർഥമായും ഉൽപ്രേരകമായും ഉപയോഗിക്കുന്നു. സിലിക്കയുടെ ഒരു അക്രിസ്റ്റലീയ രൂപമായ കീസൽഗർ, അരിച്ചുമാറ്റൽ പ്ലാന്റുകളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

11.8.4 സിലിക്കോണുകൾ

ഇവ (R_2SiO) ആവർത്തന യൂണിറ്റുകളായിട്ടുള്ള ഓർഗാനോ സിലിക്കൺ ബഹുലകങ്ങളുടെ ഒരു കൂട്ടമാണ്. സിലിക്കോണുകളുടെ വ്യാവസായിക നിർമാണത്തിൽ ആരംഭവസ്തുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നവയാണ് ആൽക്കയിൽ അഥവാ അറയിൽ അദേശിത സിലിക്കൊൺ ക്ലോറൈഡുകൾ $R_nSiCl_{(4-n)}$. ഇവിടെ R എന്നത് ആൽക്കൈൽ അഥവാ അറൈൽ ഗ്രൂപ്പിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. 573K താപനിലയിൽ കോപ്പർ എന്ന ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ മീഥൈൽ ക്ലോറൈഡ്, സിലിക്കണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് വ്യത്യസ്ത ഇനത്തിലുള്ള മീഥൈൽ ആദേശിതവും $MeSiCl_3$, Me_2SiCl_2, Me_3SiCl, എന്നീ സൂത്രവാക്യങ്ങളോടും കൂടിയ ക്ലോറൊസിലേനുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ചെറിയ അളവിൽ Me_4Si ഉണ്ടാവുന്നു. ഡൈമീഥൈൽ ക്ലോറൊസിലേന്റെ ജലവിഘടനത്തിനെ തുടർന്ന് സാന്ദ്രീകരണ ബഹുലകീകരണത്തിന് വിധേയമായി നേർ ശൃംഖലാബഹുലകങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു.

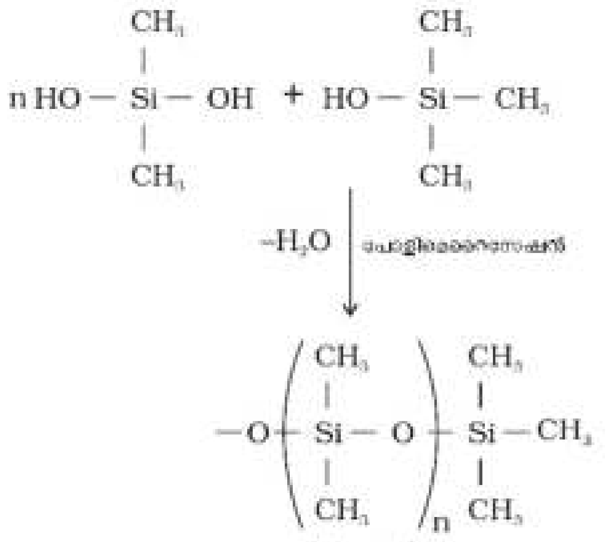
$$2CH_3Cl + Si \xrightarrow[570\ K]{Cu\ \text{ചൂർണ്ണം}} (CH_3)_2SiCl_2$$

$$(CH_3)_2SiCl_2 \xrightarrow[-2HCl]{+2H_2O} (CH_3)_2Si(OH)_2$$



സിലിക്കോൺ

ഒരു ബഹുലകശൃംഖലയുടെ നീളം നിയന്ത്രിക്കുന്നത് $(CH_3)_3SiCl_4$ യൂണിറ്റുകളെ കൂട്ടിച്ചേർത്താണ്. ഇത് ശൃംഖലയുടെ വളർച്ചയെ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ തടയുന്നു.



സിലിക്കോൺ

ജലത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്ന ധ്രുവീകൃതമല്ലാത്ത ആൽക്കയിൽ ഗ്രൂപ്പുകളാൽ സിലിക്കോണുകൾ ചുറ്റപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവയ്ക്ക് പൊതുവെ ഉയർന്ന താപസ്ഥിരതയും ഉയർന്ന ഡൈ ഇലക്ട്രിക് സ്ട്രെങ്ത്തും ഓക്സിഡേഷനോടും രാസവസ്തുക്കളോടും ഉയർന്ന പ്രതിരോധവും ഉള്ളവയാണ്. ഇത് വഴുവഴുപ്പുള്ള വസ്തുക്കളും വൈദ്യുത പ്രതിരോധകങ്ങളും ജലപ്രതിരോധവസ്ത്രങ്ങളും നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജൈവവ്യവസ്ഥകളുമായി ചേർന്നു പോകുന്നതിനാൽ ശസ്ത്രക്രിയകളിലും ശരീരസൗന്ദര്യം വർധിപ്പിക്കുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പ്രശ്നം 11.8

സിലിക്കോണുകൾ എന്നാൽ എന്ത്?

ഉത്തരം

ലളിതമായ സിലിക്കോണുകൾ യൂണിറ്റുകളുടെ ശൃംഖലകളാണ്. ഇതിൽ സിലിക്കണിന്റെ ബാക്കിവരുന്ന ബന്ധനസ്ഥാനങ്ങളിൽ ആൽക്കയിൽ ഗ്രൂപ്പുകളോ, ഫിനയിൽ ഗ്രൂപ്പുകളോ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഇവ ജലവിരോധി സ്വഭാവം ഉള്ളവയാണ്.

11.8.5 സിലിക്കേറ്റുകൾ

വളരെയധികം സിലിക്കേറ്റ് ധാതുക്കൾ പ്രകൃതിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ് ഫെൽഡ്സ്പാർ, സിയോലൈറ്റ്, മൈക്ക, ആസ്ബസ്റ്റോസ് എന്നിവ. ഇവയുടെ അടിസ്ഥാന ഘടനായൂണിറ്റായ SiO_4^{4-} ൽ (ചിത്രം 11.7) ചതുഷ്കഫലകീയിൽ

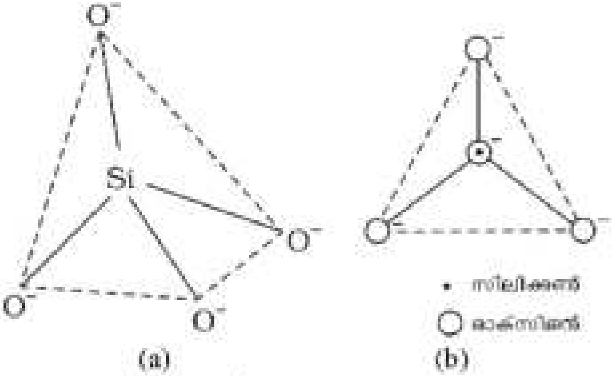


Fig. 11.7 (a) SiO_4^{4-} ആനയോണിന്റെ ചതുഷ്കഫലകം; (b) SiO_4^{4-} യൂണിറ്റിന്റെ പ്രതിനിധാനം

ഓരോ സിലിക്കൺ ആറ്റവും നാല് ഓക്സിജനാറ്റവുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ സിലിക്കേറ്റ് യൂണിറ്റുകളും അവയുടെ ഓരോ മൂലകളിലെയും ഓക്സിജനാറ്റങ്ങളിലൂടെ 1, 2, 3, 4 എന്ന രീതിയിൽ മറ്റ് സിലിക്കേറ്റ് യൂണിറ്റുകളുമായി ചേർന്ന്, ശൃംഖല, വലയ, പാളികൾ അഥവാ ത്രിമാന ഘടനകൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. സിലിക്കേറ്റ് ഘടനയിലെ നെഗറ്റീവ് ചാർജ് ലോഹ അയോണുകളിലെ പോസിറ്റീവ് ചാർജിനാൽ നിർവീര്യമാക്കപ്പെടുന്നു. എല്ലാ നാല് മൂലകളും മറ്റ് ചതുഷ്ക യൂണിറ്റുകളുമായി പങ്കുവെച്ചാൽ ത്രിമാന സംവിധാനം ഉണ്ടാകുന്നു.

മനുഷ്യനിർമിതമായ രണ്ട് പ്രധാനപ്പെട്ട സിലിക്കേറ്റുകളാണ് ഗ്ലാസ്, സിമന്റ് എന്നിവ.

11.8.6 സിയോലൈറ്റുകൾ

സിലിക്കൺ ഡൈ ഓക്സൈഡിന്റെ ത്രിമാന ശൃംഖലയിൽനിന്ന് ചില സിലിക്കൺ ആറ്റങ്ങളെ മാറ്റി അലുമിനിയം ആറ്റങ്ങൾ സ്ഥാനം പിടിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഘടനയെ അലുമിനോസിലിക്കേറ്റുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+} തുടങ്ങിയ കാറ്റയോണുകൾ നെഗറ്റീവ് ചാർജിനെ സമീകരിക്കുന്നു. ഇവയ്ക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ് ഫ്ളൂർസ്പാർ സിയോലൈറ്റ് എന്നിവ. പെട്രോകെമിക്കൽ വ്യവസായത്തിൽ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ ക്രാക്കിങ്ങിലും ഐസോമറൈസേഷനിലും സിയോലൈറ്റുകളെ ഉൽപ്രേരകങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ZSM-5 (ഒരുതരം സിയോലൈറ്റ്) ആൽക്കഹോളുകളെ നേരിട്ട് ഗ്യാസോലീനാക്കി മാറ്റുന്നു. ഹൈഡ്രേറ്റ്സ് സിയോലൈറ്റുകളെ കഠിനജലത്തിന്റെ കഠിനത നീക്കം ചെയ്യുന്ന അയോൺ വിനിമയകാരികളായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സംഗ്രഹം

ലോഹങ്ങൾ, അലോഹങ്ങൾ, ഉപലോഹങ്ങൾ എന്നീ തരത്തിലുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു എന്നതിനാൽ ***p*-ബ്ലോക്കിന്** പീരിയോഡിക് ടേബിളിൽ പ്രത്യേക സ്ഥാനമുണ്ട്. പീരിയോഡിക് ടേബിളിലെ 13 മുതൽ 18 വരെ, ആറ് ഗ്രൂപ്പുകളിലെ മൂലകങ്ങൾ ഈ ബ്ലോക്കിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇവയുടെ ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം ns^2np^{1-6} എന്നാണ് (He ഒഴികെ). **അകത്തെ കോർ** ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിലെ വ്യത്യാസം അവയുടെ ഭൗതിക, രാസഗുണങ്ങളെ വളരെയധികം സ്വാധീനിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ധാരാളം വ്യത്യാസങ്ങൾ അവയുടെ ഗുണങ്ങളിൽ കണ്ടുവരുന്നു. ഗ്രൂപ്പ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളോടൊപ്പം തന്നെ, മറ്റ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളും ഈ മൂലകങ്ങൾ കാണിക്കുന്നു, ഈ ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ എന്നത് ആകെ സംയോജക ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണത്തിൽ നിന്നും രണ്ടിന്റെ വ്യത്യാസം കാണിക്കുന്നവയാണ്. ഭാരം കുറഞ്ഞ മൂലകങ്ങൾക്ക് ഗ്രൂപ്പ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കൂടുതൽ സ്ഥിരത നൽകുമ്പോൾ, ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾക്ക് ക്രമേണ താഴ്ന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളവയായി വരുന്നു. വലിപ്പത്തിന്റെയും d ഓർബിറ്റലിന്റെ ലഭ്യതയുടെയും ഒരു കൂടിച്ചേർന്ന പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായി ഈ മൂലകങ്ങൾക്ക് π- ബന്ധനം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള കഴിവ് നൽകുന്നു. ചെറിയ മൂലകങ്ങൾ $p\pi$–$p\pi$ ബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ വലിയ മൂലകങ്ങൾ $d\pi$–$p\pi$ ബന്ധനങ്ങളും $d\pi$–$d\pi$ ബന്ധനങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. *d* ഓർബിറ്റലുകളുടെ അഭാവം രണ്ടാം പീരിഡ് മൂലകങ്ങളുടെ പരമാവധി സഹസംയോജകത നാലായി പരിമിതപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങൾക്ക് ഈ പരിധി ഉയർത്തുന്നതിന് കഴിയുന്നു.

13-ാം ഗ്രൂപ്പിൽ ബോറോൺ ഒരു പ്രത്യേകതരത്തിലുള്ള അലോഹമാകുമ്പോൾ മറ്റെല്ലാ അംഗങ്ങളും ലോഹങ്ങളാണ്. നാല് ഓർബിറ്റലുകളും മൂന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളും ഉപയോഗിച്ചുള്ള സഹസംയോജക ബന്ധനം ($2s$, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) **ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്തതയുള്ള** ബോറോൺ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. ഈ അപര്യാപ്തത അവയെ ഒരു നല്ല ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകാരിയാക്കുന്നു. അതിനാൽ ബോറോൺ സംയുക്തങ്ങൾ നല്ല **ലൂയിസ് അമ്ലങ്ങളായി** പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ബോറോൺ ഒരേ ഹൈഡ്രജനുമായി സഹസംയോജക തന്മാത്രാസംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഏറ്റവും ചെറിയ സംയുക്തമാണ് **ഡൈബോറേൻ**, B_2H_6. ഡൈബോറേനിൽ രണ്ട് ബോറോൺ ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിൽ രണ്ട് **സേതു** ഹൈഡ്രജനാറ്റങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഈ സേതുബന്ധനങ്ങളെ **മൂന്ന് കേന്ദ്ര-രണ്ട് ഇലക്ട്രോൺ ബന്ധനങ്ങളായി** പരിഗണിക്കുന്നു. ബോറോണിന്റെ ഡൈഓക്സിജനുമായിട്ടുള്ള പ്രധാന സംയുക്തങ്ങളാണ് **ബോറിക്കാസിഡും ബോറാക്സും**. ബോറിക്കാസിഡ് ഒരു തീവ്രത കുറഞ്ഞ ഏക ബേസികതയുള്ള ഒരു ആസിഡാണ്, ഇത് OH^- അയോണുകളിൽനിന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വീകരിക്കുന്നതിനാൽ ഒരു ലൂയിസ് ആസിഡായി വർത്തിക്കുന്നു. $Na_2[B_4O_5(OH)_4]\cdot 8H_2O$ എന്ന സൂത്രവാക്യമുള്ള വെളുത്ത പരലീകൃത ഖരപദാർഥമാണ് ബോറാക്സ്. സംക്രമണ ലോഹങ്ങൾക്ക് **ബോറാക്സ് ബീഡ് പരിശോധന** തനതായ നിറങ്ങൾ നൽകുന്നു.

അലുമിനിയം +3 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുമ്പോൾ, ഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങളിലേക്ക് വരുമ്പോൾ, അതായത് ഗ്രൂപ്പിൽ താഴേക്ക് വരുമ്പോൾ +1 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ ക്രമേണ സ്ഥിരതയുള്ളതാകുന്നു. **ഇത് നിഷ്ക്രിയ ജോടി പ്രഭാവത്തിന്റെ** അനന്തരഫലമായിട്ടുള്ളതാണ്.

നാല് സംയോജക ഇലക്ട്രോണുകളെയും ($2s^22p^2$) സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെടുത്തുന്ന അലോഹമൂലകമാണ് കാർബൺ. ഇത് **കാറ്റിനേഷൻ** എന്ന സ്വഭാവഗുണം കാണിക്കുന്നു, കൂടാതെ കാർബൺ

ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ C–C ഏകബന്ധനത്തിലൂടെയും C=C, ദ്വിബന്ധനത്തിലൂടെയും C≡C ത്രിബന്ധനത്തിലൂടെയും വ്യത്യസ്ത തരത്തിലുള്ള ശൃംഖലകളും വലയങ്ങളും ഉണ്ടാക്കാനുള്ള കഴിവും കാർബണിനുണ്ട്. കാറ്റിനേഷൻ എന്ന സ്വഭാവഗുണം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള കഴിവ് ഗ്രൂപ്പിൽ മുകളിൽനിന്നും താഴേക്ക് വരുന്തോറും ഇത്തരത്തിൽ കുറഞ്ഞുവരുന്നു $C >> Si > Ge \simeq Sn > Pb$. രൂപാന്തരത സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നതിന് ഏറ്റവും നല്ല ഉദാഹരണമാണ് കാർബൺ. കാർബണിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട മൂന്ന് രൂപാന്തരങ്ങളാണ് **വജ്രം, ഗ്രാഫൈറ്റ്, ഫുള്ളറീൻസ്** എന്നിവ. കാർബൺ കുടുംബം പൊതുവെ +4 , +2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ സഹസംയോജക സ്വഭാവമുള്ളതാണ്. വലിയ മൂലകങ്ങൾക്ക് +2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്നതിനുള്ള പ്രവണത കൂടുതലാണ്. ലെഡിന് +2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ സ്ഥിരത ഉണ്ടെങ്കിലും +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ ഇത് ശക്തിയേറിയ ഓക്സീകാരിയാണ്. കാർബണിന് നെഗറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലും നിലനിൽക്കാൻ കഴിയും. കാർബൺ പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു CO , CO_2 . ഇതിൽ CO_2 അമ്ലതയുള്ളതും CO ന് പ്രത്യേക ഗുണം ഇല്ലാത്തതുമാണ്. CO ന് കാർബണാറ്റത്തിൽ ഏകാന്തജോഡി ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉള്ളതിനാൽ ഇത് ലോഹ **കാർബണൈലുകൾ** നൽകുന്നു. ഓക്സിഹീമോഗ്ലോബിനേക്കാൾ കാർബണൈൽ ഹീമോഗ്ലോബിന് സ്ഥിരത കൂടുതലാകയാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഒരു മാരകവിഷമാണ്. CO_2 ന്റെ വർധന **ഹരിതഗേഹ പ്രഭാവത്തിന്** കാരണമാകുന്നു. ഇത് അന്തരീക്ഷ താപനില വർധിക്കുന്നതിനും മറ്റ് ഹാനികരമായ വിഷയങ്ങൾക്കും കാരണമാകും. **സിലിക്ക, സിലിക്കേറ്റുകൾ, സിലിക്കോണുകൾ** എന്നിവ സാങ്കേതിക വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള സംയുക്തങ്ങളാണ്.

പരിശീലനചോദ്യങ്ങൾ

11.1 ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളിലെ വ്യതിയാനക്രമം ചർച്ച ചെയ്യുക.
(i) B മുതൽ Tl വരെ (ii) C മുതൽ Pb വരെ

11.2 $TlCl_3$ യുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ BCl_3 യുടെ ഉയർന്ന സ്ഥിരതയെ എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കും ?

11.3 ബോറോൺ ട്രൈഫ്ളൂറൈഡ് ഒരു ലൂയിസ് ആസിഡായി വർത്തിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?

11.4 BCl_3 , CCl_4 എന്നീ സംയുക്തങ്ങളെ പരിഗണിക്കുക. ഇവ ജലവുമായി എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കും? ന്യായീകരിക്കുക.

11.5 ബോറിക് ആസിഡ് ഒരു പ്രോട്ടിക് ആസിഡാണോ? വിശദമാക്കുക.

11.6 ബോറിക് അമ്ലം ചൂടാക്കുമ്പോൾ എന്ത് സംഭവിക്കുമെന്ന് വിശദമാക്കുക.

11.7 BF_3 , BH_4^- എന്നിവയുടെ ഘടന വിവരിക്കുക. ഇവയിൽ ബോറോണിന്റെ ഹൈബ്രിഡൈസേഷൻ എഴുതുക.

11.8 അലുമിനിയത്തിന്റെ ഉഭയധർമിസ്വഭാവം ന്യായീകരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുക.

11.9 ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്തത സംയുക്തങ്ങൾ എന്താണ്? BCl_3 യും $SiCl_4$ ഉം ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത സംയുക്തങ്ങളാണോ? വിശദീകരിക്കുക.

11.10 CO_3^{2-} , HCO_3^- എന്നിവയുടെ അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ വരയ്ക്കുക.

11.11 (a) CO_3^{2-} (b) ഡയമണ്ട്
(c) ഗ്രാഫൈറ്റ് എന്നിവയിലെ കാർബണിന്റെ സങ്കരണം എന്ത്?

11.12 ഡയമണ്ടിന്റെയും ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെയും ഗുണധർമങ്ങളിലെ വ്യത്യാസങ്ങൾ അവയുടെ ഘടനകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശദീകരിക്കുക.

11.13 താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രസ്താവനകളെ സാധൂകരിക്കുക. ബന്ധപ്പെട്ട രാസസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

- ലെഡ്(II) ക്ലോറൈഡ് ക്ലോറിനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് $PbCl_4$ ഉണ്ടാകുന്നു.
- ലെഡ്(IV) ക്ലോറൈഡ് ചൂടാക്കിയാൽ വളരെ അസ്ഥിരമാകും.
- ലെഡ് PbI_4 എന്ന ഒരു അയോഡൈഡ് രൂപീകരിക്കുന്നില്ല.

11.14 BF_3 (130 pm), BF_4^- (143 pm) എന്നിവയിലെ ബന്ധനദൈർഘ്യങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുന്നതിന്റെ കാരണങ്ങൾ നിർദേശിക്കുക.

11.15 B–Cl ബന്ധനത്തിന് ഒരു ഡൈപ്പോൾ മൊമന്റ് ഉണ്ടെങ്കിലും BCl_3 തന്മാത്രയുടെ ഡൈപ്പോൾ മൊമന്റ് പൂജ്യമായിരിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടെന്ന് വിശദീകരിക്കുക.

11.16 അലൂമിനിയം ട്രൈഫ്ളൂറൈഡ് നിർജല HF ൽ ലയിക്കുന്നില്ല, എന്നാൽ അതിൽ NaF ചേർക്കുമ്പോൾ ലയിക്കുന്നു. അങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന ലായനിയിലൂടെ BF_3 വാതകം കടത്തിവിടുമ്പോൾ അലൂമിനിയം ട്രൈഫ്ളൂറൈഡ് അവക്ഷിപ്തപ്പെടുന്നു. കാരണം വ്യക്തമാക്കുക.

11.17 എന്തുകൊണ്ടാണ് CO വിഷകരമായിരിക്കുന്നതെന്ന് വിശദമാക്കുക.

11.18 CO_2 ന്റെ അമിത അളവ് ആഗോളതാപനത്തിന് കാരണമാകുന്നത് എങ്ങനെ?

11.19 ഡൈബോറെയ്ന്റെയും ബോറിക് ആസിഡിന്റെയും ഘടനകൾ വിവരിക്കുക.

11.20 താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ എന്ത് സംഭവിക്കുമെന്ന് വ്യക്തമാക്കുക.

(a) ബോറാക്സിനെ ശക്തമായി ചൂടാക്കുന്നു.
(b) ജലത്തിലേക്ക് ബോറിക് ആസിഡ് ചേർക്കുന്നു.
(c) അലൂമിനിയത്തെ നേർപ്പിച്ച NaOH - മായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു.
(d) BF_3 അമോണിയയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു.

11.21 താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെ വിശദമാക്കുക.

(a) സിലിക്കണിനെ മീതൈൽ ക്ലോറൈഡുമായി കോപ്പറിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഉന്നത താപനിലയിൽ ചൂടാക്കുന്നു.

(b) സിലിക്കൺ ഡയോക്സൈഡിനെ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു.

(c) CO നെ ZnO ചേർത്ത് ചൂടാക്കുന്നു.

(d) ഹൈഡ്രേറ്റഡ് അലൂമിനയെ ജലീയ NaOH ലായനി ചേർത്ത് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു.

11.22 കാരണം വ്യക്തമാക്കുക.

(i) ഗാഢ നൈട്രിക് ആസിഡിനെ ഒരിടത്തുനിന്നും മറ്റൊരിടത്തേയ്ക്കു മാറ്റുവാൻ അലൂമിനിയം പാത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാം.

(ii) നേർപ്പിച്ച NaOH ഉം അലൂമിനിയം ചീളുകളും ചേർന്ന മിശ്രിതം ഓവുചാൽ തുറക്കുന്നതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) ഗ്രാഫൈറ്റ് ഒരു സ്നേഹകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iv) ഡയമണ്ട് ഒരു ഉരകല്ലായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(v) വിമാനഭാഗങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതിനായി അലൂമിനിയം സങ്കരങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(vi) അലൂമിനിയം പാത്രങ്ങൾ രാത്രി മുഴുവൻ വെള്ളത്തിൽ സൂക്ഷിക്കരുത്.

(vii) വൈദ്യുത പ്രസരണ കേബിളുകൾ നിർമിക്കുവാൻ അലൂമിനിയം വയർ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

11.23 കാർബൺ മുതൽ സിലിക്കൺ വരെ അയോണീകരണ ഊർജത്തിൽ ഒരു വലിയ കുറവുണ്ടാകുന്നതെന്തുകൊണ്ടെന്ന് വിശദമാക്കുക.

11.24 അലുമിനിയവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഗാലിയത്തിന്റെ അറ്റോമിക ആരം കുറവാണെന്നത് എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കും?

11.25 എന്താണ് രൂപാന്തരങ്ങൾ? കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങളായ ഡയമണ്ട്, ഗ്രാഫൈറ്റ് എന്നിവയുടെ ഘടനകൾ വരയ്ക്കുക. ഈ രണ്ടു രൂപാന്തരങ്ങളുടെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളിൽ അവയുടെ ഘടനയ്ക്കുള്ള സ്വാധീനമെന്ത്?

11.26 (a) താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓക്സൈഡുകളെ അസിഡിക്, ബേസിക്, നിർവീര്യം, ഉഭയധർമി എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കുക.

CO, B_2O_3, SiO_2, CO_2, Al_2O_3, PbO_2, Tl_2O_3

(b) അവയുടെ സ്വഭാവങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നതിന് അനുയോജ്യമായ രാസസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

11.27 ചില രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ താലിയം അലുമിനിയത്തോട് സാദൃശ്യം കാണിക്കുന്നു, എന്നാൽ മറ്റു ചിലതിൽ അത് ഗ്രൂപ്പ് 1 ലോഹങ്ങളോട് സാദൃശ്യം കാണിക്കുന്നു. ഈ പ്രസ്താവനയെ തെളിവുകൾ സഹിതം വിശദമാക്കുക.

11.28 X എന്ന ലോഹത്തെ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ചപ്പോൾ ഒരു വെളുത്ത അവക്ഷിപ്തം (A) ഉണ്ടായി. ഇത് അധികം സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ഒരു ലേയസങ്കുലം (B) നൽകുന്നു. (A) എന്ന സംയുക്തം നേർപ്പിച്ച HCl ൽ ലയിച്ച് (C) എന്ന സംയുക്തം ഉണ്ടാകുന്നു. (A) എന്ന സംയുക്തം ശക്തമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ (D) ലഭിക്കുന്നു. ഇത് ലോഹനിഷ്കർഷണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു. (X), (A), (B), (C), (D) എന്നിവ ഏതെന്ന് കണ്ടെത്തുക. അവയുടെ അസ്തിത്വത്തിന് ഉപോൽബലകമായ അനുയോജ്യമായ സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

11.29 (a) അലസജോടി പ്രഭാവം (b) രൂപാന്തരത്വം (c) കാറ്റനേഷൻ
എന്നിവ എന്തെന്ന് വ്യക്തമാക്കുക.

11.30 ഒരു തരം ലവണമായ X, താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഫലങ്ങൾ നൽകുന്നു.

(i) അതിന്റെ ജലീയ ലായനി ലിറ്റ്മസിൽ ക്ഷാരഗുണം കാണിക്കുന്നു.

(ii) ശക്തമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ അത് വീർക്കുകയും ഗ്ലാസുപോലെയുള്ള Y എന്ന വസ്തുവായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു.

(iii) X ന്റെ ചൂടുള്ള ലായനിയിൽ ഗാഢ H_2SO_4 ചേർക്കുമ്പോൾ Z എന്ന ഒരു ആസിഡിന്റെ വെളുത്ത പരലുകൾ വേർതിരിയപ്പെടുന്നു.

രാസസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക. X, Y, Z എന്നിവ തിരിച്ചറിയുക.

11.31 താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയുടെ സമീകൃത സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

(i) $BF_3 + LiH \rightarrow$ (iv) $H_3BO_3 \xrightarrow{\Delta}$

(ii) $B_2H_6 + H_2O \rightarrow$ (v) $Al + NaOH \rightarrow$

(iii) $NaH + B_2H_6 \rightarrow$ (vi) $B_2H_6 + NH_3 \rightarrow$

11.32 CO യുടെയും CO_2 വിന്റെയും വ്യാവസായിക ഉത്പാദനത്തിനും പരീക്ഷണശാലാനിർമാണത്തിനും ഓരോ രീതികൾ എഴുതുക.

11.33 ബോറാക്സിന്റെ ജലീയലായനി .... ആണ്.

(a) നിർവീര്യം (b) ഉഭയധർമി

(c) ബേസിക് (d) അസിഡിക്

11.34 ബോറിക് ആസിഡ് ബഹുലകമായതിന് കാരണം .... ആണ്.

(a) അതിന്റെ അസിഡിക് സ്വഭാവം (b) ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം

(c) അതിന്റെ ഏകബേസിക സ്വഭാവം (d) അതിന്റെ ഘടന

11.35 ഡൈബോറെയ്നിലെ ബോറോണിന്റെ ഹൈബ്രിഡൈസേഷൻ .... ഇനമാണ്.

(a) sp (b) sp^2 (c) sp^3 (d) dsp^2

11.36 കാർബണിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങളിൽ തെർമോഡൈനമിക് സ്ഥിരത കൂടിയത് ഏതിനാണ്?

(a) ഡയമണ്ട് (b) ഗ്രാഫൈറ്റ്

(c) ഫുള്ളറീനുകൾ (d) കൽക്കരി

11.37 14-ാം ഗ്രൂപ്പിലെ മൂലകങ്ങൾ – ഇതിൽ ശരി/തെറ്റ് കണ്ടുപിടിക്കുക.

(a) +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രം കാണിക്കുന്നു.

(b) +2, +4 എന്നീ ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണിക്കുന്നു.

(c) M^{2-}, M^{4-} എന്നീ അയോണുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു.

(d) M^{2+}, M^{4+} എന്നീ അയോണുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു.

11.38 വ്യാവസായികമായി സിലിക്കോണുകൾ നിർമിക്കുമ്പോൾ പ്രാരംഭ വസ്തു $RSiCl_3$ ആണെങ്കിൽ ലഭിക്കുന്ന ഉൽപ്പന്നത്തിന്റെ ഘടന എഴുതുക.

യൂണിറ്റ് 12

D2E3B1

കാർബണിക രസതന്ത്രം - ചില അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങളും സങ്കേതങ്ങളും

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിച്ചു കഴിയുമ്പോൾ നിങ്ങൾക്ക്

- കാർബണിന്റെ ചതുർസംയോജകതയുടെ കാരണങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ആകൃതികളെക്കുറിച്ചും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനകൾ വിവിധ മാർഗങ്ങളിൽ എഴുതുവാൻ കഴിയുന്നു.
- ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളെ വർഗീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- IUPAC നാമകരണ സമ്പ്രദായമുപയോഗിച്ച് സംയുക്തങ്ങളുടെ പേരെഴുതുന്നതിനും തന്നിരിക്കുന്ന നാമങ്ങളിൽനിന്നും ഘടന നിർധാരണം ചെയ്യുന്നതിനും കഴിയുന്നു.
- ഓർഗാനിക് പ്രതിപ്രവർത്തന ക്രിയാവിധി മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- ഇലക്ട്രോണിക സ്ഥാനാന്തരത്തിന് ഘടനയിലുള്ള സ്വാധീനത്തെക്കുറിച്ചും ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ക്രിയാശീലതയെക്കുറിച്ചും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- വിവിധതരം ഓർഗാനിക് പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നു.
- ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിനായുള്ള സങ്കേതങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
- ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ഗുണാത്മക വിശ്ലേഷണത്തിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതാൻ കഴിയുന്നു.
- ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ പരിമാണാത്മക വിശ്ലേഷണത്തിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള തത്വങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നു.

കാർബൺ മൂലകത്തിന്റെ സവിശേഷമായ ഗുണമാണ് **കാറ്റിനേഷൻ** എന്നും അതു കാരണമാണ് കാർബൺ മറ്റ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി സഹസംയോജകബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നതെന്നും നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. അതുപോലെ കാർബണിന് ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഫോസ്ഫറസ്, ഹാലൊജനുകൾ തുടങ്ങിയ മൂലകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങളുമായി സഹസംയോജകബന്ധനം രൂപീകരിക്കാനുമാകും. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന സംയുക്തങ്ങളെ **കാർബണിക രസതന്ത്രം** എന്ന പേരിൽ പ്രത്യേക രസതന്ത്രശാഖയായി പഠിക്കുന്നു. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ സവിശേഷതകളും രൂപീകരണവും മനസ്സിലാക്കാനാവശ്യമായ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങളും വിശ്ലേഷണ സാങ്കേതികവിദ്യകളുമാണ് ഈ യൂണിറ്റിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നത്.

12.1 ആമുഖം

ഭൂമിയിൽ ജീവൻ നിലനിൽക്കുന്നതിന് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ജനിതക വിവരവാഹകരായ ഡി ഓക്സിറൈബോ ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് (DNA) പോലെയുള്ള സങ്കീർണതന്മാത്രകൾ, രക്തം, പേശികൾ, ത്വക്ക് എന്നിവയുടെ പ്രധാന ഘടകമായ മാംസ്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ ഇതിൽപ്പെടുന്നു. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതും അവ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നതുമായ ചില പ്രധാന മേഖലകളാണ് വസ്ത്രം, ഇന്ധനങ്ങൾ, ബഹുലകങ്ങൾ, ചായങ്ങൾ, ഔഷധങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ.

കാർബണിക രസതന്ത്രശാഖയ്ക്ക് ഏകദേശം ഇരുനൂറ് വർഷം പഴക്കമാണുള്ളത്. ഏകദേശം 1780-ാം ആണ്ടായപ്പോൾ തന്നെ രസതന്ത്രജ്ഞർ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും ജന്തുക്കളിൽനിന്നും ലഭിക്കുന്ന കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെയും ധാതുക്കളിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന അകാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെയും വേർതിരിച്ചറിഞ്ഞിരുന്നു.

സ്വീഡിഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ബെഴ്സീലിയസിന്റെ അഭിപ്രായം ഒരു ദൈവികശക്തി കാരണമാണ് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുന്നതെന്നായിരുന്നു. എന്നാൽ എഫ്. വോളർ അകാർബണിക സംയുക്തമായ അമോണിയം സയനേറ്റിൽനിന്ന് കാർബണിക സംയുക്തമായ

യൂറിയ നിർമിച്ചെടുത്തപ്പോൾ ഈ ധാരണ തള്ളിക്കളയപ്പെട്ടു.

$$NH_4CNO \xrightarrow{\text{താപം}} NH_2CONH_2$$

അമോണിയം സയനേറ്റ് യൂറിയ

പരീക്ഷണശാലയിൽ, അകാർബണിക ദ്രവ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ നിർമിക്കാനാകുമെന്ന് തെളിയിക്കുന്നതിൽ മാർഗനിർദേശങ്ങളായവയാണ് കോൾബിന്റെ അസറ്റിക് അമ്ലനിർമാണവും (1845) ബെർത്‌ലോട്ടിന്റെ മീഥെയ്ൻ നിർമാണവും (1856). സഹസംയോജകബന്ധനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഇലക്ട്രോണിക സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വികാസമാണ് കാർബണിക രസതന്ത്രത്തിന് ആധുനികരൂപം നൽകുന്നതിൽ ദിശാസൂചകമായത്.

12.2 കാർബണിന്റെ ചതുർസംയോജകത : കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ആകൃതികൾ

12.2.1 കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ആകൃതി

തന്മാത്രാഘടനയെ സംബന്ധിക്കുന്ന അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ സവിശേഷതകൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും പ്രവചിക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. സംയോജകതയെയും തന്മാത്രാഘടനയേയും സംബന്ധിച്ച സിദ്ധാന്തങ്ങൾ യൂണിറ്റ് 4 ൽ നമ്മൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. മാത്രമല്ല, കാർബണിന്റെ സഹസംയോജകബന്ധനത്തെ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിന്റെയും, s, p എന്നീ ഓർബിറ്റലുകളുടെ സങ്കരണത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശദീകരിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. മീഥെയ്ൻ (CH_4), ഈഥീൻ (C_2H_4), ഈഥൈൻ (C_2H_2) എന്നീ തന്മാത്രകളുടെ രൂപീകരണവും ആകൃതിയും അവയിലെ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ sp^3, sp^2, sp സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് വിശദീകരിക്കപ്പെടുന്നതെന്ന് നമുക്കറിയാവുന്നതാണ്.

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളിലെ ബന്ധനദൈർഘ്യത്തെയും ബന്ധന എൻഥാൽപി (ദൃഢത) യേയും സങ്കരണം സ്വാധീനിക്കുന്നു. sp സങ്കരണ ഓർബിറ്റലിന് s പ്രകൃതം കൂടുതലുള്ളതിനാൽ അത് ന്യൂക്ലിയസ്സിനോട് അടുത്തായിരിക്കുകയും sp^3 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലിനെ അപേക്ഷിച്ച് കുറിയതും ദൃഢതയുള്ളതുമായ ബന്ധനമുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. sp^2 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലിലെ s പ്രകൃതം sp, sp^3 എന്നിവയുടേതിനിടയിലായി വരുന്നു. അതിനാൽ അവ രൂപീകരിക്കുന്ന ബന്ധനങ്ങളുടെ ദൈർഘ്യവും എൻഥാൽപിയും ഇടനിലയിലുള്ളതായിരിക്കും. സങ്കരണത്തിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം കാർബണിന്റെ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റിയെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകൾക്ക് s പ്രകൃതം കൂടുതലാണെങ്കിൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റിയും കൂടുതലായിരിക്കും. ആയതിനാൽ 50% s പ്രകൃതമുള്ള sp സങ്കരണ ഓർബിറ്റൽ ഉള്ള കാർബൺ ആറ്റം sp^2 അല്ലെങ്കിൽ sp^3 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകളുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തെക്കാൾ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവതയുള്ളതായിരിക്കും. ഇത്തരം ആപേക്ഷിക ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവത തന്മാത്രകളുടെ ഭൗതിക രാസഗുണങ്ങളിൽ പ്രതിഫലിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിനെ കുറിച്ച് ഇനിയുള്ള യൂണിറ്റുകളിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കുന്നു.

12.2.2 π ബന്ധനങ്ങളുടെ ചില സവിശേഷ സ്വഭാവങ്ങൾ

ഒരു π (പൈ) ബന്ധനരൂപീകരണത്തിൽ, സമീപസ്ഥ ആറ്റങ്ങളിലെ സമാന്തര അഭിവിന്യാസമുള്ള രണ്ട് p ഓർബിറ്റലുകൾ തമ്മിൽ യോജ്യമായ വിധത്തിലുള്ള അതിവ്യാപനം അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. അതുകൊണ്ട് $H_2C=CH_2$ തന്മാത്രയിൽ എല്ലാ ആറ്റങ്ങളും ഒരേ തലത്തിൽ ആയിരിക്കണം. രണ്ട് p ഓർബിറ്റലുകളും പരസ്പരം സമാന്തരവും അതോടൊപ്പം അവ രണ്ടും p തന്മാത്രാതലത്തിന് ലംബവുമായിരിക്കണം. p ഓർബിറ്റലുകൾ പരമാവധി അതിവ്യാപനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഒരു CH_2 ഗ്രൂപ്പിന് മറ്റൊന്നിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ഭ്രമണം തടസ്സപ്പെടുന്നു. ആയതിനാൽ കാർബൺ -കാർബൺ ദ്വിബന്ധനത്തെ (C=C) അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഇത്തരം കറക്കം നിയന്ത്രിതമാണ്. π ബന്ധനത്തിൽ ഇലക്ട്രോൺ ചാർജ് സാന്ദ്രത കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് ബന്ധിത ആറ്റങ്ങളുടെ തലത്തിന് മുകളിലും താഴെയുമായാണ്. ഈ കാരണത്താൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ പ്രതിപ്രവർത്തന അഭികർമങ്ങൾക്ക് വളരെ വേഗം പ്രാപ്യമാകുന്നു. സാമാന്യമായി പറഞ്ഞാൽ ബഹുബന്ധനമുള്ള തന്മാത്രകളിൽ π ബന്ധനങ്ങൾ വളരെയധികം ക്രിയാശീലതയുള്ള കേന്ദ്രങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു.

ചോദ്യം 12.1

പുറമെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓരോ തന്മാത്രകളിലും എത്ര σ, π ബന്ധനങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു?

(a) $HC{=}CCH{=}CHCH_3$ (b) $CH_2{=}C{=}CHCH_3$

ഉത്തരം

(a) σ_{C-C}: 4; σ_{C-H}: 6; $\pi_{C=C}$: 1; π C=C: 2

(b) σ_{C-C}: 3; σ_{C-H}: 6; $\pi_{C=C}$: 2.

ചോദ്യം 12.2

പുറമെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിൽ ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിനും ഏതു തരം സങ്കരണമാണുള്ളത്?

(a) CH_3Cl, (b) $(CH_3)_2CO$, (c) CH_3CN, (d) $HCONH_2$, (e) $CH_3CH{=}CHCN$

ഉത്തരം

(a) sp^3, (b) sp^3, sp^2, (c) sp^3, sp, (d) sp^2, (e) sp^3, sp^2, sp^2, sp

ചോദ്യം 12.3

ചുവടെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ഓരോ സംയുക്തത്തിലെയും കാർബണിന്റെ സങ്കരണാവസ്ഥയും ഓരോ തന്മാത്രയുടെയും ആകൃതിയും എഴുതുക.

(a) $H_2C{=}O$, (b) CH_3F, (c) $HC{\equiv}N$.

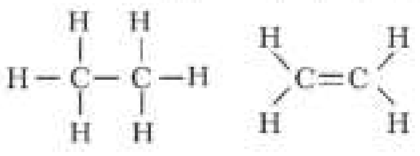
ഉത്തരം

(a) sp^2 സങ്കരണകാർബൺ, ത്രികോണീയ സമതലം; (b) sp^3 സങ്കരണ കാർബൺ, ടെട്രാഹീഡ്രൽ; (c) sp സങ്കരണ കാർബൺ, നേർ രേഖീയം

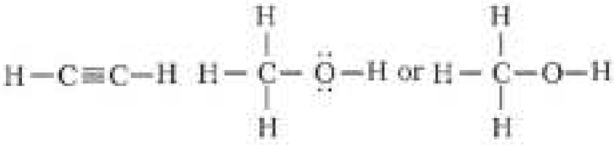
12.3 കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനാമാതൃകകൾ

12.3.1 സമ്പൂർണ, സംക്ഷിപ്ത, ബന്ധന-രേഖ ഘടനാവാക്യങ്ങൾ

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനാപ്രതിനിധീകരണത്തിന് നിരവധി മാർഗങ്ങളുണ്ട്. ലൂയിസ് ഘടന അല്ലെങ്കിൽ ബിന്ദു ഘടന, ഡാഷ് ഘടന, സംക്ഷിപ്ത ഘടന, ബന്ധന -രേഖാഘടനാ വാക്യം എന്നിവ ചില നിർദിഷ്ട മാതൃകകളാണ്. ദ്വി ഇലക്ട്രോൺ സഹസംയോജക ബന്ധനത്തെ ഒരു ഡാഷ് (–) ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിനിധീകരിച്ച് ലൂയിസ് ഘടനകളെ ലളിതവത്ക്കരിക്കാം. അത്തരം ഘടനാവാക്യങ്ങൾ ബന്ധനരൂപീകരണത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾക്കാണ് ഊന്നൽ നൽകുന്നത്. ഒരു ഡാഷ് ഏകബന്ധനത്തെയും രണ്ട് ഡാഷുകൾ ദ്വിബന്ധനത്തെയും മൂന്ന് ഡാഷുകൾ ത്രിബന്ധനത്തെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഘടനകളിൽ ഇതര ആറ്റങ്ങളിലുള്ള (ഉദാ: ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഹാലൊജനുകൾ...) ഏകാന്തജോടി ഇലക്ട്രോണുകളെ സൂചിപ്പിക്കുകയോ സൂചിപ്പിക്കാതിരിക്കുകയോ ചെയ്യാവുന്നതാണ്. ഈഥെയ്ൻ (ethane) C_2H_6, ഈഥീൻ (ethene) C_2H_4, ഈഥൈൻ (ethyne) C_2H_2, മെഥനോൾ (methanol CH_3OH) എന്നിവയുടെ ഘടനാവാക്യങ്ങളുടെ പ്രതിനിധീകരണങ്ങളാണ് ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. ഇത്തരം ഘടനാപ്രതിനിധീകരണങ്ങളെ സമ്പൂർണഘടനാവാക്യങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നു.



ഈഥെയ്ൻ ഈഥീൻ



ഈഥൈൻ മെഥനോൾ

സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഡാഷുകൾ ഭാഗികമായോ അല്ലെങ്കിൽ മുഴുവനായോ ഒഴിവാക്കിക്കൊണ്ടും ഒരു ആറ്റത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന തുല്യ ഗ്രൂപ്പുകളെ കീഴ്ക്കുറിപ്പായി സൂചിപ്പിച്ചുകൊണ്ടും മേൽ സൂചിപ്പിച്ച ഘടനാവാക്യങ്ങളെ വീണ്ടും ചുരുക്കി എഴുതാവുന്നതാണ്. സംയുക്തങ്ങളുടെ അത്തരം പ്രതിനിധാനങ്ങളെ സംക്ഷിപ്ത ഘടനാവാക്യങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നു. അതായത് ഈഥെയ്ൻ, ഈഥീൻ, ഈഥൈൻ, മെഥനോൾ എന്നിവയെ ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ്.

CH_3CH_3	$H_2C{=}CH_2$	$HC{\equiv}CH$	CH_3OH
ഈഥെയ്ൻ	ഈഥീൻ	ഈഥൈൻ	മെഥനോൾ

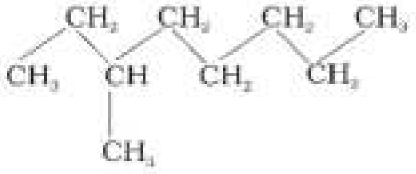
അതുപോലെ $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ എന്ന സംയുക്തത്തിന്റെ സംക്ഷിപ്ത രൂപമാണ് $CH_3(CH_2)_6CH_3$.

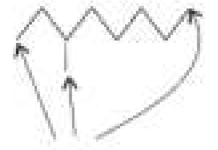
ഘടനകളെ ഒന്നുകൂടി ലളിതവത്കരിക്കുന്നതിനായി കാർബണിക രസതന്ത്രജ്ഞർ രേഖകൾ മാത്രമായും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഇത്തരം ബന്ധനരേഖാഘടനകളിൽ കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നീ ആറ്റങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കാറില്ല. പകരം കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധങ്ങൾ രേഖകളാൽ വളഞ്ഞുപുളഞ്ഞ (zig-zag) രീതിയിൽ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഓക്സിജൻ, ക്ലോറിൻ, നൈട്രജൻ തുടങ്ങിയ ആറ്റങ്ങളെ പ്രത്യേകമായി എഴുതുന്നു. ഇത്തരം ഘടനകളിൽ രേഖാഗ്രങ്ങൾ മീഥൈൽ ($–CH_3$) ഗ്രൂപ്പിനെയും രേഖകളുടെ സന്ധിസ്ഥാനങ്ങൾ സംയോജകത പൂർണമാക്കാനാവശ്യമായ ഹൈഡ്രജനുകളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റങ്ങളെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ ചുവടെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു:

(i) 3-മീഥൈൽ ഒക്ടേൻ പ്രതിനിധീകരിക്കപ്പെടുന്ന വിവിധ രൂപങ്ങളാണ്.

(a)

(b)

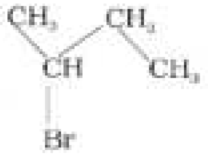


(c) 

രേഖാഗ്രങ്ങൾ മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു

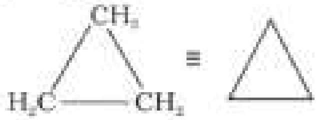
CH_3

(ii) 2-ബ്രോമോബ്യൂട്ടേയ്ൻ പ്രതിനിധീകരിക്കപ്പെടുന്ന വിവിധ രൂപങ്ങളാണ്:

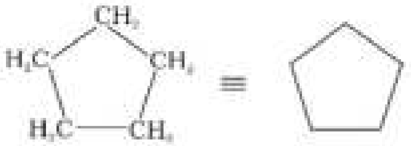
(a) $CH_3CHBrCH_2CH_3$ (b) 

(c)

വലയസംയുക്തങ്ങളിലെ ബന്ധനരേഖാവാക്യങ്ങളാണ്.



സൈക്ലോപ്രൊപ്പെയ്ൻ (Cyclopropane)



സൈക്ലോപെന്റെയ്ൻ (Cyclopentane)

ക്ലോറോസൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ (chlorocyclohexane)

ചോദ്യം 12.4

ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓരോ സംക്ഷിപ്ത വാക്യത്തിന്റെയും സമ്പൂർണ ഘടനാ വാക്യം എഴുതുക.

(a) $CH_3CH_2COCH_2CH_3$

(b) $CH_3CH=CH(CH_2)_3CH_3$

ഉത്തരം

ചോദ്യം 12.5

ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓരോ സംയുക്തത്തിന്റെയും സംക്ഷിപ്തവാക്യം, ബന്ധനരേഖാവാക്യം എന്നിവ എഴുതുക.

(a) $HOCH_2CH_2CH_2CH(CH_3)CH(CH_3)CH_3$

(b)

ഉത്തരം

സംക്ഷിപ്തവാക്യം

(a) $HO(CH_2)_3CH(CH_3)CH(CH_3)_2$

(b) $HOCH(CN)_2$

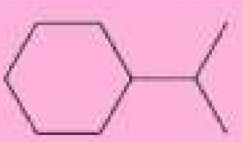
ബന്ധന-രേഖാവാക്യം

(a)

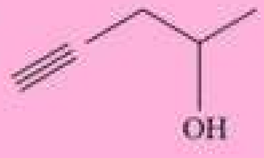
(b)

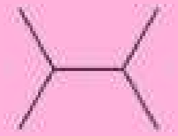
ചോദ്യം 12.6

ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓരോ ബന്ധന-രേഖാവാക്യത്തെയും കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ള എല്ലാ ആറ്റങ്ങളും ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിനിധീകരിക്കുക.

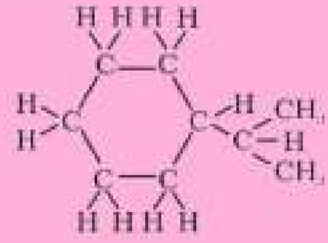
(a)


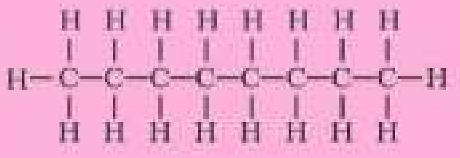
(b)

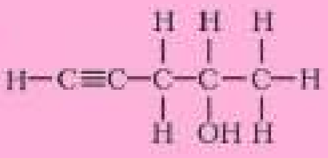
(c)


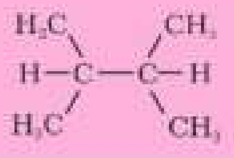
(d)


ഉത്തരം

(a)


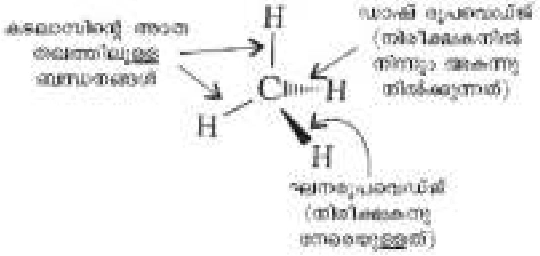
(b)


(c)


(d)


12.3.2 കാർബണിക തന്മാത്രകളുടെ ത്രിമാനപ്രതിനിധീകരണം

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ത്രിമാന (3-D) ഘടന കടലാസിൽ ചിത്രീകരിക്കുന്നതിനായി ചില പ്രത്യേക സമ്പ്രദായങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഘനരൂപത്തിലും (▬) ഡാഷ് രൂപത്തിലുമുള്ള (⋯⋯) വെഡ്ജ് ചിഹ്നസഹായത്തോടെ ദ്വിമാന തന്മാത്രാചിത്രത്തിൽ നിന്നും ത്രിമാന പ്രതിബിംബം മനസ്സിലാക്കാനാകും. ഇത്തരം ഘടനാവാക്യങ്ങളിൽ ഘനരൂപ വെഡ്ജ്, കടലാസിന്റെ തലത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്ക് തള്ളി നിരീക്ഷകനു നേരെ നിൽക്കുന്ന ബന്ധനത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഡാഷ് രൂപവെഡ്ജ് കടലാസിന്റെ തലത്തിൽനിന്ന് പുറത്തേക്ക് നിരീക്ഷകനിൽനിന്നും അകന്നു നിൽക്കുന്ന ബന്ധനത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വെഡ്ജുകളുടെ വിശാലാഗ്രം നിരീക്ഷകനു നേരെ വരുന്ന വിധത്തിലാണ് ചിത്രീകരിക്കപ്പെടുന്നത്. കടലാസിന്റെ അതേ തലത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ബന്ധനങ്ങളെ സാധാരണ രേഖാഖണ്ഡം (—) ഉപയോഗിച്ചാണ് ചിത്രീകരിക്കുന്നത്. മീഥെയ്ൻ തന്മാത്രയുടെ 3-D പ്രതിനിധീകരണമാണ് ചിത്രം 12.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 12.1 CH_4 ന്റെ വെഡ്ജ്-ഡാഷ് ചിത്രീകരണം

തന്മാത്രാമാതൃകകൾ

കാർബണിക തന്മാത്രകളുടെ ത്രിമാന രൂപത്തെക്കുറിച്ച് മികച്ച ദൃശ്യാവിഷ്കാരവും അവബോധവും നൽകുന്ന സങ്കേതങ്ങളാണ് തന്മാത്രാമാതൃകകൾ. തടിയിലോ പ്ലാസ്റ്റിക്കിലോ ലോഹത്തിലോ നിർമിതമായ ഇത്തരം മാതൃകകൾ വിപണിയിൽ ലഭ്യമാണ്. സാധാരണയായി മൂന്നുതരം തന്മാത്രാമാതൃകകളാണ് ഉള്ളത്.

(1) ചട്ടക്കൂട് മാതൃക (2) ബോൾ-സ്റ്റിക് മാതൃക (3) ത്രിമാനതലപൂരണമാതൃക

ചട്ടക്കൂട് മാതൃകയിൽ ആറ്റങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനുപകരം തന്മാത്രയിൽ ആറ്റങ്ങളെ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന ബന്ധനങ്ങളാണ് കാണിക്കുന്നത്. ഈ മാതൃക ആറ്റത്തിന്റെ വലിപ്പത്തെ അവഗണിക്കുകയും തന്മാത്രയിലെ ബന്ധനങ്ങളുടെ ക്രമീകരണത്തിന് ഊന്നൽ നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. ബോൾ-സ്റ്റിക് മാതൃകയിൽ ഒരേസമയം ആറ്റങ്ങളെയും ബന്ധ

നങ്ങളെയും കാണിക്കുന്നു. ബോളുകൾ ആറ്റങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുമ്പോൾ സ്റ്റിക് ബന്ധനങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. C=C ബന്ധനം ഉള്ള സംയുക്തങ്ങളെ (ഉദാ: ഈഥീൻ) കുറെക്കൂടി മികവോടെ സൂചിപ്പിക്കാൻ സ്റ്റിക്കിനുപകരം സ്പ്രിങ് ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഇത്തരം മാതൃക ബോൾ-സ്പ്രിങ് മാതൃക എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ത്രിമാനതല മാതൃക ഊന്നൽ നൽകുന്നത് വാൻഡെർ വാൾസ് ആരത്തിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെ ആപേക്ഷിക വലിപ്പത്തിനാണ്. ഈ മാതൃകയിൽ ബന്ധനങ്ങൾ കാണിക്കാറില്ല. ഈ മാതൃക തന്മാത്രയിലെ ഓരോ ആറ്റത്തിനും പ്രാപ്തമായ വ്യാപ്തത്തിനെക്കുറിച്ച് ധാരണ നൽകുന്നു. ഇത്തരം മാതൃകകൾക്ക് പുറമെ തന്മാത്രാ മാതൃക രൂപീകരണത്തിനായി കമ്പ്യൂട്ടർ ഗ്രാഫിക്സും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

ചട്ടക്കൂട് മാതൃക

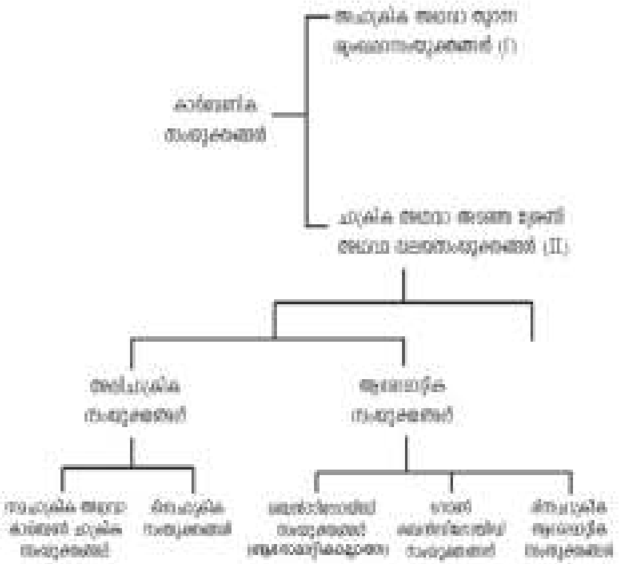
ബോൾ-സ്റ്റിക് മാതൃക

ത്രിമാനതല പൂരണമാതൃക

Fig. 12.2

12.4 കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ വർഗീകരണം

നമുക്കുചുറ്റും നിരവധി കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുണ്ട്. മാത്രമല്ല അവയുടെ എണ്ണം വർധിച്ചുകൊണ്ടുമിരിക്കുന്നു. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടന അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള വർഗീകരണം അനിവാര്യമാണ്. വിശാലാർഥത്തിൽ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ താഴെപ്പറയും വിധം വർഗീകരിക്കാവുന്നതാണ്.

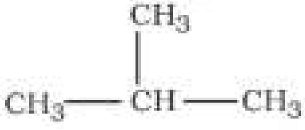


I. അചാക്രിക അഥവാ തുറന്ന ശൃംഖലാസംയുക്തങ്ങൾ

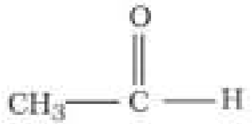
ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ആലിഫാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ നിവർന്നതും ശാഖിയവുമായ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

CH_3CH_3

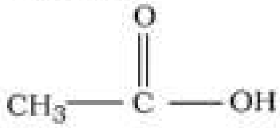
Ethane



Isobutane



Acetaldehyde

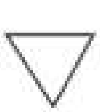


Acetic acid

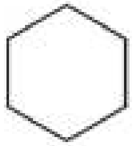
II. ചാക്രികം അഥവാ അടഞ്ഞശൃംഖല അഥവാ വലയ സംയുക്തങ്ങൾ

(a) അലിചാക്രിക സംയുക്തങ്ങൾ

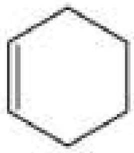
ചാക്രിക (ആലിഫാറ്റികവലയ) സംയുക്തങ്ങളിൽ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ബന്ധനം ഒരു വലയത്തെ രൂപീകരിക്കുന്നു. (സജാതീയചാക്രികം). ചില അവസരങ്ങളിൽ കാർബൺ ഇതര ആറ്റങ്ങളും ഈ വലയത്തിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും (ഭിന്നചാക്രികം). ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.



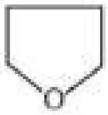
സൈക്ലോപ്രൊപ്പെയ്ൻ
(Cyclopropane)



സൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ
(Cyclohexane)



സൈക്ലോഹെക്സീൻ (Cyclohexene)



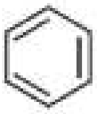
ടെട്രാ ഹൈഡ്രോഫ്യൂറാൻ (Tetrahydrofuran)

ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ആലിഫാറ്റിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ചില ഗുണങ്ങളും പ്രകടിപ്പിക്കാറുണ്ട്.

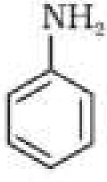
(b) ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ

ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങളെക്കുറിച്ച് വിശദമായി യൂണിറ്റ് 13 ൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നു. ബെൻസീൻ അല്ലെങ്കിൽ അനുബന്ധ വലയ സംയുക്തങ്ങൾ (ബെൻസീനോയിഡ്) ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണ് ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ. ആലിചാക്രിക സംയുക്തങ്ങളെപ്പോലെതന്നെ ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങളിലെയും വലയങ്ങളിൽ കാർബണിനെ കൂടാതെ ഇതര ആറ്റങ്ങളുമുണ്ടാകാം. അത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ഭിന്നചാക്രിക അരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. വിവിധതരം ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ്,

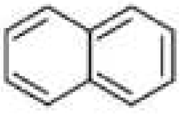
ബെൻസീൻ വലയആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ



ബെൻസീൻ



അനിലിൻ

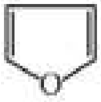


നാഫ്തലീൻ

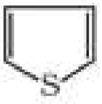
ബെൻസീൻ വലയരഹിത ആരോമാറ്റികസംയുക്തങ്ങൾ

ട്രോപോൺ

ഭിന്നചാക്രിക അരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ



ഫ്യൂറാൻ



തയോഫീൻ

പിരിഡീൻ

ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ കുടുംബങ്ങൾ അല്ലെങ്കിൽ ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണികളായി വർഗീകരിക്കാം.

12.4.1 ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ്

കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ രാസീയഗുണങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്ന ഒരു ആറ്റം അല്ലെങ്കിൽ സവിശേഷമായ രീതിയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ആറ്റങ്ങളുടെ ഗണത്തിനെയാണ് ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് എന്ന് നിർവചിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ്(–OH), ആൽഡിഹൈഡ് ഗ്രൂപ്പ്(–CHO) കാർബോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ്(–COOH) തുടങ്ങിയവ.

12.4.2 ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണി

ഒരു സവിശേഷ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് അടങ്ങിയിട്ടുള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ശ്രേണി അല്ലെങ്കിൽ ഗണമാണ് ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണി എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഇതിലെ ഓരോ അംഗത്തിനെയും ഹോമോലോഗ് എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണിയിലെ ഓരോ അംഗത്തിനെയും പൊതുവായ ഒരു തന്മാത്രാവാക്യം കൊണ്ട് പ്രതിനിധീകരിക്കാനാകും. മാത്രമല്ല ശ്രേണിയിൽ തുടർച്ചയായി വരുന്ന ഓരോ അംഗങ്ങൾ തമ്മിലും തന്മാത്രാവാക്യത്തിൽ ഒരു $-CH_2$ യൂണിറ്റിന്റെ വ്യത്യാസം ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതുമാണ്. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾക്ക് നിരവധിയായുള്ള ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണികൾ സാധ്യമാണ്. അവയിൽ ചിലതാണ് ആൽക്കെയ്നുകൾ, ആൽക്കീനുകൾ, ആൽക്കൈനുകൾ, ഹാലോആൽക്കെയ്നുകൾ, ആൽക്കനോളുകൾ, ആൽക്കനാലുകൾ, ആൽക്കനോണുകൾ, ആൽക്കനോയിക് ആസിഡുകൾ, അമീനുകൾ തുടങ്ങിയവ. ഒരു സംയുക്തത്തിൽ തന്നെ രണ്ടോ അതിലധികമോ സമാന അഥവാ വ്യത്യസ്ത ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ കാണാം. ഇങ്ങനെ ബഹുഫങ്ഷണൽ സംയുക്തങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുന്നു.

12.5 കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണം

കാർബണിക രസതന്ത്രത്തിൽ ലക്ഷക്കണക്കിന് സംയുക്തങ്ങളാണ് കൈകാര്യം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്. അവയെ കൃത്യമായി തിരിച്ചറിയുന്നതിന് വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിരിക്കുന്ന വ്യവസ്ഥാപിതമായ നാമകരണരീതിയാണ് **IUPAC (അന്തർദേശീയ ശുദ്ധ-പ്രയോഗ രസതന്ത്ര കൂട്ടായ്മ)** നാമകരണ സമ്പ്രദായം. ഈ നാമകരണ സമ്പ്രദായത്തിൽ നാമവും സംയുക്തഘടനയും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ വായനക്കാരന് അല്ലെങ്കിൽ ശ്രോതാവിന് സംയുക്തനാമത്തിൽനിന്നും ഘടന അനുമാനിക്കാനാകും.

IUPAC നാമകരണസമ്പ്രദായം ആവിഷ്ക്കരിക്കുന്നതിന് മുൻപ് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾക്ക് നാമം നൽകിയിരുന്നത് അവയുടെ ഉത്ഭവത്തിന്റെയും ചില പ്രത്യേക സവിശേഷതകളുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിലായിരുന്നു. ഉദാഹരണമായി സിട്രിക് ആസിഡിന് ആ നാമം ലഭിച്ചത് നാരകവർഗ ഫലങ്ങളിൽ അതിന്റെ സാന്നിധ്യം

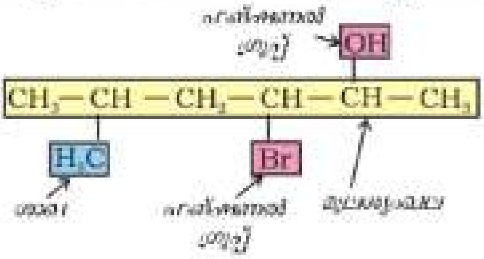
ഉള്ളതിനാലാണ്. അതുപോലെ ചുവന്ന ഉറുമ്പുകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ആസിഡിന് ഫോർമിക് ആസിഡ് എന്നു പേര് നൽകപ്പെട്ടത് ഉറുമ്പിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ലാറ്റിൻ പദമായ ഫോർമിക്കയിൽ നിന്നാണ്. ഇത്തരം നാമങ്ങൾ പരമ്പരാഗതമായതിനാൽ അവയെ രൂഢനാമങ്ങൾ അഥവാ സാധാരണ നാമങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നു. ചില സാധാരണ നാമങ്ങൾ ഇപ്പോഴും പ്രയോഗത്തിലുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി ആർ. ബക്മിനിസ്റ്റർ ഫുള്ളർ എന്ന പ്രശസ്ത ശില്പിയുടെ ലോകപ്രസിദ്ധ ഗോളാകാരതാഴികക്കുടങ്ങളുടെ ഘടനയുമായുള്ള സാദൃശ്യമാണ് പുതിയതായി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട C_{60} ഗണത്തിന് (ഒരു സവിശേഷ കാർബൺ രൂപഘടന) ബക്മിനിസ്റ്റർ ഫുള്ളറിൻ എന്ന നാമകരണത്തിനടിസ്ഥാനമായത്. വ്യവസ്ഥാപിതനാമങ്ങൾ വളരെ നീളക്കൂടുതലുള്ളവയും സങ്കീർണമായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന അവസരങ്ങളിൽ സാധാരണ നാമങ്ങൾ ഒഴിച്ചു കൂടാനാകാത്തവിധം പ്രയോജനപ്രദങ്ങളാണ്. ചില കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ സാധാരണ നാമങ്ങൾ പട്ടിക 12.1 നൽകിയിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 12.1 ചില കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ സാധാരണ അഥവാ രൂഢനാമങ്ങൾ

സംയുക്തം	സാധാരണനാമം
CH_4	മീഥെയ്ൻ
$H_3CCH_2CH_2CH_3$	n-ബ്യൂട്ടെയ്ൻ
$(H_3C)_2CHCH_3$	ഐസോബ്യൂട്ടെയ്ൻ
$(H_3C)_4C$	നിയോ പെന്റെയ്ൻ
$H_3CCH_2CH_2OH$	n-പ്രൊപ്പൈൽ ആൽക്കഹോൾ
$HCHO$	ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്
$(H_3C)_2CO$	അസെറ്റോൺ
$CHCl_3$	ക്ലോറോഫോം
CH_3COOH	അസെറ്റിക് ആസിഡ്
C_6H_6	ബെൻസീൻ
$C_6H_5OCH_3$	അനിസോൾ
$C_6H_5NH_2$	അനിലിൻ
$C_6H_5COCH_3$	അസെറ്റോഫിനോൺ
$CH_3OCH_2CH_3$	ഈഥൈൽ മീഥൈൽ ഈഥർ

12.5.1 IUPAC നാമകരണസമ്പ്രദായം

ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ വ്യവസ്ഥാപിത നാമം നിർധാരണം ചെയ്യുന്നത് അതിലെ മൂലഹൈഡ്രോകാർബണിനെയും അതിനോട് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളെയും തിരിച്ചറിഞ്ഞാണ്. തുടർന്ന് മൂലനാമത്തിനോട് മുൻപ്രത്യയങ്ങളും പിൻപ്രത്യയങ്ങളും ചേർത്ത് പരിഷ്കരിച്ച് സംയുക്തത്തിന്റെ യഥാർഥനാമത്തിലേക്ക് എത്തിച്ചേരുന്നു. കാർബണും ഹൈഡ്രജനും മാത്രമടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ. കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധനങ്ങൾ മാത്രമടങ്ങിയ ഹൈഡ്രോ കാർബണുകളാണ് പൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ. ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളുടെ ഹോമലോഗശ്രേണികളുടെ IUPAC നാമമാണ് ആൽക്കെയ്ൻ. പാരഫിൻ (ലാറ്റിൻ: താത്പര്യമില്ലാത്തത്) എന്ന നാമമാണ് ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾക്ക് നൽകിയിരുന്നത്. ഒരു കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനം അല്ലെങ്കിൽ ത്രിബന്ധനമെങ്കിലും അടങ്ങിയിട്ടുള്ളവയാണ് അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ.



12.5.2 ആൽക്കെയ്നുകളുടെ IUPAC നാമകരണം

നേർശ്രേണീ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ: ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമങ്ങൾ എയ്ൻ (ane) എന്ന പിൻപ്രത്യയത്തിൽ അവസാനിക്കുന്നു. നാമങ്ങളുടെ മുൻപ്രത്യയം ശ്രേണിയിലുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. (എന്നാൽ CH_4 മുതൽ C_4H_{10} വരെയുള്ള സംയുക്തങ്ങളിലെ മുൻപ്രത്യയങ്ങൾ നിർധാരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നത് അവയുടെ സാധാരണ നാമങ്ങളിൽ നിന്നാണ്. ചില നേർശ്രേണീ പൂരിതഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ IUPAC നാമങ്ങളാണ് പട്ടിക 12.2 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നത്. പട്ടിക 12.2 ൽ ആൽക്കെയ്നുകൾ ഓരോന്നും പരസ്പരം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് അവയുടെ ശ്രേണിയിലെ $-CH_2$ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ എണ്ണത്തിൽ മാത്രമാണ്. അതായത് അവ ആൽക്കെയ്ൻ ശ്രേണിയിലെ ഹോമലോഗുകൾ ആണ്.

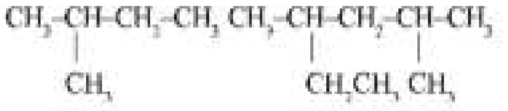
പട്ടിക 12.2 ചില ശൃംഖലാസഹിത പൂരിതഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ IUPAC നാമങ്ങൾ

നാമം	തന്മാത്രാവാക്യം	നാമം	തന്മാത്രാവാക്യം
മീഥെയ്ൻ	CH_4	ഹെപ്റ്റെയ്ൻ	C_7H_{16}
ഈഥെയ്ൻ	C_2H_6	ഒക്ടെയ്ൻ	C_8H_{18}
പ്രൊപെയ്ൻ	C_3H_8	നൊണെയ്ൻ	C_9H_{20}
ബ്യൂട്ടെയ്ൻ	C_4H_{10}	ഡെക്കെയ്ൻ	$C_{10}H_{22}$
പെന്റെയ്ൻ	C_5H_{12}	ഐക്കോസെയ്ൻ	$C_{20}H_{42}$
ഹെക്സെയ്ൻ	C_6H_{14}	ട്രയാകോണ്ടെയ്ൻ	$C_{30}H_{62}$

ശാഖീയ ശ്രേണീ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ: ശാഖീയ ശ്രേണീ സംയുക്തങ്ങളിൽ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ചെറു ശ്രേണികൾ മൂലഹൈഡ്രോകാർബൺ

ശ്രേണിയുടെ ഒന്നോ അതിലധികമോ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. കാർബണിന്റെ ചെറു ശ്രേണികൾ (ശാഖകൾ) ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്.

ഉദാ:



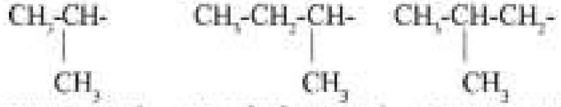
(a) (b)

ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾക്ക് നാമകരണം ചെയ്യുമ്പോൾ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ നാമം മുൻ പ്രത്യയമായി മൂല ആൽക്കെയ്നോടൊപ്പം ചേർക്കുന്നു. ഒരു പൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണിലെ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ നിന്നും ഒരു ഹൈഡ്രജനെ നീക്കം ചെയ്യുമ്പോഴാണ് ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പ് ലഭിക്കുന്നത്. അതായത് CH_4 എന്ന സംയുക്തം $-CH_3$ ആകുമ്പോൾ അതിനെ മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പ് എന്നുവിളിക്കുന്നു. ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പിന് നാമകരണം ചെയ്യുന്നത് തത്തുല്യമായ ആൽക്കെയ്നിന്റെ 'എയ്ൻ' എന്നതിനുപകരം 'ഐൽ' എന്നു ചേർത്താണ്. പട്ടിക 12.3 ൽ ചില ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

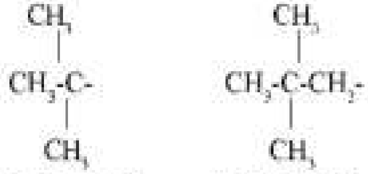
പട്ടിക 12.3 ചില ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ

ആൽക്കെയ്ൻ		ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പ്	
തന്മാത്രാ വാക്യം	ആൽക്കെയ്ൻ വാക്യം	ഘടനാ വാക്യം	ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പ് നാമം
CH_4	മീഥെയ്ൻ	$-CH_3$	മീഥൈൽ
C_2H_6	ഈഥെയ്ൻ	$-CH_2CH_3$	ഈഥൈൽ
C_3H_8	പ്രൊപ്പെയ്ൻ	$-CH_2CH_2CH_3$	പ്രൊപ്പൈൽ
C_4H_{10}	ബ്യൂട്ടെയ്ൻ	$-CH_2CH_2CH_2CH_3$	ബ്യൂട്ടൈൽ
$C_{10}H_{22}$	ഡെക്കെയ്ൻ	$-CH_2(CH_2)_8CH_3$	ഡെക്കൈൽ

ചില ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് ചുരുക്കെഴുത്ത് ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് മീഥൈൽ, ഈഥൈൽ, പ്രൊപ്പൈൽ, ബ്യൂട്ടൈൽ എന്നിവ യഥാക്രമം Me, Et, Pr, Bu എന്നിങ്ങനെ ചുരുക്കി എഴുതാറുണ്ട്. ശാഖീയ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളും സാധ്യമാണ്. അതായത് പ്രൊപ്പൈൽ, ബ്യൂട്ടൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ ശാഖീയ ഘടന ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവിധമാണ്.



ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ- *(Isopropyl-)* സെക്കൻഡറി- ബ്യൂട്ടൈൽ- *sec-Butyl-* ഐസോബ്യൂട്ടൈൽ- *Isobutyl-*

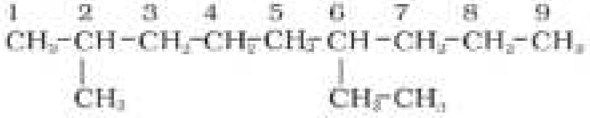


ടെർഷ്യറി- ബ്യൂട്ടൈൽ- *tert-Butyl-* നിയോപെന്റൈൽ- *Neopentyl-*

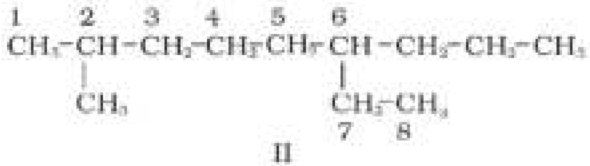
പൊതു ശാഖാഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് പ്രത്യേകമായ രൂഢനാമങ്ങളുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് പ്രൊപ്പൈൽ ഗ്രൂപ്പ് n-പ്രൊപ്പൈൽ അല്ലെങ്കിൽ ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ ആകാം. ശാഖീയ ബ്യൂട്ടൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളെ സെക്കൻഡറി -ബ്യൂട്ടൈൽ, ഐസോബ്യൂട്ടൈൽ, ടെർഷ്യറി ബ്യൂട്ടൈൽ എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം. അതുപോലെ $-CH_2C(CH_3)_3$ എന്ന ഘടനായൂണിറ്റിനെ നിയോപെന്റൈൽ ഗ്രൂപ്പ് എന്നുവിളിക്കുന്നു.

ശാഖീയ ശ്രേണീ ആൽക്കെയ്നുകളുടെ നാമകരണം: നിരവധി ശാഖീയശ്രേണി ആൽക്കെയ്നുകൾ നമുക്കു പരിചിതമാണ്. അവയെ നാമകരണം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള നിയമങ്ങളാണ് ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നത്.

1. ആദ്യമായി തന്മാത്രയിലെ ഏറ്റവും നീളമേറിയ കാർബൺ ശ്രേണി തിരിച്ചറിയുന്നു. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന ഉദാഹരണം (I) ൽ നീളമേറിയ കാർബൺ ശ്രേണിയിൽ ഒൻപത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുണ്ട്. ഇതിനെ മൂലശ്രേണിയായി പരിഗണിക്കുന്നു. എന്നാൽ (II) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ തെരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട മൂലശ്രേണി ഉചിതമല്ല. കാരണം അതിൽ എട്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ മാത്രമാണുള്ളത്.
2. മൂലരൂപ ആൽക്കെയ്നെയും അതിൽതന്നെയുള്ള



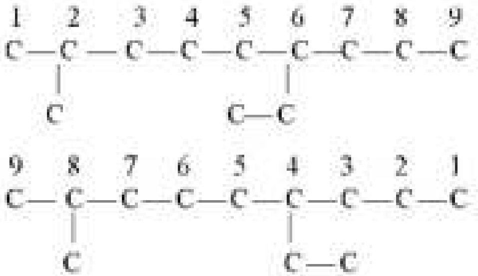
I



II

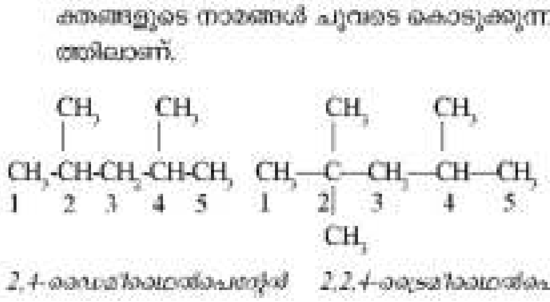
ഏത് കാർബണിലെ ഹൈഡ്രജനെയാണ് ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിസ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും തിരിച്ചറിയാനായി മൂലശ്രേണിയിലെ കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് സംഖ്യകൾ നൽകി സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ശാഖീയ കാർബൺ ആറ്റത്തിന് സാധ്യമായ ഏറ്റവും കുറവ് സംഖ്യ ലഭിക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് മൂലശ്രേണിയിലെ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ സംഖ്യാക്രമം നടത്തുന്നത്. അതായത് മേൽസൂചി

പ്പിക്കപ്പെട്ട ഉദാഹരണത്തിൽ ശരിയായ സംഖ്യാക്രമം ഇടത്ത് നിന്നും വലത്തേക്ക് വരുന്നവിധമായിരിക്കണം. (കാർബൺ സംഖ്യ 2, 6 എന്നിവയിൽ ശാഖകൾ വരുന്നത്) മറിച്ച് വലത്ത് നിന്നും ഇടത്തേയ്ക്കുള്ള സംഖ്യാക്രമം (കാർബൺ സംഖ്യ 4, 8 എന്നിവയിൽ ശാഖകൾ വരുന്നത്) ഉചിതമല്ല.

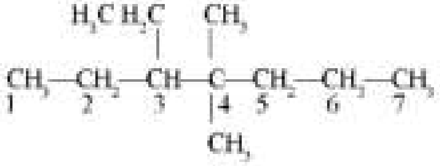


3. ശാഖകളായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ നാമങ്ങൾ മൂലരൂപ ആൽക്കെയ്നിന്റെ മുൻപ്രത്യയമായി ചേർക്കുകയും പ്രതിസ്ഥാപികളുടെ സ്ഥാനം അനുയോജ്യമായ സംഖ്യകൾ കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വ്യത്യസ്ത ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുണ്ടെങ്കിൽ അവയെ അക്ഷരമാലാക്രമത്തിൽ പട്ടികപ്പെടുത്തുന്നു. അതായത് മേൽസൂചിപ്പിക്കപ്പെട്ട സംയുക്തത്തിന്റെ നാമമാണ്: 6-ഈഥൈൽ-2-മീഥൈൽനൊണെയ്ൻ. [കുറിപ്പ്: സംഖ്യകളും ഗ്രൂപ്പുകളും തമ്മിൽ തുടർക്കുറി ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിക്കണം. മീഥൈൽ, നൊണെയ്ൻ എന്നിവയ്ക്കിടയിൽ വിടവ് ഉണ്ടാകുകയുമരുത്.]

4. രണ്ടോ അതിലധികമോ ഒരേ പ്രതിസ്ഥാപി ഗ്രൂപ്പുകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ അവയുടെ സ്ഥാനസംഖ്യകൾ തമ്മിൽ അർധവിരാമചിഹ്നം ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിക്കണം. ഒരുപോലെയുള്ള പ്രതിസ്ഥാപികളുടെ നാമങ്ങൾ ആവർത്തിക്കുന്നതിനുപകരം മുൻപ്രത്യയങ്ങളായ ഡൈ (2-ന്), ട്രൈ (3-ന്), ടെട്രാ (4-ന്) പെന്റ് (5-ന്), ഹെക്സാ (6-ന്) തുടങ്ങിയവ പ്രയോഗിക്കണം. പ്രതിസ്ഥാപികളുടെ നാമം അക്ഷരമാലാക്രമത്തിൽ എഴുതുന്നതിനായി മുൻപ്രത്യയങ്ങൾ പരിഗണിക്കേണ്ടതില്ല. ഇത്തരത്തിൽ ചില സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമങ്ങൾ ചുവടെ കൊടുക്കുന്ന വിധത്തിലാണ്.

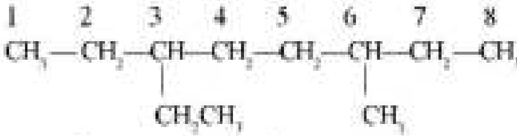


2,4-ഡൈമീഥൈൽപെന്റേൻ *2,2,4-ട്രൈമീഥൈൽപെന്റേൻ*

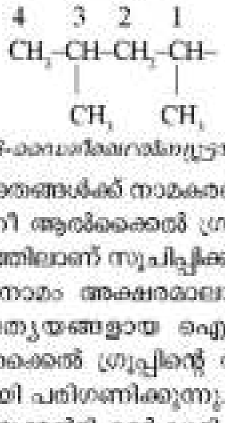


3-ഈഥൈൽ-4,4-ഡൈമീഥൈൽഹെപ്റ്റേൻ

5. രണ്ട് പ്രതിസ്ഥാപികൾക്ക് തുല്യ സ്ഥാനസംഖ്യകൾ സാധ്യമാകുകയാണെങ്കിൽ, അക്ഷരമാലാക്രമത്തിൽ പട്ടികപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ആദ്യം വരുന്ന ഗ്രൂപ്പിന് കുറഞ്ഞ സ്ഥാന സംഖ്യ നൽകണം. അതായത് ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തത്തിന്റെ ശരിയായ നാമം 3-ഈഥൈൽ-6-മീഥൈൽ ഒക്ടെയ്ൻ ആണ്. മറിച്ച് 6-ഈഥൈൽ-3-മീഥൈൽ ഒക്ടെയ്ൻ എന്നതല്ല.



6. ശാഖീയ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ നാമകരണത്തിന് മേൽ സൂചിപ്പിച്ച സമ്പ്രദായം പാലിക്കപ്പെടണം. എന്നാൽ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഉദാഹരണത്തിലേതു പോലെ, മൂലആൽക്കെയ്നോടു നേരിട്ടു ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റത്തിന് '1' എന്ന സംഖ്യ നൽകുന്നു.

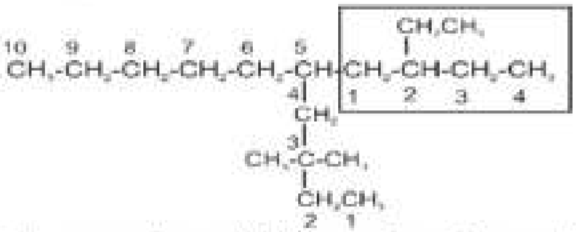


1,3-ഡൈമീഥൈൽബ്യൂട്ടൈൽ

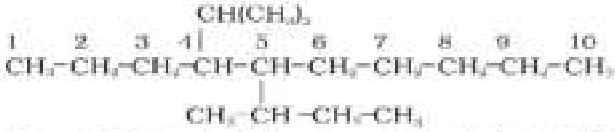
ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾക്ക് നാമകരണം ചെയ്യുമ്പോൾ ശാഖീയ ശ്രേണീ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ നാമം ആവരണചിഹ്നത്തിലാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. പ്രതിസ്ഥാപികളുടെ മുഖ്യനാമം അക്ഷരമാലാക്രമത്തിലെഴുതുമ്പോൾ മുൻപ്രത്യയങ്ങളായ ഐസോ-, നിയോ- എന്നിവ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പിന്റെ അടിസ്ഥാന നാമത്തിന്റെ ഭാഗമായി പരിഗണിക്കുന്നു. എന്നാൽ മുൻപ്രത്യയങ്ങളായ സെക്കന്ററി, ടെർഷ്യറി തുടങ്ങിയവ അടിസ്ഥാനനാമത്തിന്റെ ഭാഗമായി പരിഗണിക്കേണ്ടതുമില്ല. ഐസോ അല്ലെങ്കിൽ അനുബന്ധ സാധാരണ മുൻപ്രത്യയങ്ങൾ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ നാമകരണത്തിനായി IUPAC സമ്പ്രദായപ്രകാരം അനുവദനീയമാണ്. എന്നാൽ അവയിൽ തുടർന്നും പ്രതിസ്ഥാപികളുണ്ടായിരിക്കാൻ പാടില്ല. ബഹുപ്രതിസ്ഥാപിത സംയുക്തങ്ങളിൽ ചുവടെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന നിയമങ്ങൾ ഓർക്കേണ്ടതാണ്.

- രണ്ട് ശ്രേണികൾക്ക് തുല്യ വലിപ്പമുണ്ടെങ്കിൽ അതിൽ, പാർശ്വശ്രേണികളുടെ എണ്ണം കൂടുതലുള്ളതിനെയാണ് തെരഞ്ഞെടുക്കേണ്ടത്.

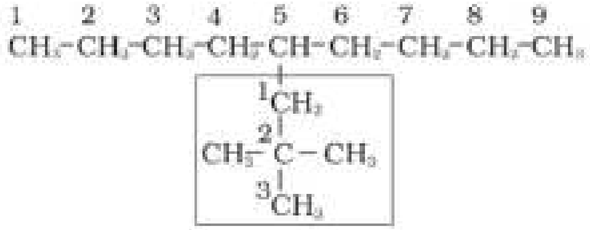
- ശ്രേണി തിരഞ്ഞെടുത്തു കഴിഞ്ഞാൽ പ്രതിസ്ഥാപിയോടടുത്തുള്ള അഗ്രത്തിൽനിന്നും കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് സ്ഥാനസംഖ്യ നൽകണം.



5-(2-ഈഥൈൽബ്യൂട്ടൈൽ)-3,3-ഡൈമീഥൈൽഡെക്കേൻ [5-(2,2-ഡൈമീഥൈൽബ്യൂട്ടൈൽ)-3-ഈഥൈൽഡെക്കേൻ എന്നത് ശരിയല്ല]



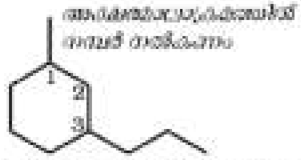
5-സെക്കൻഡറി-ബ്യൂട്ടൈൽ-4-ഐസോപ്രൊപ്പൈൽഡെക്കേൻ



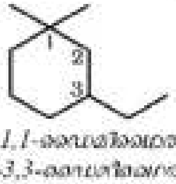
5-(2,2-ഡൈമീഥൈൽപ്രൊപ്പൈൽ)നോണേൻ

വലയസംയുക്തങ്ങൾ: ഒരു പൂരിത ഏകചാക്രിക സംയുക്തത്തിന് നാമകരണം ചെയ്യുമ്പോൾ 'സൈക്ലോ' എന്ന മുൻപ്രത്യയം, തത്തുല്യമായ നേർശ്രേണി ആൽക്കെയ്നോടൊപ്പം ചേർക്കണം. പാർശ്വശ്രേണികൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ മേൽ സൂചിപ്പിക്കപ്പെട്ട നിയമങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കണം. ചില ചാക്രിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമങ്ങൾ ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

സൈക്ലോപെന്റെയ്ൻ



1-മീഥൈൽ-3-പ്രൊപ്പൈൽസൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ



3-ഈഥൈൽ-1,1-ഡൈമീഥൈൽസൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ (1-ഈഥൈൽ-3,3-ഡൈമീഥൈൽസൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ എന്നത് ശരിയല്ല)

ചോദ്യം 12.7

ചില ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ ഘടനകളും IUPAC നാമങ്ങളും ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ആവരണകവചത്തിൽ നൽകിയിരിക്കുന്ന നാമങ്ങൾ ശരിയല്ലാത്തത് എന്തുകൊണ്ടെന്ന് വിശദമാക്കുക.

(a)

2,5,6-ട്രൈമീഥൈൽഒക്റ്റേൻ [3,4,7-ട്രൈമീഥൈൽഒക്റ്റേൻ, എന്നത് ശരിയല്ല]

(b)

3-ഈഥൈൽ-5-മീഥൈൽഹെപ്റ്റേൻ [5-ഈഥൈൽ-3-മീഥൈൽഹെപ്റ്റേൻ എന്നത് ശരിയല്ല]

ഉത്തരം

(a) 3, 5, 7 എന്നീ സ്ഥാനസംഖ്യകളെക്കാൾ കുറഞ്ഞതാണ് 2, 5, 6 എന്നിവ.

(b) പ്രതിസ്ഥാപികൾ തുല്യസ്ഥാനങ്ങളിലായതിനാൽ അക്ഷരമാലാക്രമത്തിൽ ആദ്യം വരുന്നതിന് കുറഞ്ഞ സ്ഥാനസംഖ്യ നൽകുന്നു.

12.5.3 ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളുള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണം

നേരത്തെ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുള്ളതുപോലെ, ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് എന്നത് ഒരു ആറ്റം അല്ലെങ്കിൽ സവിശേഷമായ രീതിയിൽ ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെ ഒരു ഗ്രൂപ്പ് ആണ്. ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിലെ രാസക്രിയാശീലതയുള്ള പ്രദേശവും സാധാരണയായി ഇത്തരം ഗ്രൂപ്പുകളാണ്. ഒരുപോലെയുള്ള ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളടങ്ങിയിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ സമാനമായ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി, CH_3OH, CH_3CH_2OH, $(CH_3)_2CHOH$ എന്നിവയിലെല്ലാം -OH ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുണ്ട്. ആയതിനാൽ സോഡിയം ലോഹവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ വ്യത്യസ്ത ഗണങ്ങൾ ഉള്ളവയായി വ്യവസ്ഥാപിതമായി വർഗീകരിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ, അവയുടെ മുൻപ്രത്യയങ്ങൾ, പിൻപ്രത്യയങ്ങൾ, അത്തരം ഗ്രൂപ്പുകളുള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ പട്ടിക 12.4 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ആദ്യമായി, തന്മാത്രയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പിനെ തിരിച്ചറിയുന്നു. ഇത് അനുയോജ്യമായ പിൻപ്രത്യയത്തിനെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുന്നു. ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ

പട്ടിക 12.4 ചില ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളും കാർബണിക സംയുക്തഗണങ്ങളും

സംയുക്തഗണം	ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് ഘടന	IUPAC ഗ്രൂപ്പ് മുൻപ്രത്യയം	IUPAC ഗ്രൂപ്പ് പിൻപ്രത്യയം	ഉദാഹരണം
ആൽക്കെയ്നുകൾ	-	-	-എയ്ൻ	ബ്യൂട്ടെയ്ൻ, $CH_3(CH_2)_2CH_3$
ആൽക്കീനുകൾ	$>C=C<$	-	-ഈൻ	ബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ, $CH_2=CHCH_2CH_3$
ആൽക്കൈനുകൾ	$-C\equiv C-$	-	-ഐൻ	ബ്യൂട്ട്-1-ഐൻ, $CH\equiv CCH_2CH_3$
അരീനുകൾ	-	-	-	ബെൻസീൻ,
ഹാലൈഡുകൾ	-X (X=F,Cl,Br,I)	ഹാലോ	-	1-ബ്രോമോ ബ്യൂട്ടെയ്ൻ, $CH_3(CH_2)_2CH_2Br$
ആൽക്കഹോളുകൾ	-OH	ഹൈഡ്രോക്സി	-ഓൾ	ബ്യൂട്ടൻ-2-ഓൾ, $CH_3CH_2CHOHCH_3$
ആൽഡിഹൈഡുകൾ	-CHO	ഫോർമൈൽ അഥവാ ഓക്സോ	-ആൽ	ബ്യൂട്ടനാൽ, $CH_3(CH_2)_2CHO$
കീറ്റോണുകൾ	$>C=O$	ഓക്സോ	-ഓൺ	ബ്യൂട്ടാൻ-2-ഓൺ, $CH_3CH_2COCH_3$
നൈട്രൈലുകൾ	$-C\equiv N$	സയനോ	നൈട്രൈൽ	പെന്റെയ്ൻ നൈട്രൈൽ, $CH_3CH_2CH_2CH_2CN$
ഈഥറുകൾ	R-O-R	ആൽക്കോക്സി	-	ഈഥോക്സി ഈഥെയ്ൻ, $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
കാർബോക്സിലിക് ആസിഡുകൾ	-COOH	കാർബോക്സി	-ഓയിക് ആസിഡ്	ബ്യൂട്ടനോയിക് ആസിഡ്, $CH_3(CH_2)_2CO_2H$
കാർബോക്സിലേറ്റ് അയോണുകൾ	$-COO^-$	-	-ഓയേറ്റ്	സോഡിയം ബ്യൂട്ടനോയേറ്റ്, $CH_3(CH_2)_2CO_2^-\ Na^+$
എസ്റ്ററുകൾ	-COOR	ആൽക്കോക്സി കാർബണൈൽ	-ഓയേറ്റ്	മീഥൈൽ പ്രൊപ്പനോയേറ്റ്, $CH_2CH_2COOCH_3$
അസൈൽ ഹാലൈഡുകൾ	-COX (X=F,Cl,Br,I)	ഹാലോ കാർബണൈൽ	-ഓയിൽ ഹാലൈഡ്	ബ്യൂട്ടനോയിൽ ക്ലോറൈഡ്, $CH_3(CH_2)_2COCl$
അമീനുകൾ	$-NH_2$, $>NH$, $>N-$	അമിനോ	-അമീൻ	ബ്യൂട്ടാൻ-2-അമീൻ, $CH_3CHNH_2CH_2CH_3$
അമൈഡുകൾ	$-CONH_2$, $-CONHR$, $-CONR_2$	-കാർബമോയിൽ	-അമൈഡ്	ബ്യൂട്ടനമൈഡ്, $CH_3(CH_2)_2CONH_2$
നൈട്രോ സംയുക്തങ്ങൾ	$-NO_2$	നൈട്രോ	-	1-നൈട്രോ ബ്യൂട്ടെയ്ൻ, $CH_3(CH_2)_3NO_2$
സൾഫോണിക് ആസിഡ്	$-SO_3H$	സൾഫോ	സൾഫോണിക് ആസിഡ്	മീഥെയ്ൻ സൾഫോണിക് ആസിഡ് CH_3SO_3H

ആറ്റത്തിന് സാധ്യമായ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ സ്ഥാനസംഖ്യ ലഭിക്കത്തക്കവിധത്തിൽ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഏറ്റവും ദൈർഘ്യമുള്ള കാർബൺ ആറ്റ ശ്രേണിക്ക് സ്ഥാനസംഖ്യകൾ നൽകുന്നു. പട്ടിക 12.4 ൽ നൽകിയിട്ടുള്ള പിൻപ്രത്യയങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സംയുക്തനാമം, നിർധാരണം ചെയ്യുന്നു.

ബഹുഫങ്ഷണൽ സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ ഒന്നിനെ മുഖ്യ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പായി തിരഞ്ഞെടുക്കുകയും ആയതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സംയുക്തത്തിന് നാമം നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. അവശേഷിക്കുന്ന ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളെ പ്രതിസ്ഥാപികളായി പരിഗണിച്ച് അനുയോജ്യമായ മുൻപ്രത്യയങ്ങൾ നൽകി നാമകരണം ചെയ്യുന്നു. മുൻഗണനാക്രമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് മുഖ്യ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പിനെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നത്. ചില ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ മുൻഗണനാക്രമത്തിന്റെ അവരോഹണക്രമമാണ്.

-COOH, $-SO_3H$, -COOR (R=ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്), –COCl, $-CONH_2$, -CN, -HC=O, >C=O, -OH, $-NH_2$, >C=C<, -C≡C-.

–R, C_6H_5-, ഹാലൊജനുകൾ (F, Cl, Br, I), $-NO_2$, ആൽക്കോക്സി (–OR) തുടങ്ങിയവ എല്ലായ്പ്പോഴും മുൻപ്രത്യയ പ്രതിസ്ഥാപികളാണ്. അതായത് ഒരു സംയുക്തത്തിൽ കീറ്റോ ഗ്രൂപ്പും ആൽക്കഹോൾ ഗ്രൂപ്പും ഉണ്ടെങ്കിൽ അതിന് ഹൈഡ്രോക്സികീറ്റോൺ എന്ന് നാമം നൽകുന്നു. കാരണം കീറ്റോഗ്രൂപ്പിനാണ് ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പിനെക്കാൾ മുൻഗണന നൽകേണ്ടത്.

ഉദാഹരണത്തിന് $HOCH_2(CH_2)_3CH_2COCH_3$ എന്ന സംയുക്തത്തിനെ 7-ഹൈഡ്രോക്സിഹെപ്റ്റാൻ-2-ഓൺ എന്നാണ് നാമം നൽകേണ്ടത്. മറിച്ച് 2-ഓക്സോഹെപ്റ്റാൻ-7-ഓൾ എന്നത് ശരിയായ നാമമല്ല. അതുപോലെ $BrCH_2CH=CH_2$ എന്നതിന്റെ ശരിയായ നാമം 3-ബ്രോമോപ്രോപ്-1-ഈൻ എന്നാണ്. 1-ബ്രോമോപ്രോപ്-2-ഈൻ എന്നത് ശരിയായ നാമം അല്ല.

ഒരേയിനം ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ അവയുടെ എണ്ണം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഡൈ, ട്രൈ തുടങ്ങിയവ ഗണപദ പ്രത്യയങ്ങൾ മുന്നിലായി ചേർത്താണ്. അത്തരം സാഹചര്യങ്ങളിൽ മൂലരൂപ ആൽക്കെയിന്റെ പൂർണനാമം ഗണപദപ്രത്യയത്തിന് മുന്നിലായി എഴുതുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് $CH_2(OH)CH_2(OH)$ എന്ന സംയുക്തത്തിന്റെ നാമമാണ് ഈഥെയ്ൻ-1, 2-ഡൈഓൾ. എന്നാൽ സംയുക്തത്തിൽ ഒന്നോ അതിലധികമോ ദ്വിബന്ധനമോ ത്രിബന്ധനമോ ഉണ്ടെങ്കിൽ മൂലരൂപ ആൽക്കെയ്ന്റെ നാമാഗ്രത്തെ 'ne' ഉപേക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് $CH_2=CH-CH=CH_2$ എന്ന സംയുക്തത്തിന്റെ നാമമാണ് ബ്യൂട്ടാ-1, 3-ഡൈഈൻ.

ചോദ്യം 12.8

1 മുതൽ 4 വരെയുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ IUPAC നാമങ്ങൾ അവയുടെ ഘടനകളിൽ നിന്നും എഴുതുക.

$$\text{(i)}\quad \begin{array}{cccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ CH_3- & CH_2- & CH- & CH_2- & CH_2- & CH- & CH_2- & CH_3 \\ & & | & & & | & & \\ & & OH & & & CH_3 & & \end{array}$$

ഉത്തരം

- ആൽക്കഹോൾ (OH) ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതിനാൽ പിൻപ്രത്യയമായി '-ഓൾ' പ്രയോഗിക്കുന്നു.
- -OH അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഏറ്റവും ദൈർഘ്യമേറിയ ശ്രേണിയിൽ എട്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഉണ്ട്. അതിനാൽ തത്തുല്യമായ പൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബൺ ഒക്ടെയ്ൻ ആണ്.
- -OH ഗ്രൂപ്പ് മൂന്നാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിലാണ്. മാത്രമല്ല ആറാമത്തെ കാർബണിൽ ഒരു മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പുമുണ്ട്. അതിനാൽ ഈ സംയുക്തത്തിന്റെ IUPAC നാമമാണ് 6-മീഥൈൽ ഒക്ടാൻ-3-ഓൾ.

$$\text{(ii)}\quad \begin{array}{cccccc} & & O & & O & \\ & & \| & & \| & \\ CH_3- & CH_2- & C- & CH_2- & C- & CH_3 \\ 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{array}$$

(ii) ഉത്തരം

ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് കീറ്റോൺ (>C=O) ആയതിനാൽ പദപ്രത്യയം "-ഓൺ" ആണ്. രണ്ട് കീറ്റോഗ്രൂപ്പുകളുടെ സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനായി 'ഡൈ' ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ പിൻപ്രത്യയമാണ് 'ഡൈഓൺ'. 2, 4 എന്നീ കാർബണുകളിലായാണ് രണ്ട് കീറ്റോഗ്രൂപ്പുകൾ. ദൈർഘ്യമേറിയ കാർബൺ ശ്രേണിയിൽ 6 കാർബൺ ആറ്റങ്ങളാണുള്ളത്. ആയതിനാൽ മൂലരൂപ ഹൈഡ്രോകാർബൺ ഹെക്സെയ്ൻ ആണ്. ഈ സംയുക്തത്തിന്റെ IUPAC നാമമാണ് ഹെക്സെയ്ൻ-2,4-ഡൈഓൺ.

$$\text{(iii)}\quad \begin{array}{cccccc} & O & & & & \\ & \| & & & & \\ CH_3- & C- & CH_2- & CH_2- & CH_2- & COOH \\ 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{array}$$

(iii) ഉത്തരം

ഇവിടെ കീറ്റോൺ, കാർബോക്സിലിക് ആസിഡ് എന്നീ രണ്ട് ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളാണുള്ളത്. മുഖ്യ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് കാർബോക്സിലിക് ആസിഡ് ഗ്രൂപ്പ് ആയതിനാൽ മൂലശ്രേണിയോട് ഓയിക് ആസിഡ് എന്ന പദപ്രത്യയം ചേർക്കുന്നു. – COOH ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പിലെ കാർബണിൽ നിന്നും ശ്രേണി സംഖ്യാക്രമം ആരംഭിക്കുന്നു. ശ്രേണിയിലെ അഞ്ചാം കാർബണിലെ കീറ്റോ ഗ്രൂപ്പിനെ 'ഓക്സോ' എന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. മുഖ്യ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് ഉൾപ്പെടെ ശ്രേണിയിൽ ആറ് കാർബണാറ്റങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ മൂലരൂപ ഹൈഡ്രോകാർബൺ ഹെക്സെയ്ൻ ആണ്. ആയതിനാൽ സംയുക്തത്തിന്റെ നാമമാണ് 5-ഓക്സോഹെക്സനോയിക് ആസിഡ്.

(iv) $CH \equiv C-CH=CH-CH=CH_2$
6 5 4 3 2 1

(iv) ഉത്തരം

1, 3 കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലാണ് രണ്ട് C=C ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ ഉള്ളത്. അതേസമയം C≡C ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് 5- ാം കാർബണിലാണ്. ഈ ഗ്രൂപ്പുകൾ യഥാക്രമം ഡൈഈൻ, അയ്ൻ എന്നീ പിൻപ്രത്യയങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ദൈർഘ്യമേറിയ കാർബൺ ശ്രേണിയിൽ 6 കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ മൂലരൂപ ഹൈഡ്രോകാർബൺ ഹെക്സേയ്ൻ ആണ്. സംയുക്തത്തിന്റെ നാമമാണ് ഹെക്സാ-1, 3-ഡൈഈൻ-5-അയ്ൻ.

ചോദ്യം 12.9

ഘടന നിർധാരണം ചെയ്യുക. (i) 2-ക്ലോറോഹെക്സേയ്ൻ, (ii) പെന്റ്-4-ഈൻ-2-ഓൾ, (iii) 3- നൈട്രോസൈക്ലോഹെക്സീൻ, (iv) സൈക്ലോഹെക്സ്-2-ഈൻ-1-ഓൾ, (v) 6-ഹൈഡ്രോക്സിഹെപ്റ്റനാൽ.

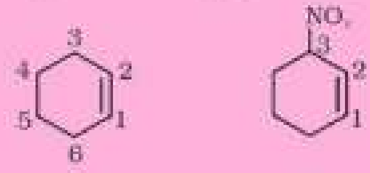
ഉത്തരം

(i) 'ഹെക്സേയ്ൻ' ശ്രേണിയിലെ 6 കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ക്ലോറോ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് രണ്ടാം കാർബണിലാണുള്ളത്. അതിനാൽ സംയുക്ത ഘടനയാണ് $CH_3CH_2CH_2CH_2CH(Cl)CH_3$

(ii) 'പെന്റ്' സൂചിപ്പിക്കുന്നത് മൂലരൂപ ഹൈഡ്രോകാർബണിൽ 5 കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ശ്രേണിയുണ്ട് എന്നാണ്. 4, 2 കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലുള്ള ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ C=C , -OH എന്നിവ യഥാക്രമം ഈൻ, ഓൾ എന്നിവയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ സംയുക്ത ഘടനയാണ്

$CH_2=CHCH_2CH(OH)CH_3$

(iii) ആറ് കാർബണാറ്റങ്ങൾ അടങ്ങിയ വലയത്തിൽ ഒരു കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനമുള്ളതിനാൽ സൈക്ലോഹെക്സീൻ ചുവടെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നവിധം (I) സംഖ്യാക്രമം നൽകി സൂചിപ്പിക്കാം. മുൻപ്രത്യയം 3-നൈട്രോ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് C-3 യിൽ ഒരു നൈട്രോ ഗ്രൂപ്പിന്റെ സാന്നിധ്യമാണ്. ആയതിനാൽ സംയുക്തത്തിന്റെ പൂർണ ഘടനാവാക്യം (II)ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ദ്വിബന്ധനം പിൻപ്രത്യയ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പും NO_2 മുൻപ്രത്യയ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പും ആയതിനാൽ ദ്വിബന്ധനത്തിന് $-NO_2$ ഗ്രൂപ്പിനേക്കാൾ മുൻഗണന ലഭിക്കുന്നു.



I II

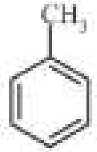
(iv) '1-ഓൾ' എന്നത് C-1 ൽ ഒരു -OH ഗ്രൂപ്പിന്റെ സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. OH ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് പിൻപ്രത്യയമായതിനാൽ C=C ബന്ധനത്തേക്കാൾ മുൻഗണന ലഭിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ സംയുക്തഘടന (II) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

I II

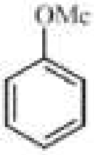
(v) 'ഹെപ്റ്റനാൽ' സൂചിപ്പിക്കുന്നത് മൂലരൂപശ്രേണിയിൽ 7 കാർബൺ അടങ്ങിയ ആൽഡിഹൈഡിനെയാണ്. '6-ഹൈഡ്രോക്സി' സൂചിപ്പിക്കുന്നത് കാർബൺ 6 ൽ ഉള്ള -OH ഗ്രൂപ്പിനെയാണ്. അതിനാൽ സംയുക്തഘടനയാണ് $CH_3CH(OH)CH_2CH_2CH_2CH_2CHO$ കാർബൺ ശ്രേണിക്ക് സംഖ്യകൾ നൽകുമ്പോൾ -CHO ഗ്രൂപ്പിലെ കാർബണിന് പരിഗണന നൽകണം.

12.5.4 പ്രതിസ്ഥാപിത ബെൻസീൻ സംയുക്തനാമകരണം

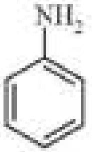
പ്രതിസ്ഥാപിത ബെൻസീൻ സംയുക്തങ്ങൾക്ക് IUPAC നാമം നൽകുമ്പോൾ പ്രതിസ്ഥാപിയുടെ നാമം ബെൻസീൻ എന്ന പദത്തിന്റെ മുൻപ്രത്യയമായി ചേർക്കണം. എന്നിരുന്നാലും വ്യാപകമായി പ്രതിസ്ഥാപിത ബെൻസീൻ സംയുക്തങ്ങളുടെ സാധാരണ നാമമാണ് (ചുവടെ ആവരണകവചത്തിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നത്) ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത്.



മീഥൈൽബെൻസീൻ (ടൊളുവീൻ)

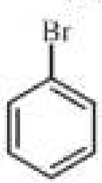


മീഥോക്സിബെൻസീൻ (അനിസോൾ)



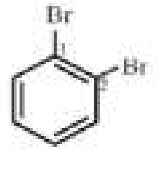
അമിനോബെൻസീൻ (അനിലീൻ)

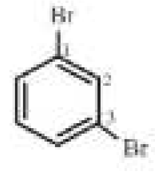
നൈട്രോബെൻസീൻ

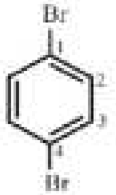


ബ്രോമോബെൻസീൻ

ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ രണ്ടു പ്രതിസ്ഥാപികൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ അവയുടെ സ്ഥാനം നിർവചിക്കുന്നത് അവയ്ക്ക് സാധ്യമായ കുറഞ്ഞ സ്ഥാനസംഖ്യ ലഭിക്കുന്ന വിധത്തിലാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് സംയുക്തം (b) യുടെ ശരിയായ നാമം 1,3-ഡൈബ്രോമോബെൻസീൻ ആണ്. 1,5-ഡൈബ്രോമോ ബെൻസീൻ എന്ന നാമം ഉചിതമല്ല.


(a)
1,2-ഡൈബ്രോമോബെൻസീൻ

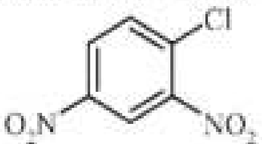

(b)
1,3-ഡൈബ്രോമോബെൻസീൻ

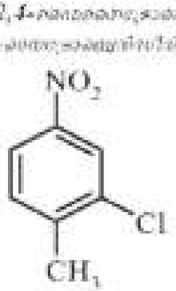

(c)
1,4-ഡൈബ്രോമോബെൻസീൻ

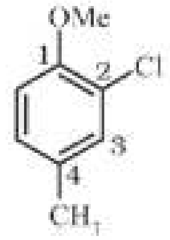
തൃവനാമകരണ സമ്പ്രദായത്തിൽ ഓർത്തോ (*o*), മെറ്റാ (*m*), പാരാ (*p*) തുടങ്ങിയ മുൻപ്രത്യയങ്ങൾ യഥാക്രമം ആപേക്ഷിക സ്ഥാനങ്ങളായ 1,2- ;1,3-, 1,4- എന്നിവയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതായത് 1,3-ഡൈബ്രോമോബെൻസീന്റെ (b) നാമമാണ്, *m*-ഡൈബ്രോമോബെൻസീൻ (മെറ്റാ എന്നതിന്റെ ചുരുക്കരൂപമാണ് *m*-) ഡൈബ്രോമോബെൻസീന്റെ മറ്റ് സമാവയവങ്ങളായ 1,2-(a) , 1,4-(c) എന്നിവയുടെ നാമങ്ങളാണ് യഥാക്രമം ഓർതോ (*o*-), പാരാ (*p*-)-ഡൈബ്രോമോബെൻസീൻ.

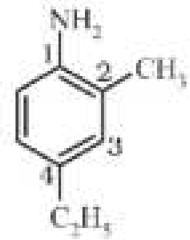
ട്രൈ അല്ലെങ്കിൽ കൂടുതൽ പ്രതിസ്ഥാപികളുള്ള ബെൻസീൻ വ്യുൽപ്പന്നങ്ങൾക്ക് ഇത്തരം പൂർവ പ്രത്യയങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാനാകില്ല. ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾക്ക് നാമം നൽകുന്നതിനായി കുറഞ്ഞ സ്ഥാനസംഖ്യാനിയമം അനുസരിച്ച് വലയത്തിന്റെ പ്രതിസ്ഥാപിസ്ഥാനങ്ങൾക്ക് സംഖ്യകൾ നൽകുന്നു. ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ ബെൻസീൻ നിർധാരണങ്ങളുടെ സാധാരണ നാമങ്ങൾ അടിസ്ഥാനസംയുക്തത്തെ സൂചിപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു.

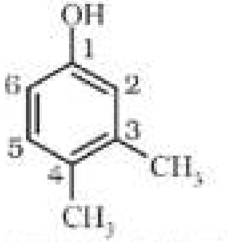
അടിസ്ഥാന സംയുക്തപ്രതിസ്ഥാപിക്ക് സംഖ്യാസ്ഥാനം '1' നൽകുകയും അതിനെത്തുടർന്ന് അടുത്ത പ്രതിസ്ഥാപിക്ക് സാധ്യമായ കുറഞ്ഞ സ്ഥാനസംഖ്യ ലഭിക്കുന്ന തരത്തിൽ സംഖ്യാക്രമദിശ പിന്തുടരുന്നു. പ്രതിസ്ഥാപികൾ അക്ഷരമാലാക്രമത്തിൽ നാമകരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.


1-ക്ലോറോ-2,4-ഡൈനൈട്രോബെൻസീൻ
(4-ക്ലോറോ-1,3-ഡൈനൈട്രോബെൻസീൻ എന്നല്ല)


2-ക്ലോറോ-1-മീതൈൽ-4-നൈട്രോബെൻസീൻ
(4-മീതൈൽ-5-ക്ലോറോ-നൈട്രോബെൻസീൻ)


2-ക്ലോറോ-4-മീതൈൽഅനിസോൾ


4-ഈതൈൽ-2-മീതൈൽഅനിലിൻ


3,4-ഡൈമീതൈൽഫീനോൾ

ബെൻസീൻ വലയത്തെ ഒരു ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുള്ള ആൽക്കെയ്നുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ, വലയത്തെ മൂലരൂപമായി പരിഗണിക്കുന്നതിനുപകരം പ്രതിസ്ഥാപിയായി പരിഗണിക്കുന്നു. ബെൻസീൻ പ്രതിസ്ഥാപിയായിരിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ നാമമാണ് ഫീനൈൽ (C_6H_5- ചുരുക്കരൂപമാണ് Ph).

ചോദ്യം 12.10

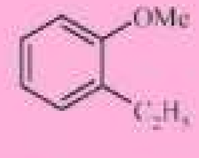
ഘടനാവാക്യം എഴുതുക.

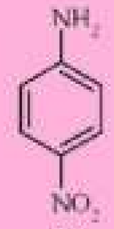
(a) *o*-ഈതൈൽ അനിസോൾ, (b) *p*-നൈട്രോഅനിലിൻ,

(c) 2,3 - ഡൈബ്രോമോ -1 - ഫീനൈൽപെന്റെയ്ൻ

(d) 4-ഈതൈൽ-1-ഫ്ളൂറോ-2-നൈട്രോബെൻസീൻ

ഉത്തരം


(a)


(b)

(c)

(d)

12.6 സമാവയവത (Isomerism)

ഒരേ തന്മാത്രാവാക്യമുള്ള രണ്ടോ അതിലധികമോ സംയുക്തങ്ങൾക്കു വ്യത്യസ്ത ഗുണധർമങ്ങളോടുകൂടി കാണപ്പെടുന്ന പ്രതിഭാസത്തെയാണ് സമാവയവത എന്നുവിളിക്കുന്നത്. അത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ സമാവയവങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചാർട്ടിൽ വ്യത്യസ്തതരം സമാവയവത കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

12.6.1 ഘടനാസമാവയവത (Structural Isomerism)

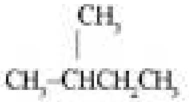
ഒരേ തന്മാത്രാവാക്യവും വ്യത്യസ്ത ഘടനകളും (ആറ്റങ്ങൾ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന രീതി) ഉള്ള സംയുക്തങ്ങളാണ് ഘടനാസമാവയവങ്ങൾ. വ്യത്യസ്തതരം ഘടനാസമാവയവങ്ങൾക്ക് ചില സവിശേഷ ഉദാഹരണങ്ങൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

(i) ശ്രേണീസമാവയവത: രണ്ടോ അതിലധികമോ സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ഒരേ തന്മാത്രാവാക്യം ഉണ്ടായിരിക്കുകയും എന്നാൽ വ്യത്യസ്ത കാർബൺ ചട്ടക്കൂട് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്താൽ അത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ശ്രേണീസമാവയവങ്ങൾ എന്നും ആ പ്രതിഭാസം ശ്രേണീസമാവയവത എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

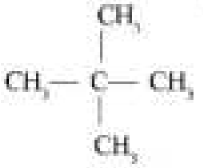
ഉദാഹരണത്തിന് C_5H_{12} മൂന്ന് സംയുക്തങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

(n-പെന്റെയ്ൻ)
(പെന്റെയ്ൻ)



ഐസോപെന്റെയ്ൻ
(2-മീഥൈൽബ്യൂട്ടെയ്ൻ)



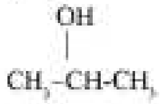
നിയോപെന്റെയ്ൻ
(2,2-ഡൈമീഥൈൽപ്രൊപ്പെയ്ൻ)

(ii) സ്ഥാനസമാവയവത (Position Isomerism): രണ്ടോ അതിലധികമോ സംയുക്തങ്ങൾ കാർബൺ ചട്ടക്കൂടിലെ പ്രതിസ്ഥാപിത ആറ്റത്തിന്റെയോ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പിന്റെയോ സ്ഥാനത്തിൽ വ്യത്യാസപ്പെടുമ്പോൾ അവയെ സ്ഥാനസമാവയവങ്ങൾ എന്നും ആ പ്രതിഭാസത്തെ സ്ഥാനസമാവയവത എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

ഉദാഹരണത്തിന് C_3H_8O എന്ന തന്മാത്രാവാക്യം രണ്ട് ആൽക്കഹോളുകളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$CH_3CH_2CH_2OH$

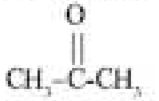
പ്രൊപ്പാൻ-1-ഓൾ



പ്രൊപ്പാൻ-2-ഓൾ

(iii) ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് സമാവയവത (ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് ഐസോമെറിസം): രണ്ടോ അതിലധികമോ സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ഒരേ തന്മാത്രാവാക്യവും വ്യത്യസ്ത ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പും ഉണ്ടായിരുന്നാൽ അവയെ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് സമാവയവങ്ങൾ എന്നും ആ പ്രതിഭാസത്തെ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് സമാവയവത എന്നും പറയുന്നു.

ഉദാഹരണത്തിന് C_3H_6O എന്ന തന്മാത്രാവാക്യം ഒരു ആൽഡിഹൈഡിനെയും ഒരു കീറ്റോണിനെയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.



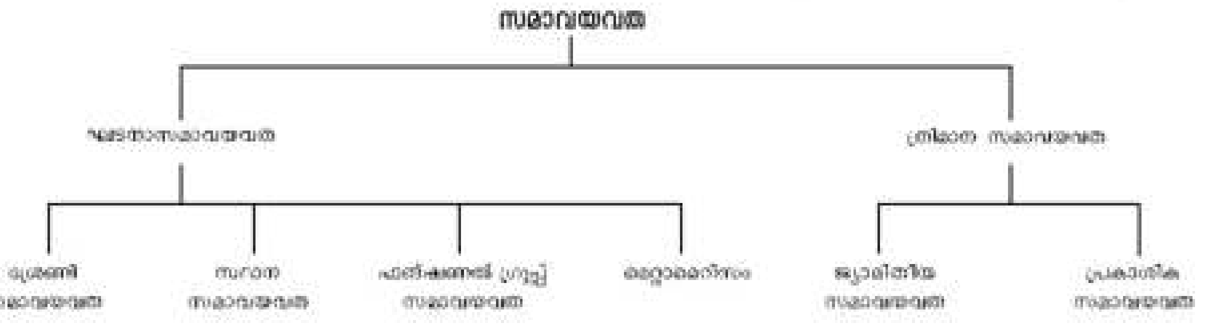
പ്രൊപ്പനോൺ

പ്രൊപ്പനാൽ

(iv) മെറ്റാമെറിസം: ഒരു തന്മാത്രയിലെ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പിനു ഇരുവശങ്ങളിലും വ്യത്യസ്ത ആൽക്കൈൽ ശ്രേണികൾ വരുന്നതാണ് മെറ്റാമെറിസം. ഉദാഹരണത്തിന് $C_4H_{10}O$ എന്ന തന്മാത്രാവാക്യം മീഥോക്സി പ്രൊപ്പെയ്ൻ ($CH_3OC_3H_7$), ഈഥോക്സി ഈഥെയ്ൻ ($C_2H_5OC_2H_5$) എന്നിവയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

12.6.2 ത്രിമാനസമാവയവത

സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനയും അവയിലെ സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങളുടെ ക്രമവും ഒരുപോലെയായിരിക്കുകയും എന്നാൽ ത്രിമാനതലത്തിൽ ആറ്റങ്ങളുടെ അല്ലെങ്കിൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ ആപേക്ഷിക സ്ഥാനങ്ങൾ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ അത്തരം സമാവയവങ്ങൾ ത്രിമാന സമാവയവങ്ങൾ എന്നറിയ



പ്പെടുന്നു. ഈ പ്രത്യേകതരം സമാവയവതയെ ത്രിമാന സമാവയവത എന്നു വിളിക്കുന്നു. (ത്രിമാനസമാവയവതയെ ജ്യാമിതീയ സമാവയവത, പ്രകാശിക സമാവയവത എന്നിങ്ങനെ വർഗീകരിക്കാവുന്നതാണ്.

12.7 കാർബണിക രാസപ്രവർത്തന ക്രിയാവിധിയുടെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ

ഒരു കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ, സബ്സ്ട്രേറ്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന കാർബണിക തന്മാത്ര അനുയോജ്യമായ ഒരു അഭികർമകവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ഒന്നോ അതിലധികമോ ഇടനില രൂപങ്ങളിലൂടെ, (മധ്യവർത്തികൾ) അന്തിമമായി ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നു.

കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനം, സാമാന്യരീതിയിൽ ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ളതുപോലെ സൂചിപ്പിക്കാം.

പുതിയ ബന്ധനത്തിനായി കാർബൺ ആറ്റത്തെ പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന അഭികാരകം സബ്സ്ട്രേറ്റ് എന്നറിയപ്പെടുമ്പോൾ, ഇതര അഭികാരകത്തെ അഭികർമകം എന്നുവിളിക്കുന്നു. രണ്ട് അഭികാരകങ്ങളും പുതിയ ബന്ധനരൂപീകരണത്തിനായി കാർബൺ ആറ്റങ്ങളെ നൽകുന്നുവെങ്കിൽ, സബ്സ്ട്രേറ്റ് എന്നതിന്റെ തെരഞ്ഞെടുപ്പിന് പ്രത്യേകിച്ച് മാനദണ്ഡമില്ല. ഇത്തരം ഘട്ടങ്ങളിൽ ഏത് തന്മാത്രയിലാണോ നിരീക്ഷകൻ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നത്, അതിനെ സബ്സ്ട്രേറ്റ് എന്നുവിളിക്കാം.

കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ രണ്ട് കാർബണാറ്റങ്ങൾ തമ്മിലോ, ഒരു കാർബൺ ആറ്റവും മറ്റൊരു മൂലകത്തിന്റെ ആറ്റവും തമ്മിലോ ഉള്ള സഹസംയോജക ബന്ധനം വിഭജിക്കപ്പെടുകയും പുതിയ ബന്ധനം രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. രാസബന്ധനം വിഭജിക്കുകയും പുതിയത് രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നതിനോടനുബന്ധിച്ചുള്ള ഓരോ ഘട്ടത്തിന്റെയും ഇലക്ട്രോൺ ചലനം, ഊർജമാറ്റങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ക്രമമായ വിശദാംശങ്ങളും ഒപ്പം അഭികാരകങ്ങൾ ഉൽപ്പന്നങ്ങളായി മാറുന്നതിന്റെ നിരക്കുകളും (ഗതികവശങ്ങൾ) വിവരിക്കുന്നതിനെയാണ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ക്രിയാവിധി എന്നതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ക്രിയാശേഷി മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും അവയുടെ സംശ്ലേഷണത്തിനുള്ള രൂപരേഖ ആസൂത്രണം ചെയ്യുന്നതിനും രാസപ്രവർത്തന ക്രിയാവിധിയെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് സഹായിക്കുന്നു.

കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സംഭാവ്യത വിശദമാക്കാനുതകുന്ന ചില തത്വങ്ങളാണ് തുടർഭാഗങ്ങളിൽ പഠിക്കുന്നത്.

12.7.1 ഒരു സഹസംയോജകബന്ധനത്തിന്റെ വിഭജനം

ഒരു സഹസംയോജകബന്ധനം ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള ഏതെങ്കിലും രീതിയിൽ വിഭജിക്കപ്പെടാം: (i) ***ഭിന്നാംശ വിഭജനം*** (ii) ***സമാംശ വിഭജനം.***

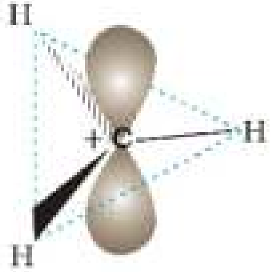
പങ്കുവയ്ക്കപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോൺ ജോടി ഏതെങ്കിലും ഒരു വിഭജിത ഭാഗത്തിനൊപ്പം ചേർന്നുനിൽക്കുന്ന രീതിയിൽ ബന്ധനം വിഭജിക്കപ്പെടുന്നതാണ് ഭിന്നാംശവിഭജനം.

ഭിന്നാംശ വിഭജനത്തിനുശേഷം ഒരാറ്റത്തിന് ആറ് ഇലക്ട്രോൺ ഘടനയും പോസിറ്റീവ് ചാർജും ലഭിക്കുമ്പോൾ ഇതര ആറ്റത്തിന്, കുറഞ്ഞത് ഒരു ഏകാന്ത ജോടി ഇലക്ട്രോണോടു കൂടിയ ബാഹ്യതമ അഷ്ടക ഘടനയും നെഗറ്റീവ് ചാർജും ലഭിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ബ്രോമോമീഥെയ്ൻ തന്മാത്ര ഭിന്നാംശ വിഭജനത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ $\overset{+}{C}H_3$, Br^- എന്നിവ നൽകുന്നു. അതായത്,

$$H_3C \frown Br \longrightarrow H_3\overset{+}{C} + \overset{-}{Br}$$

ആറ് ഇലക്ട്രോണുകളും പോസിറ്റീവ് ചാർജുമുള്ള ഒരു കാർബണാറ്റമടങ്ങിയ തന്മാത്രാവർഗത്തെ കാർബോകാറ്റയോൺ എന്നുവിളിക്കുന്നു. (മുമ്പ് കാർബോണിയം അയോൺ എന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്നു.) $\overset{+}{C}H_3$ അയോൺ മീഥൈൽ കാർബോണിയം അയോൺ അഥവാ മീഥൈൽ കാർബോകാറ്റയോൺ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള കാർബൺ ആറ്റവുമായി ബന്ധിതമായിട്ടുള്ള കാർബണാറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി കാർബോകാറ്റയോണുകളെ പ്രാഥമികം, ദ്വിതീയം, ത്രിതീയം എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. കാർബോകാറ്റയോണുകൾക്ക് മറ്റു ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ് $CH_3\overset{+}{C}H_2$ (ഈഥൈൽ കാറ്റയോൺ, പ്രാഥമിക കാർബോകാറ്റയോൺ), $(CH_3)_2\overset{+}{C}H$ (ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ കാറ്റയോൺ, ദ്വിതീയം), $(CH_3)_3\overset{+}{C}$ (ടെർഷ്യറി ബ്യൂട്ടൈൽ കാറ്റയോൺ, ത്രിതീയം) മുതലായവ. കാർബോകാറ്റയോണുകൾ ഉയർന്ന അസ്ഥിരതയും ക്രിയാശേഷിയും ഉള്ളവയാണ്. പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള കാർബണുമായി നേരിട്ടു ബന്ധിതമായ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ ഇൻഡക്റ്റീവ് പ്രഭാവം, ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ പ്രഭാവം (12.7.5, 12.7.9 എന്നീ ഭാഗങ്ങളിൽ ഇവ പഠിക്കും.) എന്നിവയിലൂടെ കാർബോകാറ്റയോണിന്റെ സ്ഥിരത വർധിപ്പിക്കുന്നു. കാർബോകാറ്റയോൺ സ്ഥിരതയുടെ നിരീക്ഷിതക്രമം, $\overset{+}{C}H_3 < CH_3\overset{+}{C}H_2 < (CH_3)_2\overset{+}{C}H < (CH_3)_3\overset{+}{C}$

എന്നിങ്ങനെയാണ്. കാർബോകാറ്റയോണുകളിലെ പോസിറ്റീവ് കാർബൺ sp^2 സങ്കരണ അവസ്ഥയിലും അയോണിന്റെ ആകൃതി സമതല ത്രികോണീയവുമാണ്. അപ്രകാരം, $\overset{+}{C}H_3$ ന്റെ ഈ ആകൃതി ലഭിക്കുന്നത്, C ആറ്റത്തിലെ മൂന്ന് തത്തുല്യ sp^2 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകൾ മൂന്നു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ $1s$ ഓർബിറ്റലുകളുമായി അതിവ്യാപനം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായാണെന്ന് കരുതാം. ഓരോ ബന്ധനവും $C(sp^2)–H(1s)$ സിഗ്മാബന്ധനം എന്നു സൂചിപ്പിക്കാം. കാർബണിൽ അവശേഷിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോൺ രഹിത ഓർബിറ്റൽ തന്മാത്രാതലത്തിന് ലംബമായി നിലകൊള്ളുന്നു. (ചിത്രം 12.3(a)).

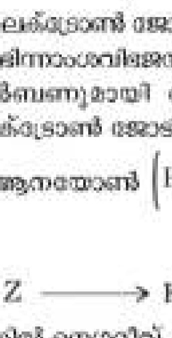


ചിത്രം *12.3*(a) മീഥൈൽ കാറ്റയോണിന്റെ ആകൃതി

പങ്കുവയ്ക്കപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോൺ ജോടി കാർബണിന് ലഭിക്കുന്ന രീതിയിലും ഭിന്നാംശവിഭജനം സംഭവിക്കാം. ഉദാഹരണമായി, കാർബണുമായി ബന്ധിതമായിട്ടുള്ള Z എന്ന ഗ്രൂപ്പ് ഇലക്ട്രോൺ ജോടി ഇല്ലാതെ വിട്ടുപോയാൽ, മീഥൈൽ ആനയോൺ $\left(H_3\ddot{C}^-\right)$ രൂപീകൃതമാകുന്നു.

$$CH_3—Z \longrightarrow H_3\ddot{C}^- + Z^+$$

കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള, ഇത്തരം തന്മാത്രാവർഗ്ഗങ്ങളെ കാർബാനയോണുകളെന്നു വിളിക്കുന്നു. കാർബനയോണിലെ കാർബൺ പൊതുവെ sp^3 സങ്കരണാവസ്ഥയിലും ഇതിന്റെ ഘടന ചിത്രം 12.3(b) ൽ ഉള്ളതുപോലെ വ്യതിചലിച്ച ചതുഷ്കവും ആയിരിക്കും.



ചിത്രം *12.3* (b) മീഥൈൽ കാറ്റയോണിന്റെ ആകൃതി

കാർബാനയോണുകൾ അസ്ഥിരവും ക്രിയാശേഷിയുള്ളവയുമാണ്. ഭിന്നാംശ വിഭജനത്തിലൂടെ സംഭവ്യമാകുന്ന കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ അയോണിക അഥവാ ഭിന്നധ്രുവീയ അഥവാ ധ്രുവീയ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെന്നു വിളിക്കുന്നു.

സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിലെ പങ്കുവയ്ക്കപ്പെട്ട ഒരു ജോടി ഇലക്ട്രോണുകളിൽ ഓരോന്നും ബന്ധനത്തിലെ ഓരോ ആറ്റത്തോടൊപ്പം നിൽക്കുന്ന തരത്തിലാണ് സമാംശ വിഭജനത്തിൽ ബന്ധനം വിഭജിക്കപ്പെടുന്നത്. അതായത് സമാംശ വിഭജനത്തിൽ ഒരു ജോടി ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സ്ഥാനമാറ്റമല്ല, മറിച്ച് ഒറ്റ ഇലക്ട്രോണിന്റെ ചലനമാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. ഒറ്റ ഇലക്ട്രോൺ ചലനത്തെ വളഞ്ഞ അർധശീർഷ ശരചിഹ്നം (fish hook: ⇀) ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ഇത്തരം വിഭജനത്തിന്റെ ഫലമായി ഒറ്റ ഇലക്ട്രോണുള്ള ചാർജില്ലാത്ത ആറ്റമോ ആറ്റം ഗ്രൂപ്പോ ആണുണ്ടാകുന്നത്. ഇവയെ ഫ്രീറാഡിക്കലുകൾ എന്നുവിളിക്കുന്നു. കാർബോകാറ്റയോണുകളെയും കാർബാനയോണുകളെയുംപോലെ ഫ്രീറാഡിക്കലുകളും വളരെ ക്രിയാശേഷിയുള്ളവയാണ്. ഒരു സമാംശ വിഭജനം ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ളതുപോലെ സൂചിപ്പിക്കാം.

$$R—X \xrightarrow[\text{പ്രകാശം}]{\text{താപം അഥവാ}} \dot{R} + \dot{X}$$

ആൽക്കൈൽ ഫ്രീറാഡിക്കൽ

ആൽക്കൈൽ ഫ്രീറാഡിക്കലുകളെ പ്രാഥമികം, ദ്വിതീയം, ത്രിതീയം എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം. ആൽക്കൈൽ ഫ്രീറാഡിക്കലുകളുടെ സ്ഥിരത പ്രാഥമികത്തിൽനിന്നും ത്രിതീയത്തിലേക്കുവരുമ്പോൾ കൂടിവരുന്നു. അതായത്,

$$\dot{C}H_3 < \dot{C}H_2CH_3 < \dot{C}H(CH_3)_2 < \dot{C}(CH_3)_3$$

മീഥൈൽ ഫ്രീ റാഡിക്കൽ	ഈഥൈൽ ഫ്രീ റാഡിക്കൽ	ഐസോ പ്രൊപ്പൈൽ ഫ്രീ റാഡിക്കൽ	ടെർഷ്യറിബ്യൂട്ടൈൽ ഫ്രീ റാഡിക്കൽ

സമാംശ വിഭജനത്തിലൂടെ സാധ്യമാകുന്ന കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ ഫ്രീറാഡിക്കൽ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ അഥവാ ഏകധ്രുവീയ അഥവാ അധ്രുവീയ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നു.

12.7.2 ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകളും ഇലക്ട്രോഫൈലുകളും

സബ്സ്ട്രേറ്റുമായി പങ്കുവയ്ക്കാൻ ഒരു ജോടി ഇലക്ട്രോണുകളുമായി എത്തുന്ന അഭികർമകത്തെ ന്യൂക്ലിയോഫൈൽ (Nu:) എന്നുവിളിക്കുന്നു. അതായത്, ന്യൂക്ലിയസിനോട് പ്രതിപത്തിയുള്ള അഭികർമകം. അത്തരം രാസപ്രവർത്തനം ന്യൂക്ലിയോഫിലിക് രാസപ്രവർത്തനം എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു അഭികർമകം എത്തുന്നത് സബ്സ്ട്രേറ്റിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോൺ ജോടി സ്വീകരിക്കാനാണെങ്കിൽ അതിനെ ഇലക്ട്രോഫൈൽ എന്നുവിളിക്കുന്നു (E^+). അതായത് ഇലക്ട്രോൺ പ്രതിപത്തിയുള്ള അഭികർമകം. അത്തരം രാസപ്രവർത്തനം ഇലക്ട്രോഫിലിക് രാസപ്രവർത്തനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

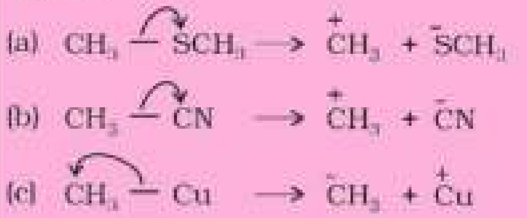
ഒരു ധ്രുവീയ കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ന്യൂക്ലിയോഫൈൽ സമീപിക്കുന്നത് സബ്സ്ട്രേറ്റിലെ ഇലക്ട്രോഫിലിക് കേന്ദ്രത്തെയാണ്. ഇലക്ട്രോഫിലിക് കേന്ദ്രമെന്നാൽ സബ്സ്ട്രേറ്റിൽ ഇലക്ട്രോൺ കുറവുള്ള ഭാഗം അഥവാ ആറ്റം എന്നാണർഥം. അതുപോലെ ഇലക്ട്രോഫൈൽ സമീപിക്കുന്നത് ന്യൂക്ലിയോഫിലിക് കേന്ദ്രത്തെ അഥവാ സബ്സ്ട്രേറ്റിലെ ഇലക്ട്രോൺ ആധിക്യമുള്ള ഭാഗം അഥവാ ആറ്റത്തെ ആയിരിക്കും. അങ്ങനെ ഇലക്ട്രോഫൈൽ ന്യൂക്ലിയോഫൈലിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോൺ ജോടിയെ സ്വീകരിക്കുന്നു എന്നതാണ് അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധന പാരസ്പര്യത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നത്. ന്യൂക്ലിയോഫൈലിൽനിന്നും ഇലക്ട്രോഫൈലിലേക്കുള്ള ഇലക്ട്രോൺ ജോടി ചലനം സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനായി ഒരു വളഞ്ഞ അമ്പടയാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഏകാന്തജോടി ഇലക്ട്രോണും നെഗറ്റീവ് ചാർജുമുള്ള ചില അയോണുകൾ ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകളാണ്. ഉദാഹരണം: ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (HO^-), സയനൈഡ് (NC^-), കാർബാനയോണുകൾ ($R_3C:^-$), മുതലായവ. ചാർജ് രഹിത തന്മാത്രകളായ $H_2\ddot{O}:$, $R_3N:$, $R_2\ddot{N}H$ എന്നിവയും ഏകാന്തജോടി ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സാന്നിധ്യംമൂലം ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകളായി പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുന്നവയാണ്. കാർബോകാറ്റയോണുകളും ($\overset{+}{C}H_3$), കാർബണൈൽ ഗ്രൂപ്പ് (>C=O), പോലുള്ള ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ് അടങ്ങിയ തന്മാത്രകൾ, ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ (R_3C-X, X = ഹാലജൻ ആറ്റം) തുടങ്ങിയ ചാർജ്രഹിത തന്മാത്രകളും ഇലക്ട്രോഫൈലുകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. കാർബോകാറ്റയോണിലെ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തിന് ആറ് ഇലക്ട്രോണുകളാണുള്ളത്. അതിനാൽ അത് ഇലക്ട്രോൺ ദൗർലഭ്യം ഉള്ളതും ന്യൂക്ലിയോഫൈലിൽനിന്നും ഇലക്ട്രോൺ ജോടിയെ സ്വീകരിക്കാൻ കഴിവുള്ളതുമാണ്. ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുപോലെയുള്ള തന്മാത്രകളിൽ, C-X ബന്ധനത്തിന്റെ ധ്രുവതമൂലം കാർബണിൽ ഭാഗികപോസിറ്റീവ് ചാർജ് കൈവരുകയും അത് ഇലക്ട്രോഫിലിക് കേന്ദ്രമായി മാറുകയും ആ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് ഒരു ന്യൂക്ലിയോഫൈലിന്റെ വരവ് സാധ്യമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

ചോദ്യം 12.11

ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള സഹസംയോജക ബന്ധനങ്ങൾക്ക് ഭിന്നാംശവിഭജനം സംഭവിക്കുമ്പോൾ രൂപംകൊള്ളുന്ന മധ്യവർത്തികളെ ഇലക്ട്രോൺ ചലനത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന വളഞ്ഞ ശരചിഹ്നത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ പ്രകടമാക്കുക.

(a) CH_3–SCH_3, (b) CH_3–CN, (c) CH_3–Cu

ഉത്തരം



ചോദ്യം 12.12

ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള തന്മാത്രകളെയും അയോണുകളെയും ഉചിതമായ ന്യായീകരണസഹിതം ന്യൂക്ലിയോഫൈൽ, ഇലക്ട്രോഫൈൽ എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കുക.

HS^-, BF_3, $C_2H_5O^-$, $(CH_3)_3N:$, $\overset{+}{Cl}$, CH_3-$\overset{+}{C}$ = O, $H_2N:^-$, $\overset{+}{N}O_2$

ഉത്തരം

ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകൾ:

HS^-, $C_2H_5O^-$, $(CH_3)_3N:$, $H_2N:^-$

ഇവയിൽ ഏകാന്തജോടി ഇലക്ട്രോണുകൾ ന്യൂക്ലിയോഫൈലിന് നൽകാനായി ലഭ്യമാണ്.

ഇലക്ട്രോഫൈലുകൾ: BF_3, $\overset{+}{Cl}$, CH_3 –$\overset{+}{C}$ = O, $\overset{+}{N}O_2$.

പ്രതിപ്രവർത്തന കേന്ദ്രമാകുന്ന ആറ്റത്തിൽ ആറ് ഇലക്ട്രോണുകൾ മാത്രമാണുള്ളത്. അതിനാൽ ന്യൂക്ലിയോഫൈലിൽനിന്നും ഇലക്ട്രോൺ ജോടി സ്വീകരിക്കാൻ കഴിയും.

ചോദ്യം 12.13

ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ളവയിൽ ഇലക്ട്രോഫിലിക് കേന്ദ്രത്തെ തിരിച്ചറിഞ്ഞെഴുതുക.

CH_3CH=O, CH_3CN, CH_3I.

ഉത്തരം

നക്ഷത്രചിഹ്നം ചേർത്തിട്ടുള്ള ആറ്റങ്ങളിൽ ധ്രുവതമൂലം ഭാഗിക പോസിറ്റീവ് ചാർജുണ്ടാകുന്നതിനാൽ, അവ ഇലക്ട്രോഫിലിക് കേന്ദ്രങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു.

$CH_3H\overset{*}{C}$=O, $H_3C\overset{*}{C}$≡N, $H_3\overset{*}{C}$–I.

12.7.3 കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ ചലനം

കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ ചലനം വളഞ്ഞ ശരചിഹ്നം ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ ഇലക്ട്രോൺ പുനഃക്രമീകരണംമൂലം ബന്ധനത്തിൽ മാറ്റങ്ങളുണ്ടാകുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് ഇതുമൂലം പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. ഒരു ജോടി ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനചലനം കാണിക്കാൻ, ഇലക്ട്രോൺ നീക്കം ആരംഭിക്കുന്നിടത്തുനിന്നും തുടങ്ങി അതവസാനിക്കുന്നിടത്തേക്ക് എത്തിനിൽക്കുന്ന വളഞ്ഞ ശരചിഹ്നം ഉപയോഗിക്കാം.

ഇലക്ട്രോൺ ജോടി സ്ഥാനമാറ്റം ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ളതുപോലെ സൂചിപ്പിക്കാം.

π ബന്ധനത്തിൽനിന്നും അടുത്ത ബന്ധനത്തിലേക്ക്

π ബന്ധനത്തിൽനിന്നും അടുത്ത ആറ്റത്തിലേക്ക്

ആറ്റത്തിൽനിന്നും അടുത്ത ബന്ധനത്തിലേക്ക്

ഒറ്റ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനചലനത്തെ സൂചിപ്പിക്കാൻ വളഞ്ഞ അർധ ശീർഷ ശരചിഹ്നമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഉദാഹരണമായി, ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അയോൺ ബ്രോമോമീഥെയ്നുമായുള്ള രാസപ്രവർത്തനത്തിലും ക്ലോറോ മീഥെയ്‌ന്റെ വിഘടനത്തിലും ഉള്ള ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനചലനം ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

12.7.4 സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരപ്രഭാവങ്ങൾ

ഒരു കാർബണിക തന്മാത്രയിൽ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം സാധ്യമാകുന്നത്, നിമ്നോർജാവസ്ഥയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരാറ്റത്തിന്റെയോ ഗ്രൂപ്പിന്റെയോ സ്വാധീനംമൂലമോ അല്ലെങ്കിൽ ആ തന്മാത്രയെ സമീപിക്കുന്ന അനുയോജ്യമായ അഭികർമകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം മൂലമോ ആകാം. തന്മാത്രയിലുള്ള ഒരാറ്റത്തിന്റെയോ ആറ്റം ഗ്രൂപ്പിന്റെയോ സ്വാധീനംമൂലമുള്ള ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരങ്ങൾ, ബന്ധനത്തിന്റെ സ്ഥിരമായ ധ്രുവീകരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ഇത്തരം ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രഭാവങ്ങൾക്കുദാഹരണങ്ങളാണ് ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം, റെസൊണൻസ് പ്രഭാവം എന്നിവ. ഒരു തന്മാത്രയെ മറ്റൊരു അഭികർമകം സമീപിക്കുമ്പോൾ താൽക്കാലിക ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രഭാവങ്ങൾ സംജാതമാകുന്നതായി കാണാം. ഇത്തരം ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം അഥവാ ധ്രുവണീയതാപ്രഭാവം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

12.7.5 ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം

ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റിയിൽ വ്യത്യാസമുള്ള രണ്ടാറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ ബന്ധനത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ, ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റി കൂടിയ ആറ്റത്തിനടുത്തേക്കായിരിക്കും ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത കൂടുതലായി രൂപപ്പെടുന്നത്. ഇപ്രകാരം ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രതയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം ധ്രുവീയ സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിനു കാരണമാകുന്നു. ബന്ധനധ്രുവത, കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളിൽ വിവിധങ്ങളായ ഇലക്ട്രോണിക പ്രഭാവങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു.

ക്ലോറോഈഥെയ്ൻ (CH_3CH_2Cl) ഉദാഹരണമായെടുക്കാം. ഇതിൽ C–Cl ബന്ധനം ധ്രുവീയ സഹസംയോജകബന്ധനമാണ്. ഇത് ധ്രുവിതമാകപ്പെടുന്നത്, 1- ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിന് ഭാഗികപോസിറ്റീവ് ചാർജും (δ^+) ക്ലോറിൻ ആറ്റത്തിന് ഭാഗിക നെഗറ്റീവ് ചാർജും (δ^-) ലഭിക്കുന്ന തരത്തിലാണ്. രണ്ടാറ്റങ്ങളിലും രൂപപ്പെടുന്ന ഭാഗിക ഇലക്ട്രോണിക ചാർജ് δ (ഡെൽറ്റ) എന്ന ചിഹ്നം കൊണ്ടു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രതയുടെ മാറ്റം, δ^+ ൽ നിന്നും δ^- ലേക്കുള്ള ശരചിഹ്നത്താൽ പ്രകടിപ്പിക്കാം. അതായത്,

$$\overset{\delta\delta^+}{\underset{2}{CH_3}} \longrightarrow \overset{\delta^+}{\underset{1}{CH_2}} \longrightarrow \overset{\delta^-}{Cl}$$

ഒന്നാമത്തെ കാർബണിൽ സംജാതമാകുന്ന ഭാഗിക പോസിറ്റീവ് ചാർജ് (δ^+) മൂലം അടുത്ത C-C ബന്ധനത്തിലെ അൽപ്പം ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത ഒന്നാമത്തെ കാർബണാറ്റത്തിനടുത്തേക്ക് നീങ്ങുന്നു. തൽഫലമായി 2-ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ഭാഗിക പോസിറ്റീവ് ചാർജ് ($\delta\delta^+$) ഉടലെടുക്കുന്നു. ഇവിടെ $\delta\delta^+$ എന്നതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്, 1- ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിലുള്ളതിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള ഭാഗിക ചാർജാണ് 2- ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നതെന്നാണ്. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ധ്രുവീയ C – Cl ബന്ധനം തൊട്ടടുത്ത ബന്ധനങ്ങളിലേക്ക് ധ്രുവത പകർന്നു നൽകുന്നു. ഇപ്രകാരം ഒരു σ-ബന്ധനത്തിന്റെ ധ്രുവതമൂലം തൊട്ടടുത്ത ഒരു σ-ബന്ധനത്തിൽ ധ്രുവത രൂപപ്പെടുന്നതിനെയാണ് **ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം** എന്നുവിളിക്കുന്നത്. ഈ പ്രഭാവം തുടർന്നുവരുന്ന ബന്ധനങ്ങളിലേക്ക് കടന്നുപോകുന്നു. പക്ഷേ ഇടയിലുള്ള ബന്ധനങ്ങളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഈ പ്രഭാവം കുത്തനെ കുറഞ്ഞുവരുന്നുവെന്നു മാത്രമല്ല മൂന്നുബന്ധനങ്ങൾക്കപ്പുറം അത് അപ്രത്യക്ഷമാകുംവിധം കുറയുന്നു. ഒരു ഗ്രൂപ്പിന്, അതുമായി ബന്ധനത്തിലുള്ള കാർബണാറ്റത്തിനടുത്തേക്ക് ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത വിട്ടുനൽകാനോ, അവിടെനിന്ന് ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത വലിച്ചെടുപ്പിക്കാനോ ഉള്ള കഴിവിനനുസരിച്ചായിരിക്കും അതിന്റെ ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം. ഈ കഴിവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിവിധ ഗ്രൂപ്പുകളെ ഹൈഡ്രജനുമായി താരതമ്യം ചെയ്തുകൊണ്ട്, ഇലക്ട്രോൺ പിൻവലിക്കൽ ഗ്രൂപ്പുകളെന്നും ഇലക്ട്രോൺ ദായക ഗ്രൂപ്പുകളെന്നും തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഹാലജനുകൾ, നൈട്രോ (- NO_2), സയനോ (- CN), കാർബോക്സി (-COOH), എസ്റ്റർ (-COOR), അരൈലോക്സി (-OAr, ഉദാ: – OC_6H_5), മുതലായവ

ഇലക്ട്രോൺ പിൻവലിക്കൽ ഗ്രൂപ്പുകളാണ്. മറുവശത്ത് മീഥൈൽ ($-CH_3$) ഈഥൈൽ ($-CH_2-CH_3$) പോലെയുള്ള ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ സാധാരണ ഇലക്ട്രോൺ ദായക ഗ്രൂപ്പുകളായി കരുതുന്നു.

ചോദ്യം 12.14

ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ഓരോ ജോടി തന്മാത്രകളിലും കൂടുതൽ ധ്രുവതയുള്ള ബന്ധനം ഏതെന്നെഴുതുക.

(a) H_3C-H, H_3C-Br
(b) H_3C-NH_2, H_3C-OH
(c) H_3C-OH, H_3C-SH

ഉത്തരം

(a) C–Br, കാരണം Br, H-നെക്കാൾ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവാണ്.
(b) C–O, (c) C–O

ചോദ്യം 12.15

$CH_3CH_2CH_2Br$ എന്ന സംയുക്തത്തിൽ ഏത് C–C ബന്ധനത്തിനാണ് ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം ഏറ്റവും കുറവുണ്ടാകാൻ സാധ്യത?

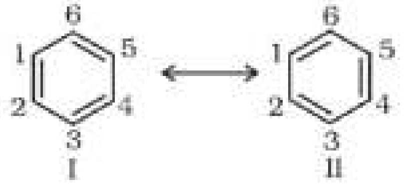
ഉത്തരം

ഇടയിലുള്ള ബന്ധനങ്ങളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം കുറഞ്ഞുവരുന്നു. അതിനാൽ 3- ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റവും H ആറ്റവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധനത്തിനായിരിക്കും ഏറ്റവും കുറവ് ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവം ഉണ്ടാവുക.

12.7.6 അനുരൂപീകരണ ഘടന (Resonance)

ഒറ്റ ലൂയിസ് ഘടനകൊണ്ട് മാത്രം സ്വഭാവങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയാത്ത ധാരാളം കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുണ്ട്. ഒരുദാഹരണമാണ് ബെൻസീൻ. C–C ഏകബന്ധനവും C=C ദ്വിബന്ധനവും ഒന്നിടവിട്ടുവരുന്ന വലയഘടന ബെൻസീന്റെ സ്വഭാവവിശേഷങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാൻ പര്യാപ്തമല്ല.

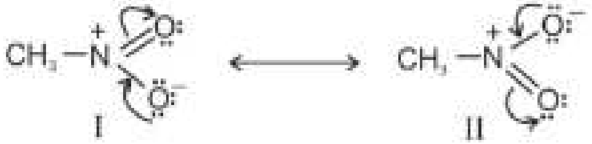
മുകളിൽ നൽകിയിട്ടുള്ള പ്രതിനിധീകരണമനുസരിച്ച് ബെൻസീനിൽ C–C , C=C എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യം മൂലം രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ബന്ധന നീളങ്ങൾ ഉണ്ടാകണം. എന്നാൽ പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നും കണക്കാക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ളത്, ബെൻസീനിൽ എല്ലാ C–C ബന്ധനങ്ങളും 139 pm എന്ന ഒരേ ദൈർഘ്യം ഉള്ളവയാണെന്നാണ്. ഇത് C–C ഏകബന്ധന ദൈർഘ്യത്തിന്റെയും (154 pm), C=C ദ്വിബന്ധന ദൈർഘ്യത്തിന്റെയും (134 pm) ഇടനിലയിലുള്ള മൂല്യമാണ്. അതിനാൽ മുകളിൽ നൽകിയിട്ടുള്ള ഘടന, ബെൻസീന്റെ യഥാർഥ ഘടന വിശദീകരിക്കാൻ പര്യാപ്തമല്ല. ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള, ഒരേ ഊർജനിലയുള്ള I, II ഘടനകൾ ഒരേപോലെ ബെൻസീനെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.



I II

അതിനാൽ, റെസൊണൻസ് സിദ്ധാന്തപ്രകാരം (യൂണിറ്റ് 4) ബെൻസീന്റെ യഥാർഥ ഘടന സൂചിപ്പിക്കാൻ മുകളിലുള്ള രണ്ട് ഘടനകളും പര്യാപ്തമല്ല. എന്നാൽ റെസൊണൻസ് ഘടനകൾ എന്നുവിളിക്കാവുന്ന I , II ഘടനകളുടെ ഒരു സങ്കരമാണ് ബെൻസീന്റെ യഥാർഥ ഘടന. അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ (കനോണിക്കൽ ഘടനകൾ അഥവാ കോൺട്രിബ്യൂട്ടിംഗ് ഘടനകൾ) സാങ്കൽപ്പികമാണെന്നു മാത്രമല്ല, അവയൊന്നും തന്നെ യഥാർഥ തന്മാത്രയെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നുമില്ല. അവയുടെ സ്ഥിരതയുടെ അനുപാതത്തിനനുസരിച്ച് യഥാർഥ ഘടനയിലേക്ക് സംഭാവന നൽകുന്നു.

അനുരൂപീകരണത്തിന് മറ്റൊരുദാഹരണമാണ് നൈട്രോമീഥെയ്ൻ (CH_3NO_2). ഇതിനെ രണ്ട് ലൂയിസ് ഘടനകൾ (I, II) ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കാം.



I II

ഈ ഘടനകളിൽ രണ്ടുതരം **N–O** ബന്ധനങ്ങളുണ്ട്. എന്നാൽ രണ്ട് **N–O** ബന്ധനങ്ങളും ഒരേ നീളമുള്ളവയാണ്. (ഇത് **N–O** ഏക ബന്ധനത്തിനും **N=O** ദ്വിബന്ധനത്തിനും ഇടയിലാണ്). അതിനാൽ നൈട്രോമീഥെയ്ന്റെ യഥാർഥ ഘടന **I, II** കനോണിക്കൽ ഘടനകളുടെ അനുരൂപീകരണ സങ്കരമായിരിക്കും.

തന്മാത്രയുടെ യഥാർഥ ഘടന (അനുരൂപീകരണ സങ്കരം) യുടെ ഊർജം, ഏതെങ്കിലും ഒരു കനോണിക്കൽ ഘടനയുടേതിനെക്കാൾ കുറവായിരിക്കും. യഥാർഥ ഘടനയുടെയും ഊർജം ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ കനോണിക്കൽ ഘടനയുടെയും ഊർജ മൂല്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ് അനുരൂപീകരണ സ്ഥിരതാഊർജം അഥവാ അനുരൂപീകരണ ഊർജം എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. പ്രധാന കനോണിക്കൽ ഘടനകളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അനുരൂപീകരണ ഊർജത്തിന്റെ അളവും കൂടുന്നു. കനോണിക്കൽ ഘടനകൾ ഒരേ ഊർജമുള്ളവയാണെങ്കിൽ അനുരൂപീകരണ ഘടന പ്രത്യേക പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നു.

ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള നിയമങ്ങൾ അനുസരിച്ചാണ് അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ എഴുതുന്നത്.

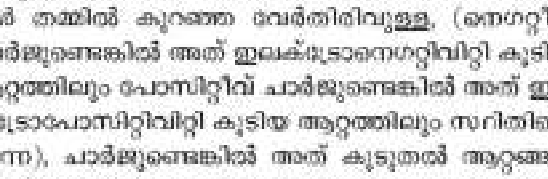
അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾക്ക് (i) ന്യൂക്ലിയസുകളുടെ സ്ഥാനം ഒരുപോലെയായിരിക്കും. (ii) ഏകാന്തജോടി, ബന്ധനജോടി - ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമായിരിക്കും. അനുരൂപീകരണ ഘടനകളിൽ, സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങളുടെ എണ്ണം കൂടുതലുള്ള, എല്ലാ ആറ്റങ്ങളിലും അഷ്ടകഇലക്ട്രോണുകളുള്ള (ഹൈഡ്രജന്റെ കാര്യത്തിൽ രണ്ട് ഇലക്ട്രോൺ), എതിർ ചാർജുകൾ തമ്മിൽ കുറഞ്ഞ വേർതിരിവുള്ള, (നെഗറ്റീവ് ചാർജുണ്ടെങ്കിൽ അത് ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റി കൂടിയ ആറ്റത്തിലും പോസിറ്റീവ് ചാർജുണ്ടെങ്കിൽ അത് ഇലക്ട്രോപോസിറ്റിവിറ്റി കൂടിയ ആറ്റത്തിലും സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന), ചാർജുണ്ടെങ്കിൽ അത് കൂടുതൽ ആറ്റങ്ങളിലേക്ക് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഘടന, മറ്റുള്ളവയേക്കാൾ സ്ഥിരത കൂടിയതായിരിക്കും.

ചോദ്യം 12.16

CH_3COO^- ന്റെ അനുരൂപീകരണ ഘടനകളെഴുതുക, അതിലെ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സ്ഥാനാന്തരം വളഞ്ഞ ശരചിഹ്നം ഉപയോഗിച്ച് കാണിക്കുക.

ഉത്തരം

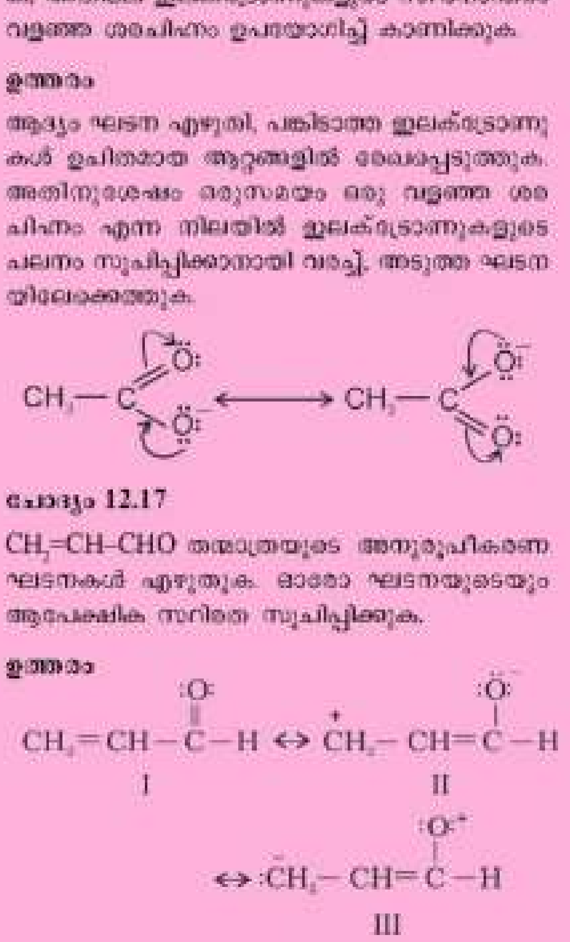
ആദ്യം ഘടന എഴുതി, പങ്കിടാത്ത ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉചിതമായ ആറ്റങ്ങളിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക. അതിനുശേഷം ഒരുസമയം ഒരു വളഞ്ഞ ശരചിഹ്നം എന്ന നിലയിൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ചലനം സൂചിപ്പിക്കാനായി വരച്ച്, അടുത്ത ഘടനയിലെത്തുക.



ചോദ്യം 12.17

CH_2=CH–CHO തന്മാത്രയുടെ അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ എഴുതുക. ഓരോ ഘടനയുടെയും ആപേക്ഷിക സ്ഥിരത സൂചിപ്പിക്കുക.

ഉത്തരം



സ്ഥിരത : I > II > III

[I: ഉയർന്ന സ്ഥിരത, കാരണം കൂടുതൽ എണ്ണം സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങൾ, എല്ലാ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലും ഓക്സിജൻ ആറ്റത്തിലും അഷ്ടക ഇലക്ട്രോണുകൾ, എതിർ ചാർജുകൾ തമ്മിൽ വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. II: ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവ് ആറ്റത്തിൽ നെഗറ്റീവ് ചാർജും ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് ആറ്റത്തിൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജും. III: ഇത് കോൺട്രിബ്യൂട്ട് ചെയ്യുന്നില്ല. കാരണം, ഓക്സിജനിൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജും കാർബണിൽ നെഗറ്റീവ് ചാർജുമുള്ളതിനാൽ സ്ഥിരത ഏറ്റവും കുറവാണ്.]

ചോദ്യം 12.18

CH_3COOCH_3 യുടെ യഥാർഥ ഘടനയിലേക്ക് I, II ഘടനകൾ കാര്യമായ സംഭാവന നൽകുന്നില്ല എന്നത് വിശദമാക്കുക.

ഉത്തരം

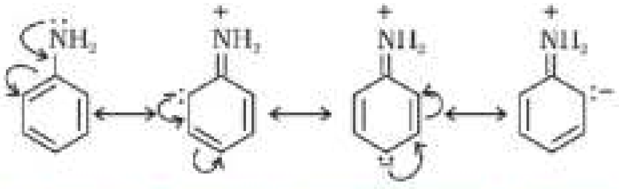
രണ്ട് ഘടനകളിലും ചാർജുകളുടെ വേർതിരിവുള്ളതുകൊണ്ട് അവ പ്രാധാന്യം കുറഞ്ഞ കനോണിക്കൽ ഘടനകളാണ്. കൂടാതെ I-ാമത്തെ ഘടനയിൽ ഇലക്ട്രോണുകളില്ലാത്ത കാർബണാറ്റം ഉൾക്കൊള്ളുന്നു.

12.7.7 അനുരൂപീകരണ പ്രഭാവം (Resonance Effect)

രണ്ട് π-ബന്ധനങ്ങൾ തമ്മിലോ ഒരു π-ബന്ധനവും അടുത്ത ആറ്റത്തിലെ ഏകാന്തജോടി ഇലക്ട്രോണുകളും തമ്മിലോ ഉള്ള പാരസ്പര്യഫലമായി ഒരു തന്മാത്രയിൽ ധ്രുവത രൂപപ്പെടുന്നതിനെയാണ് അനുരൂപീകരണ പ്രഭാവം എന്നുവിളിക്കുന്നത്. ഈ പ്രഭാവം ബന്ധനശൃംഖലയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. അനുരൂപീകരണ പ്രഭാവം (R പ്രഭാവം) അഥവാ മീസോമെറിക് പ്രഭാവം (M പ്രഭാവം) രണ്ടുതരത്തിലാണുള്ളത്.

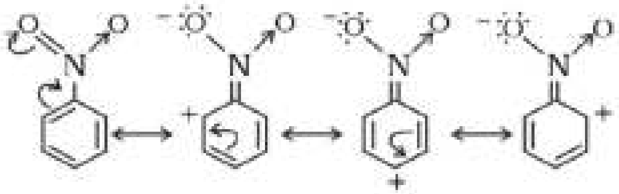
(i) പോസിറ്റീവ് അനുരൂപീകരണ പ്രഭാവം (+R പ്രഭാവം)

ഇത്തരം പ്രഭാവത്തിൽ, കോൺജുഗേറ്റഡ് വ്യൂഹവുമായി ബന്ധിതമായിട്ടുള്ള ആറ്റം അല്ലെങ്കിൽ ഗ്രൂപ്പിൽനിന്നും അകലേക്കായിരിക്കും ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം നടക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെയുള്ള ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം ഒരു തന്മാത്രയിലെ ചില പ്രത്യേക സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത കൂടുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. അനിലീൻ തന്മാത്രയിൽ ഈ പ്രഭാവം എപ്രകാരമാണെന്നു നോക്കാം.



(ii) നെഗറ്റീവ് അനുരൂപീകരണ പ്രഭാവം (- R പ്രഭാവം)

കോൺജുഗേറ്റഡ് വ്യൂഹവുമായി ബന്ധിതമായിട്ടുള്ള ആറ്റം അഥവാ ഗ്രൂപ്പിനടുത്തേക്കാണ് ഇവിടെ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം നടക്കുന്നത്. ഉദാഹരണമായി നൈട്രോബെൻസീനിൽ –R പ്രഭാവം നടക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് ചുവടെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു:



+R, –R പ്രഭാവങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന ഗ്രൂപ്പുകൾ:

+R പ്രഭാവം: – ഹാലജൻ, –OH, –OR, –OCOR, $-NH_2$, –NHR, $-NR_2$, –NHCOR,

– R പ്രഭാവം: – COOH, –CHO, >C=O, – CN, $-NO_2$

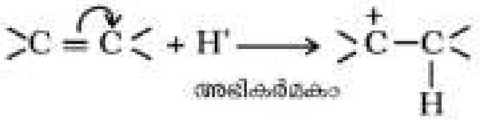
ഒരു തുറന്ന ശൃംഖലയിലോ വലയ വ്യൂഹത്തിലോ ഒന്നിടവിട്ട് ഏകബന്ധനവും ദ്വിബന്ധനവും കാണപ്പെടുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അതിനെ കോൺജുഗേറ്റഡ് വ്യൂഹം എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇത്തരം വ്യൂഹങ്ങൾ മിക്കവാറും അസാധാരണ സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ബ്യൂട്ട-1, 3-ഡൈഈൻ, അനിലീൻ, നൈട്രോബെൻസീൻ എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഇത്തരം വ്യൂഹങ്ങളിൽ π-ഇലക്ട്രോണുകൾ ചലിക്കുന്നതിനാൽ ധ്രുവത രൂപപ്പെടുന്നു.

12.7.8 ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം (E പ്രഭാവം)

ഇതൊരു താൽക്കാലിക പ്രഭാവമാണ്. ബഹുബന്ധനം (ദ്വിബന്ധനമോ ത്രിബന്ധനമോ) ഉള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളിലേക്ക് ഒരു അഭികർമകം സമീപിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ് ഈ പ്രഭാവം പ്രകടമാകുന്നത്. ഒരു അഭികർമകത്തിന്റെ സാമീപ്യത്തിൽ ബഹുബന്ധനത്തിലുള്ള ഏതെങ്കിലും ഒരാറ്റത്തിലേക്ക് ഒരു ജോടി π-ഇലക്ട്രോണുകൾ പൂർണമായും മാറ്റപ്പെടുന്നതിനെയാണ് ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം എന്നുവിളിക്കുന്നത്. രാസപ്രവർത്തന സാഹചര്യത്തിൽ നിന്നും അഭികർമകസാന്നിധ്യം ഇല്ലാതാകുമ്പോൾ ഈ പ്രഭാവം നിലയ്ക്കുന്നു. ഇത് E എന്ന അക്ഷരംകൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരദിശ വളഞ്ഞ ശരചിഹ്നം (↷) കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം രണ്ടുതരത്തിലുണ്ട്.

(i) പോസിറ്റീവ് ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം (+E പ്രഭാവം)

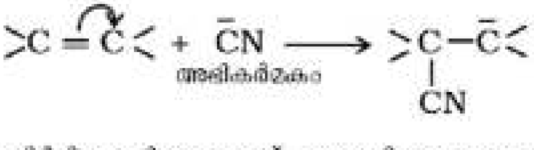
ഈ പ്രഭാവത്തിൽ ബഹുബന്ധനത്തിലെ π–ഇലക്ട്രോൺ ജോടിയ്ക്ക് സ്ഥാനമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നത്, അഭികർമകം വന്നുചേരുന്ന ആറ്റത്തിലേക്കാണ്. ഉദാഹരണമായി:



(ii) നെഗറ്റീവ് ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം (–E പ്രഭാവം)

അഭികർമകം വന്നുചേരുന്ന ആറ്റത്തിലേക്കല്ല, ബഹുബന്ധനത്തിലെ π - ഇലക്ട്രോൺ ജോടിക്ക് സ്ഥാനമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നതെങ്കിൽ, അതിനെ –E പ്രഭാവം എന്നുവിളിക്കാം. ഉദാഹരണം:

ഇൻഡക്ടീവ് പ്രഭാവവും ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവവും

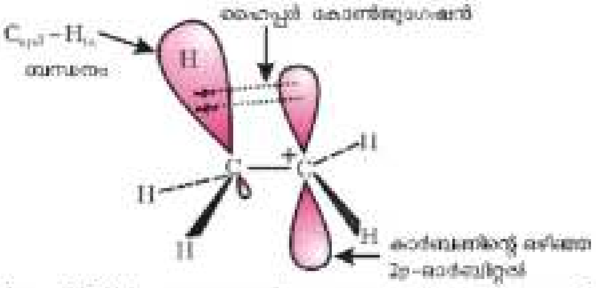


എതിർദിശകളിലേക്കാണ് സംഭവിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവത്തിനായിരിക്കും പ്രാമുഖ്യം.

12.7.9 ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ

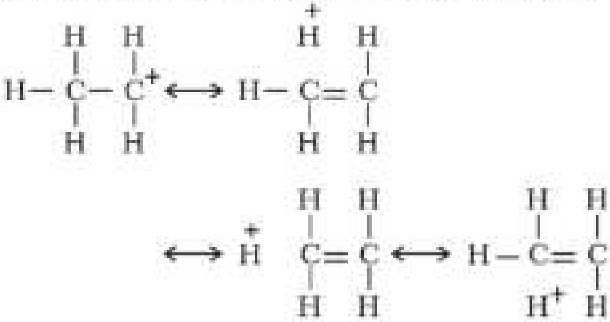
ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ എന്നത് ഒരു പൊതു-സ്ഥിരത നൽകൽ പാരസ്പര്യമാണ്. ഒരു അപൂരിത വ്യൂഹത്തിലെ ആറ്റവുമായോ അല്ലെങ്കിൽ ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടാതെ നിൽക്കുന്ന *p* ഓർബിറ്റൽ ഉള്ള ആറ്റവുമായോ, നേരിട്ട് ബന്ധിതമായിരിക്കുന്ന ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പിലെ C—H ബന്ധനത്തിലെ σ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സ്ഥാനമാറ്റമാണ് ഇതിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്നത്. ആൽക്കൈൽ ബന്ധനത്തിലെ C—H ബന്ധനത്തിലുള്ള σ ഇലക്ട്രോണുകൾ, ആ ഗ്രൂപ്പുമായി ബന്ധിതമായിട്ടുള്ള അപൂരിത വ്യൂഹവുമായോ അല്ലെങ്കിൽ ബന്ധനത്തിൽ പങ്കെടുക്കാതെ നിൽക്കുന്ന *p* ഓർബിറ്റലുമായോ ഭാഗിക കോൺജുഗേഷനിൽ ഏർപ്പെടുന്നു. ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ ഒരു സ്ഥിരപ്രഭാവമാണ്.

ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ പ്രഭാവം മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് $CH_3\overset{+}{C}H_2$ (ഈഥൈൽ കാറ്റയോൺ) ഉദാഹരണമായെടുക്കാം. ഇതിൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ഒഴിഞ്ഞ *p* ഓർബിറ്റൽ ഉണ്ട്. മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പിലെ ഒരു C-H ബന്ധനം, ഒഴിഞ്ഞ *p* ഓർബിറ്റലിന്റെ അതേ തലത്തിൽ നിൽക്കുന്നുണ്ടാകും. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ C-H ബന്ധനത്തിലെ σ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒഴിഞ്ഞ *p* ഓർബിറ്റലിലേക്ക് സ്ഥാനമാറ്റത്തിന് വിധേയമാകാൻ കഴിയും. ചിത്രം 12.4 (a).



*ചിത്രം **12.4(a)** ഈഥൈൽ കാറ്റയോണിലെ ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ വ്യക്തമാക്കുന്ന ഓർബിറ്റൽ ചിത്രം*

ഇത്തരത്തിലുള്ള അതിവ്യാപനം കാർബോകാറ്റയോണിന്റെ സ്ഥിരത വർധിപ്പിക്കുന്നു. കാരണം തൊട്ടടുത്ത σ ബന്ധനത്തിൽ നിന്നുള്ള ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത, കാർബൺ ആറ്റത്തിലെ പോസിറ്റീവ് ചാർജിനെ വ്യാപനം ചെയ്യുന്നതിന് സഹായിക്കുന്നു എന്നതാണ്.

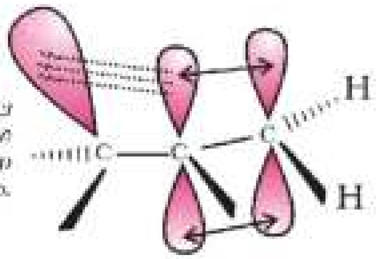


പൊതുവെ പറഞ്ഞാൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ബന്ധിതമായിട്ടുള്ള ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ എണ്ണം കൂടുതലാണെങ്കിൽ, ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ പാരസ്പര്യവും തന്മൂലം കാർബോകാറ്റയോൺ സ്ഥിരതയും കൂടുതലായിരിക്കും. അതായത്, കാർബോകാറ്റയോണുകളുടെ സ്ഥിരത ഇപ്രകാരമായിരിക്കും.

$$CH_3-\overset{+}{C}(CH_3)_2 > (CH_3)_2\overset{+}{C}H > CH_3\overset{+}{C}H_2 > \overset{+}{C}H_3$$

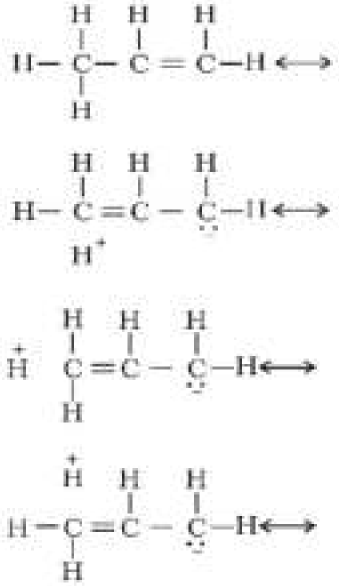
ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ ആൽക്കീനുകളിലും ആൽക്കൈൽ അരീനുകളിലും സാധ്യമാണ്.

ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ ആൽക്കീനുകളിലുണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം ചിത്രം 12.4(b) ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.



*ചിത്രം **12.4(b)** പ്രൊപ്പീനിൽ നടക്കുന്ന ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷൻ വ്യക്തമാക്കുന്ന ഓർബിറ്റൽ ചിത്രം.*

പല തരത്തിൽ ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേറ്റീവ് പ്രഭാവത്തെ നോക്കിക്കാണാൻ കഴിയും. ഒരു രീതി, റസൊണൻസ്മൂലം C—H ബന്ധനത്തിന് ഭാഗിക അയോണിക സ്വഭാവം കൈവരുന്നു എന്ന നിലയിലുള്ളതാണ്.



ഹൈപ്പർ കോൺജുഗേഷനെ ബന്ധനരഹിത അനുരൂപണം എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

ചോദ്യം 12.19

$(CH_3)_3\overset{+}{C}$ ന് $CH_3\overset{+}{C}H_2$ നെക്കാൾ സ്ഥിരതയുണ്ടെന്നതിനും $\overset{+}{C}H_3$ സ്ഥിരത ഏറ്റവും കുറഞ്ഞതാണെന്നതിനുമുള്ള വിശദീകരണം നൽകുക

ഉത്തരം

$(CH_3)_3\overset{+}{C}$ ൽ ഉള്ള ഹൈപ്പർകോൺജുഗേഷൻ പാരസ്പര്യങ്ങൾ $CH_3\overset{+}{C}H_2$ ലേതിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. കാരണം $(CH_3)_3\overset{+}{C}$ ൽ ഒമ്പത് C-H ബന്ധനങ്ങളുണ്ട്. $\overset{+}{C}H_3$ ൽ C-H ബന്ധനങ്ങൾ നില നിൽക്കുന്ന തലത്തിന് ലംബമായാണ് ഇലക്ട്രോൺ രഹിത *p* ഓർബിറ്റൽ നിൽക്കുന്നത്. അതിനാൽ അവ തമ്മിൽ അതിവ്യാപനം സാധ്യമല്ല. അതിനാൽ $\overset{+}{C}H_3$ ന് ഹൈപ്പർകോൺജുഗേഷൻമൂലം സ്ഥിരത കൈവരുന്നില്ല.

12.7.10 വിവിധതരം കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ക്രിയാവിധികളും

കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള വിഭാഗങ്ങളായി തരംതിരിക്കാം.

(i) ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Substitution reactions)
(ii) സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Addition reactions)
(iii) വിലോപന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Elimination reactions)
(iv) പുനക്രമീകരണ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Rearrangement reactions)

XII- ാം ക്ലാസ്സിലെ യൂണിറ്റ് 13 ലും അതിനുശേഷവും ഇത്തരം രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ പഠിക്കാം.

12.8 ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിനുള്ള മാർഗങ്ങൾ

പ്രകൃതിദത്തമായ ഒരു സ്രോതസ്സിൽനിന്നും വേർതിരിച്ചെടുത്തതോ പരീക്ഷണശാലയിൽ സംശ്ലേഷണം ചെയ്തെടുത്തതോ ആയ ഒരു കാർബണികസംയുക്തം ശുദ്ധീകരിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. സംയുക്തത്തിന്റെയും അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അപദ്രവ്യങ്ങളുടെയും സ്വഭാവത്തിനനുസരിച്ച് അവയെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിന് വിവിധ മാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ശുദ്ധീകരണത്തിനായി സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന സങ്കേതങ്ങൾ ചുവടെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയാണ്.

(i) ഉത്പതനം
(ii) പരലീകരണം
(iii) സ്വേദനം
(iv) അവകലനീയ നിഷ്കർഷണം
(v) വർണാലേഖനം (ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി)

ഒരു സംയുക്തത്തിന്റെ ശുദ്ധത അന്തിമമായി കണക്കാക്കുന്നത് അതിന്റെ ദ്രവണാങ്കമോ തിളനിലയോ നിർണയിച്ചുകൊണ്ടാണ്. മിക്കവാറും ശുദ്ധരൂപത്തിലുള്ള എല്ലാ സംയുക്തങ്ങൾക്കും കൃത്യമായ ദ്രവണാങ്കവും തിളനിലയുമുണ്ട്. ഒരു കാർബണികസംയുക്തത്തിന്റെ ശുദ്ധത പരിശോധിക്കുന്നതിനുള്ള നൂതന മാർഗങ്ങൾ വ്യത്യസ്ത തരത്തിലുള്ള ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫിക്-സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിക് സങ്കേതങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിയിട്ടുള്ളതാണ്.

12.8.1 ഉത്പതനം (Sublimation)

ചൂടാക്കുമ്പോൾ ചില ഖരവസ്തുക്കൾ ദ്രാവകമാകാതെ നേരിട്ട് വാതകാവസ്ഥയിലേക്ക് മാറുമെന്ന് നിങ്ങൾ മുൻപ് പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ തത്വത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ശുദ്ധീകരണസങ്കേതത്തെ ഉത്പതനം എന്നുപറയുന്നു. ഉത്പതനസ്വഭാവമുള്ള സംയുക്തങ്ങളെ അത്തരം സ്വഭാവമില്ലാത്ത അപദ്രവ്യങ്ങളിൽനിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കുവാൻ ഈ മാർഗം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

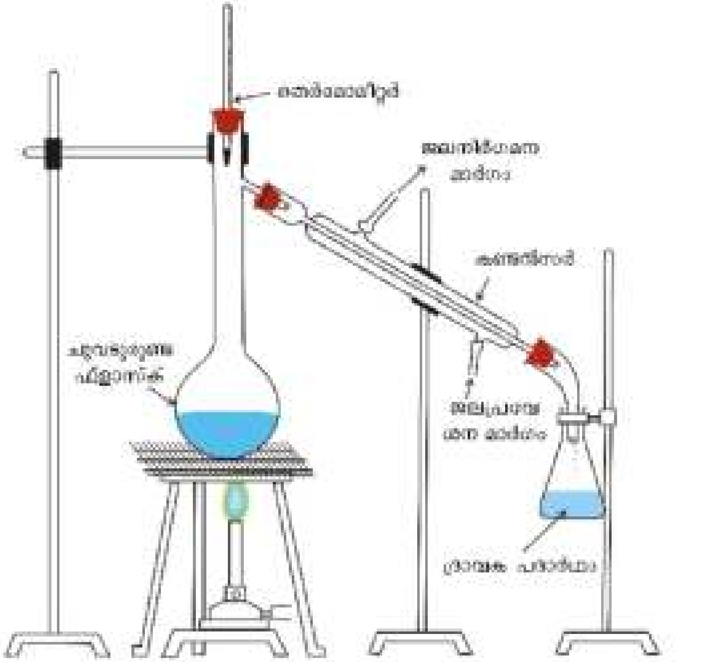
12.8.2 പരലീകരണം (Crystallisation)

ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിന് സർവസാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന സങ്കേതങ്ങളിൽ ഒന്നാണിത്. അനുയോജ്യമായ ഒരു ലായകത്തിൽ, സംയുക്തത്തിന്റെയും അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അപദ്രവ്യങ്ങളുടെയും ലേയത്വത്തിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ് ഈ മാർഗം. സാധാരണ താപനിലയിൽ വളരെക്കുറച്ചുമാത്രം ലയിക്കുന്നതും എന്നാൽ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഗണ്യമായി ലയിക്കുന്നതുമായ ഒരു ലായകത്തിൽ അശുദ്ധ സംയുക്തത്തെ ലയിപ്പിച്ച് ഒരു പൂരിതലായനി ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ ലായനിയെ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ശുദ്ധസംയുക്തം പരലീകരിക്കപ്പെടുകയും അതിനെ അരിച്ചുമാറ്റുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന ദ്രവരൂപത്തിൽ (ഫിൽട്രേറ്റിൽ) അപദ്രവ്യങ്ങളും വളരെക്കുറഞ്ഞ അളവിൽ പ്രസ്തുത സംയുക്തവും അടങ്ങിയിരിക്കും. ഒരു സംയുക്തം ഒരു ലായകത്തിൽ വളരെക്കുറഞ്ഞ അളവിലും മറ്റൊന്നിൽ വളരെക്കൂടിയ അളവിലും ലയിക്കുന്നതാണെങ്കിൽ ഈ രണ്ടു ലായകങ്ങളുടെയും മിശ്രിതം ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് പരലീകരണ പ്രക്രിയ തൃപ്തികരമായി നടത്തുവാൻ കഴിയും. ലായനിയ്ക്ക് നിറം നൽകുന്ന അപദ്രവ്യങ്ങളെ ഉത്തേജിത കരി ഉപയോഗിച്ച് അധിശോഷണം ചെയ്ത് നീക്കം ചെയ്യാം. ലേയത്വത്തിൽ കാര്യമായ വ്യത്യാസമില്ലാത്ത അപദ്രവ്യങ്ങളടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങളെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിന് ആവർത്തന പരലീകരണം ആവശ്യമായി വരും.

12.8.3 സ്വേദനം (Distillation)

ബാഷ്പശീലമുള്ള ദ്രാവകങ്ങളിൽനിന്നും ബാഷ്പശീലമില്ലാത്ത അപദ്രവ്യങ്ങളെയും തിളനിലകളിൽ കാര്യമായ വ്യത്യാസമുള്ള ദ്രാവകങ്ങളെയും വേർതിരിക്കുന്നതിനാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട ഈ മാർഗം ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വ്യത്യസ്ത തിളനിലകളുള്ള ദ്രാവകങ്ങൾ വ്യത്യസ്ത താപനിലകളിൽ ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ബാഷ്പങ്ങളെ തണുപ്പിക്കുകയും അങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന ദ്രാവകങ്ങളെ തണുപ്പിച്ച് വെവ്വേറെയായി ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്ലോറോഫോമിന്റെയും (തിളനില 334 K) അനിലീന്റെയും (തിളനില 457 K) മിശ്രിതത്തെ സ്വേദനമാർഗത്തിലൂടെ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ വേർതിരിക്കാം (ചിത്രം 12.5). ഈ ദ്രാവകമിശ്രിതത്തെ ചുവടുരുണ്ട ഒരു ഫ്ളാസ്കിലെടുത്ത് ശ്രദ്ധാപൂർവം ചൂടാക്കുന്നു. തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ, താഴ്ന്ന തിളനിലയുള്ള ഘടകത്തിന്റെ ബാഷ്പം ആദ്യമുണ്ടാകുന്നു.

ഈ ബാഷ്പത്തെ ഒരു സാന്ദ്രീകരണി (കണ്ടൻസർ) ഉപയോഗിച്ച് സാന്ദ്രീകരിക്കുകയും അങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന ദ്രാവകത്തെ ഒരു സംഭരണിയിൽ ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തിളനില വളരെക്കൂടിയ ഘടകത്തിന്റെ



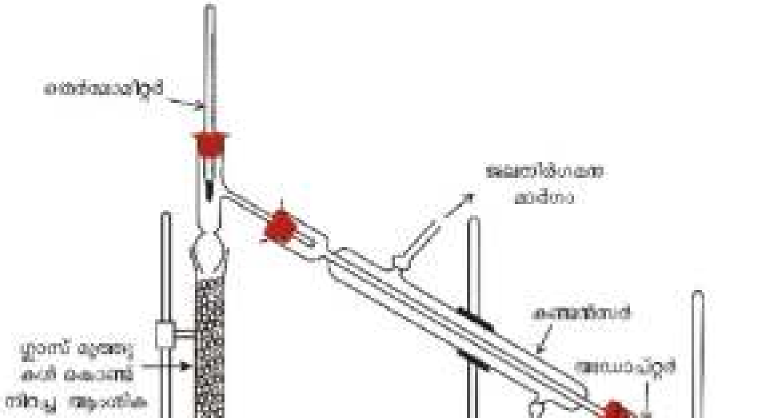
ചിത്രം 12.5 *സ്വേദനം. ഒരു പദാർഥത്തിൽ നിന്നും രൂപപ്പെടുന്ന ബാഷ്പം സാന്ദ്രീകരിക്കുകയും അതിനെ ഒരു കോണിക്കൽ ഫ്ലാസ്കിൽ ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.*

ബാഷ്പം അവസാനമായി രൂപപ്പെടുകയും തത്ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ദ്രാവകത്തെ പ്രത്യേകമായി ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

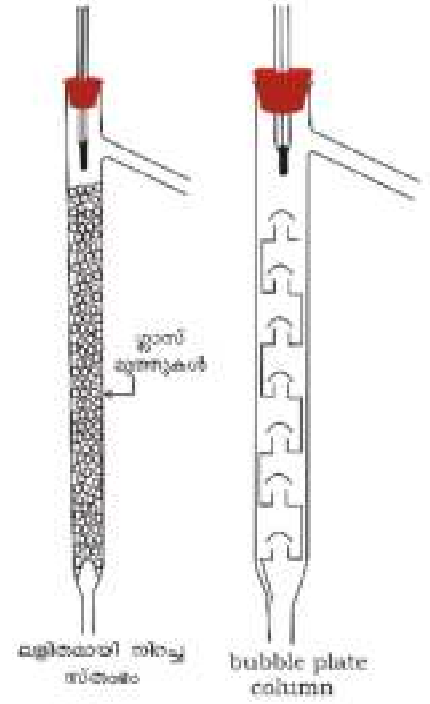
ആംശികസ്വേദനം (Fractional Distillation): രണ്ടു ദ്രാവകങ്ങളുടെ തിളനിലകൾ തമ്മിൽ കാര്യമായ അന്തരമില്ലെങ്കിൽ അവയെ ലഘു സ്വേദനത്തിലൂടെ വേർതിരിക്കുവാൻ കഴിയില്ല. അത്തരം ദ്രാവകങ്ങളുടെ ബാഷ്പങ്ങൾ ഒരേ താപനിലാപരിധിയിൽ രൂപപ്പെടുകയും ഒരുമിച്ച് സാന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ ആംശികസ്വേദനം എന്ന മാർഗം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ മാർഗത്തിൽ ദ്രാവകമിശ്രിതത്തിന്റെ ബാഷ്പം സാന്ദ്രീകരണത്തിന് മുൻപ് ഒരു ആംശികസ്തംഭത്തിലൂടെ കടത്തിവിടുന്നു. ചുവടുരുണ്ട ഒരു ഫ്ലാസ്കിന്റെ വായ്ഭാഗത്ത് ആംശികസ്തംഭം ഘടിപ്പിക്കുന്നു (ചിത്രം.12.6).

ഉയർന്ന തിളനിലയുള്ള ദ്രാവകത്തിന്റെ ബാഷ്പം താഴ്ന്ന തിളനിലയുള്ള ദ്രാവകത്തിന്റെ ബാഷ്പത്തെക്കാൾ വേഗത്തിൽ സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നു. ആംശികസ്തംഭത്തിന്റെ മുകളിലേയ്ക്ക് ഉയർന്നുവരുന്ന ബാഷ്പം, ബാഷ്പശീലം ഏറ്റവും കൂടിയ ഘടകത്താൽ സമ്പന്നമായിരിക്കും. ഈ ബാഷ്പം ആംശികസ്തംഭത്തിന്റെ ഏറ്റവും മുകളിലെത്തുമ്പോഴേക്കും ഇതിൽ ബാഷ്പശീലം ഏറ്റവും കൂടിയ ഘടകം ധാരാളമായി അടങ്ങിയിരിക്കും.

ചിത്രം 12.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ വ്യത്യസ്ത വലിപ്പവും ആകൃതിയുമുള്ള ആംശികസ്തംഭങ്ങൾ ലഭ്യമാണ്. ഒരു ആംശികസ്തംഭത്തിൽ ഊർധ്വഗമനം ചെയ്യുന്ന ബാഷ്പവും അധോഗമനം ചെയ്യുന്ന സാന്ദ്രീകരിച്ച ദ്രാവകവും തമ്മിൽ താപവിനിമയം സാധ്യമാക്കുന്ന അനേകം പ്രതലങ്ങളുണ്ട്. കുറേയേറെ സാന്ദ്രീകൃത ദ്രാവകം മുകളിലേക്ക് ഗമിക്കുന്ന ബാഷ്പത്തിൽനിന്നും താപം സ്വീകരിക്കുകയും വീണ്ടും ബാഷ്പമായി മാറുകയും ചെയ്യും. അങ്ങനെ ബാഷ്പം താഴ്ന്ന തിളനിലയുള്ള ഘടകത്താൽ കൂടുതൽ സമ്പുഷ്ടമാകുന്നു. ഈ ഘടകം സ്തംഭത്തിന്റെ ഏറ്റവും മുകളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. ശുദ്ധരൂപത്തിലുള്ള ഈ ഘടകം സാന്ദ്രീകരണിയിലൂടെ (കണ്ടൻസറിലൂടെ) കടന്നുപോകുകയും ഒരു സംഭരണിയിൽ ശേഖരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. തുടർച്ചയായ അനേകം സ്വേദനങ്ങൾക്കുശേഷം, സ്വേദനഫ്ലാസ്കിൽ അവ



ചിത്രം 12.6 *ആംശികസ്വേദനം. തിളനില കുറഞ്ഞ ഘടകത്തിന്റെ ബാഷ്പം ആദ്യവും തുടർന്ന് തിളനില കൂടിയ ഘടകങ്ങളും സ്തംഭത്തിന്റെ മുകളിലേയ്ക്കെത്തും.*

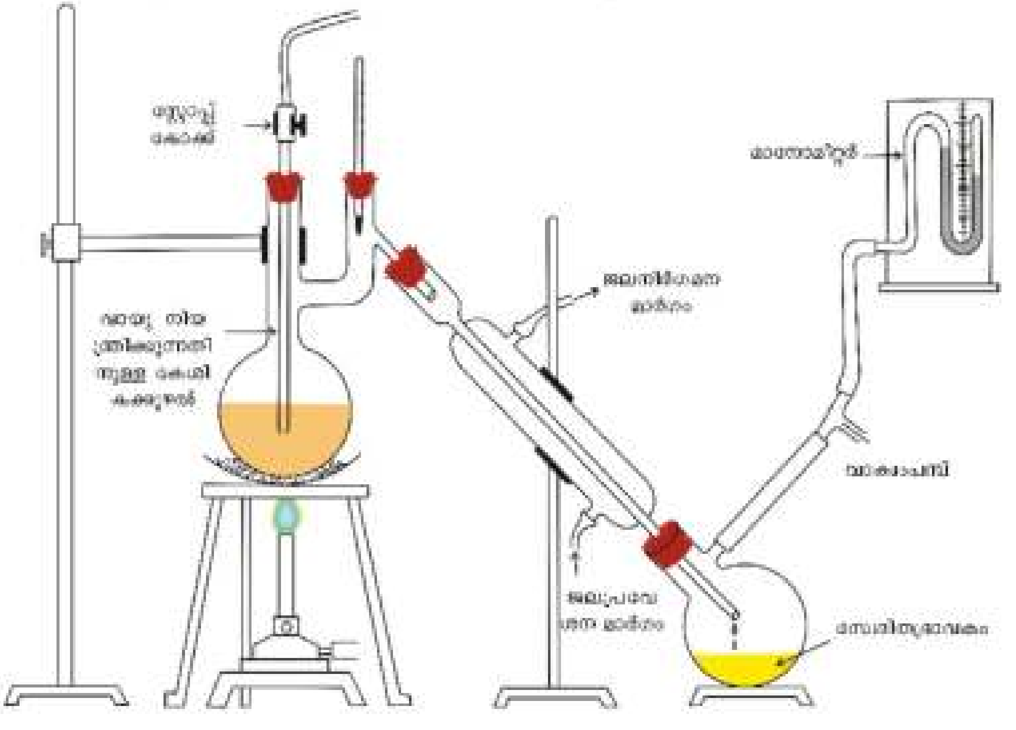


ചിത്രം 12.7 വിവിധയിനം ആംശികസ്തംഭങ്ങൾ

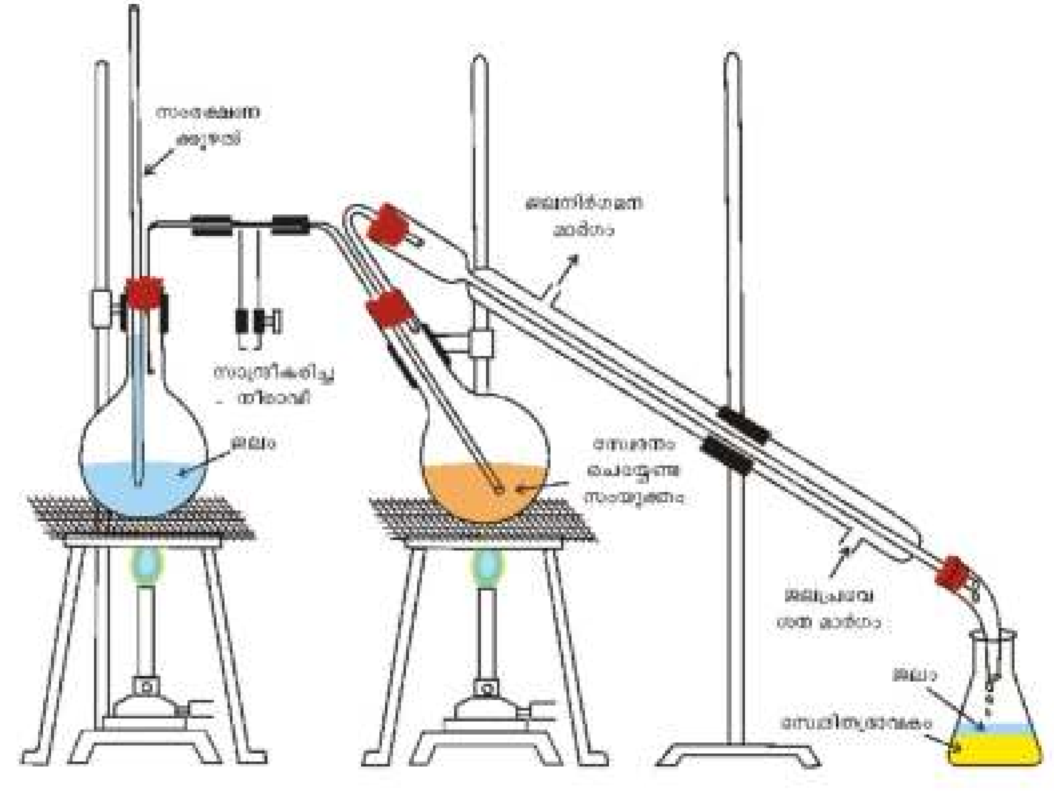
ശേഷിക്കുന്ന ദ്രാവകം ഉയർന്ന തിളനിലയുള്ള ഘടകത്താൽ സമ്പുഷ്ടമാകുന്നു. അംശികസ്തംഭത്തിലെ തുടർച്ചയായ ഓരോ സാന്ദ്രീകരണ-ബാഷ്പീകരണ യൂണിറ്റിനെയും സൈദ്ധാന്തികപാളി (theoretical plate) എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഇത്തരം നൂറുപാളികൾ വരെയുള്ള സ്തംഭങ്ങൾ വ്യാവസായികമായി ലഭ്യമാണ്.

പെട്രോളിയം വ്യവസായത്തിൽ അസംസ്കൃത എണ്ണയിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്ത ഘടകങ്ങളെ ആംശികസ്വേദനം വഴി വേർതിരിച്ചെടുക്കാമെന്നത് ഇതിന്റെ സാങ്കേതിക പ്രയോഗങ്ങളിൽ ഒന്നാണ്.

ന്യൂനമർദസ്വേദനം (Distillation under reduced pressure) : വളരെ ഉയർന്ന തിളനിലകളുള്ള ദ്രാവകങ്ങളെയും തിളനിലയിലോ അതിനു താഴെയോ വച്ചു വിഘടിക്കുന്ന ദ്രാവകങ്ങളെയും ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിനാണ് ഈ രീതി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അത്തരം ദ്രാവകങ്ങളെ അവയുടെ ഉപരിതലത്തിലെ മർദം കുറച്ചുകൊണ്ട് സാധാരണ തിളനിലയെക്കാൾ താഴ്ന്ന താപനിലയിൽ തിളപ്പിക്കുന്നു. ഒരു ദ്രാവകത്തിന്റെ ബാഷ്പമർദം അതിന്റെ ബാഹ്യമർദത്തിന് തുല്യമാകുമ്പോഴാണ് അത് തിളയ്ക്കുന്നത്. ഇവിടെ മർദം കുറയ്ക്കുന്നത് ഒരു ജലപമ്പ് അഥവാ വാക്വം പമ്പ് ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടാണ് (ചിത്രം 12.8). സോപ്പുവ്യവസായത്തിൽ, സ്പെന്റ് ലൈയിൽ നിന്നും ഗ്ലിസറോൾ വേർതിരിക്കുന്നത് ഈ മാർഗത്തിലൂടെയാണ്.



ചിത്രം 12.8 ന്യൂനമർദസ്വേദനം. മർദം കുറച്ചുകൊണ്ട് ഒരു ദ്രാവകം അതിന്റെ ബാഷ്പമർദത്തിന് താഴ്ന്ന താപനിലയിൽ തിളയ്ക്കുന്നു.



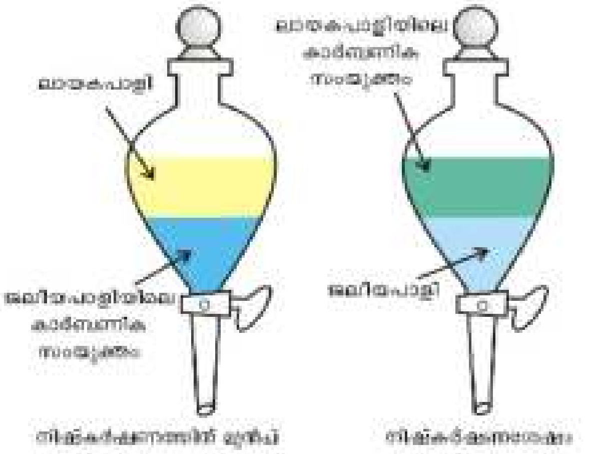
ചിത്രം 12.9 *നീരാവി സ്വേദനം. നീരാവി ഉപയോഗിച്ച് ബാഷ്പീകൃതമാകുന്ന ഘടകങ്ങൾ ബാഷ്പമാകുന്നു. ബാഷ്പം ഒരു സാന്ദ്രീകരണിയിൽ വച്ച് സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നു. ദ്രാവകം ഒരു കോണിക്കൽ ഫ്ളാസ്കിൽ ശേഖരിക്കുന്നു.*

നീരാവി സ്വേദനം (Steam Distillation): നീരാവി ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് ബാഷ്പീകരിക്കാവുന്നതും ജലവുമായി കൂടിക്കലരാത്തതുമായ പദാർഥങ്ങളെ വേർതിരിക്കുന്നതിനാണ് ഈ മാർഗം ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇവിടെ സ്വേദനം ചെയ്യേണ്ട ദ്രാവകമടങ്ങിയ ഒരു ചൂടാക്കിയ ഫ്ളാസ്കിലൂടെ നീരാവി കടത്തിവിടുന്നു. നീരാവിയും കാർബണിക സംയുക്തബാഷ്പവുമടങ്ങിയ മിശ്രിതത്തെ തണുപ്പിച്ച് ശേഖരിക്കുന്നു. ഇതിൽനിന്നും ജലത്തെ നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനായി ഒരു വേർതിരിക്കൽ ഫണൽ (separating funnel) ഉപയോഗിക്കുന്നു. നീരാവി സ്വേദനത്തിൽ ഒരു ദ്രാവകം തിളയ്ക്കുന്നത് കാർബണിക ദ്രാവകത്തിന്റെ ബാഷ്പമർദത്തിന്റെയും (p_1) ജലത്തിന്റെ ബാഷ്പമർദത്തിന്റെയും (p_2) ആകെ തുക അന്തരീക്ഷമർദത്തിന് (p), തുല്യമാകുമ്പോഴാണ്. അതായത് $p = p_1 + p_2$. p_1 ന്റെ മൂല്യം p യേക്കാൾ കുറവായതിനാൽ കാർബണിക ദ്രാവകം അതിന്റെ തിളനിലയേക്കാൾ താഴ്ന്ന താപനിലയിൽ ബാഷ്പീകരിക്കുന്നു.

ആയതിനാൽ, മിശ്രിതത്തിലെ പദാർഥങ്ങളിലൊന്ന് ജലവും മറ്റൊന്ന് ജലവുമായി കൂടിക്കലരാത്ത പദാർഥവുമാണെങ്കിൽ ആ മിശ്രിതം 373K താപനിലയോടടുത്ത്, എന്നാൽ ഈ താപനിലയേക്കാൾ താഴ്ന്ന താപനിലയിൽ തിളയ്ക്കും. തത്ഫലമായി, തന്നിരിക്കുന്ന പദാർഥത്തിന്റെയും ജലത്തിന്റെയും ഒരു മിശ്രിതം ഉണ്ടാകുകയും അവയെ ഒരു വേർതിരിക്കൽ ഫണൽ ഉപയോഗിച്ച് നീക്കം ചെയ്തെടുക്കുകയും ചെയ്യാം. അനിലീൻ ജലം മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും അനിലീനെ ഈ മാർഗത്തിലൂടെ വേർതിരിക്കാം. (ചിത്രം 12.9).

12.8.4 വിഭേദക നിഷ്കർഷണം (Differential Extraction)

ഒരു കാർബണിക സംയുക്തം ഒരു ജലീയ മാധ്യമത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ, ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നതിനേക്കാൾ പ്രസ്തുത സംയുക്തം കൂടുതലായി ലയിക്കുന്ന ഒരു കാർബണിക ലായകവുമായി കുട്ടിക്കലർത്തിക്കൊണ്ട് അതിനെ വേർതിരിക്കാം. ഇവിടെ, കാർബണിക ലായകവും ജലീയ ലായനിയും പരസ്പരം കൂടിക്കലരാത്തതായിരിക്കണം. തത്ഫലമായി, വ്യക്തമായ രണ്ട് പാളികൾ രൂപീകൃതമാകുകയും അവയെ ഒരു വേർതിരിക്കൽ ഫണൽ ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിക്കുകയും ചെയ്യാം. കാർബണികലായകത്തെ സ്വേദനം അഥവാ ബാഷ്പീകരണം മുഖേന നീക്കം ചെയ്തുകൊണ്ട് ശുദ്ധ സംയുക്തം വീണ്ടെടുക്കാം. ചിത്രം 12.10 ൽ കാണിച്ചി



ചിത്രം 12.10 വിഭേദക നിഷ്കർഷണം, ലേയത്വത്തിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സംയുക്ത നിഷ്കർഷണം നടക്കുന്നു.

തിക്കുന്നതുപോലെ ഒരു വേർതിരിക്കൽ ഫണൽ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടാണ് വിഭേദക നിഷ്കർഷണം നടത്തുന്നത്. തന്നിരിക്കുന്ന കാർബണിക സംയുക്തം കാർബണിക ലായകത്തിൽ വളരെക്കുറച്ചുമാത്രം ലയിക്കുന്നതാണെങ്കിൽ, അതിനെ ഒരു ചെറിയ അളവിൽപ്പോലും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിന് വളരെയധികം ലായകം ആവശ്യമായി വരും. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ തുടർച്ചയായ നിഷ്കർഷണം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ മാർഗത്തിൽ സംയുക്തത്തെ നിഷ്കർഷണം നടത്താൻ ഒരേ ലായകം ആവർത്തിച്ച് ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരും.

12.8.5 വർണലേഖനം (Chromatography)

മിശ്രിതങ്ങളെ അവയുടെ ഘടകങ്ങളായി വേർതിരിക്കുന്നതിനും സംയുക്തങ്ങളെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിനും സംയുക്തങ്ങളുടെ ശുദ്ധത പരിശോധിക്കുന്നതിനും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു പ്രധാനമാർഗമാണ് വർണലേഖനം. സസ്യങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന നിറമുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ വേർതിരിക്കലിനാണ് ഈ മാർഗം ആദ്യമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ആയതിനാൽ നിറം എന്നർഥം വരുന്ന 'ക്രോമ' എന്ന ഗ്രീക്കുപദത്തിൽ നിന്നാണ് ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി എന്ന പദം ഉദ്ഭവിച്ചത്. ഈ മാർഗത്തിൽ മിശ്രിതത്തെ ഖരമോ ദ്രാവകമോ ആയ ഒരു നിശ്ചല പ്രാവസ്ഥയിലൂടെ കടത്തിവിടുന്നു. പിന്നീട് ഇതിലൂടെ ഒരു ശുദ്ധലായകത്തെയോ ലായകങ്ങളുടെ മിശ്രിതത്തെയോ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു വാതകത്തെയോ (ചലന പ്രാവസ്ഥ) സാവധാനം ഒഴുക്കുന്നു. ക്രമേണ മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങൾ ഓരോന്നായി വേർതിരിയപ്പെടുന്നു.

ഉപയോഗിക്കുന്ന തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫിയെ താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന 2 വിഭാഗങ്ങളായി പ്രധാനമായും തിരിക്കാം.

(a) അധിശോഷണവർണലേഖനം

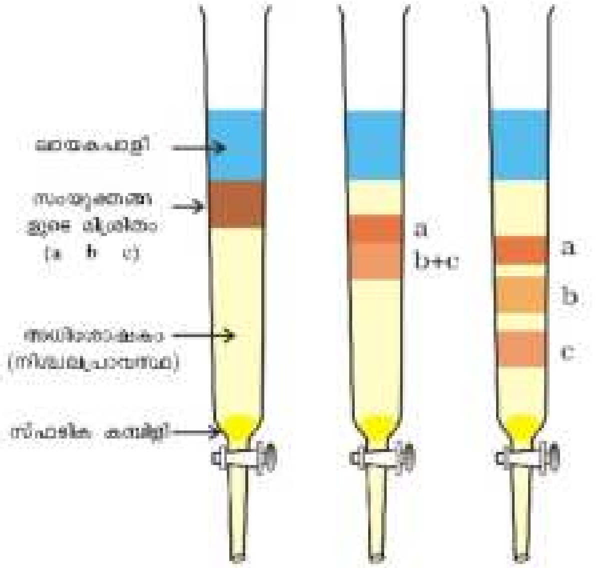
(b) വിഭാജനവർണലേഖനം

a) അധിശോഷണവർണലേഖനം (Adsorption Chromatography): വ്യത്യസ്ത സംയുക്തങ്ങൾ ഒരു അധിശോഷകത്തിൽ വ്യത്യസ്ത അളവിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് അധിശോഷണ വർണലേഖനത്തിന്റെ ആധാരം. സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന അധിശോഷകങ്ങൾ സിലിക്കാജെൽ, അലുമിന എന്നിവയാണ്. ഒരു നിശ്ചലപ്രാവസ്ഥയിലൂടെ (അധിശോഷകത്തിലൂടെ) ഒരു ചലന പ്രാവസ്ഥയെ കടത്തിവിടുമ്പോൾ മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങൾ നിശ്ചലപ്രാവസ്ഥയിൽ വ്യത്യസ്ത അകലങ്ങളിലായി അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അവകലനീയ അധിശോഷണം എന്ന തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട 2 വർണലേഖനമാർഗങ്ങൾ ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

(a) സ്തംഭവർണലേഖനം

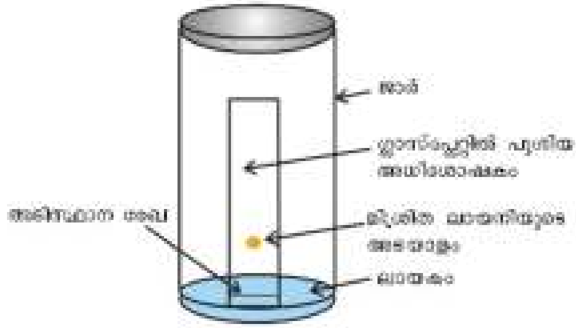
(b) നേർത്തപാളിവർണലേഖനം

സ്തംഭവർണലേഖനം (Column Chromatography): ഇവിടെ ഒരു ഗ്ലാസ് ട്യൂബിൽ നിറച്ചിരിക്കുന്ന അധിശോഷക സ്തംഭത്തിന്റെ (നിശ്ചലപ്രാവസ്ഥ) സഹായത്തോടെ ഒരു മിശ്രിതത്തെ വേർതിരിക്കുന്നു. സ്തംഭത്തിന്റെ ഏറ്റവും താഴെയായി ഒരു അടപ്പുനാളം (stopcock) ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം 12.11).

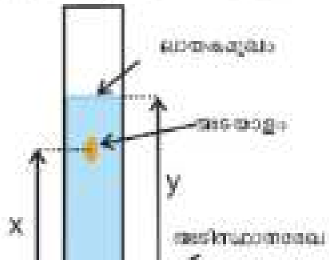


ചിത്രം 12.11 സ്തംഭവർണലേഖനം. ഒരു മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങളെ വേർതിരിക്കുന്നതിനുള്ള വ്യത്യസ്ത ഘട്ടങ്ങൾ

നേർത്തപാളിവർണലേഖനം (Thin Layer Chromatography): മറ്റൊരു തരത്തിലുള്ള അധിശോഷണ ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫിയായ ഇതിൽ ഒരു ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റിൽ നേർത്തപാളിയായി ലേപനം ചെയ്ത അധിശോഷകത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ഒരു മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങളെ വേർതിരിക്കുന്നു. ഒരു അധിശോഷകത്തിന്റെ (സിലിക്കാജെൽ അല്ലെങ്കിൽ അലുമിന) ഒരു നേർത്ത പാളി (ഏകദേശം 0.2mm കനത്തിൽ) അനുയോജ്യ വലിപ്പത്തിലുള്ള ഒരു ഗ്ലാസ് പ്ലേറ്റിൽ പുരിശിയെടുക്കുന്നു. ഈ പ്ലേറ്റിനെ നേർത്ത പാളി വർണലേഖനപ്ലേറ്റ് (TLC പ്ലേറ്റ്) അഥവാ ക്രോമാപ്ലേറ്റ് എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഒരു അഗ്രത്തിൽ നിന്നും ഏകദേശം 2 സെ.മീ. മുകളിലായി വേർതിരിക്കേണ്ട മിശ്രിതലായനിയുടെ ഒരു ചെറിയ അടയാളമിടുന്നു. ഈ ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റ് എലുവന്റ് അടങ്ങിയ ഒരു അടച്ച ജാറിൽ വയ്ക്കുന്നു. (ചിത്രം 12.12a). പ്ലേറ്റിലൂടെ എലുവന്റ് മുകളിലേയ്ക്കുയരുമ്പോൾ അതിനോടൊപ്പം മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങളും മുകളിലേക്ക് ഉയരുകയും അവയുടെ അധിശോഷണനിരക്കിനനുസരിച്ച് വ്യത്യസ്ത അകലങ്ങളിലായി അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ അവ വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നു. മിശ്രിതത്തിലെ ഓരോ ഘടകത്തിന്റെയും ആപേക്ഷിക അധിശോഷണം മന്ദീകരണഘടകം



ചിത്രം 12.12 (a) *നേർത്തപാളിവർണലേഖനം. ക്രൊമാറ്റോഗ്രാം രൂപീകൃതമാകുന്നു.*



ചിത്രം 12.12 (b) *രൂപീകൃതമായ ക്രൊമാറ്റോഗ്രാം*

(retardation factor) അഥവാ $\mathbf{R_f}$ മൂല്യം ഉപയോഗിച്ചാണ് പ്രസ്താവിക്കുന്നത്. (ചിത്രം 12.12 (b)).

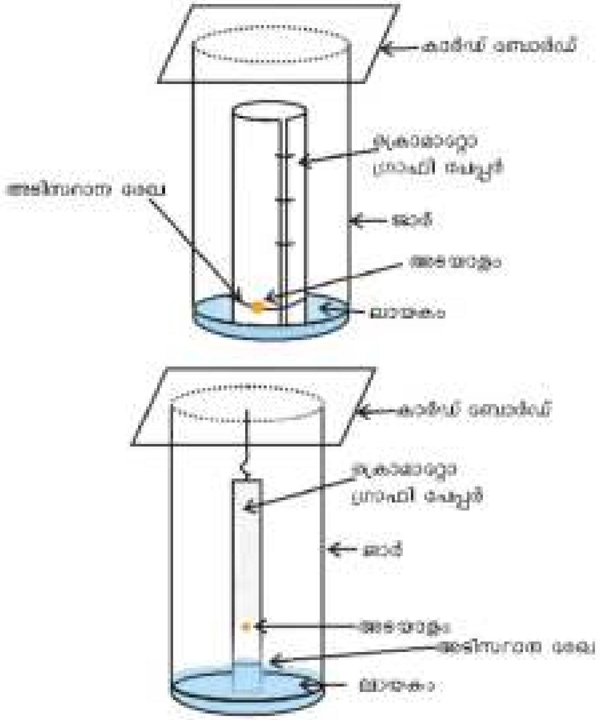
$$R_f = \frac{\text{പദാർത്ഥം അടിസ്ഥാന രേഖയിൽ നിന്നും ചലിച്ച ദൂരം } (x)}{\text{ലായകം അടിസ്ഥാന രേഖയിൽ നിന്നും ചലിച്ച ദൂരം } (y)}$$

നിറമുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ അടയാളങ്ങളെ TLC പ്ലേറ്റിൽ വ്യക്തമായി കാണാൻ കഴിയും. എന്നാൽ നിറമില്ലാത്ത സംയുക്തങ്ങളുടെ അടയാളങ്ങൾ ദൃഷ്ടിഗോചരമല്ലെങ്കിലും അവ പ്രതിദ്യോതമാണെങ്കിൽ (fluoresce) അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ ഉപയോഗിച്ച് കാണാൻ കഴിയും. കുറച്ച് അയോഡിൻ പരലുകൾ നിറച്ച ഒരു അടച്ച ജാറിൽ TLC പ്ലേറ്റ് വച്ചുകൊണ്ടും അവയെ നിരീക്ഷിക്കാം. അയോഡിൻ അധിശോഷണം ചെയ്യുന്നതുമൂലം സംയുക്തത്തിന്റെ അടയാളം തവിട്ടു നിറത്തിൽ കാണപ്പെടും. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഉചിതമായ ഒരു അഭികർമകവും പ്ലേറ്റിൽ പുരട്ടുന്നു. ഉദാഹരണമായി അമിനോ ആസിഡുകളെ നിർണയിക്കുന്നതിനായി പ്ലേറ്റിൽ നിൻഹൈഡ്രിൻ ലായനി പുരട്ടുന്നു.

വിഭജന വർണലേഖനം (Partition Chromatography):

ഒരു മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങളെ ചലന പ്രാവസ്ഥയ്ക്കും നിശ്ചല പ്രാവസ്ഥയ്ക്കുമിടയിലായി നിരന്തര അവകലന വിഭജനത്തിലൂടെ വേർതിരിക്കുന്നതിനെ ആധാരമാക്കിയുള്ളതാണ് വിഭാജനവർണലേഖനം. പേപ്പർ വർണലേഖനം (paper chromatography) ഒരു തരം വിഭാജനവർണലേഖനമാണ്. ഇതിൽ ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി പേപ്പർ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു പ്രത്യേക നിലവാരത്തിലുള്ള പേപ്പർ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത്തരം പേപ്പറിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ജലം നിശ്ചലപ്രാവസ്ഥയായി വർത്തിക്കുന്നു.

വേർതിരിക്കേണ്ട മിശ്രിതലായനി കൊണ്ട് അടയാളം ചെയ്ത ഒരു ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി പേപ്പർ അനുയോജ്യമായ ഒരു ലായകത്തിൽ അഥവാ ലായകമിശ്രിതത്തിൽ താഴ്ത്തി വയ്ക്കുന്നു. (ചിത്രം 12.13). ഈ ലായകം ചലനപ്രാവസ്ഥയായി വർത്തിക്കുന്നു. കേശിക ഉയർച്ചയിലൂടെ ഈ ലായകം പേപ്പറിന്റെ മുകളിലേക്ക് ഉയരുന്നു. രണ്ടു പ്രാവസ്ഥകളിലേയും വ്യത്യസ്ത വിഭജനനിരക്കിനനുസരിച്ച് മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങളെ പേപ്പർ വെവ്വേറെയായി വിന്യസിക്കുന്നു. അങ്ങനെ രൂപപ്പെടുന്ന പേപ്പർ കഷണത്തെ ക്രൊമാറ്റോഗ്രാം എന്നുപറയുന്നു. ഇതിൽ ആദ്യഅടയാളത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തുനിന്നും വ്യത്യസ്ത ഉയരങ്ങളിൽ വേർതിരിക്കപ്പെട്ട നിറമുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ അടയാളങ്ങൾ ദൃശ്യമാകും. വേർതിരിക്കപ്പെട്ട വർണരഹിത സംയുക്തങ്ങളുടെ അടയാളങ്ങളെ



ചിത്രം 12.13 *പേപ്പർ വർണലേഖനം. രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ആകൃതികളിലുള്ള ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി പേപ്പർ.*

നേർത്തപാളി വർണലേഖനത്തിൽ വിവരിച്ചതുപോലെ അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ ഉപയോഗിച്ചോ ഉചിതമായ അഭികർമകം പുരട്ടിയോ നിരീക്ഷിക്കാം.

12.9 കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ ഗുണാത്മക വിശ്ലേഷണം

കാർബണികസംയുക്തങ്ങളിലുള്ള പ്രധാന മൂലകങ്ങളാണ് കാർബണും ഹൈഡ്രജനും. ഇവ കൂടാതെ ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഹാലൊജൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

12.9.1 കാർബണിന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും സാന്നിധ്യം

സംയുക്തത്തെ കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാണ് കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യം കണ്ടെത്തുന്നത്. സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബൺ, കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും (കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ് തെളിഞ്ഞ ചുണ്ണാമ്പു വെള്ളത്തെ പാൽ നിറമാക്കുന്നു), ഹൈഡ്രജൻ ജലമായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. (ജലം നിർജല കോപ്പർ സൾഫേറ്റിനെ നീലനിറത്തിലേക്ക് മാറ്റുന്നു.)

$$C + 2CuO \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$$

$$2H + CuO \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$5H_2O + CuSO_4 \longrightarrow CuSO_4.5H_2O$$

വെളുപ്പ് നീല

12.9.2 മറ്റ് മൂലകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം കണ്ടെത്തൽ

ലെസ്സെയ്ൻ പരീക്ഷണം ഉപയോഗിച്ചാണ് ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിലെ നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഹാലൊജൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യം കണ്ടെത്തുന്നത്. സോഡിയവുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ സംയുക്തത്തിലെ സഹസംയോജകാവസ്ഥയിലുള്ള മൂലകങ്ങൾ അയോണികാവസ്ഥയിലേക്ക് മാറുന്നു. ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ സാധ്യമാകുന്നു.

$$Na + C + N \xrightarrow{\Delta} NaCN$$

$$2Na + S \xrightarrow{\Delta} Na_2S$$

$$Na + X \xrightarrow{\Delta} Na\,X$$

(X = Cl, Br or I)

C, N, S, X എന്നിവ കാർബണിക സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളാണ്.

ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്ന ഉരുകിയ മിശ്രിതത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സോഡിയം സയനൈഡ്, സോഡിയം സൾഫൈഡ്, സോഡിയം ഹാലൈഡ് എന്നിവ സ്വേദിതജലം ചേർത്ത് തിളപ്പിച്ച് വീണ്ടെടുക്കുന്ന മിശ്രിതത്തെ സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാക്റ്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

(A) നൈട്രജന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണം

സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാക്റ്റ് അയൺ (II) സൾഫേറ്റ് ചേർത്ത് തിളപ്പിച്ചശേഷം ഗാഢസൾഫ്യൂരിക്കാസിഡുപയോഗിച്ച് അമ്ലീകരിക്കുന്നു. അപ്പോൾ പ്രഷ്യൻ നീലനിറമുണ്ടാകുന്നത് നൈട്രജന്റെ സാന്നിധ്യം ഉറപ്പാക്കുന്നു. ഇവിടെ സോഡിയം സയനൈഡ് ആദ്യമായി അയൺ (II) സൾഫേറ്റുമായി പ്രവർത്തിച്ച് സോഡിയം ഹെക്സാസയാനോഫെറേറ്റ് (II) ഉണ്ടാകുന്നു. ഗാഢസൾഫ്യൂരിക്കാസിഡുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ കുറച്ച് അയൺ (II) അയോണുകൾ അയൺ (III) അയോണുകളായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് സോഡിയം ഹെക്സാസയാനോഫെറേറ്റ് (II) മായി പ്രവർത്തിച്ച് അയൺ (III) ഹെക്സാസയാനോഫെറേറ്റ് (II) (ഫെറിക് ഫെറോസയനൈഡ്) ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിന് പ്രഷ്യൻ നീല നിറമാണ് ഉള്ളത്.

$$6CN^- + Fe^{2+} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$$

$$3[Fe(CN)_6]^{4-} + 4Fe^{3+} \xrightarrow{xH_2O} Fe_4[Fe(CN)_6]_3.xH_2O$$

പ്രഷ്യൻ നീലനിറം

(B) സൾഫറിന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുവാനുള്ള പരീക്ഷണം

(a) സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാറ്റ് അസറ്റിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിച്ച് അമ്ലീകരിച്ചതിന്ശേഷം അതിലേക്ക് ലെഡ് അസറ്റേറ്റ് ചേർക്കുന്നു. അപ്പോൾ ലെഡ് സൾഫൈഡിന്റെ കറുത്ത അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുന്നുവെങ്കിൽ അത് സൾഫറിന്റെ സാന്നിധ്യത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$S^{2-} + Pb^{2+} \longrightarrow PbS$$

Black

(b) സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാറ്റ്, സോഡിയം നൈട്രോപ്രൂസൈഡുമായി ചേർത്ത് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ വയലറ്റ് നിറം ലഭിക്കുന്നുവെങ്കിൽ ഇത് സൾഫറിന്റെ സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$S^{2-} + [Fe(CN)_5NO]^{2-} \longrightarrow [Fe(CN)_5NOS]^{4-}$$

വയലറ്റ്

നൈട്രജനും സൾഫറും ഉള്ള കാർബണികസംയുക്തമാണെങ്കിൽ സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാറ്റിൽ സോഡിയം തയോസയനേറ്റ് രൂപീകൃതമാകുന്നു. ഇത് ഫെറസ് സൾഫേറ്റും സൾഫ്യൂരിക് അമ്ലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ പ്രഷ്യൻ ബ്ലൂനിറത്തിനുപകരം രക്തചുവപ്പുനിറമായിരിക്കും ലഭിക്കുന്നത്. ഇതിനുകാരണം സയനൈഡ് അയോൺ സാന്നിധ്യം ഇല്ലാത്തതാണ്.

$$Na + C + N + S \longrightarrow NaSCN$$

$$Fe^{3+} + SCN^{-} \longrightarrow [Fe(SCN)]^{2+}$$

രക്തചുവപ്പ്

സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ സാധ്യമാക്കുന്നത് വളരെയധികം സോഡിയത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിലാണെങ്കിൽ സോഡിയം തയോസയനേറ്റ് വിഘടിച്ച് സയനൈഡും സൾഫൈഡും ലഭിക്കുന്നു. ഈ അയോണുകൾ അവയുടെ സാധാരണയുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ നൽകുന്നു.

$$NaSCN + 2Na \longrightarrow NaCN + Na_2S$$

(C) ഹാലൊജന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുവാനുള്ള പരീക്ഷണം

സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാറ്റിനെ നൈട്രിക് അമ്ലമുപയോഗിച്ച് അമ്ലീകരിച്ചതിനുശേഷം സിൽവർ നൈട്രേറ്റുമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു. അപ്പോൾ അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിൽ ലയിക്കുന്ന ഒരു വെളുത്ത അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ ക്ലോറിന്റെയും ഭാഗികമായി ലയിക്കുന്ന ഒരു ഇളംമഞ്ഞ നിറത്തിലുള്ള അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ ബ്രോമിന്റെയും അലേയമായ മഞ്ഞ അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ അയഡിന്റെയും സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$X^{-} + Ag^{+} \longrightarrow AgX$$

X ഹാലൊജനുകളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. X = Cl, Br, I.

സംയുക്തത്തിൽ നൈട്രജൻ അഥവാ സൾഫർ അടങ്ങിയിരുന്നാൽ, സോഡിയം ഫ്യൂഷൻ എക്സ്ട്രാറ്റിൽ ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന സോഡിയം സയനൈഡിനെയും സൾഫൈഡിനെയും വിഘടിപ്പിക്കുന്നതിനായി ആദ്യം എക്സ്ട്രാറ്റിനെ ഗാഢനൈട്രിക് അമ്ലവുമായി ചൂടാക്കുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ ഈ അയോണുകൾ, ഹാലൊജനുകളുടെ സിൽവർനൈട്രേറ്റ് പരീക്ഷണത്തിൽ ഇടപെടാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ട്.

(D) ഫോസ്ഫറസിന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുവാനുള്ള പരീക്ഷണം

കാർബണികസംയുക്തത്തെ ഒരു ഓക്സീകാരിയുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാൽ (സോഡിയം പെറോക്സൈഡ്) സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഫോസ്ഫറസ്, ഫോസ്ഫേറ്റായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ലായനി നൈട്രിക് അമ്ലവുമായി ചേർത്ത് തിളപ്പിച്ചശേഷം അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ, മഞ്ഞ നിറമോ മഞ്ഞ അവക്ഷിപ്തമോ ലഭിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഇത് ഫോസ്ഫറസിന്റെ സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$Na_3PO_4 + 3HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + 3NaNO_3$$

$$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 \longrightarrow$$

അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ്

$$(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

അമോണിയം ഫോസ്ഫോ മോളിബ്ഡേറ്റ്

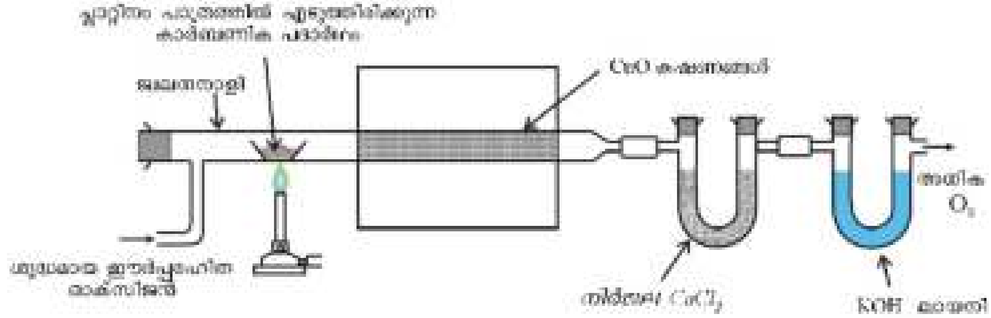
12.10 മാത്രാത്മകവിശ്ലേഷണം

ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിലെ മൂലകങ്ങളുടെ ശതമാനാടിസ്ഥാനത്തിലെ അളവ് നിർണയിക്കുന്നത് ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രകാരമാണ്.

12.10.1 കാർബണും ഹൈഡ്രജനും

കാർബണും ഹൈഡ്രജനും നിർണയിക്കുന്നത് ഒരേ പരീക്ഷണത്തിലൂടെയാണ്. നിശ്ചിതമാസ് കാർബണിക സംയുക്തത്തെ അധിക അളവിൽ എടുത്തിരിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെയും, കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡിന്റെയും സാന്നിധ്യത്തിൽ ജ്വലനത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു. സംയുക്തത്തിലെ കാർബണും ഹൈഡ്രജനും യഥാക്രമം കാർബൺഡൈഓക്സൈഡും ജലവുമായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$C_xH_y + (x + y/4)\,O_2 \longrightarrow x\,CO_2 + (y/2)\,H_2O$$



ചിത്രം 12.14 *കാർബണിന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും മാത്രാത്മക വിശ്ലേഷണം. പദാർഥത്തിന്റെ ഓക്സീകരണം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ജലവും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും U ട്യൂബുകളിൽ എടുത്തിരിക്കുന്ന നിർജല $CaCl_2$, KOH എന്നിവയിൽ യഥാക്രമം ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു.*

ഈ വാതകമിശ്രിതത്തെ മുൻകൂട്ടി ഭാരനിർണയം നടത്തിയ U - ആകൃതിയിലുള്ള ട്യൂബിൽ എടുത്തിരിക്കുന്ന നിർജലീകരിച്ച കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡിലൂടെ കടത്തിവിട്ട് ജലത്തിന്റെ മാസ് നിർണയിക്കുന്നു. കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡിനെ മറ്റൊരു U-ട്യൂബിലെടുത്തിരിക്കുന്ന പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിന്റെ ഗാഢലായനിയിൽ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. ഈ ട്യൂബുകളെ ശ്രേണീരീതിയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 12.14). കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡിന്റെയും പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിന്റെയും ഭാരത്തിനുണ്ടാകുന്ന വർധനവിൽനിന്നും ജലത്തിന്റെയും കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡിന്റെയും അളവ് ലഭിക്കുന്നതിനാൽ അവയിൽനിന്നും കാർബണിന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും ശതമാനം കണക്കാക്കാൻ സാധിക്കും.

കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ ഭാരം m ഗ്രാം എന്നും ജലത്തിന്റെ ഭാരം m_1 g എന്നും കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരം m_2 g എന്നുമിരിക്കട്ടെ.

$$\text{കാർബണിന്റെ ശതമാനം} = \frac{12 \times m_2 \times 100}{44 \times m}$$

$$\text{ഹൈഡ്രജന്റെ ശതമാനം} = \frac{2 \times m_1 \times 100}{18 \times m}$$

ചോദ്യം 12.20

0.246 g കാർബണിക സംയുക്തം പൂർണജ്വലനത്തിന് വിധേയമാക്കിയപ്പോൾ 0.198 g കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡും 0.1014g ജലവും ലഭിച്ചു. സംയുക്തത്തിൽ എത്ര ശതമാനം കാർബണും ഹൈഡ്രജനും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെന്ന് കണ്ടെത്തുക.

ഉത്തരം

$$\text{കാർബൺ ശതമാനം} = \frac{12 \times 0.198 \times 100}{44 \times 0.246} = 21.95\%$$

$$\text{ഹൈഡ്രജൻ ശതമാനം} = \frac{2 \times 0.1014 \times 100}{18 \times 0.246} = 4.58\%$$

12.10.2 നൈട്രജൻ

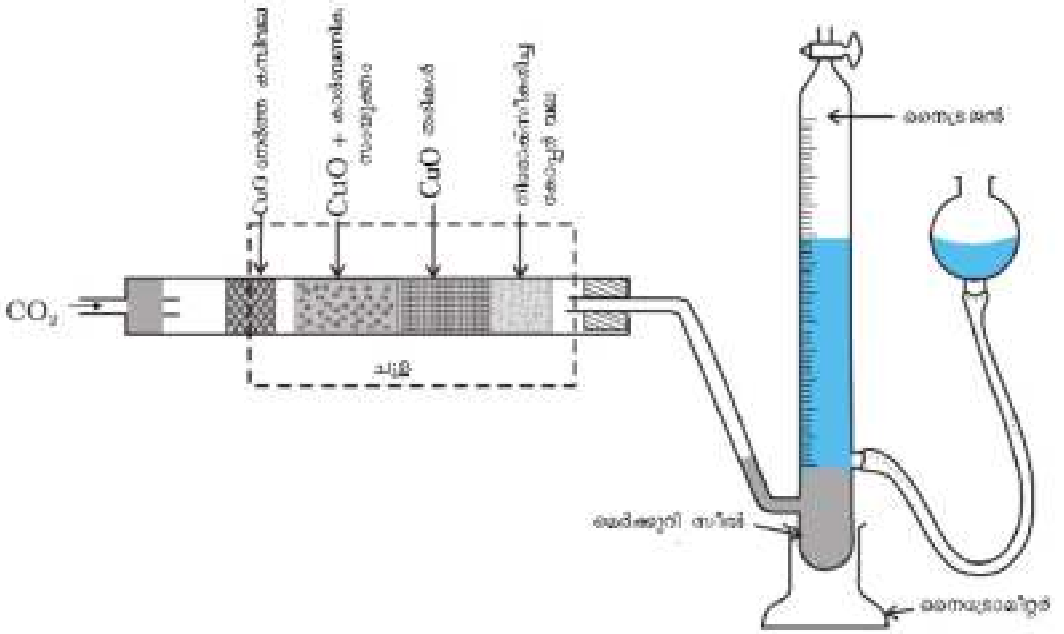
നൈട്രജന്റെ നിർണയം രണ്ടു രീതിയിൽ നടത്താം. (i) ഡ്യൂമാസ് രീതി (ii) ജെൽഡാൾ രീതി.

(i) ഡ്യൂമാസ് രീതി: നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബണിക സംയുക്തം കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡിനും നീരാവിക്കുമൊപ്പം സ്വതന്ത്ര നൈട്രജനും ലഭിക്കും.

$$C_xH_yN_z + (2x + y/2)\ CuO \longrightarrow$$

$$x\ CO_2 + y/2\ H_2O + z/2\ N_2 + (2x + y/2)\ Cu$$

ചെറിയ അളവിൽ ഉണ്ടാകാൻ സാധ്യതയുള്ള നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകളെ ചൂടാക്കിയ കോപ്പർ സ്തരത്തിലൂടെ കടത്തിവിട്ട് നിരോക്സീകരിച്ചു നൈട്രജൻ വാതകം ആക്കാം. ഇത്തരത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വാതകമിശ്രിതത്തെ പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിന്റെ ജലീയ ലായനിയിലൂടെ കടത്തിവിട്ട് കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ് വാതകത്തെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. നൈട്രജൻ ഒരു അംശാങ്കിത ട്യൂബിന്റെ മുകളിൽ ശേഖരിക്കുന്നു. (ചിത്രം 12.15).



ചിത്രം 12.15 *ഡ്യൂമാസ് രീതി. കാർബണിക സംയുക്തത്തെ കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡുമായി CO_2 അന്തരീക്ഷത്തിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകമിശ്രിതത്തെ പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയുടെ മുകളിലായി ശേഖരിക്കുന്നു. CO_2 വാതകത്തെ KOH ലായനി ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ N_2 വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം നിർണയിക്കാം.*

കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ മാസ്സ് = m g

ശേഖരിക്കപ്പെട്ട നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തം = V_1 mL

സാധാരണ താപനില = T_1K

$$\text{STP യിലെ നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തം} = \frac{p_1V_1 \times 273}{760 \times T_1}$$

(ഇത് V mL എന്നിരിക്കട്ടെ)

ഇവിടെ p_1 ഉം V_1 ഉം നൈട്രജന്റെ മർദവും വ്യാപ്തവും ആകുന്നു. നൈട്രജൻ ഗ്യാസ് ശേഖരിക്കപ്പെടുന്ന അന്തരീക്ഷ മർദത്തിൽ നിന്നും വിഭിന്നമാണ് p_1. p_1 ന്റെ മൂല്യം താഴെ പറയുംപ്രകാരം ലഭിക്കുന്നു.

p_1= അന്തരീക്ഷമർദം – ജലബാഷ്പ മർദം

STP യിലെ 22400 mL നൈട്രജന്റെ ഭാരം = 28 g.

$$\text{STP യിലെ } V \text{ mL നൈട്രജന്റെ ഭാരം} = \frac{28 \times V}{22400} \text{g}$$

$$\text{നൈട്രജന്റെ ശതമാനം} = \frac{28 \times V \times 100}{22400 \times m}$$

ചോദ്യം 12.21

ഡ്യൂമ രീതിയിൽ നൈട്രജന്റെ അളവ് കണക്കാക്കിയപ്പോൾ 0.3g ഓർഗാനിക് സംയുക്തം 300K താപനിലയിലും 715mm മർദത്തിലും 50mL നൈട്രജൻ വാതകം നൽകുന്നു. സംയുക്തത്തിലെ നൈട്രജന്റെ ശതമാനം നിർണയിക്കുക. (300K യിലെ ജലബാഷ്പ മർദം =15 mm)

ഉത്തരം

300K താപനിലയിലും 715mm മർദത്തിലും ശേഖരിക്കപ്പെട്ട നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തം 50 mL ആകുന്നു.

യഥാർഥ മർദം = 715-15 =700 mm

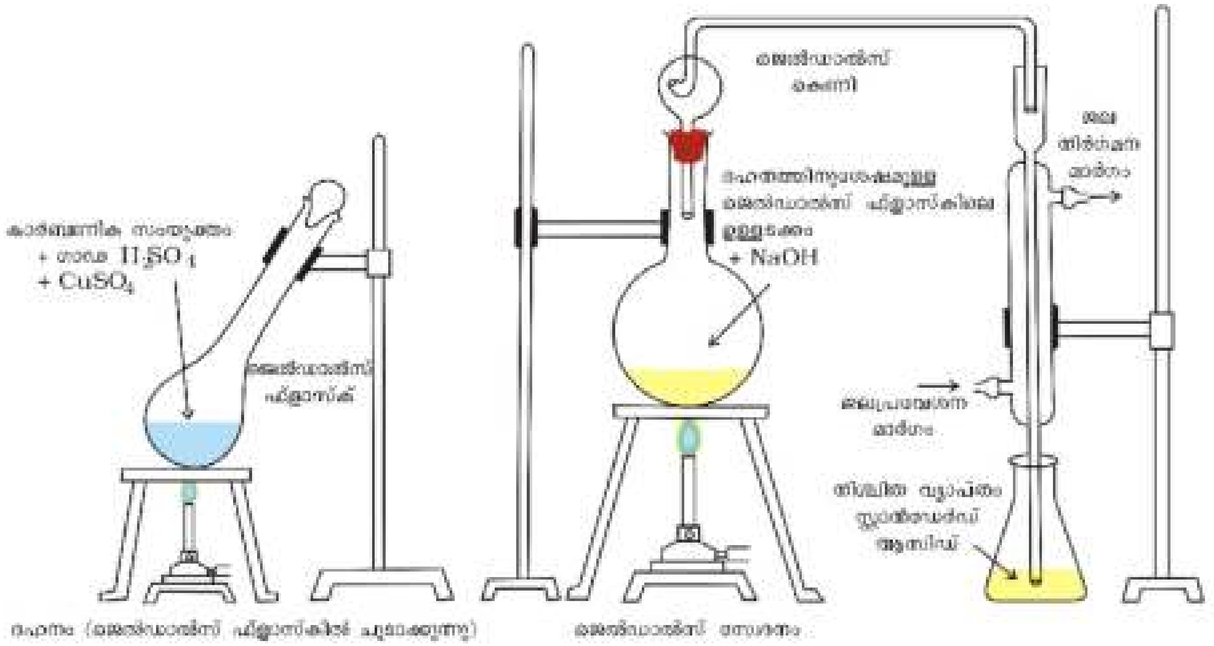
$$\text{STP യിലെ നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തം} = \frac{273 \times 700 \times 50}{300 \times 760}$$
$$= 41.9 \text{ mL}$$

STP യിലെ 22,400 mL നൈട്രജന്റെ ഭാരം = 28 g

$$41.9 \text{ mL നൈട്രജന്റെ ഭാരം} = \frac{28 \times 41.9}{22400} g$$

$$\text{നൈട്രജന്റെ ശതമാനം} = \frac{28 \times 41.9 \times 100}{22400 \times 0.3}$$
$$=17.46\%$$

(ii) ജെൽഡാൽ രീതി (Kjeldahl's method): നൈട്രജൻ അടങ്ങിയ സംയുക്തത്തെ ഗാഢ സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡുമായി ചൂടാക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി സംയുക്ത



ചിത്രം 12.16 *ജെൽഡാൾ രീതി: നൈട്രജൻ അടങ്ങിയ കാർബണിക സംയുക്തത്തെ ഗാഢ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോൾ അമോണിയം സൾഫേറ്റ് ലഭിക്കുന്നു. ഇതിനെ NaOH ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ സ്വതന്ത്രമാകുന്ന അമോണിയ നിശ്ചിത വ്യാപ്തം സ്റ്റാൻഡേർഡ് ആസിഡിൽ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു.*

ത്തിലെ നൈട്രജൻ അമോണിയം സൾഫേറ്റായി മാറുന്നു. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന മിശ്രിതത്തെ വളരെയധികം സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ (ചിത്രം 12.16) പുറത്തേക്ക് വരുന്ന അമോണിയവാതകത്തെ സ്റ്റാൻഡേർഡ് സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡ് ലായനിയിൽ ലയിപ്പിക്കുന്നു. ലഭിച്ച അമോണിയയുടെ അളവ് കണ്ടെത്താൻ, ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ അളവ് കണ്ടെത്തിയാൽ മതിയാകും. ഇതിനായി പ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടാത്ത സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിനെ സ്റ്റാൻഡേർഡ് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ഉപയോഗിച്ച് അനുമാപനം ചെയ്താൽ മതി. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന ഉപയോഗിക്കപ്പെടാത്ത (പ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടാത്ത) സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ അളവും ആകെ ഉണ്ടായിരുന്ന സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ അളവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം കണ്ടെത്തിയാൽ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ട സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ അളവ് കണക്കാക്കാം.

കാർബണിക സംയുക്തം + $H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$

$$\xrightarrow{2\,NaOH} Na_2SO_4 + 2\,NH_3 + 2\,H_2O$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ മാസ്സ് = m g

മൊളാരിറ്റി M, ആയിട്ടുള്ള H_2SO_4 ന്റെ വ്യാപ്തം = V mL

അധികമായിട്ടുള്ള H_2SO_4 നെ അനുമാപനം ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിച്ച M മൊളാരിറ്റിയുള്ള NaOH ന്റെ വ്യാപ്തം = V_1 mL

M മൊളാരിറ്റിയുള്ള V_1 mL NaOH

= M മൊളാരിറ്റിയുള്ള $V_1/2$ mL സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡ്

അമോണിയയുമായി പ്രവർത്തിച്ച M മൊളാരിറ്റിയുള്ള സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ വ്യാപ്തം = $(V - V_1/2)$ mL

M മൊളാരിറ്റിയുള്ള $(V - V_1/2)$ mL സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡ്

= M മൊളാരിറ്റിയുള്ള $2(V - V_1/2)$ mL NH_3 ലായനി

1000 mL, 1 M NH_3 ലായനിയിൽ 17g NH_3 അഥവാ 14 g നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കും.

ആയതിനാൽ M മൊളാരിറ്റിയുള്ള $2(V - V_1/2)$ mL NH_3 ലായനിയിൽ $\dfrac{14 \times M \times 2(V - V_1/2)}{1000}$ ഗ്രാം നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടാകും.

$$\text{നൈട്രജന്റെ ശതമാനം} = \frac{14 \times M \times 2(V - V_1/2)}{1000} \times \frac{100}{m}$$

$$= \frac{1.4 \times M \times 2(V - V_1/2)}{m}$$

ഒരു സംയുക്തത്തിൽ നൈട്രജൻ, നൈട്രോ ഗ്രൂപ്പായിട്ടോ, അസോ ഗ്രൂപ്പായിട്ടോ, പിരിഡിനിലെപോലെ വലയഘടനയുടെ ഭാഗമായിട്ടോ സ്ഥിതി ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ ജെൽഡാൽ രീതി പ്രയോഗിക്കാൻ കഴിയില്ല. ഇതിനുകാരണം ഇത്തരം സംയുക്തത്തിലെ നൈട്രജനെ അമോണിയം സൾഫേറ്റാക്കി മാറ്റാൻ കഴിയില്ല.

ചോദ്യം 12.22

ജെൽഡാൽ രീതിയിൽ 0.5 g സംയുക്തത്തിലെ നൈട്രജന്റെ അളവ് കണ്ടുപിടിക്കുമ്പോൾ, പുറത്തേക്ക് വരുന്ന അമോണിയ 10 mL, 1 M H_2SO_4 നെ നിർവീര്യമാക്കുന്നുവെങ്കിൽ, സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നൈട്രജന്റെ ശതമാനം കണ്ടെത്തുക.

ഉത്തരം

1 മോളാർ 10 mL H_2SO_4 = 1M 20 mL NH_3

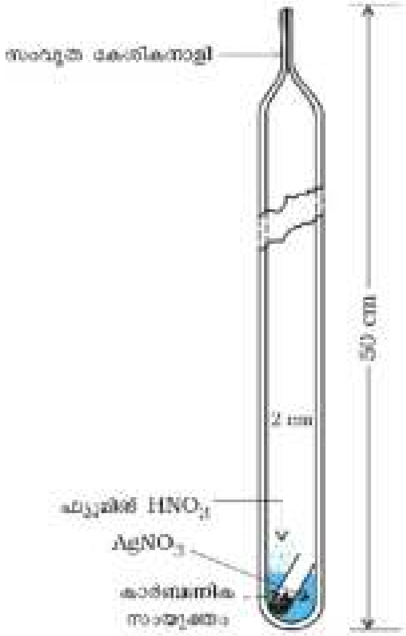
1000 mL 1 മോളാർ അമോണിയയിൽ 14 g നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

20 mL 1M അമോണിയയിൽ $\frac{14 \times 20}{1000}$ ഗ്രാം നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

$$\text{നൈട്രജന്റെ ശതമാനം} = \frac{14 \times 20 \times 100}{1000 \times 0.5} = 56.0\%$$

12.10.3 ഹാലൊജനുകൾ

കാരിയസ് രീതി (Carius method): നിശ്ചിത മാസ് കാർബണിക സംയുക്തം സിൽവർനൈട്രേറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഫ്യൂമിങ് നൈട്രിക് ആസിഡുചേർത്ത് കാരിയസ് ട്യൂബ് എന്നുവിളിക്കുന്ന കട്ടിയുള്ള ഒരു ഗ്ലാസ്ട്യൂബിൽ ഫർണസിൽ വച്ചു ചൂടാക്കുന്നു. തന്മാത്രയിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബണും ഹൈഡ്രജനും ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ജലവുമായി മാറുന്നു. കൂടാതെ ഹാലൊജൻ സിൽവർ ഹാലൈഡായി മാറുന്നു. ഇതിനെ അരിച്ചുമാറ്റി കഴുകി, ഉണക്കിയശേഷം ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു. (ചിത്രം 12.17).



ചിത്രം 12.17 കാരിയസ് രീതി. ഹാലൊജൻ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന കാർബണിക സംയുക്തം, സിൽവർ നൈട്രേറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഫ്യൂമിങ് നൈട്രിക് ആസിഡുമായി (സധൂമനൈട്രിക് ആസിഡ്) ചൂടാക്കുന്നു.

കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ മാസ് = m g

ഉണ്ടായ AgX ന്റെ മാസ് = m_1 g

1 മോൾ AgX ൽ 1 മോൾ X അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

m_1g AgX ൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഹാലജന്റെ മാസ്

$$= \frac{\text{X ന്റെ അറ്റോമിക ഭാരം} \times m_1}{\text{AgX ന്റെ തന്മാത്രാ ഭാരം}} \text{ g}$$

ഹാലജന്റെ ശതമാനം

$$= \frac{\text{X ന്റെ അറ്റോമിക ഭാരം} \times m_1 \times 100}{\text{AgX ന്റെ തന്മാത്രാ ഭാരം} \times m}$$

ചോദ്യം 12.23

കാരിയസ് രീതിയിൽ ഹാലൊജന്റെ അളവ് നിർണയിച്ചപ്പോൾ 0.15 g കാർബണികസംയുക്തം 0.12 g AgBr നൽകി. സംയുക്തത്തിലെ ബ്രോമിന്റെ ശതമാനം കണ്ടെത്തുക.

ഉത്തരം

AgBr ന്റെ തന്മാത്രാഭാരം = 108 + 80 = 188 g മോൾ$^{-1}$

188 g AgBr ൽ 80 g ബ്രോമിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

$\therefore$ 0.12 g AgBr ൽ $\frac{80 \times 0.12}{188}$ g ബ്രോമിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

ബ്രോമിന്റെ ശതമാനം $= \frac{80 \times 0.12 \times 100}{188 \times 0.15}$
$= 34.04\%$

12.10.4 സൾഫർ

നിശ്ചിത മാസ് കാർബണിക സംയുക്തം സോഡിയം പെറോക്സൈഡിന്റെയോ ഫ്യൂമിങ് നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെയോ സാന്നിധ്യത്തിൽ കാരിയസ് ട്യൂബിലെടുത്ത് ചൂടാക്കുന്നു. സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സൾഫർ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ആയി മാറുന്നു. ഇതിലേക്ക് ബേരിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ ജലീയലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ ബേരിയം സൾഫേറ്റിന്റെ അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുന്നു. അവക്ഷിപ്തത്തെ അരിച്ചുമാറ്റി കഴുകി, ഉണക്കിയ ശേഷം ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു.

കാർബണികസംയുക്തത്തിന്റെ മാസ് = m g
ഉണ്ടായ ബേരിയം സൾഫേറ്റിന്റെ മാസ് = m_1 g
1 മോൾ $BaSO_4$ = 233 g $BaSO_4$ = 32 g സൾഫർ

m_1 g $BaSO_4$ ൽ $\frac{32 \times m_1}{233}$ g സൾഫർ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

സൾഫറിന്റെ ശതമാനം $= \frac{32 \times m_1 \times 100}{233 \times m}$

ചോദ്യം 12.24

സൾഫറിന്റെ നിർണയം നടത്തിയപ്പോൾ 0.157 g ഓർഗാനിക് സംയുക്തം 0.4813 g ബേരിയം സൾഫേറ്റ് നൽകി. സംയുക്തത്തിലെ സൾഫറിന്റെ ശതമാനം എത്രയാണ്?

ഉത്തരം

$BaSO_4$ തന്മാത്രാഭാരം = 137+32+64 = 233 g

233 g $BaSO_4$ ൽ 32 g സൾഫർ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

0.4813 g $BaSO_4$ ൽ $\frac{32 \times 0.4813}{233}$ g സൾഫർ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

സൾഫറിന്റെ ശതമാനം $= \frac{32 \times 0.4813 \times 100}{233 \times 0.157}$
$= 42.10\%$

12.10.5 ഫോസ്ഫറസ്

നിശ്ചിത ഭാരം കാർബണിക സംയുക്തം ഫ്യൂമിങ് നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് ചൂടാക്കുന്നു. അപ്പോൾ സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഫോസ്ഫറസ് ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡാകുന്നു. അമോണിയയും അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റും ഉപയോഗിച്ച് ഇതിനെ അമോണിയം ഫോസ്ഫോമോളിബ്ഡേറ്റ്, $(NH_4)_3PO_4.12MoO_3$, ആയി അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്തുന്നു. ഇതിനുപകരം ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിനെ മഗ്നീഷ്യ മിശ്രിതം ഉപയോഗിച്ച് $MgNH_4PO_4$ ആയും അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്താം. ഇതിനെ ജ്വലനത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ $Mg_2P_2O_7$ ലഭിക്കും.

കാർബണികസംയുക്തത്തിന്റെ മാസ് = m g
അമോണിയം ഫോസ്ഫോമോളിബ്ഡേറ്റിന്റെ
മാസ് = m_1 g
$(NH_4)_3PO_4.12MoO_3$ ന്റെ തന്മാത്രാഭാരം 1877

ഫോസ്ഫറസിന്റെ ശതമാനം $= \frac{31 \times m_1 \times 100}{1877 \times m}\%$

ഫോസ്ഫറസിന്റെ അളവ് കണക്കാക്കിയത് $Mg_2P_2O_7$, ആയിട്ടാണെങ്കിൽ

ഫോസ്ഫറസിന്റെ ശതമാനം $= \frac{62 \times m_1 \times 100}{222 \times m}\%$

ഇവിടെ 222 u എന്നത് $Mg_2P_2O_7$, ന്റെ മോളാർ മാസും m, എന്നത് കാർബണികസംയുക്തത്തിന്റെ മാസും m_1, എന്നത് $Mg_2P_2O_7$ ന്റെ മാസും 62, എന്നത് $Mg_2P_2O_7$ നിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രണ്ട് ഫോസ്ഫറസ് ആറ്റങ്ങളുടെ മാസുമാണ്.

12.10.6 ഓക്സിജൻ

സാധാരണ ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിൽ ഓക്സിജന്റെ ഘടകശതമാനം കണ്ടുപിടിക്കുന്നത്, ആകെ ഘടക ശതമാനത്തിൽ നിന്നും (100) മറ്റെല്ലാ മൂലകങ്ങളുടെയും ഘടകശതമാനത്തിന്റെ തുകയുടെ വ്യത്യാസം കണക്കാക്കിയാണ്. എന്നിരുന്നാലും ഓക്സിജന്റെ ഘടകശതമാനം ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്.

നൈട്രജൻ വാതകത്തിന്റെ പ്രവാഹത്തിൽ, നിശ്ചിത മാസ് കാർബണിക സംയുക്തത്തെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ, അത് വിഘടിക്കുന്നു, തത്ഫലമായുണ്ടാകുന്ന വാതക മിശ്രിതത്തെ, അതിലെ ഓക്സിജൻ മുഴുവനും കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ആകുന്നതുവരെ ചുട്ടുപഴുത്ത കോക്കിനുമുകളിലൂടെ കടത്തിവിടുന്നു. ഈ മിശ്രിതത്തെ ചൂടാക്കിയ അയോഡിൻ പെന്റോക്സൈഡിലൂടെ കടത്തിവിടുമ്പോൾ, കാർബൺമോണോക്സൈഡ് ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് കാർബൺ ഡൈ

ഓക്സൈഡാവുകയും അയോഡിൻ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$\text{സംയുക്തം} \xrightarrow{\text{താപം}} O_2 + \text{മറ്റ് വാതകങ്ങൾ}$$

$$2C + O_2 \xrightarrow{1373\,K} 2CO \qquad (A)$$

$$I_2O_5 + 5CO \longrightarrow I_2 + 5CO_2 \qquad (B)$$

സമവാക്യം (A) പ്രകാരം ഉണ്ടാകുന്ന CO ന്റെ അളവിനെയും സമവാക്യം (B) പ്രകാരം ഉപയോഗിക്കുന്ന CO ന്റെ അളവിനെയും തുല്യമാക്കുവാൻ യഥാക്രമം (A) യെ 5 കൊണ്ടും (B) യെ 2 കൊണ്ടും ഗുണിക്കണം. ഇതിൽനിന്നും നാം മനസ്സിലാക്കുന്നത് ഓർഗാനിക സംയുക്തത്തിൽനിന്നും വിനിർഗമിക്കുന്ന ഓരോ മോൾ ഓക്സിജനും രണ്ട് മോൾ CO_2 ഉണ്ടാക്കുന്നു. അങ്ങനെ നിർഗമിക്കുന്ന ഓരോ 32g O_2 നും 88g CO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ മാസ് = m g

കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിന്റെ മാസ് = m_1 g

m_1 g കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകാൻ ആവശ്യമായ $O_2 = \frac{32 \times m_1}{88}$ g

ഓക്സിജന്റെ ഘടകശതമാനം $\frac{32 \times m_1 \times 100}{88 \times m}$ %

ലഭിച്ച അയോഡിന്റെ അളവിൽ നിന്നും കൂടി ഓക്സിജന്റെ ഘടകശതമാനം കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്.

നിലവിൽ കാർബണികസംയുക്തങ്ങളിലെ മൂലകങ്ങളുടെ അളവ് കണ്ടുപിടിക്കുന്നത് സൂക്ഷ്മ അളവിൽ പദാർത്ഥങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചും സ്വയം നിയന്ത്രിത പരീക്ഷണമാർഗങ്ങളിലൂടെയുമാണ്. ഒരു സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, നൈട്രജൻ എന്നീ മൂലകങ്ങളിലൂടെ സാന്നിധ്യം നിർണയിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണം അറിയപ്പെടുന്നത് 'CHN എലിമെന്റൽ അനലൈസർ' എന്നാണ്. ഈ അനലൈസറിന് വളരെ കുറച്ച് പദാർത്ഥം മാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളൂ (1 - 3 mg). കൂടാതെ അല്പസമയത്തിനുള്ളിൽത്തന്നെ മൂലകങ്ങളുടെ അളവുകൾ സ്ക്രീനിൽ തെളിയുന്നതുമാണ്. ഈ മാർഗ്ഗത്തെക്കുറിച്ചുള്ള വിശദമായ ചർച്ച ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ പരിധിയിൽ വരുന്നില്ല.

സംഗ്രഹം

സഹസംയോജക ബന്ധനം വഴി രൂപപ്പെട്ട കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടന, രാസപ്രവർത്തനക്ഷമത എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള ചില അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങളാണ് ഈ യൂണിറ്റിൽ നമ്മൾ പഠിക്കുന്നത്. ഓർബിറ്റൽ സങ്കരണം എന്ന ആശയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളിലെ സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെ ഇവിടെ വിശദമാക്കുന്നത്. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കാർബണിന് sp^3, sp^2, sp എന്നീ സങ്കര ഓർബിറ്റലുകൾ ഉണ്ട്. മീഥെയ്ൻ, ഈഥീൻ, ഈഥൈൻ എന്നീ സംയുക്തങ്ങളിൽ കാർബണിന് യഥാക്രമം sp^3, sp^2, sp സങ്കര ഓർബിറ്റലുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഈ ആശയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മീഥെയ്ന്റെ ചതുഷ്ക ഘടന, ഈഥീന്റെ സമതലീയ ഘടന, ഈഥൈന്റെ നേർരേഖാ ഘടന എന്നിവ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നു. ഒരു sp^3 സങ്കര ഓർബിറ്റലിന് ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ 1s ഓർബിറ്റലുമായി അതിവ്യാപനം ചെയ്ത് കാർബൺ - ഹൈഡ്രജൻ (C–H) ഏകബന്ധനവും (സിഗ്മാബന്ധനം, σ ബന്ധനം), ഒരു sp^2 സങ്കര ഓർബിറ്റലിന് മറ്റൊരു കാർബണാറ്റത്തിന്റെ sp^2 ഹൈബ്രിഡ് ഓർബിറ്റലുമായി അതിവ്യാപനം ചെയ്ത് കാർബൺ - കാർബൺ σ ബന്ധനം ഉണ്ടാകുന്നു. അടുത്തടുത്തുള്ള രണ്ട് കാർബണാറ്റങ്ങളുടെ സങ്കര ഓർബിറ്റലുകൾ വശങ്ങളിലൂടെ അതിവ്യാപനം ചെയ്ത് പൈ (π) ബന്ധനവും ഉണ്ടാകുന്നു. വ്യത്യസ്ത ഘടനാസൂത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കാം. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ത്രിമാനതല പ്രതിനിധീകരണം, വെഡ്ജ്, ഡാഷ് സൂത്രങ്ങളിലൂടെ പേപ്പറുകളിൽ വരയ്ക്കാം.

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ അവയിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ക്രിയാത്മക ഗ്രൂപ്പുകളുടെയോ, ഘടനയുടെയോ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വർഗ്ഗീകരിക്കാവുന്നതാണ്. ക്രിയാത്മകഗ്രൂപ്പുകൾ എന്നത് ഒരു ആറ്റമോ, നിശ്ചിതരീതിയിൽ ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ട ഒരു കൂട്ടം ആറ്റങ്ങളോ ആണ്, ഇവ സംയുക്തങ്ങളുടെ ഭൗതികവും രാസീയവുമായ ഗുണങ്ങളെ തീരുമാനിക്കുന്നു. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണം തീരുമാനിക്കുന്നത് **IUPAC** നിർദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു കൂട്ടം നിയമങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്. IUPAC നാമകരണ

രീതി സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണ്, ഇതിനാൽ വായനക്കാരന് അവയുടെ പേരിൽ നിന്നും ഘടന നിർധാരണം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ രാസപ്രവർത്തന ക്രിയാവിധി, സബ്സ്ട്രേറ്റിന്റെ ഘടന, സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിന്റെ വിഘടനം, പങ്കെടുക്കുന്ന അഭികർമകം, ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരപ്രഭാവങ്ങൾ, രാസപ്രവർത്തന സാഹചര്യം എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയിരിക്കുന്നു. കാർബണിക രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ വിഘടനവും സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങളുടെ സൃഷ്ടിക്കലുമാണ്. സഹസംയോജകബന്ധത്തിന്റെ വിഘടനം, സമാംശവിഘടനമോ, ഭിന്നാംശവിഘടനമോ ആവാം. ഭിന്നാംശവിഘടനഫലമായി കാർബോകാറ്റയോണുകളും സമാംശവിഘടനത്തിന്റെ ഫലമായി നിർവീര്യ റാഡിക്കലുകളും ക്രിയാശേഷിയുള്ള മധ്യവർത്തികളായി ലഭിക്കുന്നു. ഭിന്നാംശവിഘടനത്തിലൂടെ സാധ്യമാകുന്ന രാസ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ക്രിയാശേഷികൂടിയ അനുപൂരക ജോഡികൾ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇത്തരത്തിലുണ്ടാകുന്നതും ഇലക്ട്രോൺ ജോഡികളെ സ്വീകരിക്കുന്നതുമായ ഗ്രൂപ്പുകളെ ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹികൾ (ഇലക്ട്രോഫൈൽ) എന്നും ഇലക്ട്രോണുകളെ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നവയെ ന്യൂക്ലിയസ് സ്നേഹികൾ എന്നും (ന്യൂക്ലിയോഫൈൽ) അറിയപ്പെടുന്നു. പ്രേരകപ്രഭാവം, അനുരണന പ്രഭാവം, ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം, അതിസംയുഗ്മന പ്രഭാവം എന്നീ പ്രഭാവങ്ങൾ സഹസംയോജക ബന്ധനങ്ങളുടെ ധ്രുവീകരണത്തിനും ആറ്റം സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത കൂടുന്നതിനും കുറയുന്നതിനും കാരണമാകുന്നു. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളിലെ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ ആദേശ പ്രതിപ്രവർത്തനം, സങ്കലന പ്രതിപ്രവർത്തനം, ഒഴിവാക്കൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം, പുനഃക്രമീകരണ പ്രതിപ്രവർത്തനം എന്നിങ്ങനെ പൊതുവെ നാലായി തരംതിരിക്കാം.

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണം, ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണം, മാത്രാത്മകവിശ്ലേഷണം എന്നിവ സാധ്യമാക്കുന്നത് സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടന കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനാണ്. കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന മാർഗങ്ങളായ സ്വേദനം, ഉൽപതനം, വിഭേദകനിഷ്കർഷണം എന്നിവ, സംയുക്തങ്ങളുടെ ചില ഭൗതികസ്വഭാവങ്ങളിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി സാധ്യമാകുന്നവയാണ്. ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി എന്നത് സംയുക്തങ്ങളെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിനും വേർതിരിക്കുന്നതിനും തിരിച്ചറിയുന്നതിനും ഏറ്റവും ഫലപ്രദമായ മാർഗമാണ്. ഇതിനെ അധിശോഷണ ക്രൊമാറ്റോ ഗ്രാഫിയെന്നും വിഭാജന ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി എന്നും രണ്ടായി തിരിക്കാം. ഒരു മിശ്രിതത്തിലെ വ്യത്യസ്ത ഘടകങ്ങൾ ഒരു അധിശോഷകത്തിലേക്ക് വിഭേദക അധിശോഷണത്തിന് വിധേയമായി വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് അധിശോഷണ ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫിയുടെ അടിസ്ഥാനം. ഒരു മിശ്രിതത്തിലെ വ്യത്യസ്ത ഘടകങ്ങളെ ക്രൊമാറ്റോ ഗ്രാഫിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലേക്കും ചലനാവസ്ഥയിലേക്കും തുടർച്ചയായി വേർതിരിക്കുന്നതിനെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ് വിഭാജന ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ശുദ്ധമായ സംയുക്തത്തെ ലഭിച്ചതിനുശേഷം ഗുണാത്മക പരിശോധനയ്ക്ക് വിധേയമാക്കി ഘടകമൂലകങ്ങളെ കണ്ടെത്തുന്നു. നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഹാലൊജനുകൾ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവ കണ്ടുപിടിക്കുന്നത് ലെസ്സെയിൻസ് പരീക്ഷണം വഴിയാണ്. കാർബണിന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും അളവുനിർണയിക്കുന്നത് രൂപീകൃതമാകുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും ജലത്തിന്റെയും മാസുപയോഗിച്ചാണ്. നൈട്രജന്റെ അളവ് നിർണയിക്കുന്നത് ഡ്യൂമാസ് അഥവാ ജെൽഡാൽസ് രീതി ഉപയോഗിച്ചും ഹാലൊജന്റേത് കാരിയസ് രീതി ഉപയോഗിച്ചുമാണ്. സൾഫർ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയുടെ അളവ് നിർണയിക്കുന്നത് അവയെ യഥാക്രമം സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ്, ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് എന്നിവയായി ഓക്സീകരിച്ചാണ്. ഓക്സിജന്റെ ശതമാനം നിർണയിക്കുന്നത് ആകെ ശതമാനത്തിൽ നിന്നും (100) മറ്റെല്ലാ മൂലകങ്ങളുടെയും ആകെ ശതമാനത്തുക കുറച്ചാണ്.

പരിശീലനചോദ്യങ്ങൾ

12.1 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിലെ ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിന്റെയും സങ്കരണാവസ്ഥ ഏതെന്നു കണ്ടെത്തുക?

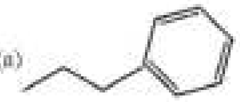
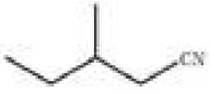
$CH_2=C=O$, $CH_3CH=CH_2$, $(CH_3)_2CO$, $CH_2=CHCN$, C_6H_6

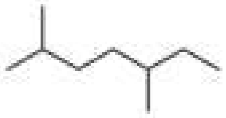
12.2 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിലെ σ ബന്ധനങ്ങളും, π ബന്ധനങ്ങളും, ഏതൊക്കെയെന്നു കാണിക്കുക.

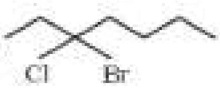
C_6H_6, C_6H_{12}, CH_2Cl_2, $CH_2=C=CH_2$, CH_3NO_2, $HCONHCH_3$

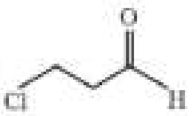
12.3 ഐസോ പ്രൊപ്പൈൽ ആൽക്കഹോൾ, 2, 3-ഡൈമീഥൈൽബ്യൂട്ടനാൽ, ഹെപ്റ്റാൻ-4-ഓൺ എന്നിവയുടെ ബന്ധന രേഖാചിത്രവാക്യം എഴുതുക.

12.4 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ IUPAC നാമം നൽകുക.

(a)  (b) 

(c) 

(d) 

(e) 

(f) Cl_2CHCH_2OH

12.5 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച് അവയുടെ ശരിയായ IUPAC നാമം ഏതാണ്?

(a) 2,2-ഡൈമീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ അല്ലെങ്കിൽ 2-ഡൈമീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(b) 2,4,7-ട്രൈമീഥൈൽഒക്ടെയ്ൻ അല്ലെങ്കിൽ 2,5,7-ട്രൈമീഥൈൽഒക്ടെയ്ൻ

(c) 2-ക്ലോറോ-4-മീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ അല്ലെങ്കിൽ 4-ക്ലോറോ-2-മീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(d) ബ്യൂട്ട്-3-ഐൻ-1-ഓൾ അല്ലെങ്കിൽ ബ്യൂട്ട്-4-ഓൾ-1-ഐൻ

12.6 താഴെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിൽ ആരംഭിക്കുന്ന ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണികളിലെ ആദ്യത്തെ അംഗങ്ങളുടെ ഫോർമുലകൾ ചിത്രീകരിക്കുക.

(a) H–COOH (b) CH_3COCH_3 (c) $H–CH=CH_2$

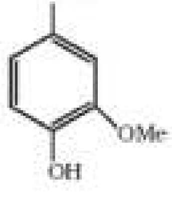
12.7 തന്നിരിക്കുന്നവയുടെ ചുരുക്കരേഖാചിത്രവാക്യവും, ബന്ധന രേഖാചിത്രവാക്യവും നൽകിയ ശേഷം അവയിൽ ഏതെങ്കിലും ക്രിയാത്മക ഗ്രൂപ്പ് ഉണ്ടോ എന്ന് കണ്ടെത്തുക.

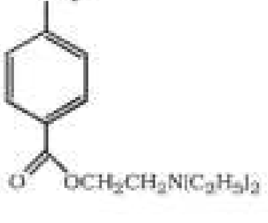
(a) 2,2,4-ട്രൈമീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(b) 2-ഹൈഡ്രോക്സി-1,2,3-പ്രൊപ്പെയ്ൻട്രൈകാർബോക്സിലിക്കാസിഡ്

(c) ഹെക്സെയ്ൻഡൈആൽ

12.8 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ ക്രിയാത്മക ഗ്രൂപ്പ് ഏതെന്നു കണ്ടെത്തുക.

(a) 

(b) 

(c)

12.9 നൽകിയിരിക്കുന്ന രണ്ടിൽ ഏതിനാണ് കൂടുതൽ സ്ഥിരത പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്, എന്തുകൊണ്ട്? രണ്ടെണ്ണത്തിൽ സ്ഥിരത കൂടുതൽ ഉള്ളത് ഏതിന്, എന്തുകൊണ്ട്? $O_2NCH_2CH_2O^-$ or $CH_3CH_2O^-$

12.10 പൈ വ്യൂഹത്തിലുള്ള ആൽക്കൈൽ ഇലക്ട്രോൺ ദാതാവായി പെരുമാറുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

12.11 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ അനുരൂപീകരണഘടനകൾ വരയ്ക്കുക. വക്ര അമ്പടയാള ചിഹ്നങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുക.

(a) C_6H_5OH (b) $C_6H_5NO_2$ (c) $CH_3CH{=}CHCHO$ (d) $C_6H_5{-}CHO$ (e) $C_6H_5{-}CH_2$

(f) $CH_3CH=CH\dot{C}H_2$

12.12 ഇലക്ട്രോഫൈലുകളും ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകളും എന്നാൽ എന്ത്? ഉദാഹരണസഹിതം വിശദീകരിക്കുക.

12.13 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സമവാക്യങ്ങളിൽ കനപ്പിച്ചു നൽകിയിരിക്കുന്ന അഭികാരകങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോഫൈലുകളും ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകളും ഏതെന്നു കണ്ടെത്തുക.

(a) $CH_3COOH + \mathbf{HO} \rightarrow CH_3COO + H_2O$

(b) $CH_3COCH_3 + \mathbf{CN} \rightarrow (CH_3)_2C(CN)(OH)$

(c) $C_6H_6 + \mathbf{CH_3\bar{C}O} \rightarrow C_6H_5COCH_3$

12.14 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളെ ഈ പാഠഭാഗത്തു വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നതിൽ ഒന്നായി തരംതിരിക്കുക.

(a) $CH_3CH_2Br + HS \rightarrow CH_3CH_2SH + Br$

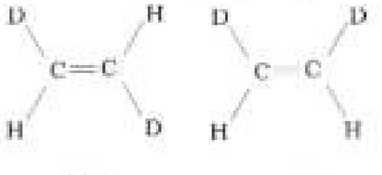
(b) $(CH_3)_2C = CH_2 + HCl \rightarrow (CH_3)_2ClC - CH_3$

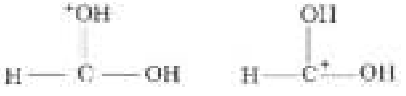
(c) $CH_3CH_2Br + HO \rightarrow CH_2 = CH_2 + H_2O + Br$

(d) $(CH_3)_3C - CH_2OH + HBr \rightarrow (CH_3)_2CBrCH_2CH_2CH_3 + H_2O$

12.15 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന ഘടനാജോഡികളിലെ അംഗങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം എന്ത്? അവ ഘടനാ ഐസോമറുകളാണോ, ജ്യാമിതീയ ഐസോമറുകളാണോ അതോ അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ ആണോ?

(a)

(b) 

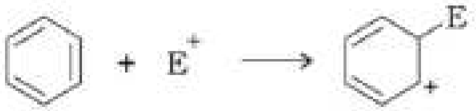
(c) 

12.16 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന രാസബന്ധന വിഘടനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ ദിശാമാറ്റം വക്രഅമ്പടയാളങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് വ്യക്തമാക്കി അവയെ സമാംശവിഘടനങ്ങൾ എന്നും ഭിന്നാംശവിഘടനങ്ങൾ എന്നും തരംതിരിക്കുക. ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തന മധ്യവർത്തി സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ, കാർബോ കാറ്റയോൺ, കാർബാനയോൺ എന്നിവയിൽ ഏതെന്നു കണ്ടെത്തുക.

(a) $CH_3O - OCH_3 \rightarrow CH_3\dot{O} + \dot{O}CH_3$

(b)

(c)

(d) 

12.17 പ്രേരകപ്രഭാവം, ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം എന്നീ പദങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുക. ഏതു ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരപ്രഭാവമാണ് ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന കാർബോക്സിലിക് ആസിഡുകളുടെ അമ്ലതയുടെ ശരിയായ ക്രമത്തെ വിശദീകരിക്കുന്നത്.

(a) $Cl_3CCOOH > Cl_2CHCOOH > ClCH_2COOH$

(b) $CH_3CH_2COOH > (CH_3)_2CHCOOH > (CH_3)_3C.COOH$

12.18 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന രീതികൾക്ക് പിന്നിലെ തത്വം ഓരോ ഉദാഹരണ സഹിതം ചുരുക്കത്തിൽ വിവരിക്കുക.

(a) ക്രിസ്റ്റലീകരണം (b) സ്വേദനം (c) ക്രോമാറ്റോഗ്രഫി

12.19 S എന്ന ലായനിയിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത ലേയത്വം ഉള്ള രണ്ടു സംയുക്തങ്ങളെ വേർതിരിക്കാനുള്ള രീതി വിശദീകരിക്കുക.

12.20 സ്വേദനം, ന്യൂനമർദ്ദസ്വേദനം, നീരാവിസ്വേദനം എന്നിവ എങ്ങിനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

12.21 ലെസൈൻസ് പരീക്ഷണത്തിന് പിന്നിലുള്ള രസതന്ത്രം വിശദീകരിക്കുക.

12.22 ഒരു ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തിലെ നൈട്രജന്റെ അളവു നിർണയിക്കുന്ന

(i) ഡ്യൂമാസ് രീതി, (ii) ജെൽഡാൽസ് രീതി എന്നിവയ്ക്ക് പിന്നിലെ തത്വങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം വ്യക്തമാക്കുക.

12.23 ഒരു ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഹാലൊജനുകൾ, സൾഫർ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയുടെ അളവ് നിർണയിക്കുന്ന രീതിക്കു പിന്നിലുള്ള തത്വം വിശദീകരിക്കുക.

12.24 പേപ്പർ ക്രോമാറ്റോഗ്രഫി രീതിക്കു പിന്നിലുള്ള തത്വം വിശദീകരിക്കുക.

12.25 ഹാലൊജനുകളുടെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുന്ന പരീക്ഷണത്തിൽ സോഡിയം എക്സ്ട്രാക്റ്റിലേക്കു സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ചേർക്കുന്നതിന് മുൻപേ നൈട്രിക് ആസിഡ് ഒഴിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

12.26 നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഹാലൊജനുകൾ എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുന്ന പരീക്ഷണത്തിൽ ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തെ ലോഹ സോഡിയവുമായി സങ്കലനം ചെയ്യുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

12.27 കാൽസ്യം സൾഫേറ്റ്, കർപ്പൂരം എന്നിവ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും ഈ ഘടകങ്ങളെ വേർതിരിക്കാൻ അനുയോജ്യമായ ഒരു രീതി വ്യക്തമാക്കുക.

12.28 നീരാവിസ്വേദനത്തിൽ ഒരു കാർബണിക ദ്രാവകം അതിന്റെ ദ്രവണാങ്കത്തിനും താഴെയുള്ള താപനിലയിൽ ബാഷ്പീകരിക്കുന്നതിന്റെ കാരണം വിശദീകരിക്കുക.

12.29 CCl_4 ൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ AgCl ന്റെ വെളുത്ത അവക്ഷിപ്തം ലഭിക്കുമോ? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരത്തിന് കാരണം നൽകുക.

12.30 ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബണിന്റെ അളവ് നിർണയിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനെ ആഗിരണം ചെയ്യാൻ പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി ഉപയോഗിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?

12.31 ലെഡ് അസറ്റേറ്റ് പരീക്ഷണത്തിലൂടെ സൾഫറിന്റെ സാന്നിധ്യം പരിശോധിക്കുമ്പോൾ അമ്ലീകരണത്തിനായി സോഡിയം എക്സ്ട്രാറ്റിൽ ചേർക്കുന്നത് അസറ്റിക് ആസിഡാണ്, സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് അല്ല. കാരണമെന്ത്?

12.32 ഒരു ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തിൽ 69% കാർബണും 4.8% ഹൈഡ്രജനും ബാക്കി ഓക്സിജനും ഉണ്ട്. ഈ സംയുക്തത്തിന്റെ 0.20 g ജ്വലനത്തിനു വിധേയമാകുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും ജലത്തിന്റെയും ഭാരമെത്രയെന്നു കണ്ടെത്തുക.

12.33 0.50 g ഓർഗാനിക് സംയുക്തം ജെൽഡാൾ രീതിയിൽ പരീക്ഷണത്തിന് വിധേയമാക്കിയപ്പോൾ ഉണ്ടായ അമോണിയയെ 50 ml 0.5 M H_2SO_4 ൽ ആഗിരണം ചെയ്തു. അവശേഷിച്ച ആസിഡിനെ നിർവീകരിക്കാൻ 60 mL 0.5 M NaOH ലായനി ആവശ്യമായി വന്നു. ഈ സംയുക്തത്തിൽ എത്ര ശതമാനം നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്ന് കണ്ടെത്തുക.

12.34 കാരിയസ് എസ്റ്റിമേഷൻ വേളയിൽ ക്ലോറിൻ അടങ്ങുന്ന ഒരു ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തിന്റെ 0.3780 g ൽ നിന്നും 0.5740 g സിൽവർ ക്ലോറൈഡ് ലഭിച്ചു. ഈ സംയുക്തത്തിൽ എത്ര ശതമാനം ക്ലോറിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്ന് കണ്ടെത്തുക.

12.35 കാരിയസ് രീതിയിൽ സൾഫറിന്റെ എസ്റ്റിമേഷൻ നടത്തുന്ന വേളയിൽ സൾഫർ അടങ്ങുന്ന ഒരു ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തിന്റെ 0.468 g ൽ നിന്നും 0.668 g ബേരിയം സൾഫേറ്റ് ലഭിച്ചു. ഈ സംയുക്തത്തിൽ എത്ര ശതമാനം സൾഫർ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്ന് കണ്ടെത്തുക.

12.36 $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - C \equiv CH$ എന്ന കാർബണിക സംയുക്തത്തിന്റെ $C_2 - C_3$ ബന്ധനത്തിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സങ്കരണ ഓർബിറ്റൽ ജോഡി ഏത്?

(a) $sp - sp^2$ (b) $sp - sp^3$ (c) $sp^2 - sp^3$ (d) $sp^3 - sp^3$

12.37 ഒരു കാർബണിക സംയുക്തത്തിലെ നൈട്രജന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുന്ന ലസൈൻസ് പരീക്ഷണത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രഷ്യൻ നീല നിറം ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണമായ സംയുക്തം ഏതാണ്?

(a) $Na_4[Fe(CN)_6]$ (b) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (c) $Fe_2[Fe(CN)_6]$ (d) $Fe_3[Fe(CN)_6]_4$

12.38 ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന കാർബോ കാറ്റയോണുകളിൽ സ്ഥിരത കൂടിയത് ഏതിനാണ്?

(a) $(CH_3)_3C.\overset{+}{C}H_2$ (b) $(CH_3)_3\overset{+}{C}$ (c) $CH_3CH_2\overset{+}{C}H_2$ (d) $CH_3\overset{+}{C}HCH_2CH_3$

12.39 കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളെ വേർതിരിച്ചു ശുദ്ധീകരിച്ചെടുക്കാൻ ലഭ്യമായ മികച്ചതും നവീനവുമായ വിദ്യ ഏത്?

(a) പരലീകരണം (b) സ്വേദനം (c) ഉത്പതനം (d) ക്രോമാറ്റോഗ്രഫി

12.40 $CH_3CH_2I + KOH(aq) \rightarrow CH_3CH_2OH + KI$

എന്ന രാസപ്രവർത്തനം എങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം.

(a) ഇലക്ട്രോഫിലിക ആദേശരാസപ്രവർത്തനം

(b) ന്യൂക്ലിയോഫിലിക ആദേശരാസപ്രവർത്തനം

(c) വിലോപന പ്രതിപ്രവർത്തനം

(d) സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനം

യൂണിറ്റ് - 13

Z7C1W3

ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ

- ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾക്ക് IUPAC സമ്പ്രദായത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നാമം നൽകാനാകും.
- ആൽക്കെയ്ൻ, ആൽക്കീൻ, ആൽക്കൈൻ, ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നിവയെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനും അവയുടെ സമാവയവികളുടെ ഘടന വരയ്ക്കാനുമാകും.
- ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത മാർഗ്ഗങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാനാകും.
- ഭൗതികവും, രാസികവുമായ ഗുണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആൽക്കെയ്നുകൾ, ആൽക്കീനുകൾ, ആൽക്കൈനുകൾ, അരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നിവയെ വേർതിരിച്ച് അറിയാനാകും.
- ഈഥെയ്ന്റെ വ്യത്യസ്ത സംരൂപണങ്ങളെ (Conformation) വരയ്ക്കുന്നതിനും, വേർതിരിച്ച് അറിയുന്നതിനും കഴിയുന്നു.
- ഊർജ്ജസ്രോതസ് എന്ന നിലയിലും, വ്യാവസായിക ഉപയോഗത്തിന്റെ കാര്യത്തിലും ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ വഹിക്കുന്ന പങ്ക് വിലമതിക്കാനാകും.
- ഇലക്ട്രോണിക് ക്രിയാവിധിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സമമിതമല്ലാത്ത ആൽക്കീനുകളിലും, ആൽക്കൈനുകളിലും ഉണ്ടാകുന്ന സങ്കലന ഉല്പന്നങ്ങളെ (addition products) പ്രവചിക്കാനാകും.
- ബെൻസീന്റെ ഘടനയെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണ ആരോമാറ്റികതയുടെ (Aromaticity) വിശദീകരണം ബെൻസീന്റെ ഇലക്ട്രോഫിലിക് ആദേശ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ക്രിയാവിധി തുടങ്ങിയ മനസ്സിലാക്കാനാകും.
- ഏക ആദേശിത ബെൻസീൻ വലയത്തിലെ പ്രതിസ്ഥാപികളുടെ നിർദേശക ശേഷി പ്രവചിക്കാനാകും.
- അർബുദ ജനകത, വിഷതം (Carcinogenicity, Toxicity) എന്നിവയെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാനാകും.

"ഊർജ്ജത്തിന്റെ പ്രധാന ഉറവിടങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ"

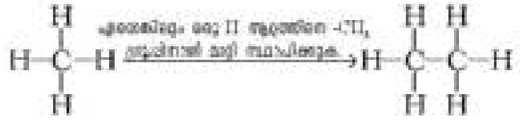
'ഹൈഡ്രോകാർബൺ' എന്ന പദം സ്വയം വ്യക്തമാക്കുന്നത് അത് കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവ മാത്രം അടങ്ങിയ സംയുക്തമെന്നാണ്. ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ നിർണ്ണായക പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. ദ്രവീകൃത പെട്രോളിയം വാതകം (LPG) ദ്രവീകൃത പ്രകൃതി വാതകം (LNG) മർദ്ദിത പ്രകൃതിവാതകം (CNG) എന്നീ പദങ്ങൾ നിങ്ങൾക്ക് പരിചിതമാണല്ലോ. ഭൂമിയിൽ നിന്ന് കുഴിച്ചെടുക്കുന്ന പെട്രോളിയത്തിന്റെ ആംശിക സ്വേദനം വഴിയാണ് പെട്രോൾ, ഡീസൽ, മണ്ണെണ്ണ മുതലായവ ലഭിക്കുന്നത്. കൽക്കരിയുടെ നശീകരണസ്വേദനം (Distructive distillation) വഴിയാണ് കോൾഗ്യാസ് ലഭിക്കുന്നത്. എണ്ണക്കിണറുകൾ കുഴിക്കുമ്പോൾ മുകളിലത്തെ പാളിയിലാണ് പ്രകൃതിവാതകം (natural gas) കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ വാതകത്തിൽ മർദ്ദം പ്രയോഗിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായിട്ടാണ് മർദ്ദിത പ്രകൃതി വാതകം (CNG) ലഭിക്കുന്നത്. മലിനീകരണം ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ഗാർഹിക ഇന്ധനമാണ് LPG. മണ്ണെണ്ണയെയും ഗാർഹിക ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഇത് കുറച്ച് മലിനീകരണം സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. വാഹനങ്ങളിൽ പെട്രോൾ, ഡീസൽ, CNG എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവയിൽ പെട്രോൾ, CNG എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്ന വാഹനങ്ങൾ താരതമ്യേന കുറഞ്ഞ തോതിലുള്ള മലിനീകരണമാണ് സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ഈ ഇന്ധനങ്ങൾ എല്ലാം തന്നെ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ മിശ്രിതവും, ഊർജ്ജത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുമാണ്. പോളിത്തീൻ, പോളിപ്രൊപ്പിലീൻ, പോളിസ്റ്റൈറീൻ തുടങ്ങിയ പോളിമറുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിലും ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉയർന്ന ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ പെയിന്റുകളുടെ ലായകങ്ങളായും കൂടാതെ ചായങ്ങൾ, ഔഷധങ്ങൾ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ അടിസ്ഥാന വസ്തുവായും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ നിത്യജീവിതത്തിൽ ഏറെ പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ഈ യൂണിറ്റിൽ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെക്കുറിച്ച് കൂടുതലായി പഠിക്കാം.

13.1 വർഗ്ഗീകരണം

കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധനത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ പ്രധാനമായും പൂരിതം, അപൂരിതം, ആരോമാറ്റിക് എന്നിങ്ങനെ മൂന്നായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. കാർബൺ-കാർബൺ, കാർബൺ-ഹൈഡ്രജൻ ഏകബന്ധനങ്ങളാണ് പൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളിൽ ഉള്ളത്. കാർബൺ ആറ്റത്തിന്റെ സംയോജകത മുഴുവനും ഏകബന്ധനം വഴി പൂർത്തീകരിച്ചിട്ടുള്ള തുറന്ന ശൃംഖലാ സംയുക്ത (Openchain compound) ങ്ങളാണ് ആൽക്കെയ്നുകൾ (alkanes). ആദ്യ കാർബൺ ആറ്റവും അവസാന കാർബൺ ആറ്റവും ചേർന്ന് വലയങ്ങളായി മാറുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ വലയസംയുക്തങ്ങൾ (closed chain compounds) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ ബഹുബന്ധനങ്ങളായ ദ്വിബന്ധനമോ (double bond) ത്രിബന്ധനമോ (triple bond) ഇവ രണ്ടുമോ ഉള്ള ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ അപൂരിതഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രത്യേകതരം വലയസംയുക്തങ്ങളാണ് ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ. ഹൈഡ്രജന്റെ സംയോജകത ഒന്നും, കാർബണിന്റെ സംയോജകത നാലുമാണ് എന്നത് മനസ്സിലാക്കി വ്യത്യസ്ത തരത്തിലുള്ള വലയസംയുക്തങ്ങളുടെയും ശൃംഖലാ സംയുക്തങ്ങളുടെയും മാതൃകകൾ നിർമ്മിക്കാൻ കഴിയും. ആൽക്കെയ്നുകളുടെ മാതൃക നിർമ്മാണത്തിൽ പ്ലാസ്റ്റിസിൻ നിർമ്മിത പന്തുകൾ ആറ്റങ്ങളായും, ഈർക്കിലുകൾ ബന്ധനങ്ങളായും ഉപയോഗപ്പെടുത്താം. ആൽക്കീനുകൾ, ആൽക്കൈനുകൾ, ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നിവയ്ക്ക് സ്പ്രിംഗ് മാതൃകകൾ നിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്.

13.2 ആൽക്കെയ്നുകൾ (Alkanes)

മുമ്പ് സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ആൽക്കെയ്നുകൾ കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധമുള്ള തുറന്ന പൂരിത ശൃംഖലാ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളാണ്. ഈ സംയുക്തകുടുംബത്തിൽ ഒന്നാമതായി വരുന്ന അംഗമാണ് മീഥെയ്ൻ. ഇത് കോൾഖനികളിലും ചതുപ്പുനിലങ്ങളിലും കണ്ടുവരുന്ന ഒരു വാതകമാണ്. ഒരു മീഥെയ്ൻ തന്മാത്രയിൽ ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന് പകരം ഒരു കാർബൺ ആറ്റം കൂട്ടിച്ചേർക്കുകയും, അതിന്റെ സംയോജകത മുഴുവനും ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ മൂലം പൂർത്തീകരിക്കുകയും ചെയ്താൽ ലഭിക്കുന്ന സംയുക്തമാണ് ഈഥെയ്ൻ (C_2H_6). അതായത് CH_4ൽ നിന്ന് ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം മാറ്റി ഒരു $-CH_3$ ഗ്രൂപ്പ് കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ ലഭിക്കുന്നതാണ് C_2H_6 എന്ന് കരുതാം. ഇതേ രീതിയിൽ ഓരോ ആൽക്കെയ്നിൽ നിന്നും ഒരോ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം മാറ്റി ഒരു $-CH_3$ ഗ്രൂപ്പ് കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ തുടർന്ന് ലഭിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളാണ്, C_3H_8, C_4H_{10} മുതലായവ.



ഈ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ സാധാരണാവസ്ഥയിൽ നിഷ്ക്രിയമാണ്. എന്തെന്നാൽ അവ ആസിഡുകളുമായോ ബേസുകളുമായോ മറ്റ് അഭികാരകങ്ങളുമായോ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ ആദ്യകാലങ്ങളിൽ അവ പാരഫിൻസ് (Paraffins) എന്ന് അറിയപ്പെട്ടിരുന്നു. (ലാറ്റിൻ ഭാഷയിൽ parum : little കുറച്ച്, affins : affinity പരസ്പരാകർഷണം). ആൽക്കെയ്ൻ കുടുംബം എന്ന സജാതീയ ശ്രേണി (Homologous series) യുടെ പൊതുസമവാക്യം എന്തായിരിക്കുമെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് ചിന്തിക്കാൻ കഴിയുമോ? വ്യത്യസ്ത ആൽക്കെയ്നുകളുടെ തന്മാത്രാവാക്യം പരിശോധിച്ചാൽ അത് C_nH_{2n+2} ആണെന്ന് കാണാം. ഇവിടെ 'n' എന്നത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഈ തന്മാത്രയുടെ ഘടന എന്തായിരിക്കും? VSEPR സിദ്ധാന്തപ്രകാരം (യൂണിറ്റ് 4) മീഥെയ്ന് ചതുർക്ക ഘടനയാണുള്ളത് (ചിത്രം 13.1). ഇത്തരം ബഹുതല ചതുർക്കത്തിൽ കാർബൺ ആറ്റം കേന്ദ്രത്തിലും നാല് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ പൂർണ ചതുർക്കത്തിന്റെ നാല് മൂലകളിലുമായി കാണപ്പെടുന്നു. എല്ലാ H-C-H ബന്ധനകോണുകളും 109.5° ആണ്.

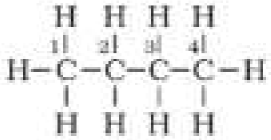
ചിത്രം 13.1 മീഥെയ്നിന്റെ ഘടന

ആൽക്കെയ്നുകളിൽ ചതുർക്കങ്ങൾ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ C-C, C-H ബന്ധന ദൈർഘ്യങ്ങൾ (bondlength) യഥാക്രമം 154pm ഉം 112pm ഉം ആണ്. (യൂണിറ്റ് 12) C-C σ ബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ sp^3 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകൾ തമ്മിലും, C-H σ ബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ sp^3 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകളും ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ 1s ഓർബിറ്റലുകളും തമ്മിലുള്ള മുഖാമുഖ അതിവ്യാപനം (overlap) മൂലമാണ് എന്ന് നിങ്ങൾ ഇതിനകം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

13.2.1 നാമകരണവും സമാവയവതയും (Nomenclature and isomerism)

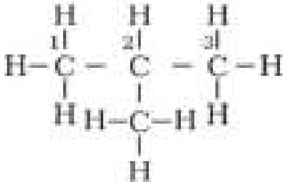
വ്യത്യസ്ത വർഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ട കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ യൂണിറ്റ്–12ൽ ഇതിനകം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ? ആൽക്കെയ്നുകളുടെ നാമകരണവും സമാവയവതയും കൂടുതൽ ഉദാഹരണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഒന്നു കൂടി ഉറപ്പിക്കാം. രൂഢ നാമങ്ങൾ ആവരണ ചിഹ്നങ്ങളിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ആദ്യത്തെ മൂന്ന് ആൽക്കെയ്നുകൾക്ക് അതായത് മീഥെയ്ൻ, ഈഥെയ്ൻ, പ്രൊപ്പെയ്ൻ എന്നിവയ്ക്ക് ഓരോ ഘടനകൾ മാത്രമാണ് സാധ്യമായിട്ടുള്ളത്. എന്നാൽ കൂടുതൽ കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഉള്ള ആൽക്കെയ്നുകൾക്ക് ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ഘടനകൾ സാധ്യമാണ്. ഉദാഹരണമായി C_4H_{10} എന്ന സംയുക്തത്തിന്റെ ഘടനകൾ:

I



ബ്യൂട്ടെയ്ൻ (n-ബ്യൂട്ടെയ്ൻ) (തിളനില 273K)

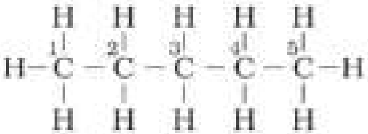
II



2-മീഥൈൽപ്രൊപ്പെയ്ൻ (ഐസോബ്യൂട്ടെയ്ൻ)
(തിളനില 261K)

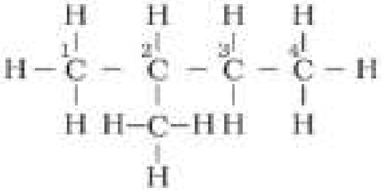
അഞ്ച് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും പന്ത്രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളും അടങ്ങിയ C_5H_{12} തന്മാത്രയുടെ ഘടന എത്ര രീതിയിൽ വരയ്ക്കാൻ കഴിയും? ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന III മുതൽ V വരെയുള്ള ഘടനകളിൽ ഈ സംയുക്തത്തിന്റെ മൂന്ന് തരത്തിലുള്ള ക്രമീകരണങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

III



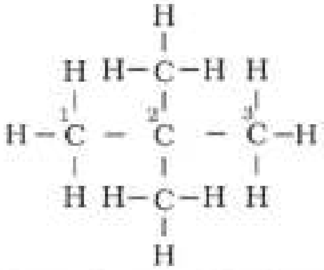
പെന്റെയ്ൻ (n- പെന്റെയ്ൻ) (തിളനില 309K)

IV



2-മീഥൈൽബ്യൂട്ടെയ്ൻ (ഐസോപെന്റെയ്ൻ)
(തിളനില 301K)

V



2,2– ഡൈമീഥൈൽപ്രൊപ്പെയ്ൻ (നിയോപെന്റെയ്ൻ
(തിളനില 282.5K)

I, II എന്നീ ഘടനകൾക്ക് ഒരേ തന്മാത്രാ സൂത്രമാണെങ്കിലും അവയ്ക്ക് വ്യത്യസ്ത തിളനിലയും, മറ്റു ഗുണങ്ങളും ആണുള്ളത്. അതേരീതിയിൽ III, IV, V ഘടനകൾക്കും ഒരേ തന്മാത്രാസൂത്രമാണെങ്കിലും വ്യത്യസ്ത ഗുണങ്ങളാണ് ഉള്ളത്. ഘടനകൾ I, II എന്നിവ ബ്യൂട്ടെയ്ന്റെ സമാവയവികളും എന്നാൽ III, IV,V എന്നിവ പെന്റെയ്ന്റെ സമാവയവികളുമാണ്. ഇവയുടെ വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവങ്ങൾക്ക് കാരണം, ഇവയുടെ ഘടനയിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ്. അതിനാൽ അവയെ **ഘടനാ സമാവയവികൾ** (structural isomer) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഘടനകൾ I, II എന്നിവയ്ക്ക് തുടർച്ചയായ കാർബണിന്റെ ശൃംഖലയായുള്ളതായും, എന്നാൽ ഘടനകൾ II, IV, V എന്നിവയ്ക്ക് ശാഖകളുള്ള ശൃംഖലയാണുള്ളതെന്നും വ്യക്തമാണ്. കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ശൃംഖലയിൽ വ്യത്യാസം കാണിക്കുന്ന ഇത്തരത്തിലുള്ള ഘടനാ സമാവയവികൾ (structural isomers) **ശൃംഖലാ സമാവയവികൾ** എന്നറിയപ്പെടുന്നു. അതുപോലെ C_4H_{10}, C_{15} H_{12} എന്നിവയ്ക്ക് യഥാക്രമം രണ്ടും മൂന്നും ശൃംഖലാ ഐസോമറുകൾ ഉള്ളതായി കാണാം.

ചോദ്യം 13.1

C_6H_{14} എന്ന തന്മാത്രാസൂത്രമുള്ള ആൽക്കെയ്ന്റെ വ്യത്യസ്ത ശൃംഖലാ സമാവയവികളുടെ ഘടനയും അവയുടെ IUPAC നാമങ്ങളും എഴുതുക.

ഉത്തരം

(i) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

n-ഹെക്സെയ്ൻ

(ii)
```
CH3 – CH – CH2 – CH2 – CH3
      |
      CH3
```
2-മീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(iii)
```
CH3 – CH2 – CH – CH2 – CH3
            |
            CH3
```
3- മീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(iv)
```
CH3 – CH – CH – CH3
      |    |
      CH3  CH3
```
2,3-ഡൈമീഥൈൽബ്യൂട്ടെയ്ൻ

(v)
```
      CH3
      |
CH3 – C – CH2 – CH3
      |
      CH3
```
2,2-ഡൈമീഥൈൽബ്യൂട്ടെയ്ൻ

ഒരു കാർബൺ ആറ്റവുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള മറ്റു കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി, കാർബൺ ആറ്റങ്ങളെ പ്രൈമറി (1^0), സെക്കന്ററി (2^0), ടെർഷ്യറി (3^0), ക്വാട്ടർനറി (4^0) എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. മീഥെയ്ൻപോലെ മറ്റൊരു കാർബൺ ആറ്റവുമായി ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്തതും, ഈഥെയ്ൻ പോലെ മറ്റൊരു കാർബൺ ആറ്റവുമായി മാത്രം ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതുമായ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളെ പ്രൈമറി കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ (1^0) എന്നു വിളിക്കുന്നു. കാർബൺ ശൃംഖലയുടെ അഗ്രത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ എല്ലായിപ്പോഴും പ്രൈമറിയായിരിക്കും. രണ്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തെ സെക്കന്ററിയെന്നും (2^0) മൂന്ന് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തെ ടെർഷ്യറി (3^0) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ നാല് കാർബൺ ആറ്റവുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തെ ക്വാട്ടർനറി അഥവാ നിയോ കാർബൺ എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഘടന I മുതൽ V വരെയുള്ള ഹൈഡ്രോകാർബണുകളിൽ നിന്നും 1^0, 2^0, 3^0, 4^0 കാർബണാറ്റങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാൻ നിങ്ങൾക്ക് കഴിയുമോ? ഉയർന്ന ആൽക്കെയ്നുകളുടെ ഘടന വരയ്ക്കുമ്പോൾ നിങ്ങൾക്ക് വളരെകൂടുതൽ സമാവയവികളെ കണ്ടെത്താൻ കഴിയും. C_6H_{14} തന്മാത്രയ്ക്ക് അഞ്ചും, C_7H_{16} ന് ഒമ്പതും $C_{10}H_{22}$ ന് എഴുപത്തി അഞ്ച് സമാവയവികളുമാണ് ഉള്ളത്.

ഹൈഡ്രോകാർബൺ ഘടന II, IV, V എന്നിവയിൽ $-CH_3$ ഗ്രൂപ്പ് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റത്തിന് രണ്ട് (2) എന്ന സംഖ്യയാണ് നൽകിയിട്ടുള്ളത്. ആൽക്കെയ്നുകളിലെയോ മറ്റു സംയുക്തങ്ങളിലെയോ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന $-CH_3$, $-C_2H_5$, $-C_3H_7$ തുടങ്ങിയ ഗ്രൂപ്പുകളുണ്ട്. ആൽക്കെയ്നുകളിൽ നിന്ന് ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം നിക്കം ചെയ്ത് നിർദ്ധാരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഇത്തരം ഗ്രൂപ്പുകൾ അല്ലെങ്കിൽ പ്രതിസ്ഥാനികൾ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ പൊതുവായ രാസസൂത്രം C_nH_{2n+1} ആണ്. (യൂണിറ്റ് 12)

ഈ അവസരത്തിൽ യൂണിറ്റ് 12-ൽ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ള നാമകരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പൊതുനിയമങ്ങൾ ഓർമ്മിക്കണം. പ്രതിസ്ഥാപിത ആൽക്കെയ്നുകളുടെ നാമകരണം വീണ്ടും ഉറപ്പിക്കുന്നതിനായി ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചോദ്യം പരിഗണിക്കാം:

ചോദ്യം 13.3

ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക:

(i) $(CH_3)_3\,C\,CH_2C(CH_3)_3$

(ii) $(CH_3)_2\,C(C_2H_5)_2$

(iii) ടെട്രാ-ടെർട്ട്-ബ്യൂട്ടൈൽമീഥെയ്ൻ

ഉത്തരം

(i) 2, 2, 4, 4-ടെട്രാമീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(ii) 3,3-ഡൈമീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(iii) 3,3-ഡൈടെർട്ട്-ബ്യൂട്ടൈൽ-2,2,4,4-ടെട്രാമീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ)

നിർദ്ദിഷ്ട ഘടനയുടെ IUPAC നാമം എഴുതുന്നതുപോലെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ് തന്നിരിക്കുന്ന IUPAC നാമങ്ങളുടെ ശരിയായ ഘടന എഴുതുന്നതും. ആദ്യം ഇതിനായി ഏറ്റവും വലിയ മൂല ആൽക്കെയ്ൻ കാർബൺ ശൃംഖല എഴുതുക. അതിനുശേഷം സ്ഥാന സംഖ്യകൾ നൽകി പ്രതിസ്ഥാപികളെ ശരിയായ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. അവസാനമായി കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ സംയോജകത പൂർത്തീകരിക്കാനായി ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ ഓരോ കാർബണിലും ചേർക്കുക. താഴെപറയുന്ന ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ 3-ഈഥൈൽ-2,2-ഡൈമീഥൈൽ പെന്റെയ്ൻ തന്മാത്രയുടെ ഘടനവരച്ച് ഇത് കൂടുതലായി വ്യക്തമാക്കാം:

i) അഞ്ച് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ശൃംഖലവരയ്ക്കുക.

$C-C-C-C-C$

ചോദ്യം 13.2

C_5H_{11} എന്ന തന്മാത്രാസൂത്രമുള്ള വ്യത്യസ്ത സമാവയവ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ ഘടന വരയ്ക്കുക? ഈ സമാവയവികളിൽ വ്യത്യസ്ത കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ ^-OH ഗ്രൂപ്പ് കൂട്ടി ചേർക്കുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന ആൽക്കഹോളുകളുടെ IUPAC നാമങ്ങൾ എഴുതുക?

ഉത്തരം

– C_5H_{11} ഗ്രൂപ്പിന്റെ ഘടനകൾ	തത്തുല്യമായ ആൽക്കഹോളുകൾ	ആൽക്കഹോൾ നാമം
(i) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	പെന്റാൻ-1-ഓൾ
(ii) $CH_3-\underset{\vert}{C}H-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}H-CH_2-CH_2-CH_3$	പെന്റാൻ-2-ഓൾ
(iii) $CH_3-CH_2-\underset{\vert}{C}H-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}H-CH_2-CH_3$	പെന്റാൻ-3-ഓൾ
(iv) $CH_3-\overset{CH_3}{C}H-CH_2-CH_2-$	$CH_3-\overset{CH_3}{C}H-CH_2-CH_2-OH$	3-മീഥൈൽ-ബ്യൂട്ടാൻ-1-ഓൾ
(v) $CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}H-CH_2-$	$CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}H-CH_2-OH$	2-മീഥൈൽ-ബ്യൂട്ടാൻ-1-ഓൾ
(vi) $CH_3-\underset{\vert}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{\underset{OH}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-CH_3$	2-മീഥൈൽ-ബ്യൂട്ടാൻ-2-ഓൾ
(vii) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-$	$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2OH$	2,2-മീഥൈൽ-ബ്യൂട്ടാൻ-1-ഓൾ

ii) കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് സ്ഥാനസംഖ്യ നൽകുക.

$$C^1-C^2-C^3-C^4-C^5$$

iii) 3-ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ഈഥൈൽ ഗ്രൂപ്പും, 2-ാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ രണ്ട് മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളും കൂട്ടിച്ചേർക്കുക.

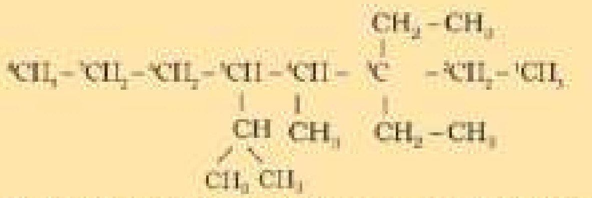
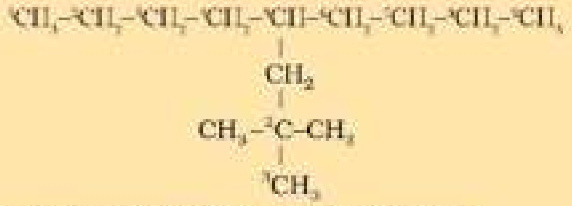
$$C^1-{}^2\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-{}^3\underset{\underset{C_2H_5}{\vert}}{C}-{}^4C-{}^5C$$

iv) കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ സംയോജകത പൂർത്തിയാക്കാൻ ആവശ്യമായ അത്രയും ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർക്കുക.

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-\underset{\underset{C_2H_5}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_3$$

ഇതരീതിയിൽ നമുക്ക് ശരിയായ ഘടനയിലേക്ക് എത്തിച്ചേരാം. ഒരു IUPAC നാമത്തിൽ നിന്നും ഘടന എഴുതുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ തുടർന്നുവരുന്ന ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരമെഴുതുക.

പട്ടിക 13.1 ചില കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണം

ഘടനയും IUPAC നാമവും	സൂചകങ്ങൾ/വിശദീകരണങ്ങൾ
(a) (4-ഈഥൈൽ-2-മീഥൈൽഹെക്സെയ്ൻ	അക്ഷരക്രമവും, കുറഞ്ഞ സ്ഥാനസംഖ്യാക്രമവും
(b)  3,3-ഡൈഈഥൈൽ-5-ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ-4-മീഥൈൽഒക്ടെയ്ൻ (3,3-Diethyl-5-isopropyl-4-methyloctane)	അക്ഷരക്രമവും, കുറഞ്ഞസ്ഥാന സംഖ്യാക്രമവും.
(c) 5-സെക്-ബ്യൂട്ടൈൽ-4-ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ ഡെക്കെയ്ൻ	*sec* എന്നത് അക്ഷര ക്രമത്തിൽ പരിഗണിക്കുന്നില്ല, എന്നാൽ ഒറ്റവാക്കായതിനാൽ ഐസോപ്രൊപ്പൈലിനെ (isopropyl) പരിഗണിക്കുന്നു.
(d)  5-(2,2-ഡൈമീഥൈൽപ്രൊപ്പൈൽ) നൊണെയ്ൻ	പാർശ്വ ശൃംഖലയിലെ പ്രതിസ്ഥാപികൾക്ക് തുടർന്ന് സ്ഥാനസംഖ്യ നൽകുന്നു.
(e) 3-ഈഥൈൽ-5-മീഥൈൽഹെപ്ടെയ്ൻ	അക്ഷരക്രമത്തിലുള്ള മുൻഗണനാക്രമം

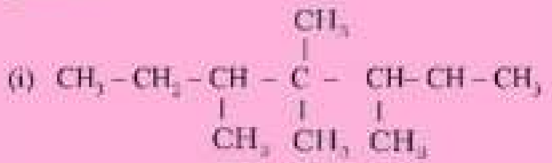
ചോദ്യം 13.4

ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടനാ സൂത്രങ്ങൾ എഴുതുക.

(i) 3,4,4,5-ടെട്രാമീഥൈൽഹെപ്റ്റെയ്ൻ

(ii) 2,5-ഡൈമീഥൈൽ ഹെക്സെയ്ൻ

ഉത്തരം

(i) 

(ii)

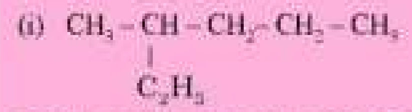
ചോദ്യം 13.5

ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ ഘടന എഴുതുക. തന്നിട്ടുള്ള നാമങ്ങൾ തെറ്റാകാൻ കാരണമെന്ത്? ശരിയായ IUPAC നാമം എഴുതുക.

(i) 2-ഈഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(ii) 5-ഈഥൈൽ-3-മീഥൈൽഹെപ്റ്റെയ്ൻ

ഉത്തരം

(i) 

ഏറ്റവും വലിയ ശൃംഖല ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ളതാണ്. മറിച്ച് അഞ്ചെണ്ണം ഉള്ളതല്ല. അതിനാൽ ശരിയായ നാമം എന്നത്, 3-മീഥൈൽഹെക്സെയ്ൻ

(ii)
$$\overset{7}{C}H_3-\overset{6}{C}H_2-\overset{5}{C}H(CH_3)-\overset{4}{C}H_2-\overset{3}{C}H(C_2H_5)-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}H_3$$

ഈഥൈൽ ഗ്രൂപ്പ് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റത്തിന് ഏറ്റവും ചെറിയ സംഖ്യ ലഭിക്കത്തക്കരീതിയിലാണ് അക്കങ്ങൾ നൽകേണ്ടത്. അതിനാൽ ശരിയായ നാമം 3-ഈഥൈൽ-5-മീഥൈൽ ഹെപ്റ്റെയ്ൻ

13.2.2 നിർമ്മാണം

പെട്രോളിയവും, പ്രകൃതിവാതകവുമാണ് ആൽക്കെയ്നുകളുടെ പ്രധാന സ്രോതസ് എങ്കിലും ആൽക്കെയ്നുകളെ താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന മാർഗ്ഗങ്ങളിലൂടെ നിർമിക്കാം

1. അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളിൽ നിന്ന്

സൂക്ഷ്മമായി പൊടിച്ച ഉൽപ്രേരകങ്ങളായ പലേഡിയം, പ്ലാറ്റിനം, നിക്കൽ ഇവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ആൽക്കീനുകളിലും, ആൽക്കൈനുകളിലും ഡൈ ഹൈഡ്രജൻ ചേർക്കുമ്പോൾ ആൽക്കെയ്നുകൾ ലഭിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ ഹൈഡ്രോജനീകരണം (Hydrogenation) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഈ ലോഹങ്ങൾ ഡൈ ഹൈഡ്രജനെ അതിന്റെ പ്രതലത്തിലേക്ക് അധിശോഷണം ചെയ്ത് ഹൈഡ്രജൻ-ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നു. *Pt, Pd* എന്നിവ സാധാരണ ഊഷ്മാവിലും, *Ni* താരതമ്യേന ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിലും മർദ്ദത്തിലും ഉൽപ്രേരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$\underset{\text{ഈഥീൻ}}{CH_2=CH_2}+H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{ഈഥെയ്ൻ}}{CH_3-CH_3} \qquad (13.1)$$

$$\underset{\text{പ്രൊപ്പീൻ}}{CH_3-CH=CH_2}+H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{പ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{CH_3-CH_2-CH_3} \qquad (13.2)$$

$$\underset{\text{പ്രൊപ്പൈൻ}}{CH_3-C\equiv C-H}+2H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{പ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{CH_3-CH_2-CH_3} \qquad (13.3)$$

2. ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകളിൽ നിന്നും

i) ആൽക്കൈൽ ഫ്ളൂറൈഡുകൾ ഒഴികെയുള്ള ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ സിങ്ക്, നേർപ്പിച്ച ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്കാസിഡ് എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ആൽക്കെയ്നുകൾ ലഭിക്കുന്നു.

$$\underset{\text{ക്ലോറോമീഥെയ്ൻ}}{CH_3-Cl}+H_2 \xrightarrow{Zn,H^+} \underset{\text{മീഥെയ്ൻ}}{CH_4}+HCl \qquad (13.4)$$

$$\underset{\text{ക്ലോറോഈഥെയ്ൻ}}{C_2H_5-Cl}+H_2 \xrightarrow{Zn,H^+} \underset{\text{ഈഥെയ്ൻ}}{C_2H_6}+HCl \qquad (13.5)$$

$$\underset{\text{1-ക്ലോറോപ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{CH_3CH_2CH_2Cl}+H_2 \xrightarrow{Zn,H^+} \underset{\text{പ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{CH_3CH_2CH_3}+HCl \qquad (13.6)$$

ii) ഈർപ്പ രഹിത ഈഥർ ലായനിയിൽ ലയിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന സോഡിയം ലോഹവുമായി ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം കൂടുതലുള്ള ആൽക്കെയ്നുകൾ ലഭിക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തെ **വുർട്സ് രാസപ്രവർത്തനം** എന്നു പറയുന്നു. ഇരട്ട അക്കം കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഉയർന്ന ആൽക്കെയ്നുകൾ നിർമ്മിക്കാൻ ഈ പ്രക്രിയ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$$\underset{\text{ബ്രോമോമീഥെയ്ൻ}}{CH_3Br}+2Na+BrCH_3 \xrightarrow{\text{ഈർപ്പരഹിത ഈഥർ}} \underset{\text{ഈഥെയ്ൻ}}{CH_3-CH_3}+2NaBr \qquad (13.7)$$

$$\underset{\text{ബ്രോമോഈഥെയ്ൻ}}{C_2H_5Br}+2Na+BrC_2H_5 \xrightarrow{\text{ഈർപ്പരഹിത ഈഥർ}} \underset{\text{n-ബ്യൂട്ടെയ്ൻ}}{C_2H_5-C_2H_5} \qquad (13.8)$$

രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ ആ പ്രക്രിയയ്ക്ക് വിധേയമാകുമ്പോൾ എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്?

3. കാർബോക്സിലിക് ആസിഡുകളിൽ നിന്നും

i) കാർബോക്സിലിക് ആസിഡിന്റെ സോഡിയം ലവണത്തെ സോഡാലൈമുമായി (കാൽസ്യം ഓക്സൈഡിന്റെയും (CaO) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിന്റെയും മിശ്രിതം) ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാൽ, കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് നഷ്ടപ്പെട്ട്, കാർബോക്സിലിക്കാസിഡിനേക്കാൾ ഒരു കാർബൺ ആറ്റം അവ കുറവുള്ള ആൽക്കെയ്ൻ ലഭിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ **നിർകാർബോക്സിലീകരണം** (decarboxylation) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു.

$$\underset{\text{സോഡിയംഎഥനോയേറ്റ്}}{CH_3COO^-Na^+}+NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4+Na_2CO_3$$

ചോദ്യം 13.6

ഏത് കാർബോക്സിലിക്കാസിഡിന്റെ സോഡിയം ലവണമാണ് പ്രൊപ്പെയ്ൻ നിർമ്മിക്കാനാവശ്യമായിട്ടുള്ളത്. ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ രാസസമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം

ബ്യൂട്ടനോയിക് ആസിഡ്

$$CH_3CH_2CH_2COO^-Na^+ + NaOH \xrightarrow{CaO} CH_3CH_2CH_3 + Na_2CO_3$$

ii) *കോൾബ് വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണമാർഗ്ഗം (Kolbe's electrolytic method)* ഒരു കാർബോക്സിലിക് ആസിഡിന്റെ സോഡിയം അഥവാ പൊട്ടാസ്യം ലവണ ജലീയലായനി വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ഇരട്ട അക്കം കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഉള്ള ആൽക്കെയ്ൻ ആനോഡിൽ ലഭ്യമാകുന്നു.

$$2CH_3COO^-Na^+ + 2H_2O$$

സോഡിയം അസറ്റേറ്റ്

↓ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണം

$$CH_3-CH_3 + 2CO_2 + H_2 + 2NaOH \qquad (13.9)$$

ഈ പ്രക്രിയ താഴെപറയുന്ന ക്രിയാവിധിയിലൂടെയാണ് സാധ്യമാകുന്നത് എന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു.

i) $2CH_3COO^-Na^+ \rightleftharpoons 2CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O^- + 2Na^+$

ii) **ആനോഡിൽ:**

$$2CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O^- \xrightarrow{-2e^-} 2CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-\dot{\ddot{O}}: \longrightarrow 2\dot{C}H_3 + 2CO_2\uparrow$$

അസറ്റേറ്റ് അയോൺ — അസറ്റേറ്റ് സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കൽ — മീഥൈൽ സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കൽ

iii) $H_3\dot{C} + \dot{C}H_3 \longrightarrow H_3C-CH_3\uparrow$

iv) **കാഥോഡിൽ**

$$H_2O + e^- \rightarrow \bar{O}H + \dot{H}$$

$$2\dot{H} \rightarrow H_2\uparrow$$

ഇത്തരത്തിൽ മീഥെയ്ൻ നിർമ്മിക്കാൻ സാധ്യമല്ല എന്തുകൊണ്ട്?

13.2.3 ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ആൽക്കെയ്നുകൾ ഏറെക്കുറെ അധ്രുവീയ തന്മാത്രകളാണ്. ഇതിനു കാരണമാകുന്നത് C-C, C-H ബന്ധനങ്ങളുടെ സഹസംയോജക സ്വഭാവവും കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവ തമ്മിലുള്ള നേരിയ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവതാ വ്യതിയാനവുമാണ്. ഈ തന്മാത്രകൾ തമ്മിൽ ശക്തികുറഞ്ഞ വാൻഡർ വാൾസ് ബലം ആണുള്ളത്. ആയതിനാൽ ആൽക്കെയ്ൻ ശ്രേണിയിൽ ആദ്യനാലു സംയുക്തങ്ങൾ (C_1 to C_4) വാതകാവസ്ഥയിലും C_5 മുതൽ C_{17} വരെയുള്ളവ ദ്രാവകാവസ്ഥയിലും പിന്നീടുള്ളവ 298 കെൽവിനിൽ ഖരാവസ്ഥയിലുമാണ്. ഇവയ്ക്ക് നിറമോ ഗന്ധമോ ഇല്ല. ആൽക്കെയ്നുകളുടെ അധ്രുവീയ സ്വഭാവത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി, അവയുടെ ജലത്തിലുള്ള ലേയത്വം എന്തായിരിക്കും എന്ന് ഊഹിക്കാമോ? ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ ഒരു മിശ്രിതമാണ് പെട്രോൾ. ഇത് വാഹനങ്ങളിൽ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. പെട്രോളും പെട്രോളിയത്തിന്റെ താഴ്ന്ന ഘടകങ്ങളും വസ്ത്രങ്ങളിൽ നിന്ന് ഗ്രീസ് നീക്കം ചെയ്യുന്ന ഡ്രൈക്ലീനിങ്ങിനായും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കൊഴുപ്പ് അടങ്ങിയ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്താണ് ചിന്തിക്കുന്നത്? ഗ്രീസ് (ഉയർന്ന തന്മാത്ര ഭാരമുള്ള ആൽക്കെയ്നുകളുടെ ഒരു മിശ്രിതം) ഒരു അധ്രുവീയ സംയുക്തമാകയാൽ അതിന് ജലവിരോധി സ്വഭാവമാണ് ഉള്ളത്, എന്നാണ് നിങ്ങളുടെ ഉത്തരമെങ്കിൽ അത് ശരിയാണ്. പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ലായകത്തിലെ ലേയത്വത്തെപ്പറ്റി പൊതുവേ പറഞ്ഞാൽ ധ്രുവീയ സംയുക്തങ്ങൾ ധ്രുവീയ ലായകത്തിലും, അധ്രുവീയ സംയുക്തങ്ങൾ അധ്രുവീയ ലായകത്തിലും ലയിക്കുന്നു. അതായത് 'സമാനസ്വഭാവമുള്ളവ പരസ്പരം ലയിക്കുന്നു".

വ്യത്യസ്ത ആൽക്കെയ്നുകളുടെ തിളനില (Boiling point) പട്ടിക 13.2ൽ തന്നിരിക്കുന്നു. അതിൽ നിന്നും സംയുക്തങ്ങളുടെ തന്മാത്രാഭാരം വർദ്ധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് അവയുടെ തിളനില ക്രമമായി വർദ്ധിക്കുന്നതായി വ്യക്തമാകുന്നു. ഇതിന് കാരണം തന്മാത്രാ വലിപ്പം അല്ലെങ്കിൽ തന്മാത്രയുടെ പ്രതല പരപ്പളവ് (Surface area), വർദ്ധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് തന്മാത്രാന്തര വാൻഡെർ വാൾസ് ബലം വർദ്ധിക്കുന്നതാണ്.

പെന്റെയ്ന്റെ മൂന്ന് സമാവയവങ്ങൾ (പെന്റെയ്ൻ, 2-മീഥൈൽബ്യൂട്ടെയ്ൻ, 2,2-ഡൈമീഥൈൽ പ്രൊപ്പെയ്ൻ) പരിശോധിച്ചാൽ ഒരു പ്രധാന നിരീക്ഷണത്തിൽ എത്തിച്ചേരാനാകും. പട്ടിക 13.2 പരിശോധിച്ചാൽ, അഞ്ച് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തിരശ്ചീന ശ്രേണിയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള പെന്റെയ്ന് തിളനില (309.1K) വളരെ ഉയർന്നതാ

ണെന്നും എന്നാൽ 2,2-ഡൈമീഥൈൽ പ്രൊപ്പെയ്ൻ തിളയ്ക്കുന്നത് 285.5K-ൽ ആണെന്നും മനസ്സിലാക്കാം. അതായത് ശൃംഖലിത ശ്രേണികളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് തന്മാത്രയ്ക്ക് ഗോളാകൃതി ലഭിക്കുന്നു. ഇതുമൂലം തന്മാത്രകളുടെ സമ്പർക്ക പരപ്പളവ് കുറയുകയും താരതമ്യേന താഴ്ന്ന താപനിലയിൽ ഗോളാകാര തന്മാത്രകൾക്കിടയിലുള്ള ദുർബലതന്മാത്രാന്തരബലങ്ങൾ ഇല്ലാതാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

രാസഗുണ ധർമങ്ങൾ

നേരത്തെ സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ, ആസിഡുകൾ ആൽക്കലികൾ, ഓക്സീകാരികൾ, നിരോക്സീകാരികൾ എന്നിവയുമായി പൊതുവെ ആൽക്കെയ്നുകൾ നിഷ്ക്രിയമാണെങ്കിലും ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ അവ ചുവടെ പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പങ്കെടുക്കുന്നു.

1. *ആദേശരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Substitutionreactions)*

ഒരു ആൽക്കെയ്ൻ തന്മാത്രയിൽ നിന്ന് ഒന്നോ അതിലധികമോ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളെ മാറ്റി ആ സ്ഥാനത്ത് മറ്റ് ആറ്റമോ ഗ്രൂപ്പോ വരുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തെ ആദേശരാസപ്രവർത്തനം (Substitution reaction) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഹാലൊജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ ആദേശം (Halogenation) സാധ്യമാകുന്നത് ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിലോ (573-773K) അഥവാ മങ്ങിയ സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിലൊ അൾട്രാവയലറ്റ് പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിലോ മാത്രമാണ്. താഴ്ന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ആൽക്കെയ്നുകൾ സാധാരണവാസ്ഥയിൽ നൈട്രേഷൻ, സൾഫണേഷൻ തുടങ്ങിയ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുന്നില്ല. ഉദാഹരണമായി മീഥെയ്ന്റെ ക്ലോറിനേഷൻ പ്രവർത്തനം ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

ഹാലൊജനീകരണം

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl \quad (13.10)$$

ക്ലോറോമീഥെയ്ൻ

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_2Cl_2 + HCl \quad (13.11)$$

ഡൈക്ലോറോമീഥെയ്ൻ

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CHCl_3 + HCl \quad (13.12)$$

ട്രൈക്ലോറോമീഥെയ്ൻ

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CCl_4 + HCl \quad (13.13)$$

ടെട്രാക്ലോറോമീഥെയ്ൻ

$$CH_3\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3\text{-}CH_2Cl + HCl \quad (13.14)$$

ക്ലോറോഈഥെയ്ൻ

ഹാലൊജനുകളുമായിട്ടുള്ള ആൽക്കെയ്നുകളുടെ രാസപ്രവർത്തന വേഗത ഈ ക്രമത്തിലാണ് $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ എന്നാൽ ആൽക്കെയ്നുകളിൽ നിന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടതിന്റെ ക്രമം $3° > 2° > 1°$ എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഫ്ളൂറിനേഷൻ നിയന്ത്രണാതീതമാണെങ്കിൽ അയഡിനേഷൻ വളരെ സാവധാനത്തിൽ സാധ്യമാകുന്നതും, ഒരു ഉഭയദിശാപ്രവർത്തനവുമാണ്. ഇത് സാധ്യമാകുന്നത് ഓക്സീകാരികളായ HIO_3 അല്ലെങ്കിൽ HNO_3 എന്നിവയുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിലാണ്.

$$CH_4 + I_2 \rightleftharpoons CH_3I + HI \quad (13.15)$$

പട്ടിക 13.2 ആൽക്കെയ്നുകളുടെ തിളനിലയിലും, ദ്രവണാങ്കത്തിലുമുള്ള വ്യതിയാനം

തന്മാത്രാ വാക്യം	നാമം	തന്മാത്രാഭാരം u	തിളനില (K)	ദ്രവണാങ്കം (K)
CH_4	മീഥെയ്ൻ	16	111.0	90.5
C_2H_6	ഈഥെയ്ൻ	30	184.4	101.0
C_3H_8	പ്രൊപ്പെയ്ൻ	44	230.9	85.3
C_4H_{10}	ബ്യൂട്ടെയ്ൻ	58	272.4	134.6
C_4H_{10}	2-മീഥൈൽപ്രൊപ്പെയ്ൻ	58	261.0	114.7
C_5H_{12}	പെന്റെയ്ൻ	72	309.1	143.3
C_5H_{12}	2-മീഥൈൽബ്യൂട്ടെയ്ൻ	300.9	113.1	
C_5H_{12}	2,2-ഡൈമീഥൈൽപ്രൊപ്പെയ്ൻ	282.5	256.4	
C_6H_{14}	ഹെക്സെയ്ൻ	86	341.9	178.5
C_7H_{16}	ഹെപ്റ്റെയ്ൻ	100	371.4	182.4
C_8H_{18}	ഒക്റ്റെയ്ൻ	114	398.7	216.2
C_9H_{20}	നൊണെയ്ൻ	128	423.8	222.0
$C_{10}H_{22}$	ഡെക്കെയ്ൻ	142	447.1	243.3
$C_{20}H_{42}$	ഐകോസെയ്ൻ	282	615.0	236.2

$$HIO_3 + 5HI \rightarrow 3I_2 + 3H_2O \qquad (13.16)$$

ഹാലൊജനീകരണം (Halogenation) സാധ്യമാകുന്നത് സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കൽ (Free radical) ക്രിയാവിധി വഴിയാണ്. ഇതിൽ ആരംഭം (Initiation) പ്രേഷണം (Propagation), സമാപ്തം (Termination) എന്നീ മൂന്ന് ഘട്ടങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു.

ക്രിയാവിധി (Mechanism)

(i) ആരംഭം (*Initiation*) : പ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുന്നത് സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ക്ലോറിൻ തന്മാത്രയുടെ സമാംശവിഘടന (Homolysis) ഫലമായിട്ടാണ്. Cl–Cl ബന്ധനം C-C, C-H ബന്ധനങ്ങളേക്കാൾ ദുർബലമാണ്, അതിനാൽ അതിന്റെ വിഘടനം വേഗത്തിൽ സാധ്യമാകും.

$$Cl{-}Cl \xrightarrow[\text{സമാംശ വിഘടനം}]{h\nu} \dot{C}l + \dot{C}l$$

ക്ലോറിൻ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലുകൾ

(ii) പ്രേഷണം (*Propagation*) : ക്ലോറിൻ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ മീഥെയ്നുമായി പ്രവർത്തിച്ച് C-H ബന്ധനത്തെ വിഘടിപ്പിച്ച് മീഥൈൽ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ, HCl എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$(a)\ CH_4 + \dot{C}l \xrightarrow{h\nu} \dot{C}H_3 + H{-}Cl$$

ഈ മീഥൈൽ സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കൽ മറ്റൊരു ക്ലോറിൻ തന്മാത്രയുമായി പ്രവർത്തിച്ച് CH_3-Cl തന്മാത്രയും ഒരു ക്ലോറിൻ സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കലും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$(b)\ \dot{C}H_3 + Cl{-}Cl \xrightarrow{h\nu} CH_3{-}Cl + \dot{C}l$$

ക്ലോറിൻ
സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കൽ

പ്രവർത്തനഘട്ടങ്ങൾ (a) യും (b) യും തുടർച്ചയായി സംഭവിക്കുകയും പ്രധാന ഉൽപന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനോടൊപ്പം തന്നെ മറ്റ് ചില പ്രേഷണ ഘട്ടങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഇങ്ങനെയുള്ള രണ്ട് ഘട്ടങ്ങൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

$$CH_3Cl + \dot{C}l \rightarrow \dot{C}H_2Cl + HCl$$

$$\dot{C}H_2Cl + Cl{-}Cl \rightarrow CH_2Cl_2 + \dot{C}l$$

(iii) സമാപനം (*Termination*): അഭികാരകങ്ങൾ പൂർണ്ണമായും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ അല്ലെങ്കിൽ ചില അനുബന്ധ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സംഭവിക്കുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം പൂർണ്ണമാകുന്നു.

സാധ്യമായ ശൃംഖലാസമാപ്തി ഘടകങ്ങൾ:

$$(a)\ \dot{C}l + \dot{C}l \rightarrow Cl{-}Cl$$

$$(b)\ H_3\dot{C} + \dot{C}H_3 \rightarrow H_3C{-}CH_3$$

$$(c)\ H_3\dot{C} + \dot{C}l \rightarrow H_3C{-}Cl$$

(c) എന്ന സമാപന ഘട്ടത്തിൽ CH_3-Cl എന്ന ഉൽപ്പന്നമുണ്ടാകുന്നുണ്ടെങ്കിലും സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലുകൾ പൂർണ്ണമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ശൃംഖലാ രാസപ്രവർത്തനം പൂർത്തീകരിക്കപ്പെടുന്നു. മീഥെയ്ൻ ക്ലോറിനീകരണത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ഈഥെയ്ൻ എങ്ങനെയാണ് ഉപ ഉൽപ്പന്നമായി ഉണ്ടാകുന്നത് എന്ന് മനസിലാക്കാൻ ഈ ക്രിയാവിധി സഹായിക്കുന്നു.

2. ജ്വലനം (Combustion)

ആൽക്കെയ്നുകൾ ഡൈഓക്സിജന്റെയോ വായുവിന്റെയോ സാന്നിധ്യത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ അവ പൂർണ്ണമായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡും ജലവും ലഭിക്കുന്നു. ഇതിനോടൊപ്പം വളരെയധികം താപോർജ്ജവും പുറത്തേക്കുവരുന്നു.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l); \quad \Delta_c H^\circ = -890\ kJ\ mol^{-1} \qquad (13.17)$$

$$C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l); \quad \Delta_c H = -2875.84\ kJ\ mol^{-1} \qquad (13.18)$$

ആൽക്കെയ്നുകളുടെ പൊതുവായ ജ്വലന സമവാക്യമാണ്:

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O \qquad (13.19)$$

ജ്വലനത്തിന്റെ ഫലമായി ധാരാളമായി താപോർജ്ജം ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നതിനാൽ ആൽക്കെയ്നുകളെ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

വായുവിന്റെയോ ഡൈഓക്സിജന്റെയോ അപര്യാപ്തതമൂലം ആൽക്കെയ്നുകൾക്കുണ്ടാകുന്ന അപൂർണ്ണ ജ്വലനത്തിന്റെ ഫലമായി കാർബൺ ബ്ലാക്ക് (Carbon black) ലഭിക്കുന്നു. ഇത് മഷി, അച്ചടി മഷി, കറുത്ത ചായങ്ങൾ, അരിപ്പകൾ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$$CH_4(g) + O_2(g) \xrightarrow[\text{ജ്വലനം}]{\text{അപൂർണ്ണ}} C(s) + 2H_2O(l) \qquad (13.20)$$

3. നിയന്ത്രിത ഓക്സീകരണം (Controlled oxidation)

ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ആൽക്കെയ്നുകളെ വായുവിന്റെയോ ഡൈ ഓക്സിജന്റെയോ നിയന്ത്രിത ലഭ്യതയിൽ ഉയർന്ന മർദ്ദത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ വ്യത്യസ്തമായ ഓക്സീകൃത ഉത്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

(i) $2CH_4 + O_2 \xrightarrow{Cu/523K/100atm} 2CH_3OH$

മെഥനോൾ

(13.21)

(ii) $CH_4 + O_2 \xrightarrow[\Delta]{Mo_2O_3} HCHO + H_2O$

മെഥനാൽ

(13.22)

(iii) $2CH_3CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\Delta]{(CH_3COO)_2Mn} 2CH_3COOH + 2H_2O$

എഥനോയിക് ആസിഡ്

(13.23)

(iv) ആൽക്കെയ്നുകൾ സാധാരണയായി ഓക്സീകരണത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും, ടെർഷറി (3°) ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ ഉള്ള ആൽക്കെയ്നുകളെ പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് ഓക്സീകരിച്ച് അനുബന്ധ ആൽക്കഹോളാക്കിമാറ്റാം.

$(CH_3)_3CH \xrightarrow[\text{ഓക്സീകരണം}]{KMnO_4} (CH_3)_3COH$

2-മീഥൈൽപ്രൊപെയ്ൻ 2-മീഥൈൽപ്രൊപ്പാൻ-2-ഓൾ

(13.24)

4. സമാവയവീകരണം (Isomerisation)

നിർജലീകരിച്ച അലുമിനിയം ക്ലോറൈഡിന്റെയും ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകത്തിന്റെയും സാന്നിധ്യത്തിൽ *n*-ആൽക്കെയ്നുകളെ ചൂടാക്കിയാൽ അവ ശാഖകളുള്ള ശൃംഖലാസമാവയവികളായി മാറുന്നു. പ്രധാന ഉൽപന്നങ്ങൾ താഴെപറയുന്ന പ്രകാരമായിരിക്കും കുറഞ്ഞ അളവിൽ ചില ഉപോല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ കാർബണിക രസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഇവ പൊതുവെ പരാമർശിക്കപ്പെടാറില്ല.

$CH_3(CH_2)_4CH_3 \xrightarrow{\text{നിർജല } AlCl_3/HCl}$

n- ഹെക്സെയ്ൻ

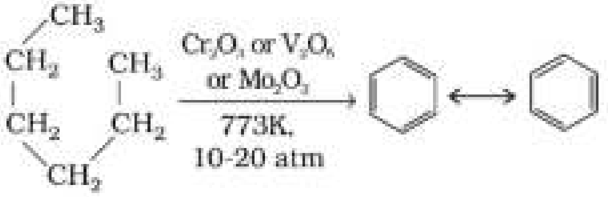
$CH_3CH(CH_3)-(CH_2)_2-CH_3 + CH_3CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

2-മീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ 3-മീഥൈൽപെന്റെയ്ൻ

(13.25)

5. അരോമാറ്റീകരണം (Aromatization)

ആറോ അതിലധികമോ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള *n*-ആൽക്കെയ്നുകൾ അലൂമിനയിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചിട്ടുള്ള വനേഡിയം, ക്രോമിയം, മൊളിബ്ഡിനം എന്നിവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നിന്റെ ഓക്സൈഡിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ 10-20 അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തിൽ 773K -ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ നിർഹൈഡ്രോജനീകരണവും (dehydrogenation) വലയരൂപീകരണവും (cyclisation) നടന്ന് ബെൻസീനും, അതിന്റെ ഹോമോലോഗുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തെ അരോമാറ്റീകരണം അഥവാ റീഫോർമിംഗ് എന്നു പറയുന്നു.



(13.26)

ബെൻസീന്റെ മീഥൈൽ വ്യുൽപ്പന്നം (derivative) ആയ ടൊളുവിനെ (Toluene C_7H_8) ഏത് ആൽക്കെയ്നിൽ നിന്നുമാണ് നിർമ്മിക്കാൻ കഴിയുക?

6. നീരാവിയുമായിട്ടുള്ള പ്രവർത്തനം (Reaction with steam)

നിക്കൽ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ 1273K താപനിലയിൽ മീഥെയ്ൻ വാതകം നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ അനുവദിച്ചാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡും, ഡൈഹൈഡ്രജനും ലഭിക്കുന്നു. ഈ മാർഗ്ഗം ഡൈ ഹൈഡ്രജൻ വാതകം വ്യാവസായികമായി നിർമ്മിക്കുന്നതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{Ni} CO + 3H_2$ (13.27)

7. താപീയ അപഘടനം (Pyrolysis)

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ കൂടിയ തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ആൽക്കെയ്നുകളെ ചൂടാക്കിയാൽ അവ വിഘടിച്ച് കുറഞ്ഞ തന്മാത്രാ ഭാരമുള്ള ആൽക്കെയ്നുകളും ആൽക്കീനുകളുമായി മാറുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ താപത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ വലിയ തന്മാത്രകൾ ചെറിയ തന്മാത്രകളായി മാറുന്ന പ്രവർത്തനത്തെ താപീയ അപഘടനം (Pyrolysis) അഥവാ ക്രാക്കിങ് (cracking) എന്നു പറയുന്നു.

$$C_6H_{14} \xrightarrow{773K} \begin{cases} C_6H_{12} + H_2 \\ C_4H_8 + C_2H_6 \\ C_3H_6 + C_2H_4 + CH_4 \end{cases}$$

(13.28)

ആൽക്കെയ്നുകളുടെ താപീയഅപഘടനം എന്നത് ഒരു സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ പ്രവർത്തനമാണ് എന്നാണ് കരുതപ്പെടുന്നത്. മണ്ണെണ്ണയിൽ നിന്നോ, പെട്രോളിൽ നിന്നോ ഓയിൽ ഗ്യാസോ പെട്രോൾ ഗ്യാസോ നിർമ്മിക്കുന്നതിൽ താപീയഅപഘടന തത്വം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്, 973K താപനിലയിൽ മണ്ണെണ്ണയുടെ ഒരു ഘടകമായ ഡോഡെക്കെയ്ൻ പ്ലാറ്റിനം, പലേഡിയം, നിക്കൽ ഇവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ ഹെപ്റ്റെയ്ൻ, പെന്റീൻ തുടങ്ങിയവയുടെ ഒരു മിശ്രിതം ലഭിക്കുന്നു.

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow[973K]{Pt/Pd/Ni} C_7H_{16} + C_5H_{10} + \text{മറ്റ്}$$

ഡോഡെക്കെയ്ൻ ഹെപ്റ്റെയ്ൻ പെന്റീൻ ഉത്പന്നങ്ങൾ

(13.29)

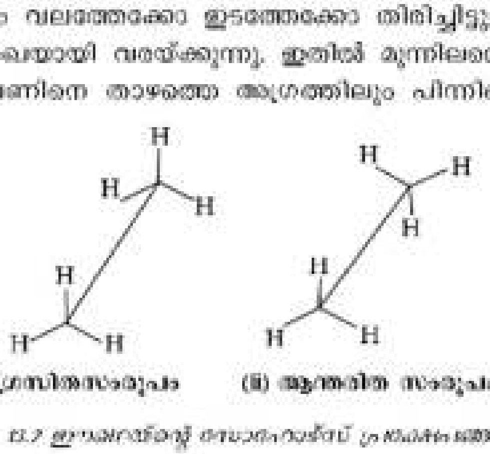
13.2.4 സംരൂപങ്ങൾ (Conformations)

ആൽക്കെയ്നുകളിലെ കാർബൺ-കാർബൺ സിഗ്മ (σ) ബന്ധനത്തിൽ മോളിക്കുലാർ ഓർബിറ്റലിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ വിതരണം കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ന്യൂക്ലിയസിനിടയിലുള്ള അക്ഷത്തെ (internucleaus axis) സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം സമലക്ഷണമുള്ളതാണ് (symmetrical) കാർബൺ-കാർബൺ അക്ഷത്തിലൂടെയുള്ള കറക്കം ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സമലക്ഷണതയ്ക്ക് തടസ്സമാകുന്നില്ല. എന്നാൽ ഇത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് ചുറ്റുമുള്ള പ്രതലത്തിൽ ആറ്റങ്ങളുടെ വിന്യാസത്തിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടാക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ കാർബൺ-കാർബൺ അക്ഷത്തിലൂടെയുള്ള കറക്കത്തിന്റെ ഫലമായി ലഭിക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് ചുറ്റുമുള്ള പ്രതലത്തിലുള്ള വ്യത്യസ്ത വിന്യാസം ഒന്നിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേക്ക് മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ വ്യത്യസ്ത വിന്യാസങ്ങളെ സംരൂപങ്ങൾ (conformers) അഥവാ റോട്ടാമെറുകൾ (rotamers) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധനത്തെ ആധാരമാക്കിയുള്ള കറക്കം ആൽക്കെയ്നുകൾക്ക് ധാരാളം സംരൂപങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെയൊക്കെയാണെങ്കിലും കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധനത്തിലൂടെയുള്ള കറക്കം അത്ര സ്വതന്ത്രമാണെന്ന് കരുതേണ്ടതില്ല. അടുത്തുള്ള ബന്ധനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള 1-20 KJ/mol ഊർജ്ജവിതാനത്തിലുള്ള വികർഷണബലം ഇതിന് തടസ്സം നിൽക്കുന്നുണ്ട്. ഇത്തരത്തിലുള്ള വികർഷണ ബലത്തെ ഗ്രസിത വിഭേദം (torsional strain) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

ഈഥെയ്ന്റെ സംരൂപങ്ങൾ : ഈഥെയ്നിൽ (C_2H_6) ഒരു കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധനവും, ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും മൂന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ വീതവും കാണപ്പെടുന്നു. ഈഥെയ്ന്റെ ബാൾ ആൻഡ് സ്റ്റിക്ക് മാതൃക പരിഗണിച്ചാൽ ഇതിൽ ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തെ നിശ്ചലമാക്കി നിർത്തിക്കൊണ്ട് അടുത്ത കാർബൺ ആറ്റത്തെ C-C ബന്ധനത്തിലൂടെ കറക്കിയാൽ അനേകം വിന്യാസങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. അതായത് ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തിലെ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി അടുത്ത കാർബൺ ആറ്റത്തിലെ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ പ്രതലത്തിലുള്ള വ്യത്യസ്ത വിന്യാസങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. ഈ വിന്യാസങ്ങളെ സംരൂപ സമാവയവികൾ (conformational isomers) അഥവാ സംരൂപങ്ങൾ (conformers) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇതിനാൽ ഈഥെയ്ന് അനേകം സംരൂപങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. എന്തിരുന്നാലും ഈഥെയ്ന് പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് സംരൂപങ്ങളാണുള്ളത്. ആദ്യത്തേതിൽ, കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ ബന്ധിപ്പിട്ടുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ വളരെ അടുത്ത്, ഒന്നിന് നേരെ പുറകിൽ മറ്റൊന്ന് ആയി കാണപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ അതിനെ ഗ്രസിത (eclipsed) സംരൂപം എന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ അടുത്തതിൽ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ കഴിയുന്നിടത്തോളം അകലെയായി കാണപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ആന്തരിത (staggered) സംരൂപം എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഈ രണ്ട് കൺഫർമേഷനുകൾക്കും ഇടയിൽ കാണപ്പെടുന്നതിനെ അവികസനീയ (skew) സംരൂപം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. എല്ലാ സംരൂപങ്ങളിലും ബന്ധന ദൈർഘ്യവും ബന്ധനകോണും ഒരേ പോലെയായിരിക്കുമെന്നത് ഓർത്തിരിക്കേണ്ടതാണ്. ഗ്രസിത ആന്തരിത സംരൂപങ്ങൾ സോഹോഴ്സ് (Sawhourse) ന്യൂമാൻ (Newman) പ്രക്ഷേപങ്ങൾ (Projections) ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിനിധീകരിക്കാവുന്നതാണ്.

1. സോഹോഴ്സ് പ്രക്ഷേപം (Sawhourse Projections)

ഈ പ്രക്ഷേപത്തിൽ തന്മാത്രയെ, തന്മാത്രാ അക്ഷത്തിലൂടെയാണ് വീക്ഷിക്കുന്നത്. ഇതിനായി കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധനത്തിനെ, മുകളിലത്തെ അഗ്രം അലിപം വലത്തേക്കോ ഇടത്തേക്കോ തിരിച്ചിട്ടുള്ള നേർരേഖയായി വരയ്ക്കുന്നു. ഇതിൽ മുന്നിലത്തെ കാർബണിനെ താഴത്തെ അഗ്രത്തിലും പിന്നിലെ



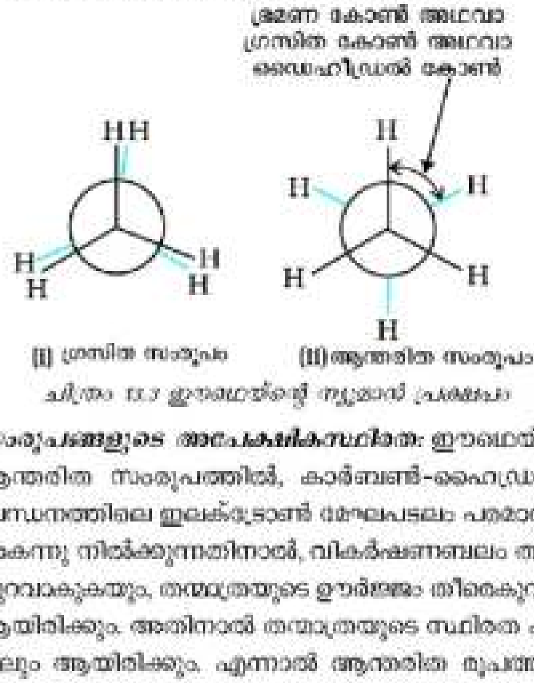
(i) ഗ്രസിതസംരൂപം (ii) ആന്തരിത സംരൂപം

ചിത്രം 13.2 ഈഥെയ്ന്റെ സോഹോഴ്സ് പ്രക്ഷേപങ്ങൾ

കാർബണിന്റെ മുകളിലത്തെ അഗ്രത്തിലും കാണിക്കുന്നു. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും 120° തിരിച്ച് മൂന്ന് രേഖകൾ വരയ്ക്കുന്നു. ഇത് മൂന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഈഥെയ്‌ന്റെ സോഹാഴ്സ് പ്രക്ഷേപങ്ങൾ ചിത്രം 13.2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

2. ന്യൂമാൻ പ്രക്ഷേപം (Newman projections)

ഈ പ്രക്ഷേപത്തിൽ തന്മാത്രയെ കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധനത്തിലൂടെ വീക്ഷിക്കുന്നു. ഇതിൽ കണ്ണിന് അടുത്തായിവരുന്ന കാർബണിനെ ഒരു ബിന്ദുവായും അതിൽ ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ 120° തിരിച്ച് മൂന്ന് രേഖകളായി വരയ്ക്കുന്നു. കണ്ണിൽനിന്നും ദൂരെ നിൽക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റത്തെ ഒരു വൃത്തം കൊണ്ട് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. അതിൽ ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള മൂന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ 120° തിരിച്ച് മൂന്ന് ചെറിയ രേഖകളുപയോഗിച്ച് വരയ്ക്കുന്നു. ഈഥെയ്‌ന്റെ ന്യൂമാൻ പ്രക്ഷേപം ചിത്രം 13.3ൽ കാണാം.



ചിത്രം 13.3 ഈഥെയ്‌ന്റെ ന്യൂമാൻ പ്രക്ഷേപം

സംരൂപങ്ങളുടെ ആപേക്ഷികസ്ഥിരത: ഈഥെയ്‌ന്റെ ആന്തരിത സംരൂപത്തിൽ, കാർബൺ-ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ മേഘപടലം പരമാവധി അകന്നു നിൽക്കുന്നതിനാൽ, വികർഷണബലം തീരെ കുറവാകുകയും, തന്മാത്രയുടെ ഊർജ്ജം തീരെകുറവും ആയിരിക്കും. അതിനാൽ തന്മാത്രയുടെ സ്ഥിരത കൂടുതലും ആയിരിക്കും. എന്നാൽ ആന്തരിത രൂപത്തിൽ നിന്നും ഗ്രസിത രൂപത്തിലേക്ക് വരുമ്പോൾ കാർബൺ-ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ മേഘപടലം വളരെ അടുത്തുവരുകയും വികർഷണ ബലം വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ തന്മാത്രയുടെ ഊർജ്ജം വർധിക്കുകയും സ്ഥിരത കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ ഇലക്ട്രോൺ പടലങ്ങളുടെ വികർഷണ ബലം സംരൂപങ്ങളുടെ സ്ഥിരതയെ സ്വാധീനിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതിനെ ഗ്രസിതവിഭേദം (torsional strain) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഗ്രസിതവിഭേദമുല്യത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകമാണ് കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധനത്തിലൂടെയുള്ള ചുറ്റിതിരിയലിന്റെ കോണളവ്. ഈ കോണളവിനെ ഡൈഹീഡ്രൽ കോൺ (dihedral angle) അഥവാ ഗ്രസിത കോൺ (Torsional angle) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഈഥെയ്‌ന്റെ പ്രക്ഷേപണങ്ങളിൽ ആന്തരിത രൂപത്തിന് ഏറ്റവും കുറവ് ഗ്രസിതവിഭേദവും ഗ്രസിത രൂപത്തിന് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഗ്രസിതവിഭേദവുമായിരിക്കും. ഇതിനാൽ ഇഥെയ്നിൽ കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധനത്തിലൂടെയുള്ള കറക്കം അത്രകണ്ട് സ്വതന്ത്രമല്ല എന്ന അനുമാനത്തിൽ എത്താൻ കഴിയും. രണ്ട് പ്രധാന സംരൂപങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഊർജ്ജ വ്യത്യാസം 12.5 kJ mol^{-1} മാത്രമാണ്. അതിനാൽ സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ താപോർജ്ജമായോ, പരസ്പരമുള്ള കൂട്ടിമുട്ടലുമൂലമുള്ള ഗതികോർജ്ജമായോ ഇത് സ്വീകരിക്കുകയോ പുറത്തേക്ക് വിടുകയോ ചെയ്ത് ഒരു രൂപത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു രൂപത്തിലേക്ക് മാറുന്നു. അതിനാൽ ഈഥെയ്‌ന്റെ സംരൂപ സമാവയവികളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുക സാധ്യമല്ല.

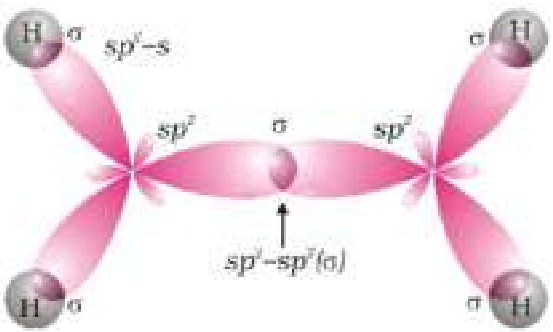
13.3 ആൽക്കീനുകൾ (Alkenes)

കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനമുള്ള അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളാണ് ആൽക്കീനുകൾ. ആൽക്കീനുകളിൽ ഏതെങ്കിലും രണ്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിൽ ദ്വിബന്ധനമുള്ളതിനാൽ, ആൽക്കീനുകൾക്ക് ആൽക്കെയ്നുകളെ അപേക്ഷിച്ച് രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ കുറവാണുള്ളത്. അതിനാൽ ആൽക്കീനുകളുടെ പൊതുവായ സൂത്രവാക്യം C_nH_{2n} എന്നാണ്. ആൽക്കീനുകളിലെ ആദ്യ അംഗമായ ഈഥീൻ അഥവാ എഥിലീൻ ക്ലോറിനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് എണ്ണപോലുള്ള ഒരു ദ്രാവകമുണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ ആൽക്കീനുകളെ ഒലിഫീനുകൾ (olefins) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഒലിഫീൻ എന്ന വാക്കിനർത്ഥം എണ്ണ രൂപപ്പെടുന്നത് (oil forming) എന്നാണ്.

13.3.1 ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ ഘടന

ആൽക്കീനുകളിലെ കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനത്തിൽ, ബന്ധന എൻഥാൽപി ഏകദേശം 397 kJ mol^{-1}) ആയിട്ടുള്ള ഒരു ദൃഢ സിഗ്മ (σ) ബന്ധനവും, ബന്ധന എൻഥാൽപി ഏകദേശം 284 kJ mol^{-1} ആയിട്ടുള്ള ഒരു ദുർബല പൈ (π) ബന്ധനവുമാണുള്ളത്. ഇതിൽ സിഗ്മ (σ) ബന്ധനം ഉണ്ടായത് രണ്ടു കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലെ ഓരോ sp^2 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകൾ തമ്മിൽ അന്തർ ന്യൂക്ലിയാർ അക്ഷത്തിലൂടെയുള്ള അതി വ്യാപനത്തിന്റെ (overlapping) ഫലമായാണ്. എന്നാൽ പൈ (π) ബന്ധനമുണ്ടായത് ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലെയും ഓരോ 2p ഓർബിറ്റലുകളുടെ വശങ്ങളിലൂടെയുള്ള അതിവ്യാ

പന ഫലമായിട്ടാണ്. ഈ പൈ (π) ബന്ധനത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം ആൽക്കീനുകളെ ദൃഢമായി ബന്ധിച്ചിട്ടില്ലാത്ത ചലനാത്മക ഇലക്ട്രോണുകളുടെ കേന്ദ്രമായി മാറ്റുന്നു. അതിനാൽ ആൽക്കീനുകൾ ഇലക്ട്രോണുകളോട് ആകർഷണമുള്ള അഭികർമ്മകങ്ങളുമായി (Reagent) പെട്ടെന്നുള്ള പ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഇത്തരം അഭികർമ്മകങ്ങളെ ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി അഭികർമ്മകങ്ങൾ (Electrophilic reagents) എന്ന് പറയുന്നു. ഈ പൈ (π) ബന്ധനങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം ആൽക്കീനെ, ആൽക്കെയ്നുകളേക്കാൾ അസ്ഥിരമായ സംയുക്തങ്ങളാക്കി മാറ്റുന്നു. അതിനാൽ ആൽക്കീനുകൾ വളരെ വേഗം ഇലക്ട്രോൺ പ്രിയ അഭികർമ്മകങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഏക ബന്ധന സംയുക്തങ്ങളായിമാറുന്നു. ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ ദൃഢത (ബന്ധന എൻഥാൽപി, 681 $kJ\ mol^{-1}$) ഈഥെയ്നിലെ കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധനത്തിന്റെ ദൃഢത (ബന്ധന എൻഥാൽപി, 348 $kJ\ mol^{-1}$) യേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധന ദൈർഘ്യം (134pm), കാർബൺ-കാർബൺ ഏകബന്ധന ദൈർഘ്യ (154pm) ത്തേക്കാൾ കുറവാണ്. ഈഥീൻ തന്മാത്രയുടെ ഓർബിറ്റൽ രേഖാചിത്രം, ചിത്രങ്ങൾ 13.4, 13.5 എന്നിവയിൽ കാണും പ്രകാരമാണ്.

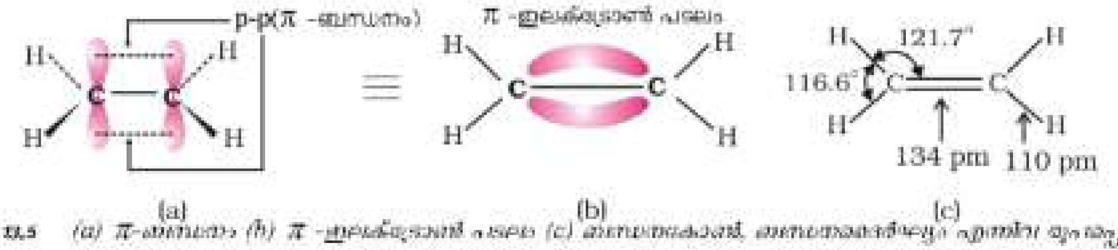


ചിത്രം 13.4: ഈഥീനിലെ ബന്ധനം വിശദമാക്കുന്ന ഓർബിറ്റൽ ചിത്രം.

13.3.2 നാമകരണം

ആൽക്കീനുകളുടെ IUPAC നാമകരണത്തിന് ദ്വിബന്ധമുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഏറ്റവും വലിയ ശൃംഖല പരിഗണിക്കുന്നു. ഇതിൽ ദ്വിബന്ധനം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് ഏറ്റവും ചെറിയ സംഖ്യ കിട്ടത്തക്കതരത്തിൽ, കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്കു സ്ഥാനസംഖ്യകൾ നൽകുന്നു. കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിന് അനുസൃതമായ ആൽക്കെയ്ന്റെ നാമത്തിൽ നിന്ന് 'എയ്ൻ' മാറ്റി ആ സ്ഥാനത്ത് 'ഈൻ' എന്ന് കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നു. ആൽക്കീനുകളുടെ പൊതുവായ സൂത്രവാക്യം C_nH_{2n} എന്നാണ് ഇതിൽ n=1 എന്ന് നൽകിയാൽ ഈ ശ്രേണിയിലെ ഒന്നാമത്തെ അംഗം CH_2 (methene) എന്നു കിട്ടുന്നു. ഈ സംയുക്തത്തിന് താത്ക്കാലിക സ്ഥിരത മാത്രമാണുള്ളത്. അതിനാൽ ഈ ശ്രേണിയിൽ സ്ഥിരതയുള്ള ഒന്നാമത്തെ സംയുക്തമായ C_2H_4 നെ എഥിലീൻ (ethylene) അഥവാ ഈഥീൻ (ethene) എന്നാണ് നാമകരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. ആൽക്കീൻ ശ്രേണിയിലുള്ള ചില അംഗങ്ങളുടെ IUPAC നാമം ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

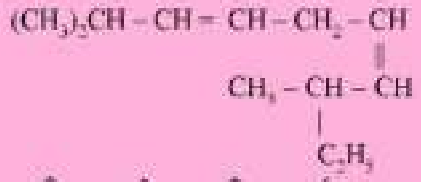
ഘടന	IUPAC നാമം
$CH_3-CH=CH_2$	പ്രൊപ്പീൻ
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	ബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ
$CH_3-CH=CH-CH_3$	ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ
$CH_2=CH-CH=CH_2$	ബ്യൂട്ട-1,3-ഡൈഈൻ
$CH_2=C(CH_3)-CH_3$	2-മീഥൈൽ പ്രൊപ്-1-ഈൻ
$CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_3$	3-മീഥൈൽ ബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ



ചിത്രം 13.5 (a) π-ബന്ധനം (b) π -ഇലക്ട്രോൺ പടലം (c) ബന്ധനകോൺ, ബന്ധനദൈർഘ്യം എന്നിവ വ്യക്തമാക്കുന്ന ചിത്രം.

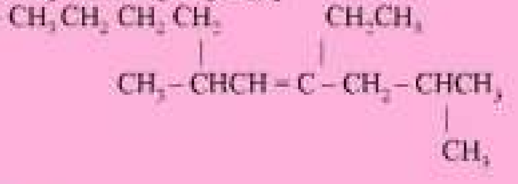
ചോദ്യം 13.7

തന്നിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക.

(i) 

(ii)

(iii) $CH_2 = C(CH_2CH_2CH_3)_2$

(iv) 

ഉത്തരം

(i) 2,8-ഡൈമീഥൈൽഡെക്കാ -3,6-ഡൈഈൻ

(ii) ഒക്ടാ -1,3,5,7-ടെട്രാഈൻ

(iii) 2-n-പ്രൊപ്പൈൽപെന്റ്-1-ഈൻ

(iv) 4-ഈഥൈൽ-2,6-ഡൈമീഥൈൽ-ഡെക്-4-ഈൻ

ചോദ്യം 13.8

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന (i) മുതൽ (iv) വരെ ഘടനകളിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആകെ സിഗ്മാ (sigma σ) ബന്ധനങ്ങളുടെയും പൈ (π) ബന്ധനങ്ങളുടെയും എണ്ണം കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

σ ബന്ധനങ്ങൾ : 33, π ബന്ധനങ്ങൾ : 2

σ ബന്ധനങ്ങൾ : 17, π ബന്ധനങ്ങൾ : 4

σ ബന്ധനങ്ങൾ : 23, π ബന്ധനങ്ങൾ : 1

σ ബന്ധനങ്ങൾ : 41, π ബന്ധനങ്ങൾ : 1

13.3.3 സമാവയവത (Isomerism)

ആൽക്കീനുകൾ പൊതുവെ രണ്ട് തരത്തിലുള്ള ഐസോമെറിസങ്ങളാണ് പ്രകടിപ്പിക്കുന്നത്. ഘടനാ ഐസോമെറിസവും, ജ്യാമിതീയ ഐസോമെറിസവും

ഘടനാ സമാവയവത - ആൽക്കീനുകളായ ഈഥീൻ (C_2H_4) പ്രൊപ്പീൻ (C_3H_6) എന്നിവയ്ക്ക് ഒരു ഘടന മാത്രമാണുള്ളത്. എന്നാൽ പ്രൊപ്പീനെക്കാൾ ഉയർന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ആൽക്കീനുകൾക്ക് വ്യത്യസ്ത ഘടനകൾ സാധ്യമാണ്. ഉദാഹരണമായി C_4H_8 എന്ന തന്മാത്രാസൂത്രമുള്ള ആൽക്കീന് മൂന്ന് ഘടനയാണ് ഉള്ളത്.

I. $\overset{1}{C}H_2 = \overset{2}{C}H - \overset{3}{C}H_2 - \overset{4}{C}H_3$

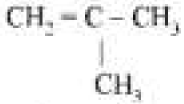
ബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ

(C_4H_8)

II. $\overset{1}{C}H_3 - \overset{2}{C}H = \overset{3}{C}H - \overset{4}{C}H_3$

ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ

(C_4H_8)

III. 

2-മീഥൈൽ പ്രൊപ്പ്-1-ഈൻ

(C_4H_8)

ഇതിൽ ഘടനകൾ (I), (III) എന്നിവയും (II), (III) എന്നിവയും **ശൃംഖലാ സമാവയവികൾ** (chain isomerism)ക്ക് ഉദാഹരണമാണെങ്കിൽ ഘടന (I) ഉം (II) ഉം **സ്ഥാനസമാവയവികൾക്ക്** (position isomerism) ഉദാഹരണമാണ്.

ചോദ്യം 13.9

C_5H_{10} എന്ന തന്മാത്രവാക്യമുള്ള ആൽക്കീന് സാധ്യമായ എല്ലാ ഘടനാ സമാവയവികളുടെയും ഘടന വരച്ച് IUPAC നാമം എഴുതുക.

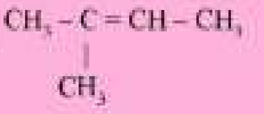
ഉത്തരം

(a) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$

പെന്റ് -1-ഈൻ

(b) $CH_3 - CH{=}CH - CH_2 - CH_3$

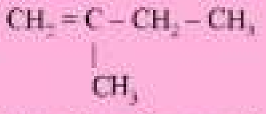
പെന്റ് -2-ഈൻ

(c) 

2-മീഥൈൽബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ

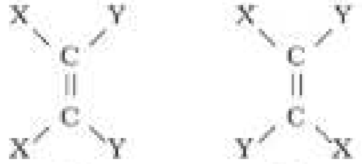
(d)

3-മീഥൈൽബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ)

(e) 

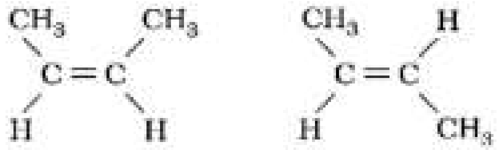
2-മീഥൈൽബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ

ജ്യാമിതീയ സമാവയവത (Geometrical isomerism):
ദ്വിബന്ധനമുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്ക് അവയുടെ മറ്റ് രണ്ട് സംയോജകതകൾ രണ്ട് ആറ്റങ്ങളുമായോ ഗ്രൂപ്പുകളുമായോ ചേർന്ന് പൂർത്തിയാക്കേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങനെയുള്ള ഓരോ കാർബൺ ആറ്റവും വ്യത്യസ്ത രണ്ട് ആറ്റങ്ങളുമായോ ഗ്രൂപ്പുകളുമായോ ചേർന്ന് നിൽക്കുകയാണെങ്കിൽ, അവയെ ഇങ്ങനെ പ്രതിനിധീകരിക്കാം. YX C = C XY ഇതിന്റെ രണ്ട് സാധ്യമായ വിന്യാസങ്ങൾ ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നവയാണ്.



(a) (b)

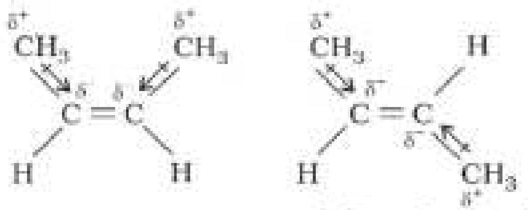
ഇതിൽ (a) യിൽ ഒരേ ഇനം ആറ്റങ്ങൾ/ഗ്രൂപ്പുകൾ ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ ഒരേവശത്തും, എന്നാൽ (b) യിൽ ഒരേ ഇനം ആറ്റങ്ങൾ/ഗ്രൂപ്പുകൾ ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ എതിർവശങ്ങളിലുമായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. അതായത് ആറ്റങ്ങളുടെയും ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും ക്രമീകരണത്തിലുള്ള വ്യത്യാസം, വ്യത്യസ്ത ജ്യാമിതികൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അതിനാൽ അവ ത്രിവിമ സമാവയവികൾ (stereoisomers) ആണ്. ഇവയെ കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനത്തിലൂടെ (C=C) ഭ്രമണം ചെയ്യിച്ചാൽ ഒരേതരത്തിലുള്ള ജ്യാമിതി ലഭിക്കുമെങ്കിലും, ഇത്തരം ഭ്രമണം അത്ര സാധ്യമല്ല, നിയന്ത്രിതമാണ്. ഇത് മനസ്സിലാക്കാൻ രണ്ട് കാർഡ് ബോർഡുകളെ രണ്ട് ആണികൾ കൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ട് ഒരു കാർഡ് ബോർഡിൽ പിടിച്ചുകൊണ്ട് അടുത്തതിനെ ഭ്രമണം ചെയ്യിപ്പിക്കാൻ ശ്രമിക്കുക. അത് സാധ്യമാകുമോ? സാധ്യമാകില്ല കാരണം രണ്ട് ആണികൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ബന്ധനമാണ്. അതിനാൽ കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധനത്തിലൂടെയുള്ള ഭ്രമണം, ദ്വിബന്ധനമോ, വലയാകൃതി കൈവരിക്കുന്നതിലൂടെയോ തടസ്സപ്പെടുന്നുവെങ്കിൽ ഒരു തന്മാത്രയ്ക്ക് വ്യത്യസ്ത ജ്യാമിതികൾ നൽകുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള **ത്രിവിമസമാവയവി**കളെ (stereoisomers) **ജ്യാമിതീയ സമാവയവികൾ** (geometrical isomers) എന്നു പറയുന്നു. (a) എന്ന ഘടനയിലേതുപോലെ ഒരേതരത്തിലുള്ള ആറ്റങ്ങളോ ഗ്രൂപ്പുകളോ ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ ഒരു വശത്തു തന്നെ വരികയാണെങ്കിൽ അതിനെ **സിസ് സമാവയവി** (cis isomer) എന്നും, ഘടന (b) യിലേതുപോലെ ഒരേതരത്തിലുള്ള ആറ്റങ്ങളോ ഗ്രൂപ്പുകളോ ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ എതിർ വശങ്ങളിൽ വരികയാണെങ്കിൽ അതിനെ **ട്രാൻസ് സമാവയവി** (Trans isomer) എന്നുംവിളിക്കുന്നു. സിസ്, ട്രാൻസ് സമാവയവികൾക്ക് ഒരേ ഘടനയാണ് ഉള്ളതെങ്കിലും, ത്രിമാനതലത്തിലുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെയും ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും ക്രമീകരണം (configuration) വ്യത്യസ്തമാണ്. ഈ വ്യത്യാസം സമാവയവികൾക്ക് വ്യത്യസ്ത ദ്രവണാങ്കം, തിളനില, ദ്വിധ്രുവ ആഘൂർണം (ഡൈപോൾമൊമന്റ്) ലേയത്വം തുടങ്ങിയവ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ തന്മാത്രയുടെ ജ്യാമിതീയ അഥവാ സിസ്, ട്രാൻസ് സമാവയവികളെ താഴെപറയുന്ന രീതിയിൽ പ്രതിനിധീകരിക്കാം.



(സിസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ) [b.p.277 K]

(ട്രാൻസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ) [b.p.274 K]

ആൽക്കീനുകളുടെ സിസ് (cis) സമാവയവി ട്രാൻസ് (trans) സമാവയവികളേക്കാൾ കൂടുതൽ ധ്രുവീയ (polar) മാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് സിസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ ന്റെ ദ്വിധ്രുവ ആഘൂർണം *(Diplemoment) 0.33 D* ആണ് എങ്കിൽ ട്രാൻസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈ ന്റെ ദ്വിധ്രുവ ആഘൂർണം ഏകദേശം പൂജ്യമാണ്. അതായത് ട്രാൻസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ ധ്രുവീയമല്ല (non-polar) ട്രാൻസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈന്റെ ഘടന വരയ്ക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും. $-CH_3$ ഗ്രൂപ്പുകൾ എതിർദിശകളിൽ വരുന്നതിനാൽ $C-CH_3$ ബന്ധനങ്ങളുടെ ദ്വിധ്രുവ ആഘൂർണം പരസ്പരം നിർവീര്യമാക്കപ്പെടുകയും ട്രാൻസ് സമാവയവി ധ്രുവീയമല്ലാതാകുകയും ചെയ്യുന്നു.



സിസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ (μ = 0.33D)

ട്രാൻസ്-ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ (μ = 0)

എന്നിരുന്നാലും ഖരാവസ്ഥയിൽ ട്രാൻസ് സമാവയവിക്ക് സിസ് സമാവയവിയേക്കാൾ ദ്രവണാങ്കം കൂടുതലായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നത്.

XYC = CXZ, XYC = CZW എന്നീ തന്മാത്രാഘടനയുള്ള ആൽക്കീനുകളും ജ്യാമിതീയ അഥവാ സിസ്-ട്രാൻസ് സമാവയവത പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു.

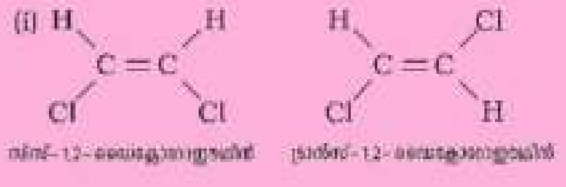
ചോദ്യം 13.10

തന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ അവയുടെ സിസ് ട്രാൻസ് സമാവയവികൾ വരച്ച് അവയുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക.

(i) $CHCl=CHCl$

(ii) $C_2H_5CCH_3=CCH_3C_2H_5$

ഉത്തരം



ചോദ്യം 13.11

തന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളിൽ ഏതെല്ലാമാണ് സിസ്-ട്രാൻസ് സമാവയവത കാണിക്കുന്നത്.

(i) $(CH_3)_2C=CH-C_2H_5$

(ii) $CH_2=CBr_2$

(iii) $C_6H_5CH=CH-CH_3$

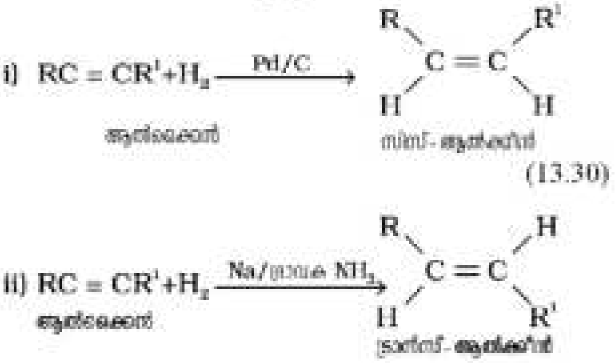
(iv) $CH_3CH=CCl\,CH_3$

ഉത്തരം

ഘടന (iii) ഉം (iv) സിസ്-ട്രാൻസ് സമാവയവത കാണിക്കുന്നു. (i),(ii) എന്നീ ഘടനകളിൽ ഒരേതരത്തിലുള്ള രണ്ട് ഗ്രൂപ്പുകൾ ദ്വിബന്ധമുള്ള ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

13.3.4 ആൽക്കീനുകളുടെ നിർമ്മാണം

1. ***ആൽക്കൈനുകളിൽ നിന്ന് :*** സൾഫർ സംയുക്തങ്ങൾ അല്ലെങ്കിൽ ക്വിനോലിൻ മന്ദീകാരികൾ ഉപയോഗിച്ച് ഭാഗികമായി നിർവീര്യമാക്കിയ പല്ലേഡീകരിച്ച ചാർക്കോൾ ഉപയോഗിച്ച് ആൽക്കൈനുകളെ ഭാഗികമായി നിരോക്സീകരിക്കുമ്പോൾ ആൽക്കീനുകൾ ലഭിക്കുന്നു. ഭാഗികമായി നിർവീര്യമാക്കപ്പെട്ട പല്ലേഡീകരിച്ച ചാർക്കോൾ *ലിൻഡ്‌ലർ* ഉൽപ്രേരകം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ലഭിക്കുന്ന ആൽക്കീനുകൾക്ക് സിസ്-ജ്യാമിതിയാണുള്ളത്. എന്നാൽ ആൽക്കൈനുകളെ സോഡിയം അടങ്ങിയ ദ്രാവക അമോണിയ ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിച്ചാൽ ട്രാൻസ് ആൽക്കീൻ സമാവയവികൾ ലഭിക്കുന്നു.



(13.30)

(13.31)

iii) $CH\equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pd/C} CH_2=CH_2$ (13.32)

ഈഥൈൻ ഈഥീൻ

iv) $CH_3-C\equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pd/C} CH_3-CH=CH_2$

പ്രൊപൈൻ പ്രൊപ്പീൻ

(13.33)

ഇത്തരത്തിൽ ലഭിച്ച പ്രൊപ്പീൻ ജ്യാമിതീയ സമാവയവത കാണിക്കുമോ? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരത്തെ സാധൂകരിക്കുക.

2. ***ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകളിൽ നിന്ന് :*** ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകളെ ആൽക്കഹോളിക് പൊട്ടാഷുമായി (എഥനോളിൽ ലയിപ്പിച്ച പൊട്ടാസ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്) ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാൽ, ഒരു തന്മാത്ര ഹാലജൻ ആസിഡ് നഷ്ടപ്പെട്ട് ആൽക്കീനുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ **നിർഹൈഡ്രോഹാലോജനീകരണം** എന്നു പറയുന്നു. ഇവിടെ β കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനാൽ, ഈ പ്രവർത്തനം ഒരു β - **വിലോപന പ്രതിപ്രവർത്തന** (β elimination reaction) ത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. (ഹാലജൻ ആറ്റം ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ ആറ്റത്തിന് തൊട്ടടുത്ത കാർബൺ ആറ്റമാണ് β കാർബൺ)

(X = Cl, Br, I) (13.34)

ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും, ഹാലജൻ ആറ്റങ്ങളുടെയും സ്വഭാവം ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ നിരക്കിനെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ നിരക്കിന്റെ ക്രമം ഹാലോജനുകളിൽ അയഡിൻ> ബ്രോമിൻ> ക്ലോറിൻ ആകുമ്പോൾ ആൽക്കൈൽ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ ഈ ക്രമം ത്രിതീയം (tertiary) > ദ്വിതീയം (secondary) > പ്രാഥമികം (primary) എന്ന രീതിയിലുമാണ്.

3. ***സമീപസ്ഥ ഡൈഹാലൈഡുകളിൽ നിന്ന് (From vicinal dihalides)***: അടുത്തടുത്ത് വരുന്ന രണ്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ രണ്ട് ഹാലജൻ ആറ്റങ്ങൾ ബന്ധിച്ചിരുന്നാൽ അത്തരം ഡൈ ഹാലൈഡുകളെ വിസിനൽ ഡൈഹാലൈഡ് (vicinal dihalide) എന്നു പറയുന്നു. സിങ്ക് ലോഹവുമായി വിസിനൽ ഡൈഹാലൈഡുകൾ പ്രവർത്തിച്ച് ZnX_2 ഉം ആൽക്കീനുകളും ലഭിക്കുന്നു. ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തെ **നിർഹാലോജനീകരണം** എന്നു പറയുന്നു.

$$CH_2Br-CH_2Br+Zn \longrightarrow CH_2=CH_2+ZnBr_2 \qquad (13.35)$$

$$CH_3CHBr-CH_2Br+Zn \longrightarrow CH_3CH=CH_2+ZnBr_2 \qquad (13.36)$$

4. ***ആൽക്കഹോളുകളുടെ അമ്ലീയ നിർജലീകരണം (From alcohols by acidic dehydration)***: ആൽക്കഹോളുകൾ ആൽക്കെയ്നിന്റെ ഹൈഡ്രോക്സി വ്യുൽപ്പന്നങ്ങളാണെന്ന് വ്യത്യസ്ത ഹോമലോഗസ് ശ്രേണികളുടെ നാമകരണത്തിൽ, (യൂണിറ്റ് 12) പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ആൽക്കഹോളുകളെ ഇവിടെ R-OH എന്ന് പ്രതിനിധീകരിക്കാം, ഇവിടെ $R = C_nH_{2n+1}$ ആണ്. ആൽക്കഹോളുകളെ ഗാഢസൾഫ്യൂരിക്കാസിഡുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാൽ ഒരു ജലതന്മാത്ര നഷ്ടപ്പെട്ട് ആൽക്കീനുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ആൽക്കഹോൾ തന്മാത്രയിൽ നിന്ന് ജലതന്മാത്ര നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനാൽ, ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തെ ആൽക്കഹോളുകളുടെ അമ്ലീയ നിർജലീകരണം (acidic dehydration of alcohols) എന്ന് പറയുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ –OH ഗ്രൂപ്പ് β–കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനാൽ, ഇത് β – വിലോപന (β– elimination) പ്രതി പ്രവർത്തനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്.

$$\begin{array}{c} H \quad H \\ |_{\beta} \quad |_{\alpha} \\ H-C-C-H \\ | \quad\;\; | \\ H \quad OH \\ \text{എഥനോൾ} \end{array} \xrightarrow[\Delta]{\text{ഗാഢ } H_2SO_4} \underset{\text{ഈഥീൻ}}{CH_2=CH_2} + H_2O \qquad (13.37)$$

13.3.5 ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

സമാവയവത, ധ്രുവീയ സ്വഭാവം എന്നിവയിലെ വ്യതിയാനം ഒഴികെ മറ്റ് ഭൗതിക ഗുണങ്ങളിൽ ആൽക്കീനുകൾ ആൽക്കെയ്നുകളുമായി സാദൃശ്യം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ആൽക്കീൻ ശ്രേണിയിലെ ആദ്യ മൂന്ന് സംയുക്തങ്ങൾ വാതകങ്ങളും, അടുത്ത പതിനാല് സംയുക്തങ്ങൾ ദ്രാവകങ്ങളും മറ്റ് സംയുക്തങ്ങൾ എല്ലാം തന്നെ ഖരാവസ്ഥയിലുമാണ്. ഈഥീൻ നിറമില്ലാത്തതും നേരിയ സുഗന്ധമുള്ളതും ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തതും എന്നാൽ അധ്രുവീയ ലായകങ്ങളായ ബെൻസീൻ തുടങ്ങിയവയിൽ ലയിക്കുന്നതുമായ വാതകമാണ്. തന്മാത്രകളുടെ വലിപ്പം കൂടുന്നതിന് അനുസരിച്ച് തിളനില കൂടുന്നു. കൂടിച്ചേരുന്ന ഓരോ $-CH_2$ ഗ്രൂപ്പും തിളനില 20K മുതൽ 30 K വരെ വർദ്ധിക്കുന്നു. ആൽക്കെയ്നുകളെപ്പോലെ, നേർശൃംഖല ആൽക്കീനുകൾക്ക് അവയുടെ സമാവയവികളായ ശാഖിത ശൃംഖലാ സംയുക്തങ്ങളേക്കാൾ ഉയർന്ന തിളനിലയാണ് ഉള്ളത്.

രാസഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ആൽക്കീനുകൾ ദൃഢമായി ബന്ധിച്ചിട്ടില്ലാത്ത പൈ (π) ഇലക്ട്രോണുകളുടെ പ്രധാന ഉറവിടങ്ങളാണ്. അതിനാൽ അവ ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. അതായത് ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹികൾ കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനത്തിലേക്ക് സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെട്ട് സങ്കലന ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ചില അഭികർമ്മങ്ങൾ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ ക്രിയാവിധി വഴി സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെടുന്നുണ്ട്. ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ആൽക്കീനുകൾ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ആൽക്കീനുകളുടെ മറ്റു പ്രധാനപ്പെട്ട രാസപ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ഓക്സീകരണവും, ഓസോൺ അപഘടനവും (ozonolysis). ആൽക്കീനുകളുടെ രാസപ്രവർത്തനത്തെക്കുറിച്ച് ഒരു ലഘുവായ വിവരണം ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

1. ***ഡൈഹൈഡ്രജൻ സങ്കലനം (addition of dihydrogen):*** സൂക്ഷ്മമായി പൊടിച്ച നിക്കൽ, പലേഡിയം, അഥവാ പ്ലാറ്റിനം ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ആൽക്കീനുകളിലേക്ക് ഒരു ഡൈ

ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ ആൽക്കെയ്നുകൾ ലഭിക്കുന്നു. (വിഭാഗം 13.2.2)

2. ***ഹാലൊജൻ സങ്കലനം (Addition of halogens):*** ബ്രോമിൻ, ക്ലോറിൻ തുടങ്ങിയ ഹാലൊജനുകൾ, ആൽക്കീനുകളോട് സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെട്ട് സമീപസ്ഥഡൈഹാലൈഡുകൾ (vicinal dihalides) ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ സാധാരണ സാഹചര്യത്തിൽ അയോഡിൻ സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുന്നില്ല. അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡിലുള്ള ബ്രോമിൻ ലായനിയുടെ ബ്രൗൺ നിറം ഇല്ലാതാക്കുന്നത് ബ്രോമിൻ സങ്കലനം മൂലമാണ്. അതിനാൽ ഈ രാസപ്രവർത്തനം അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ തിരിച്ചറിയാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ആൽക്കീനുകളിലേക്കുള്ള ഹാലൊജൻ സങ്കലനം ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനമാണ്. വലയ ഹാലോണിയം അയോൺ ഉണ്ടാകുന്ന ഇത്തരത്തിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ നമുക്ക് ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ പഠിക്കാം.

(i) $$\underset{\text{ഈഥീൻ}}{CH_2=CH_2} + Br-Br \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{1,2-ഡൈക്ലോറോപ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{\underset{|\quad\;\;|}{CH_2-CH_2} \atop {Br\quad Br}} \qquad (13.38)$$

(ii) $$\underset{\text{പ്രൊപ്പീൻ}}{CH_3-CH=CH_2} + Cl-Cl \longrightarrow \underset{\text{1,2-ഡൈക്ലോറോപ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{CH_3-\underset{Cl}{\underset{|}{CH}}-\underset{Cl}{\underset{|}{CH_2}}} \qquad (13.39)$$

3. ***ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡ് സങ്കലനം (Addition of hydrogen halides):*** ആൽക്കീനുകളുമായി ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡുകൾ (HCl, HBr, HI) സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെട്ടാൽ ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ ലഭിക്കുന്നു. ഈ ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡുകളുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമതയുടെ ക്രമം, HI > HBr > HCl എന്നാണ്. ഹാലൊജൻ സങ്കലനം പോലെ ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡ് സങ്കലനവും ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി സങ്കലന പ്രവർത്തനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. സമലക്ഷണം ഉള്ളതും, ഇല്ലാത്തതുമായ ആൽക്കീനുകളിലേക്കുള്ള HBr ന്റെ സങ്കലനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നമുക്ക് ഇത് വ്യക്തമാക്കാം.

സമമിതിയുള്ള ആൽക്കീനുകളുമായുള്ള HBr സങ്കലന പ്രവർത്തനം *(Addition reaction of HBr to symmetrical alkenes)*

HBr ന്റെ സമലക്ഷണ ആൽക്കീനുകളിലേക്കുള്ള (ദ്വിബന്ധത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിട്ടുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലേക്ക് ഒരേ തരത്തിലുള്ള ഗ്രൂപ്പുകൾ ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ആൽക്കീനുകൾ) സങ്കലനം സാധ്യമാകുന്നത് ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി സങ്കലന ക്രിയാവിധി വഴിയാണ്

$$CH_2=CH_2 + H-Br \longrightarrow CH_3-CH_2-Br \qquad (13.40)$$

$$CH_3-CH=CH-CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{Br}{\underset{|}{C}}HCH_3 \qquad (13.41)$$

സമമിതിയില്ലാത്ത ആൽക്കീനുകളുമായുള്ള HBr സങ്കലന പ്രവർത്തനം (മാർക്കോനിക്കോവ് നിയമം) *Addition reaction of HBr to unsymmetrical alkenes (Markovnikov Rule)*

എങ്ങനെയാണ് പ്രൊപ്പീനിലേക്ക് HBr സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്? അതിൽ സാധ്യതയുള്ള രണ്ട് ഉല്പന്നങ്ങളാണ് I ഉം II ഉം

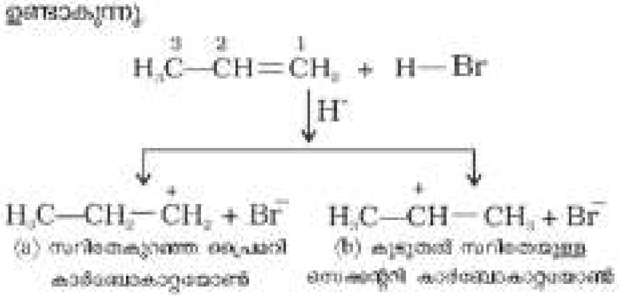
$$CH_3-CH=CH_2 + H-Br \longrightarrow \begin{cases} \text{I} \quad CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \quad \text{2-ബ്രോമോപ്രൊപ്പെയ്ൻ} \\ \text{II} \quad CH_3-CH_2-CH_2-Br \quad \text{1-ബ്രോമോപ്രൊപ്പെയ്ൻ} \end{cases} \qquad (13.42)$$

ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ച് 1869ൽ റഷ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ മാർക്കോനിക്കോവ് (Markovnikov) വിശദമായി പഠിച്ച് ഒരു പൊതു ധാരണയിലേക്ക് എത്തിച്ചേരുകയും, അത് പിന്നീട് മാർക്കോനിക്കോവ് നിയമം എന്ന് അറിയപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ഈ നിയമപ്രകാരം കൂട്ടി ചേർക്കുന്ന തന്മാത്രയുടെ (addendum) നെഗറ്റീവ് ഭാഗം, ആൽക്കീനുകളിൽ ദ്വിബന്ധമുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ ഏറ്റവും കുറവ് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റമുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തിലേക്ക് കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ഇവിടെ ഈ നിയമപ്രകാരം പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന പ്രധാന ഉത്പന്നം I ആണ്. (2-ബ്രോമോപ്രൊപ്പെയ്ൻ). മാർക്കോനിക്കോവ് നിയമം ഒരു രാസപ്രവർത്തനക്രിയാവിധി വഴി കൂടുതൽ വ്യക്തമാക്കാം.

ക്രിയാവിധി

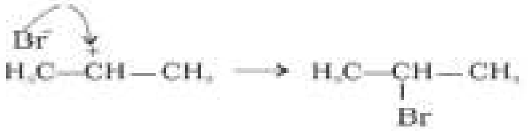
ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹിയായ H^+ ദ്വിബന്ധനവുമായി പ്രവർ

ത്തിച്ച് ചുവടെ കാണുന്ന കാർബോകാറ്റയോണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.



(i) ദ്വിതീയ കാർബോകാറ്റയോൺ (b) പ്രാഥമിക കാർബോകാറ്റയോൺ (a) -യേക്കാൾ കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളതിനാൽ ദ്വിതീയ കാർബോകാറ്റയോൺ (b) വളരെ ഉയർന്ന നിരക്കിൽ ലഭിക്കുന്നു.

(ii) Br^- അയോൺ കാർബോകാറ്റയോണു (b) മായി പ്രവർത്തിച്ച് താഴെ തന്നിട്ടുള്ള ഉൽപ്പന്നം ലഭിക്കുന്നു.



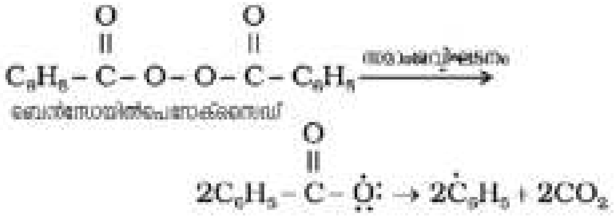
2-ബ്രോമോപ്രൊപെയ്ൻ
(പ്രധാന ഉൽപ്പന്നം)

'വിപരീത മാർക്കോവ്നിക്കോവ്' സങ്കലനം (Anti Markovnikov addition) അഥവാ പെറോക്സൈഡ് പ്രഭാവം (peroxide effect) അഥവാ ഖരാഷ് പ്രഭാവം (Kharash effect)

പ്രൊപ്പീനെപ്പോലെ സമലക്ഷണമില്ലാത്ത ആൽക്കീനുകളിൽ പെറോക്സൈഡുകളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ HBr ന്റെ സങ്കലന പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നത് മാർക്കോവ്നിക്കോവ് നിയമത്തിന് വിരുദ്ധമായ രീതിയിലാണ്. ഇത്തരം പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നത് HBr മായി മാത്രമാണ് അതായത് HCl, HI എന്നിവയിൽ സാധ്യമാകുന്നില്ല. 1933ൽ ചിക്കാഗോ സർവ്വകലാശാലയിലെ എം.എസ്സ്.ഖരാഷ് എഫ്.ആർ.മയോ എന്നിവർ ചേർന്നാണ് ഈ രാസപ്രവർത്തനം ആദ്യമായി നിരീക്ഷിച്ചത്. അതിനാൽ ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തെ പെറോക്സൈഡ് പ്രഭാവം അഥവാ ഖരാഷ് പ്രഭാവം അഥവാ വിപരീത മാർക്കോവ്നിക്കോവ് സങ്കലനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

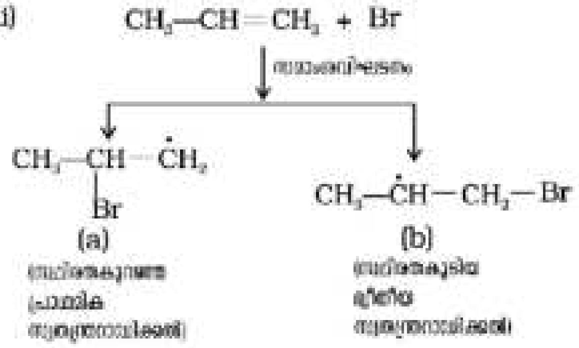
$$CH_3-CH=CH_2+HBr \xrightarrow{(C_6H_5CO)_2O_2} CH_3-CH_2-CH_2Br \quad (13.43)$$

ക്രിയാവിധി : ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള രീതിയിലുള്ള സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ ശൃംഖലാ ക്രിയാവിധി വഴിയാണ് പെറോക്സൈഡ് പ്രഭാവം സാധ്യമാകുന്നത്.



(ii) $\dot{C}_6H_5 + H\text{-}Br \xrightarrow{\text{സമാംശവിഘടനം}} C_6H_6 + \dot{Br}$

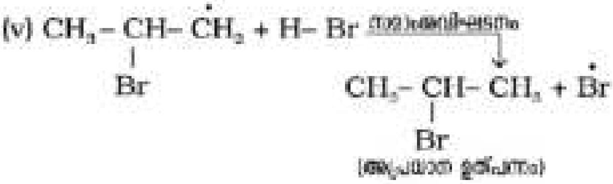
(iii)



(iv) $CH_3-\dot{C}H-CH_2Br + H-Br \xrightarrow{\text{സമാംശവിഘടനം}} CH_3-CH_2-CH_2Br + \dot{Br}$

(പ്രധാന ഉൽപ്പന്നം)

(v)



(അപ്രധാന ഉൽപ്പന്നം)

മുകളിൽ പറഞ്ഞ ക്രിയാവിധിയിൽ ലഭിക്കുന്ന ദ്വിതീയ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ (ഘട്ടം-3) പ്രാഥമിക സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലിനേക്കാൾ സ്ഥിരത കൂടുതലായതിനാൽ 1-ബ്രോമോപ്രൊപ്പെയ്ൻ പ്രധാന ഉല്പന്നമായി ലഭിക്കുന്നു. HCl, HI എന്നിവ ആന്റി മാർക്കോവ്നിക്കോവ് സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്നില്ല. അതിനുകാരണം H-Cl ബന്ധനം ($430.5\ kJ\ mol^{-1}$) H-Br ബന്ധനത്തി ($363.7\ kJ\ mol^{-1}$) നേക്കാൾ ശക്തിയുള്ളതാകയാൽ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലുകൾക്ക് H-Cl ബന്ധനങ്ങളെ വേർപെടുത്താൻ കഴിയില്ല. എന്നാൽ ശക്തി കുറഞ്ഞ ബന്ധനമുള്ള H-I ($296.8\ kJ\ mol^{-1}$) വിഘടിച്ച് അയോഡിൻ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ ലഭിക്കുന്നു. ഈ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലുകൾ സംയോജിച്ച് അയോഡിൻ തന്മാത്രയുണ്ടാകുന്നു.

അതിനാൽ സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നില്ല

ചോദ്യം 13.12

ഹെക്സ്-1-ഈൻ HBr-ഉം ചേർന്ന് സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന ഉത്പന്നങ്ങളുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക.

(i) പെറോക്സൈഡിന്റെ അഭാവത്തിൽ

(ii) പെറോക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ

ഉത്തരം

(i) $$CH_2{=}CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + H-Br \xrightarrow{\text{പെറോക്സൈഡിന്റെ അഭാവത്തിൽ}} CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

ഹെക്സ്-1-ഈൻ → 2-ബ്രോമോഹെക്സെയ്ൻ

(ii) $$CH_2{=}CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + H-Br \xrightarrow{\text{പെറോക്സൈഡ്}} \underset{\underset{Br}{|}}{CH_2}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

1-ബ്രോമോഹെക്സെയ്ൻ

4. ***സൾഫ്യൂറിക് അമ്ല സങ്കലനം (Addition of sulphuric acid)*** : തണുത്ത ഗാഢ സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡ്, ആൽക്കീനുകളുമായി മാർക്കോണിക്കോവ് നിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ട് ആൽക്കൈൽ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫേറ്റ് ലഭിക്കുന്നു.

$$CH_2 = CH_2 + H-O-\underset{\underset{O}{\|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{S}}-O-H \longrightarrow CH_3-CH_2-OSO_2-OH \text{ or } C_2H_5HSO_4 \quad (13.44)$$

ഈഥൈൽഹൈഡ്രജൻസൾഫേറ്റ്

$$CH_3-CH = CH_2 + HOSO_2OH \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{OSO_2OH}{|}}{CH}-CH_3 \quad (13.45)$$

പ്രൊപ്പൈൽഹൈഡ്രജൻസൾഫേറ്റ്

5. ***ജലസങ്കലനം (Addition of water)*** : ഏതാനും തുള്ളി ഗാഢ സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ആൽക്കീനുകൾ ജലവുമായി മാർക്കോണിക്കോവ് നിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ആൽക്കഹോൾ ലഭിക്കുന്നു.

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} (CH_3)_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}-CH_3 \quad (13.46)$$

2-മീഥൈൽപ്രൊപ്പീൻ → 2-മീഥൈൽപ്രൊപ്പാൻ-2-ഓൾ

6. ***ഓക്സീകരണം (Oxidation):*** (a) തണുത്ത, നേർപ്പിച്ച ജലീയ പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റ് ലായനിയുമായി (ബെയേർസ് റിയേജന്റ്) ആൽക്കീനുകൾ പ്രവർത്തിച്ച് സമീപസ്ഥ ഗ്ലൈക്കോൾ (vicinal glycols) ലഭിക്കുന്നു. പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റ് ലായനിയുടെ ഇത്തരത്തിലുള്ള വർണ്ണ നിർമ്മാർജ്ജനം, അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ തിരിച്ചറിയാൻ സഹായിക്കുന്നു.

$$CH_2{=}CH_2 + H_2O + O \xrightarrow[\text{273 K}]{\text{നേർപ്പിച്ച } KMnO_4} \underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}-\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2} \quad (13.47)$$

ഈഥെയ്ൻ-1, 2-ഡൈഓൾ (ഗ്ലൈക്കോൾ)

$$CH_3-CH{=}CH_2 + H_2O + O \xrightarrow[\text{273 K}]{\text{നേർപ്പിച്ച } KMnO_4} CH_3CH(OH)CH_2OH \quad (13.48)$$

പ്രൊപ്പെയ്ൻ-1,2,-ഡൈഓൾ

b) പ്രവർത്തനസാഹചര്യത്തിന്റെയും ആൽക്കീനുകളുടെ സ്വഭാവത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ അമ്ലീയ പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റ്, അമ്ലീയ പൊട്ടാസ്യം ഡൈക്രോമേറ്റ് എന്നിവ ആൽക്കീനുകളെ ഓക്സീകരിച്ച് കീറ്റോണുകൾ അഥവാ അമ്ലങ്ങൾ/അല്ലെങ്കിൽ അവ രണ്ടും ലഭിക്കുന്നു.

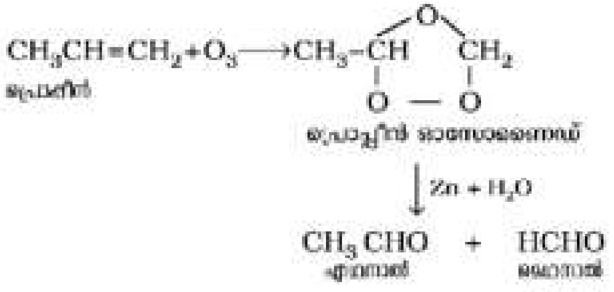
$$(CH_3)_2C{=}CH_2 \xrightarrow{KMnO_4/H^+} (CH_3)_2C{=}O + CO_2 + H_2O \quad (13.49)$$

2-മീഥൈൽപ്രൊപ്പീൻ → പ്രൊപ്പാൻ-2-ഓൺ

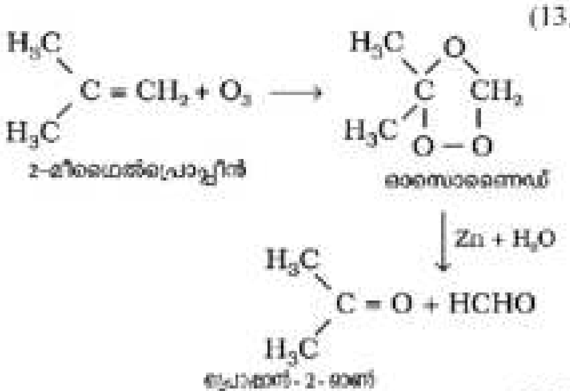
$$CH_3-CH{=}CH-CH_3 \xrightarrow{KMnO_4/H^+} 2CH_3COOH \quad (13.50)$$

ബ്യൂട്ട്-2-ഈൻ → എഥനോയിക് ആസിഡ്

7. ***ഓസോൺ അപഘടനം (Ozonolysis) :*** ഓസോൺ അപഘടനം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ, ആൽക്കീനുകൾ ഓസോൺ തന്മാത്രയുമായി ചേർന്ന് ഓസൊണൈഡ് (Ozonoide) ഉണ്ടാകുകയും, ഈ ഓസൊണൈഡ് Zn-H_2O മിശ്രിതത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വിഘടിച്ച് ലഘുതന്മാത്രകളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ആൽക്കീനുകളിലെയും മറ്റ് അപൂരിത സംയുക്തങ്ങളിലെയും ദ്വിബന്ധനങ്ങളുടെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിക്കുവാൻ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം സഹായിക്കുന്നു.



(13.51)



(13.52)

8. ***ബഹുലകീകരണം (Polymerisation) :*** പോളിത്തീൻ ഷീറ്റ്, പോളിത്തീൻ ബാഗ് എന്നിവ നിങ്ങൾക്ക് ചിരപരിചിതമാണല്ലോ. പോളിത്തീൻ ലഭിക്കുന്നത്, അനവധി ഈഥീൻ തന്മാത്രകൾ ഒരു ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഉയർന്ന മർദ്ദത്തിലും ഉയർന്ന താപത്തിലും കൂടിച്ചേരുന്നതിന്റെ ഫലമായിട്ടാണ്. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന വലിയ തന്മാത്രകളെ ബഹുലകങ്ങൾ (Polymers) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ലഘുതന്മാത്രകൾ കൂടിച്ചേർന്ന് സങ്കീർണ തന്മാത്രകളുണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയെ ബഹുലകീകരണം എന്നുവിളിക്കുന്നു.

$$n(CH_2=CH_2) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\text{ഉയർന്നതാപം/മർദ്ദം}} \left(CH_2\text{-}CH_2\right)_n \quad (13.53)$$

പോളിത്തീൻ

$$n(CH_3\text{-}CH=CH_2) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\text{ഉയർന്നതാപം/മർദ്ദം}} \left(\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\text{-}CH_2\right)_n \quad (13.54)$$

പോളിപ്രൊപ്പീൻ

ബഹുലകങ്ങൾ പ്രധാനമായും, പ്ലാസ്റ്റിക് ബാഗ്, കുപ്പികൾ, റഫ്രിജറേറ്ററിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്ന പാത്രങ്ങൾ, കളിപ്പാട്ടങ്ങൾ, പൈപ്പുകൾ, റേഡിയോ-ടി.വി. ക്യാബിനറ്റുകൾ മുതലായവ നിർമ്മിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ പോളിപ്രൊപ്പീൻ പാൽ സംഭരണികൾ, പ്ലാസ്റ്റിക് ബക്കറ്റുകൾ തുടങ്ങിയവ നിർമ്മിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ബഹുലകങ്ങളുടെയെല്ലാം അമിത ഉപയോഗം നമുക്കെല്ലാം വലിയ പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നുണ്ട്.

13.4 ആൽക്കൈനുകൾ (Alkynes)

രണ്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒരു ത്രിബന്ധനമെങ്കിലുമുള്ള അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളാണ് ആൽക്കൈനുകൾ. ഇവയ്ക്ക് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം ആൽക്കെയ്നുകളേക്കാളും, ആൽക്കീനുകളേക്കാളും കുറവായിരിക്കും. ആൽക്കൈനുകളുടെ പൊതുവായ സൂത്രവാക്യം C_nH_{2n-2} എന്നാണ്. ആൽക്കൈനുകളുടെ ശ്രേണിയിലെ ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ള ആദ്യ സംയുക്തമാണ് ഈഥൈൻ (C_2H_2). ഈ സംയുക്തം പൊതുവെ അസറ്റലീൻ (acetylene) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഓക്സിജനും, അസറ്റലീൻ വാതകവും കൂടി ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ഓക്സിഅസറ്റലീൻ ജ്വാല വെൽഡിങ്ങിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അനവധി കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ പ്രാരംഭ പദാർത്ഥങ്ങളാകയാൽ ആൽക്കൈനുകളെ കുറിച്ചുള്ള പഠനം വളരെ പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നു.

13.4.1 നാമകരണവും സമാവയവതയും (Nomenclature and Isomerism)

സാധാരണ സമ്പ്രദായത്തിൽ ആൽക്കൈനുകളെ നാമകരണം ചെയ്യുന്നത് അസറ്റലീന്റെ വ്യുൽപ്പന്നങ്ങൾ എന്നരീതിയിലാണ്. എന്നാൽ IUPAC സമ്പ്രദായത്തിൽ തത്തുല്യമായ ആൽക്കെയ്നിന്റെ (alkane) പേരിൽ നിന്നും 'എയ്ൻ' എൻ മാറ്റി 'ഐൻ' (yne) എന്ന് കൂട്ടി ചേർത്ത് നാമകരണം ചെയ്യുന്നു. ത്രിബന്ധനമുള്ള കാർബൺ ആറ്റത്തിന് മുൻഗണന കിട്ടുന്ന രീതിയിലാണ് സ്ഥാനസംഖ്യകൾ നൽകുന്നത്. ആൽക്കൈൻ ശ്രേണിയിലെ ചില അംഗങ്ങളുടെ പൊതുനാമവും IUPAC നാമവും പട്ടിക 13.2 നൽകിയിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 13.2 ആൽക്കൈനുകളുടെ IUPAC നാമവും (C_nH_{2n-2})

n-ന്റെ വിലകൾ	സമവാക്യം	ഘടന	സാധാരണനാമം	IUPAC നാമം
2	C_2H_2	H-C≡CH	അസറ്റലീൻ	ഈഥൈൻ (Ethyne)
3	C_3H_4	CH_3-C≡CH	മീഥൈൽ അസറ്റലീൻ	പ്രൊപൈൻ (Propyne)
4	C_4H_6	CH_3CH_2-C≡CH	ഈഥൈൽ അസറ്റലീൻ	ബ്യൂട്ട്-1-ഐൻ (But-1-yne)
4	C_4H_6	CH_3-C≡C-CH_3	ഡൈമീഥൈൽ അസറ്റലീൻ	ബ്യൂട്ട്-2-ഐൻ (But-2-yne)

ഈഥൈൻ, പ്രൊപൈൻ എന്നിവയ്ക്ക് ഒരു ഘടന മാത്രവും, ബ്യൂട്ടൈന് രണ്ട് ഘടനകളും സാധ്യമാണെന്ന് നിങ്ങൾ ഇതിനകം പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ബ്യൂട്ട്-1-ഐൻ, ബ്യൂട്ട്-2-ഐൻ ഈ രണ്ട് സംയുക്തങ്ങളുടെയും ഘടനയിലുള്ള വ്യത്യാസം ത്രിബന്ധനത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തിലാണ്. അതിനാൽ ഇവയെ **സ്ഥാന സമാവയവികൾ** എന്നു പറയുന്നു. ആൽക്കൈനുകളുടെ ഹോമോലോഗസ് ശ്രേണിയിൽ അടുത്ത അംഗമായ C_5H_8 ന്റെ ഘടന നിങ്ങൾക്ക് ഏതെല്ലാം രീതിയിൽ നിർമ്മിക്കാൻ കഴിയും? നേർ ശൃംഖലാ രൂപത്തിലും, ശാഖിത ശൃംഖല രൂപത്തിലും അഞ്ച് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ക്രമീകരിച്ചാൽ, താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഘടനകൾ സാധ്യമാണ്.

ഘടന	IUPAC നാമം
I. $\overset{1}{HC}\equiv\overset{2}{C}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$	പെന്റ്-1-ഐൻ (Pent-1-yne)
II. $H_3\overset{1}{C}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$	പെന്റ്-2-ഐൻ (Pent-2-yne)
III. $H_3\overset{4}{C}-\overset{3}{CH}(CH_3)-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{CH}$	3-മീഥൈൽ ബ്യൂട്ട്-1-ഐൻ

ഘടന I ഉം II ഉം സ്ഥാന സമാവയവതകളാണെങ്കിൽ ഘടനകൾ I ഉം II ഉം കൂടാതെ II ഉം III ഉം ശൃംഖല സമാവയവികളാണ്.

ചോദ്യം 13.13

ആൽക്കൈൻ ശ്രേണിയിലെ അഞ്ചാമത്തെ അംഗത്തിന്റെ എല്ലാ വ്യത്യസ്ത സമാവയവതകളുടെയും ഘടനവരച്ച് അവയുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക? വ്യത്യസ്ത ജോഡി സമാവയവികൾ കാണിക്കുന്ന സമാവയവതകൾ ഏതെല്ലാമാണെന്ന് കണ്ടെത്തുക?

ഉത്തരം

ആൽക്കൈൻ ശ്രേണിയിലെ അഞ്ചാമത്തെ അംഗമാണ് C_6H_{10} (ഹെക്സൈൻ) സാധ്യമായ സമാവയവികളാണ്.

(a) $HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
ഹെക്സ്-1-ഐൻ

(b) $CH_3-C\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
ഹെക്സ്-2-ഐൻ

(c) $CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_2-CH_3$
ഹെക്സ്-3-ഐൻ

(d) $HC\equiv C-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$
3-മീഥൈൽപെന്റ്-1-ഐൻ

(e) $HC\equiv C-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
4-മീഥൈൽപെന്റ്-1-ഐൻ

(f) $CH_3-C\equiv C-CH(CH_3)-CH_3$
4-മീഥൈൽപെന്റ്-2-ഐൻ

(g) $HC\equiv C-C(CH_3)_2-CH_3$
3,3-ഡൈമീഥൈൽബ്യൂട്ട്-1-ഐൻ

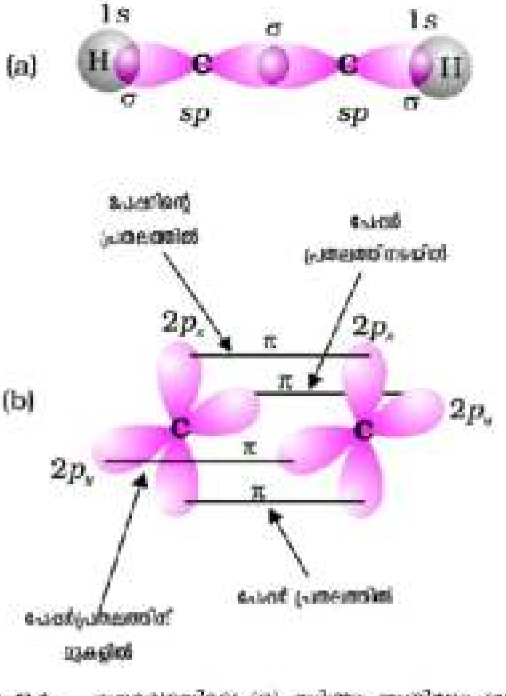
വ്യത്യസ്ത ജോഡികൾ സ്ഥാന സമാവയവതയും ശൃംഖലാ സമാവയവതയും കാണിക്കുന്നു.

13.4.2 ത്രിബന്ധനത്തിന്റെ ഘടന

ആൽക്കൈൻ ശ്രേണിയിലെ ഏറ്റവും ചെറിയ തന്മാത്രയാണ് ഈഥൈൻ. ഈഥൈന്റെ ഘടന ചിത്രം 13.6-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈഥൈനിൽ ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും രണ്ട് sp സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകളാണുള്ളത്. രണ്ടു കാർബൺ ആറ്റത്തിലെയും ഓരോ sp സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകൾ അന്തർകേന്ദ്രീയ അക്ഷത്തിലൂടെ സംയോജിച്ച് കാർബൺ-കാർബൺ സിഗ്മ (σ) ബന്ധനം ഉണ്ടാകു

ന്നു. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും അവശേഷിക്കുന്ന ഓരോ sp സങ്കരണ ഓർബിറ്റൽ ഓരോ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ 1s ഓർബിറ്റലുമായി അന്തർകേന്ദ്രീയ അക്ഷത്തിലൂടെ സംയോജിച്ച് രണ്ട് C-H സിഗ്മ (σ) ബന്ധനങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിൽ H-C-C ബന്ധന കോൺ (Bond angle) 180° യാണ്. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും സങ്കരണത്തിൽ പങ്കെടുക്കാത്ത രണ്ട് 2p ഓർബിറ്റലുകൾ വീതം കാണപ്പെടുന്നു. ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തിലെ രണ്ട് 2p ഓർബിറ്റലുകൾ അവയ്ക്ക് സമാന്തരമായി വരുന്ന അടുത്ത കാർബൺ ആറ്റത്തിലെ 2p ഓർബിറ്റലുകളുമായി വശങ്ങളിലൂടെ സംയോജിച്ച് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിൽ രണ്ട് പൈ (π) ബന്ധന



ചിത്രം 13.6: ഈഥൈനിലെ (a) സിഗ്മ അതിവ്യാപനവും (b) പൈ അതിവ്യാപനവും കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

ങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. C≡C ബന്ധനത്തിന്റെ ദൃഢത (ബന്ധന എൻഥാൽപി 823 kJ mol^{-1}) C=C ബന്ധനത്തിന്റെ ശക്തി (ബോണ്ട് എൻഥാൽപി 681 kJ mol^{-1}) യേക്കാളും C-C ബന്ധനത്തിന്റെ ശക്തി (ബോണ്ട് എൻഥാൽപി 348 kJ mol^{-1}) യേക്കാളും കൂടുതലാണ്. എന്നാൽ C≡C ബന്ധനദൈർഘ്യം (120 pm) C=C ബന്ധന ദൈർഘ്യ (133pm) ത്തേക്കാളും, C-C ബന്ധന ദൈർഘ്യത്തെ (154 pm) ക്കാളും ചെറുതുമായിരിക്കും. രണ്ട് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ പടലം അന്തർകേന്ദ്രീയ അക്ഷത്തിന് ഗോളസ്തംഭ സമമിതത്വമുള്ളതാകയാൽ (cylindrically symmetrical), ഈഥൈൻ ഒരു രേഖീയ തന്മാത്രയാണ്.

13.4.3 നിർമ്മാണം

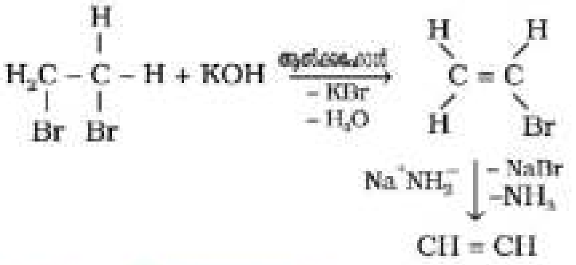
1. ***കാൽസ്യം കാർബൈഡിൽ നിന്ന് (From calcium carbide):*** കാൽസ്യം കാർബൈഡിനെ ജലവുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് വ്യാവസായികമായി ഈഥൈൻ നിർമ്മിക്കുന്നത്. കാൽസ്യം കാർബൈഡ് നിർമ്മിക്കുന്നത് 'നീറ്റുകക്കയെ' കോക്കുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയും, നീറ്റുകക്ക നിർമ്മിക്കുന്നത് ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിനെ ചൂടാക്കിയുമാണ്.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2 \qquad (13.55)$$

$$CaO + 3C \longrightarrow \underset{\text{കാൽസ്യം കാർബൈഡ്}}{CaC_2} + CO \qquad (13.56)$$

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \qquad (13.57)$$

2. ***സമീപസ്ഥ ഡൈഹാലൈഡുകളിൽ നിന്ന് (From vicinal dihalides) :*** ആൽക്കഹോളിക് KOH മായി സമീപസ്ഥ ഡൈഹാലൈഡുകൾ പ്രവർത്തിച്ച്, നിർഹൈഡ്രോഹാലൊജനീകരണത്തിന്വിധേയമായി, ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡ് തന്മാത്ര നഷ്ടപ്പെട്ട് ആൽക്കീനൈൽ ഹാലൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ സംയുക്തത്തെ വീണ്ടും സോഡാമൈഡുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ ആൽക്കൈൻ ലഭിക്കുന്നു.



13.4.4 ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ആൽക്കെയ്നുകൾ, ആൽക്കീനുകൾ എന്നിവ പിൻതുടരുന്ന പ്രവണതയാണ് ഭൗതികഗുണധർമ്മങ്ങളിൽ ആൽക്കൈനുകളും പിൻതുടരുന്നത്. ആദ്യമൂന്ന് അംഗങ്ങൾ വാതകങ്ങളും, അടുത്ത എട്ട് അംഗങ്ങൾ ദ്രാവകങ്ങളും മറ്റ് ഉയർന്ന അംഗങ്ങളെല്ലാം ഖരപദാർത്ഥങ്ങളും ആയിരിക്കും. ആൽക്കൈനുകൾ പൊതുവെ നിറമില്ലാത്തതും ഗന്ധമില്ലാത്തവയുമാണ്. എന്നാൽ ഈഥൈന് പ്രത്യേക ഗന്ധമുണ്ട്. ആൽക്കൈനുകൾക്ക് ധ്രുവീയ സ്വഭാവം വളരെ കുറവാണ്. അവയ്ക്ക് ജലത്തെക്കാൾ ഭാരം കുറവും ജലത്തിൽ അലേയവും, കാർബണിക ലായകങ്ങളായ ഈഥർ, കാർബൺ ടെട്രാ

ക്ലോറൈഡ് എന്നിവയിൽ ലയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തന്മാത്രാഭാരം വർദ്ധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് അവയുടെ ദ്രവണാങ്കം, തിളനില, സാന്ദ്രത എന്നിവ വർദ്ധിച്ചു വരുന്നു.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ആൽക്കൈനുകൾ ചുവടെതന്നിട്ടുള്ള തരത്തിലുള്ള, അസിഡിക് സ്വഭാവം, സങ്കലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ബഹുലകീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു.

A. ആൽക്കൈനുകളുടെ അസിഡിക് സ്വഭാവം: വീര്യമേറിയ ക്ഷാരങ്ങളായ സോഡിയം, സോഡാമൈഡ് ($NaNH_2$) എന്നിവ ഈഥൈനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തെ സ്വതന്ത്രമാക്കി സോഡിയം അസറ്റിലൈഡായി മാറുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനം ഈഥേനും, ഈഥീനും, പ്രകടിപ്പിക്കാറില്ല. അതിനാൽ ഇവയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഈഥൈന് അസിഡിക് ഗുണമാണുള്ളത് എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. ഇതിന് അവയുടെ ഘടന, സങ്കരണം എന്നിവയുമായി എന്തെങ്കിലും ബന്ധമുണ്ടോ? ഈഥൈനിൽ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ sp സങ്കരണ കാർബൺ ആറ്റവുമായും, ഈഥെയ്നിൽ sp^3, സങ്കരണ കാർബൺ ആറ്റവുമായിട്ടാണ് ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ളതെന്ന് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഏറ്റവും കൂടുതൽ 's' സ്വഭാവമുള്ള (50%) ഈഥൈനിലെ sp സങ്കരണ കാർബണിന് ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോൺ ഋണതയാണുള്ളത്. അതിനാൽ ഈഥൈനിലെ കാർബൺ ആറ്റം C-H ബന്ധനത്തിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോൺ പടലത്തെ വളരെ കൂടുതലായി ആകർഷിക്കുന്നു. അതിന്റെ ഫലമായി ഈഥെയ്ൻ, ഈഥീൻ എന്നിവയെക്കാളും വേഗത്തിൽ ഈഥൈൻ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളെ പ്രോട്ടോൺ രൂപത്തിൽ പുറത്തേക്ക് വിടുന്നു. അതായത് ത്രിബന്ധനമുള്ള കാർബൺ ആറ്റവുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഈഥൈനിലെ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾക്ക് അമ്ല സ്വഭാവമുണ്ട്. ഇതിൽ നിന്നും ആൽക്കൈനുകളിലെ ത്രിബന്ധമുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ അമ്ലീയമാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. എന്നാൽ ആൽക്കൈനുകളിലെ മറ്റു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾക്ക് അമ്ല സ്വഭാവമില്ല.

$$HC \equiv CH + Na \rightarrow HC \equiv C^{-}Na^{+} + \tfrac{1}{2}H_2$$

മോണോസോഡിയം ഈഥിനൈഡ്

(13.59)

$$HC \equiv C^{-}Na^{+} + Na \rightarrow Na^{+}C^{-} \equiv C^{-}Na^{+} + \tfrac{1}{2}H_2$$

ഡൈസോഡിയം ഈഥിനൈഡ്

(13.60)

$$CH_3 - C \equiv C - H \quad + \quad Na^{+}NH_2^{-}$$
$$\downarrow$$
$$CH_3 - C \equiv C^{-}Na^{+} \quad + \quad NH_3 \qquad (13.61)$$

സോഡിയം പ്രൊപ്പിനൈഡ്

ഈ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഒന്നും തന്നെ ആൽക്കെയ്നുകളും, ആൽക്കീനുകളും കാണിക്കാത്തതിനാൽ, ആൽക്കെയ്നുകളിൽ നിന്നും, ആൽക്കീനുകളിൽ നിന്നും ആൽക്കൈനുകളെ തിരിച്ചറിയാൻ ഇവ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ബ്യൂട്ട്-1-ഐനിലും, ബ്യൂട്ട്-2-ഐനിലും മുകളിൽ പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എങ്ങനെയായിരിക്കും? ആൽക്കെയ്നുകൾ, ആൽക്കീനുകൾ, ആൽക്കൈനുകൾ എന്നിവ അസിഡിക് സ്വഭാവത്തിൽ താഴെതന്നിട്ടുള്ള ക്രമമാണ് പിൻതുടരുന്നത്.

i) $HC \equiv CH > H_2C = CH_2 > CH_3 - CH_3$

ii) $HC \equiv CH > CH_3 - C \equiv CH >> CH_3 - C \equiv C - CH_3$

B. *സങ്കലന രാസ പ്രവർത്തനങ്ങൾ:* ആൽക്കൈനുകളിൽ ത്രിബന്ധനമുള്ളതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ, ഹാലജൻ, ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡ് തുടങ്ങിയവയുടെ രണ്ടു തന്മാത്രകൾ വീതം സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. താഴെതന്നിട്ടുള്ള ഘട്ടങ്ങളിലൂടെയാണ് സങ്കലന ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്.

$$-C \equiv C- + H-Z \xrightarrow{H^{+}} -\overset{H}{\overset{|}{C}} = \overset{\ominus}{C}- + :\bar{Z} \longrightarrow -\overset{H}{\overset{|}{C}} = \overset{Z}{\overset{|}{C}}-$$

വിനൈലിക് കാറ്റയോൺ

ഏത് സങ്കലന ഉൽപ്പന്നമാണ് ഉണ്ടാകുകയെന്നത്, വിനൈലിക് കാറ്റയോണിന്റെ സ്ഥിരതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ സമലക്ഷണതയില്ലാത്ത (unsymmetrical) ആൽക്കൈനുകളിൽ സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നത് മാർക്കോണിക്കോവ് നിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്. ആൽക്കൈനുകൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന ഭൂരിഭാഗം രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി സങ്കലന പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണമാണ്. ഇതിൽ ചില സങ്കലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

(i) *ഡൈഹൈഡ്രജൻ സങ്കലനം*

$$HC \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} [H_2C = CH_2] \xrightarrow{H_2} CH_3 - CH_3 \qquad (13.62)$$

$$\underset{\text{പ്രൊപൈൻ}}{CH_3-C\equiv CH} + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{പ്രൊപ്പീൻ}}{[CH_3-CH=CH_2]} \xrightarrow{H_2} \underset{\text{പ്രൊപെയ്ൻ}}{CH_3-CH_2-CH_3} \qquad (13.63)$$

(ii) ഹാലൊജൻ സങ്കലനം

$$CH_3-C\equiv CH + Br-Br \longrightarrow \underset{\text{1,2-ഡൈബ്രോമോപ്രൊപീൻ}}{[CH_3CBr=CHBr]} \xrightarrow{Br_2} \underset{\text{1,1,2,2-ടെട്രാബ്രോമോപ്രൊപെയ്ൻ}}{CH_3-CBr_2-CHBr_2} \qquad (13.64)$$

ബ്രോമിൻ അടങ്ങിയ കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡു ലായനിയുടെ ചുവപ്പ് കലർന്ന ഓറഞ്ചുനിറം ഈ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ നഷ്ടപ്പെടുന്നതനാൽ ഇത് അപൂരിതഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ തിരിച്ചറിയാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡ് സങ്കലനം

രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡ് തന്മാത്രകൾ (HCl, HBr, HI) ആൽക്കൈനിലേക്ക് കൂട്ടി ചേർത്താൽ യുഗ്മഡൈഹാലൈഡ് (gem dihalide) ലഭിക്കുന്നു (ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ തന്നെ രണ്ട് ഹാലജൻ ആറ്റങ്ങൾ സംയോജിച്ചിട്ടുള്ള ഹാലൈഡാണിത്

$$H-C\equiv C-H + H-Br \longrightarrow \underset{\text{ബ്രോമോ ഈഥീൻ}}{[CH_2=CH-Br]} \longrightarrow \underset{\text{1,1-ഡൈബ്രോമോ ഈഥെയ്ൻ}}{CH_3-CHBr_2} \qquad (13.65)$$

$$CH_3-C\equiv CH + H-Br \longrightarrow \underset{\text{2-ബ്രോമോപ്രൊപീൻ}}{[CH_3-C(Br)=CH_2]} \longrightarrow \underset{\text{2,2 - ഡൈബ്രോമോപ്രൊപ്പെയ്ൻ}}{CH_3-CBr_2-CH_3} \qquad (13.66)$$

(iv) ജലവുമായുള്ള രാസപ്രവർത്തനം

ആൽക്കെയ്നുകൾ, ആൽക്കീനുകൾ എന്നിവയെ പോലെ ആൽക്കൈനുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുകയോ, ജലവുമായി രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല. എന്നിരുന്നാലും 333K നിൽ മെർക്കുറിക് സൾഫേറ്റിന്റെയും നേർപ്പിച്ച സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെയും സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ആൽക്കൈനിലേക്ക് ഒരു ജലതന്മാത്ര സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെട്ട് കാർബൊണൈൽ സംയുക്തമായി മാറുന്നു.

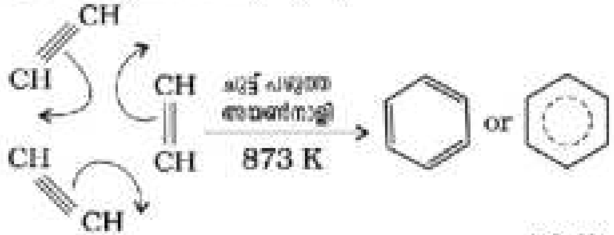
$$\underset{\text{ഈഥൈൻ}}{HC\equiv CH} + H-OH \xrightarrow[333K]{Hg^{2+}/H^+} CH_2=C(OH)-H \xrightarrow{\text{സമാവയവീകരണം}} \underset{\text{ഈഥനാൽ}}{CH_3-C(=O)-H} \qquad (13.67)$$

$$\underset{\text{പ്രൊപൈൻ}}{CH_3-C\equiv CH} + H-OH \xrightarrow[333K]{Hg^{2+}/H^+} CH_3-C(O-H)=CH_2 \xrightarrow{\text{സമാവയവീകരണം}} \underset{\text{പ്രൊപനോൺ}}{CH_3-C(=O)-CH_3} \qquad (13.68)$$

(v) ബഹുലകീകരണം

(a) രേഖീയ ബഹുലകീകരണം (*Linear polymerisation*): അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യത്തിൽ ഈഥൈൻ രേഖീയ ബഹുലകീകരണത്തിന് വിധേയമായി ഉയർന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ള പോളി അസറ്റലീൻ (polyacetylene) അഥവാ പോളി ഈഥൈൻ (polyethyne) ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള പോളീഈനു (polyene) കളെ ഇങ്ങനെ പ്രതിനിധീകരിക്കാം CH = CH – CH = CH ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഇത്തരം ബഹുലകങ്ങൾ വൈദ്യുതി കടത്തിവിടുന്നു. അതിനാൽ പോളി അസറ്റലീന്റെ നേർത്ത സ്തരങ്ങളെ ബാറ്ററികളുടെ ഇലക്ട്രോഡുകളായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത്തരം പോളിമർസ്തരങ്ങൾ ലോഹ ചാലകങ്ങളേക്കാൾ വിലകുറവും, ഭാരം കുറവുമുള്ള മികച്ച ചാലകങ്ങളാണ്.

(b) ചക്രീയ ബഹുലകീകരണം ***(Cyclic polymerisation):*** 873K ൽ ചുട്ടുപഴുത്ത അയൺ നാളിയിലൂടെ ഈഥൈൻ വാതകം കടത്തിവിട്ടാൽ, മൂന്ന് തന്മാത്രകൾ ചക്രിയ ബഹുലകീകരണത്തിന് വിധേയമായി ബെൻസീൻ തന്മാത്രയുണ്ടാകുന്നു. ബെൻസീൻ വ്യുൽപ്പന്നങ്ങൾ, ചായങ്ങൾ, മരുന്നുകൾ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്നതിനുള്ള ആരംഭ വസ്തുവായി ബെൻസീൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് ആലിഫാറ്റികസംയുക്തങ്ങൾ ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങൾ ആക്കി മാറ്റുന്നതിനുള്ള ശരിയായ രീതിയുമാണ്. ആയത് ചുവടെ കൊടുക്കുന്നു.



(13.69)

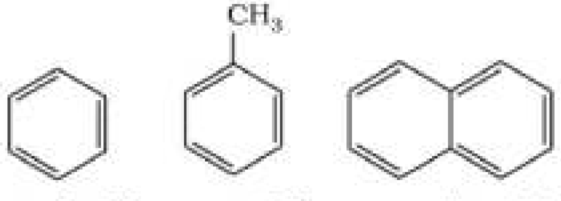
ചോദ്യം 13.14

എഥനോയിക്കാസിഡിനെ എങ്ങനെ ബെൻസീനാക്കി മാറ്റാം?

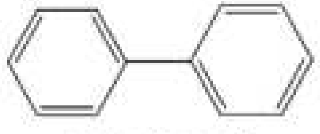
ഉത്തരം

13.5 ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ (Aromatic Hydrocarbon)

ഇത്തരം ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ **അരീനുകൾ** (arenes) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ ഭൂരിഭാഗം സംയുക്തങ്ങൾക്കും സുഖകരമായ ഗന്ധം ഉള്ളതിനാൽ ഇവയെ ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങൾ (aromatic compounds) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. (ആരോമ (aroma) എന്ന ഗ്രീക്ക് പദത്തിനർത്ഥം സുഖകരമായ ഗന്ധം അഥവാ നറുമണം എന്നാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള എല്ലാം സംയുക്തങ്ങളിലും തികച്ചും അപൂരിതമായ ബെൻസീൻ വലയം അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ ഭൂരിഭാഗം രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ബെൻസീൻ വലയത്തിന്റെ അപൂരിതസ്വഭാവം നിലനിർത്തപ്പെടുന്നുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും ബെൻസീൻ വലയം ഉൾപ്പെടാത്തതും, അതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ അപൂരിതസ്വഭാവം ഉള്ള വലയം ഉൾക്കൊള്ളുന്നതുമായ ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങൾ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട്. ബെൻസീൻ വലയം ഉൾപ്പെടുന്ന ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങളെ **ബെൻസിനോയിഡുകൾ** (Benzenoids) എന്നും, ബെൻസീൻ വലയം ഉൾപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്തവയെ **നോൺ -ബെൻസിനോയിഡുകൾ** (non benzenoids) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. അരീനുകൾക്ക് ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.



ബെൻസീൻ ടൊളുവീൻ നാഫ്തലീൻ



ബൈഫിനൈൽ

13.5.1 നാമകരണവും സമാവയവതയും

യൂണിറ്റ് 12 ൽ ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ നാമകരണവും സമാവയവതയും ഇതിനകം നമ്മൾ ചർച്ച ചെയ്തതാണ്. ബെൻസീനിലെ ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും എല്ലാതരത്തിലും സമമാണ്. അതിനാൽ ബെൻസീൻ ഒരിനം ഏക പ്രതിസ്ഥാപിത ഉത്പന്നം മാത്രമാണ് നൽകുന്നത്. എന്നാൽ ബെൻസീനിൽ രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളെമാറ്റി, ഒരേതരത്തിലുള്ളതോ വ്യത്യസ്തതരത്തിലുള്ളതോ ആയ രണ്ടു ഗ്രൂപ്പുകളോ ആറ്റങ്ങളോ കൂട്ടി ചേർത്താൽ മൂന്ന് വ്യത്യസ്ത സ്ഥാനീയ സമാവയവികൾ ലഭിക്കുന്നു. ഇതിൽ (1, 2) അഥവാ (1, 6) സ്ഥാനങ്ങളെ ഓർത്തോ (ortho, O-) എന്നും (1, 3) അഥവാ (1, 5) സ്ഥാനങ്ങളെ മെറ്റാ (meta, m-) എന്നും (1, 4) സ്ഥാനങ്ങളെ പാരാ (para-) എന്നും വിളിക്കുന്നു. ചില ബെൻസീൻ വ്യുൽപ്പ

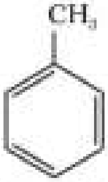
1829 ൽ ജർമനിയിലെ ഡാംസ്റ്റഡ് എന്ന സ്ഥലത്ത് ഫ്രെഡറിക് ആഗസ്റ്റ് കെക്കുലെ ജനിച്ചു. അദ്ദേഹം 1852ൽ ഡോക്ടറേറ്റ് ബിരുദധാരിയാകുകയും 1856ൽ ഹൈഡൽബർഗ് സർവകലാശാലയിൽ അദ്ധ്യാപകനാകുകയും ചെയ്തു. കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ സംയോജിച്ച് ഒരു ചങ്ങലയുണ്ടാകുമെന്ന് അദ്ദേഹം 1858 ൽ നിർദ്ദേശിച്ചു. ഇത് ഘടനാ കാർബണികരസതന്ത്രത്തിന് മികച്ച സംഭാവനയായിരുന്നു. പ്രഹേളിക അപരിഹാര്യമായി നിലനിന്നിരുന്ന ബെൻസീന്റെ ഘടനയ്ക്ക് അദ്ദേഹം ഒരു കാർബൺ വലയം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു ചാക്രിക ഘടനാ സൂത്രം നിർദ്ദേശിക്കുകയും ചെയ്തു. ഇത് പിന്നീട് ആധുനിക ഇലക്ട്രോണിക് ഘടനകളുടെ അടിസ്ഥാനമാകുകയും ചെയ്തു. പിന്നീട് ബെൻസീന്റെ രൂപഘടനയുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹം ഇങ്ങനെ വിശദീകരിക്കുകയുണ്ടായി.

ഫ്രെഡറിക് ആഗസ്റ്റ്കെക്കുലെ (7 സെപ്റ്റംബർ 1829– 13th ജൂലൈ 1896)

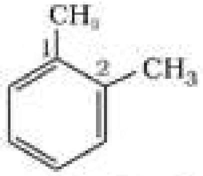
"ഒരു ദിവസം ഞാൻ എന്റെ പാഠപുസ്തകമെഴുതുന്ന പണിപ്പുരയിലിരിക്കുന്നു, ജോലി പുരോഗമിക്കുന്നില്ല, മനസ്സ് പലതിലുമായിരുന്നു. ഞാൻ കസേര തിരിച്ച് നെരിപ്പോടിനടുക്കൽ തീയിലേക്ക് നോക്കിയിരുന്നു. ആ സമയം ആറ്റങ്ങൾ തുള്ളിച്ചാടുന്നതായും, അതിൽ ചില ഗ്രൂപ്പുകൾ ചിലപ്പോൾ പിന്നിൽ നിൽക്കുന്നതായും തോന്നി. എന്റെ ഉൾക്കാഴ്ചയിൽ പല തരത്തിലുള്ള ആവർത്തനങ്ങളിലായി വലിയ ഘടനകളും, ഓരോന്നും തമ്മിലുള്ള രൂപങ്ങളും, നീളമുള്ള നിരകളും, ചിലപ്പോൾ അവ അടുത്തടുത്ത് ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു, ചുറ്റിത്തിരിയുന്ന ഒരു പാമ്പിന്റെ ചലനം പോലെ. പെട്ടെന്ന് എന്തോ പാമ്പ് അതിന്റെ വാലിനെ വിഴുങ്ങുന്നതുപോലെ തോന്നി.. അങ്ങനെ ചുറ്റി വരിഞ്ഞ ഒരു രൂപം എന്റെ കൺമുമ്പിലായി. പെട്ടെന്ന് ഒരു പ്രകാശം എന്റെ മുമ്പിലൂടെ കടന്നുപോയി. ഞെട്ടിയുണർന്നു... ആ രാത്രി പിന്നീടുള്ള സമയം സ്വപ്നത്തിൽ നിന്ന് കിട്ടിയ നിഗമനങ്ങളുടെ പരിണിത ഫലങ്ങളെക്കുറിച്ച് ചിന്തിച്ചു. അതുകൊണ്ട് മാന്യരേ, നമ്മൾ സ്വപ്നം കാണാൻ പഠിക്കണം. അതിൽ നിന്നും സത്യം പഠിക്കാനും കഴിയും. ഇത് പുരോഗമനത്തിലെ ഉണരുന്ന മനസ്സുകളെ വിശദീകരിക്കാനും കഴിയണം" (1890).

നൂറ് വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷം അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശതാബ്ദി ആഘോഷത്തിന്റെ വേളയിൽ, ഒരു കൂട്ടം പോളിസൈക്ലിക്ബെൻസിനോയ്ഡ് ഘടനയുള്ള സംയുക്തങ്ങൾക്ക് കെക്കുലീൻസ് (Kekulenes) എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തു.

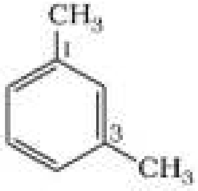
ങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നത്.



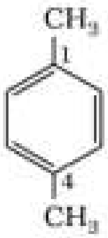
മീഥൈൽബെൻസീൻ (ടൊളുവീൻ)



1,2–ഡൈമീഥൈൽബെൻസീൻ (o–സൈലീൻ)



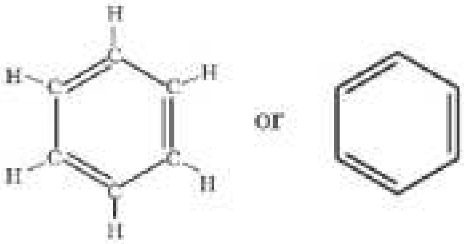
1,3 – ഡൈമീഥൈൽബെൻസീൻ (m–സൈലീൻ)



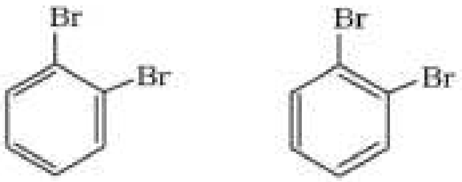
1,4–ഡൈമീഥൈൽബെൻസീൻ (p–സൈലീൻ)

13.5.2 ബെൻസീന്റെ ഘടന

ബെൻസീൻ വേർതിരിച്ചെടുത്തത് 1825 ൽ മൈക്കിൾ ഫാരഡെ (Michael Faraday) യാണ്. ബെൻസീന്റെ തന്മാത്രാ സൂത്രം C_6H_6 ആണ്. ആയത് തന്മാത്രയുടെ ഉയർന്ന അപൂരിതസ്വഭാവത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഈ യൂണിറ്റിന്റെ ആദ്യഭാഗങ്ങളിൽ പഠിച്ച ആൽക്കെയ്ൻ, ആൽക്കീൻ, ആൽക്കൈൻ എന്നിവയുമായി യാതൊരു വിധത്തിലുള്ള ബന്ധവും ബെൻസീന്റെ തന്മാത്രവാക്യം കാണിക്കുന്നില്ല. ഇതിന്റെ സാദ്ധ്യമായ ഘടന എന്തായിരിക്കും? ബെൻസീന് തനതായ ഗുണങ്ങളും, അസാധാരണമായ സ്ഥിരതയും ഉള്ളതിനാൽ അതിന്റെ ഘടന നിശ്ചയിക്കാൻ നിരവധി വർഷങ്ങൾ വേണ്ടി വന്നു. ബെൻസീൻ ട്രൈഓസോണൈഡ് നൽകുന്നതിനാൽ ഇതിൽ മൂന്ന് ദ്വിബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ട് എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. ബെൻസീൻ എല്ലായിപ്പോഴും ഒരേ തരത്തിലുള്ള ഏകപ്രതിസ്ഥാപിത വ്യുൽപ്പന്നങ്ങൾ നൽകുന്നതിനാൽ ഇതിലെ ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും ആറു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളും എല്ലാതരത്തിലും സമമാണ്. ഈ നിരീക്ഷണങ്ങളുടെയെല്ലാം അടിസ്ഥാനത്തിൽ 1865ൽ ആഗസ്റ്റ് കെക്കുലെ (August kekule) ബെൻസീന് താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഘടന നിർദ്ദേശിച്ചു. ഇതുപ്രകാരം ഒന്നിടവിട്ട് ദ്വിബന്ധമുള്ളതും ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ളതും ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം വീതം കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെട്ടതുമായ ഒരു വലയ ഘടനയാണ് ബെൻസീനുള്ളത്.



കെക്കുലെയുടെ ഘടന 1, 2-ഡൈബ്രോമോബെൻസീന്റെ രണ്ടുതരത്തിലുള്ള സമാവയവികളുടെ സാധ്യത സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഒന്നാമത്തെ സമാവയവിയിൽ ബ്രോമിൻ ആറ്റങ്ങൾ പരസ്പരം ദ്വിബന്ധമുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ രണ്ടാമത്തെ ഐസോമറിൽ ബ്രോമിൻ ആറ്റങ്ങൾ പരസ്പരം ഏകബന്ധനമുള്ള കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

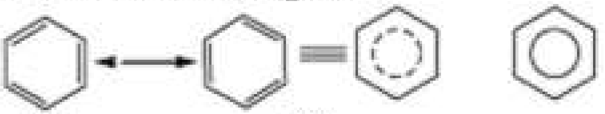


എന്നിരുന്നാലും ബെൻസീൻ ഒരു ദ്വിആദേശ ഉത്പന്നം മാത്രമാണ് നൽകുന്നത്. ഈ പ്രശ്നം ബെൻസീനിലെ ദ്വിബന്ധനങ്ങളുടെ ആന്ദോളനം (oscillating) എന്ന ആശയം ഉപയോഗിച്ച് കെക്കുലെ പരിഹരിക്കുകയാണുണ്ടായത്.

എന്നാൽ ഈ ആശയത്തിനും ബെൻസീന്റെ അസാധാരണമായ സ്ഥിരതയും, അതിന്റെ സങ്കലനരാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളോടുള്ള ആഭിമുഖ്യവും വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. ഇത് പിന്നീട് അനുരൂപീകരണം (Resonance) എന്ന പ്രതിഭാസത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശദീകരിക്കപ്പെട്ടു.

അനുരൂപീകരണവും ബെൻസീന്റെ സ്ഥിരതയും

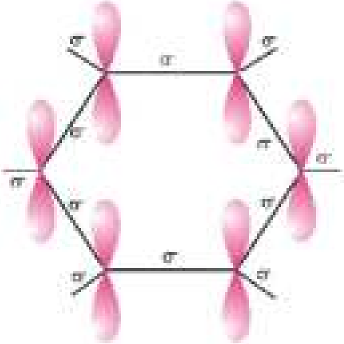
വി.ബി.സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ബെൻസീനിലെ ദ്വിബന്ധനങ്ങളുടെ ആന്ദോളനം എന്നത് അനുരൂപീകരണം എന്ന പ്രതിഭാസത്താലാണ് വിശദീകരിക്കപ്പെടുന്നത്. ബെൻസീൻ പല അനുരൂപീകരണ ഘടനകളുടെ സങ്കരമാണ്. കെക്കുലെ നിർദ്ദേശിച്ച (A), (B) എന്നീ ഘടനകളുമാണ് പ്രധാന അനുരൂപീകരണ ഘടകങ്ങൾ. ഈ സങ്കര ഘടന ഷഡ്ഭുജഘടനക്കുള്ളിൽ വലയമോ, വലയാകൃതിയിലുള്ള കുത്തുകളോ ഇട്ട് പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ഈ വലയം ആറ് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ വികേന്ദ്രീകരണം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.



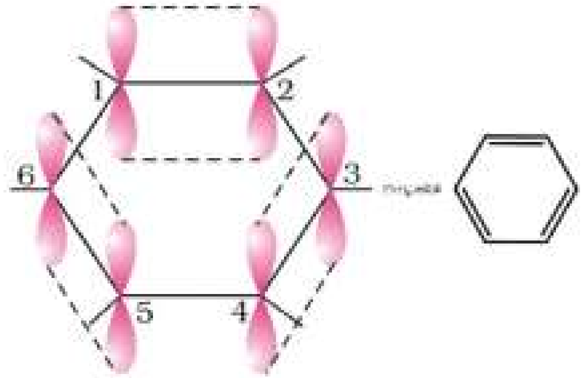
(A) (B)

(C)

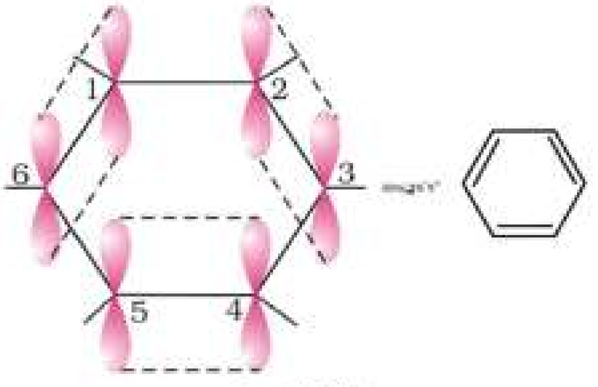
ഓർബിറ്റൽ അതിവ്യാപനം ബെൻസീന്റെ ഘടനയെക്കുറിച്ച് വിശദമായ ഒരു ചിത്രം നൽകുന്നു. ബെൻസീനിലെ എല്ലാ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും sp^2 സങ്കരണത്തിലാണ്. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലെയും രണ്ടു sp^2 സങ്കരണ ഓർബിറ്റൽ അടുത്ത കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലെ sp^2 സങ്കരണ ഓർബിറ്റലുകളുമായി അതിവ്യാപനം ചെയ്ത് ആറ് C—C 'σ' ബന്ധനം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് ഒരു ഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ പ്രതലത്തിൽ (hexagonal plane) ആയിരിക്കും. ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും അവശേഷിക്കുന്ന ഓരോ sp^2 സങ്കരണ ഓർബിറ്റൽ ഓരോ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ 's' ഓർബിറ്റലുമായി അതിവ്യാപനം ചെയ്ത് ആറ് C—H 'σ' ബന്ധനം ഉണ്ടാകുന്നു. ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിലെയും സങ്കരണത്തിൽ പങ്കെടുക്കാത്ത ഓരോ 'p' ഓർബിറ്റലുകൾ ബെൻസീൻ വലയത്തിന്റെ പ്രതലത്തിന് ലംബമായി നിലകൊള്ളുന്നു.



കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ സങ്കരണത്തിൽ പങ്കെടുക്കാത്ത 'p' ഓർബിറ്റലുകൾ എല്ലാം തന്നെ വശങ്ങളിലൂടെ അതിവ്യാപനം ചെയ്ത് 'π' ബന്ധനം ഉണ്ടാക്കാവുന്ന അകലത്തിലാണ്. ഇങ്ങനെ 'π' ബന്ധനം ഉണ്ടാകുന്നതിന് രണ്ട് സാധ്യതകളാണുള്ളത്. C_1-C_2, C_3-C_4, C_5-C_6 അഥവാ C_2-C_3, C_4-C_5, C_6-C_1. ഇത് ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള ചിത്രങ്ങളിൽ കാണുന്നതുപോലെയാണ്.

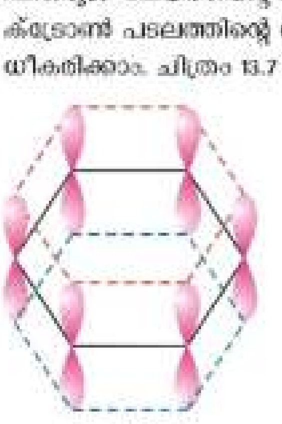


ചിത്രം 13.7 (a)



ചിത്രം 13.7 (b)

ചിത്രം 13.7 (a) 13.7 (b) എന്നിവ കെക്കുലെയുടെ 'π' ഇലക്ട്രോണുകളുടെ വികേന്ദ്രീകരണങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്ന രണ്ട് ഘടനകൾ ആണ്. X -കിരണ വിഭംഗനം വഴി കാർബൺ–കാർബൺ ന്യൂക്ലിയസുകൾക്കിടയിലുള്ള അകലം കണക്കാക്കിയപ്പോൾ എല്ലാ അകലങ്ങളും തുല്യമാണെന്ന് കണ്ടെത്തി. ഇത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളിൽ P-ഓർബിറ്റലുകൾക്ക് അതിവ്യാപനം ചെയ്യുന്നതിനു സാധ്യത ഒരു പോലെയാണെന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 13.7 (c) ഇത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ഷഡ്ഭുജ വലയത്തിന്റെ മുകളിലും താഴെയുമായി ഇലക്ട്രോൺ പടലത്തിന്റെ രണ്ട് വലയങ്ങളായി പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ചിത്രം 13.7 (d)



ചിത്രം 13.7 (c)

ചിത്രം 13.7 (d)

ആറ് π ഇലക്ട്രോണുകളും വികേന്ദ്രീകൃതവും ആറ് കാർബൺ ന്യൂക്ലിയസുകളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സ്വതന്ത്രമായി സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയുന്നവയും ആണ്. ഇത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ ബലം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഈ ചലന സ്വാതന്ത്ര്യമുള്ള π ഇലക്ട്രോണുകൾ ബെൻസീനെ മറ്റേത് സാങ്കല്പിക സൈക്ലോഹെക്സാട്രൈയീനേ (cyclohexatriene) ക്കാളും സ്ഥിരതയുള്ളതാക്കി മാറ്റുന്നു.

X-റേ വിഭംഗന പഠനം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ബെൻസീൻ ഒരു പ്രതലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന തന്മാത്രയാണെന്നും അതിന്റെ കാർബൺ-കാർബൺ ബന്ധന ദൈർഘ്യങ്ങൾ എല്ലാം ഒരേ പോലെയാണെന്നുമാണ് (139pm). ഇത് C-C ബന്ധനദൈർഘ്യം (154pm) C=C ബന്ധനദൈർഘ്യം (133pm) എന്നിവയ്ക്ക് ഇടയിലുള്ള ഒരളവാണ്. അങ്ങനെ ബെൻസീനിൽ ശുദ്ധമായ ദ്വിബന്ധനം ഇല്ലാത്തതിനാൽ, ബെൻസീൻ സാധാരണയായി സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടാതെ ചില അസാധാരണ സ്വഭാവങ്ങൾ കാണിക്കുന്നു.

13.6.3 ആരോമാറ്റികത (Aromaticity)

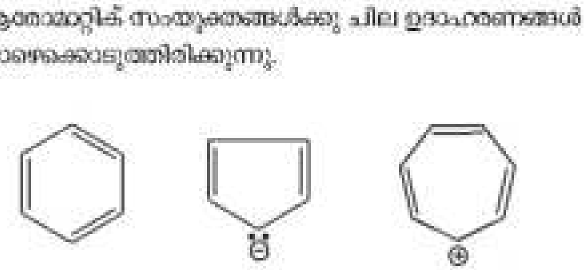
ആരോമാറ്റിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ഉത്തമസംയുക്തമായിട്ടാണ് ബെൻസീൻ കരുതപ്പെടുന്നത്. ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള സവിശേഷതകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ബെൻസീൻ ഘടനയുള്ളതും ഇല്ലാത്തതുമായ എല്ലാ വലയ സംയുക്തങ്ങളെയും ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങൾ എന്ന് വിളിക്കാം.

(i) സമതലീയത (Planarity)

(ii) π ഇലക്ട്രോണുകളുടെ വലയത്തിലൂടെയുള്ള പൂർണ്ണമായ വികേന്ദ്രീകരണം

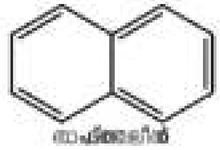
(iii) വലയത്തിൽ $(4n + 2)$ π ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കുക. ഇവിടെ $n = 0, 1, 2, 3 \ldots$

ഇത് ഹക്കൽ നിയമം (**Hückel Rule**) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങൾക്കു ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



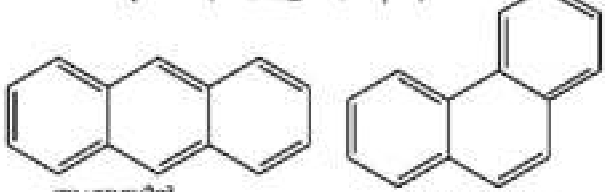
ബെൻസീൻ | സൈക്ലോപെന്റാഡൈ ഇനൈൽ ആനയോൺ | സൈക്ലോഹെപ്റ്റാട്രൈ ഇനൈൽ കാറ്റയോൺ

(n=1, 6π ഇലക്ട്രോൺ)



നാഫ്തലീൻ

(n = 2, 10 π ഇലക്ട്രോണുകൾ)



ആന്ത്രസീൻ ഫിനാൻത്രീൻ

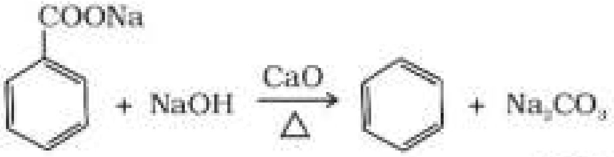
(n =3, 14 π ഇലക്ട്രോണുകൾ)

13.5.4 ബെൻസീന്റെ നിർമ്മാണം

ബെൻസീൻ കോൾടാറിൽ നിന്നാണ് വ്യാവസായികമായി വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്. ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ വഴി ബെൻസീൻ പരീക്ഷണ ശാലകളിൽ നിർമ്മിക്കാം.

(i) *ഈഥൈന്റെ ചാക്രികബഹുലകീകരണം (cyclic polymerisation of ethyne)*

(ii) *ആരോമാറ്റിക് ആസിഡുകളുടെ നിർ കാർബോക്സിലീകരണം :* ബെൻസോയിക് ആസിഡിന്റെ സോഡിയം ലവണത്തെ സോഡാലൈമുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാൽ ബെൻസീൻ ലഭിക്കും.



$$C_6H_5COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_6H_6 + Na_2CO_3 \qquad (13.70)$$

(iii) *ഫിനോളിന്റെ നിരോക്സീകരണം :* ചൂടാക്കിയ സിങ്ക് പൊടിയിലൂടെ ഫീനോൾ ബാഷ്പം കടത്തിവിട്ടാൽ, ഫീനോൾ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ബെൻസീനായി മാറുന്നു.

$$C_6H_5OH + Zn \xrightarrow{\Delta} C_6H_6 + ZnO \qquad (13.71)$$

13.5.5 ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ഭൗതികഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ആരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ പൊതുവെ ധ്രുവീയമല്ലാത്തതും, നിറമില്ലാത്തതും പ്രത്യേക ഗന്ധമുള്ളതുമായ സംയുക്തങ്ങളാണ്. നാഫ്തലീൻ ഗുളികയുടെ പ്രത്യേക ഗന്ധം മൂലം നമ്മൾ അതിനെ ശുചിമുറികളിലും, വസ്ത്രങ്ങളുടെ സംരക്ഷണത്തിനും, നിശാശലഭങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കാനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ആരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങൾ ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തവയും, കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുന്നവയുമാണ്. ഇവ കറുത്ത പുകയോടുകൂടി വായുവിൽ കത്തുന്നു.

രാസഗുണധർമ്മങ്ങൾ

അരീനുകളുടെ പ്രത്യേകതയാണ് ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി ആദേശ പ്രവർത്തനങ്ങൾ, എന്നിരുന്നാലും ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ, ഇവ സങ്കലന പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും, ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിനും വിധേയമാകുന്നു.

ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി പ്രതിസ്ഥാപിത പ്രവർത്തനങ്ങൾ (Electrophilic substitution reaction)

അരീനുകൾ സാധാരണ കാണിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി പ്രതിസ്ഥാപിത പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് നൈട്രീകരണം, ഹാലൊജനീകരണം, സൾഫൊണീകരണം, ഫ്രീഡൽക്രാഫ്റ്റ് ആൽക്കൈലീകരണം, ഫ്രീഡൽ ക്രാഫ്റ്റ് അസൈലീകരണം എന്നിവ. ഇതിൽ അഭികർമ്മകം (Reagent) ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹിയാണ് (E^+).

(i) **നൈട്രീകരണം** ഗാഢ സൾഫ്യൂരിക് അമ്ലം ഗാഢ നൈട്രിക് അമ്ലം എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം (നൈട്രേറ്റിങ് മിശ്രിതം) ബെൻസീനുമായി ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയാൽ ബെൻസീനിൽ നൈട്രോ ഗ്രൂപ്പ് ആദേശം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

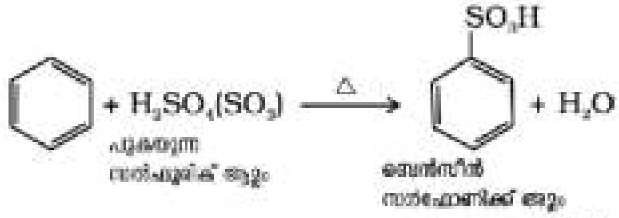
$$C_6H_6 + \text{ഗാഢ. } HNO_3 + \text{ഗാഢ. } H_2SO_4 \xrightarrow{323\text{-}333\ K} C_6H_5NO_2 + H_2O \qquad (13.72)$$

നൈട്രോബെൻസീൻ

(ii) ***ഹാലൊജനീകരണം*** : നിർജല $FeCl_3$, $FeBr_3$ അഥവാ $AlCl_3$ എന്നിവയിൽ ഏതെങ്കിലും ലൂയിസ് അമ്ലങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ അരീനുകൾ ഹാലൊജനുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹാലൊഅരീനുകൾ ലഭിക്കുന്നു.

(13.73)

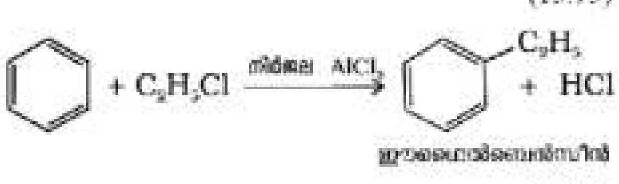
(iii) ***സൾഫോണീകരണം :*** ഒരു ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ നിന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റം മാറി ആ സ്ഥലത്ത് പകരം സൾഫോണിക് ആസിഡ് ഗ്രൂപ്പ് ഉൾപ്പെടുത്തുന്നതാണ് സൾഫോണേഷൻ എന്നു പറയുന്നു. ഇത് സാധ്യമാകുന്നത് ബെൻസീനെ ഫ്യൂമിങ് സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിന്റെ (ഒലിയം) സാന്നിധ്യത്തിൽ ചൂടാക്കിയാണ്.



(13.74)

(iv) ***ഫ്രീഡൽ ക്രാഫ്റ്റ് ആൽക്കൈലീകരണ പ്രവർത്തനം :*** നിർജല അലൂമിനിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ ബെൻസീനുമായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ ആൽക്കൈൽ ബെൻസീൻ ലഭിക്കുന്നു.

(13.75)

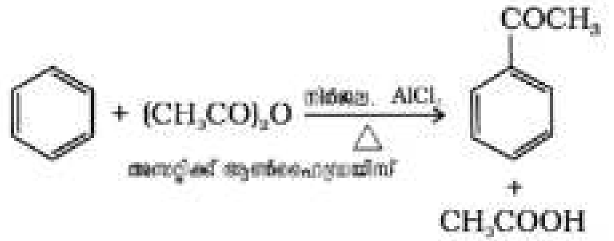


(13.76)

1-ക്ലോറോപ്രൊപെയ്ൻ ബെൻസീനുമായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ *n*-പ്രൊപ്പൈലിന്റെ ബെൻസീനുപകരം ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ ബെൻസീൻ ലഭിക്കുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്?

(v) ***ഫ്രീഡൽ-ക്രാഫ്റ്റ് അസൈലീകരണ പ്രവർത്തനം:*** ലൂയിസ് അമ്ലമായ നിർജല $AlCl_3$ യുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ, ബെൻസീൻ അസൈൽ ഹാലൈഡുമായോ ആസിഡ് അൻഹൈഡ്രൈഡുമായോ പ്രവർത്തിച്ച് അസൈൽ ബെൻസീൻ ലഭിക്കുന്നു.

(13.77)



(13.78)

ഉയർന്ന അളവിൽ ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹികളുടെ സാന്നിധ്യത്തിലാണ് ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതെങ്കിൽ ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ നിന്ന് ഒന്നിന് പുറകെ ഒന്നായി ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളെ ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി നീക്കം ചെയ്യുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് നിർജല $AlCl_3$ ന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ കൂടുതൽ ക്ലോറിനുമായി പ്രകാശത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ ബെൻസീൻ പ്രവർത്തിച്ചാൽ ഹെക്സാക്ലോറോബെൻസീൻ C_6Cl_6 ലഭിക്കുന്നു.

(13.79)

ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി ആദേശ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ക്രിയാവിധികൾ (Mechanism of electrophilic substitution reactions)

പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് ലഭിച്ച തെളിവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, S_E (S = പ്രതിസ്ഥാപിതം; E = ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി) പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചുവടെ പറയുന്ന മൂന്ന് ഘട്ടങ്ങളിലായാണ് സാധ്യമാകുന്നത്.

(a) ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹിയുടെ ഉത്പാദനം

(b) കാർബോകാറ്റയോൺ മധ്യവർത്തി രൂപീകരണം

(c) കാർബോകാറ്റയോൺ മധ്യവർത്തിയിൽ നിന്ന് പ്രോട്ടോൺ നീക്കം ചെയ്യുക.

(a) *ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹിയുടെ ഉത്പാദനം $E^{\oplus}$:* ബെൻസീന്റെ ക്ലോറിനേഷൻ, ആൽക്കൈലേഷൻ, അസൈലേഷൻ തുടങ്ങിയ പ്രവർത്തനങ്ങളിലെല്ലാം

നിർജല $AlCl_3$ എന്ന ലൂയിസ് അമ്ലമാണ് ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹികളായ $Cl^{\oplus}$, $R^{\oplus}$, $RC^{\oplus}O$ എന്നിവ അഭികർമ്മകത്തിൽ നിന്ന് ഉത്ഭവിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നത്.

(i) $Cl{-}Cl + AlCl_3 \longrightarrow \overset{+}{Cl} + [AlCl_4]^-$

ക്ലോറോണിയം അയോൺ

(ii) $CH_3{-}Cl + AlCl_3 \longrightarrow \overset{+}{C}H_3 + [AlCl_4]^-$

(iii) $CH_3{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}Cl + AlCl_3 \longrightarrow CH_3{-}\underset{\underset{O}{\|}}{\overset{+}{C}} + [AlCl_4]^-$

നൈട്രീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ നൈട്രോണിയം അയോൺ ($\overset{+}{N}O_2$) എന്ന ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി ഉണ്ടാകുന്നത്, സൾഫ്യൂരിക് അമ്ലത്തിൽ നിന്നും നൈട്രിക് അമ്ലത്തിലേക്ക് ചുവടെ പറയുന്ന രീതിയിലുള്ള പ്രോട്ടോൺ സ്ഥാനാന്തരം ഉണ്ടാകുന്നത് കൊണ്ടാണ്.

ഘട്ടം I

$$HO_3SO{-}H + H{-}\ddot{O}{-}NO_2 \rightleftharpoons H{-}\overset{\overset{H}{|}}{\overset{+}{O}}{-}NO_2 + HSO_4^-$$

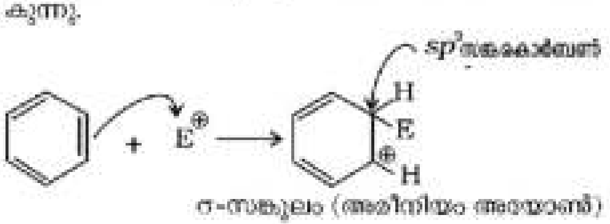
ഘട്ടം II

$$H{-}\overset{\overset{H}{|}}{\overset{+}{O}}{-}NO_2 \rightleftharpoons H_2O + \overset{\oplus}{N}O_2$$

പ്രോട്ടോൺ കൂട്ടി ചേർക്കപ്പെട്ട നൈട്രിക് അമ്ലം — നൈട്രോണിയം അയോൺ

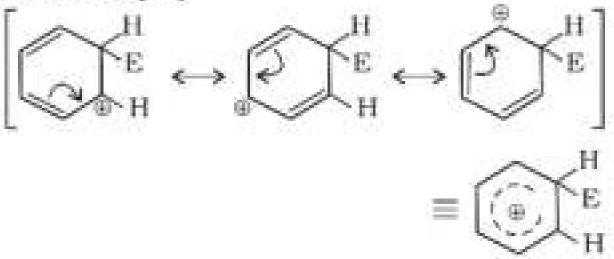
നൈട്രോണിയം അയോണിന്റെ ഉത്ഭവത്തിൽ സൾഫ്യൂരിക്കമ്ലം ഒരു അമ്ലമായും, നൈട്രിക്കാസിഡ് ഒരു ബേസ് ആയും പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നത് ഒരു താത്പര്യമുണർത്തുന്ന കാര്യമാണ്. ഇത് ഒരു ലഘു ആസിഡ് ബേയ്സ് സംതുലനാവസ്ഥയാണ്.

(b) *കാർബോകാറ്റയോൺ രൂപീകരണം (അരീനിയം അയോൺ) :* ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹിയുടെ പ്രവർത്തനം ഒരു σ-സങ്കുലത്തിന്റെ അഥവാ അരീനിയം അയോണിന്റെ രൂപീകരണത്തിനു കാരണമാകുന്നു. ഇതിൽ ഒരു കാർബൺ ആറ്റം sp^3 സങ്കരണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു.



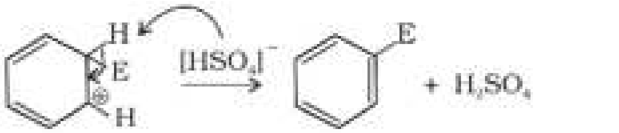
σ-സങ്കുലം (അരീനിയം അയോൺ)

അനുരൂപീകരണം മൂലം അരീനിയം അയോൺ സ്ഥിരത കൈവരിക്കുന്നു.



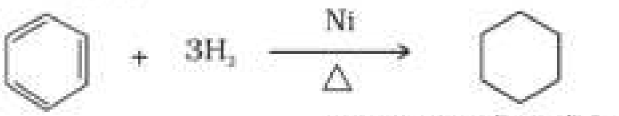
സിഗ്മ സങ്കുലം അഥവാ അരീനിയം അയോണിൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ വികേന്ദ്രീകരണ സ്വഭാവം (delocalisation) sp^3 സങ്കര കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ ഇല്ലാതാകുന്നതിനാൽ അതിന്റെ അരോമാറ്റിക് സ്വഭാവം നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

(c) *പ്രോട്ടോണിനെ നീക്കം ചെയ്യൽ (Removal of proton):* $[AlCl_4]^-$ ന്റെയും (ഹാലൊജനീകരണം, ആൽക്കൈലീകരണം, അസൈലീകരണം എന്നീ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ) $[HSO_4]^-$ ന്റെയും (നൈട്രീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ) സാന്നിധ്യത്തിൽ sp^3 സങ്കരണത്തിന് വിധേയമായ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽ നിന്നും പ്രോട്ടോണിനെ നഷ്ടപ്പെട്ട് σ-സങ്കുലം ആരോമാറ്റിക സ്വഭാവം പുനസ്ഥാപിക്കുന്നു.



സങ്കലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

ഉയർന്ന ഊർജ്ജാവസ്ഥയിൽ, അതായത് ഉയർന്ന താപനിലയിലും മർദ്ദത്തിലും അല്ലെങ്കിൽ ഉയർന്ന മർദ്ദത്തിൽ ഉൽപ്രേരകമായ നിക്കലിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ബെൻസീൻ ഹൈഡ്രോജനീകരണത്തിന് (hydrogenation) വിധേയമായി സൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ (cyclohexane) ലഭിക്കുന്നു.

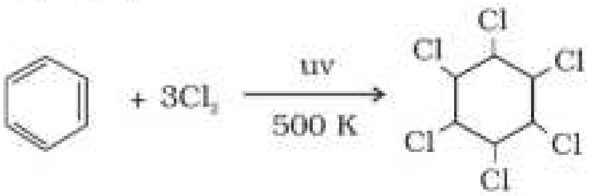


സൈക്ലോഹെക്സെയ്ൻ

(13.80)

അൾട്രാവയലറ്റ് പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ മൂന്ന്

ക്ലോറിൻ തന്മാത്രകൾ ബെൻസീനിലേക്ക് സങ്കലനം ചെയ്യപ്പെട്ട് ബെൻസീൻ ഹെക്സാക്ലോറൈഡ് $C_6H_6Cl_6$ ലഭിക്കുന്നു. ഇതിനെ ഗാമക്സേയ്ൻ (gammaxane) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.



ബെൻസീൻ ഹെക്സാക്ലോറൈഡ്
(BHC) (13.81)

ജ്വലനം (Combustion): ബെൻസീനെ വായുവിൽ ചൂടാക്കിയാൽ, കറുത്ത പുകയോടെ ജ്വലിച്ച് CO_2 ഉം H_2O ഉം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O \qquad (13.82)$$

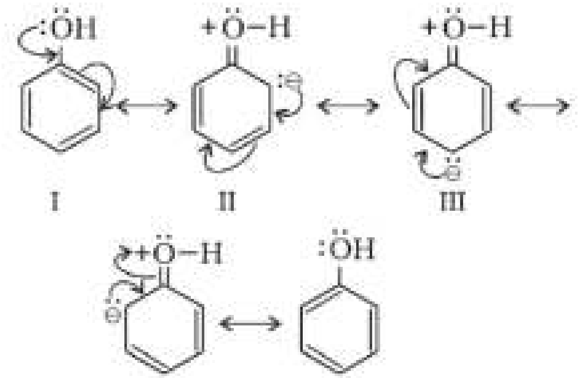
ഏതൊരു ഹൈഡ്രോകാർബണിന്റെയും ജ്വലന പ്രക്രിയയുടെ പൊതുവായ രാസസമവാക്യം ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})\ O_2 \rightarrow x\ CO_2 + \frac{y}{2}\ H_2O \qquad (13.83)$$

13.5.6 ഏക പ്രതിസ്ഥാപിത ബെൻസീനിൽ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ ദിശീയ സ്വാധീനം.

ഏക അദേശിത ബെൻസീനെ വീണ്ടും, അദേശത്തിന് വിധേയമാക്കിയാൽ, തുല്യ അളവിലല്ലാത്ത മൂന്ന് തരത്തിലുള്ള അദേശിത സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ട്. ഒന്നുകിൽ ഓർത്തോ (ortho) യും പാരാ (para) യും ഉത്പന്നമായിട്ടും അല്ലെങ്കിൽ മെറ്റാ (meta) ഉത്പന്നമായിട്ടും രണ്ടു രീതികൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഈ സ്വഭാവത്തിന് കാരണം ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രതിസ്ഥാപകത്തിന്റെ പ്രകൃതമാണ്, മറിച്ച് അതിലേക്ക് പുതുതായി വന്നു ചേരുന്ന പ്രതിസ്ഥാപകത്തിന്റെ പ്രകൃതം കൊണ്ടല്ല. ഇതിനെ പ്രതിസ്ഥാപകങ്ങളുടെ ദിശീയ സ്വാധീനം (directive influence) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഗ്രൂപ്പുകളുടെ ഓർത്തോ/പാരാ അഥവാ മെറ്റാ ദിശീയ സ്വഭാവങ്ങളുടെ കാരണം ചുവടെ ചർച്ച ചെയ്യുന്നു.

ഓർത്തോ (ortho), പാരാ (para) ദിശീയ ഗ്രൂപ്പുകൾ: ബെൻസീൻ വലയത്തിലേക്ക് പുതുതായി വരുന്ന ഗ്രൂപ്പുകളെ ഓർത്തോ, പാരാസ്ഥാനങ്ങളിലേക്ക് നയിക്കുന്ന ഗ്രൂപ്പുകളെ ഓർത്തോ-പാരാദിശീയ ഗ്രൂപ്പുകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. നമുക്ക് ഫീനോളിക് (–OH) ഗ്രൂപ്പിന്റെ ദിശീയ സ്വാധീനം ചർച്ച ചെയ്യാം. അതിനായി തന്നിട്ടുള്ള ഘടനകളുടെ ഒരു അനുരൂപീകരണ (resonance) സങ്കരമായി ഫീനോളിനെ പരിഗണിക്കാം.

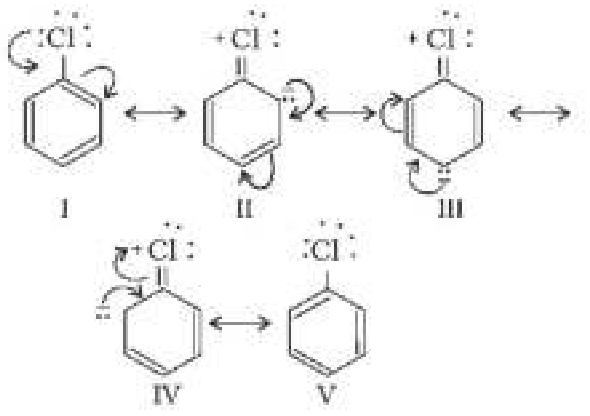


I II III IV V

മുകളിൽ തന്നിട്ടുള്ള അനുരൂപീകരണ ഘടനകളിൽ നിന്ന് ഒരു കാര്യം മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും, o-യും p-യും സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത കൂടുതലാണ്. -OH ഗ്രൂപ്പിന്റെ –I പ്രഭാവം മൂലം ഓർത്തോ പാരാ സ്ഥാനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത അല്പം കണ്ട് കുറയുന്നുണ്ടെങ്കിലും മൊത്തത്തിൽ ഈ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത അനുരൂപീകരണം മൂലം കൂടുതലായി തന്നെ കാണപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ബെൻസീൻ വലയത്തിനെ ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി പ്രവർത്തനത്തിനായി –OH ഗ്രൂപ്പ് **സജീവമാക്കുന്നു. സജീവമാക്കുന്ന** മറ്റ് ഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. $-NH_2$, –NHR, $-NHCOCH_3$, $-OCH_3$, $-CH_3$, $-C_2H_5$, മുതലായവ.

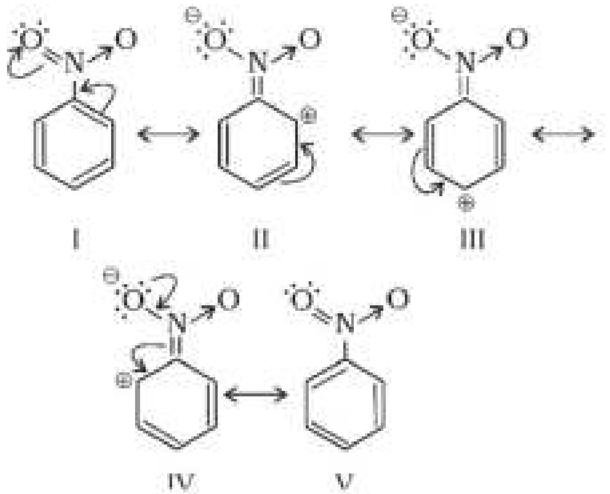
അരൈൽ ഹാലൈഡുകളുടെ കാര്യത്തിൽ ഹാലോജനുകൾ മിക്കവാറും **നിഷ്ക്രിയങ്ങളാണ്** (deactivating). ഇതിനുകാരണം ഹാലോജനുകളുടെ ശക്തമായ –I പ്രഭാവം ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ മൊത്തത്തിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രതയെകുറയ്ക്കുകയും, തുടർന്നുള്ള ആദേശ പ്രവർത്തനങ്ങളെ ബുദ്ധിമുട്ടിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നിരുന്നാലും അനുരൂപീകരണം മൂലം ഓർത്തോ, പാരാ സ്ഥാനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത മെറ്റാസ്ഥാനത്തെക്കാളും കൂടുതലായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ഇവയെല്ലാം ഓർത്തോ, പാരാദിശീയ ഗ്രൂപ്പുകളാണെന്നു തന്നെ പറയാം.

ക്ലോറോബെൻസീന്റെ അനുരൂപീകരണ ഘടനകൾ ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



മെറ്റാദിശീയ ഗ്രൂപ്പുകൾ (Meta directing group): പുതുതായി വലയത്തിലേക്ക് എത്തുന്ന ഗ്രൂപ്പുകളെ മെറ്റാ (meta) ദിശയിലേക്ക് നയിക്കുന്ന ഗ്രൂപ്പുകളെ മെറ്റാദിശീയ ഗ്രൂപ്പുകൾ (meta directing groups) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിന് ഉദാഹരണമാണ് $-NO_2$, $-CN$, $-CHO$, $-COR$, $-COOH$, $-COOR$, $-SO_3H$, മുതലായവ.

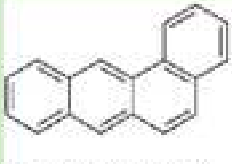
ശക്തമായ –I പ്രഭാവം ഉള്ളതിനാൽ നൈട്രോഗ്രൂപ്പ് ബെൻസീൻ വലയത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത കുറയ്ക്കുന്നു. ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള അനുരൂപീകരണ ഘടനകളുടെ ഒരു കൂടികലർന്ന ഘടനയാണ് (Resonance hybrid) നൈട്രോ ബെൻസീനുള്ളത്.



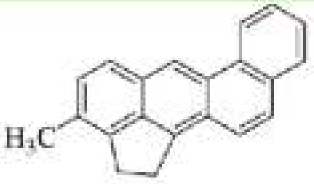
ഈ ഘടനയിൽ വലയത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത മൊത്തത്തിൽ കുറയ്ക്കുന്നതിനാൽ, തുടർന്നുള്ള ആദേശം പ്രയാസകരമാണ്. അതിനാൽ ഇത്തരം ഗ്രൂപ്പുകളെ **നിഷ്ക്രിയണ ഗ്രൂപ്പുകൾ** (deactivators) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഓർത്തോ പാരാസ്ഥാനങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോൺ സാന്ദ്രത മെറ്റാ (meta) സ്ഥാനത്തേക്കാൾ കുറവായിരിക്കും, അതിനാൽ ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹികൾ മെറ്റാസ്ഥാനത്തേക്ക് ആദേശം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

13.6 അർബുദജനകത (Carcinogenicity) യും വിഷതയും (Toxicity)

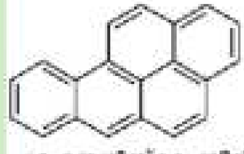
ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ബെൻസീൻ വലയങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന ബഹു കേന്ദ്രീകൃത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ വിഷലിപ്തവും (toxic) അർബുദം ഉണ്ടാക്കുന്നവയുമാണ് (carcinogenic). പുകയില, കൽക്കരി, പെട്രോളിയം തുടങ്ങിയവയുടെ അപൂർണമായ ജ്വലനത്തിന്റെ ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന ബഹുകേന്ദ്രീകൃത (polynuclear) ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ മനുഷ്യശരീരത്തിൽ കടന്നുണ്ടാകുന്ന ജൈവരാസ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി DNA യ്ക്ക് നാശം ഉണ്ടാകുന്നു. അർബുദത്തിന് കാരണമാകുന്ന ചില ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു.



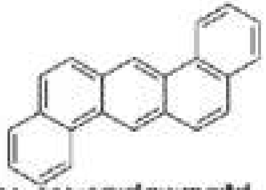
1,2 - ബെൻസാന്ത്രസിൻ



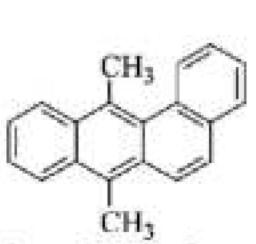
3-മീഥൈൽകോലാന്ത്രീൻ



1,2–ബെൻസ്പൈറീൻ



1,2,5,6 - ഡൈബെൻസാന്ത്രസിൻ



9,10–ഡൈമീഥൈൽ1,2–ബെൻസാന്ത്രസിൻ

സംഗ്രഹം

കാർബണിന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും മാത്രം സംയുക്തങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രോ കാർബണുകൾ. പ്രധാനമായും കൽക്കരിയിൽ നിന്നും, പെട്രോളിയത്തിൽ നിന്നുമാണ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ലഭിക്കുന്നത്. ഇവ ഊർജ്ജത്തിന്റെ പ്രധാന ഉറവിടങ്ങളാണ്. ധാരാളം വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള ഉൽപന്നങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ പ്രാരംഭ വസ്തുക്കളായി പെട്രോകെമിക്കലുകളെ ഉപയോഗിക്കുന്നു. LPG (ദ്രവീകൃത പെട്രോളിയം വാതകം), CNG (മർദ്ദിത പ്രകൃതി വാതകം) തുടങ്ങി ഗാർഹിക ഉപയോഗത്തിനും, ആട്ടോ മൊബൈൽ വ്യവസായത്തിലും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങൾ എല്ലാം തന്നെ പെട്രോളിയത്തിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നതാണ്. ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ അവയുടെ ഘടനയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി പൂരിത ശൃംഖലാ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ (alkane) അപൂരിത ശൃംഖലാ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ (alkene, alkyne) വലയ (alicyclic) ആരോമാറ്റിക് (aromatic) എന്നിങ്ങനെ വേർതിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ആൽക്കെയ്നുകളുടെ പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ ആദേശം, ജ്വലനം, ഓക്സീകരണം, അരോമാറ്റീകരണം മുതലായവ. ആൽക്കീനുകളും, ആൽക്കൈനുകളും പൊതുവെ ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി സങ്കലന പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുന്നു. അരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, അപൂരിതമാണെങ്കിലും ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി ആദേശത്തിന് വിധേയമാകുന്നവയാണ്. പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ മാത്രം ഇവ സങ്കലന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുന്നു.

C-C സിഗ്മബന്ധനത്തിലൂടെയുള്ള സ്വതന്ത്രമായ ചുറ്റിത്തിരിയൽ കാരണം ആൽക്കെയ്നുകൾ സംരൂപ ഐസോമെറിസം കാണിക്കുന്നു. ഈഥെയ്ന്റെ എക്ലിപ്സ്ഡ് (eclipsed) സ്റ്റാഗേഡ് (staggered) എന്നീ സംരൂപങ്ങളിൽ, ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ വളരെ അകലെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതുകാരണം സ്റ്റാഗേഡ് സംരൂപം കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളതാണ്. കാർബൺ-കാർബൺ ദ്വിബന്ധനത്തിനു ചുറ്റുമുള്ള കറക്കം നിയന്ത്രിതമാകയാൽ ആൽക്കീനുകൾ ജ്യാമിതീയ അഥവാ സിസ്-ട്രാൻസ് ഐസോമെറിസം കാണിക്കുന്നു.

ബെൻസീനും, ബെൻസിനോയിഡ് സംയുക്തങ്ങൾക്കും ആരോമാറ്റിക് സ്വഭാവമാണുള്ളത്. ഹക്കൽ നിയമം പ്രകാരം $(4n+2)\,\pi$ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രത്യേക ഇലക്ട്രോൺ ഘടനയുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ പൊതുവെ ആരോമാറ്റിസിറ്റി (aromaticity) കാണിക്കുന്നു. ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രതിസ്ഥാപനങ്ങൾ ബെൻസീൻ വലയത്തെ ഇലക്ട്രോഫിലിക് ആദേശത്തിന് വേണ്ടി സജീവമാക്കുകയോ നിഷ്ക്രിയമാക്കുകയോ ചെയ്യുകയും, പുതുതായി വരുന്ന ഗ്രൂപ്പുകൾ ഏത് സ്ഥാനത്ത് ബന്ധിപ്പിക്കാം എന്ന് തീരുമാനിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബെൻസീൻ വലയങ്ങൾ കൂടി ചേർന്ന ചില ബഹുകേന്ദ്രീകൃത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ കാൻസർ രോഗകാരികളാണ്.

പരിശീലനചോദ്യങ്ങൾ

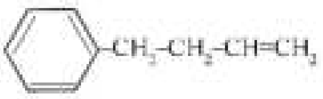
13.1 മീഥെയ്ന്റെ ക്ലോറിനീകരണം വഴി ഈഥെയ്ൻ ലഭിക്കുന്നത് എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയും?

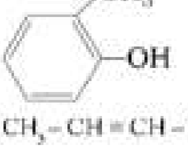
13.2 ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക.

(a) $CH_3CH=C(CH_3)_2$

(b) $CH_2=CH-C\equiv C-CH_3$

(c)

(d) 

(e) 

(f) $CH_3(CH_2)_4CH(CH_2)_3CH_3$ with $CH_2-CH(CH_3)_2$ attached to CH

(g) $CH_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH-CH_2-CH=CH_2$ with C_2H_5 attached to the seventh carbon

13.3 ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങൾക്ക് സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ദ്വിബന്ധനങ്ങളുടെയും ത്രിബന്ധനങ്ങളുടെയും എണ്ണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, സാധ്യമായ എല്ലാ ഐസോമറുകളുടെയും ഘടനവരച്ച് IUPAC നാമം എഴുതുക.

(a) C_4H_8 (ഒരു ദ്വിബന്ധനം)

(b) C_5H_8 (ഒരു ത്രിബന്ധനം)

13.4 തന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ ഓസോൺ അപഘടനത്തിന്റെ ഫലമായിട്ടുണ്ടാകുന്ന ഉത്പന്നങ്ങളുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക.

(i) പെന്റ് -2-ഈൻ (ii) 3,4-ഡൈമീതൈൽഹെപ്റ്റ്-3-ഈൻ

(iii) 2-ഈഥൈൽബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ (iv) 1-ഫിനൈൽബ്യൂട്ട്-1-ഈൻ

13.5 'A' എന്ന ആൽക്കീൻ ഓസോൺ അപഘടനത്തിന് വിധേയമായി എഥനാൽ, പെന്റയ്ൻ-3-ഓൺ എന്നിവയുടെ ഒരു മിശ്രിതവും ലഭിക്കുന്നു എങ്കിൽ 'A' യുടെ ഘടനയും IUPAC നാമവും എഴുതുക.

13.6 'A' എന്ന ആൽക്കീനിൽ മൂന്ന് C-C σ ബന്ധനവും, എട്ട് C-H σ ബന്ധനവും, ഒരു C-C π ബന്ധനവും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ഓസോൺ അപഘടനത്തിന് വിധേയമായാൽ, 'A', തന്മാത്രാഭാരം 44U ഉള്ള ഒരു ആൽഡിഹൈഡിന്റെ രണ്ട് മോൾ നൽകുന്നുവെങ്കിൽ, 'A' യുടെ IUPAC നാമം എഴുതുക.

13.7 ഒരു ആൽക്കീൻ ഓസോൺ അപഘടനത്തിന് ഉത്പന്നങ്ങളാണ്, പ്രൊപ്പനാൽ, പെന്റാൻ-3-ഓൺ എന്നിവ. എങ്കിൽ ആൽക്കീനിന്റെ ഘടനാസൂത്രം എഴുതുക?

13.8 തന്നിട്ടുള്ള ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ ജ്വലനത്തിന്റെ രാസസമവാക്യം എഴുതുക.

(i) ബ്യൂട്ടെയ്ൻ (ii) പെന്റീൻ

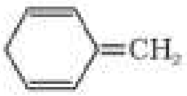
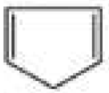
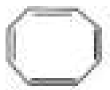
(iii) ഹെക്സൈൻ (iv) ടൊളുവിൻ

13.9 ഹെക്സ്-2-ഈൻ ന്റെ സിസ്-ട്രാൻസ് സമാവയവികളുടെ ഘടനവരയ്ക്കുക. ഇതിൽ ഏത് സമാവയവിക്കാണ് ഉയർന്ന തിളനിലയുള്ളത്? എന്തുകൊണ്ട്?

13.10 മൂന്ന് ദ്വിബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിലും ബെൻസീന് എന്തുകൊണ്ടാണ് അസാധാരണമായ സ്ഥിരത ഉള്ളത്?

13.11 ഏതൊരു വ്യൂഹത്തിനും ആരോമാറ്റിക് ആകുന്നതിനുള്ള അടിസ്ഥാന സാഹചര്യങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?

13.12 തന്നിട്ടുള്ളവയ്ക്ക് എന്തുകൊണ്ട് ആരോമാറ്റികത ഇല്ലായെന്ന് വ്യക്തമാക്കുക?

(i)  (ii)  (iii) 

13.13 തന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളായി ബെൻസീനിനെ എങ്ങനെ മാറ്റിയെടുക്കാം?

(i) *p*-നൈട്രോബ്രോമോബെൻസീൻ (ii) *m*- നൈട്രോക്ലോറോബെൻസീൻ

(iii) *p* - നൈട്രോടൊളുവിൻ (iv) അസറ്റോഫിനോൺ

13.14 $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)_2$ എന്ന ആൽക്കെയ്നിലെ 1°,2°,3° കാർബൺ ആറ്റങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുക, കൂടാതെ ഓരോ കാർബൺ ആറ്റത്തിലും ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം കണ്ടെത്തുക.

13.15 ആൽക്കെയ്ൻ ചങ്ങലയിലെ ശിഖരങ്ങൾ അവയുടെ തിളനിലയിലുണ്ടാക്കുന്ന സ്വാധീനമെന്ത്?

13.16 പ്രൊപ്പീൻ HBr മായി ചേർന്ന് സങ്കലന പ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമായാൽ 2-ബ്രോമോപ്രൊപ്പെയ്ൻ ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഇതേ പ്രവർത്തനം ബെൻസോയിൽ പെറോക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നടത്തിയാൽ 1-ബ്രോമോ പ്രൊപ്പെയ്ൻ ലഭിക്കുന്നു. ക്രിയാവിധി സഹിതം വിശദമാക്കുക.

13.17 1,2-ഡൈമീതൈൽബെൻസീനിന്റെ (സൈലീനിന്റെ) ഓസോൺഅപഘടന ഉത്പന്നങ്ങൾ ഏതെല്ലാം? ഇത് ബെൻസീനിന്റെ കെക്കുലെ ഘടനയെ ഏതുതരത്തിൽ സാധൂകരിക്കുന്നു?

13.18 ബെൻസീൻ, *n*-ഹെക്സെയ്ൻ, ഈഥൈൻ എന്നിവയെ അവയുടെ അസിഡിക ഗുണത്തിന്റെ അവരോഹണ ക്രമത്തിലെഴുതി, കാരണം വ്യക്തമാക്കുക.

13.19 ബെൻസീനിൽ ഇലക്ട്രോൺസ്നേഹി ആദേശം എളുപ്പത്തിലും ന്യൂക്ലിയോ സ്നേഹി ആദേശം സാവധാനത്തിലും നടക്കുന്നതിന്റെ കാരണമെന്ത്?

13.20 തന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളെ എങ്ങനെ ബെൻസീനാക്കി മാറ്റാൻ കഴിയും.

(i) ഈഥെയ്ൻ (ii) ഈഥൈൻ (iii) ഹെക്സെയ്ൻ

13.21 ഹൈഡ്രജനീകരണത്തിന്റെ ഫലമായി 2-മീഥൈൽ ബ്യൂട്ടെയ്ൻ നൽകുന്ന ആൽക്കീനുകളുടെ ഘടനകൾ വരയ്ക്കുക?

13.22 തന്നിട്ടുള്ള ഗണങ്ങളിൽ സംയുക്തങ്ങളെ അവയുടെ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹികളുമായിട്ടുള്ള (E^+) ആപേക്ഷിക പ്രവർത്തനക്ഷമതയുടെ അവരോഹണ ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

(a) ക്ലോറോബെൻസീൻ, 2,4-ഡൈനൈട്രോക്ലോറോബെൻസീൻ, p-നൈട്രോക്ലോറോ ബെൻസീൻ.

(b) ടൊളുവീൻ, p-$H_3C - C_6H_4 - NO_2$, p-$O_2N - C_6H_4 - NO_2$

13.23 ബെൻസീൻ, *m*-ഡൈനൈട്രോബെൻസീൻ, ടൊളുവീൻ എന്നിവയിൽ ഏതാണ് വളരെ എളുപ്പത്തിൽ നൈട്രീകരണത്തിന് വിധേയമാകുന്നത്? എന്തുകൊണ്ട്?

13.24 ബെൻസീന്റെ എഥിലേഷന് ഉപയോഗിക്കാവുന്ന നിർജല അലുമിനിയം ക്ലോറൈഡല്ലാതെ മറ്റൊരു ലൂയിസ് അമ്ലത്തിന്റെ പേര് നിർദ്ദേശിക്കുക?

13.25 ഒറ്റ അക്കം കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ആൽക്കെയ്നുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിന് വുർട്സ് രാസപ്രവർത്തനം ഉപയോഗിക്കുന്നില്ല എന്തുകൊണ്ട്? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം ഉദാഹരണസഹിതം വിശദമാക്കുക?

യൂണിറ്റ് 14

Z9F4A9

പരിസ്ഥിതി രസതന്ത്രം

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ:

- പരിസ്ഥിതി രസതന്ത്രത്തിന്റെ അർത്ഥം മനസിലാക്കുന്നു.
- അന്തരീക്ഷ മലിനീകരണം നിർവ്വചിക്കുന്നു, ആഗോള താപനം, ഹരിത ഗൃഹ പ്രഭാവം, അമ്ല മഴ എന്നിവയുടെ കാരണങ്ങൾ പട്ടികപ്പെടുത്തുന്നു.
- ഓസോൺ പാളി നാശനത്തിന്റെ കാരണങ്ങളും ഫലങ്ങളും തിരിച്ചറിയുന്നു.
- ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ പ്രസ്താവിക്കുകയും കുടിവെള്ളത്തിന്റെ അന്താരാഷ്ട്ര നിലവാരം അറിയുകയും ചെയ്യുന്നു.
- മണ്ണ് മലിനീകരണത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ വിവരിക്കുന്നു.
- പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുള്ള മാർഗങ്ങൾ നിർദ്ദേശിക്കുകയും രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.
- നിത്യജീവിതത്തിൽ ഹരിത രസതന്ത്രത്തിനുള്ള പ്രാധാന്യം വിലയിരുത്തുന്നു.

"ലോകം വിവേകമില്ലാത്ത ബാഹ്യശോഭയും മനസ്സാക്ഷിയില്ലാത്ത ശക്തിയും കൈവരിച്ചിരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ലോകം ആണവ അതികായന്മാരുടെയും ധാർമിക ശിശുക്കളുടെയും ലോകമാണ്."

മുൻ ക്ലാസ്സുകളിൽ പരിസ്ഥിതിയെക്കുറിച്ചു നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. പരിസ്ഥിതി പഠനം എന്നത് നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുകളുമായുള്ള സാമൂഹികവും, സാമ്പത്തികവും, ജീവശാസ്ത്രപരവും, ഭൗതികവും രാസപരവും ആയ പരസ്പര ഇടപെടലിന്റെ ആകെ തുകയാണ്. ഈ അധ്യായത്തിൽ പരിസ്ഥിതി രസതന്ത്രത്തിനാണ് നമ്മൾ മുഖ്യമായും ഊന്നൽ നൽകുന്നത്. പരിസ്ഥിതി രസതന്ത്രം എന്നത് പരിസ്ഥിതിയിൽ രാസ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ഉത്പത്തി, സംവഹനം, രാസപ്രവർത്തനം, പ്രഭാവം, ഭാഗധേയം എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ്. പരിസ്ഥിതി രസതന്ത്രത്തിന്റെ ചില പ്രധാന വശങ്ങൾ നമുക്ക് ചർച്ച ചെയ്യാം.

14.1 പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം

സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ, മനുഷ്യവർഗം എന്നിവയ്ക്ക് ദോഷമുണ്ടാക്കുന്നതരത്തിൽ നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടിലുണ്ടാകുന്ന അനഭിലഷണീയമായ മാറ്റങ്ങളുടെ ഫലമാണ് പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം. മലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്ന വസ്തുവിനെ മലിനീകാരി എന്ന് പറയുന്നു. മലിനീകാരി പലപ്പോഴും ഖരങ്ങളോ, ദ്രാവകങ്ങളോ, വാതകങ്ങളോ ആകാം. പ്രകൃത്യാലോ മനുഷ്യന്റെ പ്രവൃത്തി കൊണ്ടോ സാധാരണയിൽ കവിഞ്ഞ അളവിൽ പ്രകൃതിയിൽ ഇത്തരം പദാർത്ഥങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഒരു സാധാരണ മനുഷ്യനു ആഹാരത്തെ അപേക്ഷിച്ചു ഏകദേശം 12 മുതൽ 15 ഇരട്ടി വരെ വായു ആവശ്യമുണ്ട് എന്നകാര്യം നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? അതുകൊണ്ടുതന്നെ ആഹാരത്തിലുണ്ടാകുന്ന വളരെ ചെറിയ അളവിലുള്ള മലിനീകാരി പോലും അതേ അളവിൽ വായുവിൽ ഉണ്ടായാൽ ഗൗരവമായ പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നതാണ്. ഉപേക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന പച്ചക്കറികൾ പോലെ വളരെപ്പെട്ടന്ന് സ്വാഭാവികമായി വിഘടിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കളും മലിനീകാരിയായി വർത്തിക്കുന്നു. മറിച്ച് മന്ദഗതിയിൽ വിഘടിക്കപ്പെടുന്ന മലിനീകാരികൾ ദശകങ്ങളോളം മാറ്റമില്ലാതെ പരിസ്ഥിതിയിൽ നിലനിൽക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഡൈക്ലോറോ ഡൈഫിനൈൽ ട്രൈക്ലോറോ ഈഥെയ്ൻ (DDT), പ്ലാസ്റ്റിക് വസ്തുക്കൾ, ഘന ലോഹങ്ങൾ,

അനേകം രാസവസ്തുക്കൾ, ആണവ മാലിന്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ ഒരിക്കൽ ഉപേക്ഷിച്ചാൽ പിന്നെ നീക്കം ചെയ്യുക ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. ഈ മലിനീകാരികൾ പ്രകൃത്യാ നശിക്കുന്നില്ല എന്ന് മാത്രമല്ല ജീവികൾക്ക് ഹാനികരം കൂടിയാണ്. പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ മലിനീകാരി ഒരു ഉറവിടത്തിൽ നിന്ന് ഉദ്ഭവിക്കുകയും വായു, വെള്ളം എന്നിവയിൽക്കൂടി വ്യാപിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ മനുഷ്യർ വഴി ഭൂമിയിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു.

14.2 അന്തരീക്ഷ മലിനീകരണം

ഭൂമിക്കുചുറ്റും കാണപ്പെടുന്ന അന്തരീക്ഷം എല്ലാ ഉയരത്തിലും ഒരേ ഘനത്തിലല്ല കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഏക കേന്ദ്രീകൃതമായതും വ്യത്യസ്ത സാന്ദ്രതയുള്ളതുമായ ധാരാളം വായു പാളികൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിലെ ഏറ്റവും താഴെയുള്ള പാളിയായ **ട്രോപ്പോസ്ഫിയറിൽ (troposphere)** മനുഷ്യരുൾപ്പെടെയുള്ള ജീവിവർഗം വസിക്കുന്നു. സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്ന് ഏകദേശം 10 കിലോമീറ്റർ ഉയരം വരെ ഇത് കാണപ്പെടുന്നു. ട്രോപ്പോസ്ഫിയറിന് മുകളിൽ സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നും ഏകദേശം 10 മുതൽ 50 കിലോമീറ്ററിനിടയിൽ കാണപ്പെടുന്ന പാളിയാണ് **സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയർ (stratosphere).** പൊടിപടലങ്ങളും, ധാരാളം നീരാവിയും മേഘങ്ങളും നിറഞ്ഞു വളരെ പ്രക്ഷുബ്ധമായ അന്തരീക്ഷ പാളിയാണ് ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ. ഈ മേഖല അതിശക്തമായ വായു പ്രവാഹത്തിന്റെയും മേഘരൂപീകരണത്തിന്റെയും ഇടമാണ്. നേരെമറിച്ചു സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ ഡൈനൈട്രജനും ഡയോക്സിജനും ഓസോണും കുറച്ചു നീരാവിയും കാണപ്പെടുന്നു.

അന്തരീക്ഷ മലിനീകരണം ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ മലിനീകരണം എന്നും സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയർ മലിനീകരണം എന്നും രണ്ടു ഭാഗങ്ങളായി വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോണിന്റെ സാന്നിധ്യം സൂര്യനിൽ നിന്നും വരുന്ന ഹാനികരമായ ഏകദേശം 99.5 ശതമാനം അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങളെയും ഭൂമിയിലെത്തുന്നതിൽ നിന്നും തടയുകയും അതുവഴി മനുഷ്യരെയും മറ്റു ജീവികളെയും സംരക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

14.2.1 ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ മലിനീകരണം

വായുവിലെ അനഭിലഷണീയമായ ഖര-വാതക കണികകളുടെ സാന്നിധ്യമാണ് ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ മലിനീകരണത്തിന്റെ കാരണം. താഴെപ്പറയുന്നവയാണ് ട്രോപോസ്ഫിയറിലെ മുഖ്യ വാതക കണികാ മലിനീകാരികൾ.

1. വാതക വായു മലിനീകാരികൾ: സൾഫർ, നൈട്രജൻ, കാർബൺ തുടങ്ങിയവയുടെ ഓക്സൈഡുകൾ, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ്, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, ഓസോൺ തുടങ്ങിയ ഓക്സീകാരികൾ.
2. കണികാ മലിനീകാരികൾ: പൊടി, മൂടൽ മഞ്ഞ്, പുക, ധൂമം, പുകമഞ്ഞ് മുതലായവ.

1. വാതക വായു മലിനീകാരികൾ

(a) സൾഫറിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ : സൾഫർ ഉൾക്കൊണ്ടിട്ടുള്ള ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായാണ് സൾഫറിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. സൾഫറിന്റെ സാധാരണ ഓക്സൈഡായ സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് ജീവികൾക്കും സസ്യങ്ങൾക്കും ഒരുപോലെ ഹാനികരമായ വാതകമാണ്. വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് പോലും മനുഷ്യരിൽ ആസ്ത്മ, ബ്രോങ്കൈറ്റിസ്, എംഫിസെമ പോലുള്ള ശ്വാസകോശ രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതായി തെളിയിക്കപെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവ കണ്ണുകൾക്ക് ചൊറിച്ചിൽ ഉണ്ടാക്കുകയും തൽഫലമായി കണ്ണുനീരും കണ്ണിന് ചുവപ്പും ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉയർന്ന അളവിലുള്ള SO_2 പൂമൊട്ടുകൾക്കു കട്ടിയുണ്ടാക്കുകയും ചെടികളിൽനിന്ന് അവ കൊഴിയാനിടയാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ സൾഫർ ഡയോക്സൈഡിന്റെ ഓക്സീകരണം സാവധാനത്തിലാണ്. പക്ഷെ മലിന വായുവിലെ കണികാ പദാർഥങ്ങൾ സൾഫർ ഡൈ ഓക്സൈഡായുള്ള സൾഫർ ഡയോക്സൈഡിന്റെ ഓക്സീകരണം വേഗത്തിലാക്കുന്നു.

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

ഓസോണും ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡും ഈ പ്രവർത്തനത്തെ വേഗത്തിലാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു.

$$SO_2\,(g) + O_3\,(g) \rightarrow SO_3(g) + O_2\,(g)$$

$$SO_2(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

(b) നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ: ഡൈനൈട്രജനും ഡൈഓക്സിജനുമാണ് വായുവിലെ മുഖ്യ ഘടകങ്ങൾ. സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ ഈ വാതകങ്ങൾ പരസ്പരം പ്രവർത്തിക്കില്ല. ഇടിമിന്നലുണ്ടാകുമ്പോൾ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഉയർന്ന മേഖലകളിൽ ഇവ പരസ്പരം പ്രവർത്തിച്ച് നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. NO_2 ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടു നൈട്രേറ്റ് അയോൺ (NO_3^-) ഉണ്ടാകുകയും അത് മണ്ണിലേക്ക് ഒലിച്ചിറങ്ങി വളമായി തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. വാഹനങ്ങളുടെ എഞ്ചിനുകളിൽ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തുമ്പോൾ ഡൈ

നൈട്രജനും ഓക്സിജനും കൂടിച്ചേർന്നു ഉയർന്ന അളവിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{1483\,K} 2NO(g)$$

തൽസമയം ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചു NO_2 ആയി മാറുന്നു.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഓസോണുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ഡൈ ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിന്റെ നിരക്ക് വളരെക്കൂടുതൽ ആണ്.

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$$

തിരക്കേറിയ നഗരങ്ങളിലെയും തിക്കും തിരക്കും ഉള്ള സ്ഥലങ്ങളിലെയും ചൊറിച്ചിലുണ്ടാക്കുന്ന ചുവന്ന പുക നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ കാരണമാണ്. ഉയർന്ന അളവിലെ NO_2 സസ്യങ്ങളിലെ ഇലകളെ ക്ഷയിപ്പിക്കുകയും പ്രകാശ സംശ്ലേഷണത്തിന്റെ നിരക്ക് കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ശ്വാസകോശത്തിന് അസ്വസ്ഥതകൾ ഉണ്ടാക്കുകയും കുട്ടികളിൽ അതിതീഷ്ണമായ ശ്വാസകോശ രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ജീവകലകൾക്ക് നാശം വരുത്തുന്നത് കൂടാതെ തുണി നാരുകൾക്കും ലോഹങ്ങൾക്കും ഹാനികരം കൂടിയാണ്.

(c) ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ: ഹൈഡ്രജനും കാർബണും മാത്രം ചേർന്ന് ഉണ്ടാകുന്ന ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ. വാഹനങ്ങളിലുപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങളുടെ അപൂർണ ജ്വലനം വഴിയാണ് ഇവ ഉണ്ടാകുന്നത്. ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ പൊതുവെ കാൻസറുണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. സസ്യങ്ങൾക്ക് ഹാനികരമായ ഇവ അവയ്ക്ക് വാർധക്യം (പഴക്കം) ഉണ്ടാക്കുക, കലകൾ നശിപ്പിക്കുക, ഇല, പൂവ്, കൊമ്പുകൾ എന്നിവ കൊഴിയാനിടവരുത്തുക തുടങ്ങി പല രീതിയിലുള്ള നാശങ്ങൾ വരുത്തുന്നു.

(d) കാർബണിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ:

(i) കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്: ഏറ്റവും ആപത്കാരിയായ ഒരു വായു മലിനീകാരിയാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്. നിറമോ ഗന്ധമോ ഇല്ലാത്ത ഈ വാതകം ജീവികൾക്ക് ഏറ്റവും അപകടം പിടിച്ചതാണ് എന്ന് പറയുന്നതിന് കാരണം കലകളിലേക്കും അവയവങ്ങളിലേക്കുമുള്ള ഓക്സിജന്റെ നീക്കത്തെ തടയാൻ ഇവയ്ക്കുള്ള കഴിവുകൊണ്ടാണ്. കാർബണിന്റെ അപൂർണ ജ്വലനം വഴിയാണ് ഇവയുണ്ടാകുന്നത്. ഏറ്റവും കൂടുതൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് അന്തരീക്ഷത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്നത് വാഹനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള പുറന്തള്ളൽ വഴിയാണ്. കൽക്കരി, വിറക്, പെട്രോൾ തുടങ്ങിയവയുടെ അപൂർണ ജ്വലനമാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡിന്റെ മറ്റ് ഉറവിടങ്ങൾ. ലോകത്താകമാനം വർഷന്തോറും വാഹനങ്ങൾ പെരുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. മിക്ക വാഹനങ്ങളും മോശമായ രീതിയിൽ പരിപാലനം ചെയ്യുന്നതിനാലും മലിനീകരണ നിയന്ത്രണ സംവിധാനങ്ങളുടെ അപര്യാപ്തത മൂലവും വളരെ ഉയർന്ന അളവിൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡും മറ്റ് വിഷ വാതകങ്ങളും പുറന്തള്ളുന്നു. എന്തുകൊണ്ടാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഒരു വിഷ വാതകമാണ് എന്ന് പറയുന്നത്? കാരണം അത് രക്തത്തിലെ ഹീമോഗ്ലോബിനുമായി ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന കാർബോക്സി ഹീമോഗ്ലോബിൻ, ഓക്സിജൻ ഹീമോഗ്ലോബിൻ സംയുക്തത്തെക്കാൾ 300 ഇരട്ടി സ്ഥിരതയുള്ളതാണ്. രക്തത്തിൽ കാർബോക്സി ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ അളവ് 3-4 ശതമാനമാകുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ വഹിക്കാനുള്ള കഴിവ് വളരെയധികം കുറയുന്നു. ഓക്സിജന്റെ ഈ കുറവ് തലവേദന, കാഴ്ചക്കുറവ്, നാഡീക്ഷോഭം, ഹൃദയ സംബന്ധമായ അസുഖങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഇതിനാലാണ് പുകവലിക്കരുത് എന്ന് ജനങ്ങളെ ഉപദേശിക്കുന്നത്. പുകവലി ശീലമാക്കിയ ഗർഭിണികളുടെ രക്തത്തിൽ ഉയർന്ന അളവിൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് കാണപ്പെടുകയും ഇത് അകാലപ്പിറവി, ഗർഭച്ഛിദ്രം, വൈകല്യമുള്ള കുട്ടികളുടെ ജനനം എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

(ii) കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്: അന്തരീക്ഷത്തിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നത് മുഖ്യമായും ശ്വസനം, ഊർജത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനം, സിമെന്റ് നിർമാണ വേളയിലെ ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിന്റെ വിഘടനം, അഗ്നിപർവത സ്ഫോടനം എന്നിവയിലൂടെയാണ്. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് വാതകം അന്തരീക്ഷത്തിൽ ട്രോപോസ്ഫിയറിൽ മാത്രം ഒതുങ്ങി നില്കുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിൽ മൊത്തം വ്യാപ്തത്തിന്റെ ഏകദേശം 0.03 ശതമാനം മാത്രമാണ് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ അളവ്. ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ഉയർന്ന ഉപയോഗം മൂലം അമിത അളവിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു. ഹരിത സസ്യങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്ന് അധികമുള്ള CO_2 മാറ്റുകയും ഉചിതമായ അളവിൽ CO_2 അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിലനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഹരിത സസ്യങ്ങൾ പ്രകാശ സംശ്ലേഷണത്തിനു കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉപയോഗിക്കുകയും ഓക്സിജൻ പുറത്തേക്കുവിടുകയും അതുവഴി ഒരു സമതുലിതാവസ്ഥ നിലനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. വനനശീകരണവും ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനവും അന്തരീക്ഷത്തിൽ CO_2 ന്റെ അളവ്

കൂട്ടുകയും മുൻപറഞ്ഞ സമതുലിതാവസ്ഥ താറുമാറാകുകയും ചെയ്യുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഉയർന്ന അളവിലെ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ആഗോള താപനത്തിനു കാരണമാകുന്നു.

ആഗോള താപനവും ഹരിതഗേഹ പ്രഭാവവും

ഭൂമിയിൽ എത്തിച്ചേരുന്ന സൗരോർജത്തിൽ ഏകദേശം 75% ശതമാനവും ഭൗമോപരിതലം ആഗിരണം ചെയ്യുകയും തത്ഫലമായി ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ ഊഷ്മാവ് വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്കി വരുന്ന താപം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കുറച്ചു താപം അന്തരീക്ഷത്തിലെ വാതകങ്ങളായ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, മീഥേൻ, ഓസോൺ, ക്ലോറോഫ്ലൂറോകാർബൺ സംയുക്തങ്ങൾ (CFCs), നീരാവി തുടങ്ങിയവ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. ഇത് അന്തരീക്ഷത്തിലെ താപം വീണ്ടും വർധിപ്പിക്കുകയും ആഗോള താപനത്തിനു കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

നമുക്കെല്ലാമറിയാം തണുപ്പ് രാജ്യങ്ങളിൽ പൂക്കളും പഴങ്ങളും പച്ചക്കറികളും ഗ്രീൻ ഹൗസുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഗ്ലാസ് കൂടാരങ്ങൾക്കുള്ളിലാണ് വളർത്തപ്പെടുന്നത്. നമ്മൾ മനുഷ്യരും ഗ്രീൻ ഹൗസുകൾക്കുള്ളിലാണ് ജീവിക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? തീർച്ചയായും നമുക്ക് ചുറ്റും ഗ്ലാസ്സിന്റെ ആവരണം ഇല്ല പക്ഷേ അന്തരീക്ഷം എന്ന പുതപ്പിനാൽ നാമൊക്കെ ചുറ്റപ്പെട്ടിരിക്കുകയും, അതുവഴി ഭൂമിയുടെ താപം ശതാബ്ദങ്ങളായി സ്ഥിരമായി നിർത്തപ്പെട്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പക്ഷേ വളരെ പതുക്കെയാണെങ്കിലും ഇതിനു മാറ്റം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഗ്രീൻ ഹൗസുകളിലെ ഗ്ലാസ്സുകൾ എങ്ങനെയാണോ സൂര്യന്റെ ചൂട് അതിനുള്ളിൽ തടഞ്ഞു നിർത്തുന്നത്, അതുപോലെ അന്തരീക്ഷം സൂര്യതാപത്തെ തടഞ്ഞുനിർത്തുകയും ഭൗമോപരിതലം ചൂടായി നിലനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെ സ്വാഭാവിക ഹരിത ഗേഹപ്രഭാവം എന്ന് പറയുന്നു. കാരണം ഇത് ഭൗമോപരിതലത്തിലെ താപം പിടിച്ചു നിർത്തുകയും ഭൂമി ജീവനനുകൂലമായി ഭവിക്കുന്നതിന് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ഗ്രീൻ ഹൗസിൽ സൂര്യപ്രകാശം അതാര്യ മായ ഗ്ലാസ്സ് പാളികളിൽകൂടി കടന്നു പോകുകയും മണ്ണിനെയും സസ്യങ്ങളെയും ചൂടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ ചൂടാകുന്ന മണ്ണും സസ്യങ്ങളും ഇൻഫ്രാറെഡ് വികിരണങ്ങൾ പുറത്തുവിടുന്നു. ഗ്ലാസ്സ്, ഇൻഫ്രാറെഡ് വികിരണങ്ങൾക്ക് അതാര്യമായതിനാൽ കുറച്ചു വികിരണങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുകയും കുറച്ചു വികിരണങ്ങൾ പ്രതിഫലിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിലൂടെ ഗ്രീൻ ഹൗസിൽ പ്രവേശിക്കപ്പെട്ട സൗരോർജം നിലനിർത്തപ്പെടുന്നു. അതുപോലെ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് തന്മാത്രകൾ സൂര്യപ്രകാശത്തെ കടത്തിവിടുകയും താപത്തെ തടഞ്ഞുനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ അനുപാതം 0.03 ശതമാനത്തിൽ കൂടിയാൽ പ്രകൃത്യാലുള്ള ഗ്രീൻ ഹൗസ് സംതുലനാവസ്ഥ തടസ്സപ്പെടുന്നു. ആഗോളതാപനത്തിനു മുഖ്യ കാരണമായിട്ടുള്ളത് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡാണ്.

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനെ കൂടാതെ ഹരിതഗേഹ പ്രഭാവത്തിനു കരണമായിട്ടുള്ള മറ്റ് വാതകങ്ങളാണ് മീഥേൻ, നീരാവി, നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ്, CFC കൾ, ഓസോൺ തുടങ്ങിയവ. സസ്യജാലങ്ങൾ ഓക്സിജന്റെ അഭാവത്തിൽ വിഘടിച്ചാണ് പ്രകൃതിയിൽ മീഥേൻ രൂപപ്പെടുന്നത്. നെൽപ്പാടങ്ങൾ, കൽക്കരി ഖനികൾ, മാലിന്യങ്ങളുടെ അഴുകൽ, ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും ധാരാളം മീഥേൻ വാതകം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് ബഹിർഗമിക്കുന്നു. എയർ കണ്ടിഷണറുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന മനുഷ്യനിർമ്മിത രാസ വസ്തുക്കളാണ് ക്ലോറോഫ്ലൂറോ കാർബണുകൾ (CFC). ക്ലോറോഫ്ലൂറോകാർബണുകൾ ഓസോൺ പാളിയെയും നശിപ്പിക്കുന്നു (ഭാഗം 14.2.2). നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് പ്രകൃത്യാ തന്നെ ചുറ്റുപാടും കാണപ്പെടുന്നു. സമീപകാലത്ത് രാസവളങ്ങളുടെയും ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെയും അമിത ഉപഭോഗം മൂലം അവയുടെ അളവ് പ്രകൃതിയിൽ ക്രമാതീതമായി വർധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ രീതിയിൽ തുടരുകയാണെങ്കിൽ ആഗോളതാപനത്തിന്റെ അളവ് ഉയരുകയും ഇത് ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ മഞ്ഞുരുകാൻ കാരണമാകുകയും തത്ഫലമായി ഭൂമിയിലെ താഴ്ന്ന പ്രദേശങ്ങൾ വെള്ളത്തിനടിയിലാകുകയും ചെയ്യും.

ഇതിനെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കുക

ആഗോളതാപനത്തിന്റെ നിരക്ക് കുറക്കാൻ നമുക്ക് എന്തൊക്കെ ചെയ്യാൻ കഴിയും?

ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ കത്തിക്കൽ, വനനശീകരണം, മരം മുറിക്കൽ എന്നിവ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഹരിതഗേഹ വാതകങ്ങളുടെ അളവ് വർധിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ, ഇവയുടെ ഫലപ്രദമായതും വിവേകപൂർണമായതുമായ ഉപയോഗത്തിനുള്ള വഴികൾ നമ്മൾ കണ്ടെത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

ആഗോളതാപനം കുറയ്ക്കുന്നതിനായി നമുക്ക് ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന ലളിതമായ ഒരു കാര്യമാണ് വാഹനങ്ങളുടെ ഉപയോഗം കുറയ്ക്കുക എന്നുള്ളത്. സാഹചര്യങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ഒരാൾക്ക് ചെയ്യാൻ കഴിയുന്ന കാര്യങ്ങളാണ്, സൈക്കിൾ ഉപയോഗം, പൊതുവാഹനഗതാഗതത്തിന്റെ ഉപയോഗം, യാത്രയ്ക്കായി കാർ പൂളിങ് സംവിധാനം നടപ്പാക്കൽ എന്നിവ. ഭൂമിയുടെ ഹരിത ആവരണം വർധിപ്പിക്കുന്നതിന് നമുക്ക് കൂടുതൽ മരങ്ങൾ വച്ചുപിടിപ്പിക്കേണ്ടതായുണ്ട്. ഉണങ്ങിയ ഇലകളും തടിയും കത്തിക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കേണ്ടതാണ്. പൊതുസ്ഥലങ്ങളിലും ജോലിസ്ഥലങ്ങളിലും പുകവലിക്കുന്നത് നിയമവിരുദ്ധമാണ്, കാരണം അത് പുകവലിക്കുന്നവർക്ക് മാത്രമല്ല മറ്റുള്ളവർക്കും ഹാനികരമാണ്. അതിനാൽ നമ്മൾ അതൊഴിവാക്കണം. ഹരിതഗേഹ പ്രഭാവത്തെക്കുറിച്ചും ആഗോളതാപനത്തെക്കുറിച്ചും മിക്കവർക്കും യാതൊരു ധാരണയുമില്ല. നമുക്കുള്ള അറിവുകൾ പങ്കുവച്ചുകൊണ്ടു അവരെ നമുക്ക് സഹായിക്കാം.

ആഗോള താപ വർധനവ് സാംക്രമിക രോഗങ്ങളായ ഡെങ്കിപ്പനി, മലേറിയ, മഞ്ഞപ്പനി, ഉറക്ക സംബന്ധമായ അസുഖങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്കു കാരണമാകുന്നു.

അമ്ല മഴ

അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് മഴവെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന H^+ അയോണിന്റെ സാന്നിധ്യംമൂലം അതിന്റെ pH സാധാരണയായി 5.6 ആണ് എന്ന് നമുക്കറിയാം.

$$H_2O\,(l) + CO_2\,(g) \rightleftharpoons H_2CO_3\,(aq)$$

$$H_2CO_3\,(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

എപ്പോൾ മഴവെള്ളത്തിന്റെ pH 5.6 നു താഴെക്ക് പോകുന്നോ അപ്പോൾ അതിനെ അമ്ല മഴ എന്ന് പറയുന്നു.

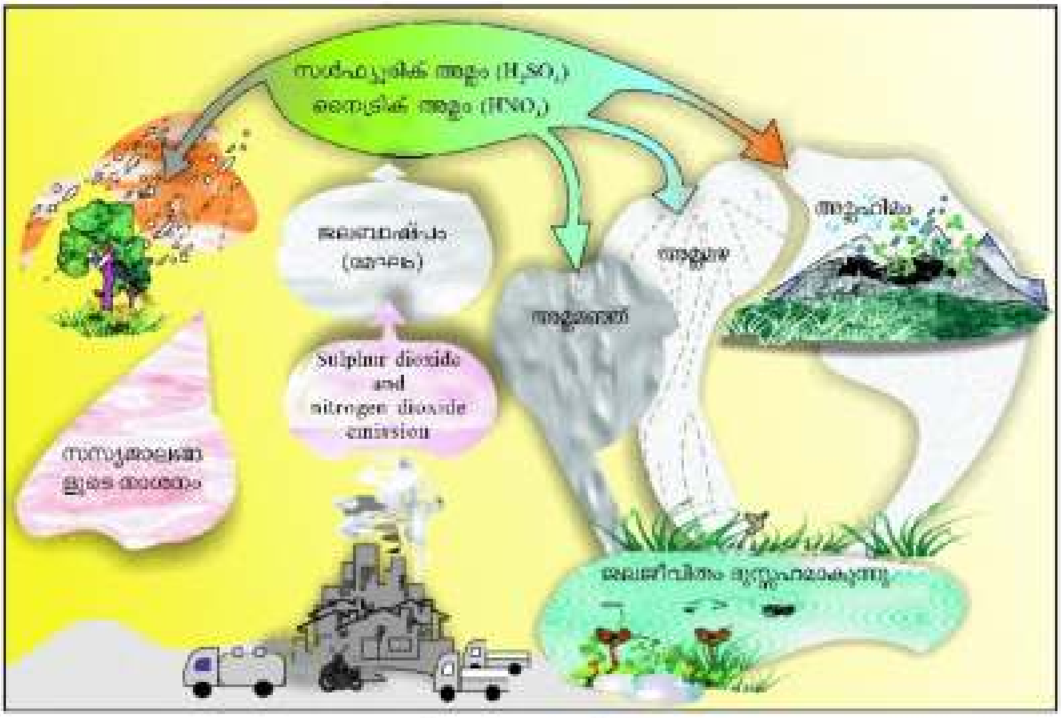
അമ്ല മഴ എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് അന്തരീക്ഷത്തിലെ അമ്ലം എങ്ങനെയാണു ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നത് എന്നതാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിലെ അമ്ല സ്വഭാവമുള്ള നൈട്രജന്റെയും സൾഫറിന്റെയും ഓക്സൈഡുകൾ കാറ്റിനൊപ്പം പൊടിപടലങ്ങളോടുകൂടി സഞ്ചരിക്കുകയും മണ്ണിൽ നനവില്ലാതെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയോ ജലത്തിലോ, മഞ്ഞിലോ, മൂടൽ മഞ്ഞിലോ നനവോടെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു (ചിത്രം 14.1).

വ്യത്യസ്തതരത്തിലുള്ള മനുഷ്യ പ്രവർത്തികളുടെ ഉപോല്പന്നമാണ് അമ്ലമഴ. ഈ പ്രവർത്തികളുടെ ഫലമായി നൈട്രജന്റെയും സൾഫറിന്റെയും ഓക്സൈഡുകൾ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു. മുൻപ് സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ സൾഫറും നൈട്രജൻ പദാർത്ഥങ്ങളും അടങ്ങിയ ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ താപവൈദ്യുത നിലയങ്ങളിലും ഫർണസുകളിലും ജ്വലിക്കുന്നതുമൂലവും വാഹന എഞ്ചിനുകളിലെ പെട്രോളിന്റെയും ഡീസലിന്റെയും ജ്വലനം എന്നിവ സൾഫർ ഓക്സൈഡുകളും നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. മലിനമായ വായുവിലെ പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് വസ്തുക്കളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ SO_2, NO_2 എന്നിവ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ജലവുമായി ലയിക്കുന്നതു അമ്ലമഴക്ക് ഒരു പ്രധാനകാരണമായി തീരുന്നു.

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) + 2H_2O\,(l) \rightarrow 2H_2SO_4\,(aq)$$

$$4NO_2\,(g) + O_2\,(g) + 2H_2O\,(l) \rightarrow 4HNO_3\,(aq)$$

അമോണിയം ലവണങ്ങളും ഇക്കൂട്ടത്തിൽ രൂപപ്പെടാറുണ്ട്. ഇത് ഒരു മഞ്ഞലായി അന്തരീക്ഷത്തിൽ നമുക്ക് കാണാം. മഴത്തുള്ളികളിലെ ഓക്സൈഡുകളുടെയോ അമോണിയം ലവണങ്ങളുടെയോ എയ്റോസോൾ കണികകൾ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ ഈർപ്പരൂപത്തിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. അതുപോലെതന്നെ ഭൗമോപരിതലത്തിലെ ഖര ദ്രവ വസ്തുക്കൾ SO_2 നെ ആഗിരണം



ചിത്രം 14.1 അമ്ലനിക്ഷേപം

ചെയ്യുകയും അവിടെ ഈർപ്പമില്ലാതെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

അമ്ലമഴ കൃഷിക്കും സസ്യങ്ങൾക്കും ഹാനികരമാണ്, കാരണം അവയുടെ വളർച്ചക്ക് ആവശ്യമായ പോഷകങ്ങൾ അമ്ലജലം ലയിപ്പിച്ചു ഒഴുക്കിക്കളയുന്നു. മനുഷ്യനിലും മൃഗങ്ങളിലും ശ്വാസകോശ രോഗങ്ങൾക്കും ഇത് കാരണമാകുന്നു. അമ്ല മഴമൂലം ഉണ്ടാകുന്ന ജലപ്രവാഹം ഒഴുകി ജലാശയങ്ങളിലും പുഴകളിലും എത്തുമ്പോൾ അത് ജലത്തിലെ ആവാസവ്യവസ്ഥ തകരാറിലാക്കുന്നു. അതുപോലെ ജല വാഹികളായ കുഴലുകളെ അമ്ല ജലം ദ്രവിപ്പിക്കുകയും തന്മൂലം ഭാരം കൂടിയ ലോഹങ്ങളായ ഇരുമ്പ്, ലെഡ്, കോപ്പർ എന്നിവ കുടിവെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അമ്ലമഴ മാർബിൾ പോലുള്ള കല്ലുകളോ ലോഹങ്ങളോ കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ കെട്ടിടങ്ങളേയും ഘടനകളെയും നശിപ്പിക്കുന്നു. ഇന്ത്യയിലെ താജ്മഹൽ അമ്ലമഴയാൽ നാശത്തിനു വിധേയമായിരുന്നു.

2. പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകരികൾ

വായുവിലുള്ള അതിസൂക്ഷ്മമായ ഖര കണികകളെയോ ദ്രാവക തുള്ളികളെയോ പൊതുവെ പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകരികൾ എന്ന് പറയുന്നു. വാഹനങ്ങളുടെ പുകയിലും വ്യവസായ ശാലകളിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന പൊടിപടലങ്ങളിലും ചാരത്തിലും തീയിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പുകയിലും ഇവ കാണപ്പെടുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകാരികളെ രണ്ടായി തിരിക്കാം. വയബിളും നോൺ വയബിളും. വയബിൾ പാർട്ടിക്കുലേറ്റുകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ് ബാക്ടീരിയ, ഫംഗസുകൾ, മോൾഡുകൾ, ആൽഗകൾ എന്നിവ. അവ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വിസരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന അതിസൂക്ഷ്മ ജീവികളാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിലെ ചില ഫംഗസുകൾ മനുഷ്യർക്കു അലർജിക്ക് കാരണമാകുന്നു. ചില സസ്യങ്ങളിൽ ഇവ രോഗങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു.

വലുപ്പത്തിന്റെയും സ്വഭാവത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ നോൺ വയബിൾ പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകരികളെ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ വർഗീകരിക്കാം.

(a) ജൈവ വസ്തുക്കൾ കത്തുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഖരരൂപത്തിലുള്ളതോ ഖരദ്രവ രൂപത്തിലുള്ളതോ ആയ പുകയുടെ കണങ്ങൾ. ഉദാഹരണമായി സിഗരറ്റിൽ നിന്നുള്ള പുക, ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ, മാലിന്യങ്ങൾ, ഉണങ്ങിയ ഇലകൾ, എണ്ണ എന്നിവ കത്തുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പുക തുടങ്ങിയവ.

(b) ഖര വസ്തുക്കളുടെ പൊടിക്കലും അരയ്ക്കലും മൂലമുണ്ടാകുന്ന അതിസൂക്ഷ്മമായ പൊടികൾ (ഒരു മൈക്രോമീറ്ററിൽ കൂടുതൽ വലുപ്പമുള്ളവ). സാൻഡ് ബ്ലാസ്റ്റിങ്ങിന്റെ ഭാഗമായുണ്ടാകുന്ന

പ്രവർത്തനം 1

സമീപപ്രദേശങ്ങളിൽനിന്ന് ജല സാംപിളുകൾ ശേഖരിച്ച് അതിന്റെ pH മൂല്യം രേഖപ്പെടുത്താം. നിങ്ങൾക്ക് കിട്ടിയ ഫലങ്ങൾ ക്ലാസ്സിൽ ചർച്ച ചെയ്യുക. അമ്ലമഴയുണ്ടാകുന്നത് തടയാൻ എന്തൊക്കെ ചെയ്യാൻ കഴിയുമെന്ന് ചർച്ച ചെയ്യുക. സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കുള്ള പുറന്തള്ളൽ കുറച്ചുകൊണ്ട് നമുക്കിത് സാധിക്കാം. ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുപയോഗിക്കുന്ന വാഹനങ്ങളുടെ എണ്ണം കുറയ്ക്കുകയും, താപ വൈദ്യുത നിലയങ്ങളും വ്യവസായശാലകളും കുറഞ്ഞ അളവിൽ സൾഫർ അടങ്ങിയ ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുകയും വേണം. നമ്മൾ കൽക്കരിയേക്കാൾ നല്ല ഇന്ധനമായ പ്രകൃതിവാതകം ഉപയോഗിക്കുകയോ, സൾഫർ ഘടകം കുറഞ്ഞ കൽക്കരി ഉപയോഗിക്കുകയോ വേണം. വാഹനങ്ങളിൽ കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടറുകൾ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് അവയിൽ നിന്ന് അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പുറന്തള്ളുന്ന ഹാനികരമായ വാതകങ്ങളുടെ അളവ് കുറയ്ക്കാവുന്നതാണ്. ഈ കൺവെർട്ടറിന്റെ മുഖ്യ ഘടകം തേനീച്ചക്കൂടിന്റെ രൂപത്തിലുള്ള, Pd, Pt, Rh തുടങ്ങിയ ഉൽകൃഷ്ട ലോഹങ്ങൾ പൂശിയ സിറാമിക്കാണ്. വാഹനത്തിന്റെ പുകക്കുഴൽ വഴി പുറത്തേക്ക് വരുന്ന വാതകങ്ങളിൽ, കത്താത്ത ഇന്ധനം, CO, NO_x തുടങ്ങിയവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവ കൺവെർട്ടറിൽക്കൂടി 573 K ൽ കടന്നുപോകുമ്പോൾ CO_2, N_2 ഉം ആയി മാറുന്നു. മണ്ണിന്റെ അമ്ലത കുറയ്ക്കാനായി നമുക്ക് ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് മണ്ണിൽ പൊടിച്ചു ചേർക്കാവുന്നതാണ്. മിക്കവർക്കും അമ്ലമഴയെക്കുറിച്ചും അതിന്റെ ദോഷഫലങ്ങളെക്കുറിച്ചും അറിയില്ല. ഈ വിവരങ്ങൾ അവരിലേക്ക് പകർന്നു, അവരെ ബോധവത്കരിച്ചു പ്രകൃതിയെ നമുക്ക് സംരക്ഷിക്കാം.

താജ്മഹലും അമ്ലമഴയും

താജ്മഹൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ആഗ്രാ നഗരത്തിനുചുറ്റുമുള്ള വായുവിൽ ഉയർന്ന അളവിൽ സൾഫറും നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഈ മേഖലയിൽ ധാരാളം വ്യവസായശാലകളും വൈദ്യുത നിലയങ്ങളും ഉള്ളതാണ് ഇതിന് മുഖ്യ കാരണം. ഗുണനിലവാരമില്ലാത്ത കൽക്കരി, മണ്ണെണ്ണ, വിറക് തുടങ്ങിയവ ഗാർഹിക ഇന്ധനങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് പ്രശ്നങ്ങൾ കൂടുതൽ വഷളാക്കുന്നു. തത്ഫലമായുണ്ടാകുന്ന അമ്ലമഴ, ലോകജനതയെയാകെ ആകർഷിക്കുന്ന, ലോകാത്ഭുതങ്ങളിലൊന്നായ താജ്മഹലിലെ മാർബിളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ($CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$) അതിനെ നശിപ്പിക്കുന്നു. ഇതുമൂലം ഈ സ്മാരകം സാവധാനം വിരൂപമാകുകയും, മാർബിളിന്റെ കളർ കുറയുകയും അതിന്റെ തിളക്കം നഷ്ടപ്പെടുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ നാശം തടയുന്നതിന് 1993 ന്റെ തുടക്കത്തിൽ ഭാരത സർക്കാർ ഒരു കർമ്മപദ്ധതി പ്രഖ്യാപിച്ചു. മഥുര റിഫൈനറി, വിഷ വാതകങ്ങളുടെ പുറന്തള്ളൽ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിന് ഉചിതമായ നടപടികൾ എടുത്തുകഴിഞ്ഞു.

ഈ പദ്ധതി ലക്ഷ്യം വയ്ക്കുന്നത് 'താജ്ട്രപ്പീസിയം' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ആഗ്ര, ഫിറോസാബാദ്, മഥുര, ഭരത്പൂർ

എന്നീ പട്ടണങ്ങളിലെ വായു മലിനീകരണം കുറയ്ക്കുക എന്നതാണ്. ഇത് പ്രകാരം പ്രസ്തുത ട്രെപ്പീസിയത്തിനുള്ളിൽ വരുന്ന രണ്ടായിരത്തിലധികം മലിനീകരണ ഹേതുവായ വ്യവസായശാലകൾ കൽക്കരി അല്ലെങ്കിൽ എണ്ണയ്ക്ക് പകരം പ്രകൃതി വാതകം അല്ലെങ്കിൽ പെട്രോളിയം വാതകത്തിലേക്കു മാറി. ഒരു പുതിയ പ്രകൃതി വാതകക്കുഴൽ പ്രതിദിനം ഏകദേശം 0.5 മില്ല്യൺ ഘന മീറ്റർ പ്രകൃതി വാതകം ഈ മേഖലയിലേക്ക് എത്തിക്കും. ഈ പട്ടണങ്ങളിൽ ജീവിക്കുന്ന ആൾക്കാരോട് ഗാർഹിക ഇന്ധനമായി കൽക്കരി, മണ്ണെണ്ണ, വിറക് എന്നിവയ്ക്ക് പകരം ദ്രവീകൃത പെട്രോളിയം വാതകം ഉപയോഗിക്കാൻ ആവശ്യപ്പെടും. താജിന്റെ സമീപപ്രദേശങ്ങളിൽക്കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന വാഹനങ്ങളിൽ സൾഫർ കുറഞ്ഞ ഡീസൽ ഉപയോഗിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കും.

പൊടികൾ, തടിപ്പണികളിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പൊടി, ഫാക്ടറികളിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന ചാരം, സിമന്റ് പൊടി, പൊടിക്കാറ്റ് തുടങ്ങിയവ ഇത്തരത്തിലുള്ളവയ്ക്കു ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

(c) വായുവിലെ നീരാവിയുടെ ദ്രവീകരണം വഴിയും, ദ്രാവകകണികകളുടെ സാന്നിധ്യം മൂലവുമാണ് മൂടൽ മഞ്ഞുണ്ടാകുന്നത്. സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡും അലക്ഷ്യമായുപയോഗിക്കുന്ന കീടനാശിനികൾ, കളനാശിനികൾ എന്നിവ മൂടൽ മഞ്ഞിന് കാരണമാകുന്നു.

(d) ഉൽപതനം, സ്വേദനം, തിളയ്ക്കൽ തുടങ്ങിയവ മൂലവും മറ്റ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വഴിയും ഉണ്ടാകുന്ന വാതകങ്ങളുടെ സാന്ദ്രീകരണം വഴിയാണ് ധൂമം ഉണ്ടാകുന്നത്. പൊതുവെ കാർബണിക ലായകങ്ങൾ, ലോഹങ്ങൾ, ലോഹ ഓക്സൈഡുകൾ എന്നിവ ധൂമ പടലങ്ങൾക്കു കാരണമാകുന്നു.

പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകാരികളുടെ പ്രഭാവം മുഖ്യമായും അതിന്റെ വലുപ്പത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. വായു വാഹക കണികകളായ പൊടി, പുക, മഞ്ഞ് തുടങ്ങിയവ മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യത്തിന് വളരെ ദോഷകരമാണ്. 5 മൈക്രോണിൽ കൂടുതലുള്ള പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകാരികൾ നാസദ്വാരങ്ങളിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ഏകദേശം ഒരു മൈക്രോൺ വലുപ്പമുള്ള പാർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകാരികൾ എളുപ്പത്തിൽ ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു.

വാഹനങ്ങൾ പുറന്തള്ളുന്ന ഒരു മുഖ്യ വായു മലിനീകാരിയാണ് ലെഡ്. ഇന്ത്യൻ നഗരങ്ങളിലെ ലെഡ് മലിനീകരണത്തിന്റെ മുഖ്യ ഉറവിടം വാഹനങ്ങളിലുപയോഗിക്കുന്ന ലെഡ് കലർന്ന പെട്രോൾ ആണ്. മിക്കവാറും എല്ലാ നഗരങ്ങളിലും ലെഡ് കലരാത്ത പെട്രോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിലൂടെ ഈ പ്രശ്നത്തിന് ഒരു പരിധി വരെ പരിഹാരമായിക്കഴിഞ്ഞു. ചുവന്ന രക്തകോശങ്ങളുടെ വളർച്ചയേയും പാകമാകലിനെയും ലെഡിന്റെ സാന്നിധ്യം തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു.

പുകമഞ്ഞ് (Smog)

സ്മോഗ് എന്ന വാക്ക് ലഭിച്ചിരിക്കുന്നത് സ്മോക്, ഫോഗ് എന്നീ രണ്ടു വാക്കുകളിൽ നിന്നാണ്. ലോകത്തിലെ മിക്ക നഗരങ്ങളിലുമുണ്ടാകുന്ന വായു മലിനീകരണത്തിന് ഉദാഹരണമാണിത്. പുകമഞ്ഞ് രണ്ട് തരത്തിലുണ്ട്.

(a) തണുത്ത ഈർപ്പമുള്ള കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന പുകമഞ്ഞാണ് ക്ലാസിക്കൽ പുകമഞ്ഞ്. പുകയുടെയും മൂടൽ മഞ്ഞിന്റെയും സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും മിശ്രിതമാണ് ഇത്. ഈ മിശ്രിതം രാസപരമായി ഒരു നിരോക്സീകാരി ആയതിനാൽ ക്ലാസിക്കൽ പുകമഞ്ഞിനെ നിരോക്സീകാരിയായ പുകമഞ്ഞ് എന്നും പറയുന്നു.

(b) പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞ് ഉണ്ടാകുന്നത് സാധാരണ ചൂടുള്ളതും, വരണ്ടതും, പ്രകാശമുള്ളതുമായ ഇതിന് കാരണമായ ഘടകങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്, സാധാരണ കാലാവസ്ഥയിലാണ്. വാഹനങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യവസായ ശാലകളിൽ നിന്നും പുറത്തുവരുന്ന അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളിലും നൈട്രസ് ഓക്സൈഡുകളിലും സൂര്യപ്രകാശം പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായാണ് ഇതുണ്ടാകുന്നത്. പ്രകാശ രാസപുകമഞ്ഞിൽ ഉയർന്ന ഗാഢതയിൽ ഓക്സീകരണ ഘടകങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ ഇതിനെ ഓക്സീകരണ പുകമഞ്ഞ് എന്നും വിളിക്കുന്നു.

ഫോട്ടോകെമിക്കൽ സ്മോഗിന്റെ രൂപീകരണം:
ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തുമ്പോൾ വ്യത്യസ്ത തരത്തിലുള്ള മലിനീകാരികൾ ഭൂമിയുടെ ട്രോപ്പോസ്ഫിയറിലേക്ക് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ രണ്ടെണ്ണം ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡുമാണ്. ഈ മലിനീകാരികൾ മതിയാവും വിധം ഉയർന്ന അളവിൽ എത്തുമ്പോൾ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് സൂര്യപ്രകാശവുമായി ശൃംഖലാ രീതിയിൽ പ്രവർത്തിച്ചു നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡായി മാറുന്നു. തുടർന്ന് ഈ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ നിന്ന് ഊർജം സ്വീകരിച്ചു വിഘടിച്ചു നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും സ്വതന്ത്ര ഓക്സിജൻ ആറ്റവുമായി മാറുന്നു (ചിത്രം 14.2.).

$$NO_2(g) \xrightarrow{h\nu} NO(g) + O(g) \qquad (i)$$

ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ ഉയർന്ന രാസപ്രവർത്തന ശേഷിയുള്ളതിനാൽ അവ ഓക്സിജനുമായി കൂടിച്ചേർന്നു ഓസോണുണ്ടാകുന്നു.

$$O(g) + O_2(g) \rightleftharpoons O_3(g) \qquad (ii)$$

മുകളില്‍ പറഞ്ഞ രാസപ്രവര്‍ത്തനത്തില്‍ രൂപപ്പെടുന്ന ഓസോണ്‍ ആദ്യ പ്രവര്‍ത്തനത്തില്‍ ഉണ്ടായ നൈട്രജന്‍ ഓക്സൈഡുമായി പ്രവര്‍ത്തിച്ചു നൈട്രജന്‍ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതൊരു ബ്രൗണ്‍ നിറത്തിലുള്ള വാതകമാണ്. ഉയര്‍ന്ന അളവില്‍ ഇത് മൂടല്‍ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g) \qquad (iii)$$

ഓസോണ്‍ വിഷമയമായ ഒരു വാതകമാണ്. ഓസോണും നൈട്രജന്‍ ഡൈഓക്സൈഡും ശക്തിയേറിയ ഓക്സീകാരികളാണ്. അവ മലിന അന്തരീക്ഷ വായുവിലെ കത്താത്ത ഹൈഡ്രോകാര്‍ബണുകളുമായി പ്രതിപ്രവര്‍ത്തിച്ചു ഫോര്‍മാല്‍ഡിഹൈഡ്, അക്രോലിന്‍, പെറോക്സി അസെറ്റൈല്‍ നൈട്രേറ്റ് (PAN) തുടങ്ങിയ രാസവസ്തുക്കള്‍ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$3CH_4 + 2O_3 \rightarrow 3CH_2{=}O + 3H_2O$$

ഫോര്‍മാല്‍ഡിഹൈഡ്

$CH_2{=}CHCH{=}O$

അക്രോലിന്‍

CH_3COONO_2 (with $C{=}O$)

പെറോക്സി അസെറ്റൈല്‍ നൈട്രേറ്റ് (PAN)

പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞിന്റെ ദോഷഫലങ്ങള്‍:

പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞില്‍ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സാധാരണ ഘടകങ്ങള്‍ ഓസോണ്‍, നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ്, അക്രോലിന്‍, ഫോര്‍മാല്‍ഡിഹൈഡ്, പെറോക്സി അസെറ്റൈല്‍ നൈട്രേറ്റ് (PAN) എന്നിവയാണ്. ഗൗരവതരമായ ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങള്‍ ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണ് പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞുകള്‍ ഓസോണ്‍, PAN എന്നിവ കണ്ണിന് ചൊറിച്ചില്‍ ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. ഓസോണും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും മൂക്കിനും തൊണ്ടയ്ക്കും ചൊറിച്ചില്‍ ഉണ്ടാക്കുന്നു. അവയുടെ ഉയര്‍ന്ന അളവിലെ സാന്നിധ്യം തലവേദന, നെഞ്ചുവേദന, തൊണ്ടക്ക് വരള്‍ച്ച, ചുമ, ശ്വാസതടസം എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഫോട്ടോകെമിക്കല്‍ സ്മോഗ് റബ്ബറിന്റെ വിഘടനത്തിനും സസ്യജാലങ്ങളുടെ വന്‍തോതിലുള്ള നാശത്തിനും കാരണമാകുന്നു. കൂടാതെ ഇത് ലോഹങ്ങള്‍, കല്ലുകള്‍, കെട്ടിട വസ്തുക്കള്‍, റബ്ബര്‍, പെയിന്റ് ചെയ്ത ഉപരിതലങ്ങള്‍ എന്നിവയ്ക്ക് നാശമുണ്ടാക്കുന്നു.

എങ്ങനെ പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞിനെ നിയന്ത്രിക്കാം?

ഫോട്ടോകെമിക്കല്‍ സ്മോഗിന്റെ രൂപീകരണം നിയന്ത്രിക്കാനും, കുറയ്ക്കാനും ധാരാളം മാര്‍ഗങ്ങള്‍

ചിത്രം 14.2 വാഹന മലിനീകാരികളില്‍ സൂര്യപ്രകാശം പ്രവര്‍ത്തിക്കുമ്പോള്‍ പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞുണ്ടാകുന്നു

ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഫോട്ടോകെമിക്കൽ സ്മോഗിന്റെ പ്രാഥമിക അസംസ്കൃത പദാർഥങ്ങളായ NO_2 ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, ദ്വിതീയ തലത്തിലെ പദാർഥങ്ങളായ ഓസോൺ, PAN എന്നിവ നിയന്ത്രിച്ചാൽ സ്വാഭാവികമായി തന്നെ പ്രകാശരാസ പുകമഞ്ഞിന്റെ രൂപീകരണം തടയപ്പെടുന്നു. സാധാരണയായി വാഹനങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന കാറ്റലിറ്റിക് കൺവെർട്ടറുകൾ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നത് തടയുന്നു. പൈനസ്, ജൂനിപെരസ്, ക്വർക്കസ്, പൈറസ്, വിറ്റിസ് എന്നീ സസ്യങ്ങൾ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡിന് പരിണാമമുണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ ഇവ നട്ട് വളർത്തുന്നത് ഈ പ്രശ്നത്തിന് ഒരു പരിഹാരമാണ്.

14.2.2 സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ മലിനീകരണം

ഓസോണിന്റെ രൂപീകരണവും വിഘടനവും

സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിന്റെ ഉപരിഭാഗത്ത് ഉയർന്ന അളവിൽ ഓസോൺ കാണപ്പെടുന്നു. ഇത് സൂര്യനിൽ നിന്ന് വരുന്ന അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങളിൽ നിന്ന് നമ്മെ സംരക്ഷിക്കുന്നു. ഈ വികിരണങ്ങൾ മനുഷ്യരിൽ ത്വക് കാൻസറിന് (melanoma) കാരണമാകുന്നു. അതുകൊണ്ട് തന്നെ ഓസോൺ ആവരണം സംരക്ഷിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. UV കിരണങ്ങൾ ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉല്പന്നമാണ് സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോൺ. യുവി വികിരണങ്ങൾ ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകളെ വിഘടിപ്പിച്ച് സ്വതന്ത്ര ഓക്സിജൻ അറ്റങ്ങൾ ആക്കി മാറ്റുന്നു. ഈ ഓക്സിജൻ അറ്റങ്ങൾ ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകളുമായി കൂടിച്ചേർന്നു ഓസോൺ രൂപപ്പെടുന്നു.

$$O_2(g) \xrightarrow{UV} O(g) + O(g)$$

$$O(g) + O_2(g) \overset{UV}{\rightleftharpoons} O_3(g)$$

ഓസോൺ താപഗതികപരമായി അസ്ഥിരമായതിനാൽ വിഘടിച്ച് ഓക്സിജൻ തന്മാത്രയായി മാറുന്നു. അങ്ങനെ ഓസോണിന്റെ രൂപീകരണവും വിഘടനവും തമ്മിൽ ഒരു ചലനാത്മകമായ സംതുലനം നിലനിൽക്കുന്നു. ഓസോണിന്റെ ഈ സംരക്ഷണ പാളി ചില രാസവസ്തുക്കളുടെ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ സാന്നിധ്യം മൂലം നശിക്കുന്നതായി അടുത്തകാലത്തു വാർത്തകൾ വന്നിരിക്കുന്നു. ഫ്രിയോണുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന CFC ന്റെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ സാന്നിധ്യമാണ് ഓസോൺ പാളിയുടെ നാശത്തിനുള്ള മുഖ്യകാരണമെന്ന് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ സംയുക്തങ്ങൾ രാസപരമായി നിർവീര്യവും, തീ പിടിക്കാത്തതും ദോഷകരമല്ലാത്തതുമായ കാർബണിക തന്മാത്രകൾ ആണ്. അതിനാൽ ഇവയെ റെഫ്രിജറേറ്ററുകളിലും, എയർ കണ്ടീഷണറുകളിലും, പ്ലാസ്റ്റിക് ഫോം നിർമാണത്തിലും, ഇലക്ട്രോണിക് വ്യവസായത്തിൽ കമ്പ്യൂട്ടർ ഭാഗങ്ങൾ വൃത്തിയാക്കുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരിക്കൽ CFC കൾ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പുറന്തള്ളിയാൽ അന്തരീക്ഷവായുവിനൊപ്പം ചേർന്ന് അവസാനം സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. അവിടെവച്ച് ശക്തിയേറിയ UV കിരണങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വിഘടിച്ച് ക്ലോറിൻ ഫ്രീ റാഡിക്കലുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$CF_2Cl_2(g) \xrightarrow{UV} \dot{C}l(g) + \dot{C}F_2Cl(g) \qquad (i)$$

ഈ ക്ലോറിൻ റാഡിക്കലുകൾ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ക്ലോറിൻ മോണോക്സൈഡ് റാഡിക്കലും ഓക്സിജൻ തന്മാത്രയുമായി മാറുന്നു.

$$\dot{C}l(g) + O_3(g) \rightarrow Cl\dot{O}(g) + O_2(g) \qquad (ii)$$

ക്ലോറിൻമോണോക്സൈഡ് റാഡിക്കലുകൾ അറ്റോമിക ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കൂടുതൽ ക്ലോറിൻ റാഡിക്കലുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$Cl\dot{O}(g) + O(g) \rightarrow \dot{C}l(g) + O_2(g) \qquad (iii)$$

ക്ലോറിൻ റാഡിക്കലുകൾ തുടർച്ചയായി നിർമിക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുകയും ഓസോണിന്റെ വിഘടനത്തിന് കാരണമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ CFC കൾ തുടർച്ചയായി നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന ക്ലോറിൻ റാഡിക്കലുകളുടെ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലേക്കുള്ള വാഹകരായിത്തീരുകയും ഓസോൺ പാളിയെ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഓസോൺ സുഷിരം

1980 കളിൽ അന്റാർട്ടിക്കയിൽ പ്രവർത്തിക്കുകയായിരുന്ന അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഓസോൺപാളിയുടെ നാശത്തെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരം ലോകത്തെ അറിയിച്ചു. ഇതിനെ ദക്ഷിണ ധ്രുവത്തിലെ ഓസോൺ സുഷിരം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക സാഹചര്യമാണ് ഓസോൺ സുഷിരത്തിന് കാരണമെന്നു കണ്ടുപിടിച്ചു. വേനൽക്കാലത്തു നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും മീതെയ്നും, ക്ലോറിൻ മോണോക്സൈഡും (രാസപ്രവർത്തനം iv) ക്ലോറിൻ ആറ്റങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് (രാസപ്രവർത്തനം v) ക്ലോറിൻ സംഭരണികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് ഓസോൺ നാശത്തെ തടയുന്നു. ശീതകാലത്തു അന്റാർട്ടിക്കക്ക് മുകളിൽ ധ്രുവസ്ട്രാറ്റോസ്ഫെറിക് മേഘങ്ങൾ എന്ന പേരുള്ള ഒരു പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള മേഘങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ ധ്രുവ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫെറിക് മേഘങ്ങൾ രാസപ്രവർത്തനം iv വഴി രൂപപ്പെടുന്ന ക്ലോറിൻ നൈട്രേറ്റുകൾക്ക് ഒരു ഉപരിതലം സാധ്യമാക്കുകയും അവ ജലവിശ്ലേഷണത്തിനു വിധേയമായി ഹൈപ്പോക്ലോറസ് ആസിഡ് രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു (രാസപ്രവർത്തനം vi).

ക്ലോറിൻ നൈട്രേറ്റ് രാസപ്രവർത്തനം vi വഴി രൂപപ്പെടുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡുമായി പ്രവർത്തിച്ചു ക്ലോറിൻ തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Cl\dot{O}(g) + NO_2(g) \rightarrow ClONO_2(g) \quad (iv)$$

$$\dot{C}l(g) + CH_4(g) \rightarrow \dot{C}H_3(g) + HCl(g) \quad (v)$$

$$ClONO_2(g) + H_2O(g) \rightarrow HOCl(g) + HNO_3(g) \quad (vi)$$

$$ClONO_2(g) + HCl(g) \rightarrow Cl_2(g) + HNO_3(g) \quad (vii)$$

വസന്തകാലത്തു അന്റാർട്ടിക്കയിൽ സൂര്യപ്രകാശം പരക്കുമ്പോൾ, സൂര്യന്റെ ചൂട് മേഘങ്ങളെ വിഘടിപ്പിക്കുകയും HOCl ഉം Cl_2 ഉം രാസപ്രവർത്തനം viii, ix എന്നിവയുടെഅടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രകാശ വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$HOCl(g) \xrightarrow{h\nu} \dot{O}H(g) + \dot{C}l(g) \quad (viii)$$

$$Cl_2(g) \xrightarrow{h\nu} 2\dot{C}l(g) \quad (ix)$$

അങ്ങനെ രൂപപ്പെടുന്ന ക്ലോറിൻ റാഡിക്കലുകൾ ഒരു ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവർത്തനം ആരംഭിച്ചുകൊണ്ടു ഓസോൺ തന്മാത്രകളെ മുൻ സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഓസോൺ പാളിയുടെ നാശത്തിന്റെ പരിണിതഫലങ്ങൾ

ഓസോൺ പാളിയുടെ നാശത്തോടുകൂടി കൂടുതൽ UV വികിരണങ്ങൾ ട്രോപ്പോസ്ഫിയറിലേക്ക് അരിച്ചിറങ്ങുന്നു. UV വികിരണങ്ങൾ ത്വക്കിന്റെ അകാല പ്രായമാകൽ, തിമിരം, സൂര്യാഘാതം, ത്വക് കാൻസർ, സസ്യങ്ങളുടെ നാശം, മത്സ്യ സമ്പത്തിന്റെ നാശം തുടങ്ങിയവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ഡിഎ വികിരണങ്ങൾ സസ്യങ്ങളിലെ മാംസ്യങ്ങളെ സ്വാധീനിക്കുകയും അതുവഴി സെല്ലുകളുടെ അപകടകരമായ പരിവർത്തനത്തിനു കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവ സസ്യങ്ങളുടെ ഇലകളിലെ ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ വഴിയുള്ള ബാഷ്പീകരണം വേഗത്തിലാക്കുകയും മണ്ണിന്റെ ഈർപ്പം കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. UV വികിരണങ്ങളുടെ ആധിക്യം പെയിന്റുകളെയും, നാരുകളെയും നശിപ്പിക്കുകയും അവയുടെ മങ്ങൽ വേഗത്തിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

14.3 ജല മലിനീകരണം

ജലം ജീവന് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ജലം ഇല്ലാതെ ജീവൻ സാധ്യമല്ല. ശുദ്ധജലം വെറുതെ ലഭിക്കുന്നതാണെന്ന് നമ്മൾ ധരിക്കുന്നു, പക്ഷെ അതിന്റെ ശുദ്ധത നമ്മൾ ഉറപ്പാക്കേണ്ടതുണ്ട്. മനുഷ്യന്റെ ചര്യകളിൽ നിന്നാണ് ജലമലിനീകരണം ആരംഭിക്കുന്നത്. വ്യത്യസ്ത വഴികളിലൂടെ മാലിന്യം ജല സ്രോതസ്സുകളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. പെട്ടെന്ന് തിരിച്ചറിയാവുന്ന സ്രോതസുകളെ അല്ലെങ്കിൽ മലിനീകരണ സ്ഥലങ്ങളെ പോയിന്റ് സ്രോതസ്സുകൾ എന്ന് പറയുന്നു. ഉദാഹരണമായി മുനിസിപ്പാലിറ്റികളുടെയും വ്യവസായശാലകളുടെയും ജല സ്രോതസുകളിലേക്കു പ്രവേശിക്കുന്ന മലിനജല കുഴലുകൾ. പോയിന്റ് സോഴ്സ് അല്ലാത്ത മലിനീകരണത്തിൽ സ്രോതസ് എളുപ്പം കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയില്ല. ഉദാഹരണമായി കാർഷിക മാലിന്യങ്ങൾ (ഫാമുകളിൽ നിന്നും, മൃഗങ്ങളിൽ നിന്നും, കാർഷിക ഭൂമിയിൽ നിന്നും) മുഖ്യ ജലമലിനീകാരികളും അവയുടെ സ്രോതസും പട്ടിക 14.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

14.3.1 ജല മലിനീകരണത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ

(i) രോഗാണുകാരികൾ : ഏറ്റവും ഗൗരവമായ ജല മലിനീകാരികൾ അസുഖങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന രോഗാണുക്കൾ ആണ്. വീടുകളിൽ നിന്നുള്ള മലിനജലത്തിലൂടെയും മൃഗങ്ങളുടെ വിസർജ്യങ്ങളിലൂടെയും രോഗകാരികളായ ബാക്റ്റീരിയകളും മറ്റ് ജീവികളും ജലത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. മനുഷ്യ വിസർജ്യങ്ങളിൽ ഉദരരോഗങ്ങൾക്ക് കാരണമായ *ഇഷെറീഷ്യ കോളിയും സ്ട്രെപ്റ്റോകോക്കസ് ഫീക്കാലിസും* (*Escherichia coli* and *Streptococcus faecalis*) കാണപ്പെടുന്നു.

പട്ടിക 14.1 പ്രധാനപ്പെട്ട ജല മലിനീകാരികൾ

മലിനീകാരി	സ്രോതസ്
സൂക്ഷ്മ ജീവികൾ	ഗാർഹിക മാലിന്യങ്ങൾ
ജൈവ മാലിന്യങ്ങൾ	ഗാർഹിക മാലിന്യങ്ങൾ , മൃഗങ്ങളുടെ വിസർജ്യങ്ങളും മാലിന്യങ്ങളും, ചീഞ്ഞു പോകുന്ന മൃഗാവശിഷ്ടങ്ങളും സസ്യാവശിഷ്ടങ്ങളും, ഭക്ഷ്യ സംസ്കരണ ഫാക്ടറികളിൽ നിന്നുള്ള മാലിന്യങ്ങൾ.
സസ്യപോഷകങ്ങൾ	രാസവളങ്ങൾ
വിഷമയമായ ഭാരം കൂടിയ ലോഹങ്ങൾ	വ്യവസായ രാസ ഫാക്ടറികൾ
എക്കൽ	കാർഷിക, ഖനി മേഖലകളിൽ നിന്നുള്ള മണ്ണൊലിപ്പ്
കീടനാശിനികൾ	കീടങ്ങൾ, ഫംഗസുകൾ, കളകൾ എന്നിവയുടെ നാശത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ
റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ള വസ്തുക്കൾ	യുറേനിയം അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ധാതുക്കളുടെ ഖനനം.
താപം	വ്യവസായശാലകളിൽ തണുപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ജലം.

(ii) ജൈവ മാലിന്യങ്ങൾ: മറ്റൊരു മുഖ്യ ജല മലിനീകാരിയാണ് ജൈവ വസ്തുക്കൾ. ഇലകൾ, പുല്ല്, ചവറുകൾ തുടങ്ങിയവയാണ് ഇത്തരം ജൈവ വസ്തുക്കൾ. ജലം ഒഴുകുന്നതിന്റെ ഫലമായാണ് മലിനീകരണം നടക്കുന്നത്. ജലാശയങ്ങൾക്കുള്ളിൽ അധികയളവിൽ വളരുന്ന സസ്യങ്ങൾ ജലമലിനീകരണത്തിനു മറ്റൊരു കാരണമാണ്. ഈ മാലിന്യങ്ങൾ ജീർണിക്കുന്നവയാണ്.

ഉയർന്ന അളവിലുള്ള ബാക്ടീരിയകൾ ജലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ജൈവ വസ്തുക്കളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നു. അവ ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജനെ ഉപയോഗിച്ച് തീർക്കുന്നു. ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് പരിമിതമാണ്. തണുത്ത ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് 10 ppm വരെ ആകാം. വായുവിലെ ഓക്സിജന്റെ അളവ് 200,000 ppm ആണെന്നോർക്കണം. അതുകൊണ്ടാണ് വളരെ ചെറിയ അളവിൽ ജലത്തിലുള്ള ജൈവ വസ്തുവിന്റെ ജീർണനം പോലും ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് ക്ഷയിപ്പിക്കുന്നത്. ജല ജീവിതത്തിന് ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ ഗാഢത വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ്. ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ ഗാഢത 6 ppm ൽ താഴെയാണെങ്കിൽ മത്സ്യങ്ങളുടെ വളർച്ച തടയപ്പെടുന്നു. ജലത്തിൽ ഓക്സിജൻ എത്തിച്ചേരുന്നത് അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നോ പകൽ വെളിച്ചത്തിൽ ജലത്തിലെ വിവിധതരം ഹരിത സസ്യങ്ങൾ നടത്തുന്ന പ്രകാശ സംശ്ലേഷണത്തിന്റെ ഫലമായോ ആണ്. പക്ഷെ രാത്രിയിൽ പ്രകാശ സംശ്ലേഷണം നടക്കാതെ വരികയും, സസ്യങ്ങൾക്ക് ശ്വസിക്കാനാവശ്യമായ ഓക്സിജൻ ജലത്തിൽ നിന്ന് വലിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിന്റെ ഫലമായി ജലത്തിൽ ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയുന്നു. ജൈവ വസ്തുക്കളെ ഓക്സീകരിക്കാനും ജലത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ ഈ ഓക്സിജനെ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

വളരെയധികം ജൈവ വസ്തുക്കളെ ജലത്തിൽ ചേർത്താൽ ലഭ്യമായ മുഴുവൻ ഓക്സിജനും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഓക്സിജനെ ആശ്രയിച്ചു കഴിയുന്ന ജീവികളുടെ മരണത്തിനു ഇതിടയാക്കും. അങ്ങനെ അവായു ജീവികൃതങ്ങളായ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ (ഓക്സിജൻ ആവശ്യമില്ലാത്ത) ജൈവ വസ്തുക്കളെ വിഘടിപ്പിക്കാൻ ആരംഭിക്കുകയും മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യത്തിനു ഹാനികരമായ ദുഷിച്ച ഗന്ധമുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ നിർമിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും. വായുജീവികൃതങ്ങളായ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ ജൈവ വസ്തുക്കളെ ജീർണിപ്പിക്കുകയും ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു നിശ്ചിത വ്യാപ്തം ജലത്തിലെ ജൈവ വസ്തുക്കളെ വിഘടിപ്പിക്കാൻ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾക്കാവശ്യമായി വരുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവിനെ **ജൈവ രാസ ഓക്സിജൻ ആവശ്യകത (Biochemical Oxygen Demand (BOD))** എന്ന് പറയുന്നു. ജലത്തിലെ BOD യുടെ തോത് എന്നത് അതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ജൈവ വസ്തുക്കളെ ജൈവപരമായി വിഘടിപ്പിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഓക്സിജന്റെ അളവാണ്. ശുദ്ധജലത്തിന്റെ BOD മൂല്യം 5 ppm ൽ താഴെയായിരിക്കുമ്പോൾ അതിയായി മലിനീകരിക്കപ്പെട്ട ജലത്തിന്റെ BOD മൂല്യം 17 ppm ഓ അതിൽ കൂടുതലോ ആയിരിക്കാം.

(iii) രാസ മലിനീകാരികൾ: ജലം ഒരു മികച്ച ലായകമായതിനാൽ, ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്ന അകാർബണിക രാസവസ്തുക്കളിൽപ്പെട്ട ഭാരം കൂടിയ ലോഹങ്ങളായ കാഡ്മിയം, നിക്കൽ, മെർക്കുറി തുടങ്ങിയവ മലിനീകാരികളുടെ ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട വിഭാഗം രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. ഈ ലോഹങ്ങളെല്ലാം മനുഷ്യന് വളരെയധികം ഹാനികരമാണ്, എന്തെന്നാൽ മനുഷ്യശരീരത്തിന് ഇവയെ പുറന്തള്ളാൻ സാധ്യമല്ല. ക്രമാനുഗതമായി ഇത് മനുഷ്യശരീരത്തിന്റെ സഹന ക്ഷമത കടക്കുന്നു. ഈ ലോഹങ്ങൾക്കു മനുഷ്യന്റെ കിഡ്നി, കേന്ദ്ര നാഡീ വ്യൂഹം, കരൾ എന്നിവയെ നശിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. മൈനുകളിൽ നിന്ന് പുറത്തു വരുന്ന ആസിഡുകൾ, തണുത്ത കാലാവസ്ഥകളിലെ മഞ്ഞുരുക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപ്പ് ഉൾപ്പടെ വ്യത്യസ്ത സ്രോതസുകളിൽനിന്നു വരുന്ന ലവണങ്ങൾ എന്നിവലേയ രാസ മലിനീകാരികൾ ആണ്. മലിന ജലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന മറ്റൊരുകൂട്ടം പദാർത്ഥങ്ങൾ ആണ് കാർബണിക രാസവസ്തുക്കൾ. ജലത്തിന്റെ ധാരാളം സ്രോതസുകളെ പെട്രോളിയം ഉത്പന്നങ്ങൾ മലിനപ്പെടുത്തുന്നു.

ഉദാഹരണമായി കടലിലെ വലിയ എണ്ണചോർച്ചകൾ. ഗൗരവമായ പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന മറ്റ് കാർബണിക വസ്തുക്കൾ ആണ് മണ്ണിൽനിന്ന് താഴ്ന്ന പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് ഒലിച്ചിറങ്ങുന്ന കീടനാശിനികൾ. ശുചീകരണ ലായകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന പോളിക്ലോറിനേറ്റഡ് ബൈഫിനൈലുകൾ (PCBs), ഡിറ്റർജന്റുകൾ, രാസവളങ്ങൾ എന്നീ വിവിധതരത്തിലുള്ള വ്യാവസായിക രാസവസ്തുക്കൾ ജല മലിനീകാരികളായി വർത്തിക്കുന്നു. PCB കൾ കാൻസറിന് കാരണമാകുന്നതായി സംശയിക്കപ്പെടുന്നു. ഇക്കാലത്തു ലഭ്യമായ മിക്ക ഡിറ്റർജന്റുകളും ജീർണ്ണിക്കുന്നവയാണ്. പക്ഷെ അവയുടെ ഉപയോഗം മറ്റ് പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഡിറ്റർജന്റുകളെ ജീർണ്ണിപ്പിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ അവയിൽ വളരെവേഗം വളരുകയും അതോടൊപ്പം ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജനെ ഉപയോഗിച്ച് തീർക്കു

കയും ചെയ്യുന്നു. ഓക്സിജന്റെ ഈ ദൗർലഭ്യം മറ്റ് ജലജീവികളായ മത്സ്യങ്ങളെയും സസ്യങ്ങളെയും നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രാസവളങ്ങളിൽ സാധാരണ ഫോസ്ഫേറ്റ് അധികമായി കലർത്താറുണ്ട്. ഇത് ആ ആൽഗകളുടെ വളർച്ചയെ വർധിപ്പിക്കുന്നു. ആൽഗകളുടെ സമൃദ്ധമായ ഈ വളർച്ച ജലോപരിതലം മൂടപ്പെടാനും അതുവഴി ജലത്തിലെ ഓക്സിജന്റെ ഗാഢത കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് അവായു അവസ്ഥക്ക് കാരണമാകുകയും ദുർഗന്ധമുള്ള ദുർഗന്ധമുള്ള ജീർണനത്തിനും ജീവികളുടെ മരണത്തിനും കാരണമാകുന്നു. അങ്ങനെ സസ്യ സമൃദ്ധമായ ജലാശയങ്ങളിൽ മറ്റു ജീവികൾക്ക് അതിജീവനം സാധ്യമാകാതെ വരുന്നു. ഇങ്ങനെ പോഷക സമൃദ്ധമായ ജലാശയങ്ങൾ ഇടതൂർന്ന സസ്യവളർച്ചക്ക് കാരണമാകുകയും അതുവഴി ഉണ്ടാകുന്ന ഓക്സിജൻ ദൗർലഭ്യം ജീവികളെ കൊല്ലുകയും തത്ഫലമായി ജൈവ വൈവിധ്യത നഷ്ടമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ യൂട്രോഫികേഷൻ (***Eutrophication***) എന്ന് പറയുന്നു.

14.3.2 കുടിവെള്ളത്തിന്റെ അന്താരാഷ്ട്ര നിലവാരം

കുടിവെള്ളത്തിന്റെ അന്താരാഷ്ട്ര നിലവാരം താഴെ തന്നിരിക്കുന്നു. ഇത് കൃത്യമായി പിൻതുടരേണ്ടതാണ്.

Fluoride: ഫ്ലൂറൈഡ്: കുടിവെള്ളത്തിലെ ഫ്ലൂറൈഡ് അയോണിന്റെ ഗാഢത പരിശോധിക്കേണ്ടതാണ്. ഇതിന്റെ അപര്യാപ്തത മനുഷ്യർക്കു ദോഷകരവും പല്ല് ദ്രവിക്കൽ പോലുള്ള അസുഖങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. കുടിവെള്ളത്തിൽ സാധാരണ ലയിക്കുന്ന ഫ്ലൂറൈഡുകൾ ചേർത്തുകൊണ്ട് അതിന്റെ ഗാഢത 1 ppm അല്ലെങ്കിൽ 1 $mg\ dm^{-3}$ ആയി വർധിപ്പിക്കുന്നു. ഫ്ലൂറൈഡ് അയോണുകൾ, പല്ലിന്റെ ഇനാമൽ ആയ ഹൈഡ്രോക്സിഅപ്പറ്റൈറ്റിനെ $[3(Ca_3(PO_4)_2.Ca(OH)_2]$, കൂടുതൽ കട്ടിയുള്ള ഫ്ളൂറോപ്പറ്റൈറ്റായി മാറ്റുന്നു $[3(Ca_3(PO_4)_2.CaF_2]$. അങ്ങനെയാണെങ്കിലും ഫ്ലൂറൈഡിന്റെ ഗാഢത 2 ppm ൽ കൂടുതൽ ആണെങ്കിൽ പല്ലിൽ തവിട്ട് നിറമുള്ള പുള്ളികൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. അതേ സമയം തന്നെ 10 ppm ൽ കൂടുതലുള്ള ഫ്ലൂറൈഡ് ഗാഢത പല്ലിനും എല്ലിനും ദോഷകരമാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള സംഭവങ്ങൾ രാജസ്ഥാനിലെ പല ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്.

ലെഡ് : കുടിവെള്ളം കൊണ്ടുപോകുന്നതിന് ലെഡ് കുഴലുകൾ ഉപയോഗിച്ചാൽ ലെഡ് മാലിന്യം ജലത്തിൽ കലരുന്നു. ലെഡിന്റെ ജലത്തിലെ അനുവദനീയമായ ഉയർന്ന പരിധി ഏകദേശം 50 ppm. ആണ്. ലെഡിന് വൃക്ക, കരൾ, പ്രത്യുല്പാദന വ്യവസ്ഥ തുടങ്ങിയവയെ നശിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും.

സൾഫേറ്റ്: കുടിവെള്ളത്തിലെ അമിതമായ സൾഫേറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യം (>500 ppm) വിരേചനത്തിനു കാരണമാകുന്നു. മിതമായ അളവിൽ ഇത് നിരുപദ്രവകരമാണ്.

നൈട്രേറ്റ് : കുടിവെള്ളത്തിലെ നൈട്രേറ്റിന്റെ പരമാവധി പരിധി 50 ppm ആണ്. നൈട്രേറ്റിന്റെ അമിത സാന്നിധ്യം 'മെതിമോഗ്ലോബിനിമിയ (blue baby syndrome) എന്ന രോഗാവസ്ഥക്ക് കാരണമാകുന്നു.

മറ്റു ലോഹങ്ങൾ : കുടിവെള്ളത്തിൽ സാധാരണ കാണപ്പെടുന്ന ലോഹങ്ങളുടെ ഗാഢതയുടെ നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന പരമാവധി ഉയർന്ന മൂല്യം പട്ടിക 14.2 ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 14.2 ചില ലോഹങ്ങളുടെ കുടിവെള്ളത്തിൽ നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഗാഢതയുടെ ഉയർന്ന പരിധി

ലോഹങ്ങൾ	പരമാവധി ഗാഢത (ppm അല്ലെങ്കിൽ $mg\ dm^{-3}$)
Fe	0.2
Mn	0.05
Al	0.2
Cu	3.0
Zn	5.0
Cd	0.005

പ്രവർത്തനം 2

നിങ്ങൾക്ക് സമീപപ്രദേശങ്ങളിലെ ജല സ്രോതസ്സുകളായ നദി/ തടാകം/ ജല ടാങ്ക്/ കുളം എന്നിവ സന്ദർശിച്ച് അവ ശുദ്ധമാണോ/ ചെറിയതോതിൽ മലിനീകരിക്കപ്പെട്ടോ / മിതമായ തോതിൽ മലിനീകരിക്കപ്പെട്ടോ / പൂർണമായും മലിനീകരിക്കപ്പെട്ടോ എന്ന് അവയിലെ ജലത്തെ നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടോ അല്ലെങ്കിൽ ജലത്തിന്റെ pH കണ്ടുപിടിച്ചുകൊണ്ടോ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. മലിനീകരിക്കപ്പെട്ട നദികളുടെയും മലിനീകരണത്തിന് കാരണമായ വ്യവസായശാലകളുടെ അല്ലെങ്കിൽ നഗരത്തിന്റെ പേര് രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുക. മലിനീകരണ തോത് അളക്കുന്നതിന് ഇതിനെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരം ഗവൺമെന്റിന്റെ മലിനീകരണ നിയന്ത്രണ ബോർഡിനെ അറിയിക്കുക. ഉചിതമായ നടപടികൾ എടുക്കുന്നു എന്ന് ഉറപ്പാക്കുക. നിങ്ങൾക്കിത് മാധ്യമങ്ങളെ അറിയിക്കാനും സാധിക്കും. ഗാർഹികമാലിന്യങ്ങളും വ്യാവസായിക മാലിന്യങ്ങളും ഒരു കാരണവശാലും ഓടകളിൽ നിക്ഷേപിക്കരുത്. കാരണം ഇവയ്ക്ക് നേരിട്ട് ജലസ്രോതസ്സുകളായ നദികൾ, കുളം, തടാകം, തീർച്ചാലുകൾ എന്നിവയിൽ നേരിട്ട് പ്രവേശിക്കും. പൂന്തോട്ടങ്ങളിൽ രാസവളങ്ങൾക്ക് പകരം ജൈവ വളങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുക. DDT, മാലത്തിയോൺ തുടങ്ങിയ കീടനാശിനികൾ ഒഴിവാക്കുക. പകരം ഉണങ്ങിയ വേപ്പില ഉപയോഗിച്ച് കീടങ്ങളെ അകറ്റുക. വീട്ടിലെ കുടിവെള്ള ടാങ്കുകളിൽ കുറച്ചു പൊട്ടാസ്യം പെർമാൻഗനേറ്റ് പരലുകൾ അല്ലെങ്കിൽ കുറച്ചു ബ്ലീച്ചിങ് പൗഡർ എന്നിവ ചേർക്കുക.

14.4 മണ്ണ് മലിനീകരണം

കാർഷിക സമ്പദ് വ്യവസ്ഥയെ ആശ്രയിക്കുന്ന രാജ്യമായതിനാൽ, ഇന്ത്യ കൃഷിക്കും, മത്സ്യബന്ധനത്തിനും, കന്നുകാലി വികസനത്തിനും മുഖ്യ പ്രാധാന്യം നൽകുന്നു. അധികമുള്ള ഉത്പന്നങ്ങൾ സർക്കാരോ, സർക്കാർ ഇതര സ്ഥാപനങ്ങളോ പണ്ടക ശാലകളി ലേക്കു കരുതിവയ്ക്കുന്നു. സംഭരണവേളയിൽ ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കൾ നഷ്ടപ്പെടുന്നത് പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടുന്നതാണ്. കീടങ്ങൾ, എലികൾ, കളകൾ, രോഗങ്ങൾ എന്നിവയാൽ വിളകൾക്കും, ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കൾക്കും ഉണ്ടാകുന്ന നാശം എപ്പോഴെങ്കിലും നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? എങ്ങനെ നമുക്കവയെ സംരക്ഷിക്കാം? നമ്മുടെ വിളകളെ സംരക്ഷിക്കുന്ന ചില കീടനാശിനികളും കളനാശിനികളും നിങ്ങൾക്കു പരിചിതമാണ്. പക്ഷെ ഈ കീടനാശിനികളും കളനാശിനികളും മണ്ണ് മലിനീകരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. അതിനാൽ അവയുടെ വിവേകത്തോടെയുള്ള ഉപയോഗം അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

14.4.1 കീടനാശിനികൾ

രണ്ടാം ലോക മഹായുദ്ധത്തിനു മുന്നേ നിക്കോട്ടിനെപ്പോലെ (പുകയിലച്ചെടികൾ കൃഷിഭൂമിയിൽ നട്ടുപിടിപ്പിച്ചു) പ്രകൃതിയിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന രാസപദാർത്ഥങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് പ്രധാനപ്പെട്ട ധാന്യവിളകളിലെ കീടങ്ങളെ നിയന്ത്രിച്ചിരുന്നു.

രണ്ടാം ലോക മഹായുദ്ധ സമയത്ത് മലേറിയയും മറ്റ് കീട കാരണമായ അസുഖങ്ങളും നിയന്ത്രിക്കാൻ DDT വളരെ പ്രയോജനമാണെന്നു കണ്ടു. അതിനാൽ യുദ്ധത്തിന് ശേഷം കാർഷികമേഖലയിൽ കീടങ്ങളും എലികളും കളകളും ഉണ്ടാക്കുന്ന നാശങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കാൻ DDT ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങി. പക്ഷെ അതിന്റെ ദോഷകരമായ ഫലങ്ങൾ കാരണം ഇന്ത്യയിൽ DDT യുടെ ഉപയോഗം നിരോധിച്ചിരിക്കുന്നു.

കീടനാശിനികൾ അടിസ്ഥാനപരമായി പാരിസ്ഥിതിക പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന കൃത്രിമ വിഷ രാസപദാർത്ഥങ്ങൾ ആണ്. ഒരു പ്രത്യേക കീടനാശിനിയുടെയോ അല്ലെങ്കിൽ ഒരുപോലെയുള്ള കീടനാശിനികളുടെയോ തുടർച്ചയായ ഉപയോഗം മൂലം കീടനാശിനികൾ ബാധിക്കാത്ത തരത്തിൽ കീടങ്ങൾ പ്രതിരോധം ആർജിക്കുകയും ഫലത്തിൽ പ്രസ്തുത കീടനാശിനികൾ ഉപയോഗപ്രദമല്ലാതായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. അതായത്, കീടങ്ങൾ DDT യിൽ നിന്നും പ്രതിരോധം ആർജിക്കുകയും, തൽഫലമായി കീടനാശിനി വ്യവസായം പുതിയ കീടനാശിനികളായ ആൽഡ്രിൻ, ഡയാൾഡ്രിൻ തുടങ്ങിയ കാർബണിക വിഷങ്ങൾ വിപണിയിൽ പ്രചരിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. മിക്കവാറും കാർബണിക വിഷങ്ങൾ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയും അജീർണവുമാണ്. ഈ ചിരസ്ഥായിയായ വിഷങ്ങൾ ആഹാര ശൃംഖലാ ശ്രേണിയുടെ താഴ്ന്ന തലങ്ങളിൽ നിന്ന് മുകളിലേക്ക് സ്ഥാനമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 14.3). കാലക്രമേണ ഉയർന്ന ജീവിവർഗങ്ങളിൽ ഈ വിഷത്തിന്റെ അളവ് കൂടുകയും പരിണാമപരമായതും ശരീരശാസ്ത്രപരമായതുമായ ക്രമരാഹിത്യം ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ചിത്രം 14.3 ഓരോ ആഹാര ശൃംഖലാശ്രേണിയിലും മലിനകാരികൾ പത്തിരട്ടി വർധിക്കുന്നു.

ക്ലോറിനേറ്റ് ചെയ്ത കാർബണിക വിഷങ്ങളുടെ ചിരസ്ഥായീ സ്വഭാവം കാരണം പുതിയ ശ്രേണിയിൽപ്പെട്ട കുറഞ്ഞ സ്ഥിരതയുള്ള കൂടുതൽ ജീർണ സ്വഭാവമുള്ള കാർബണിക ഫോസ്ഫേറ്റുകളും, കാർബമേറ്റുകളും വിപണിയിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. പക്ഷെ ഈ രാസവസ്തുക്കൾ കഠിനമായ നാഡി രോഗകാരികൾ ആയതിനാൽ മനുഷ്യർക്ക് അത്യന്തം ദോഷകരമാണ്. ഇതിന്റെ ഫലമായി കീടനാശിനി ഉപയോഗം മൂലം കാർഷികവൃത്തിയിൽ ഏർപ്പെട്ടവരുടെ മരണം വരെ സംഭവിച്ചതായി രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കീടങ്ങൾ കീടനാശിനികൾക്കെതിരെ പ്രതിരോധം നേടിയിരിക്കുന്നു. കീടനാശിനിവ്യവസായം പുതിയ കീടനാശിനികൾ തയ്യാറാക്കുന്നതിൽ വ്യാപൃതരായിരിക്കുന്നു. പക്ഷെ നമുക്ക് ചിന്തിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു, ഇത് മാത്രമാണോ കീടങ്ങളുടെ ഭീഷണിക്ക് പരിഹാരം ?

ഈ കാലത്തു കീടനാശിനി വ്യവസായത്തിന്റെ ശ്രദ്ധ മുഴുവൻ സോഡിയം ക്ലോറേറ്റ് ($NaClO_3$), സോഡിയം

ആർസനൈറ്റ് (Na_3AsO_3) തുടങ്ങിയ കളനാശിനികളിലേക്കു മാറിയിരിക്കുന്നു. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ രണ്ടാം പകുതിയിൽ കള നാശനം യാന്ത്രിക രീതിയിൽ നിന്ന് രാസപരമായ രീതിയിലേക്ക് മാറിയത് ഈ വ്യവസായങ്ങൾക്ക് സാമ്പത്തികോന്നതി പ്രദാനം ചെയ്തു. പക്ഷെ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ട കാര്യം ഇതൊന്നും പരിസ്ഥിതിക്ക് അനുകൂലമല്ല എന്നുള്ളതാണ്.

മിക്കവാറും കളനാശിനികൾ സസ്തനികൾക്ക് ദോഷപ്രദമാണ്. പക്ഷെ കാർബണിക ക്ലോറൈഡുകൾ പോലെ പരിസ്ഥിതിയിൽ സ്ഥായിയല്ല. ഇവ കുറച്ചു മാസങ്ങൾക്കകം വിഘടിച്ചുപോകുന്നു. കാർബണിക ക്ലോറൈഡുകളെപ്പോലെ ഇവ ആഹാര ശൃംഖലയിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നു. ചില കളനാശിനികൾ ജനന വൈകല്യം ഉണ്ടാക്കുന്നു. പഠനങ്ങൾ കാണിക്കുന്നത് കളനാശിനികൾ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ചോളം പാടങ്ങളിൽ കീടങ്ങളുടെ ആക്രമണവും രോഗങ്ങളും സാധാരണ പാടങ്ങളെക്കാൾ കൂടുതൽ ആണ് എന്നാണ്.

കീടനാശിനികളും കളനാശിനികളും അതിബൃഹത്തായ രാസ മലിനീകരണത്തിന്റെ ഒരു ചെറിയ ഭാഗം മാത്രമാണ് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നത്. രാസ വ്യവസായ ശാലകളിലെ നിർമ്മാണ പ്രക്രിയകളിൽ സ്ഥിരമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ധാരാളം സംയുക്തങ്ങൾ അവസാനം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് ഒരു രൂപത്തിൽ അല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊരു രൂപത്തിൽ പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു.

14.5 വ്യാവസായിക മാലിന്യം

വ്യാവസായിക ഖര മാലിന്യങ്ങൾ ജീർണിക്കുന്നവയെന്നും ജീർണിക്കാത്തവയെന്നും രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. കോട്ടൺ മില്ലുകൾ, ഭക്ഷ്യോത്പാദന യൂണിറ്റുകൾ, പേപ്പർ മില്ലുകൾ, തുണി മില്ലുകൾ എന്നിവയാണ് ജീർണിക്കുന്ന മാലിന്യങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നത്.

ഇനി പറയുന്നവയാണ് അജീർണമായ മാലിന്യങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. ഫ്ളൈ ആഷ് പുറന്തള്ളുന്ന താപ വൈദ്യുത നിലയങ്ങൾ, ബ്ലാസ്റ്റ് ഫർണസ് സ്ലാഗും സ്റ്റീൽ ഉരുകുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന സ്ലാഗും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന സംയോജിത ഇരുമ്പ് ഉരുക്ക് ശാലകൾ, അലൂമിനിയം, സിങ്ക്, കോപ്പർ എന്നിവ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വ്യവസായ ശാലകൾ, ജിപ്സം. ലോഹങ്ങൾ, രാസവസ്തുക്കൾ, ഔഷധങ്ങൾ, ചായങ്ങൾ, കീടനാശിനികൾ, റബ്ബറുത്പന്നങ്ങൾ എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായ ശാലകൾ, തീ പിടിക്കുന്നതും പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്നതും തീവ്ര പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തുന്നതുമായ അപകടകരമായ മാലിന്യങ്ങൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകൾ തുടങ്ങിയവ.

അജീർണമായ വ്യവസായ ഖര മാലിന്യങ്ങൾ ശരിയായ രീതിയിൽ സംസ്കരിച്ചില്ലെങ്കിൽ പരിസ്ഥിതിക്ക് ദൂരവ്യാപകമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കും. മാലിന്യങ്ങൾക്കു വ്യത്യസ്ത ഉപയോഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്ന നവീന രീതികൾ രൂപം കൊണ്ടിട്ടുണ്ട്. ഇപ്പോൾ ഉരുക്ക് വ്യവസായത്തിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന ഫ്ളൈ ആഷ്, സ്ലാഗ് എന്നിവ സിമെന്റ് വ്യവസായത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉയർന്ന അളവിലുള്ള ഖരമാലിന്യങ്ങളെ നിയന്ത്രിതമായ രീതിയിൽ കത്തിക്കുന്നു. ചെറിയ അളവിലുള്ളവ ഫാക്ടറികളിൽ തന്നെ തുറസ്സായ അറകളിൽ കത്തിക്കുന്നു. വിശേഷിച്ചും ഖര മാലിന്യങ്ങളെ പര്യാപ്തമായ രീതിയിൽ കൈകാര്യം ചെയ്തില്ല എങ്കിൽ പാരിസരിതിക ഘടകങ്ങളെ ദോഷകരമായി ബാധിക്കുന്നു.

മാലിന്യങ്ങളുടെ പുനഃചംക്രമണത്തെക്കുറിച്ചു നിങ്ങൾക്കെന്തറിയാം?

- പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യങ്ങളിൽനിന്ന് ലഭിക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങൾക്കു ഉയർന്ന ഒക്റ്റേൻ മൂല്യമാണുള്ളത്. അതിൽ ലെഡ് അടങ്ങിയിട്ടില്ലാത്തതിനാൽ ഹരിത ഇന്ധനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.
- രാസ തുണി വ്യവസായ മേഖലകളിൽ അടുത്തകാലത്തുണ്ടായ പുരോഗതിയുടെ ഫലമായി, പുനഃചംക്രമണം ചെയ്യപ്പെട്ട പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യങ്ങളിൽ നിന്ന് വസ്ത്രങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാൻ സാധിക്കും. ആഗോള വസ്ത്രവിപണിയിൽ ഉടനെതന്നെ ഇത്തരം വസ്ത്രങ്ങൾ ലഭ്യമാകും.
- ഇന്ത്യയിലെ നഗരങ്ങളിലും പട്ടണങ്ങളിലും മണിക്കൂറുകൾ നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന അവസാനമില്ലാത്ത വൈദ്യുതി മുടക്കം പതിവാണ്. അതുപോലെതന്നെ അവിടെയും ഇവിടെയും അഴുകുന്ന മാലിന്യങ്ങളും കാണാൻ സാധിക്കും. ഒരു ശുഭവാർത്ത എന്തെന്നാൽ ഈ രണ്ടു പ്രശ്നങ്ങളിൽനിന്നും ഒരുമിച്ചു നമുക്ക് രക്ഷനേടാം എന്നുള്ളതാണ്. മാലിന്യങ്ങളിൽനിന്ന് വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കാവുന്ന സാങ്കേതികവിദ്യ ഇന്ന് ലഭ്യമാണ്. ഒരു പ്രാരംഭ പദ്ധതി ഇതിനായി ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവിടെ മാലിന്യങ്ങളിൽനിന്ന് ഇരുമ്പു ലോഹം, പ്ലാസ്റ്റിക്, പേപ്പർ, ഗ്ലാസ്സ് എന്നിവ വേർതിരിച്ചതിനുശേഷം ജലവുമായി കൂട്ടി കലർത്തുന്നു. ഇതിനെ ബാക്റ്റീരിയയുമായി ചേർത്ത് ബയോഗ്യാസ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന മീഥേൻ വാതകം നിർമ്മിക്കുന്നു. ബാക്കിവരുന്ന ഉത്പന്നം വളമായി ഉപയോഗിക്കുകയും മീഥേൻ വൈദ്യുതോല്പാദനത്തിനു ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

14.6 പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ

വായു, ജലം, മണ്ണ്, വ്യാവസായിക മലിനീകരണങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഈ അധ്യായത്തിൽ പഠിച്ചുകഴിഞ്ഞ നിങ്ങൾ ഇനി എങ്ങനെ പാരിസ്ഥിതിക മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കാം എന്ന് ചിന്തിക്കുന്നുണ്ടായിരിക്കും. നിങ്ങളുടെ ചുറ്റിലുമുള്ള പരിസ്ഥിതിയെ എങ്ങനെ സംരക്ഷിക്കാം? നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള വായു, ജലം, മണ്ണ്, വ്യാവസായിക മലിനീകരണങ്ങളെ എങ്ങനെ നിയന്ത്രിക്കാം എന്ന് ചിന്തിക്കുക? ഇവിടെ മാലിന്യങ്ങളെ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന ചില മാർഗങ്ങൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

14.6.1 മാലിന്യം നിയന്ത്രിക്കൽ

നിങ്ങളുടെ വീട്ടിലെ മാലിന്യപ്പെട്ടിയിൽ കാണുന്നതു പോലെ ഖരമാലിന്യങ്ങൾ മാത്രമല്ല മാലിന്യങ്ങൾ. അതുകൂടാതെ വീടുകളിൽ നിന്ന് ഉപേക്ഷിക്കുന്ന വൈദ്യുസംബന്ധിയായതും കാർഷികമായതും വ്യവസായികമായതുമായ വസ്തുക്കൾ ഇതിൽപ്പെടുന്നു. പരിസ്ഥിതിനാശത്തിന്റെ ഒരു മുഖ്യ കാരണം അനുചിതമല്ലാത്ത മാലിന്യ നിർമ്മാർജനം ആണ്. അതിനാൽ മാലിന്യ നിയന്ത്രണം പരമപ്രധാനമായ ഒരു സംഗതിയാണ്.

ഇന്ത്യൻ നഗരങ്ങളെ തുറസ്സായ വിസർജ്യങ്ങളിൽനിന്നും മുക്തമാക്കുന്നതിനും ഖരമാലിന്യങ്ങളുടെ 100% ശാസ്ത്രീയ സംസ്കരണം ലക്ഷ്യമിട്ടും മുന്നോട്ടുവച്ചിട്ടുള്ള പദ്ധതിയാണ് സ്വച്ഛ് ഭാരതമിഷൻ - അർബൻ (SBM-U). ആരോഗ്യശുചിത്വരംഗത്ത് പിന്നോക്കം നിൽക്കുന്ന ഗ്രാമങ്ങളിൽ തുറസ്സായ മാലിന്യവിസർജനം ഒഴിവാക്കി സാധാരണ ജീവിതനിലവാരം മെച്ചപ്പെടുത്താൻ ലക്ഷ്യമിട്ടുള്ളതാണ് സ്വച്ഛ് ഭാരത് മിഷൻ-ഗ്രാമീൺ (SBM-G)

സംഭരിക്കലും നീക്കംചെയ്യലും

വീട്ടുമാലിന്യങ്ങൾ ചെറിയ വീപ്പകളിൽ ശേഖരിച്ച് അവയെ പ്രാദേശിക തലത്തിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന വീപ്പകളിലേക്കു സ്വകാര്യ അല്ലെങ്കിൽ നഗരസഭാ/പഞ്ചായത്ത് ജോലിക്കാരുടെ സഹായത്തോടെ മാറ്റുക. ഇവിടെ നിന്ന് ഇവ മാലിന്യ സംസ്കരണ സ്ഥലങ്ങളിലേക്ക് മാറ്റി അവിടെവച്ച് ജീർണിക്കുന്നതും ജീർണിക്കാത്തതുമായി തരംതിരിച്ചു മാറ്റുന്നു. ജീർണിക്കാത്ത വസ്തുക്കളായ പ്ലാസ്റ്റിക്, ഗ്ലാസ്, ലോഹാവശിഷ്ടങ്ങൾ എന്നിവ പുനരുത്പാദനത്തിനായി അയക്കുന്നു. ജീർണിക്കുന്ന മാലിന്യങ്ങൾ കുഴികളിൽ നിക്ഷേപിച്ചു കമ്പോസ്റ്റാക്കി മാറ്റുന്നു.

മാലിന്യങ്ങൾ കുപ്പത്തൊട്ടിയിൽ ശേഖരിക്കപ്പെട്ടില്ലെങ്കിൽ അവ ഓടകളിൽ എത്തിച്ചേരുകയും കന്നുകാലികൾ ആഹാരമാക്കുകയും ചെയ്യും. ജീർണിക്കാത്ത മാലിന്യങ്ങളായ പോളിത്തീൻ കവറുകളും, ലോഹാവശിഷ്ടങ്ങളും ഓടകളിൽ നിറഞ്ഞ് അസൗകര്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. പോളിത്തീൻ കവറുകൾ നാൽക്കാലികൾ കഴിക്കാനിടവന്നാൽ അതവയുടെ മരണകാരണമാകാൻ സാധ്യതയുണ്ട്.

ഒരു സാധാരണ ശീലമെന്ന നിലയിൽ, എല്ലാ ഗാർഹിക മാലിന്യങ്ങളും ശരിയായ രീതിയിൽ സംഭരിച്ചു സംസ്കരിക്കേണ്ടതാണ്. മാലിന്യത്തിന്റെ മോശമായ കൈകാര്യം ഭൂജല മലിനീകരണത്തിനും അതുവഴി പകർച്ചവ്യാധികൾക്കും ഗുരുതരമായ ആരോഗ്യ പ്രശ്നങ്ങൾക്കും ഇടയാക്കും. വിശേഷാൽ ഇത് പഴയ തുണികൾ ശേഖരിക്കുന്നവർക്കും മാലിന്യനിർമ്മാർജനവുമായി നേരിട്ട് ബന്ധപ്പെടുന്ന ജോലിക്കാർക്കും ഹാനികരമാണ്. കാരണം അവർ സാധാരണ സംരക്ഷണത്തിന് വേണ്ടിയുള്ള കയ്യുറകളോ, കാലുറകളോ മാസ്കുകളോ ധരിക്കാറില്ല. അവർക്ക് വേണ്ടി നിങ്ങൾക്കെന്ത് ചെയ്യാൻ കഴിയും?

14.7 ഹരിത രസതന്ത്രം

14.7.1 ആമുഖം

നമുക്കെല്ലാമറിയാം ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തോടുകൂടി രാസവളങ്ങളുടെയും, കീടനാശിനികളുടെയും, പുതിയ കൃഷിരീതികളുടെയും, ഗുണമേന്മയുള്ള വിത്തിനങ്ങളുടെയും, മെച്ചപ്പെട്ട ജലസേചനത്തിന്റെയും ഉപയോഗ ഫലമായി ഭാരതം ഭക്ഷ്യോല്പാദനകാര്യത്തിൽ സ്വയം പര്യാപ്തമായി എന്ന്. പക്ഷെ മണ്ണിന്റെ അമിത ചൂഷണവും, രാസവളങ്ങളുടെയും, കീടനാശിനികളുടെയും വ്യാപക ദുരുപയോഗവും കാരണം മണ്ണും, ജലവും, വായുവും ദൂഷിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഈ പ്രശ്നത്തിന്റെ പരിഹാരം നിലവിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വികസനപ്രവർത്തനങ്ങൾ നിർത്തിവെക്കണമെന്നല്ല; പക്ഷെ പുതിയ രീതികൾ ആവിഷ്കരിച്ചു പാരിസ്ഥിതിക നാശനത്തിനു കാരണമാകുന്ന പ്രവൃത്തികൾ കുറച്ചുകൊണ്ട് വരുക എന്നതാണ്. രസതന്ത്രത്തിലെയും മറ്റ് ശാസ്ത്രങ്ങളിലെയും നിലവിലുള്ള അറിവും തത്വങ്ങളുമുപയോഗിച്ചുകൊണ്ടു പാരിസ്ഥിതിക നാശം കുറച്ചുകൊണ്ടുവരിക എന്ന ഒരു ചിന്താപദ്ധതിയാണ് ഹരിത രസതന്ത്രം എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. പരിസ്ഥിതിക്ക് കുറച്ചുമാത്രം മലിനീകരണം അല്ലെങ്കിൽ നാശനം എന്ന നിർമ്മാണ പ്രക്രിയയാണ് ഹരിത രസതന്ത്രം. ഒരു പ്രക്രിയയുടെ ഭാഗമായുണ്ടാകുന്ന ഉപോല്പന്നങ്ങൾ ശരിയായി ഉപയോഗിച്ചില്ല എങ്കിൽ അത് പരിസര മലിനീകരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു.

ഹരിത രസതന്ത്രജ്ഞർക്കു നോബൽ

ഈവിസ് ചോവിൻ   റോബർട്ട് എച്ച് ഗ്രബ്ബ്സ്   റിച്ചാർഡ് ആർ ഷ്‌റോക്ക്

ഫ്രഞ്ച് രസതന്ത്രജ്ഞനായ **ഈവിസ് ചോവിൻ,** USA യിലെ കാലിഫോർണിയ സർവകലാശാലയിലെ **റോബർട്ട് എച്ച് ഗ്രബ്ബ്സ്,** മാസ്സച്ചുസെറ്റ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ **റിച്ചാർഡ് ആർ ഷ്‌റോക്ക്** എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് അപകടകരമായ മാലിന്യങ്ങളിൽ നിന്ന് പുതിയ രാസവസ്തുക്കൾ നിർമ്മിക്കുന്ന രീതി കണ്ടുപിടിച്ചതിനു 2005 ലെ രസതന്ത്രത്തിനുള്ള നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു. മൂവർക്കും അവാർഡ് ലഭിച്ചത് കാർബണിക സംശ്ലേഷണ രീതി വികസിപ്പിച്ചതിനാണ്. ഈ രീതിയിൽ തന്മാത്രകളിലെ ആറ്റങ്ങളെ പുനഃക്രമീകരണം ചെയ്യുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. റോയൽ സ്വീഡിഷ് അക്കാദമിയുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ ഈ രീതിയെ ജോഡികൾ പങ്കാളികളെ മാറ്റുന്ന ഒരു ഡാൻസ് പരിപാടിയോട് ഉപമിക്കാം. ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന് മരുന്ന് നിർമ്മാണ മേഖലയിലും, ജൈവ സാങ്കേതികരംഗത്തും, ഭക്ഷ്യ സംസ്കരണ മേഖലയിലും വളരെയധികം വാണിജ്യ സാധ്യതകളാണുള്ളത്. പരിസ്ഥിതി സൗഹാർദ പോളിമറുകൾ നിർമ്മിക്കുന്ന വളരെ വിപ്ലവകരമായ പദ്ധതിക്കും ഈ സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

അപകടകരമായ മാലിന്യങ്ങൾ കുറക്കാനുള്ള കാര്യക്ഷമതയുള്ള ഹരിത രസതന്ത്രത്തിലേക്കുള്ള ഒരു വലിയ ചുവടുവെപ്പായി ഇതിനെ കാണാം. മനുഷ്യരുടെയും, സമൂഹത്തിന്റെയും, പരിസ്ഥിതിയുടെയും ഗുണത്തിന് അടിസ്ഥാന ശാസ്ത്രത്തിന്റെ പ്രയോജനം എത്രത്തോളം പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ് എന്ന് മനസിലാക്കാം.

അത്തരം പ്രക്രിയകൾ പരിസ്ഥിതി സൗഹാർദ്ദമല്ല എന്നുമാത്രമല്ല ചിലവേറിയതുമാണ്. മാലിന്യ ഉല്പാദനവും സംസ്കരണവും സാമ്പത്തികമായി ഭദ്രമല്ലാത്തതാണ്. നിലവിലുള്ള അറിവിന്റെ അടിത്തറ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് വികസനപ്രവർത്തനത്തോടൊപ്പം രാസ അപകടങ്ങൾ കുറയ്ക്കുക എന്നുള്ളതാണ് ഹരിതരസതന്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം. ഹരിത രസതന്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം നിങ്ങൾക്കു മനസ്സിലായോ? കാർബണിക ലായകങ്ങളായ ബെൻസീൻ, ടോളുവീൻ, കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് മുതലായവ ഉയർന്ന തലത്തിൽ വിഷലിപ്തമാണ്. അതുപയോഗിക്കുമ്പോൾ വളരെയധികം ശ്രദ്ധിക്കണം.

നിങ്ങൾക്കറിയാവുന്നതുപോലെ ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ അഭികാരകങ്ങളും പരീക്ഷകരും രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുന്ന മാധ്യമവും ഉണ്ട്. ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ വ്യാപ്തി അതിന്റെ ഭൗതിക ഘടകങ്ങളായ ഊഷ്മാവ്, മർദ്ദം, രാസത്വരകത്തിന്റെ ഉപയോഗം എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ അഭികാരകങ്ങളെല്ലാം പരിസ്ഥിതി സൗഹാർദ്ദപരമായ മാധ്യമത്തിൽ അത്തരത്തിലുള്ള ഉത്പന്നങ്ങളായി മാറുകയാണെങ്കിൽ ഒരു തരത്തിലുള്ള രാസ മലിനീകാരികളും പുറ്റുപാടുകളിലേക്ക് നിവേശിക്കപ്പെടില്ല.

സംയോഗ സമയത്ത് ഏകദേശം നൂറു ശതമാനം ഉത്പന്നങ്ങൾ ലഭിക്കത്തക്ക തരത്തിലുള്ള പ്രാരംഭവസ്തുക്കൾ എടുക്കാൻ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. ഇത് സാധ്യമാകുന്നത് സംയോഗ സമയത്തു് ഏറ്റവും അനുകൂലമായ സാഹചര്യങ്ങൾ എത്തിച്ചേരുമ്പോഴാണ്. കൃത്രിമ സംയോഗങ്ങൾ ജലത്തിന്റെ മാധ്യമത്തിൽ നടത്തുന്നത് എന്തുകൊണ്ടും പ്രയോജനപ്രദമാണ്. എന്തെന്നാൽ ജലത്തിന് ഉയർന്ന വിശിഷ്ട താപധാരിതയും കുറഞ്ഞ ബാഷ്പീകരണവുമാണ് ഉള്ളത്. ജലം ചിലവ് കുറഞ്ഞതും തീ പിടിക്കാത്തതും കാൻസർ സാധ്യത ലവലേശമില്ലാത്തതുമാണ്.

14.7.2 ഹരിത രസതന്ത്രം നിത്യജീവിതത്തിൽ

(i) വസ്ത്രങ്ങളുടെ ഡ്രൈക്ലീനിങ്

ഡ്രൈക്ലീനിങ്ങിനുള്ള ലായകമായി തുടക്കത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത് ടെട്രാക്ലോറോഈതീൻ ആയിരുന്നു ($Cl_2C=CCl_2$). ഈ സംയുക്തം ഭൂഗർഭ ജലത്തെ മലിനീകരിക്കുകയും കാൻസറിന് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. പുതിയ രീതിയിൽ ഈ സംയുക്തം മാറ്റി പകരം ദ്രവീകരിച്ച കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും

ഉചിതമായ ഒരു ഡിറ്റർജന്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഹാലൊജൻ അടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങൾ മാറ്റി ദ്രവീകൃത കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉപയോഗിച്ചാൽ ഭൂഗർഭ ജലത്തിന്റെ മലിനീകരണം കുറയുന്നു.

ഇപ്പോൾ അലക്കുശാലകളിൽ തുണികൾ വെളുപ്പിക്കാൻ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇത് മെച്ചപ്പെട്ട ഫലം തരുകയും, ഉപയോഗിക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ അളവ് കുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

(ii) കടലാസ് വെളുപ്പിക്കൽ

കടലാസിനെ വെളുപ്പിക്കാൻ തുടക്കത്തിൽ ക്ലോറിൻ വാതകമാണ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ഇപ്പോൾ ഉചിതമായ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സഹായത്താൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡാണ് ഇതിനുവേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

(iii) രാസവസ്തുക്കളുടെ സംയോഗം

എഥനാൽ വ്യാവസായികമായി നിർമ്മിക്കുന്നത് ഈഥീനെ, 90% ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്ന തരത്തിൽ ഒറ്റ ഘട്ടത്തിൽ അയോണിക ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണം വഴിയാണ്. ജലമാണ് ഇവിടെ മാധ്യമമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

$$CH_2 = CH_2 + O_2 \xrightarrow[\text{Pd(II)/Cu(II)(in water)}]{\text{Catalyst}} CH_3CHO\,(90\%)$$

ചുരുക്കത്തിൽ ഹരിത രസതന്ത്രം എന്നത് കുറഞ്ഞ അളവിൽ പദാർഥങ്ങളുപയോഗിച്ചു, കുറഞ്ഞ ഊർജത്തിലും, മാലിന്യങ്ങളില്ലാതെയും ഉത്പാദനം നടത്തുന്ന ഒരു സമീപനരീതിയാണ്.

ജലശുദ്ധീകരണത്തിനുള്ള ഹരിതപരിഹാരം

മുൻസിപ്പൽ, ഇൻഡസ്ട്രിയൽ മലിന ജലത്തെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിന് പുളിയരി പരിപ്പിന്റെ പൊടി ഫലപ്രദമായ പദാർഥമാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇത് വിഷലിപ്തമല്ലാത്തതും ജീർണിക്കുന്നതും വില തുച്ഛവുമായ പദാർഥമാണ്. സാധാരണയായി ഈ പൊടി കാർഷിക മാലിന്യമായി തള്ളിക്കളയാറാണ് പതിവ്. ജലത്തെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിന് ഇപ്പോൾ ആലങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുകയാണ് പതിവ്. ആലങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ശുദ്ധീകരിക്കുന്ന ജലത്തിൽ വിഷലിപ്തമായ അയോണുകൾ കൂട്ടുന്നതായും അത് രോഗത്തിന് കാരണമാകുന്നതായും കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്.

ചിന്തിക്കുക

പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷിക്കുന്നതിൽ മനുഷ്യനെന്ന നിലയിൽ നമ്മുടെ ഉത്തരവാദിത്തമെന്താണ്?

ചില തത്വങ്ങൾ പാലിക്കുന്ന ഒരു വ്യക്തിക്ക് നമ്മുടെ പരിസ്ഥിതി, മനുഷ്യജീവൻ എന്നിവയ്ക്ക് ഉയർന്ന നിലവാരത്തിലുള്ള സംഭാവന നൽകാൻ കഴിയും. പൂന്തോട്ടത്തിലോ വീടിന്റെ മറ്റേതെങ്കിലും ഭാഗത്തോ സ്ഥിരമായി ഒരു കമ്പോസ്റ്റ് പാത്രം സ്ഥാപിക്കുന്നതിലൂടെ സസ്യങ്ങൾക്കാവശ്യമായ വളം നിർമിക്കാനും അതുവഴി കൃത്രിമ വളം ഒഴിവാക്കാനും കഴിയും. വീട്ടുസാമഗ്രികളും പച്ചക്കറികളും വാങ്ങാൻ പോകുമ്പോൾ ഒരു തുണി സഞ്ചി കരുതിയാൽ പ്ലാസ്റ്റിക് സഞ്ചികൾ ഒഴിവാക്കാം. വർത്തമാനപത്രങ്ങൾ, ഗ്ലാസ്സ്, അലുമിനം തുടങ്ങിയ നമ്മുടെ പരിസരത്തുള്ള എല്ലാ വിധ വസ്തുക്കളും പുനർചക്രണത്തിനു വിധേയമാക്കുന്നുണ്ടെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തുക. ഇത്തരം പ്രവൃത്തികൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നവരെ കണ്ടെത്തുന്നതിൽ ഒരു വിമുഖതയും കാട്ടരുത്. എല്ലാ പ്രശ്നങ്ങൾക്കും പരിഹാരം കണ്ടെത്താൻ നമുക്ക് കഴിയില്ല എന്ന യാഥാർഥ്യം ഉൾക്കൊള്ളുമ്പോൾതന്നെ ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങളിൽ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിക്കാനും അത് ലഘൂകരിക്കാൻ നമുക്കാവുന്നത് ചെയ്യാനും കഴിയണം. പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണ മുദ്രാവാക്യങ്ങൾ മുഴക്കുക മാത്രമല്ല, അവ പ്രാവർത്തികമാക്കാനും ശ്രമിക്കണം. പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണം നമ്മളിൽ നിന്നാണ് തുടങ്ങുന്നതെന്ന് എപ്പോഴും ഓർക്കുക.

സംഗ്രഹം

പാരിസ്ഥിതിക രസതന്ത്രം പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണത്തിൽ ഒരു മുഖ്യ പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. പരിസ്ഥിതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ ഒന്നുകിൽ പ്രകൃത്യാ ഉണ്ടാകുന്നതോ അല്ലെങ്കിൽ മനുഷ്യന്റെ പ്രവൃത്തികൾ മൂലം ഉളവാകുന്നതോ ആകാം. അനഭിലഷണീയമായ പാരിസ്ഥിതിക മാറ്റങ്ങൾ മൂലം നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള സസ്യങ്ങൾക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും മനുഷ്യർക്കും ഉണ്ടാകുന്ന ദോഷകരമായ ഫലങ്ങളെയാണ് പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം എന്ന് പറയുന്നത്. ദ്രവ്യത്തിന്റെ മൂന്ന് അവസ്ഥകളിലും മലിനീകാരികൾ കാണപ്പെടുന്നു. മനുഷ്യന്റെ പ്രവൃത്തികൾ മൂലമുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരികാരികളെ മാത്രമാണ് നാം ഇവിടെ ചർച്ച ചെയ്യുന്നുള്ളു. അതിനാൽത്തന്നെ ഇവയെ നമുക്ക് നിയന്ത്രിക്കാൻ സാധിക്കും. അന്തരീക്ഷ മലിനീകരണം സാധാരണ പഠിക്കപ്പെടുന്നത് ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ മലിനീകരണം എന്നും സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയർ മലിനീകരണം എന്നുമാണ്. ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ (Troposphere) എന്നത് ഏറ്റവും താഴെയുള്ള പാളിയാണ്. ഇവിടെ മനുഷ്യരുൾപ്പെടെയുള്ള ജീവിവർഗം വസിക്കുന്നു. സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്ന് ഏകദേശം 10 കിലോമീറ്റർ ഉയരം വരെ ഇത് കാണപ്പെടുന്നു. ട്രോപ്പോസ്ഫിയറിന് മുകളിൽ സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നും ഏകദേശം 10 മുതൽ 50 കിലോമീറ്ററിനിടക്ക് കാണപ്പെടുന്നതാണ് സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയർ (stratosphere). സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട ഘടകം ഓസോൺ പാളിയാണ്. ട്രോപ്പോസ്ഫിയർ മലിനീകരണം എന്നത് അടിസ്ഥാനപരമായി വ്യത്യസ്ത തരത്തിലുള്ള സൾഫർ, നൈട്രജൻ, കാർബൺ, ഹാലൊജൻ തുടങ്ങിയവയുടെ ഓക്സൈഡുകൾ അതുപോലെതന്നെ പർട്ടിക്കുലേറ്റ് മലിനീകാരികൾ എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യമാണ്. വാതക വായു മലിനീകാരികൾ ഭൂമിയിലേക്കെത്തുന്നത് അമ്ലമഴ വഴിയാണ്. ഭൂമിയിലേക്കെത്തുന്ന സൗരോർജത്തിൽ 75 ശതമാനത്തോളം ഭൗമോപരിതലം ആഗിരണം ചെയ്യുകയും ബാക്കിയുള്ളത് അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പ്രസരിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച വാതകങ്ങൾ ഈ താപത്തെ തടഞ്ഞുനിർത്തുകയും അത് ആഗോള താപനത്തിന് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട കാര്യം മനസ്സിലാക്കേണ്ടുന്നത് ഇതേ വാതകങ്ങൾ തന്നെയാണ് ഭൂമിയിൽ ജീവൻ സാധ്യമാക്കുന്നത്. കാരണം ഇതിനാവശ്യമായ സൗരോർജം ഈ വാതകങ്ങൾ തടഞ്ഞു നിർത്തുന്നു. ഹരിതഗേഹ വാതകങ്ങളുടെ വർധനവ് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ താപനില വർധിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് നിയന്ത്രിച്ചില്ലെങ്കിൽ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ മഞ്ഞുരുകുകയും ആത്യന്തികമായി തീരപ്രദേശങ്ങൾ വെള്ളത്തിനടിയിലാകും. മനുഷ്യരുടെ പല പ്രവൃത്തികളും മൂലമുണ്ടാകുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോൺ പാളിയുടെ നാശത്തിന് കാരണമാകുകയും ഓസോൺ സുഷിരം ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സുഷിരത്തിലൂടെ സൂര്യനിൽനിന്നു വരുന്ന അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുകയും ജീനുകളുടെ പരിവർത്തനങ്ങൾക്കു കാരണമാകുകയും ചെയ്യും. ജീവന്റെ അമൃതാണ് ജലം. പക്ഷേ ഇതേ ജലം രോഗാണുക്കൾ, ജൈവ മാലിന്യങ്ങൾ, ഭാരം കൂടിയ വിഷ ലോഹങ്ങൾ, കീടനാശിനികൾ എന്നിവ കലർന്നാൽ വിഷമായി മാറും. അതിനാൽ കുടിവെള്ളത്തിന്റെ ശുദ്ധത അന്താരാഷ്ട്ര നിലവാരത്തിൽ നിലനിർത്താൻ നമ്മൾ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. വ്യാവസായിക മാലിന്യങ്ങളും, കീടനാശിനികളുടെ അമിത ഉപയോഗവും മണ്ണും ജലവും മലിനമാക്കുന്നു. കാർഷികാവശ്യങ്ങൾക്കുള്ള രാസവസ്തുക്കളുടെ വിവേകപൂർണമായ ഉപയോഗം സുസ്ഥിര വികസനത്തിന് വഴിയൊരുക്കുന്നു. പരിസരമലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുള്ള ഉപായങ്ങളാണ്, (i) മാലിന്യങ്ങളുടെ കൈകാര്യം. അതായത് മാലിന്യങ്ങൾ കുറയ്ക്കലും അതിന്റെ ശരിയായ നിർമാർജനവും, അവയുടെ പുനഃചംക്രമണം. (ii) പരിസരമലിനീകരണം കുറയ്ക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള പദ്ധതികൾ നിത്യജീവിതത്തിൽ നടപ്പിലാക്കുക. രണ്ടാമത്തെ രീതി രസതന്ത്രത്തിന്റെ പുതിയ ശാഖയാണ്. അതിന്റെ ശൈശവാവസ്ഥയിൽ ഇതിനെ ഹരിത രസതന്ത്രം എന്ന് പറയുന്നു. നിലവിലുള്ള അറിവും പ്രയോഗരീതികളും ഉപയോഗിച്ച് മലിനീകാരികളുടെ നിർമ്മാണം കുറയ്ക്കുന്ന രീതിയാണ് ഇത് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നത്.

പരിശീലനചോദ്യങ്ങൾ

14.1 പാരിസ്ഥിതിക രസതന്ത്രം എന്താണെന്ന് നിർവചിക്കുക.

14.2 ട്രോപ്പോസ്ഫിയറിക് മലിനീകരണം എന്താണെന്ന് 100 വാക്കുകളിൽ കവിയാതെ വിശദീകരിക്കുക.

14.3 കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് വാതകം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് വാതകത്തിനേക്കാൾ അപകടകാരിയാണ്. എന്തുകൊണ്ട്?

14.4 ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവത്തിന് കാരണമായ വാതകങ്ങളുടെ പട്ടിക തയ്യാറാക്കുക.

14.5 ഇന്ത്യയിൽ പ്രതിമകളും സ്മാരകങ്ങളും അമ്ലമഴയാൽ നാശം നേരിടുന്നു. എങ്ങനെയെന്ന് വിശദമാക്കുക?

14.6 എന്താണ് സ്മോഗ്? ക്ലാസ്സിക്കൽ സ്മോഗ് എങ്ങനെയാണ് ഫോട്ടോകെമിക്കൽ സ്മോഗിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമാകുന്നത്?

14.7 ഫോട്ടോകെമിക്കൽ സ്മോഗ് രൂപപ്പെടുമ്പോളുണ്ടാകുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

14.8 ഫോട്ടോകെമിക്കൽ സ്മോഗിന്റെ ഹാനികരമായ വശങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണെന്നും അതിനെ എങ്ങനെ നിയന്ത്രിക്കാമെന്നും വിശദമാക്കുക.

14.9 സ്ട്രാറ്റോസ്ഫിയറിലെ ഓസോൺ പാളിയുടെ നാശത്തിന് കാരണമായ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുക?

14.10 ഓസോൺ സുഷിരം എന്നാൽ നിങ്ങൾ എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത്? അതിന്റെ അനന്തര ഫലങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണ്?

14.11 ജല മലിനീകരണത്തിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട കാരണങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണ്? വിശദീകരിക്കുക.

14.12 നിങ്ങളുടെ പ്രദേശത്തു ജലമലിനീകരണം എപ്പോഴെങ്കിലും ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? അത് നിയന്ത്രിക്കാൻ എന്തൊക്കെ നടപടികളാണ് നിങ്ങൾക്കു നിർദ്ദേശിക്കാനുള്ളത്?

14.13 ജീവരസതന്ത്ര ഓക്സിജൻ ആവശ്യകത (Biochemical Oxygen Demand (BOD)) എന്നാൽ നിങ്ങൾ എന്താണർത്ഥമാക്കുന്നത്?

14.14 നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടുകളിൽ മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം നിരീക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ടോ? മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കാൻ എന്തൊക്കെ ഉദ്യമങ്ങൾ നിങ്ങൾ എടുക്കും?

14.15 എന്താണ് കീടനാശിനികളും കളനാശിനികളും? ഉദാഹരണസഹിതം വിശദീകരിക്കുക.

14.16 ഹരിതരസതന്ത്രം എന്നാൽ നിങ്ങൾ എന്താണർത്ഥമാക്കുന്നത്? പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം കുറയ്ക്കാൻ അതെങ്ങനെയാണ് സഹായിക്കുന്നത്?

14.17 ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽനിന്നു ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവത്തിനു കാരണമായ വാതകങ്ങളെല്ലാം പൂർണമായും ഇല്ലാതാകുകയാണെങ്കിൽ എന്ത് സംഭവിക്കുമായിരിക്കും? ചർച്ച ചെയ്യുക?

14.18 ഒരു തടാകത്തിൽ ധാരാളം മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തുപൊങ്ങുന്നതായി കാണുന്നു. തടാകത്തിൽ വിഷം കലർന്നതിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ ഒന്നും കാണുന്നില്ല, പക്ഷെ അതിൽ ധാരാളം സസ്യജാലങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. മത്സ്യങ്ങളുടെ മരണത്തിന് കാരണം എന്തായിരിക്കും എന്ന് വിശദീകരിക്കുക?

14.19 ഗാർഹിക മാലിന്യങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് വളമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നത്?

14.20 നിങ്ങളുടെ കാർഷികാവശ്യത്തിന് അല്ലെങ്കിൽ പൂന്തോട്ടത്തിലെ ആവശ്യത്തിന് ഒരു കമ്പോസ്റ്റ് കുഴി തയ്യാറാക്കി. ദുർഗന്ധത്തിന്റെയും, ഈച്ചകളുടെയും, മാലിന്യങ്ങളുടെ പുനഃചംക്രമണത്തിന്റെയും വെളിച്ചത്തിൽ നല്ല ഒരു കമ്പോസ്റ്റുണ്ടാക്കുന്ന ഘട്ടങ്ങൾ ചർച്ചചെയ്യുക.

പദസൂചിക

Absolute alcohol	-	കലർപ്പില്ലാത്ത ആൽക്കഹോൾ
Absolute boiling point	-	കേവലതിളനില
Absolute reaction rate	-	കേവല പ്രതിപ്രവർത്തനനിരക്ക്
Acceptor atom	-	സ്വീകാരി അണു/ഗ്രാഹി അണു
Acceptor bond	-	സ്വീകാരിബന്ധനം, ഗ്രാഹിബന്ധനം
Accessory mineral	-	ഉപധാതു
Accumulation	-	ഒത്തുചേരൽ
Accuracy	-	കൃത്യത
Acetic acid	-	അസെറ്റിക് അമ്ലം
Acetic fermentation	-	അസെറ്റിക് കിണ്വനം
Acetolysis	-	അസെറ്റോ വിശ്ലേഷണം
Acetoxylation	-	അസെറ്റോക്സലീകരണം
Acetylation	-	അസറ്റലീകരണം
Achiral molecule	-	സമമിത തന്മാത്ര
Acid -base pair	-	അമ്ലക്ഷാര ജോടി
Acid bath	-	അമ്ലനിമജ്ജനം
Acid catalyst	-	അമ്ലോൽപ്രേരകം
Acid fermentation	-	അമ്ലകിണ്വനം
Acid radical	-	അമ്ലറാഡിക്കൽ
Acid rain	-	അമ്ലമഴ
Acid resistant	-	അമ്ലപ്രതിരോധകം
Acid salt	-	അമ്ലലവണം
Acid strength	-	അമ്ലവീര്യം
Acid	-	അമ്ലം
Acidic dehydration	-	അമ്ലനിർജലീകരണം
Acidic oxides	-	അമ്ല ഓക്സൈഡുകൾ
Acidic	-	അമ്ലതയുള്ള
Acidification	-	അമ്ലീകരണം
Acidify	-	അമ്ലീകരിക്കുക
Acidity	-	അമ്ലത
Acidulated water	-	അമ്ലീകൃതജലം
Acrylic polymer	-	അക്രൈലിക ബഹുലകം
Activated charcoal	-	ഉത്തേജിതകരി
Activated complex	-	ഉത്തേജിതസങ്കുലം
Activated state	-	ഉത്തേജിതാവസ്ഥ
Activating	-	സജീവമാക്കുന്ന/ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്ന
Activation energy	-	ഉത്തേജകോർജം
Active centre	-	സക്രിയകേന്ദ്രം
Active mass	-	സക്രിയപിണ്ഡം
Active molecule	-	സക്രിയതന്മാത്ര
Active site	-	സക്രിയസ്ഥാനം
Active substance	-	സക്രിയപദാർഥം
Activity coefficient	-	സക്രിയതാഗുണാങ്കം
Activity of catalyst	-	ഉൽപ്രേരകസക്രിയത
Activity series or reactivity series	-	ക്രിയാശീലശ്രേണി/സക്രിയതാശ്രേണി
Acylation	-	അസൈലീകരണം
Acylic structure	-	അചാക്രികഘടന

Addition of halogens - ഹാലജൻ സങ്കലനം
Addition polymer - സങ്കലനബഹുലകം
Addition reaction - സങ്കലനപ്രതിപ്രവർത്തനം
Addition reagent - സങ്കലന പരീക്ഷകം
Adduct - യോഗ്യജന്യം
Adjacent double bond - സമീപസ്ഥദ്വിബന്ധനം
Adjacent phase - സമീപ്രാവസ്ഥ
Adsorption chromatography - അധിശോഷണ വർണലേഖനം
Adulterant - മായം/അപമിശ്രിതപദാർഥം
Aerated soil - വായു ചേർന്ന മണ്ണ്
Aerobic bacteria - വായവാണുകം
Aggregate - ഒന്നായിച്ചേർക്കുക
Agricultural chemistry - കാർഷികരസതന്ത്രം
Air Pollution - വായുമലിനീകരണം
Air - വായു
Alchemy - പ്രാകൃതരസായനവിദ്യ
Alcohol - ആൽക്കഹോൾ
Alcoholic fermentation - ആൽക്കഹോളിക് കിണ്വനം
Alcoholism - മദ്യാസക്തി
Alcoholysis - ആൽക്കഹോളിക വിശ്ലേഷണം
Alicyclic halides - ആലിചാക്രിക ഹാലൈഡുകൾ/ആലി സൈക്ലിക ഹാലൈഡുകൾ
Alicylic - അലിചാക്രികം
Aliphatic - അലിഫാറ്റികം
Alkali metals - ക്ഷാരലോഹങ്ങൾ
Alkaline earth metals - ക്ഷാരീയമൃത്തികാലോഹങ്ങൾ
Alkaline - ക്ഷാരഗുണമുള്ള/ക്ഷാരീയം
Alkalization - ക്ഷാരീകരണം
Alkanes - ആൽക്കൈലീകരണം
Alkenes - ആൽക്കീനുകൾ
Alkoxides - ആൽക്കോക്സൈഡുകൾ
Alkyl halides - ആൽക്കൈൽ ഹാലൈഡുകൾ
Alkylation - ആൽക്കൈലേഷൻ (ആൽക്കലീകരണം)
Alkynes - ആൽക്കൈനുകൾ
Allergic - അലർജിയുളവാക്കുന്ന/പൊരുത്തപ്പെടാനാവാത്ത/ വിരുദ്ധ സ്വഭാവമുള്ള
Allotropes - രൂപാന്തരങ്ങൾ
Allotropy - രൂപാന്തരത്വം/അപരരൂപത
Alum salt - ആലം ലവണം, പടിക്കാരലവണം
Ambident nucleophiles - ഉഭയദന്തി ന്യൂക്ലിയോഫൈലുകൾ
Ambidentate ligand - ഉഭയദന്തി ലിഗാൻഡ്
Amines - അമീനുകൾ
Ammonia liquor - ഗാഢ അമോണിയലായനി
Ammoniated brine - അമോണീകൃത ഉപ്പുലായനി
Ammonifier - അമോണീകാരി
Ammonium chloride - നവസാരം
Ammonization - അമോണീകരണം
Ammonolysis - അമോണിയവിശ്ലേഷണം
Anaerobic decomposition - അവായവവിഘടനം
Anaerobic oxidation - അവായവ ഓക്സീകരണം

Analgesics - വേദനസംഹാരികൾ
Analysis - വിശ്ലേഷണം
Analytical chemistry - വിശ്ലേഷണരസതന്ത്രം
Analytical reagent - വിശ്ലേഷണപരീക്ഷകം
Anhydrides - അൻഹൈഡ്രൈഡുകൾ/നിർജലീകൃതവസ്തു
Anion - ഋണ അയോൺ
Anionic sites - ആനയോണികസ്ഥാനങ്ങൾ
Anisotropy - അസമദിശാവ്യാപി
Anomalous property - അസംഗതഗുണം/അനിയമഗുണം
Antacids - അന്റാസിഡുകൾ /പ്രത്യമ്ലങ്ങൾ
Antihistamines - ആന്റിഹിസ്റ്റമിനുകൾ
Antiknock agent - അപസ്ഫോടനകാരകം
Antisymmetric - അസമമിത
Apparatus - ഉപകരണം
Applied chemistry - പ്രായോഗികരസതന്ത്രം
Aqua regia - രാജദ്രാവകം
Aquatic species - ജലീയവർഗങ്ങൾ
Aqueous solution - ജലീയലായനി
Aqueous tension - ജലീയവലിവ്/ നീരാവിമർദം
Arenes - അരീനുകൾ
Aroma - സുഗന്ധം
Aromatic acid - അരോമാറ്റിക് അമ്ലം
Aromatic compounds - അരോമാറ്റിക് സംയുക്തങ്ങൾ
Aromaticity - അരോമാറ്റികത
Aromatization - അരോമാറ്റീകരണം
Artificial fibres - കൃത്രിമനാരുകൾ
Artificial mineral - കൃത്രിമധാതു
Artificial rubber - കൃത്രിമറബ്ബർ
Artificial sweetening agents - കൃത്രിമമധുരം നൽകുന്ന പദാർഥങ്ങൾ
Association - സംയോജനം
Asymmetry - അസമമിത
Atmosphere - അന്തരീക്ഷം
Atmospheric pollution - അന്തരീക്ഷമലിനീകരണം
Atmospheric pressure - അന്തരീക്ഷമർദ്ദം
Atomic absorption spectroscopy - ആണവാഗീകരണ രശ്മിമാപിനി
Atomic emission - ആണവോൽസർജനം
Atomicity - ആണവികത
Attractive force - ആകർഷണബലം
Auto catalysis - സ്വയ ഉൽപ്രേരണം
Auto ionization - സ്വയ അയോണീകരണം
Axial bond pairs - അക്ഷീയബന്ധന ജോടികൾ
Axial bond - അക്ഷീയബന്ധനം
Axis of orbit - പരിക്രമണാക്ഷം
Axis of rotation - ഭ്രമണാക്ഷം
Azeotrope - അസിയോട്രോപ്പ്/സ്ഥിരതിളമിശ്രിതം
Back bonding - പിൻബന്ധനം
Bacteria - ബാക്ടീരിയ, സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ
Baeyer strain theory - ബേയർ സമ്മർദ്ദസിദ്ധാന്തം
Baeyer's reagent - ബേയറിന്റെ പരീക്ഷകം
Baking soda - അപ്പക്കാരം/സോഡക്കാരം

Balanced chemical equation - സമീകൃത രാസസമവാക്യം
Balz-scheimann reaction - ബാൾസ്-ഷീമാൻ പ്രതിപ്രവർത്തനം
Barrier energy - രോധ ഊർജം
Base metal - ആധാരലോഹം/ക്ഷാരലോഹം
Bases - ക്ഷാരങ്ങൾ
Basic oxides - ക്ഷാര ഓക്സൈഡുകൾ
Basic salt - ക്ഷാരലവണം
Basicity - ക്ഷാരത
Beckmann rearrangement - ബെക്മാൻ പുനഃക്രമീകരണം
Benzene complex - ബെൻസീൻ സങ്കരം
Benzenoids - ബെൻസിനോയ്ഡുകൾ
Binary compound - ദ്വയാംഗിസംയുക്തം
Binary fission - ദ്വിവിഭജനം
binary mixture - ദ്വയാംഗമിശ്രിതം
Binary solution - ദ്വയാംഗലായനി
Binding energy - ബന്ധന ഊർജം
Binding material - ബന്ധനദ്രവ്യം
Bio system - ജൈവവ്യൂഹം
Biocatalysts - ജൈവ ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ
Biochemical catalyst - ജീവരാസ ഉൽപ്രേരകം
Biochemical oxygen demand(BOD) - ജീവരാസ ഓക്സിജൻ ആവശ്യകത
Biodegradable polymers - ജൈവദ്രവണവിധേയ ബഹുലകങ്ങൾ
Biodegradable - ജൈവദ്രവണവിധേയം
Biodiesel - ജൈവഡീസൽ
Bio-fertilizers - ജൈവവളങ്ങൾ
Biofuel - ജൈവ ഇന്ധനം
Biogas - ജൈവവാതകം
Biopesticides - ജൈവകീടനാശിനികൾ
Biosphere - ജൈവമണ്ഡലം
Bipolar - ദ്വിധ്രുവീയം
Bipyramid - ദ്വിപിരമിഡ്
Biradical - ദ്വിറാഡിക്കൽ
Bivalent - ദ്വിസംയോജകം
Blanket of ozone - ഓസോൺപുതപ്പ്
Bleaching action - വിവർണനപ്രക്രിയ
Bleaching agent - വിവർണനകാരി
Bleaching powder - വിവർണകചൂർണം
Bleaching - വിവർണനം/നിറമില്ലാതാക്കൽ
Blocks - ബ്ലോക്കുകൾ/ഖണ്ഡങ്ങൾ
Blue baby syndrome - നീല ശിശുരോഗാവസ്ഥ
Blue litmus - നീല ലിറ്റ്മസ്
Blue vitriol - തുരിശ്
Boil - തിളയ്ക്കുക
Boiling point of water - ജലത്തിന്റെ തിളനില
Boling point - തിളനില
Bond angle - ബന്ധനകോൺ
Bond dissociation enthalpy - ബന്ധവിഘടന എൻഥാൽപി
Bond length - ബന്ധനദൈർഘ്യം
Bond line structural formula - ബന്ധന-രേഖാ ഘടനാസൂത്രവാക്യം
Bond order - ബന്ധനക്രമം

Bond parameter	-	ബന്ധനപ്രാചലം
Bonding molecular orbital	-	ബന്ധനതന്മാത്രാകക്ഷീയം
Bonding pair	-	ബന്ധനജോടി
Borax bead	-	ബോറാക്സ് മുത്ത്
Branched chain compounds	-	ശാഖിത ശൃംഖലാസംയുക്തങ്ങൾ
Branched chain polymers	-	ശാഖിത ശൃംഖലാബഹുലകം
Bronsted -lowery acid	-	ബ്രോൺസ്റ്റഡ് ലൗറി അമ്ലം
Bronsted- lowery base	-	ബ്രോൺസ്റ്റഡ് ലൗറിക്ഷാരം
Bronze	-	ഓട്/വെങ്കലം
Brown ring test	-	തവിട്ടുവലയപരീക്ഷണം
Brownian movement	-	ബ്രൗണിയൻചലനം
Bucky ball	-	ബക്കി ബാൾ
Buffer capacity	-	ഉഭയപ്രതിരോധക്ഷമത
Buffer mixture	-	ഉഭയപ്രതിരോധമിശ്രിതം
Buffer solutions	-	ഉഭയപ്രതിരോധലായനികൾ
Buffer	-	ഉഭയപ്രതിരോധി/ബഫർ
By-product	-	ഉപോൽപ്പന്നം
Cage compound	-	പഞ്ജരസംയുക്തം
Calcium hydroxide	-	കാത്സ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്/ചുണ്ണാമ്പ്/കുമ്മായം
Calgon's method	-	കാൽഗൺരീതി
Caloric capacity	-	കലോറികക്ഷമത
Calorimetry	-	കലോറിമിതി
Camphor	-	കർപ്പൂരം
Cancer	-	അർബുദം
Canonical form	-	കനോണിക്കൽ രൂപം/വിഹിതരൂപം
Carbocation	-	കാർബോകാറ്റയോൺ
Carbohydrates	-	അന്നജങ്ങൾ
Carbon -14 dating	-	കാർബൺ – 14 കാലഗണന / ഇംഗാല – 14 കാലഗണന
Carbon cycle	-	കാർബൺപരിവൃത്തി / ഇംഗാല പരിവൃത്തി
Carbon dioxide	-	കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്
Carbonaceous fuels	-	ഇംഗാലീയ ഇന്ധനങ്ങൾ
Carbonium ion	-	കാർബോണിയം അയോൺ
Carboxylic acids	-	കാർബോക്സിലിക് അമ്ലങ്ങൾ
Carcinogenic hydrocarbons	-	അർബുദകാരക ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ
Carcinogenicity and toxicity	-	അർബുദജനകാവസ്ഥയും വിഷമയാവസ്ഥയും
Carius method	-	കാരിയസ്‌രീതി
Carrier gas	-	വാഹകവാതകം
Catabolism	-	അപചയം
Catalysis	-	ഉൽപ്രേരണം/രാസത്വരണം
Catalysts	-	ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ/രാസത്വരകങ്ങൾ
Catenation	-	സ്വയം കണ്ണിചേരൽ/കാറ്റിനേഷൻ
Cation	-	കാറ്റയോൺ, ധന അയോൺ
Caustic potash	-	കാസ്റ്റിക് പൊട്ടാഷ്/ദാഹകക്ഷാരം
Caustic soda	-	കാസ്റ്റിക് സോഡ/ദാഹകസോഡ (സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്)
Cellulose	-	സെല്ലുലോസ്
Cement clinker	-	സിമന്റ് ക്ലിങ്കർ/സിമന്റ് ഗോളകങ്ങൾ
Cement mix	-	സിമന്റ് മിശ്രിതം
Central atom	-	കേന്ദ്ര ആറ്റം
Centre of symmetry	-	സമമിതികേന്ദ്രം

Chain isomerism	-	ശൃംഖലാസമാവയവത്വം
Chain isomers	-	ശൃംഖലാ ഐസോമെറുകൾ/ശൃംഖലാ സമാവയവികൾ
Chain structure	-	ചെയിൻഘടന/ശൃംഖലാഘടന
Chalcogens	-	ചാൽക്കോജനുകൾ
Change of state	-	അവസ്ഥാമാറ്റം
Charcoal	-	ചാർക്കോൾ/കരി
Chemical equations	-	രാസസമവാക്യങ്ങൾ
Chemical fertilizers	-	രാസവളങ്ങൾ
Chemical name	-	രാസനാമം
Chemical nature	-	രാസസ്വഭാവം
Chemical pollutants	-	രാസമലിനീകാരികൾ
Chemical properties	-	രാസഗുണങ്ങൾ
Chemical reactions	-	രാസപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Chemical reactivity	-	രാസപ്രതിക്രിയാശീലത
Chemicals	-	രാസവസ്തുക്കൾ
Chirality	-	കൈറാലിറ്റി/ചിറാലിറ്റി/അസമമിതത്വം
Chlorinator	-	ക്ലോറിനേഷൻ ഉപകരണം
Chlorofluorocarbons	-	ക്ലോറോ ഫ്ളൂറോകാർബണുകൾ
Chlorophyll	-	ഹരിതകം
Chromatographic methods	-	വർണലേഖനരീതികൾ
Chromatographic techniques	-	വർണലേഖനസാങ്കേതികതകൾ
Chromatography	-	ക്രോമറ്റോഗ്രാഫി/വർണരേഖാശാസ്ത്രം/ വർണലേഖനം
Cis- isomers	-	സിസ് -ഐസോമർ/സമപക്ഷ സമാവയവികൾ
Cis-form	-	സമപക്ഷരൂപം
Cis-trans isomerism	-	സമപക്ഷ-വിപക്ഷ സമാവയവത്വം
Closed chain	-	സംവൃതശൃംഖല/അടഞ്ഞ ചങ്ങല
CNG (Compressed natural gas)	-	സമ്മർദ്ദിത പ്രകൃതിവാതകം/മർദ്ദിത പ്രകൃതിവാതകം
Coal gas	-	കോൾഗ്യാസ്, കൽക്കരിവാതകം
Coal gasification	-	കൽക്കരിവാതകീകരണം
Coal	-	കൽക്കരി
Coaltar	-	കോൾടാർ/കരിക്കീൽ
Coke	-	കോക്ക്
Column chromatography	-	സ്തംഭവർണലേഖനം/കോളം ക്രോമറ്റോഗ്രാഫി
Combination reactions	-	സംയോജനപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Combined state	-	സംയുക്താവസ്ഥ
Combustible	-	കത്തുന്ന, ജ്വലിക്കുന്ന
Combustion	-	ജ്വലനം/കത്തൽ
Common salt	-	കറിയുപ്പ്
Complete structural formula	-	പൂർണഘടനാസൂത്രം
Complex reactions	-	സങ്കീർണപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Component	-	ഘടകം
Components of water	-	ജലഘടകങ്ങൾ
Compound	-	സംയുക്തം
Concentrated	-	സാന്ദ്രീകൃതം/ഗാഢം
Concentration	-	ഗാഢത/സാന്ദ്രത
Concreting	-	വാർക്കൽ/ഉറപ്പിക്കൽ
Condensation	-	സാന്ദ്രീകരണം/ഘനീഭവിപ്പിക്കൽ/കട്ടിയാക്കൽ
Condensed structure formulas	-	ചുരുക്കഘടനാസൂത്രങ്ങൾ
Condensed structure	-	ചുരുക്കഘടന

Conduction	-	ചാലനം
Conductivity	-	ചാലകത
Configuration	-	വിന്യാസം
Conformation	-	സംരൂപണം
Conformers	-	സംരൂപങ്ങൾ
Constituent particles	-	ഘടകകണങ്ങൾ
Consumed energy	-	ഉപയുക്ത ഊർജം
Continuous extraction	-	നിരന്തരനിഷ്കർഷണം
Controlled oxidation	-	നിയന്ത്രിത ഓക്സീകരണം
Cooling effect	-	ശീതളനപ്രഭാവം/തണുപ്പിക്കൽശേഷി
Corrode	-	നാശനത്തിനു വിധേയമാകുന്നത്
Corrosion	-	ലോഹനാശനം/ദ്രവിക്കൽ
Corrosive reagents	-	ക്ഷയകാരക അഭികർമകങ്ങൾ
Cottrell precipitator	-	കോട്രൽ പ്രസിപ്പിറ്റേറ്റർ
Covalent bond	-	സഹസംയോജകബന്ധനം
Cross links	-	കുറുകെയുള്ള ബന്ധനങ്ങൾ
Crown glass	-	ക്രൗൺസ്ഫടികം
Crystalline solids	-	പരൽരൂപത്തിലുള്ള ഖരവസ്തുക്കൾ
Crystalline	-	പരൽരൂപത്തിലുള്ള
Cyclic compounds	-	വലയസംയുക്തങ്ങൾ
Cyclic products	-	വലയ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ
Cyclic Structure	-	വലയ ഘടന/ ചാക്രികസംരചന
Daughter nucleus	-	സന്തതിന്യൂക്ലിയസ്
d-bolck	-	d-ബ്ലോക്ക്/d-ഖണ്ഡം
Deactivating groups	-	നിഷ്ക്രിയമാക്കുന്ന ഗണങ്ങൾ
Deactivation	-	നിഷ്ക്രിയമാക്കൽ
Decarboxylation	-	അപകാർബോക്സിലീകരണം/ഡീകാർബോക്സിലേഷൻ
Decompose	-	വിഘടിക്കുക, ശിഥിലമാകുക
Decomposition reaction	-	വിഘടനപ്രതിപ്രവർത്തനം
Decomposition	-	വിഘടനം
Degradable substances	-	വിഘടനസ്വഭാവമുള്ള പദാർഥങ്ങൾ
Dehalogenation	-	അപഹാലജനീകരണം
Dehydrating agent	-	നിർജലീകാരി
Dehydration	-	നിർജലീകരണം
Dehydrogenation	-	അപഹൈഡ്രജനീകരണം
Dehydrohalogenation	-	ഡീഹൈഡ്രോഹാലജനേഷൻ/അപഹൈഡ്രജൻഹാലജനീകരണം
Deliquescence	-	ആർദ്രീകരണം, പ്രസ്വേദനം
Delocalization	-	അപസ്ഥാനീകരണം
Delocalized orbital	-	അപസ്ഥാനിതകക്ഷീയം
Demagnetisation	-	അപകാന്തീകരണം
De-mineralised	-	അപധാതുകരണം
Denatured alcohol	-	ഗുണനാശിത ആൽക്കഹോൾ
Denatured	-	ഡീനേച്ചേർഡ്/വികൃതീകരിച്ച/ഗുണനാശിത
Density	-	സാന്ദ്രത
Depletion of ozone layer	-	ഓസോൺപാളിശോഷണം
Depletion	-	ഒഴിച്ചുകളയൽ / ശോഷണം
Deprotonation	-	അപപ്രോട്ടോണീകരണം
Derivative	-	വ്യുൽപ്പന്നം, ഉദ്ഭവിച്ചവ
Dessicant	-	ജലശോഷകം

Detergents	-	ഡിറ്റർജന്റുകൾ/അപമാർജകങ്ങൾ
Deuterium	-	ഡ്യൂട്ടീരിയം
Dextro rotatory	-	ഡെക്സ്ട്രോ റൊട്ടേറ്ററി/വലത്തേക്കു തിരിക്കുന്ന
Diagonal relationship	-	വികർണബന്ധം
Diamagnetic	-	ഡയാ മാഗ്നറ്റിക്/പ്രതികാന്തികം
Diamond	-	വജ്രം
Diazonium salts	-	ഡൈഅസോണിയം ലവണങ്ങൾ
Dibasic	-	ദ്വിബേസികം
Differential extraction	-	വിഭേദകനിഷ്കർഷണം
Diffraction	-	വിഭംഗനം
Diffusion	-	വ്യാപനം / അന്തർവ്യാപനം
Dilute solutions	-	നേർപ്പിച്ച ലായനികൾ
Directional properties of bonds	-	ബന്ധനങ്ങളുടെ ദിശാഗുണങ്ങൾ
Disinfectant	-	അണുനാശിനി
Dispersion force	-	പരിക്ഷേപണബലം
Dispersion medium	-	പരിക്ഷേപണമാധ്യമം
Displacement reaction	-	ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം
Displacement	-	സ്ഥാനാന്തരണം/ആദേശം
Disproportionation reactions	-	ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം
Dissociate	-	വേർപെടുത്തൽ, വിയോജിപ്പിക്കൽ, വിഘടിപ്പിക്കൽ
Dissociation	-	വിഘടനം
Dissolution	-	ലയനം
Distillation under reduced pressure	-	ന്യൂനമർദ്ദസ്വേദനം/താഴ്ന്ന മർദ്ദത്തിലുള്ള വാറ്റൽ
Distillation	-	സ്വേദനം/വാറ്റൽ
Distilled water	-	സ്വേദിതജലം
Distorted octahedral	-	വ്യതിചലിച്ച/വിരൂപിത അഷ്ടഫലകീയം
Double bond	-	ദ്വിബന്ധനം
Double displacement reaction	-	പരസ്പരാദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Double salt	-	ഇരട്ടലവണം
Dry ice	-	ഖരരൂപത്തിലുള്ള കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ്
Drying agent	-	ശോഷകകാരകം/വരട്ടു കാരകം
Drying tower	-	വരട്ടുസ്തംഭം
Dumas method	-	ഡ്യൂമസ് രീതി/സമ്പ്രദായം
Dumb-bell shaped	-	ഡംബ്- ബെൽ ആകൃതി
Dyes	-	ചായങ്ങൾ
Eclipsed form	-	ഗ്രസിതരൂപം
Ecology	-	പരിസ്ഥിതിവിജ്ഞാനീയം
Ecosystem	-	ആവാസവ്യവസ്ഥ
Effervescence	-	കുമിളനം
Efflorescence	-	ഉത്ഫുല്ലനം/വിടരൽ
Electromeric effect	-	ഇലക്ട്രോമെറിക് പ്രഭാവം
Electron - deficient hydride	-	ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്
Electron - precise hydride	-	ഇലക്ട്രോൺ - സംപുഷ്ട ഹൈഡ്രൈഡ്
Electron - rich hydride	-	ഇലക്ട്രോൺ - സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്
Electron deficiency	-	ഇലക്ട്രോൺ കുറവ്/ഇലക്ട്രോൺ ന്യൂനത
Electron gain enthalpy	-	ഇലക്ട്രോൺ ആർജിത എൻഥാൽപി/ഇലക്ട്രോൺ നേടിയ എൻഥാൽപി
Electronegativity	-	ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവത(ഇലക്ട്രോൺ ഋണത)
Electronic configuration	-	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം
Electron-releasing group	-	ഇലക്ട്രോൺ വിടുതൽ കൂട്ടം (ഗ്രൂപ്പ്)

Electrophiilic substitution	-	ഇലക്ട്രോൺപ്രിയ ആദേശം
Electrophile	-	ഇലക്ട്രോഫൈൽ/ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹി
Electrophilic aromatic substitution reaction	-	ഇലക്ട്രോൺ സ്നേഹിയുടെ അരോമാറ്റിക ആദേശ രാസ പ്രവർത്തനങ്ങൾ
Electrophilic reagents	-	ഇലക്ട്രോൺപ്രിയ അഭികർമകങ്ങൾ
Electrophilic substitution reaction	-	ഇലക്ട്രോപ്രിയാദേശ രാസപ്രവർത്തനം
Electrophoretic effect	-	വൈദ്യുതസഞ്ചാരപ്രഭാവം
Electrovalent bond	-	വൈദ്യുതസംയോജകബന്ധം
Elemental analysis	-	മൂലകനിർണയവിശ്ലേഷണം
Elementary reactions	-	മൗലികരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Eletro negative elements	-	വിദ്യുത് ഋണമൂലകങ്ങൾ
Elimination reaction	-	ഒഴിവാക്കൽ രാസ പ്രവർത്തനം/ഒഴിവാക്കൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം
Empirical formula	-	പ്രയോഗാധിഷ്ഠിത സൂത്രവാക്യം
Enantiomer	-	പ്രതിബിംബരൂപം
Endothermic reactions	-	താപാഗിരണരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Environment	-	പരിസ്ഥിതി
Environmental pollution	-	പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണം
Environment-friendly process	-	പരിസ്ഥിതിസൗഹൃദപ്രക്രിയ
Estimation	-	എസ്റ്റിമേഷൻ, കണക്കാക്കൽ
Evaporation	-	ബാഷ്പീകരണം
Excited state	-	ഉത്തേജിതാവസ്ഥ
f-block	-	f-ബ്ലോക്ക്/f-ഖണ്ഡം
Fibre	-	നാര്/തന്തു
Filter paper	-	അരിപ്പക്കടലാസ്/അരിപ്പുകടലാസ്
Filtration technique	-	അരിക്കൽതന്ത്രം
Filtration	-	അരിക്കൽ
Fire extinguisher	-	അഗ്നിശമനി
Firewood	-	വിറക്
Fluorinating agent	-	ഫ്ളൂറിനീകരണസഹായി
Fossil fuels	-	അശ്മക ഇന്ധനങ്ങൾ
Fossils	-	ഫോസിലുകൾ/അശ്മകങ്ങൾ
Fractional distillation	-	ആംശികസ്വേദനം
Fractional	-	ഭിന്നാത്മകം
Free radical substitution	-	നിർവീര്യ റാഡിക്കൽ പ്രതിസ്ഥാപനം
Free radical	-	നിർവീര്യ റാഡിക്കൽ/ സ്വതന്ത്ര റാഡിക്കൽ
Freezing of water	-	ജലം ഘനീഭവിക്കൽ
Friedel-crafts acylation reaction	-	ഫ്രീഡൽ ക്രാഫ്റ്റ്സ് അസൈലീകരണപ്രതിപ്രവർത്തനം
Friedel-crafts alkylation reaction	-	ഫ്രീഡൽ ക്രാഫ്റ്റ്സ് ആൽക്കൈലീകരണ പ്രതിപ്രവർത്തനം
Friedel-crafts reaction	-	ഫീൽഡ് ക്രാഫ്റ്റ്സ് പ്രവർത്തനം
Fuctional group	-	ക്രിയാത്മകക്കൂട്ടം
Fullerene	-	ഫുള്ളറിൻ
Functional group isomerism	-	ക്രിയാത്മക ഗ്രൂപ്പ് സമാവയവത്വം
Functional group	-	ക്രിയാത്മകക്കൂട്ടം
Galvanic cell	-	ഗാൽവനിക് സെൽ
Gas chromatography	-	വാതകവർണലേഖനം
Gas mask	-	വാതകമുഖംമൂടി
Gaseous air pollutants	-	വാതകവായുമലിനീകാരികൾ
Geminal	-	യുഗ്മരൂപത്തിലുള്ള

Geometrical isomerism - ജ്യാമിതീയ സമാവയവത്വം
Graphene - ഗ്രഫീൻ
Graphite - ഗ്രാഫൈറ്റ്
Green chemistry - ഹരിതരസതന്ത്രം
Greenhouse Effect - ഹരിതാലയപ്രഭാവം/ഹരിതഗൃഹപ്രഭാവം
Greenhouse gases - ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങൾ
Grignard reagents - ഗ്രിഗ്നാർഡ് അഭികർമകങ്ങൾ
Gypsum - ജിപ്സം
Haber process - ഹേബർ പ്രക്രിയ
Halo compounds - ഹാലോസംയുക്തങ്ങൾ
Haloalkanes and haloarenes - ഹാലോ ആൽക്കെയ്നുകളും ഹാലോ അരീനുകളും
Halogenation - ഹാലജനീകരണം
Halogens - ഹാലോജനുകൾ
Hard glass - കഠിനസ്ഫടികം
Hard water - കഠിനജലം
Heavy water - ഘനജലം
Herbicides - ഓഷധിനാശിനികൾ
Heterocyelic - ഹെറ്ററോസൈക്ലികം
Heterolytic cleavage - വിഷമാംശവിഘടനം (ഹെറ്ററോലിറ്റിക് വിഘടനം)
Heteropolar - ഭിന്നധ്രുവീയം/വിഷമാംശധ്രുവീയം
Hexagonal - ഷഡ്ഭുജീയം/ഷഡ്കോണികം
Hexagons - ഷഡ്ഭുജങ്ങൾ
Homologous characteristics - സജാതീയഗുണങ്ങൾ
Homologous series - സജാതീയശ്രേണി
Homolytic cleavage - സമാംശവിഘടനം
Homonuclear diatomic molecule - ഏകകേന്ദ്രിത ദ്വയണുകതന്മാത്ര
Huckel rule - ഹക്കൽ നിയമം
Humidity - ഈർപ്പം
Hybrid orbitals - സങ്കര ഓർബിറ്റലുകൾ/സങ്കരകക്ഷീയങ്ങൾ
Hybrid - സങ്കരം
Hybridisation - സങ്കരണം/കൂട്ടിക്കലർത്തൽ
Hydrate formation - ഹൈഡ്രേറ്റ് രൂപപ്പെടൽ
Hydration enthalpy - ജലസംയോജന എന്ഥാൽപി
Hydration - ജലസംയോജനം
Hydrides - ഹൈഡ്രൈഡുകൾ
Hydrogen bonding - ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം
Hydrogen economy - ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ
Hydrogenation - ഹൈഡ്രജനീകരണം
Hydrolysis reaction - ജലംകൊണ്ടുള്ള വിശ്ലേഷണപ്രവർത്തനം
Hydrolysis - ജല അപഘടനം/ജലംകൊണ്ടുള്ള വിശ്ലേഷണം
Hydronium ion - ഹൈഡ്രോണിയം അയോൺ
Hydrophilic head - ജലപ്രിയശീർഷം
Hydrophobic tail - ജലവിരോധി അഗ്രം/ജലവിരോധിപുച്ഛം
Hyperconjugation - അതിസംയുഗ്മനം
Hyperconjugative effect - അതിസംയുഗ്മനപ്രഭാവം
Identification - തിരിച്ചറിയൽ
Iionization enthalpy - അയോണീകരണ എന്ഥാൽപി
Inert gases - നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ/അലസവാതകങ്ങൾ
Inert pair effect - നിഷ്ക്രിയ ദ്വന്ദ്വപ്രഭാവം/അലസജോടി പ്രഭാവം
Inorganic benzene - അകാർബണിക ബെൻസീൻ

Inorganic - അകാർബണികം/അജൈവം
Insecticides - കീടനാശിനികൾ
Inter molecular hydrogen bonding - അന്തർ തന്മാത്രിക ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം
Interatomic interaction - അന്തരാണവപരസ്പരപ്രവർത്തനം
Intermediate complex - മധ്യവർത്തിസങ്കുലം
Intermolecular forces - ആന്തരതന്മാത്രാബലങ്ങൾ
Intermolecular hydrogen bond - അന്തർതന്മാത്രാ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം
Interstitial compounds - അന്തഃസ്ഥാനീയ സംയുക്തങ്ങൾ
Interstitial hydride - അന്തഃസ്ഥാനീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ
Intramolecular hydrogen bond - ആന്തരതന്മാത്രാ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം
Inversion - തലകീഴ്മറിയൽ/പ്രതിലോമനം
Ionic bonding - അയോണികബന്ധനം
Ionic compounds - അയോണികസംയുക്തങ്ങൾ
Ionic conduction - അയോണികചാലനം
Ionisation enthalpy - അയോണീകരണ എൻഥാൽപി
Ionization constant - അയോണീകരണ സ്ഥിരാങ്കം
Ionization - അയോണീകരണം
IUPAC nomenclature - കഡജഅള്ള നാമകരണരീതി
Kerosene - മണ്ണെണ്ണ
Ketones - കീറ്റോണുകൾ
Kjeldahl's method - ജെൽഡാൾ രീതി
Kolbe's reaction - കോൾബ് രാസപ്രവർത്തനം
Laboratory - പരീക്ഷണശാല
Laevorotation - ഇടതുചാക്രമണം
Lamp black - വിളക്കുകരി
Lassaigne's test - ലെസ്സെയിൻ പരീക്ഷണം
Lewis acids - ലൂയി ആസിഡുകൾ / ലൂയി അമ്ലങ്ങൾ
Lime stone - ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്
Lime water - ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം
Limiting reagent - നിയന്ത്രകാഭികാരകം
Lindlar's catalyst - ലിൻഡ്ലർ ഉൽപ്രേരകം
Linear polymerisation - രേഖീയ ബഹുലകീകരണം
Linear - രേഖീയം
Liquefied petroleum - ദ്രവീകൃത പെട്രോളിയം
Liquid ammonia - ദ്രവഅമോണിയം
Liquid phase - ദ്രാവകപ്രാവസ്ഥ
Liquids - ദ്രാവകങ്ങൾ
Lone pair of electrons - ഏകാന്ത ജോടി ഇലക്ട്രോണുകൾ
Longest carbon chain - ഏറ്റവും നീളം കൂടിയ കാർബൺ ശൃംഖല
Low concentration - താഴ്ന്ന ഗാഢത
Low density polythene - സാന്ദ്രതകുറഞ്ഞ പോളിത്തീൻ
Macromolecules - സ്ഥൂലതന്മാത്രകൾ
Major product - പ്രധാന ഉത്പ്പന്നം
Marble($CaCO_3$) - മാർബിൾ
Mass by volume percentage - വ്യാപ്തഹാര്യപിണ്ഡശതമാനം/വ്യാപ്തം 100
Mass number - മാസ് നമ്പർ
Mass percentage - മാസ്ശതമാനം
Mass - മാസ്/പിണ്ഡം
Materials - പദാർഥങ്ങൾ
Matter - ദ്രവ്യം

Mechanism	-	ഒരു പ്രക്രിയയുടെ പ്രവർത്തനവിധം/ക്രിയാവിധി
Melting point	-	ദ്രവണാങ്കം/ഉരുകൽ നില
Meta derivative	-	മെറ്റാ വ്യുൽപ്പന്നം
Meta directing group	-	മെറ്റ ദിശാത്മക (ദിശാനിർണയ) വർഗം/ഗ്രൂപ്പ്
Meta-directing	-	മെറ്റാ ഡിറക്ടിങ്, മെറ്റാദിശകം
Metal carbonyls	-	ലോഹ കാർബൊണൈലുകൾ
Metal electrode	-	ലോഹ ഇലക്ട്രോഡ്
Metalic or nonstoichiometric hydride	-	ലോഹീയ അഥവാ സ്റ്റോയിഷ്യോമെട്രി രഹിത ഹൈഡ്രൈഡ്/ ലോഹീയ അഥവാ രാസസമീകരണമിതിയില്ലാത്ത ഹൈഡ്രൈഡുകൾ
Metallic nature	-	ലോഹീയസ്വഭാവം
Metalloids or semi metals	-	ഉപലോഹങ്ങൾ
Metamerism	-	മെറ്റാമെറിസം / വിലക്ഷണാവസ്ഥ
Metamorphosis	-	രൂപാന്തരണം
Meteorological observation	-	വാനനിരീക്ഷണം
Mild oxidation	-	മൃദു ഓക്സീകരണം
Milk of lime	-	ചുണ്ണാമ്പുപാൽ
Milk of magnesia	-	മിൽക്ക് ഓഫ് മഗ്നീഷ്യ
Minerals	-	ധാതുക്കൾ
Miscibility	-	മിശ്രണീയത/കൂട്ടിക്കലർത്താവുന്ന അവസ്ഥ
Miscible liquids	-	കൂടിക്കലരുന്ന ദ്രാവകങ്ങൾ
Mixture	-	മിശ്രിതം
Molar mass	-	മോൾ ഭാരം, മോളാർ മാസ്
Molarity	-	മൊളാരിറ്റി
Mole concept	-	മോൾസങ്കൽപ്പനം
Mole fraction	-	മോൾഭിന്നം (അംശം)
Mole	-	മോൾ
Molecular asymmetry	-	തന്മാത്രീയ അസമമിതി
Molecular formula	-	തന്മാത്രാസൂത്രവാക്യം
Molecular geometry	-	തന്മാത്രാ ജ്യാമിതി
Molecular mass	-	മോളിക്യുലാർ മാസ് / തന്മാത്രാപിണ്ഡം
Molecular shape	-	തന്മാത്രാകൃതി
Molecular species	-	തന്മാത്രാവിഭാഗങ്ങൾ
Molecule	-	തന്മാത്ര
Molten sodium chloride	-	ഉരുകിയ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്/ഉരുകിയ കറിയുപ്പ്
Monobasic	-	ഏകബേസികം
Monomer	-	മോണോമർ / ഏകകലകം
Multiple bond	-	ബഹുബന്ധനം
Muriate of potash	-	മ്യൂറിയേറ്റ് ഓഫ് പൊട്ടാഷ്
Naphthalene	-	നാഫ്തലീൻ
Nascent oxygen	-	നവജാത ഓക്സിജൻ
Natural fibres	-	പ്രകൃതിദത്തനാരുകൾ
Natural gas	-	പ്രകൃതിവാതകം
Natural logarithm	-	സ്വാഭാവികലോഗരിതം/നാച്ചുറൽ ലോഗരിതം
Negative catalyst	-	ഋണ ഉൽപ്രേരകം (നിഷേധ ഉൽപ്രേരകം)
Negative electrode	-	നെഗറ്റീവ് ഇലക്ട്രോഡ്
Negative ion	-	നെഗറ്റീവ് അയോൺ
Negative terminal	-	നെഗറ്റീവ് അഗ്രം/ഋണാഗ്രം
Network structure	-	ജാലഘടന
Neutral oxides	-	നിർവീര്യ ഓക്സൈഡുകൾ/ഉദാസീന ഓക്സൈഡുകൾ

Neutral solution	നിർവീര്യലായനി
Neutral solvent	നിർവീര്യലായകം
Neutralisation	നിർവീര്യമാക്കൽ
Neutralised	നിർവീര്യമാക്കപ്പെട്ട
Neutron	ന്യൂട്രോൺ
Newman projections formulae	ന്യൂമാൻ പ്രക്ഷേപ സൂത്രവാക്യങ്ങൾ
Nitration	നൈട്രീകരണം/നൈട്രേഷൻ
Nitriles	നൈട്രൈലുകൾ
Nitrogenous	നൈട്രജൻ സംപുഷ്ടമായ/പാക്യജനകസംപുഷ്ടമായ
Noble elements	ഉൽകൃഷ്ടമൂലകങ്ങൾ
Noble gases	ഉൽകൃഷ്ടവാതകങ്ങൾ
Noble metals	ഉൽകൃഷ്ടലോഹങ്ങൾ
Nodal surfaces	നിഷ്പന്ദതലങ്ങൾ/ നോഡീയപ്രതലങ്ങൾ
Nomenclature of Branched Hydrocarbons	ശാഖകളുള്ള ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ നാമകരണരീതി
Nomenclature of Organic Compounds	കാർബണികസംയുക്തങ്ങളുടെ നാമകരണരീതി
Nomenclature	നാമകരണരീതി
Non inflammable	ജ്വലനശീലമില്ലാത്തത്/കത്താത്തത്
Non-benzenoids	ബെൻസിനോയ്ഡുകളിൽപ്പെടാത്തവ
Non-volatile	ബാഷ്പശീലമില്ലാത്ത
Non-wettability	നനയപ്പെടാത്ത അവസ്ഥ
Normal boiling point	സാധാരണ തിളനില
Normal	ലംബം, സാധാരണമായ
Nucleophile	ന്യൂക്ലിയോഫൈൽ/ന്യൂക്ലിയസ് സ്നേഹി
Nucleophilic substitution reaction	ന്യൂക്ലിയോഫിലിക ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം
Nucleus	മർമം
Nylon	നൈലോൺ
Observation	നിരീക്ഷണം
Octet electon configuration	അഷ്ടക (എട്ട്) ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം
Octet rule	അഷ്ടകനിയമം
Odd-electron molecules	ഒറ്റ ഇലക്ട്രോൺ തന്മാത്രകൾ
Odour	ഗന്ധം
Optimum pH	അനുകൂലതമ pH
Optimum temperature	അനുകൂലതമ താപനില
Orbit	ഭ്രമണപഥം/കക്ഷ
Orbital hybridisation	ഓർബിറ്റൽ സങ്കരണം/പഥസങ്കരണം/കക്ഷീയസങ്കരണം
Orbital overlap concept	ഓർബിറ്റൽ അതിവ്യാപന സങ്കൽപ്പം/കക്ഷീയ അതിവ്യാപന സങ്കൽപ്പം
Orbitals	ഓർബിറ്റൽസ്/കക്ഷീയങ്ങൾ
Organic acids	കാർബണിക അമ്ലങ്ങൾ
Organic chemistry	കാർബണികരസതന്ത്രം
Organic fertilizers	ജൈവവളങ്ങൾ
Organic wastes	ജൈവമാലിന്യങ്ങൾ
Organic	കാർബണിക/ജൈവികം
Organisms	ജീവികൾ
Ortho and para derivatives	ഓർത്തോ-പാരാ വ്യുൽപ്പന്നങ്ങൾ
Ortho and para directing groups	ഓർത്തോ-പാരാദിശാത്മക ഗ്രൂപ്പുകൾ
Ortho and para isomer	ഓർത്തോ-പാരാ ഐസോമർ/ ഓർത്തോ-പാരാ സമാവയവം
Outermost shell	അവസാനത്തെ ഷെൽ/ ബാഹ്യതമ ഷെൽ

Over lapping - അതിവ്യാപനം
Overlapping of atomic orbitals - അറ്റോമിക ഓർബിറ്റലുകളുടെ അതിവ്യാപനം
Overpotential - ഓവർ പൊട്ടൻഷ്യൽ/അതിസന്നിതികം
Oxidation half cell - ഓക്സീകരണ അർധസെൽ
Oxidation number method - ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി
Oxidation number - ഓക്സീകരണസംഖ്യ
Oxidation - ഓക്സീകരണം
Oxidised - ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട(ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായ)
Oxidising agent - ഓക്സീകാരി
Oxido reductase - ഓക്സിഡോറിഡക്റ്റേസ്
Oxyacetylene welding - ഓക്സി-അസറ്റലിൻ കൂട്ടിവിളക്കൽ
Oxygen-carrying capacity - ഓക്സിജൻ വഹിക്കാനുള്ള കഴിവ്
Ozone hole - ഓസോൺ വിള്ളൽ / ഓസോൺ സുഷിരം
Ozone layer depletion - ഓസോൺപാളീശോഷണം
Ozone layer - ഓസോൺപാളി
Ozonolysis - ഓസോൺ അപഘടനം
Paraffin wax - പാരഫിൻ മെഴുക്
Paramagnetic behaviour - പാരാമാഗ്നറ്റിക് സ്വഭാവം/അനുകാന്തിയ സ്വഭാവം
Partial combustion - ഭാഗികജ്വലനം
Particulate pollutants - കണികാ മലിനീകാരികൾ/ വിവിക്തമലിനീകാരികൾ
Partition chromatography - വിഭാജന വർണാലേഖനം
Passive film of oxide - ഓക്സൈഡിന്റെ നിഷ്ക്രിയാവരണം
p-block - p- ബ്ലോക്ക്/ p-ഖണ്ഡം
Penetrating power - അന്തർഗമനശക്തി/തുളച്ചുകയറാനുള്ള കഴിവ്
Pentagonal bipyramidal - പഞ്ചഭുജ ദ്വിസ്തൂപിക
Pentagons - പഞ്ചഭുജങ്ങൾ
Penultimate shell - ഉപാന്ത്യവലയം/ഉപാന്ത്യപുറന്തോട്
Percentage composition - സംരചനാശതമാനം
Perhydrol - പെർഹൈഡ്രോൾ
Period number - പിരീഡ് സംഖ്യ
Period - പിരീഡ്/ക്രമാവർത്തനം
Periodic trends - ക്രമാവർത്തനപ്രവണത
Permanent hardness - സ്ഥിരകാഠിന്യം
Permutit - പെർമ്യൂട്ടിറ്റ് (ഒരു കോമ്പൗണ്ടിന്റെ പേര്)
Peroxide effect or Kharash effect - പെറോക്സൈഡ് പ്രഭാവം / ഖറാഷ് പ്രഭാവം
Pesticides - കീടനാശിനികൾ
Petrochemicals - പെട്രോകെമിക്കലുകൾ, പെട്രോരാസവസ്തുക്കൾ
Petrol - പെട്രോൾ
Petroleum Industry - പെട്രോളിയം വ്യവസായം
Petroleum refining - പെട്രോളിയം സംസ്കരണം
Petroleum - പെട്രോളിയം, ശിലാതൈലം
Phenolphthalein - ഫിനോഫ്തലിൻ
Phenomenon - പ്രതിഭാസം
phosphate rocks - ഫോസ്ഫേറ്റ് പാറകൾ
Photo chemical reactions - പ്രകാശരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Photochemical smog - പ്രകാശരാസപ്പുകമഞ്ഞ്
Photosynthesis - പ്രകാശസംശ്ലേഷണം
Physical change - ഭൗതികമാറ്റം
Physical properties - ഭൗതികഗുണങ്ങൾ
Physical quantity - ഭൗതികപരിമാണം

Physical state	-	ഭൗതികാവസ്ഥ
Phytoplanktons	-	സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ
Pi- bonds	-	പൈബന്ധനങ്ങൾ
Plasma state	-	പ്ലാസ്മാവസ്ഥ
Plasma	-	പ്ലാസ്മ
Plaster of paris	-	പ്ലാസ്റ്റർ ഓഫ് പാരിസ്
Plastering	-	ഉറപ്പിക്കൽ
Polar compounds	-	ധ്രുവീയസംയുക്തങ്ങൾ
Polar group	-	ധ്രുവീയ ഗ്രൂപ്പ്/ധ്രുവീയവർഗം
Polar nature	-	ധ്രുവീയസ്വഭാവം
Polar protic solvents	-	പോളാർ പ്രോട്ടിക ലായകങ്ങൾ/ധ്രുവീയ പ്രോട്ടികലായകങ്ങൾ
Polar solvents	-	ധ്രുവീയലായകങ്ങൾ
Polarity of bonds	-	ബന്ധനങ്ങളിലെ ധ്രുവത
Polarity	-	ധ്രുവത
Pollutants	-	മലിനീകാരികൾ
Pollution control	-	മലിനീകരണനിയന്ത്രണം
Pollution	-	മലിനീകരണം
Poly haloalkanes	-	ബഹു ഹാലോ ആൽക്കെയ്നുകൾ
Polyacidic bases	-	ബഹു അമ്ലികക്ഷാരങ്ങൾ
Polyatomic ion	-	ബഹു അറ്റോമിക അയോൺ
Polyatomic molecules	-	ബഹു അറ്റോമികതന്മാത്രകൾ
Polybasic acids	-	ബഹുക്ഷാരിക അമ്ലങ്ങൾ
Polyhydroxy aldehydes	-	ബഹു ഹൈഡ്രോക്സി ആൽഡിഹൈഡുകൾ
Polymer	-	പോളിമർ, ബഹുലകം
Polythene	-	പോളിത്തീൻ
Polyvinyl chloride (PVC)	-	പോളി വിനൈൽ ക്ലോറൈഡ്
Poor conductors	-	കുചാലകങ്ങൾ
Position isomers	-	പൊസിഷൻ ഐസോമെറുകൾ/ സ്ഥാനസമാവയവതകൾ
Position number	-	സ്ഥാനസംഖ്യ
Positive catalysts	-	ധന ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ
Positive	-	പോസിറ്റീവ് / ധന
Potassium chloride	-	പൊട്ടാസ്യം ക്ലോറൈഡ്
Potential energy barrier	-	സ്ഥിതികോർജരോധികൾ
Potential energy	-	സ്ഥിതികോർജം
Power alcohol	-	പവർ ആൽക്കഹോൾ/പെട്രോൾ ആൽക്കഹോൾ സങ്കരം
Precipitate	-	അവക്ഷിപ്തം
Precipitaton	-	അവക്ഷിപ്തരൂപീകരണം/അവക്ഷിപ്തപ്പെടൽ
Prefix	-	മുൻപ്രത്യയം / ഉപസർഗം
Preservative	-	പരിരക്ഷകം
Principal functional group	-	മുഖ്യ ഫങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പ്/മുഖ്യ ക്രിയാത്മകക്കൂട്ടം
Process	-	പ്രക്രിയ
Producer gas	-	പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം
Proper orientation	-	ഉചിത അഭിവിന്യാസം/ഉചിത ദിഗ്വിന്യാസം
Protium	-	പ്രോട്ടിയം
Proton donor	-	പ്രോട്ടോൺ ദാതാവ്
Proton	-	പ്രോട്ടോൺ
Pure solvent	-	ശുദ്ധലായകം
Pure substances	-	ശുദ്ധപദാർഥങ്ങൾ
Purification of water	-	ജലശുദ്ധീകരണം
Purification	-	ശുദ്ധീകരണം

Pyramidal shape	-	സ്തൂപികാകൃതി
Pyramidal	-	പിരമിഡീയം/സ്തൂപികം
Pyrolysis	-	താപീയ അപഘടനം/ഉച്ചതാപ അപഘടനം
Quick lime	-	നീറ്റുകക്ക
Racemisation	-	റെസിമീകരണം
Rancidity	-	കാറൽ/കനയ്ക്കൽ
Rare earth metals	-	അപൂർവ ഭൗമമൂലകങ്ങൾ
Raw material	-	അസംസ്കൃതവസ്തു
Reactivity	-	ക്രിയാശീലത
Reagent	-	അഭികാരകം
Rearrangement reactions	-	പുനക്രമീകരണ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Rectified spirit	-	റെക്ടിഫൈഡ് സ്പിരിറ്റ്
Recycle	-	പുനശ്ചംക്രമണം
Redox couple	-	റിഡോക്സ് ജോടി/ഓക്സീകരണ-നിരോക്സീകരണ ജോടി
Redox reaction	-	റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം
Reducing agent	-	നിരോക്സീകാരി
Reducing	-	നിരോക്സീകരിക്കുന്ന/ അപചായി
Reduction	-	നിരോക്സീകരണം/ അപചയനം
Reduction potential	-	നിരോക്സീകരണ പൊട്ടൻഷ്യൽ/ അപചയ സ്ഥിതികം
Refining of petroleum	-	പെട്രോളിയം ശുദ്ധീകരണം
Refining process	-	സംസ്കരണപ്രക്രിയ
Refining	-	ശുദ്ധീകരണം/ സംസ്കരണം
Refrigerant	-	ശീതീകാരി
Relative Atomic Mass	-	ആപേക്ഷിക ആണവപിണ്ഡം
Relative mass	-	ആപേക്ഷികപിണ്ഡം
Representative elements	-	പ്രാതിനിധ്യമൂലകങ്ങൾ
Repulsion	-	വികർഷണം
Repulsive force	-	വികർഷണബലം/ പ്രതികർഷണബലം
Repulsive interaction	-	വികർഷണ അന്തഃക്രിയ
Resonance effect	-	അനുരണനപ്രഭാവം
Resonance energy	-	അനുരണനോർജം
Resonance hybrid	-	അനുരണനസങ്കരം
Resonance stabilisation energy	-	അനുരണനസ്ഥിരീകരണോർജം
Resonance structures	-	അനുരൂപീകരണഘടനകൾ
Resonance	-	അനുരണനം
Retardation factor	-	മന്ദീകരണഘടകം
Retention	-	നിലനിർത്തൽ
Reversible conditions	-	ഉഭയദിശീയസാഹചര്യങ്ങൾ
Reversible reactions	-	ഉഭയദിശീയപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Ring compounds	-	വലയസംയുക്തങ്ങൾ
Ring substitution	-	വലയാദേശം
Ring	-	വലയം
Rubber	-	റബ്ബർ
Saline solution	-	ഉപ്പുലായനി
Salt solution	-	ലവണലായനി
Salts	-	ലവണങ്ങൾ
Sand	-	മണൽ
Sandmeyer's reaction	-	സാൻഡ്മെയറുടെ പ്രവർത്തനം
Saturated hydrocarbons	-	പൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ

Sawhorse projection	-	സോഹോഴ്സ് പ്രക്ഷേപം
s-block elements	-	s-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ/s-ഖണ്ഡ മൂലകങ്ങൾ
s-block	-	s-ബ്ലോക്ക്/s-ഖണ്ഡം
Self reduction	-	സ്വയനിരോക്സീകരണം
Setting of cement	-	സിമന്റ് സെറ്റിങ്/ഉറയ്ക്കൽ/ദൃഢനം)
Shielding	-	തടയൽ
Sigma bond	-	സിഗ്മ ബോണ്ട്
Silicons	-	സിലിക്കോണുകൾ
Single bond	-	ഏകബന്ധനം
Single covalent bond	-	ഏക സഹസംയോജകബന്ധം
Skew conformation	-	ഏങ്കോണിച്ച സംരൂപണം
Slaked lime	-	കുമ്മായം/ചുണ്ണാമ്പ്
Smog	-	ഹിമധൂമിക/പുകമഞ്ഞ്
Smoke screen	-	പുകമറ
Soap lather	-	സോപ്പുപത
Soft glass	-	മൃദുഗ്ലാസ്/മൃദുസ്ഫടികം
Soft solid	-	മൃദുഖരം
Soft water	-	മൃദുജലം
Soil pollution	-	മണ്ണുമലിനീകരണം
Solid lubricant	-	ഖരസ്നേഹകം
Solubility	-	ലേയത്വം
Solute	-	ലീനം
Solution	-	ലായനി
Solvation	-	വിലായകസംയോജനം/ലായകാവരണം
Solvent	-	ലായകം
Solvolysis	-	ലായക അപഘടനം
Sparingly soluble	-	പരിമിതമായി ലയിക്കുന്ന/ഭാഗികമായി ലയിക്കുന്ന
Spatial arrangements	-	ത്രിമാനതല ക്രമീകരണം
Specificity	-	വൈശിഷ്ട്യം
Spherical shape	-	ഗോളാകൃതി
Square planar	-	സമതലീയചതുരം
Square pyramidal	-	സമചതുര പിരമിഡീയം/സമചതുരസ്തൂപികം
Stabilizer	-	സ്ഥായിത്വകാരി/സ്ഥിരീകാരി
Staggered conformation	-	അന്തരിതസംരൂപണം/ഇടവിട്ടുള്ള സംരൂപണം
Staggered form of ethane	-	ഈഥെയിന്റെ സ്റ്റാഗേർഡ് ഘടന/ഈഥെയിന്റെ അന്തരിതസംരൂപണം
Standard electrode potential	-	പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ
Standard hydrogen electrode	-	സ്റ്റാൻഡേർഡ് ഹൈഡ്രജൻ ഇലക്ട്രോഡ്/പ്രാമാണിക ഹൈഡ്രജൻ ഇലക്ട്രോഡ്
Standard potential	-	പ്രാമാണിക സ്ഥിതികം
Stereoisomer	-	സ്റ്റീരിയോ ഐസോമെറിസം
Steric factor	-	സ്റ്റെറിക് ഘടകം
Steric hindrance	-	സ്റ്റെറിക് തടസ്സം
Stoichiometric hydrides	-	രാസസമീകരണമിതീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ
Straight chain hydrocarbons	-	നേർശൃംഖലാ ഹൈഡ്രോ കാർബണുകൾ/ഋജുശ്രേണി ഹൈഡ്രോ കാർബണുകൾ
Strong acids	-	വീര്യം കൂടിയ അമ്ലങ്ങൾ/ഗാഢ അമ്ലങ്ങൾ
Structrual formula	-	ഘടനാസൂത്രവാക്യം
Structural isomerism	-	ഘടനാ ഐസോമെറിസം/ഘടനാ സമാവയവത്വം
Sub shells	-	ഉപഷെല്ലുകൾ

Sub-levels	-	ഉപ ഊർജനിലകൾ
Subshell electronic configuration	-	സബ്ഷെൽ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം
Substitution reactions	-	ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ
Substrate	-	അടിത്തട്ട്
Successive ionisation	-	തുടർച്ചയായ അയോണീകരണം
Suffix	-	പിൻപ്രത്യയം
Sulphur	-	സൾഫർ
Superimposable	-	അധ്യാരോപ്യം
Surface	-	പ്രതലം
Symbol of the element	-	മൂലകത്തിന്റെ പ്രതീകം
Symbol	-	പ്രതീകം
Symmetrical distribution of electrons	-	ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സമമിതവിതരണം
Syngas	-	സിൻഗ്യാസ്
Synthesis gas	-	സിന്തസിസ് ഗ്യാസ്/സംശ്ലേഷണവാതകം
Synthesis	-	സംശ്ലേഷണം/സംയോജനം
synthetic detergents	-	സംശ്ലേഷണ ഡിറ്റർജന്റുകൾ
Synthetic fibres	-	കൃത്രിമനാരുകൾ (മനുഷ്യനിർമിത നാരുകൾ)
Temporary hardness	-	താൽക്കാലികകാഠിന്യം
Tertiary	-	ത്രിതീയം
Tetragonal	-	ചതുഷ്കോണീയം/ ടെട്രാഗണൽ
Tetrahedral	-	ചതുർകം/ചതുഷ്കം
Thermal cracking	-	താപീയവിഘടനം
Thermal energy	-	താപീയോർജം/ താപോർജം
Thermal interactions	-	താപീയ അന്യോന്യക്രിയ
Thin layer chromatography	-	നേർത്തപാളി വർണാലേഖനം
Tollen's reagent	-	റ്റോളൻ അഭികർമകം
Tollen's test	-	റ്റോളൻപരീക്ഷണം
Torsional angle	-	പിരിഞ്ഞകോൺ
Torsional strain	-	ടോർഷണീയ ആയാസം
Trans isomer	-	ട്രാൻസ് സമവായവത/വിപക്ഷ സമവായവത
Transformation	-	രൂപാന്തരീകരണം
Transition elements	-	സംക്രമണമൂലകങ്ങൾ
Transition metals	-	സംക്രമണലോഹങ്ങൾ
Transition series	-	സംക്രമണശ്രേണി
Tribasic	-	ത്രിബേസികം
Tricarboxylic acid	-	ട്രൈ കാർബോക്സിലിക ആസിഡ്
Trigonal coplaner structure	-	ത്രികോണീയ സഹതലഘടന
Trigonal planar	-	ത്രികോണതലീയം
Trigonalbipyramidal	-	ത്രികോണീയ ദ്വിപിരമിഡൽ
Triple bond	-	ത്രിബന്ധനം
Tritium	-	ട്രിഷ്യം
Trivalent	-	ത്രിസംയോജകതയുള്ള/ത്രിസംയോജക
Trivial or common names	-	രൂഢനാമം
Troposphere	-	ക്ഷോഭമണ്ഡലം
True Solution	-	യഥാർഥ ലായനി
Turbidity	-	ആവിലത, കലങ്ങൽ
Unbalanced force	-	അസന്തുലിതബലം
Unsaturated hydrocarbons	-	അപൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ
Unsaturated Solution	-	അപൂരിതലായനി
Unsymmetrical alkenes	-	അസമമിത ആൽക്കീനുകൾ

Unsymmetrical	-	സിമിട്രിക്കൽ അല്ലാത്തത് / അസമമിതം
Valence electrons	-	സംയോജക ഇലക്ട്രോണുകൾ
Valency	-	സംയോജകത
Vanaspathy	-	വനസ്പതി
Vander Waals' forces	-	വാൻഡർവാൾ ബലങ്ങൾ
Vapour	-	ബാഷ്പം
Vicinal dihalides	-	സമീപസ്ഥ ഡൈഹാലൈഡുകൾ/സന്നിഹിത ഡൈഹാലൈഡുകൾ
Vicinal form	-	സമീപസ്ഥരൂപം
Vicinal glycols	-	സമീപസ്ഥ ഗ്ലൈക്കോളുകൾ
Vigorous oxidation	-	ദ്രുത ഓക്സീകരണം
Vinegar	-	വിനാഗിരി
Viscosity	-	വിസ്കോസിറ്റി/ശ്യാനത
Viscous	-	വിസ്കസ്/ ശ്യാനം
Volatile component	-	ബാഷ്പശീലമുള്ള ഘടകം
Volatile	-	ബാഷ്പശീലമുള്ള
Volume percentage	-	വ്യാപ്തശതമാനം
Volume	-	വ്യാപ്തം
Washing soda	-	അലക്കുകാരം
Waste management	-	മാലിന്യപരിപാലനം
Water gas	-	വാട്ടർഗ്യാസ്
Water pollutants	-	ജലമലിനീകാരികൾ
Water pollution	-	ജലമലിനീകരണം
Water treatment plant	-	ജലസംസ്കരണകേന്ദ്രം
Water treatment	-	ജലസംസ്കരണം
Water vapour	-	ജലബാഷ്പം
Water	-	ജലം
Weak acid	-	വീര്യം കുറഞ്ഞ അമ്ലം
Weak base	-	വീര്യം കുറഞ്ഞ ക്ഷാരം
Weak electrolytes	-	ദുർബല ഇലക്ട്രോലൈറ്റുകൾ
Weak ionisation	-	ശക്തി കുറഞ്ഞ അയോണീകരണം
Weakest oxidising agent	-	ഏറ്റവും ദുർബലമായ ഓക്സീകാരി
White curdy precipitate	-	വെളുത്ത തൈരുപോലെയുള്ള അവക്ഷിപ്തം
Wilkinson catalyst	-	വിൽക്കിൻസൺ ഉൽപ്രേരകം
Williamson synthesis	-	വില്യംസൺ സിന്തസിസ്/ വില്യംസൺ സംശ്ലേഷണം
Wood charcoal	-	മരക്കരി
Wood spirit	-	വുഡ് സ്പിരിറ്റ്
Word root	-	പദമൂലം
Wurtz reaction	-	വുർട്സ് പ്രവർത്തനം
Wurtz-Fittig reactions	-	വുർട്സ് ഫിറ്റിഗ് പ്രവർത്തനം
Zeolite	-	സിയോലൈറ്റ്
Ziegler-Natta catalyst	-	സീഗ്ലർ - നാറ്റാ ഉൽപ്രേരകം
Zinc chloride	-	സിങ്ക് ക്ലോറൈഡ്
Zinc oxide	-	സിങ്ക് ഓക്സൈഡ്