தமிழ்நாடு அரசு

மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு

இயற்பியல்

தொகுதி - I

தமிழ்நாடு அரசு விலையில்லாப் பாடநூல் வழங்கும் திட்டத்தின் கீழ் வெளியிடப்பட்டது

பள்ளிக் கல்வித்துறை

தீண்டாமை மனிதநேயமற்ற செயலும் பெருங்குற்றமும் ஆகும்

Introduction Pages.indd 1 16-12-2022 19:00:53

தமிழ்நாடு அரசு

முதல் பதிப்பு - *2019*

திருத்திய பதிப்பு - *2020, 2021, 2022, 2023*

(புதிய பாடத்திட்டத்தின்கீழ்
வெளியிடப்பட்ட நூல்)

விற்பனைக்கு அன்று

பாடநூல் உருவாக்கமும் தொகுப்பும்

மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி
மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்

© SCERT 2019

நூல் அச்சாக்கம்

தமிழ்நாடு பாடநூல் மற்றும்
கல்வியியல் பணிகள் கழகம்

www.textbooksonline.tn.nic.in

Introduction Pages.indd 2 16-12-2022 19:00:53

முக்கிய அம்சங்கள் ...

	வேதியியலின் இலக்கு	வேதியியல் புலத்தில் உயர் கல்விக்கான வாய்ப்புகள் பற்றிய விவரங்கள்	
	கற்றல் நோக்கங்கள்	மாணவர்கள் பெறவேண்டிய செயலாக்கத் திறனை / குறிப்பிட்ட திறன்களை விவரித்தல்	
	தங்களுக்குத் தெரியுமா	அன்றாட வாழ்க்கை / துறைசார்ந்த வளர்ச்சியோடு பாடப்பொருளைத் தொடர்புபடுத்தும் கூடுதல் விவரங்கள்	
	எடுத்துக்காட்டுக் கணக்குகள்	மாணவர்களின் தெளிவான புரிதலுக்காகத் தீர்க்கப்பட்ட மாதிரிக் கணக்குகள்	
	சுய மதிப்பீடு	மாணவர் தம்முடைய கற்றறிந்த திறனைத் தாமே மதிப்பீடு செய்துகொள்ள உதவுதல்.	
	விரைவுத் துலக்கக் குறியீடு (QR Code)	கருத்துகள்,காணொலிக் காட்சிகள்,அசைவூட்டங்கள் மற்றும் தனிப்பயிற்சிகள் ஆகியவற்றை விரைவாக அணுகும் வசதி	
	தகவல் தொடர்புத் தொழில்நுட்பம்	கற்றலுக்கான வளங்களுக்கு வழிகாட்டல், மாணவர்கள் அவற்றை அணுக வாய்ப்பளித்தல், கருத்துகள்/தகவல்களை பரிமாற வாய்ப்பளித்தல்.	
	பாடச் சுருக்கம்	பாடப்பகுதியின் கருத்தினைச் சுருக்கிய வடிவில் தருதல்	
	கருத்து வரைபடம்	பாடப்பகுதியின் கருத்துகளை ஒன்றோடொன்று தொடர்புபடுத்துவதன் வாயிலாகப் பாடப்பொருளை உணரச் செய்தல்	
	மதிப்பீடு	பன்முகத் தெரிவு வினா, எண்ணியல் கணக்கீடுகள் போன்றவற்றின் வாயிலாக மாணவரின் புரிதல் நிலையினை மதிப்பிடுதல்	
	மேற்கோள் நூல்கள்	தொடர் வாசித்தலுக்கு ஏற்ற குறிப்புதவி நூல்களின் பட்டியல்	
	விடைக் குறிப்புகள்	மாணவர் கண்டறிந்த விடைகளின் சரியான தன்மையினை உறுதிசெய்யவும் கற்றல் இடைவெளிகளைச் சரிசெய்துகொள்ளவும் உதவுதல்	
	சொற்களஞ்சியம்	முக்கிய கலைச்சொற்களுக்கு இணையான தமிழ்ச்சொற்கள்	

Introduction Pages.indd 3 16-12-2022 19:00:54

இந்தியாவிலுள்ள பல்வேறு வேதியியல் ஆராய்ச்சி நிறுவனங்கள்

நிறுவனத்தின் பெயர்	மேற்கொள்ளப்பட்டு வரும் ஆராய்ச்சிகள்	இணையதளம்
Indian institute of Science (IISC) **இந்திய அறிவியல் கழகம்** பெங்களூரு, கர்நாடகா	❖ பெப்டைடுகள் மற்றும் பெப்டிடோமிமிடிக்ஸ்: அமினோ அமிலங்கள் ❖ சிகிச்சைக்கான ஒலிகோ நியூக்ளியோடைடு ❖ கார்போஹைட்ரேட் – புரதம் இடையீடுகள் ❖ மென் மற்றும் கலப்பு பொருட்களின் செயல்பாடு ❖ கிளை மூலக்கூறுகள் மற்றும் நீர்ம படிகங்கள் பற்றிய ஆய்வு ❖ கனிம மற்றும் கரிம குறைக்கடத்திகள்	www.iisc.ac.in
Indian institute of Technology (IITM) **இந்திய தொழிற்நுட்பக் கழகம்** சென்னை, தமிழ்நாடு	❖ புள்ளியியல் தொடர்பு மற்றும் தகவல் செயலாக்கம் ❖ அயனித்தன்மை கொண்ட திரவ அச்சு வரிசை மீசோபோரஸ் சிலிக்கேட்டுகள் ❖ ஆற்றல் மற்றும் எரிபொருள் ஆய்வு ❖ பொருட்களின் மூலக்கூறு பொறியியல் ❖ வினைவேக மாற்றிகள் மற்றும் மென் பொருட்கள் ❖ அமைப்புப் பொறியியல் மற்றும் தரவு அறிவியல்	www.iitm.ac.in
National Chemical Laboratory(NCL) **தேசிய வேதியியல் ஆய்வகம்** பூனே, மகாராஷ்டிரா	❖ வேதியியல் ❖ வேதிப்பொறியியல் ❖ வினைவேக மாற்றிகள் ❖ நானோ பருப்பொருட்கள் ❖ நானோ பருப்பொருட்கள் ❖ வேதி இணைக்குழாய் எரிப்பு	www.ncl-india.org
Indian Institute of Chemical Technology (IICT) **இந்திய வேதியியல் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்** ஹைட்ராபாத், தெலங்கானா	❖ மருந்ததாக்கவியல் மற்றும் மருந்துகள் ❖ ஆற்றல் (சூரிய ஆற்றல், நிலக்கரி ஆற்றல்) ❖ பலபடிகள் மற்றும் செயலாக்கப் பொறியியல் ❖ வேதிப் பொறியியல் ❖ சவ்வு தொழில்நுட்பம்	www.iictindia.org
Central Electrochemical Research Institute (CECRI) **மத்திய மின்வேதி ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** காரைக்குடி, தமிழ்நாடு	❖ லித்தியம் மின்கலன்கள் ❖ அரிமாணம் ❖ பயோசென்சார்கள் ❖ மின்வேதியியல் ❖ மின் வினைவேக மாற்றி மற்றும் எரிபொருள் மின்கலம்	www.cecri.res.in

Introduction Pages.indd 4 16-12-2022 19:00:54

நிறுவனத்தின் பெயர்	மேற்கொள்ளப்பட்டு வரும் ஆராய்ச்சிகள்	இணையதளம்
Central Drug research institute (CDRI) **மத்திய மருந்து ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** லக்னோ, உத்திரபிரதேசம்	❖ மருந்து வடிவமைப்பு ❖ மருந்தாக்கவியல் மற்றும் மருந்துகள் உயிர்வேதியியல் ஆராய்ச்சி	www.cdri.res.in
Central Salt & Marine Chemicals Research Institute **மத்திய உப்பு மற்றும் வேதிப்பொருட்கள் ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** பாவ்நகர், குஜராத்	❖ உப்பு மற்றும் கடல் சார் வேதிப்பொருட்கள ❖ கனிம பொருட்கள் மற்றும் வினைவேக மாற்றிகள் ❖ மின்னியற் சவ்வு செயல்பாடுகள் ❖ எதிர் சவ்வூடு பரவல்	www.csmcri.org
National Institute of Pharmaceutical Education and Research (NIPER) **தேசிய மருந்தாக்கக் கல்வியியல் மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** மொகாலி, பஞ்சாப்	❖ வாய்வழி நீரழிவு மருந்துகள் உருவாக்கம் ❖ நானோ படிக வடிவ திடப்பொருட்கள் ❖ ஸாந்தேன் ஆக்ஸிடேஸ் மட்டுப்படுத்திகள் ❖ சிகிச்சை நோக்கில் நுண்ணுயிர் மற்றும் கடல்சார் பொருட்கள் ❖ மூலிகை மருந்துகளின் தரநிர்ணயம் மற்றும் தரக் கட்டுப்பாடு ❖ முக்கியமான இயற்கை பொருட்களை பிரித்தெடுத்தலுக்கான வேதிச் செயல்முறை பொறியியல் மேம்பாடு	www.niper.gov.in
Institute of Nano Science and Technology(INST) **நானோ அறிவியல் மற்றும் தொழிற்நுட்ப நிறுவனம்** மொகாலி, பஞ்சாப்	❖ உயிர் ஊக்குவிக்கப்பட்ட நானோ மென் பொருட்கள் ❖ பயோ சென்சார்கள் மற்றும் நிகழ்நிலை நோயறிதல் ❖ உயிர் இலக்கு மற்றும் சிகிச்சைகள் ❖ நுண்திரவங்களை அடிப்படையாகல் கொண்ட சாதனங்கள் ❖ ஆற்றல் சேமிப்பு மற்றும் ஆற்றல் அறவடைக்கான பொருட்கள் மற்றும் சாதனங்கள் ❖ விவசாயம் மற்றும் ஊரக வளர்ச்சியில் நானோ தொழில்நுட்பம் ❖ நானோ நச்சுயியல்	www.inst.ac.in
Laboratory of Advanced Research in Polymeric Materials (LARPM) **பலபடிப் பொருட்களுக்கான மேம்படுத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி ஆய்வகம்** புவனேஷ்வர், ஒடிசா	❖ உயிர்ப் பலபடி ❖ எரிபொருள் மின்கலம் ❖ நானோ பலபடிக் கலப்பு ❖ கார்பன் நானோ குழாய்கள் ❖ கலப்பு பலபடிகள் மற்றும் உலோகக் கலவைகள் ❖ மின் கழிவு மறுசுழற்சி	www.larpm.gov.in
Tata institute of fundamental research (TIFR) **டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** மும்பை, மஹராஷ்ட்ரா	❖ மூலக்கூறு உயிர் இயற்பியல் மற்றும் படமாக்கல் ❖ வேதி உயிரியல் மற்றும் உற்பத்தி வேதியியல் ❖ உயிர் கனிம வேதியியல் மற்றும் பயோமிமிடிக் வேதியியல் ❖ நானோ அறிவியல் மற்றும் வினைவேக மாற்றம் ❖ வேதி இயற்பியல் மற்றும் இயக்கவியல்	www.tifr.res.in

பன்னிரெண்டாம் வகுப்பு முடித்தவர்களுக்கு நடத்தப்படும் போட்டித் தேர்வுகள்

தேர்வின் பெயர்	தேர்வு செய்யும் முறை	பாடப்பிரிவு	இணையதளம்
நீட் – இளங்கலை (National Eligibility cum Entrance test for UG)	எழுத்துத் தேர்வு	MBBS., BDS.,	www.cbscneet.nic.in
எய்ம்ஸ் (All India Institute of Medical Sciences)	எழுத்துத் தேர்வு	MBBS.,	www.aiimsexams.org
ஜிப்மர் (Jawaharlal Institute Of Postgraduate Medical Education & Research)	கணினி மூலம் எழுத்து தேர்வு	MBBS.,	www.jipmer.edu.in
ஏ.எப்.எம்.சி (Armed Forces Medical College Entrance Exam)	எழுத்துத் தேர்வு	M.B.B.S., (ஆயுதப்படையில் 7 ஆண்டுகள் பணியாற்ற வேண்டும்)	www.afmc.nic.in
ஐஐடி – ஜெ.இ.இ (IIT- Joint Entrance Exam)	எழுத்துத் தேர்வு	B.E., B.Tech., B.Arch.,	www.jeemain.nic.in
CUCET (மத்திய பல்கலைகழகங்களுக்கான பொது, நுழைவுத் தேர்வு)	எழுத்துத் தேர்வு	ஒருங்கிணைந்த M.Tech., B.Tech., ஒருங்கிணைந்த B.Sc., B.Ed., ஒருங்கிணைந்த M.Sc., ஒருங்கிணைந்த M.A., B.Des., (கைவினை மற்றும் வடிவமைப்பு)	www.cucet.co.in
தேசிய அறிவியல் கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (National Institute of Science Education and Research	எழுத்துத் தேர்வு	ஒருங்கிணைந்த M.Sc., (உயிரியல், வேதியியல், கணிதம் மற்றும் இயற்பியல்)	www.niser.ac.in
இந்திய அறிவியல் கழகம் (Indian Institute of Science Bangalore)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Sc., (4 ஆண்டுகள்)	www.iisc.ernet.in

Introduction Pages.indd 6 16-12-2022 19:00:54

தேர்வின் பெயர்	தேர்வு செய்யும் முறை	பாடப்பிரிவு	இணையதளம்
இந்திய அறிவியல் கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (Indian Institutes of Science Education and Research)	எழுத்துத் தேர்வு	5 – ஆண்டுகள் BS –MS dual degree (உயிரியல், வேதியியல், கணிதம் மற்றும் இயற்பியல்) **IISER Kolkata offers major in Earth Sciences	www.iiserpune.ac.in
கட்டிடக்கலைக்கான தேசிய திறனறித் தேர்வு (National Aptitude Test in Architecture)	கணினி மூலம் எழுத்து தேர்வு	B.Arch.,	www.nata.in
தேசிய ஃபேசன் தொழில்நுட்பக் கழகம் (National Institute of Fashion Technology)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Des., BFTech.,	www.nift.ac.in
இந்திய ஃபேசன் தொழில்நுட்பக் கழகம் (Indian Institute of Fashion Technology)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Sc., (ஃபேஷன் மற்றும் ஆடை வடிவமைப்பு)	www.iiftbangalore.com
வடிவமைப்பிற்கான தேசிய நுழைவுத் தேர்வு (National Entrance Exam for Design	எழுத்துத் தேர்வு	B.Des., (4 ஆண்டுகள்)	www.nid.edu
இந்திய விண்வெளி தொழில்நுட்ப நிறுவனம் (Indian Institute of Space Technology)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Tech., (வான் பயண மின்னணுவியல் / விண்வெளிப் பொறியியல்/ இயற் அறிவியல்)	www.iist.ac.in
சட்டப்படிப்பு சேர்க்கைக்கான பொது நுழைவுத் தேர்வு (Common Law Admission Test)	எழுத்துத் தேர்வு	ஒருங்கிணைந்த LLB (5 ஆண்டுகள்)	www.cbscneet.nic.in
தேசிய ஹோட்டல் நிர்வாகம் கேட்டரிங் தொழில்நுட்பக் கழகம் (National Council for Hotel Management Catering Technology Joint Entrance Exam)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Sc., (விருந்தோம்பல் மற்றும் ஹோட்டல் நிர்வாகம்)	www.nchm.nic.in
தேசிய பாதுகாப்பு அகாடமி மற்றும் கடற்படை அகாடமி (National Defence Academy and Naval Academy)	எழுத்துத் தேர்வு	ராணுவம் / கப்பற்படை / வமானப்படை ஆகியவற்றில் நுழைவதற்கான மூன்று ஆண்டுகள் பயிற்சி	www.nda.nic.in
அனைத்திந்திய கடற்படை சார்ந்த படிப்புகளுக்கான நுழைவுத் தேர்வு (All India Merchant Navy Entrance Test)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Tech., கடல்சார் பொறியியல் B.Sc., கடல்சார் அறிவியல் B.Tech., கடற்படை கட்டுமானம் மற்றும் கப்பல் கட்டுதல்	www.aim.net.co.in

Introduction Pages.indd 7 16-12-2022 19:00:54

பன்னிரெண்டாம் வகுப்பு முடித்தவர்களுக்கு மத்திய அரசால் வழங்கப்படும் பல்வேறு கல்வி உதவித் தொகை திட்டங்கள்

கல்வி உதவித் தொகை திட்டங்கள்	வழங்குபவர்கள்	விண்ணப்பம் அனுப்புவதற்குரிய மாதங்கள்
Central Sector Scheme of Scholarship for College and University Students	மத்திய மனிதவள மேம்பாட்டுத் துறை அமைச்சகம் (MHRD)	ஜுலை முதல் அக்டோபர் வரை
Kishore Vaigyanik Protsahan Yojana (KVPY)	இந்திய அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் துறை (DST)	ஜுன் முதல் ஆகஸ்டு வரை
Inspire Scholarship	இந்திய அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் துறை (DST)	அக்டோபர் முதல் டிசம்பர் வரை
ONGC scholarship (SC / ST மாணவர்களுக்கு மட்டும்)	இந்திய எண்ணெய் மற்றும் இயற்கை வாயு நிறுவனம் (ONGC)	ஜனவரி முதல் மார்ச் வரை
National Fellowship and Scholarship for Higher Education of ST Students	மத்திய பழங்குடியினர் நல அமைச்சகம்	ஜுலை முதல் அக்டோபர் வரை
MOMA scholarship (சிறுபான்மை மாணவர்களுக்கு மட்டும்)	மத்திய சிறுபான்மையினர் நல அமைச்சகம்	ஜுலை முதல் செப்டம்பர் வரை
Scholarships for Top Class Education for Students with Disabilities	மத்திய சமூக நல அமைச்சகம்	ஜுலை முதல் அக்டோபர் வரை
Saksham Scholarship (மாற்றுத் திறனாளி மாணவர்களுக்கு மட்டும்)	அனைத்திந்திய தொழில்நுட்பக் கல்விக் கழகம் (AICTE)	செப்டம்பர் முதல் நவம்பர் வரை
AICTE Pragati scholarship (பெண்களுக்கு மட்டும்)	அனைத்திந்திய தொழில்நுட்பக் கல்விக் கழகம் (AICTE)	செப்டம்பர் முதல் நவம்பர் வரை

Introduction Pages.indd 8 16-12-2022 19:00:55

பொருளடக்கம்

வேதியியல்

வ. எண்.	பாடத் தலைப்பு	ப. எண்.	மாதம்
1	உலோகவியல்	01	ஜூன்
2	p-தொகுதி தனிமங்கள்-I	29	ஜூன்
3	p-தொகுதி தனிமங்கள் - II	64	ஜூலை
4	இடைநிலை மற்றும் உள்இடைநிலைத் தனிமங்கள்	111	ஆகஸ்ட்
5	அணைவு வேதியியல்	146	அக்டோபர்
6	திட நிலைமை	195	ஜூன்
7	வேதிவினை வேகவியல்	227	ஜூலை
	விடைகள்	261	
	வேதியியல் செய்முறை	284	
	கலைச்சொற்கள்	309	

DH2YS

மின்னூல்

YJN96

மதிப்பீடு

Introduction Pages.indd 9 16-12-2022 19:00:55

Introduction Pages.indd 10 16-12-2022 19:00:55

அலகு
1

உலோகவியல்

ஹெரால்ட் ஜானன் தாமஸ் எலிங்கம்
(1897–1975)

இவர் எலிங்கம் வரைபடத்திற்காக அறியப்படும் ஒரு ஆங்கிலேய இயற் வேதியியல் அறிஞர். எலிங்கம் வரைபடமானது உலோக பிரித்தெடுத்தலோடுத் தொடர்புடைய பல்வேறு விவரங்களை தொகுத்துத் தருகிறது. மேலும், ஒரு தாதுவானது உலோகமாக ஒடுக்கப்படுவதற்கு சாதகமான வெப்ப இயக்கவியல் நிபந்தனைகளைத் தீர்மானிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. இவர் பல்வேறு உலோக ஆக்சைடுகளின் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையை ஆய்வு செய்து இவ்வரைபடத்தை உருவாக்கினார். கார்பன் மற்றும் கார்பன் மோனாக்சைடுகளைக் கொண்டு உலோக ஆக்சைடுகளை உலோகமாக ஒடுக்கும் செயல்முறையானது எலிங்கம் காலத்திற்கு முன்னரே நடைமுறையில் இருந்தது. எனினும் இவரது ஆய்வுகள் அதனை அறிவியல் பூர்வமாக விளக்கின.

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்,

* தாதுக்களை அடர்பிக்கப் பயன்படும் பல்வேறு முறைகளை விவரித்தல்.
* பண்படா உலோகத்தைப் பிரித்தெடுப்பதில் உள்ள பல்வேறு முறைகளை விளக்குதல்.
* உலோகவியல் செயல்முறைகளுக்கு வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்துதல்.
* எலிங்கம் வரைபடத்தைப் பயன்படுத்தி ஒடுக்கச் செயல்முறைகளுக்கு சாதகமான நிபந்தனைகளைத் தீர்மானித்தல்.
* உலோகவியலின் மின்வேதித் தத்துவங்களை விவரித்தல்.
* மின்வேதித் தத்துவங்களை உலோகப் பிரித்தெடுத்தலுக்குப் பயன்படுத்துதல்.
* மின்னாற் தூய்மையாக்கும் செயல்முறைகளில், மின்முனைகளில் நிகழும் வினைகளை விளக்குதல்.
* Al, Zn, Fe, Cu மற்றும் Au ஆகியனவற்றின் பயன்களைப் பட்டியலிடுதல்.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 1 22-12-2022 12:48:23

அறிமுகம்

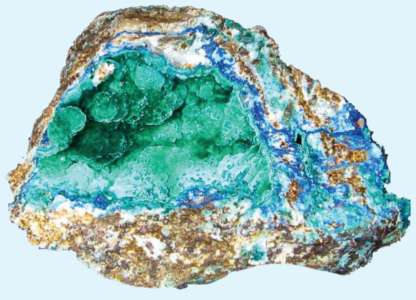
உலோகங்களின் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தோடுத் தொடர்புடையது உலோகவியல் ஆகும். இயற்கையில், வெகு சில உலோகங்களே அவைகளின் தனிம நிலையில் கிடைக்கின்றன. பிற அனைத்து உலோகங்களும் பிணைந்த நிலையில் அவைகளின் ஆக்சைடுகள், சல்பைடுகள், சிலிகேட்கள் போன்றவைகளாகக் காணப்படுகின்றன. இயற்கை வளங்களிலிருந்து தூய்மையான உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் செயல்முறையானது மனித நாகரிக வளர்ச்சியின் வரலாற்றோடுத் தொடர்புடையது. பழங்கால மக்கள் தங்கள் சுற்றுச்சூழலில் கிடைத்த உலோகங்கள், நெருப்பு முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தி வந்தனர். புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்பட்ட உலோகங்களை மட்டுமே அவர்கள் அறிந்திருந்தனர். பல ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாக மேம்படுத்தப்பட்ட உலோகவியல் தொழிற்நுட்ப வளர்ச்சியின் விளைவாக இன்றைய நவீன உலகில் நாம் நமது அன்றாட வாழ்வில் பல்வேறு உலோகங்களைப் பயன்படுத்தி வருகிறோம். மேலும் சில குறிப்பிட்ட பயன்பாடுகளுக்காக நமக்கு தேவைப்படும் பொருட்களை உருவாக்க முனைந்ததன் காரணமாக பல உலோக கலவைகளும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இன்றைய காலகட்டத்தில், வீணாகும் மாசுக்களைத் தவிர்த்து அதிக ஆற்றல் திறன்மிக்க சுற்றுசூழலுக்கு ஏற்ற நவீன உலோகவியல் செயல்முறைகளை வடிவமைப்பது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். உலோகவியலில் ஏற்படும் இத்தகைய முன்னேற்றங்கள் நவீன உலகில் பொருளாதார மற்றும் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிக்கு வித்திடுகின்றன. இப்பாடப்பகுதியில் உலோகங்களை பிரித்தெடுத்தலில் உள்ள பல்வேறு படிநிலைகள் மற்றும் அச்செயல்முறைகளின் வேதித் தத்துவங்களைக் கற்றறிய உள்ளோம்.

1.1 உலோகங்கள் கிடைக்கப் பெறுதல்

பொதுவாக, தூய உலோகங்கள் பளபளப்புத் தன்மை, எளிதில் தகடாக மாற்ற இயலும் தன்மை போன்ற பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. எனினும், இயற்கையில் காணப்படும் பெரும்பாலான தனிமங்கள் மாறுபட்ட பண்புகளுடன் சேர்மங்களாகக் கிடைக்கின்றன. தாமிரம், சில்வர், தங்கம் மற்றும் பிளாட்டினம் போன்ற மிகக் குறைவான வேதி வினைத்திறனுடைய உலோகங்கள் குறிப்பிடத் தக்க அளவில் அவைகளின் தனிம நிலையிலேயே இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. கார உலோகங்களைப் போன்ற வினைத்திறன் அதிகம் உள்ள உலோகங்கள் பிணைந்த நிலையிலேயே இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. இவைகள் தகுந்த உலோகவியல் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்திப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

1.1.1 கனிமம் மற்றும் தாது

இயற்கையில் காணப்படும் அகழ்ந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு பொருளானது ஒரு உலோகத்தை அதன் தனித்த நிலையிலேயோ அல்லது அதன் ஆக்சைடு, சல்பைடு போன்ற சேர்ம நிலைகளிலோ கொண்டிருப்பின் அந்தப் பொருள் கனிமம் எனப்படும். பெரும்பாலான கனிமங்களில் தேவைப்படும் உலோகம் மிகக் குறைந்த அளவே காணப்படுகிறது. ஆனால், சில கனிமங்களில் குறிப்பிடத் தகுந்த சதவீதத்தில் உலோகங்களைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக இரும்பானது 800 க்கும் மேற்பட்ட கனிமங்களில் காணப்படுகிறது. எனினும் இரும்பு பிரித்தெடுத்தலுக்கு வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஹேமடைட், மேக்னடைட் போன்றவை அதிகச் சதவீதத்தில் இரும்பினைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வாறு அதிக சதவீதத்தில் உலோகத்தினைப் பெற்றுள்ள கனிமங்களிலிருந்து எளிதாகவும்,



மாலகைட் – தாமிர தாது

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 2 22-12-2022 12:48:23

பொருளாதார ரீதியாக சிக்கனமாகவும், உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்க இயலுமாயின் அத்தகைய கனிமங்கள் தாதுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எனவே அனைத்துத் தாதுக்களும் கனிமங்களாகும். ஆனால் அனைத்துக் கனிமங்களும் தாதுக்கள் அல்ல. மேலும் ஒரு எடுத்துக்காட்டாக, பாக்சைட் மற்றும் சைனாக்களி $(Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O)$ ஆகியனவற்றைக் கருதுவோம். இவை இரண்டுமே அலுமினியத்தைக் கொண்டுள்ள கனிமங்களாகும். எனினும், வணிக ரீதியாக அலுமினியத்தை பாக்சைட்டிலிருந்து பிரித்தெடுக்க இயலும். ஆனால் சைனாக்களியிலிருந்து இலாபகரமாகப் பிரித்தெடுக்க இயலாது. எனவே பாக்சைடுக் கனிமமானது அலுமினியத்தின் ஒரு முக்கியத் தாதுவாகும். ஆனால் சைனாக்களி ஒரு தாது அல்ல.

ஒரு தேவைப்படும் உலோகத்தினை அதன் தாதுவிலிருந்துப் பிரித்தெடுத்தலானது பின்வரும் உலோகவியல் செயல்முறைகளை உள்ளடக்கியது.

(i) தாதுக்களை அடர்பித்தல்

(ii) பண்படா உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

(iii) பண்படா உலோகத்தைத் தூய்மையாக்கல்

அட்டவணை 1.1 சில உலோகங்கள் மற்றும் அவைகளின் பொதுவான தாதுக்கள்

உலோகம்	தாது	இயைபு	உலோகம்	தாது	இயைபு
அலுமினியம்	பாக்சைட்	$Al_2O_3.nH_2O$	துத்தநாகம் Zinc	ஜிங் பிளன்ட் அல்லது ஸ்பேலிரைட்	ZnS
	டையாஸ்போர்	$Al_2O_3.H_2O$		காலமைன்	$ZnCO_3$
	கயோலினைட்	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$		ஜிங்கைட்	ZnO
இரும்பு	ஹேமடைட்	Fe_2O_3	காரீயம் (லெட்)	கலீனா	PbS
	மேக்னடைட்	Fe_3O_4		ஆங்லசைட்	$PbSO_4$
	சிடிரைட்	$FeCO_3$		செருசைட்	$PbCO_3$
	இரும்புபைரைட்	FeS_2	வெள்ளீயம் (டின்)	காசிட்டரைட் (வெள்ளீயக்கல்)	SnO_2
	லிமோனைட்	$Fe_2O_3.3H_2O$	வெள்ளி (சில்வர்)	சில்வர் கிளான்ஸ் (அர்ஜென்டைட்)	Ag_2S
காப்பர்	காப்பர் பைரைட்	$CuFeS_2$		பைரார்ஜிரைட் (ரூபி சில்வர்)	Ag_3SbS_3
	காப்பர் கிளான்ஸ்	Cu_2S		குளோரார்ஜிரைட் (Horn Silver)	$AgCl$
	குப்ரைட்	Cu_2O		ஸ்டீபினைட்	Ag_5SbS_4
	மாலகைட்	$CuCO_3.Cu(OH)_2$		ப்ரௌசிடைட்	Ag_3AsS_3
	அசுரைட்	$2CuCO_3.Cu(OH)_2$			

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 3 22-12-2022 12:48:23

1.2 தாதுக்களை அடர்பித்தல்

பொதுவாக, தாதுக்களுடன் உலோகத் தன்மையற்ற மாசுகள் பாறைப் பொருட்கள் மற்றும் மண் மாசுகள் போன்றவை இரண்டறக் கலந்துக் காணப்படும். இத்தகைய மாசுகள் அனைத்தும் சேர்த்துக் கனிமக் கழிவு (gangue) என அழைக்கப்படுகிறது. உலோகவியல் செயல்முறையின் முதல் படி நிலையானது இத்தகைய மாசுக்களை நீக்குவதாகும். இச்செயல்முறையானது தாதுக்களை அடர்பித்தல் என அழைக்கப்படுகிறது. தாதுவில் காணப்படும் தேவைப்படும் உலோகம் அல்லது அவற்றின் சேர்மத்தின் செறிவு இச்செயல்முறையால் அதிகரிக்கப்படுகிறது. அடர்பித்தலுக்கு பல்வேறு முறைகள் நடைமுறையில் உள்ளன. எனினும் தாதுக்களின் தன்மை, அதில் கலந்துள்ள மாசுகளின் வகை மற்றும் சுற்றுச்சூழல் காரணிகளைப் பொறுத்து அடர்பிக்கும் முறை தீர்மானிக்கப்படுகிறது. தாதுக்களை அடர்பிக்கப் பயன்படும் சில பொதுவான முறைகள் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

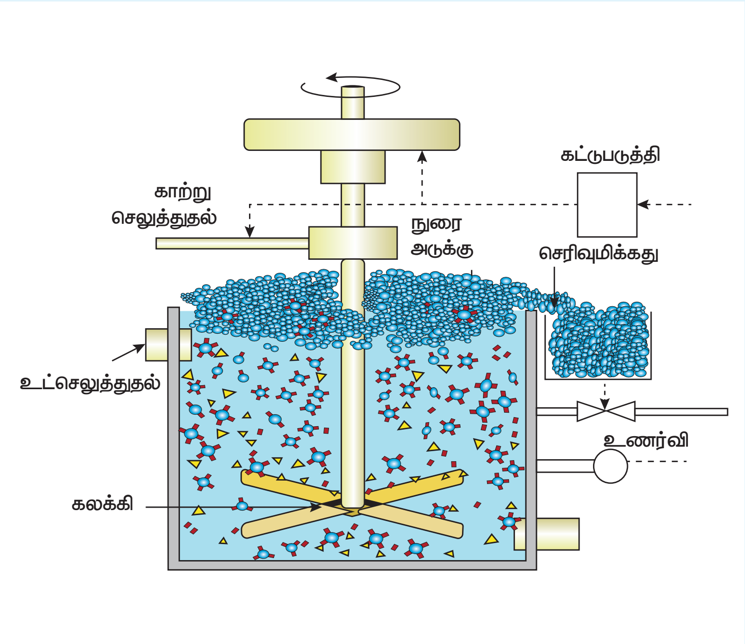
1.2.1 புவி ஈர்ப்பு முறை அல்லது ஓடும் நீரில் கழுவுதல்

இம்முறையில் தாதுக்களை ஓடும் நீரில் கழுவுதல் மூலம் அதிக புவி ஈர்ப்புத் தன்மையுடைய தாதுவானது குறைவான புவி ஈர்ப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ள கனிமக் கழிவுகளிலிருந்து நீக்கப்படுகிறது. நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட தாதுவானது மிக விரைவாக ஓடிக்கொண்டிருக்கும் நீரில் சேர்க்கப்படுகிறது. இச்செயல்முறையில் இலேசான கனிம கழிவுகள் ஓடும் நீரால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இம்முறையானது பொதுவாக தங்கம் போன்ற தனிம நிலையில் கிடைக்கும் தாதுக்களுக்கும், ஹேமடைட் (Fe_2O_3) மற்றும் வெள்ளீயக்கல் (SnO_2) போன்ற ஆக்சைடு தாதுக்களையும் அடர்பிக்க பொதுவாகப் பயன்படுத்தபடுகிறது.

1.2.2 நுரை மிதப்பு முறை

கலீனா (PbS), ஜிங்க் பிளன்ட் (ZnS) போன்ற சல்பைடு தாதுக்களை அடர்பிக்க இம்முறை பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறையில் கனிமக் கழிவுகளை விட உலோகத் தாதுத் துகள்கள் எண்ணெயில் அதிக அளவில் நனைவதால் அவைகளைக் கனிமக் கழிவுகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்க இயலும்.

இம்முறையில் நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட தாது நீரில் மூழ்கச் செய்யப்படுகிறது. இதனுடன் பைன் எண்ணெய், யூக்கலிப்டஸ் எண்ணெய் போன்ற நுரை உருவாக்கும் காரணிகள் கலக்கப்படுகின்றன. சேகரிப்பானாக செயல்படும் சோடியம் ஈத்தைல்சாந்தேட் சிறிதளவு சேர்க்கப்படுகிறது. இக்கலவையின் வழியே காற்று செலுத்தப்பட்டு நுரை உருவாக்கப்படுகிறது. சேகரிக்கும் மூலக்கூறுகள் தாதுக் துகள்களுடன் இணைந்து அவைகளை நீர் விலக்கும் தன்மையுடையதாக்குகிறது. இதன் விளைவாக தாதுத் துகள்கள்



படம் 1.1 நுரை மிதப்பு முறை

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 4 22-12-2022 12:48:24

எண்ணெயில் நன்கு நனைந்து, நுரையுடன் சேர்ந்து புறப்பரப்பை அடைகின்றன. இந்த நுரையானது வழித்தெடுக்கப்பட்டு பின் உலர்த்தப்பட்டு செறிவான தாது பெறப்படுகிறது. நீரில் நனையும் கனிமக் கழிவுத் துகள்கள் அடிப்பகுதியில் தங்கிவருகின்றன.

பிரித்தெடுக்க விரும்பும் ஒரு உலோகத்தின் சல்பைடு தாதுவானது மற்ற பிற உலோக சல்பைடுகளை மாசுகளாகக் கொண்டிருப்பின், சோடியம் சயனைடு, சோடியம் கார்பனேட் போன்ற குறைக்கும் காரணிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவைகள் மற்ற பிற உலோக சல்பைடுகள் எண்ணெயில் நனைந்து நுரைத்து வருவதைத் தடுக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ZnS போன்ற மாசுகள் கலீனாவில் (PbS) காணப்படின் குறைக்கும் காரணியான சோடியம் சயனைடு (NaCN) சேர்க்கப்படும் போது அது $Na_2[Zn(CN)_4]$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்தை ஜிங் சல்பைடின் புறப்பரப்பில் ஏற்படுத்துவதால் அதன் நுரைக்கும் தன்மை குறைக்கப்படுகிறது.

1.2.3 வேதிக் கழுவுதல்

தகுந்த கரைப்பானில் ஒரு தாதுவின் கரையும் தன்மை மற்றும் நீர்க் கரைசலில் அதன் வேதி வினைபுரியும் தன்மை ஆகியனவற்றின் அடிப்படையில் இம்முறை அமைந்துள்ளது. இம்முறையில் நன்கு தூள் செய்யப்பட்டத் தாதுவானது தகுந்த கரைப்பானில் கரைக்கப்படுகிறது. தாதுவில் காணப்படும் உலோகமானது அதன் கரையும் உப்பாக அல்லது அணைவுச் சேர்மமாக மாற்றப்படுகிறது. அதேநேரத்தில் கனிமக் கழிவுகள் கரையாமல் கரைசலில் அப்படியே தங்குகின்றன. பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் வேதிக் கழுவுதல் முறையினை விளக்கலாம்.

சயனைடு வேதிக் கழுவுதல்

தங்கத் தாதுவை அடர்பித்தலை எடுத்துக்காட்டாகக் கருதுவோம். தங்கத்தின் நன்கு தூள் செய்யப்பட்டத் தாதுவானது நீர்த்த சோடியம் சயனைடு கரைசலுடன் சேர்த்து காற்றினைச் செலுத்தி கழுவப்படுகிறது. தங்கமானது கரையக்கூடிய சயனைடு அணைவாக மாறுகிறது. அலுமினோ சிலிக்கேட் கனிமக் கழிவு கரையாமல் அப்படியே தங்குகிறது.

$$4Au\ (s) + 8CN^-\ (aq) + O_2\ (g) + 2H_2O\ (l) \longrightarrow 4[Au(CN)_2]^-\ (aq) + 4OH^-(aq)$$

அணைவினை ஒடுக்குவதின் மூலம் தேவைப்படும் உலோகத்தினைப் பெறுதல்

ஆக்சிஜன் நீக்கப்பட்ட கழுவிய கரைசலைத் துத்தநாகத்துடன் வினைப்படுத்தி தங்கம் பெறப்படுகிறது. இம்முறையில் தங்கம் அதன் தனிம நிலைக்கு (பூஜ்ய ஆக்சிஜனேற்ற நிலைக்கு) ஒடுக்கப்படுகிறது. இச்செயல்முறை தனிம நிலைக்கு ஒடுக்கி வீழ்படிவாக்கல் (cementation) என அழைக்கப்படுகிறது.

$$Zn\ (s) + 2[Au(CN)_2]^-\ (aq) \longrightarrow [Zn(CN)_4]^{-2}(aq) + 2Au\ (s)$$

அம்மோனியா வேதிக்கழுவுதல்

நிக்கல், காப்பர் மற்றும் கோபால்ட் ஆகிய தனிமங்களைக் கொண்டுள்ள தாதுவை நன்குத் தூளாக்கி அதனை நீர்ம அம்மோனியாவுடன் தகுந்த அழுத்தத்தில் வினைப்படுத்தும் போது அம்மோனியாவானது மேற்கண்டுள்ள உலோகங்களை மட்டும் அவைகளின் கரையும் அணைவுச் சேர்மங்களான $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ மற்றும் $[Co(NH_3)_5H_2O]^{3+}$ ஆகியனவாக மாற்றுகிறது. இதனால் தாதுவிலிருந்து இந்த உலோகங்கள் கழுவி நீக்கப்படுகின்றன. இரும்பு (III) ஆக்சைடு / ஹைட்ராக்சைடு மற்றும் அலுமினோசிலிக்கேட் ஆகிய கனிமக் கழிவுகள் கரையாமல் தங்குகின்றன.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 5 22-12-2022 12:48:25

கார வேதிக் கழுவுதல்

இம்முறையில், தாதுவினை நீர்ம காரங்களுடன் வினைபடுத்தும் போது கரையும் அணைவுச் சேர்மம் உருவாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, அலுமினியத்தின் முக்கியத் தாதுவான பாக்சைட்டை சோடியம் ஹைட்ராசைடு அல்லது சோடியம் கார்பனேட் கரைசலுடன் சேர்த்து 35 atm அழுத்தத்தில் 470 – 520K வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தும் போது கரையும் தன்மையுடைய சோடியம் மெட்டா அலுமினேட் உருவாகிறது. மேலும் மாசுக்களான இரும்பு ஆக்சைடு மற்றும் டைட்டேனியம் ஆக்சைடுகள் கரையாமல் தங்கி விடுகின்றன.

$$Al_2O_3\,(s) + 2NaOH\,(aq) + 3H_2O\,(l) \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4]\,(aq)$$

சூடான கரைசல் வடிகட்டப்பட்டு, குளிர்விக்கப்பட்டு நீர்க்கச் செய்யப்படுகிறது. இக்கரைசல் வழியே CO_2 வாயு செலுத்தப்பட்டு நடுநிலையாக்கப்படுவதன் மூலம் நீரேற்றமடைந்த Al_2O_3 வீழ்படிவு உருவாகிறது.

$$2Na[Al(OH)_4]\,(aq) + 2CO_2\,(g) \longrightarrow Al_2O_3.3H_2O\,(s) + 2NaHCO_3\,(aq)$$

வீழ்படிவானது வடிகட்டப்பட்டு சுமார் 1670K வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தும் போது தூய அலுமினா Al_2O_3 பெறப்படுகிறது.

அமில வேதிக் கழுவுதல்

ZnS, PbS போன்ற சல்பைடு தாதுக்களை சூடான நீர்ம கந்தக அமிலத்துடன் வினைபடுத்தும் போது ZnS, PbS போன்ற சல்பைடு தாதுக்கள் கழுவி வெளியேற்றப்படுகின்றன.

$$2ZnS\,(s) + 2H_2SO_4\,(aq) + O_2(g) \longrightarrow 2ZnSO_4\,(aq) + 2S\,(s) + 2H_2O$$

இச்செயல்முறையில், கரையாத சல்பைடு தாதுவானது கரையும் சல்பேட்டாகவும், உலோக சல்பராகவும் மாற்றமடைகிறது.

தன் மதிப்பீடு

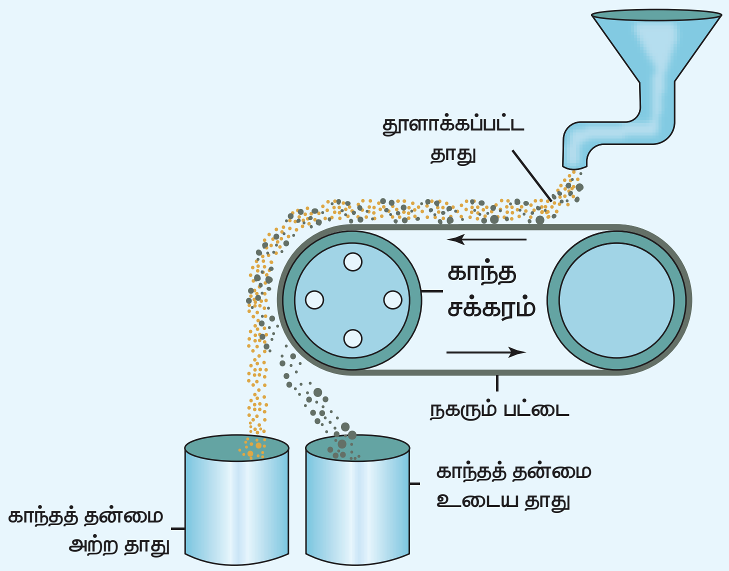
சில்வரை சோடியம் சயனைடு கொண்டு வேதிக் கழுவும் செயல்முறைக்கான சமன்பாட்டினைத் தருக. இந்த வேதிக் கழுவு முறை ஒரு ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை எனக்காட்டுக.

1.2.4 காந்தப் பிரிப்பு முறை

பெர்ரோ காந்தத் தன்மையுடைய தாதுக்களை அடர்பிக்க இம்முறை பயன்படுகிறது. இம்முறையானது, தாது மற்றும் மாசுக்களின் காந்தப் பண்புகளில் காணப்படும் வேறுபாட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்டது. எடுத்துக்காட்டாக உல்ப்ரமைட் மாசுவிலிருந்து வெள்ளீயக்கல் தாதுவை பிரித்தெடுக்கலாம். இதில் மாசு உல்ப்ரமைட் ஆனது காந்தத் தன்மை உடையது. இதைப் போலவே குரோமைட், பைரோலுசைட் போன்ற காந்தப் பண்புடைய தாதுக்களை காந்தப் பண்பற்ற மண்வகை மாசுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம். நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட தாதுவானது மின்காந்த பிரிப்பான் மீது விழுமாறு செய்யப்படுகிறது. மின்காந்த பிரிப்பு அமைப்பில் இரு சுழல் சக்கரங்களின் வழியே ஒரு பட்டை இயங்குகிறது. சக்கரங்களில் ஒன்று காந்தத் தன்மை உடையது. தாதுவானது நகரும் பட்டை வழியே காந்தத் தன்மை உடைய சுழல் சக்கரத்தை அடையும் போது, தாதுவில் உள்ள காந்தத் தன்மை உடைய பகுதிப் பொருட்கள் காந்தப்புலத்தால் ஈர்க்கப்பட்டு படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சக்கரத்திற்கு

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 6 22-12-2022 12:48:25

அருகில் குவியலாக விழுகின்றன. காந்தத் தன்மையற்ற தாதுவின் பிற பகுதிகள் சுழல் சக்கரத்திற்கு அப்பால் விழுகிறது.



படம் 1.2 காந்தப் பிரிப்பு முறை

1.3 பண்படா உலோகத்தை பிரித்தெடுத்தல்

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவிலிருந்து, பண்படா உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுத்தலில் பின்வரும் இரு படி நிலைகள் உள்ளன. அவையாவன:

i. தாதுவை, தேவைப்படும் உலோகத்தின் ஆக்சைடாக மாற்றுதல்

ii. உலோக ஆக்சைடை தனிம உலோகமாக ஒடுக்குதல்.

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவில், உலோகமானது நேர் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படுகிறது. எனவே இதனை தனிமநிலைக்கு ஒடுக்கமடையச் செய்ய வேண்டும். வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்களின் அடிப்படையில் மற்ற உலோக சேர்மங்களுடன் ஒப்பிடும் போது, உலோக ஆக்சைடுகளை ஒடுக்குதல் எளிதானது என நம்மால் அறிந்துகொள்ள முடியும். எனவே ஒடுக்கமடையச் செய்யும் முன்னர் தாதுவானது தேவைப்படும் உலோகத்தின் ஆக்சைடாக முதலில் மாற்றப்படுகிறது.

அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவை தேவைப்படும் உலோகத்தின் ஆக்சைடாக மாற்ற பயன்படுத்தப்படும் சில பொதுவான முறைகளை நாம் விவாதிப்போம்.

1.3.1 தாதுக்களை ஆக்சைடுகளாக மாற்றுதல்

வறுத்தல்

சல்பைடு தாதுக்களை ஆக்சைடுகளாக மாற்ற பயன்படும் வழக்கமானதொரு முறை வறுத்தல் செயல்முறை ஆகும். இம்முறையில் அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவானது தகுந்த உலையில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு உலோகத்தின் உருகுநிலையை விட குறைவான வெப்பநிலையில் அதிக அளவு ஆக்சிஜன் செலுத்தப்பட்டு ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யப்படுகிறது.

$$2PbS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2PbO + 2SO_2\uparrow$$

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2\uparrow$$

$$2Cu_2S + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Cu_2O + 2SO_2\uparrow$$

வறுத்தலினால் ஆர்சனிக், சல்பர், பாஸ்பரஸ் போன்றவை அவைகளின் எளிதில் ஆவியாகும் ஆக்ஸைடுகளாக மாற்றப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக

$$4As + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2As_2O_3\uparrow$$

$$S_8 + 8O_2 \xrightarrow{\Delta} 8SO_2\uparrow$$

$$P_4 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} P_4O_{10}\uparrow$$

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

வறுத்தலின் போது உருவாகும் சல்பர்டைஆக்சைடானது சுற்றுச்சூழலுக்கு உகந்ததன்று. நவீன உலோகவியல் தொழிற்சாலைகளில், இந்த துணை விளைபொருள் சேர்க்கப்பட்டு கந்தக அமிலமாக மாற்றப்படுவதன் மூலம் காற்று மாசுபடுதல் தவிர்க்கப்படுகிறது.

காற்றில்லாச் சூழலில் வறுத்தல்

இம்முறையில் காற்றில்லா சூழலில், அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவானது வன்மையாக வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இந்நிகழ்வின் போது, நீரேற்றம் பெற்ற ஹைட்ராக்சைடுகளில் காணப்படும் படிக நீரானது ஆவியாக வெளியேறுகிறது. கரிம சேர்மங்கள் ஏதேனும் இருப்பின் அவைகளும் வெளியேறுகின்றன. இதன் விளைவாக நுண்துளைகள் கொண்ட தாது கிடைகிறது. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அளவிலான காற்றினை செலுத்தியும் இம்முறையில் தாதுக்களை வறுக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக,

கார்பனேட் தாதுக்களை காற்றில்லாச் சூழலில் வறுக்கும் போது கார்பன் டை ஆக்சைடு வெளியேறுகிறது.

$$PbCO_3 \xrightarrow{\Delta} PbO + CO_2\uparrow$$

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2\uparrow$$

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\Delta} ZnO + CO_2\uparrow$$

$$MgCO_3.CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} MgO + CaO + 2CO_2\uparrow$$

படிக நீரைக் கொண்டுள்ள, தாதுக்களிலிருந்து நீரானது நீராவியாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

$$Fe_2O_3.3H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3\,(s) + 3H_2O\,(g)\uparrow$$

$$Al_2O_3.2H_2O \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3\,(s) + 2H_2O\,(g)\uparrow$$

தன்மதிப்பீடு

மேக்னசைட்டை (மெக்னீசியம் கார்பனேட்) காற்றில்லாச் சூழலில் வறுக்கும் போது மெக்னீசியா பெறப்படுகிறது. இந்நேர்வில் சிதைவடையும் வினைக்கான சமன்பாட்டினைத் தருக.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 8 22-12-2022 12:48:26

1.3.2 உலோக ஆக்ஸைடுகளை ஒடுக்குதல்

கார்பன், கார்பன்மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன், அலுமினியம் மற்றும் இதர வினைத்திறன் மிக்க உலோகங்களான சோடியம் போன்ற ஒடுக்கும் காரணிகளைக் கொண்டு உலோக ஆக்ஸைடுகளை உலோகமாக ஒடுக்கலாம். உலோகத்தின் இயல்பினைப் பொறுத்து, ஒடுக்கும் காரணி தெரிவு செய்யப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக சோடியம், பொட்டாசியம், அலுமினியம் போன்ற அதிக வினைத்திறன் உடைய உலோகங்களுக்கு கார்பனை ஒடுக்கும் காரணியாகப் பயன்படுத்த இயலாது. இதைப்போலவே ZnO, Al_2O_3 போன்ற ஆக்ஸைடுகளை ஒடுக்க CO வை பயன்படுத்த இயலாது.

இப்பாடப்பகுதியின் இறுதியில் எலிங்கம் வரைபடத்தினைப் பயன்படுத்தி தகுந்த ஒடுக்கும் காரணிகளை தெரிவு செய்வது பற்றி கற்றறிய உள்ளோம்.

உருக்குதல்

இம்முறையில், கனிமக் கழிவுடன் சேர்ந்து எளிதில் உருகும் கசடினை உருவாக்கக்கூடிய வேதிச் சேர்மமான இளக்கி மற்றும் கார்பன், கார்பன் மோனாக்ஸைடு (அல்லது) அலுமினியம் போன்ற தகுந்த ஒடுக்கும் காரணிகள் அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவுடன் சேர்த்து உருக்கப்படுகிறது. உலோகத்தின் உருகுநிலையை விட அதிக வெப்பநிலையில், மேற்கண்டுள்ள கலவையானது ஒரு உருக்கு உலையில் உருக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக இரும்பு ஆக்சைடானது கார்பன் மோனாக்சைடால் பின்வருமாறு ஒடுக்கப்படுகிறது.

$$Fe_2O_3\,(s) + 3CO\,(g) \longrightarrow 2Fe\,(s) + 3CO_2\,(g)\uparrow$$

மேற்கண்டுள்ள பிரித்தெடுத்தலில், ஒரு காரத்தன்மை உடைய இளக்கியான சுட்ட சுண்ணாம்பு (CaO) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்தாதுவில் காணப்படும் சிலிக்கா கனிமக் கழிவானது அமிலத் தன்மையை பெற்றிருப்பதால், சுட்ட சுண்ணாம்பு அதனுடன் இணைந்து கால்சியம் சிலிக்கேட் எனும் கனிமக் கசடினைத் தருகிறது.

$$\underset{\text{இளக்கி}}{CaO\,(s)} + \underset{\text{கனிமக்கழிவு}}{SiO_2\,(s)} \longrightarrow \underset{\text{கனிமக்கசடு}}{CaSiO_3\,(s)}$$

காப்பர் பைரைட்டிலிருந்து காப்பரை பிரித்தெடுக்கும் செயல்முறையில் அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவானது, அமிலத் தன்மையுடைய இளக்கியான சிலிகாவுடன் கலக்கப்பட்டு எதிர் அனல் உலையில் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. உருக்குதலால் உருவாகும் பெர்ரஸ் ஆக்சைடானது காரத்தன்மையினைப் பெற்றிருப்பதால் அது சிலிக்காவுடன் இணைந்து பெர்ரஸ் சிலிக்கேட் கனிமக் கழிவினைத் தருகிறது. எஞ்சியுள்ள உலோக சல்பைடுகளான Cu_2S மற்றும் FeS ஆகியன ஒன்றில் ஒன்று கரைவதால் காப்பர் மட்டி உருவாகிறது.

$$2CuFeS_2\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2FeS\,(l) + Cu_2S\,(l) + SO_2\,(g)$$

$$2FeS\,(l) + 3O_2\,(g) \longrightarrow 2FeO\,(l) + 2SO_2\,(g)$$

$$\underset{\text{கனிமக்கழிவு}}{FeO\,(s)} + \underset{\text{இளக்கி}}{SiO_2\,(s)} \longrightarrow \underset{\text{கனிமக்கசடு}}{FeSiO_3\,(s)}$$

கனிமக் கழிவிலிருந்து காப்பர் மட்டி பிரித்தெடுக்கப்பட்டு மாற்று உலையில் இடப்படுகிறது. மாற்ற வினைகளின் போது மட்டியில் காணப்படும் FeS முதலில் FeO ஆக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. சிலிக்காவை பயன்படுத்தி கனிமக் கழிவாக மாற்றப்பட்டு இது நீக்கப்படுகிறது. எஞ்சியுள்ள காப்பர் சல்பைடானது மேலும் ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டு அதன் ஆக்சைடாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் இது உலோக காப்பராக கீழ்க்கண்டுள்ளவாறு மாற்றப்படுகிறது.

$$2Cu_2S\ (l,s) + 3O_2\ (g) \longrightarrow 2Cu_2O\ (l,s) + 2SO_2\ (g)$$

$$2Cu_2O\ (l) + Cu_2S\ (l) \longrightarrow 6Cu\ (l) + SO_2\ (g)$$

உலோக காப்பரானது திண்மமாக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து SO_2 வாயு வெளியேறுவதால் அதன் தோற்ற அமைப்பில் கொப்புளங்கள் போல் காணப்படுகிறது. இந்த காப்பரானது கொப்புளக் காப்பர் (blistered copper) என அழைக்கப்படுகிறது.

கார்பனைக் கொண்டு ஒடுக்குதல்

இம்முறையில் உலோகத்தின் ஆக்சைடு தாதுவானது கரியுடன் நன்கு கலக்கப்பட்டு, வழக்கமாக ஊது உலையில் வன்மையாக வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. ஒடுக்க வெப்பநிலையில் கார்பனுடன் சேர்ந்து உலோக கார்பைடுகளை உருவாக்காத உலோகங்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக

$$ZnO\ (s) + C\ (s) \longrightarrow Zn\ (s) + CO\ (g)\uparrow$$

$$Mn_3O_4\ (s) + 4C\ (s) \longrightarrow 3Mn\ (s) + 4CO\ (g)\uparrow$$

$$Cr_2O_3\ (s) + 3C\ (s) \longrightarrow 2Cr\ (s) + 3CO\ (g)\uparrow$$

ஹைட்ரஜனைக் கொண்டு ஒடுக்குதல்

Fe, Pb, Cu போன்ற ஹைட்ரஜனைக்காட்டிலும் குறைவான எலக்ரோ நேர்மின் தன்மை உடைய உலோக ஆக்ஸைடுகளுக்கு இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$Ag_2O\ (s) + H_2\ (g) \longrightarrow 2Ag\ (s) + H_2O\ (l)$$

$$Fe_3O_4\ (s) + 4H_2\ (g) \longrightarrow 3Fe\ (s) + 4H_2O\ (l)$$

நீர் வாயுவைக் (கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் கலவை) கொண்டு நிக்கல் ஆக்சைடு ஒடுக்கப்படுகிறது.

$$2NiO\ (s) + CO\ (g) + H_2\ (g) \longrightarrow 2Ni\ (s) + CO_2\ (g) + H_2O\ (l)$$

உலோகத்தைப் பயன்படுத்தி ஒடுக்குதல்

Cr_2O_3 போன்ற உலோக ஆக்சைடுகளை அலுமினோ வெப்ப ஒடுக்க முறையினைப் பயன்படுத்தி ஒடுக்கலாம். இம்முறையில் உலோக ஆக்சைடானது அலுமினியத் தூளுடன் கலக்கப்பட்டு, சுட்டக் களிமண்ணால் ஆன புடக்கலனில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. எரியூட்டும் செயல்முறையை துவக்கி வைக்க எரியூட்டுக் கலவையாக மெக்னீசியம் மற்றும் பேரியம் பெர்ராக்ஸைடு கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$BaO_2 + Mg \longrightarrow BaO + MgO$$

மேற்கண்டுள்ள வினை நிகழும் போது, அதிக அளவு வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது. (2400^0C அளவில் வெப்பநிலை மற்றும் 852 KJ mol^{-1} வினை என்தால்பி) இதன் விளைவாக அலுமினியத்தூளால் Cr_2O_3 ஒடுக்கமடைதல் நிகழ்கிறது.

$$Cr_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\Delta} 2Cr + Al_2O_3$$

சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம் போன்ற வினைத்திறன் மிக்க உலோகங்களும், உலோக ஆக்சைடுகளை உலோகமாக ஒடுக்கப் பயன்படுகிறது.

$$B_2O_3 + 6Na \longrightarrow 2B + 3Na_2O$$

$$Rb_2O_3 + 3Mg \longrightarrow 2Rb + 3MgO$$

$$TiO_2 + 2Mg \longrightarrow Ti + 2MgO$$

$$ThO_2 + 2Ca \xrightarrow{1250\ K} Th + 2CaO$$

சுய ஒடுக்கம்

சில தாதுக்களை சாதாரணமாக வறுக்கும் போது அவை பண்படா உலோகத்தைத் தருகின்றன. இத்தகைய நேர்வுகளில் தனியே ஒடுக்கும் காரணி தேவையில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, சின்னபார் (HgS) தாதுவை வறுக்கும் போது மெர்குரி கிடைக்கிறது.

$$HgS\ (s) + O_2\ (g) \longrightarrow Hg\ (l) + SO_2 \uparrow$$

1.4 உலோகவியலின் வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்கள்

உலோக ஆக்சைடுகளிலிருந்து, வெவ்வேறு ஒடுக்கும் காரணிகளைப் பயன்படுத்தி உலோகங்களை பிரித்தெடுக்கலாம் என நாம் கற்றோம். எடுத்துக்காட்டாக M_xO_y உலோக ஆக்சைடின் ஒடுக்கும் வினையைக் கருதுக.

$$\tfrac{2}{y}M_xO_y\ (s) \longrightarrow \tfrac{2x}{y}M\ (s) + O_2\ (g) \text{ ------ } (1)$$

மேற்கண்டுள்ள ஒடுக்க வினையை கார்பனைக் கொண்டு நிகழ்த்தலாம். இந்நேர்வில் ஒடுக்கும் காரணியான கார்பன் CO அல்லது CO_2 ஆக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையலாம்.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2\ (g) \text{ ------ } (2)$$

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO\ (g) \text{ ------ } (3)$$

கார்பன் மோனாக்சைடை ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகப் பயன்படுத்தினால் அது பின்வரும் வினைப்படி, CO_2 ஆக ஆக்சிஜனேற்ற மடைகிறது.

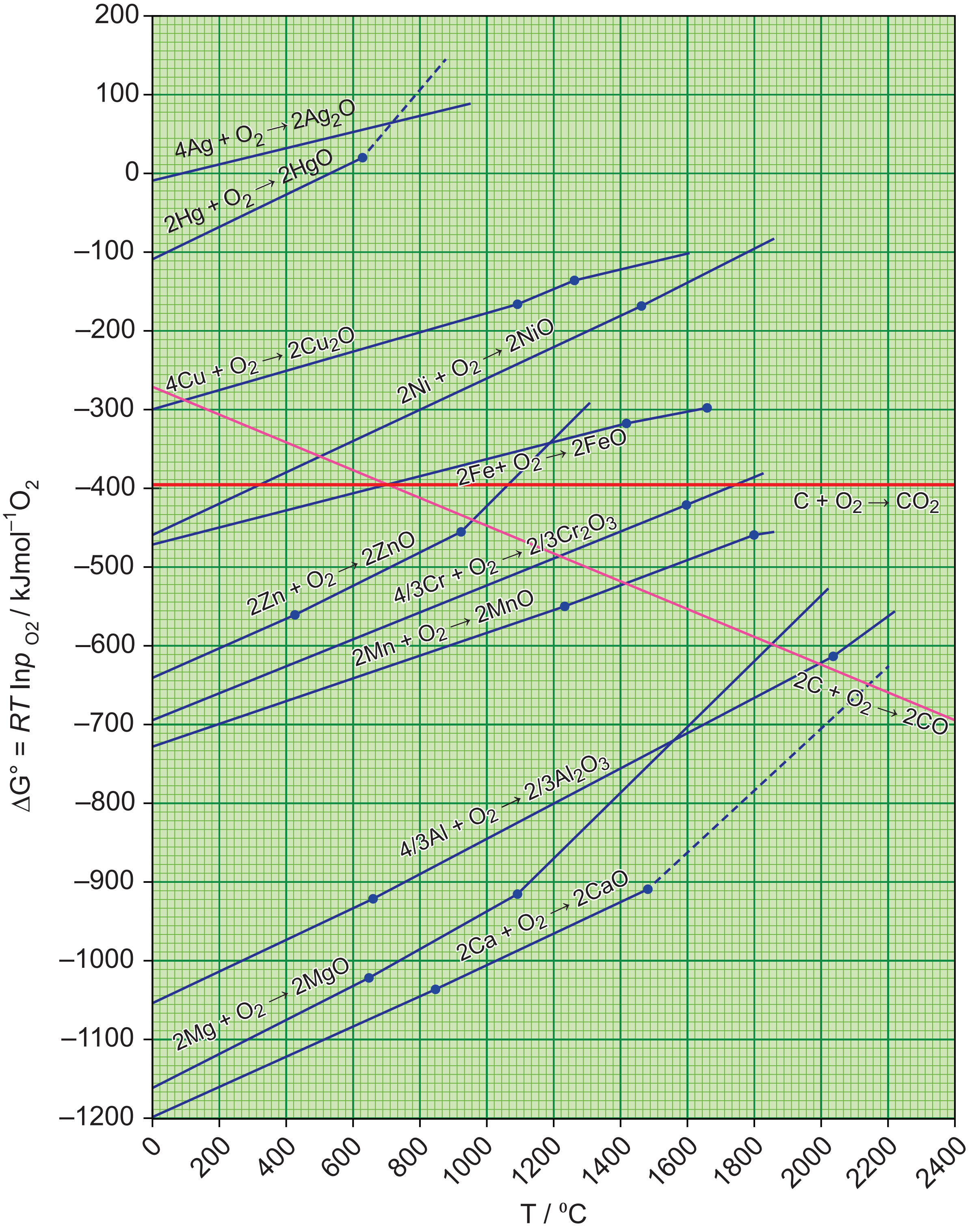
$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2\ (g) \text{ ------ } (4)$$

வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் தகுந்த ஒடுக்கும் காரணியினைத் தெரிவு செய்யலாம். ஒரு தன்னிச்சையான வினைக்கு, கட்டிலா ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் (ΔG) ஆனது கண்டிப்பாக எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் என நாம் அறிவோம். எனவே சமன்பாடு

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 11 22-12-2022 12:48:28

(1) ல் கண்டுள்ள உலோக ஆக்சைடை கொடுக்கப்பட்ட ஒரு ஒடுக்கும் காரணியுடன் (சமன்பாடு (2),(3) அல்லது (4) ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை) சேர்த்து ஒடுக்க வேண்டுமெனில், இணைக்கப்பட்ட வினைகளின் (சமன்பாடு (1) மற்றும் (2), சமன்பாடு (1) மற்றும் (3), சமன்பாடு (1) மற்றும் (4) கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். எனவே, இணைக்கப்பட்ட வினையில், கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் அதிக எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெறும் வகையில், ஒடுக்கும் காரணி தெரிவு செய்யப்படுகிறது.

1.4.1 எலிங்கம் வரைபடம்



படம் 1.4 எலிங்கம் வரைபடம்

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 12 22-12-2022 12:48:28

ஒரு வினையில் ஏற்படும் கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் (ΔG) மாற்றம் பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \text{ ------ } (1)$$

இங்கு ΔH என்பது என்தால்பி மாற்றம், T என்பது கெல்வின் அலகில் வெப்பநிலை மற்றும் ΔS என்பது என்ட்ரோபி மாற்றம். ஒரு சமநிலைச் செயல்முறைக்கு ΔG^0 மதிப்பானது சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பினைப் பயன்படுத்தி பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_p$$

பல்வேறு வெப்பநிலைகளில் உலோக ஆக்சைடுகளின் ஒடுக்க வினைக்கு ΔG^0 மதிப்புகளை மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி, அவ்வினைகளை சமநிலை செயல்முறையைக் கருதி ஹெரால்ட் எலிங்கம் கண்டறிந்தார்.

வெப்பநிலையை x அச்சிலும், உலோக ஆக்சைடுகள் உருவாகும் வினைக்கான திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்ற மதிப்புகளை y அச்சிலும் எடுத்துக்கொண்டு அவர் ஒரு வரைபடத்தை உருவாக்கினார். உருவாகும் வரைபடம் ΔS மதிப்பை சாய்வாகவும், ΔH மதிப்பை y வெட்டுத்துண்டாகவும் உடைய நேர் கோடாகும். பல்வேறு உலோக ஆக்சைடுகள் உருவாகும் வினைகளுக்கு, வெப்பநிலையினைப் பொருத்து, அவ்வினைகளின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்பில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் வரைபடமாகக் குறிப்பிடுவது எலிங்கம் வரைபடம் எனப்படுகிறது.

எலிங்கம் வரைபடத்திலிருந்து உற்றுநோக்கி உணரப்படுபவை

1. பெரும்பாலான உலோக ஆக்சைடுகள் உருவாகும் வினைகளுக்கு சாய்வு, நேர்குறி மதிப்புடையது. இதனை பின்வருமாறு விளக்கலாம். உலோக ஆக்சைடுகள் உருவாதலின் போது ஆக்சிஜன் வாயு பயன்படுத்தப்படுவதால் (குறைவதால்) ஒழுங்கற்றத் தன்மையில் குறைவு ஏற்படுகிறது. எனவே ΔS எதிர்குறி மதிப்பினை பெறவேண்டும். இதனால் நேர்கோட்டின் சமன்பாட்டில் உள்ள $T\Delta S$ ஆனது நேர்குறி மதிப்பினைப் பெறுகிறது.
2. கார்பன் மோனாக்ஸைடு உருவாதலுக்கான வரைபடம் எதிர்குறி சாய்வுடன் கூடிய நேர்கோடாகும். இந்நேர்வில் ஒரு மோல் ஆக்சிஜன் பயன்படுத்தப்படும்போது இருமோல் கார்பன் மோனாக்சைடு வாயு உருவாகிறது எனவே ΔS நேர்குறி மதிப்புடையது இதிலிருந்து CO ஆனது அதிக வெப்பநிலையில் அதிக நிலைப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளதை அறிய முடிகிறது.
3. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, உலோக ஆக்சைடுகள் உருவாகும் வினைக்கான ΔG ன் மதிப்பு குறைவான எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெறுகிறது. மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் பூஜ்ய மதிப்பினை அடைகிறது. இவ்வெப்பநிலைக்கு கீழ் ΔG மதிப்பு எதிர்குறியுடையது மேலும் உலோக ஆக்சைடு நிலைப்புத் தன்மை உடையது. இந்த வெப்பநிலைக்கு மேல் ΔG நேர்குறி மதிப்பினைப் பெறுகிறது. பொதுவான போக்கிலிருந்து, உலோக ஆக்சைடுகள் உயர் வெப்பநிலைகளில் குறைவான நிலைப்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. மேலும் அவை சிதைவுறுச் செய்தல் எளிதானதாக அமையும்.
4. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், MgO, HgO போன்ற சில உலோக ஆக்சைடுகளுக்கு, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையால் சாய்வில் திடீரென மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இம்மாற்றத்திற்கு நிலைமை மாற்றமே (உருகுதல் அல்லது ஆவியாதல்) காரணமாக அமைகிறது.

1.4.2 எலிங்கம் வரைபடத்தின் பயன்பாடு

ஒடுக்க வினைகளுக்கு, வினை நிகழ் வெப்பநிலை எல்லைகளை தீர்மானிப்பதற்கும், தகுந்த ஒடுக்கும் காரணிகளைத் தெரிவு செய்யவும் எலிங்கம் வரைபடம் பயன்படுகிறது.

உலோக ஆக்சைடானது உலோகமாக ஒடுக்கப்படும் வினையினை ஒடுக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் தனிமம் மற்றும் பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டிய உலோகம் ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையே ஆக்சிஜனுடன் இணைந்து ஆக்சைடை உருவாக்குவதற்கான போட்டி வினையாகக் கருதலாம். உலோக ஆக்சைடானது அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது எனில், ஆக்சிஜன் உலோகத்தோடு இணைந்தே இருக்கும். ஒடுக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் தனிமத்தின் ஆக்சைடு அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது எனில், உலோக ஆக்சைடில் உள்ள ஆக்சிஜன் ஒடுக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் தனிமத்துடன் இணைகிறது. எலிங்கம் வரைபடத்திலிருந்து, ஒரு கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு உலோக ஆக்சைடுகளின் ஒப்பீட்டு நிலைப்புத் தன்மையினை நாம் அறிந்து கொள்ள இயலும்.

1. Ag_2O மற்றும் HgO ஆகியவை உருவாதலுக்கான எலிங்கம் வரைபடமானது, படம் 1.4 ல் காட்டியுள்ளவாறு வரைபடத்தின் மேற்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. அவைகளின் சிதைவுறு வெப்பநிலைகள் முறையே 600K மற்றும் 700K ஆகும். இதிலிருந்து இந்த ஆக்சைடுகள் மிதமான வெப்பநிலைகளில் நிலைப்புத் தன்மை அற்றவைகளாக உள்ளன. மேலும் எவ்வித ஒடுக்க காரணிகளையும் பயன்படுத்தாமல் வெப்பப்படுத்துவதன் மூலமாக இவைகளைச் சிதைவுறச் செய்ய இயலும்.
2. எலிங்கம் வரைபடத்தினைப் பயன்படுத்தி ஒரு உலோகத்தின் ஆக்சைடை மற்றொரு உலோகத்தால் ஒடுக்கம் செய்வதற்கான வெப்ப இயக்கவியல் சாத்தியத்தன்மையினைத் தீர்மானிக்க இயலும். எந்த ஒரு உலோகமும், எலிங்கம் வரைபடத்தில் அவ்வுலோகத்திற்கு மேற்புறம் எலிங்கம் வரைகோடுகளைப் பெற்றுள்ள உலோக ஆக்சைடுகளை ஒடுக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, எலிங்கம் வரைபடத்தில், குரோமியம் ஆக்சைடு உருவாதலுக்கான எலிங்கம் வரைகோடு அலுமினியத்திற்கு மேல் இடம் பெற்றுள்ளது. இதிலிருந்து Al_2O_3 ஆனது Cr_2O_3 ஐ விட அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது என அறிய முடிகிறது. எனவே குரோமிக் ஆக்சைடை ஒடுக்கமடையச் செய்வதற்கு அலுமினியத்தை ஒடுக்கும் காரணியாகப் பயன்படுத்த இயலும். எனினும் அலுமினியம் ஆக்சைடிற்கு கீழ்புறத்தில் எலிங்கம் வரைகோட்டினைப் பெற்றுள்ள மெக்னீசியம் மற்றும் கால்சியம் போன்றவற்றின் ஆக்சைடுகளை ஒடுக்க, அலுமினியத்தைப் பயன்படுத்த இயலாது.
3. கார்பனின் நேர்கோடானது பெரும்பாலான உலோக ஆக்சைடுகளின் நேர்கோடுகளை வெட்டுகிறது. எனவே அத்தகைய அனைத்து ஆக்சைடுகளையும் போதுமான அதிக வெப்பநிலையில் கார்பனால் ஒடுக்க இயலும். இரும்பு (II) ஆக்சைடைக் கார்பனைக் கொண்டு ஒடுக்கமடையச் செய்வதற்கு சாதகமான வெப்ப இயக்கவியல் நிபந்தனைகளை நாம் பகுத்தறிவோம். FeO மற்றும் CO உருவாவதற்கான நேர்கோடுகள் சுமார் 1000K வெப்பநிலையில் வெட்டுகின்றன. இவ்வெப்பநிலைக்கு கீழ் கார்பன் நேர்கோடானது இரும்பின் நேர்கோட்டிற்கு மேல் உள்ளது. இதிலிருந்து இவ்வெப்பநிலைக்கு கீழ் FeO ஆனது CO வைக் காட்டிலும் அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது என அறிய முடிகிறது. எனவே, இவ்வெப்பநிலை எல்லையில் ஒடுக்க வினையானது வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைபடி சாத்தியமானதல்ல. எனினும் 1000K வெப்பநிலைக்கு மேல், கார்பன் நேர்கோடானது இரும்பின் நேர்கோட்டிற்கு கீழ்புறமாக அமைகிறது எனவே, இவ்வெப்பநிலைக்கு மேல் நாம் கார்பனை ஒடுக்கும் காரணியாக பயன்படுத்தலாம். எலிங்கம் வரைபடத்திலிருந்து பெறப்படும் விவரங்களின் அடிப்படையிலான பின்வரும் கட்டிலா ஆற்றல்

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 14 22-12-2022 12:48:28

மாற்றத்தைக் கண்டறியும் கணக்கீடுகளும் இதனை உறுதிப்படுத்துகின்றன.

1500 K வெப்பநிலையில், எலிங்கம் வரைபடத்திலிருந்து.

$$2Fe\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2FeO\,(g) \quad \Delta G_1 = -350\ kJ\ mol^{-1}\ \text{------}\ (1)$$

$$2C\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2CO\,(g) \quad \Delta G_2 = -480\ kJ\ mol^{-1}\ \text{------}\ (2)$$

(1) வது சமன்பாட்டை திருப்பி எழுதுக.

$$2FeO\,(s) \longrightarrow 2Fe\,(s) + O_2\,(g) \quad -\Delta G_1 = +350\ kJ\ mol^{-1}\ \text{------}\ (3)$$

சமன்பாடு (2) மற்றும் (3) ஐ இணைக்க

$$2FeO\,(s) + 2C \longrightarrow 2Fe\,(l,s) + 2CO\,(g) \quad \Delta G_3 = -130\ kJ\ mol^{-1}\ \text{------}\ (4)$$

எனவே ஒரு மோல் FeO ஒடுக்கப்படுவதற்கான கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ஆனது $\Delta G_3/2 = -65\ kJ\ mol^{-1}$

எலிங்கம் வரைபடத்தின் வரம்புகள்

1. எலிங்கம் வரைபடம் வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைகளை மட்டுமே கருத்திற்கொண்டு உருவாக்கப்பட்டதாகும். இது ஒரு வினை நிகழ்வதற்கான வெப்ப இயக்கவியல் சாத்தியத் தன்மை குறித்த தகவலை மட்டுமே தருகிறது. இது ஒரு வினை எவ்வளவு வேகத்தில் நிகழும் என்ற விவரத்தினை தருவதில்லை. மேலும் துணை வினைகள் நிகழ்வதற்கான சாத்தியங்களை பற்றி எந்த ஒரு விவரத்தினையும் தருவதில்லை.
2. வினைபடுபொருட்கள், வினைவிளைபொருளுடன் வேதிச் சமநிலையில் இருப்பதாக கருதி ΔG எலிங்கம் வரைபடத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இதில் எல்லா நிபந்தனைகளும் உண்மையல்ல.

தன் மதிப்பீடு

3. எலிங்கம் வரைபடத்தைப் பயன்படுத்தி (படம் 1.4) ZnO ஐ Zn ஆக கார்பனைக் கொண்டு ஒடுக்குவதற்கான குறைந்தபட்ச வெப்பநிலையைக் கண்டறிக. இவ்வெப்பநிலையில் நிகழும் ஒட்டுமொத்த வினையினை எழுதுக.

1.5 உலோகவியலின் மின்வேதித் தத்துவங்கள்

வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்களைப் போலவே உலோகவியலில் மின்வேதித் தத்துவங்களும் பயன்படுகின்றன. சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற வினைதிறன் மிக்க உலோகங்களின் ஆக்சைடுகளை கார்பனைக் கொண்டு ஒடுக்குவது வெப்ப இயக்கவியல் படி சாத்தியமற்றதாகும். இத்தகைய தனிமங்கள் அவைகளின் தாதுக்களிலிருந்து மின்வேதி முறைகளைப் பயன்படுத்தி பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

அதிக வினைத்திறன் கொண்ட உலோகமானது, ஒப்பீட்டு அளவில் குறைவான வினைத்திறன் கொண்ட உலோக அயனிகளைக் கொண்டுள்ள கரைசலில் சேர்க்கப்படும் போது, அதிக வினைத்திறன் கொண்ட உலோகம் கரைசலுக்குள் செல்கிறது. எடுத்துக்காட்டு

$$\tfrac{2}{y}M_xO_y\,(s) \longrightarrow \tfrac{2x}{y}M\,(s) + O_2\,(g)\ \text{------}\ (1)$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

இங்கு 'n' என்பது, ஒடுக்கும் செயல்முறையின் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை F என்பது பாரடே மற்றும் E^0 என்பது ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க இணையின் மின் முனை மின்னழுத்தம்.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 15 22-12-2022 12:48:28

E^o ஆனது நேர்குறியுடையது எனில், ΔG ஆனது எதிர்குறியைப் பெறும் மேலும் ஒடுக்க வினை தன்னிச்சையாக நிகழும் எனவே ஒட்டு மொத்த வினையின் நிகர மின்னழுத்தம் நேர்குறி மதிப்பைப் பெறுமாறு ஒடுக்க வினை திட்டமிடப்படுகிறது.

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

$$Cu^{2+}\,(aq) + Zn\,(s) \longrightarrow Cu\,(s) + Zn^{2+}\,(aq)$$

1.5.1 அலுமினியத்தின் மின்வேதி பிரிப்பு முறை (ஹால் ஹெரால்டு முறையில் அலுமினியம் பிரித்தெடுத்தல்)

இம்முறையில், கார்பன் மேல்பூச்சு பூசப்பட்ட ஒரு இரும்புத் தொட்டியில் மின்னாற் பகுத்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இது எதிர்மின் வாயாக செயல்படுகிறது. மின்பகுளியில் அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டுள்ள கார்பன் தண்டுகள் நேர்மின்வாயாகச் செயல்படுகின்றன. பாக்சைட்டிலிருந்து பெறப்பட்ட 20% அலுமினாக் கரைசல் உருகிய நிலையில் உள்ள கிரையோலைட்டுடன் கலக்கப்பட்டு மின்பகு கலனில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இச்செயல்முறைகளில், உலோக உப்புகள் உருகிய அல்லது கரைசல் நிலையில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இதில் காணப்படும் உலோக அயனியானது தகுந்த ஒடுக்கும் காரணியுடன் வினைபடுத்துதல் அல்லது மின்னாற்பகுத்தல் மூலம் ஒடுக்கப்படுகிறது. மின்னாற் பகுத்தல் செயல்முறைக்கான கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்தினைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி பெற இயலும்.

$$\tfrac{2}{y}M_xO_y\,(s) \longrightarrow \tfrac{2x}{y}M\,(s) + O_2\,(g)$$

10% கால்சியம் குளோரைடு கரைசல் மின்பகுகரைசலுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இங்கு கால்சியம் குளோரைடானது கலவையின் உருகுநிலையை குறைக்கப் பயன்படுகிறது. உருகிய கலவையான 1270 K வெப்பநிலைக்கு மேல் இருக்குமாறு பராமரிக்கப்படுகிறது. இச்செயல்முறையில் நிகழும் வேதிவினைகள் பின்வருமாறு

அலுமினாவின் அயனியாக்கம் $Al_2O_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

எதிர்மின்வாயில் நிகழும் வினை $2Al^{3+}$ (உருகியநிலை) $+\ 6e^- \longrightarrow 2Al\,(l)$

நேர்மின்வாயில் நிகழும் வினை $6O^{2-}$ (உருகியநிலை) $\longrightarrow 3O_2 + 12e^-$

கார்பன் நேர்மின்வாயாக செயல்படுவதால் அதில் பின்வரும் வினைகளும் நிகழ்கிறது.

$$C\,(s) + O^{2-}\,(melt) \longrightarrow CO + 2e^-$$

$$C\,(s) + 2O^{2-}\,(melt) \longrightarrow CO_2 + 4e^-$$

மேற்கண்டுள்ள இரு வினைகளின் காரணமாக, மின்னாற்பகுத்தலின் போது நேர்மின்வாய் மெதுவாக கரைகிறது. எதிர்மின்வாயில் தூய அலுமினியம் வீழ்படிவாகி மின்பகுகலனின் அடிப்பகுதியில் தங்குகிறது. மின்னாற்பகுத்தலின் நிகர வினை பின்வருமாறு

$4Al^{3+}$ (உருகியநிலை) $+\ 6O^{2-}$ (உருகியநிலை) $+\ 3C\,(s) \longrightarrow 4Al\,(l) + 3CO_2\,(g)$

தன்மதிப்பீடு 4

4. நீர்த்த NaCl ஐ மின்னாற்பகுத்தல் மூலம் உலோக சோடியம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. மின்னாற்பகுத்தலுக்குப் பின் கரைசல் காரத் தன்மையுடையதாகிறது. சாத்தியமான மின்முனை வினைகளை எழுதுக.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 16 22-12-2022 12:48:29

1.6 தூய்மையாக்கும் செயல்முறைகள்

ஒரு உலோகம் அதன் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் போது பொதுவாக வினைபுரியாத ஆக்சைடுகள், பிற உலோகங்கள், அலோகங்கள் போன்ற மாசுக்கள் அதில் காணப்படலாம். இத்தகைய மாசுக்களைப், பண்படா உலோகத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்தல் தூய்மையாக்கும் செயல் முறைகள் எனப்படுகிறது. இப்பாடப்பகுதியில் சில பொதுவான தூய்மையாக்கும் செயல்முறைகளைப் பற்றி கற்றறிவோம்.

1.6.1 வாலை வடித்தல்

குறைவான கொதிநிலையில் ஆவியாகும் துத்தநாகம் (கொதிநிலை 1180 K) மெர்குரி (630K) போன்ற உலோகங்களை தூய்மையாக்க இம்முறை பயன்படுகிறது. இம்முறையில், தூய்மையற்ற உலோகம் வெப்பப்படுத்தி ஆவியாக்கப்படுகிறது. ஆவியானது குளிர்விக்கப்பட்டு தூய உலோகம் பெறப்படுகிறது.

1.6.2 உருக்கிப் பிரித்தல்

மாசுகள் அதிக கொதிநிலையினையும் அதனோடு ஒப்பிடும் போது உலோகமானது குறைவான கொதிநிலைகளையும் கொண்டிருப்பின் அத்தகைய உலோகங்களில் உள்ள மாசுக்களை நீக்க இம்முறை பயன்படுகிறது.

டின் (Sn ; உருகுநிலை 904K), காரீயம் (Pb உருகுநிலை 600K), மெர்குரி (Hg உருகுநிலை 234K) மற்றும் பிஸ்மத் (Bi, உருகுநிலை 545K) போன்ற உலோகங்களுக்கு இம்முறை ஏற்றது.

இம்முறையில் பண்படா உலோகமானது வெப்பப்படுத்தப்பட்டு உருக்கி நீர்மமாக்கப்பட்டு ஒரு சாய்தள பரப்பின் வழியே ஓடுமாறு செய்து தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது.

பண்படா உலோகம் ஒரு எதிர் அனல் உலையின் சாய்வான அடிப்புறத்தில் வைக்கப்படுகிறது. காற்றில்லாச் சூழலில் உலோகத்தில் உருகு நிலையை விட அதிகமான வெப்பநிலையில் உலோகம் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. தூய உருகிய உலோகம் வழிந்தோடுகிறது மாசுக்கள் அப்படியே தங்கி விடுகின்றன. உருகிய உலோகம் சேகரிக்கப்பட்டு திண்மமாக்கப்படுகிறது.

1.6.3 மின்னாற் தூய்மையாக்கல்

பண்படா உலோகமானது மின்னாற்பகுத்தல் மூலம் தூய்மை செய்யப்படுகிறது. மின்னாற் பகுத்தலானது பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டிய உலோகத்தின் உப்புகளைக் கொண்ட நீர்க்கரைசலைக் கொண்டுள்ள மின்பகு கலத்தில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. தூய்மையற்ற நிலையில் உள்ள உலோகத் தண்டுகள் நேர்மின்வாயாகவும், தூய உலோகத் தகடு எதிர்மின்வாயாகவும் பயன்படுத்தி மின்னாற் பகுத்தல் நிகழ்த்தும் போது, பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டிய உலோகம் நேர்மின் வாயிலிருந்து கரைந்து கரைசலில் சென்று எதிர்மின்வாயில் வீழ்படிவாகிறது. மின்னாற்பகுத்தலின் போது குறைவான எலக்ட்ரோ நேர்மின் தன்மை உடைய மாசுக்கள் நேர்மின் வாயின் அடியில் தங்குகின்றன. அவை ஆனோடு மாசு என அழைக்கப்படுகிறது.

சில்வரை மின்னாற்பகுத்தல் முறையில் தூய்மையாக்கலை உதாரணமாகக் கொண்டு இச்செயல்முறையினைப் புரிந்து கொள்ளலாம்.

எதிர்மின்வாய் : தூய சில்வர்

நேர்மின்வாய் : தூய்மையற்ற சில்வர்

மின்பகுளி : அமிலத்தன்மையுடைய சில்வர் நைட்ரேட் கரைசல்

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 17 22-12-2022 12:48:29

மின்வாய்களின் வழியே மின்சாரத்தைச் செலுத்தும் போது சில்வர் அணு எலக்ட்ரான்களை இழந்து கரைசலுக்குள் செல்கிறது. நேர்மின்தன்மையுடைய சில்வர் அயனிகள் எதிர்மின்வாயில் சென்று மின்னிறக்கம் அடைந்து மின்வாயில் படிகிறது. காப்பர், ஜிங்க் போன்ற பிற உலோகங்களும் இதே முறையினைப் பின்பற்றி தூய்மையாக்கப்படுகின்றன.

நேர்மின்வாய் வினை $Ag(s) \longrightarrow Ag^{+}(aq) + 1e^{-}$

எதிர்மின்வாய் வினை $Ag^{+}(aq) + 1e^{-} \longrightarrow Ag(s)$

1.6.4 புலத் தூய்மையாக்கல்

இம்முறையானது பின்ன படிகமாக்கல் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. தூய்மையற்ற நிலையில் உள்ள உலோகத்தை உருக்கி பின் திண்மமாக்கும் போது, மாசுக்கள் உருகுநிலையில் உள்ள பகுதியில் தங்குகின்றன. அதாவது மாசுக்கள் திண்ம நிலை உலோகத்தில் கரைவதைக் காட்டிலும் உருகிய நிலையில் உள்ள உலோகத்தில் அதிக அளவில் கரைகின்றன. இம்முறையில் தூய்மையற்ற உலோகம் ஒரு தண்டு வடிவில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. தண்டின் ஒரு முனையானது நகர்ந்து செல்லும் தூண்டு வெப்பப்படுத்தியைப் பயன்படுத்தி வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக தண்டின் அப்பகுதியில் உள்ள உலோகம் உருகுகிறது. வெப்பப்படுத்தியினை மெதுவாக மறுமுனையினை நோக்கி நகர்த்திச் செல்லும் போது தூய உலோகம் படிகமாகிறது அதே நேரத்தில் வெப்பப்படுத்தி நகர்த்தப்பட்டதால் புதிதாக உருவான உருகிய நிலை புலத்திற்கு (பகுதிக்கு) மாசுக்கள் இடம்பெயர்கின்றன. வெப்பப்படுத்தியை மேலும் நகர்த்தும் போது, மாசுக்களைக் கொண்டுள்ள உருகிய நிலைப்பகுதியானது அதனுடன் சேர்ந்து நகர்கிறது. இச்செயல்முறையானது பலமுறை மீண்டும் ஒரே திசையில் நிகழ்த்தப்பட்டு, தேவையான தூய்மைத் தன்மையுடைய உலோகம் பெறப்படுகிறது. உலோகம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதை தடுக்க இச்செயல்முறையானது, மந்த வாயுச் சூழலில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஜெர்மானியம் (Ge), சிலிக்கன் (Si) மற்றும் காலியம் (Ga) போன்ற குறைகடத்திகளாகப் பயன்படும் தனிமங்கள் இம்முறையில் தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1.6.5 ஆவி நிலைமை முறைகள்

இம்முறையில் உலோகத்துடன் சேர்ந்து எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மத்தை உருவாக்கவல்ல ஒரு காரணியுடன் உலோகம் வினைபடுத்தப்படுகிறது. பின் எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மத்தை சிதைவடையச் செய்து தூய உலோகம் பெறப்படுகிறது. பின்வரும் செயல்முறைகளைக் கருத்திற் கொண்டு இம்முறையினை நாம் புரிந்து கொள்ளலாம்.

நிக்கலை தூய்மைப்படுத்த உதவும் மான்ட் முறை

350K வெப்பநிலையில், தூய்மையற்ற நிக்கலை கார்பன் மோனாக்சைடுடன் வினைபடுத்த அதிக அளவில் எளிதில் ஆவியாகும் நிக்கல் டெட்ரா கார்பனைல் உருவாக்கப்படுகிறது. திண்ம நிலையில் உள்ள மாசுக்கள் அப்படியே தங்குகின்றன.

$$Ni(s) + 4\,CO(g) \longrightarrow [Ni(CO)_4](g)$$

460K வெப்பநிலையில் நிக்கல் டெட்ரா கார்பனைலை வெப்பப்படுத்த, இந்த அணைவுச் சேர்மம் சிதைவடைந்து தூய உலோகம் பெறப்படுகிறது.

$$[Ni(CO)_4](g) \longrightarrow Ni(s) + 4\,CO(g)$$

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 18 22-12-2022 12:48:30

வான் – ஆர்கல் முறை – சிர்கோனியம் / டைட்டேனியத்தை தூய்மையாக்கல்

உலோக சேர்மங்களின் வெப்பச் சிதைவினைப் பயன்படுத்தி தூய உலோகங்களை உருவாக்குதலை அடிப்படையக் கொண்டது. டைட்டேனியம் / சிர்கோனியம் போன்றவற்றை இம்முறையில் தூய்மையாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, தூய்மையற்ற நிலையில் உள்ள டைட்டேனியம் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட ஒரு கலனின் அயோடினுடன் சேர்த்து 550K வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு ஆவியாகும் இயல்புடைய டைட்டேனியம் டெட்ரா அயோடைடு உருவாக்கப்படுகிறது. மாசுக்கள் அயோடினுடன் வினைபுரியாததால் அப்படியே தங்குகின்றன.

$$Ti\ (s) + 2I_2\ (s) \longrightarrow TiI_4\ (\text{ஆவி})$$

எளிதில் ஆவியாகும் டைட்டேனியம் டெட்ரா அயோடைடு டங்ஸ்டன் மின்னிழை வழியே 1800K வெப்பநிலையில் செலுத்தும் போது அது சிதைவடைந்து தூய டைட்டேனியம் உருவாகிறது. அது மின்னிழையில் படிகிறது. அயோடின் மீளவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$TiI_4\ (\text{ஆவி}) \longrightarrow Ti\ (s) + 2I_2\ (s)$$

1.7 உலோகங்களின் பயன்பாடுகள்

1.7.1 அலுமினியத்தின் பயன்பாடுகள் (Al)

- அலுமினியமானது புவிப்பரப்பில் அதிக அளவில் கிடைக்கும் ஒரு உலோகம். இது ஒரு அதி வெப்ப மற்றும் மின் கடத்தியாகும். மேலும் இது எளிதில் அரிமானம் அடைவதில்லை. இதன் பயன்பாடுகள் பின்வருமாறு.
- நம் அன்றாட வாழ்வில் அதிக அளவில் பயன்படும் சமையல் கலன்கள், வெப்பப் பரிமாற்றி ஆகியன தயாரித்தலில் அலுமினியம் பயன்படுகிறது.
- அலுமினியத்தாள் உணவுப் பொருட்களை எடுத்துச் செல்ல கட்டும் பொருளாக பயன்படுகிறது.
- இது ஒரு மென்மையான உலோகமாகும். எனினும் இது காப்பர் மாங்கனீசு மெக்னீசியம் மற்றும் சிலிக்கான் போன்ற உலோகங்களுடன் சேர்ந்து குறைவான எடைஉடைய வலிமைமிக்க உலோகக் கலவைகளைத் தருகிறது. இவை ஆகாய விமானங்கள் மற்றும் பிற போக்குவரத்து வாகனங்களைவடிவமைப்பதில்பயன்படுகிறது.அலுமினியம்எளிதாகஅரிமானம்அடைவதில்லை. எனவே, இது வேதி உலைகள், மருத்துவ உபகரணங்கள், குளிர் சாதனப் பொருட்கள் மற்றும் வாயுக்களை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள் ஆகியனவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அலுமினியம் விலை குறைவான வெப்பத்தை நன்கு கடத்தும் ஒரு உலோகம். எனவே, இது இரும்பு உள்ளகத்துடன் கூடிய உயர் அழுத்த மின்கம்பிகளில் பயன்படுகிறது.

1.7.2 துத்தநாகத்தின் பயன்பாடுகள் (Zn)

- எஃகு மற்றும் இரும்பு அமைப்புகள் அரிமானம் மற்றும் துருப்பிடிக்காமல் பாதுகாக்கும் துத்தநாகப் பூச்சில் (Galavnizing) இது பயன்படுகிறது. மேலும், துத்தநாகம் மோட்டார் வாகனஅச்சுவார்ப்பு மற்றும் மின் சாதன பொருட்களில் பயன்படுகிறது. பெயிண்ட், ரப்பர், அழகு சாதனப் பொருட்கள், மருந்துப் பொருட்கள், நெகிழிகள், மை, மின்கலன்கள் போன்ற பலபொருட்கள் தயாரிப்பதற்கு துத்தநாக ஆக்சைடு பயன்படுகிறது.
- ஒளிரும் பெயிண்ட், ஒளிரும் விளக்குகள் மற்றும் x – கதிர் திரை ஆகியன தயாரிப்பில் துத்தநாக சல்பைடு பயன்படுகிறது. துத்தநாகத்தின் உலோகக் கலவையான பித்தளை (brass) அரிமானம் அடையாத தன்மையினைப் பெற்றிருப்பதால் குழாய் வால்வுகள் மற்றும் தகவல் தொடர்பு சாதனங்களின் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 19 22-12-2022 12:48:30

1.7.3 இரும்பின் பயன்கள் Fe

- இரும்பானது மிக அதிக பயன்களைக் கொண்டுள்ள உலோகமாகும் மற்றும் இதன் உலோகக்கலவைகள் பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. பாலங்கள், உயர்மின்னழுத்த கோபுரங்கள், மிதிவண்டி சங்கிலிகள், நறுக்க பயன்படும் உபகரணங்கள் மற்றும் துப்பாக்கி தோட்டா செலுத்தப்படும் குழாய் போன்ற பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. வார்ப்பிரும்பானது குழாய்கள், வால்வுகள், எரிபொருள் காற்றழுத்த அடுப்புகள் ஆகியன தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
- இரும்பு, அதன் உலோகக் கலவைகள் மற்றும் அதன் சேர்மங்கள் காந்தங்களை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
- துருப்பிடிக்காத எஃகு ஆனது அதிக அளவில் அரிமானத்திற்குட்படாததால் இது கட்டிடத்தொழிலும், தாங்கிகள், முனை மடிக்கும் உளிகள், வெட்டுக் கருவிகள், நகை பொருட்கள் மற்றும் அறுவை சிகிச்சைக்கு பயன்படும் கருவிகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. நிக்கல் ஸ்டீல் ஆனது கம்பிவடங்கள் (cables) மோட்டார் வாகன மற்றும் விமான பகுதிப் பொருட்களின் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றது. குரோம் ஸ்டீல் ஆனது வெட்டுக்கருவிகள் மற்றும் நொருக்கும் எந்திரங்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

1.7.4 தாமிரத்தின் பயன்கள் (Cu)

- முதன் முதலில் மனிதர்களால் பயன்படுத்தப்பட்ட உலோகம் தாமிரம் ஆகும். மேலும் இதன் உலோகக் கலவையான வெண்கலத்தின் பயன்பாட்டினால் 'வெண்கலக் காலம்' என்ற ஒரு சகாப்தம் உருவாக இது காரணமாக அமைந்தது.
- தாமிரமானது, தங்கம் மற்றும் பிற உலோகங்களோடு இணைந்து நாணயங்கள் நகைப்பொருட்கள் போன்றவை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. தாமிரம் மற்றும் இதன் உலோக கலவைகள் ஆகியன மின்கம்பிகள், நீர் செல்லும் குழாய்கள் மற்றும் பல மின் பொருளின் பாகங்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன.

1.7.5 தங்கத்தின் பயன்பாடுகள் (Au)

- தங்கம் ஒரு அதிக விலையுயர்ந்த பொருளாகும். இது நாணயங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது. மேலும் சில நாடுகளில் பணமதிப்பானது தங்கத்தின் மதிப்பில் கணக்கிடப்படுகின்றது. தாமிரத்துடன் தங்கம் சேர்த்து உருவாக்கப்பட்ட தங்க உலோகக் கலவையானது நகை தயாரிப்பில் அதிக அளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது பிற உலோகங்களின் மீது தங்க மின்முலாம் பூசுதலுக்குப் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு தங்க முலாம் பூசப்பட்ட பொருட்கள், கைக்கடிகாரங்கள், செயற்கை மூட்டுகள், விலைகுறைந்த நகைகள், பல் பாதுகாப்பில் பல் நிரம்புதல் மற்றும் மின் இணைப்புகள் ஆகியனவற்றில் பயன்படுகிறது.
- தங்க நானோ துகள்கள், சோலார் செல்களின் திறனை அதிகரிக்கவும், வினை வேக மாற்றியாகவும் பயன்படுகின்றது.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 20 22-12-2022 12:48:30

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

டெல்லி – இரும்புத் தூண்

டில்லியில் அமைந்துள்ள அசோகா தூண் என்றழைக்கப்படும், இரும்புத்தூண் 23அடி 8 அங்குலம் உயரமும் 16அங்குலம் அகலமும் சுமார் 6000 kg எடையினையும் கொண்டது.

இத்தூண் சுமாராக 1600 ஆண்டுகள் பழமையானதாக இருக்கக்கூடும் என அறியப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்ள இரும்பானது பல நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே துருப்பிடித்திருக்க வேண்டும். இருந்த போதிலும், கடந்த 1600 ஆண்டுகளாக துருப்பிடிக்காமல் இத்தூண் இருப்பது நமது பழங்கால இந்தியர்களின் அறிவு மற்றும் அழகிய நுட்பத்திறன்களுக்கு சான்றாக விளங்கி வருகிறது. ஒடுக்கமடையாத இரும்பு மற்றும் கச்சா இரும்பின் சிக்கலான கலவையால் ஆன ஒரு பாதுகாப்பு அடுக்கானது பல்வேறு பருவகால சுழற்சியின் விளைவாக தூணின் மீது உருவாகியுள்ளது. இது மிசாவைட் எனப்படும் இரும்பு, ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜனால் ஆன துருப்பிடிக்கும் தன்மையற்ற அரிமானத்தைத் தடுக்கும் தன்மையுடைய சேர்மமாகும்.

பாடச்சுருக்கம்

- உலோகங்களின் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தோடுத் தொடர்புடையது உலோகவியல் ஆகும்.
- இயற்கையில் காணப்படும் அகழ்ந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு பொருளானது ஒரு உலோகத்தை அதன் தனித்த நிலையிலேயோ அல்லது அதன் ஆக்சைடு, சல்பைடு போன்ற சேர்ம நிலைகளிலோக் கொண்டிருப்பின் அந்தப் பொருள் கனிமம் எனப்படும்.
- அதிக சதவீதத்தில் உலோகத்தினைப் பெற்றுள்ள கனிமங்களிலிருந்து எளிதாகவும், பொருளாதார ரீதியாக சிக்கனமாகவும், உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்க இயலுமாயின் அத்தகைய கனிமங்கள் தாதுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
- ஒரு தேவைப்படும் உலோகத்தினை அதன் தாதுவிலிருந்துப் பிரித்தெடுத்தலானது பின்வரும் உலோகவியல் செயல்முறைகளை உள்ளடக்கியது.
  (i) தாதுக்களை அடர்பித்தல்
  (ii) பண்படா உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்
  (iii) பண்படா உலோகத்தைத் தூய்மையாக்கல்
- அடர்பிக்கப்பட்ட தாதுவிலிருந்து, பண்படா உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுத்தலில் பின்வரும் இரு படி நிலைகள் உள்ளன. அவையானவன
  i. தாதுவை, தேவைப்படும் உலோகத்தின் ஆக்சைடாக மாற்றுதல்
  ii. உலோக ஆக்சைடை தனிம உலோகமாக ஒடுக்குதல்.
- வெப்பநிலையினைப் பொருத்து, அவ்வினைகளின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்பில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் வரைபடமாகக் குறிப்பிடுவது எலிங்கம் வரைபடம் எனப்படுகிறது.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 21 22-12-2022 12:48:30

- வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்களைப் போலவே உலோகவியலில் மின்வேதித் தத்துவங்களும் பயன்படுகின்றன.
- E^o ஆனது நேர்க்குறியுடையது எனில், ΔG ஆனது எதிர்க்குறியைப் பெறும் மேலும் ஒடுக்க வினை தன்னிச்சையாக நிகழும் எனவே ஒட்டு மொத்த வினையின் நிகர மின்னழுத்தம் நேர்குறி மதிப்பைப் பெறுமாறு ஒடுக்க வினை திட்டமிடப்படுகிறது. அதிக வினைத்திறன் கொண்ட உலோகமானது, ஒப்பீட்டு அளவில் குறைவான வினைத்திறன் கொண்ட உலோக அயனிகளைக் கொண்டுள்ள கரைசலில் சேர்க்கப்படும் போது, அதிக வினைத்திறன் கொண்ட உலோகம் கரைசலுக்குள் செல்கிறது.
- ஒரு உலோகம் அதன் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் போது பொதுவாக வினைபுரியாத ஆக்சைடுகள், பிற உலோகங்கள், அலோகங்கள போன்ற மாசுக்கள் அதில் காணப்படலாம். இத்தகைய மாசுக்களைப், பண்படா உலோகத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்தல் தூய்மையாக்கும் செயல் முறைகள் எனப்படுகிறது.

மதிப்பிடுதல்

QZ4RA

சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க

1. பாக்ஸைட்டின் இயைபு

அ) Al_2O_3 ஆ) $Al_2O_3.nH_2O$ இ) $Fe_2O_3.2H_2O$ ஈ) இவை எதுவுமல்ல

2. ஒரு சல்பைடு தாதுவை வறுக்கும் போது (A) என்ற நிறமற்ற வாயு வெளியேறுகிறது. (A) ன் நீர்க்கரைசல் அமிலத்தன்மை உடையது. வாயு (A)ஆனது

அ) CO_2 ஆ) SO_3 இ) SO_2 ஈ) H_2S

3. பின்வரும் வினைகளில், எவ்வினையானது காற்றில்லா சூழலில் வறுத்தலைக் (Calcination) குறிப்பிடுகின்றது?

அ) $2Zn + O_2 \longrightarrow 2ZnO$ ஆ) $2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2$

இ) $MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2$ ஈ) (அ) மற்றும் (இ)

4. கார்பனைக் கொண்டு உலோகமாக ஒடுக்க இயலாத உலோக ஆக்ஸைடு

அ) PbO ஆ) Al_2O_3 இ) ZnO ஈ) FeO

5. ஹால் ஹெரால்ட் செயல்முறையின்படி பிரித்தெடுக்கப்படும் உலோகம்

அ) Al ஆ) Ni இ) Cu ஈ) Zn

6. ஒடுக்க வினைக்கு உட்படுத்தும் முன்னர், சல்பைடு தாதுக்களை வறுத்தலில் ஏற்படும் நன்மையினைப் பொருத்து பின்வரும் கூற்றுகளில் தவறானது எது?

அ) CS_2 மற்றும் H_2S ஆகியவற்றைக் காட்டிலும் சல்பைடின் ΔG_f^0 மதிப்பு அதிகம்

ஆ)சல்பைடை வறுத்து ஆக்ஸைடாக மாற்றும் வினைக்கு ΔG_r^0 மதிப்பு எதிர்க்குறியுடையது.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 22 22-12-2022 12:48:32

இ) சல்பைடை அதன் ஆக்ஸைடாக வறுத்தல் என்பது ஒரு சாதகமான வெப்ப இயக்கவியல் செயல்முறையாகும்.

ஈ) உலோக சல்பைடுகளுக்கு, கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகியன தகுந்த பொருத்தமான ஒடுக்கும் காரணிகளாகும்.

7. கலம் –Iல் உள்ளனவற்றைக் கலம் –II ல் உள்ளனவற்றுடன் பொருத்தித் தகுந்த விடையினைத் தெரிவு செய்க.

கலம் –I		கலம் -II	
A	சயனைடு செயல்முறை	(i)	மிகத்தூய்மையான Ge
B	நுரை மிதத்தல் செயல்முறை	(ii)	ZnS தாதுவை அடர்பித்தல்
C	மின்னாற் ஒடுக்குதல்	(iii)	Al பிரித்தெடுத்தல்
D	புலத்தூய்மையாக்கல்	(iv)	Au பிரித்தெடுத்தல்
		(v)	Ni ஐத் தூய்மையாக்குதல்

	A	B	C	B
(அ)	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
(ஆ)	(iii)	(iv)	(v)	(i)
(இ)	(iv)	(ii)	(iii)	(i)
(ஈ)	(ii)	(iii)	(i)	(v)

8. உல்ப்ரமைட் (Worframite) தாதுவை வெள்ளீயக்கல்லில் (tinstone) இருந்து பிரித்தெடுக்கும் முறை

அ) உருக்குதல்

ஆ) காற்றில்லாச் சூழலில் வறுத்தல்

இ) வறுத்தல்

ஈ) மின்காந்தப் பிரிப்பு முறை

9. பின்வருவனவற்றுள் நிகழ வாய்ப்பில்லாத வினை எது?

அ) $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$

ஆ) $Cu(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Zn(s) + Cu^{2+}(aq)$

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

ஈ) $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s) + Fe^{2+}(aq)$

10. பின்வருவனவற்றுள் எத்தனிம பிரித்தெடுத்தலின் மின்வேதி முறை பயன்படுகிறது?

அ) இரும்பு ஆ) லெட் இ) சோடியம் ஈ) சில்வர்

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 23 22-12-2022 12:48:33

11. இளக்கி (flux) என்பது பின்வரும் எம்மாற்றத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது?

அ) தாதுக்களை சிலிக்கேட்டுகளாக மாற்ற

ஆ) கரையாத மாசுக்களை, கரையும் மாசுக்களாக மாற்ற

இ) கரையும் மாசுக்களை கரையாத மாசுக்களாக மாற்ற

ஈ) மேற்கண்டுள்ள அனைத்தும்

12. பின்வருவனவற்றுள் எத்தாதுவினை அடர்ப்பிக்க நுரைமிதப்பு முறை ஒரு சிறந்த முறையாகும்?

அ) மேக்னடைட்

ஆ) ஹேமடைட்

இ) கலீனா

ஈ) கேசிட்டரைட்

13. அலுமினாவிலிருந்து, மின்னாற் பகுத்தல் முறையில் அலுமினியத்தினை பிரித்தெடுத்தலில் கிரையோலைட் சேர்க்கப்படுவதன் காரணம்

அ) அலுமினாவின் உருகு நிலையினைக் குறைக்க

ஆ) அலுமினாவிலிருந்து மாசுக்களை நீக்க

இ) மின் கடத்துத் திறனைக் குறைக்க

ஈ) ஒடுக்கும் வேகத்தினை அதிகரிக்க

14. ZnO விலிருந்து துத்தநாகம் (Zinc) பெறப்படும் முறை

அ) கார்பன் ஒடுக்கம்

ஆ) வெள்ளியைக் கொண்டு ஒடுக்குதல்(Ag)

இ) மின்வேதி செயல்முறை

ஈ) அமிலக் கழுவுதல்

15. சில்வர் மற்றும் தங்கம் பிரித்தெடுத்தல் முறையானது சயனைடைக் கொண்டு கழுவுதலை உள்ளடக்கியது. இம்முறையில் பின்னர் சில்வர் மீளப் பெறப்படுதல். (NEET-2017)

அ) வாலை வடித்தல் (Distillation)

ஆ) புலதூய்மையாக்கல் (Zone refining)

இ) துத்தநாகத்துடன் (Zinc) உலோக இடப்பெயர்ச்சி வினை

ஈ) நீர்மமாக்கல் (liquation)

16. எலிங்கம் வரைபடத்தினைக் கருத்திற் கொள்க. பின்வருவனவற்றுள் அலுமினாவை ஒடுக்க எந்த உலோகத்தினைப் பயன்படுத்த முடியும்? (NEET-2018)

அ) Fe

ஆ) Cu

இ) Mg

ஈ) Zn

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 24 22-12-2022 12:48:33

17. சிர்கோனியத்தினை (Zr) தூய்மையாக்கலில் பின்வரும் வினைகள் பயன்படுகின்றன. இம்முறை பின்வருமாறு அழைக்கப்படுகிறது.

$$Zr\ (impure) + 2I_2 \xrightarrow{523\ K} ZrI_4$$

$$ZrI_4 \xrightarrow{1800K} Zr\ (pure) + 2I_2$$

அ) உருக்கிப் பிரித்தல் ஆ)வான்ஆர்கல் முறை

இ) புலத்தூய்மையாக்கல் ஈ) மாண்ட் முறை

18. உலோகவியலில், தாதுக்களை அடர்ப்பிக்க பயன்படுத்தப்படும் முறைகளுள் ஒன்று

அ) வேதிக்கழுவுதல் ஆ) வறுத்தல்

இ) நுரைமிதப்பு முறை ஈ) (அ) மற்றும் (இ)

19. பின்வருவனவற்றுள் சரியல்லாத கூற்று எது?

அ) நிக்கல் மாண்ட் முறையில் தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

ஆ) டைட்டேனியம் வான் ஆர்கல் முறைப்படி தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

இ) ஜிங்க் பிளன்ட் (ZnS) நுரை மிதப்பு முறையில் அடர்ப்பிக்கப்படுகிறது.

ஈ) தங்கத்தை பிரித்தெடுக்கும் உலோகவியலில், உலோகமானது நீர்த்த சோடியம் குளோரைடு கரைசலைக் கொண்டு வேதிக்கழுவப்படுகிறது.

20. மின்னாற்பகுத்தல் முறையில் காப்பரை தூய்மையாக்குவதில், பின்வருவனவற்றுள் எது நேர்மின்வாயாக பயன்படுத்தப்படுகிறது?

அ) தூயகாப்பர் ஆ) தூய்மையற்ற காப்பர்

இ) கார்பன் தண்டு ஈ) பிளாட்டினம் மின்வாய்

21. பின்வருவனவற்றுள் எந்த வரைபடம்? எலிங்கம் வரைபடத்தினைக் குறிப்பிடுகிறது.

அ) ΔS Vs T ஆ) ΔG^0 Vs T

இ) ΔG^0 Vs $\frac{1}{T}$ ஈ) ΔG^0 Vs T^2

22. எலிங்கம் வரைபடத்தில், கார்பன் மோனாக்ஸைடு உருவாதலுக்கு

அ) $\left(\frac{\Delta S^0}{\Delta T}\right)$ எதிர்குறியுடையது

ஆ) $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ நேர்குறியுடையது

இ) $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ எதிர்குறியுடையது

ஈ) $\left(\frac{\Delta T}{\Delta G^0}\right)$ ஆரம்பத்தில் நேர்குறியுடையது $700^{\circ}C$ க்குமேல் $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ எதிர்குறியுடையது.

23. பின்வருவனவற்றுள் எவ்வினை வெப்பஇயக்கவியலின்படி சாதகமான வினையல்ல?

அ) $Cr_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Cr$

ஆ) $Al_2O_3 + 2Cr \longrightarrow Cr_2O_3 + 2Al$

இ) $3TiO_2 + 4Al \longrightarrow 2\,Al_2O_3 + 3Ti$

ஈ) இவை எதுவுமல்ல

24. எலிங்கம் வரைபடத்தைப் பொறுத்து, பின்வருவனவற்றுள் சரியாக இல்லாத கூற்று எது?

அ) கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் நேர்க்கோட்டில் அமைந்துள்ளது. நிலைமையில் மாற்றம் ஏற்படும் போது நேர்கோட்டிலிருந்து விலகல் ஏற்படுகிறது.

ஆ) CO_2 உருவாதலுக்கான வரைபடமானது கட்டிலா ஆற்றல் அச்சிற்கு ஏறத்தாழ இணையாக உள்ளது.

இ) CO ஆனது எதிர்க்குறி சாய்வு மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளது. எனவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது CO அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையதாகிறது.

ஈ) உலோக ஆக்சைடுகள் நேர்க்குறி சார்பு மதிப்பானது, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது அவைகளின் நிலைப்புத்தன்மை குறைவதைக் காட்டுகிறது.

பின்வருவனவற்றிற்கு விடையளிக்க

1. கனிமம் மற்றும் தாது ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடுகள் யாவை?
2. தூய உலோகங்களை அவைகளின் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் பல்வேறு படிநிலைகள் யாவை?
3. இரும்பை அதன் தாதுவான Fe_2O_3 யிலிருந்து பிரித்தெடுப்பதில் சுட்ட சுண்ணாம்புவின் பயன்பாடு யாது?
4. எவ்வகை தாதுக்களை அடர்ப்பிக்க நுரை மிதப்பு முறை ஏற்றது? அத்தகைய தாதுக்களுக்கு இரு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
5. நிக்கலைத் தூய்மையாக்கப் பயன்படும் ஒரு முறையினை விவரிக்க?
6. புலத்தூய்மையாக்கல் முறையினை ஒரு எடுத்துக்காட்டுடன் விவரி.
7. (அ) எலிங்கம் வரைபடத்தினை பயன்படுத்தி பின்வரும் நிகழ்வுகளுக்கான நிபந்தனைகளை கண்டறிக.

   i. மெக்னீசியாவை அலுமினியத்தைக் கொண்டு ஒடுக்குதல்

   ii. மெக்னீசியத்தைக் கொண்டு அலுமினாவை ஒடுக்குதல்.

   (ஆ) ஏறத்தாழ 1200K வெப்பநிலையில் Fe_2O_3யைக் கார்பனைக் கொண்டு ஒடுக்க இயலுமா?
8. துத்தநாகத்தின் பயன்களைக் கூறுக

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 26 22-12-2022 12:48:35

9. அலுமினியத்தின் மின்னாற் உலோகவியலை விளக்குக.

10. பின்வருவனவற்றை தகுந்த உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

(அ) மாசு (ஆ) கசடு

11. வாயு நிலைமைத் தூய்மையாக்கலுக்கான அடிப்படைத் தேவைகளைத் தருக.

12. பின்வரும் செயல்முறைகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றின் பயன்பாட்டினை விவரிக்க.

(i) காப்பர் பிரித்தெடுத்தலில் சிலிக்கா

(ii) அலுமினியம் பிரித்தெடுத்தலில் கிரையோலைட்

(iii) சிர்கோனியத்தினை மீதூய்மையாக்கலில் அயோடின்.

(iv) நுரை மிதப்பு முறையில் சோடியம் சயனைடு.

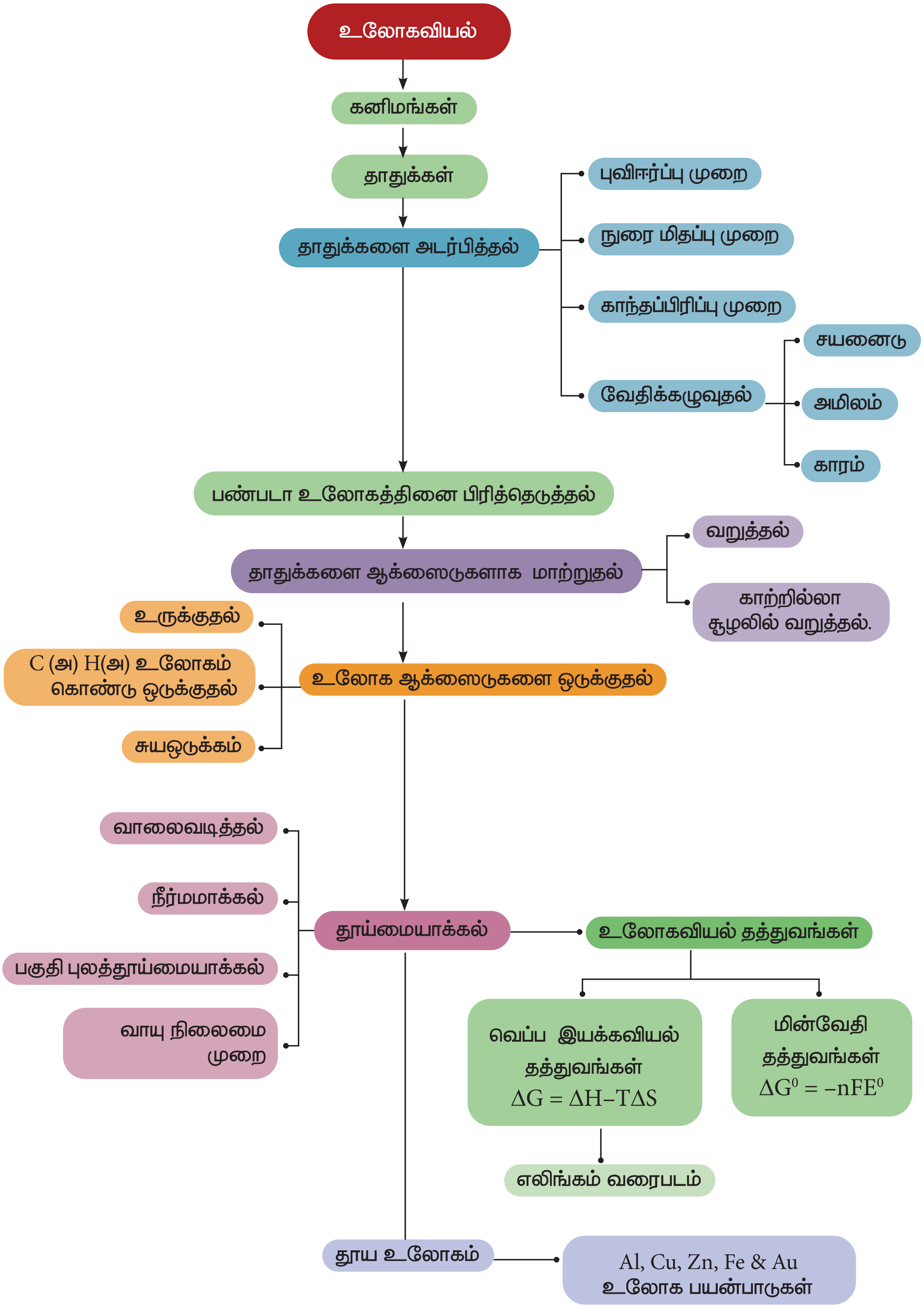
13. மின்னாற் தூய்மையாக்கலின் தத்துவத்தினை ஒரு உதாரணத்துடன் விளக்குக.

14. ஒடுக்கும் காரணியைத் தெரிவு செய்தல் என்பது வெப்ப இயக்கவியல் காரணியைப் பொருத்தது தகுந்த உதாரணத்துடன் இக்கூற்றை விளக்குக.

15. எலிங்கம் வரைபடத்தின் வரம்புகள் யாவை?

16. உலோகவியலில் மின்வேதி தத்துவத்தினைப் பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.

XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 27 22-12-2022 12:48:35



XII U1 Metallurgy - Jerald.indd 28 22-12-2022 12:48:35

அலகு 2

p-தொகுதி தனிமங்கள்-I

கென்னத் வேட்
(1932–2014)

கென்னத் வேட் ஒரு பிரிட்டிஷ் வேதியியல் அறிஞர் ஆவார். டூர்ஹாம் பல்கலைக்கழகத்தில் பணியாற்றியுள்ளார். அவர் போரேன் கொத்துத் திரள் சேர்மங்களின் (borane clusters) வடிவங்களை கணிக்கும் முறையினை உருவாக்கினார். வேட் உருவாக்கிய விதிகளைப் பயன்படுத்தி, திரள் பிணைப்பிற்கு கிடைக்கக்கூடிய வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் இரட்டைகளை (SEP) கணக்கிடுவதன் மூலம் போரேன் திரள்களின் வடிவங்களை பகுத்தறியலாம். இவரது பங்களிப்பிற்காக, கென்னத் வேட் அவர்களுக்கு,1989 இல் இலண்டன் ராயல் சொசைட்டியின் FRS விருதும் 1990 ஆம் ஆண்டு டில்டன் விருதும் இவருக்கு வழங்கப்பட்டுள்ளது..

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர் ,

* p–தொகுதி தனிமங்களின் பண்புகளில் காணப்படும் பொதுவான போக்கினை விவரித்தல்,
* p–தொகுதி தனிமங்களில் முதல் தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகளை விளக்குதல்,
* போரானின் தயாரிப்பு முறைகள், பண்புகள் மற்றும் பயன்களை விவாதித்தல்,
* போரான் மற்றும் அலுமினியம் ஆகியவற்றின் முக்கிய சேர்மங்களின் தயாரிப்பு முறைகளை விவாதித்தல்,
* கார்பன் மற்றும் சிலிக்கன் ஆகியவற்றின் முக்கிய சேர்மங்களின் தயாரிப்பு முறைகளை விவாதித்தல், ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

XII_U2-P-Block.indd 29 22-12-2022 12:47:26

அறிமுகம்:

தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்கள் s, p, d மற்றும் f என நான்கு தொகுதிகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டிருப்பதை நாம் ஏற்கனவே கற்றறிந்தோம். s–தொகுதி தனிமங்களின் பண்புகள் பற்றியும், அவற்றின் முக்கியமான சேர்மங்களைப் பற்றியும் பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்றறிந்தோம். p-தொகுதி தனிமங்களில் தொடங்கி, மற்ற பிற தொகுதிகளில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்களைப்பற்றி இவ்வாண்டில் கற்றறிவோம்.

ஒரு தனிமத்தின் கடைசி எலக்ட்ரான் p-ஆர்பிட்டாலில் சென்று நிரம்புமாறு உள்ள தனிமங்கள் அடங்கிய தொகுதி p-தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது. இத்தனிமங்கள் நவீன தனிம வரிசை அட்டவணையில் 13 முதல் 18 ஆம் தொகுதி வரை இடம் பெற்றுள்ளன. மேலும் இத் தொகுதிகளில் காணப்படும் முதல் தனிமங்கள் முறையே B, C, N, O, F மற்றும் He ஆகியனவாகும். இத்தொகுதியில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்கள் பலதரப்பட்ட பண்புகளை பெற்றுள்ளன, மேலும் அலோகங்கள், உலோகங்கள் மற்றும் உலோகப் போலிகளும் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தொகுதியில் இடம்பெற்றுள்ள அலோகத் தனிமங்கள் உலோகத் தனிமங்களைக் காட்டிலும் பல்வேறு வகையான மாறுபடும் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இத்தொகுதி தனிமங்களும், அவற்றின் சேர்மங்களும் நம் அன்றாட வாழ்வில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜன் இல்லாமல் நாம் உயிர்வாழ்வதலை கற்பனைக்கூட செய்ய இயலாது. மிக அதிகளவில் காணப்படும் அலுமினியம் மற்றும் அதன் உலோக கலவைகள், வீட்டு உபயோக பாத்திரங்கள் முதல் விமான பாகங்கள் வரையிலான பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. சிலிக்கான் மற்றும் ஜெர்மானியம் போன்ற தனிமங்களின் குறைக்கடத்தும் பண்பானது, நவீன மின்னணுவியல் துறையில் பெரும் புரட்சியை உண்டாக்கியுள்ளது. இந்த அலகில் p-தொகுதி தனிமங்களில் முதல் மூன்று தொகுதிகளான (தொகுதி 13 முதல் 15 வரை) போரான், கார்பன் மற்றும் நைட்ரஜன் தொகுதி தனிமங்களின் பண்புகளைப் பற்றி நாம் கற்றறிவோம்.

2.1 p-தொகுதி தனிமங்களின் பண்புகளில் காணப்படும் பொதுவான போக்கு:

தனிமங்களின் பண்புகள், அவற்றின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு, உருவளவு , அயனியாக்கும் ஆற்றல், எலக்ட்ரான் கவர்திறன் ஆகியவற்றை பொருத்து அமைகின்றன என்பதை நாம் ஏற்கனவே கற்றறிந்தோம். இப்பாடப்பகுதியில், பல்வேறு p-தொகுதி தனிமங்களின் பண்புகளில் காணப்படும் பொதுவான போக்கை பற்றி நாம் விவாதிப்போம்.

2.1.1 எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை:

p-தொகுதி தனிமங்கள் ns^2, np^{1-6} எனும் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஒரு தொகுதியிலுள்ள அனைத்து தனிமங்களும், ஒத்த வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன, ஆனால் n (முதன்மைக் குவாண்டம் எண்) மதிப்பில் மட்டும் மாறுபடுகின்றன. 18 ஆம் தொகுதி தனிமங்கள் (மந்த வாயுக்கள்) முழுவதும் நிரம்பிய p ஆர்பிட்டால்களை பெற்றிருப்பதால், அவைகள் அதிக நிலைப்புத்தன்மையினையும், குறைந்தபட்ச வினைத்திறனையும் கொண்டுள்ளன. P-தொகுதி தனிமங்கள் மாறுபட்ட ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளை காட்டுகின்றன, மேலும் அவைகளின் அதிகபட்ச ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையானது (தொகுதி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை) அவற்றின் இணைதிற கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும். நேர் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளை மட்டும் பெற்றிருக்கக்கூடிய s-தொகுதி தனிமங்களைப் போல் அல்லாமல் சில p–தொகுதி தனிமங்கள் எதிர் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளையும் பெற்றுள்ளன. ஹேலஜன்கள், ஒரு எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொண்டு, முழுவதும் நிரம்பிய எலக்ட்ரான் அமைப்புடைய ஹேலைடு அயனிகளை உருவாக்கும் திறனைப்

XII_U2-P-Block.indd 30 22-12-2022 12:47:26

பெற்றுள்ளன. எனவே ஹேலஜன்களில் -1 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை மிகப் பொதுவானதாகும். இதே போல நிக்டோஜன் மற்றும் சால்கோஜன் தொகுதி தனிமங்களும் எதிர் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன.

தன் மதிப்பீடு :

18 வது தொகுதி தனிமங்கள் மந்த வாயுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஏன்? 18 வது தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பை எழுதுக.

அட்டவணை 2.1 p-தொகுதி தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகள்.

தொகுதி எண்	13	14	15	16	17	18
தொகுதியின் பெயர்	ஐகோசாஜன்கள்	டெட்ராஜன்கள்	நிக்டோஜன்கள்	சால்கோஜன்கள்	ஹேலஜன்கள்	மந்த வாயுக்கள்
பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$ns^2\ np^1$	$ns^2\ np^2$	$ns^2\ np^3$	$ns^2\ np^4$	$ns^2\ np^5$	$ns^2\ np^6$
அதிகபட்ச ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை (தொகுதி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை)	+3	+4	+5	+6	+7	+8
பிற ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகள்	+1	+2, -4	+3, -3	+4, +2, -2	+5, +3, +1, -1	+6. +4, +2

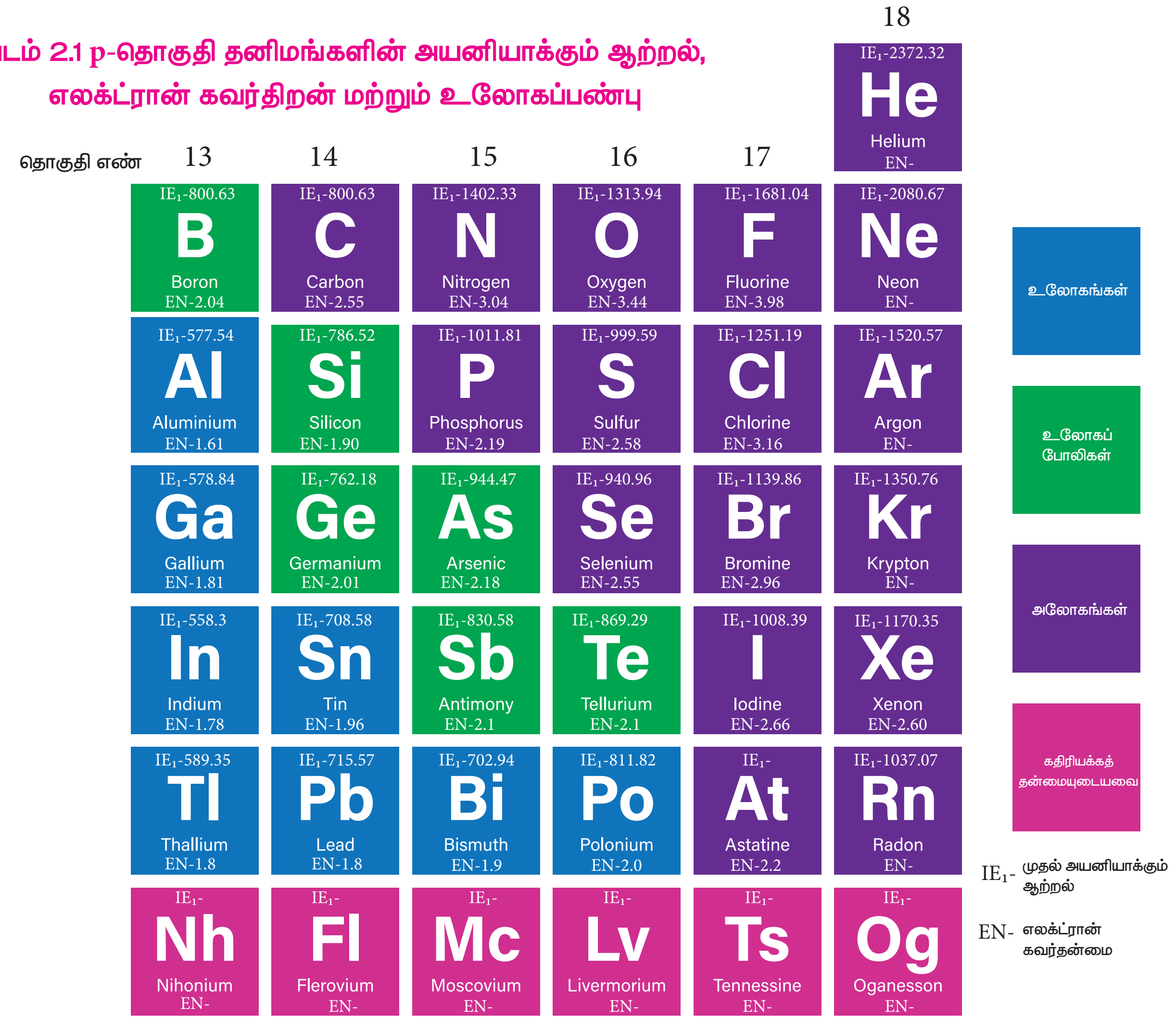
2.1.2 உலோகப் பண்பு:

ஒரு தனிமம் எலக்ட்ரான்களை இழந்து அதன் நேரயனிகளை உருவாக்கும் திறனானது அத்தனிமத்தின் நேர்மின் தன்மை அல்லது உலோகத் தன்மை என அறியப்படுகிறது. இந்தப் பண்பானது அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பொருத்தமைகிறது. பொதுவாக ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும்போது அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு குறைகிறது, இதனால் உலோகப்பண்பு அதிகரிக்கிறது.

p-தொகுதியில் இடது புறத்தின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள தனிமங்கள் உலோகங்களாகவும் ஆனால் வலது புறத்தின் மேற்பகுதியிலுள்ள தனிமங்கள் அலோகங்களாகவும் காணப்படுகின்றன. 13 ஆம் தொகுதியில் முதல் தனிமமான போரான் தவிர்த்த மற்ற தனிமங்கள் உலோகப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. போரான் மட்டும் உலோகங்களுக்கும் அலோகங்களுக்கும் இடைப்பட்ட பண்புகளைப் பெற்றுள்ள ஒரு உலோகப் போலியாகும். போரானின் அணு ஆரம் மிகச் சிறியது மேலும் இது அதிக அணுக்கரு மின்சுமையைக் கொண்டுள்ளது, இவைகளே போரானின் அலோகப்பண்பிற்கு காரணமாக அமைகின்றன. அடுத்தடுத்த தொகுதிகளில் அலோகப்பண்பு அதிகரிக்கிறது. தொகுதி 14 இல் உள்ள கார்பன் அலோகம், சிலிக்கான் மற்றும் ஜெர்மானியம் ஆகியன உலோகப்போலிகளாகும். தொகுதி 15 இல் உள்ள நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் ஆகியன அலோகங்கள், ஆர்சனிக் மற்றும் ஆன்டிமனி

XII_U2-P-Block.indd 31 22-12-2022 12:47:27

படம் 2.1 p-தொகுதி தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றல், எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மற்றும் உலோகப்பண்பு



ஆகியன உலோகப் போலிகள். தொகுதி 16 இல் உள்ள ஆக்ஸிஜன் , சல்பர் மற்றும் செலினியம் ஆகியன அலோகங்கள், டெல்லூரியம் ஒரு உலோகப் போலியாகும். 17 மற்றும் 18 ஆம் தொகுதியைச் சார்ந்த அனைத்து தனிமங்களும் அலோகங்களாகும்.

2.1.3 அயனியாக்கும் என்தால்பி:

ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும்போது தனிமங்களின் அணு ஆரம் அதிகரிப்பதன் காரணமாக அவற்றின் அயனியாக்கும் என்தால்பி தொடர்ந்து குறைகிறது எனவே உலோகத் தன்மை அதிகரிக்கின்றது. என்பதை நாம் ஏற்கனவே கற்றறிந்தோம். இத்தகைய பொதுவான போக்கிலிருந்து P-தொகுதி தனிமங்கள் சிறிதளவு விலகலடைகின்றன. 13ஆம் தொகுதியில் போரானிலிருந்து அலுமினியத்திற்கு செல்லும்போது எதிர்பார்த்தபடியே அயனியாக்கும் என்தால்பி குறைகிறது. ஆனால், அலுமினியத்திலிருந்து தாலியம் வரை மிகக் குறைந்தளவே மாறுபடுகின்றன.s மற்றும் p எலக்ட்ரான்களைவிட குறைந்த திரைமறைவு விளைவு கொண்ட d மற்றும் f எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதே இதற்குக் காரணம். இதன் விளைவாக, இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் மீதான செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமை அதிகரிக்கிறது. இதே போக்கு 14ஆம் தொகுதியிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. எஞ்சியுள்ள தொகுதிகள் (15 முதல் 18வரை) பொதுவான போக்கை பின்பற்றுகின்றன. இந்த தொகுதிகளில் மேலிருந்து கீழாக செல்லச் செல்ல அயனியாக்கும் என்தால்பி மதிப்புகள் குறைகின்றன. இங்கு, d மற்றும் f எலக்ட்ரான்களின் குறைந்த திரை மறைவு விளைவானது, கூடுதலாக சேர்க்கப்பட்ட p எலக்ட்ரான்களின் திரை மறைவுவிளைவு அதிகரிப்பினால் ஈடுசெய்யப்படுகிறது. எதிர்பார்த்ததைப்

XII_U2-P-Block.indd 32 22-12-2022 12:47:27

போலவே, தொடர்ந்து வரும் தொகுதிகளிலுள்ள தனிமங்களின் அயனியாக்கும் என்தால்பி மதிப்புகள் முந்தைய தொகுதி தனிமங்களைவிட அதிகமாக உள்ளன.

2.1.4 எலக்ட்ரான் கவர்திறன்:

13 ஆம் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும்போது, எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகளானது போரானிலிருந்து அலுமினியத்திற்கு முதலில் குறைந்து பின்னர் காலியத்திற்கு சற்றே அதிகரிக்கிறது. அதன் பின்னர் குறிப்பிடத்தகுந்த மாற்றம் ஏதுமில்லை. 14 ஆம் தொகுதியிலும் இதே போக்கு காணப்படுகிறது. மற்ற தொகுதிகளில், நாம் மேலிருந்து கீழாக செல்லும்போது எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகள் குறைகின்றன. இத்தகைய போக்கினை அவற்றின் அணு ஆரங்களுடன் தொடர்புபடுத்த இயலும்.

2.1.5 முதல் தனிமங்களின் முரண்பட்ட பண்புகள்:

p-தொகுதி தனிமங்களில், ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் உள்ள முதல் தனிமமானது, அத்தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. இத்தகைய முரண்பட்ட பண்புகளுக்கு பின்வரும் காரணிகள் காரணமாக அமைகின்றன.

1. முதல் தனிமத்தின் சிறிய உருவளவு
2. அதிக அயனியாக்கும் என்தால்பி மற்றும் எலக்ட்ரான் கவர் திறன்
3. இணைதிறன் கூட்டில் d ஆர்பிட்டால்கள் இல்லாதிருத்தல்

13 ஆம் தொகுதியின் முதல் தனிமமான போரான் ஒரு உலோக போலியாகும். ஆனால் மற்ற தனிமங்கள் வினைதிறன் மிக்க உலோகங்களாகும். மேலும் போரான் ஆனது 14 ஆம் தொகுதியைச் சார்ந்த சிலிக்கானுடன் மூலைவிட்ட தொடர்பை பெற்றுள்ளது. போரான் மற்றும் சிலிக்கானின் ஆக்சைடுகள் அவற்றின் அமிலப்பண்பில் ஒத்துள்ளன. இவை இரண்டும் எளிதில் நீராற்பகுப்படையும் சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குகின்றன. இதே போல போரான் ட்ரைபுளூரைடைத் தவிர, இவ்விரு தனிமங்களின் ஹேலைடுகளும் எளிதில் நீராற்பகுப்படைகின்றன.

14 ஆம் தொகுதியில், முதல் தனிமமான கார்பன் ஒரு அலோகமாகும். அதேசமயம், மற்ற தனிமங்கள் உலோக போலிகளாகவோ (சிலிக்கான் & ஜெர்மானியம்) அல்லது உலோகங்களாகவோ (டின்&லெட்) உள்ளன. கார்பன் அணுவானது அது இடம்பெற்றுள்ள தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களைப் போலல்லாமல், C=C, C=O.. போன்ற பல்பிணைப்புகளை உருவாக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. கார்பன் அணுவானது மற்றொரு கார்பன் அணுவுடனோ அல்லது மற்ற அணுக்களுடனோ நீண்ட சங்கிலித் தொடர் சேர்மங்களை உருவாக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. இப்பண்பு சங்கிலித்தொடராக்கம் என அறியப்படுகிறது. தொகுதியில் கீழாக செல்லும்போது சங்கிலித் தொடராக்கத் திறன் குறிப்பிடத்தகுந்த அளவில் குறைகிறது. (C>>Si>Ge≈Sn>Pb).

15 ஆம் தொகுதியிலும், முதல் தனிமமான நைட்ரஜனானது அத்தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களிலிருந்து வேறுபடுகிறது. கார்பனைப் போன்றே நைட்ரஜன் அணுவும் பல்பிணைப்புகளை உருவாக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது (N≡N, C≡N, N=O போன்றவை...). தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களைப் போல அல்லாமல் நைட்ரஜன் ஒரு டையாகாந்தத்தன்மை கொண்ட வாயுவாகும்.

16ஆம் தொகுதியிலும் முதல் தனிமமான ஆக்ஸிஜனும் ஈரணு மூலக்கூறாக வாயு நிலையில் காணப்படுகிறது. அது அதிக எலக்ட்ரான் கவர்திறன் தன்மையைக் கொண்டிருப்பதால் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை உருவாக்குகிறது.

17 ஆம் தொகுதியின் முதல் தனிமமான புளூரின் அதிகபட்ச எலக்ட்ரான் கவர்திறன் கொண்ட தனிமமாகும். தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களுடன் ஒப்பிடும்போது இது முற்றிலும் வேறுபட்ட

XII_U2-P-Block.indd 33 22-12-2022 12:47:27

பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. ஆக்ஸிஜனைப் போலவே புளூரினும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை உருவாக்குகிறது.புளூரின் -1 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை மட்டுமே காட்டுகிறது, ஆனால் மற்ற ஹேலஜன்கள் –1 நிலையுடன் +1,+3 ,+5 மற்றும் +7 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளையும் காட்டுகின்றன. புளூரின் வலிமை மிக்க ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்றக் காரணியாகும், மேலும் ஹேலஜன்களில் புளூரின் மிகஅதிக வினைத்திறன் கொண்ட தனிமமாகும்.

2.1.6 மந்த இணை விளைவு:

தனிமங்களின் இணைதிறக் கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கேற்ப கார மற்றும் கார மண் உலோகங்கள் முறையே +1 மற்றும் +2 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளை கொண்டிருக்கும் என்பதை நாம் ஏற்கனவே கற்றறிந்தோம். இதேபோல, p—தொகுதி தனிமங்களும், தங்களின் இணைதிற கூட்டிலுள்ள அதிகபட்ச எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கேற்ப வெவ்வேறு ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளைப் (தொகுதி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை) பெற்றுள்ளன. மேலும், அவை மாறுபட்ட ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளையும் காட்டுகின்றன. 13 முதல் 16 வரையிலான தொகுதிகளிலுள்ள, இடைநிலைத் தனிமங்களைத் தொடர்ந்து வரும் கனமான தனிமங்களைப் பொறுத்தவரையில், அதன் தொகுதி ஆக்ஸினஜேற்ற நிலையைவிட இரண்டு குறைவான ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளே அதிக நிலைப்புத் தன்மைக் கொண்டைவைகளாக உள்ளன. மேலும் இவைகள் அதன் தொகுதி ஆக்ஸினஜேற்ற எண்ணைப் பெறுவதில் வழக்கமான நிலை காணப்படுவதில்லை. 13 ஆம் தொகுதி தனிமங்களைப் பொருத்த வரையில், போரானிலிருந்து கனமான தனிமங்களை நோக்கி நாம் கீழே செல்லும்போது, +3 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைக்கு மாறாக +1 ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையை ஏற்கும் தன்மை அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, Al^{+3} அயனியானது Al^{+1} அயனியைக் காட்டிலும் அதிக நிலைப்புத்தன்மை கொண்டது, ஆனால் Tl^{+1} அயனி Tl^{+3}அயனியைக் காட்டிலும் அதிக நிலைப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளது. அலுமினியம் (III) குளோரைடு அதிக நிலைப்புத் தன்மை கொண்டது, அதேநேரத்தில் தாலியம் (III) குளோரைடு நிலைப்புத் தன்மையற்றது, மேலும் இது தாலியம் (I) குளோரைடு மற்றும் குளோரின் வாயுவாக விகிதச் சிதைவடைகிறது. தாலியத்தில், ns எலக்ட்ரான்கள் இழக்கப்படாமல், np எலக்ட்ரான்கள் மட்டும் இழக்கப்படுவதால் உருவாகும் குறைந்தபட்ச ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையே அதிக நிலைப்புத்தன்மை கொண்டது என்பதை இது காட்டுகிறது. அதாவது, இடைநிலைத் தனிமங்களைத் தொடர்ந்து வரும் கனமான தனிமங்களில் உள்ள வெளிக்கூட்டு s எலக்ட்ரான்கள் மந்தத் தன்மை கொண்டவைகளாக உள்ளன மேலும் பிணைப்பில் பங்கெடுக்க இயல்பாக முனைவதில்லை. இந்த விளைவு மந்தஇணைவிளைவு என அறியப்படுகிறது. 14 , 15 மற்றும் 16 ஆம் தொகுதிகளிலும் இதே விளைவு காணப்படுகிறது.

2.1.7 p-தொகுதி தனிமங்களில் புறவேற்றுமை வடிவத்துவம்:

சில தனிமங்கள் ஒரே இயற் நிலைமையில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படிக அல்லது மூலக்கூறு வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கார்பனானது வைரமாகவும் கிராஃபைட்டாகவும் காணப்படுகிறது. இந்நிகழ்வானது புறவேற்றுமை வடிவத்துவம் அல்லது அல்லோட்ரோபிசம் என்றழைக்கப்படுகிறது. (கிரேக்க மொழியில் 'allos' என்பது 'மற்றொரு' எனவும் 'trope' என்பது 'மாற்றம்' எனவும் பொருள்படும் சொற்களாகும்) மேலும் இத்தகைய வெவ்வேறு வடிவங்கள் புறவேற்றுமை வடிவங்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. பல p-தொகுதி தனிமங்கள் புறவேற்றுமை வடிவத்துவத்தை காட்டுகின்றன. சில பொதுவான புறவேற்றுமை வடிவங்கள் கீழே அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

XII_U2-P-Block.indd 34 22-12-2022 12:47:27

அட்டவணை 2.2 : p–தொகுதி தனிமங்களின் சில பொதுவான புறவேற்றுமை வடிவங்கள்

தனிமம்	பொதுவான புறவேற்றுமை வடிவங்கள்
போரான்	படிக வடிவமற்ற போரான், α- சாய்சதுர அறுமுக போரான், β- சாய்சதுர அறுமுகபோரான், γ- செங்குத்து சாய்சதுர போரான், α- நான்முக போரான், β- நான்முக போரான்
கார்பன்	வைரம், கிராஃபைட், கிராஃபின், ஃபுல்லரீன், கார்பன் நுண்குழாய்கள்
சிலிக்கான்	படிக வடிவமற்ற சிலிக்கான், படிக சிலிக்கான்
ஜெர்மானியம்	α– ஜெர்மானியம், β- ஜெர்மானியம்
டின்	சாம்பல் நிற டின், வெண்ணிற டின், சாய்சதுர டின், சிக்மா டின்
பாஸ்பரஸ்	வெண் பாஸ்பரஸ், சிவப்பு பாஸ்பரஸ், கருஞ்சிவப்பு பாஸ்பரஸ், ஊதா நிற பாஸ்பரஸ், கருமை நிற பாஸ்பரஸ்
ஆர்சனிக்	மஞ்சள் ஆர்சனிக், சாம்பல் நிறஆர்சனிக்&கருமை நிற ஆர்சனிக்
ஆன்டிமனி	நீலம் கலந்த வெண்ணிறஆன்டிமனி, மஞ்சள் ஆன்டிமனி, கருமை நிற ஆன்டிமனி
ஆக்ஸிஜன்	டை ஆக்ஸிஜன் ,ஓசோன்
கந்தகம் (சல்பர்)	சாய்சதுரகந்தகம், ஒற்றைச்சரிவு கந்தகம்
செலினியம்	சிவப்பு செலினியம், சாம்பல் நிறசெலினியம், கருமை நிறச்செலினியம், ஒற்றைச்சரிவு செலினியம்
டெல்லூரியம்	படிக வடிவமற்ற டெல்லூரியம் & படிக டெல்லூரியம்

2.2 தொகுதி 13 (போரான் தொகுதி) தனிமங்கள்:

2.2.1 வளம்:

போரான் , பொதுவாக போரேட்டுகளாக காணப்படுகிறது. அதன் முக்கிய தாதுக்கள் போராக்ஸ் – $Na_2[B_4O_5(OH)_4].8H_2O$ மற்றும் கெர்னைட் –$Na_2[B_4O_5(OH)_4].2H_2O$.ஆகியனவாகும். அலுமினியம் மிக அதிகளவில் காணப்படும் உலோகமாகும், இது ஆக்சைடுகளாகவும், அலுமினோசிலிக்கேட் பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது. அலுமினியத்தின் முதன்மையான தாதுவான பாக்சைட் $(Al_2O_3.2H_2O)$ லிருந்து அலுமினியம் வணிக ரீதியாக பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இந்த தொகுதியின் மற்ற தனிமங்கள் மிகக்குறைந்த அளவிலேயே கிடைக்கின்றன. Ga, In மற்றும் Tl போன்ற மற்ற தனிமங்கள் அவற்றின் சல்பைடுகளாக கிடைக்கின்றன.

2.2.2 இயற் பண்புகள்:

13 ஆம் தொகுதித் தனிமங்களின் சில இயற் பண்புகள் கீழே அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அட்டவனை 2.3 13 ஆம் தொகுதித் தனிமங்களின் சில இயற் பண்புகள்

பண்பு	போரான்	அலுமினியம்	காலியம்	இன்டியம்	தாலியம்
293 K இல் இயற் நிலைமை	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்
அணு எண்	5	13	31	49	81
ஐசோடோப்புகள்	^{11}B	^{27}Al	^{69}Ga	^{115}In	^{205}Tl
அணு நிறை ($g.mol^{-1}$ at 293 K)	10.81	26.98	69.72	114.81	204.38
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$[He]2s^2\ 2p^1$	$[Ne]3s^2\ 3p^1$	$[Ar]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$	$[Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^1$	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^1$
அணு ஆரம் (Å)	1.92	1.84	1.87	1.93	1.96
அடர்த்தி ($g.cm^{-3}$ at 293 K)	2.34	2.70	5.91	7.31	11.80
உருகுநிலை (K)	2350	933	302.76	429	577
கொதிநிலை (K)	4273	2792	2502	2300	1746

2.2.3 போரானின் வேதிப் பண்புகள்:

இந்தத் தொகுதியிலுள்ள ஒரே அலோகம் போரான் மட்டுமே, மேலும் இது வினைதிறன் குறைந்தது. எனினும், உயர் வெப்பநிலைகளில் போரான் அதிக வினைத்திறனைக் காட்டுகிறது. போரானின் பெரும்பாலான சேர்மங்கள் எலக்ட்ரான் குறைச் சேர்மங்களாகும், போரானின் சிறிய உருவளவு, உயர் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றை ஒத்த எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்பு ஆகிய காரணங்களால் வழக்கத்திற்கு மாறான புதிய வகை சகப்பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன.

உலோக போரைடுகள் உருவாதல்:

கார உலோகங்களைத் தவிர மற்ற பெரும்பாலான உலோகங்கள் M_xB_y (x மதிப்பு 11 வரையிலும், y மதிப்பு 66 அல்லது அதற்கும் அதிகமாக இருக்கும்) எனும் பொதுவாய்ப்பாட்டைக் கொண்ட போரைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

போரான் உடன் உலோகங்களின் நேரடி இணைதல்:

$$Cr + nB \xrightarrow{1500\ K} CrB_n$$

போரான் ட்ரைஹேலைடுகளின் ஒடுக்கம்:

ஹைட்ரஜன் உதவியுடன், உலோகத்தை கொண்டு போரான் ட்ரைகுளோரைடை ஒடுக்கும்போது உலோக போரைடுகள் கிடைக்கின்றன.

$$2BCl_3 + 2W \xrightarrow[H_2]{1500\ K} 2WB + 2Cl_2 + 2HCl$$

XII_U2-P-Block.indd 36 22-12-2022 12:47:27

ஹைட்ரைடுகள் உருவாதல்:

போரான் நேரடியாக ஹைட்ரஜனுடன் வினை புரிவதில்லை, எனினும் போரேன்கள் (boranes) எனும் புதுவகை ஹைட்ரைடுகளை உருவாக்குகிறது. டைபோரேன்– B_2H_6 ஒரு எளிய போரேன் ஆகும். டைபோரேனிலிருந்து மற்ற உயர் போரேன்களை உருவாக்க இயலும். வாயுநிலையிலுள்ள போரான் ட்ரைபுளூரைடை, 450K வெப்பநிலையில்,சோடியம் ஹைட்ரைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது டைபோரேன் கிடைக்கிறது. அதைத் தொடர்ந்து நிகழும் வெப்பச்சிதைவை தடுக்கும்பொருட்டு டைபோரேன் விளைபொருளானது உடனடியாக நீக்கப்படுகிறது.

$$2BF_3 + 6NaH \xrightarrow{450\ K} B_2H_6 + 6NaF$$

போரான் ட்ரைஹேலைடுகள் உருவாதல்:

போரான், உயர் வெப்பநிலைகளில் ஹேலஜன்களுடன் இணைந்து போரான் ட்ரைஹேலைடுகளை உருவாக்குகிறது.

$$2B + 3X_2 \xrightarrow{\Delta} 2BX_3$$

போரான் நைட்ரைடு உருவாதல்:

போரான், உயர் வெப்பநிலைகளில் டைநைட்ரஜனுடன் எரிந்து போரான் நைட்ரைடை உருவாக்குகிறது.

$$2B + N_2 \xrightarrow{\Delta} 2BN$$

ஆக்சைடுகள் உருவாதல்:

ஏறத்தாழ 900K வெப்பநிலையில் ஆக்ஸிஜனுடன் வினைப்படுத்தும்போது போரான், அதன் ஆக்ஸைடை உருவாக்குகிறது.

$$4B + 3O_2 \xrightarrow{900\ K} 2B_2O_3$$

அமிலங்கள் மற்றும் காரங்களுடன் வினை:

ஹேலோ அமிலங்களுடன் போரான் வினைபுரிவதில்லை. எனினும், சல்ஃபியூரிக் அமிலம் மற்றும் நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற ஆக்ஸிஜனேற்ற காரணிகளுடன் வினைப்பட்டு போரிக் அமிலத்தை உருவாக்குகிறது.

$$2B + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2H_3BO_3 + 3SO_2$$

$$B + 3HNO_3 \longrightarrow H_3BO_3 + 3NO_2$$

போரான் , உருகிய சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்பட்டு சோடியம் போரேட்டைத் தருகிறது.

$$2B + 6NaOH \longrightarrow 2Na_3BO_3 + 3H_2$$

XII_U2-P-Block.indd 37 22-12-2022 12:47:28

போரானின் பயன்கள்:

1. போரான், நியுட்ரான்களைக் உறிஞ்சும் திறனைப் பெற்றுள்ளதால் அதன் ${}^{10}B_5$ ஐசோடோப்பானது அணு உலைகளில் மட்டுப்படுத்தியாக பயன்படுகிறது.
2. படிகவடிவமற்ற போரான் – ராக்கெட் எரிபொருள் எரியூட்டியாக பயன்படுகிறது.
3. போரான், தாவர செல் சுவரின் முக்கிய பகுதிப் பொருளாக உள்ளது.
4. போரான் சேர்மங்கள் பல்வேறு பயன்பாடுகளை பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, கண் மருந்துகள், புரைதடுப்பான்கள், சலவைத் தூள் ஆகியவற்றில் போரிக் அமிலம் மற்றும் போராக்ஸ் உள்ளன. பைரக்ஸ் கண்ணாடி தயாரிப்பில் போரிக் அமிலம் பயன்படுகிறது.

2.2.4. போராக்ஸ் $[Na_2B_4O_7.10H_2O]$:

தயாரித்தல்:

போராக்ஸ் என்பது டெட்ராபோரிக் அமிலத்தின் சோடிய உப்பாகும். இது கோலிமனைட் தாதுவை, சோடியம் கார்பனேட் கரைசலுடன் கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது.

$$2Ca_2B_6O_{11} + 3Na_2CO_3 + H_2O \xrightarrow{\Delta} 3Na_2B_4O_7 + 3CaCO_3 + Ca(OH)_2$$

போராக்ஸ், பொதுவாக $Na_2B_4O_7.10H_2O$ என குறிப்பிடப்படுகிறது. ஆனால், இது நான்கணு அலகுகளை $[B_4O_5.(OH)_4]^{2-}$கொண்டுள்ளது.இந்த வடிவமானது பட்டக வடிவம் (prismatic form) என அறியப்படுகிறது.அணிகலன் அல்லது எண்முகி வடிவ போராக்ஸ் $(Na_2B_4O_7.5H_2O)$ மற்றும் போராக்ஸ் கண்ணாடி $(Na_2B_4O_7)$ என மேலும் இரண்டு வடிவங்களில் போராக்ஸ் காணப்படுகிறது.

பண்புகள்

போராக்ஸ் காரத்தன்மை கொண்டது, மேலும் அதன் வெந்நீர்க் கரைசல் சிதைந்து போரிக் அமிலம் மற்றும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடை தருவதால் காரத்தன்மை கொண்டது.

$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + 2NaOH$$

இதை வெப்பப்படுத்தும்போது ஒளிபுகும் போராக்ஸ் மணிகள் உருவாகின்றன.

$$Na_2B_4O_7.10H_2O \xrightarrow[-10H_2O]{\Delta} Na_2B_4O_7 \longrightarrow 2NaBO_2 + B_2O_3$$

போராக்ஸ், அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டு சிறிதளவே கரையும் போரிக் அமிலத்தை தருகிறது.

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + 2NaCl$$

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + Na_2SO_4$$

இதை அம்மோனியம் குளோரைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது போரான் நைட்ரைடை உருவாக்குகிறது.

$$Na_2B_4O_7 + 2NH_4Cl \longrightarrow 2NaCl + 2BN + B_2O_3 + 4H_2O$$

போராக்ஸின் பயன்கள்:

1. நிறமுள்ள உலோக அயனிகளை கண்டறிவதில் போராக்ஸ் பயன்படுகிறது.
2. இது, கண் கண்ணாடி, போரோசிலிக்கேட் கண்ணாடி, எனாமல், மற்றும் பளபளப்பான மண்பாண்டங்கள் தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.
3. இது உலோகவியலில் இளக்கியாகப் பயன்படுகிறது.
4. உணவு பதப்படுத்தியாகவும் செயலாற்றும் தன்மையுடையது.

2.2.5. போரிக் அமிலம் [H_3BO_3அல்லது $B(OH)_3$]:

தயாரித்தல்:

போராக்ஸ் மற்றும் கோலிமனைட் ஆகியவற்றிலிருந்து போரிக் அமிலத்தை பிரித்தெடுக்க இயலும்

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + 4H_3BO_3$$

$$Ca_2B_6O_{11} + 11H_2O + 4SO_2 \longrightarrow 2Ca(HSO_3)_2 + 6H_3BO_3$$

பண்புகள்:

போரிக் அமிலமானது நிறமற்ற ஒளிபுகும் படிகமாகும். இது ஒரு வலிமை குறைந்த ஒருகாரத்துவ அமிலம். மேலும் இது புரோட்டானை வழங்குவதற்கு பதிலாக ஹைட்ராக்ஸில் அயனியை ஏற்றுக்கொள்கிறது.

$$B(OH)_3 + 2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + [B(OH)_4]^-$$

இது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைபட்டு சோடியம் மெட்டாபோரேட் மற்றும் சோடியம் டெட்ராபோரேட்டை உருவாக்குகிறது.

$$H_3BO_3 + NaOH \longrightarrow NaBO_2 + 2H_2O$$

$$4H_3BO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2B_4O_7 + 7H_2O$$

வெப்பத்தின் விளைவு:

போரிக் அமிலத்தை வெப்பப்படுத்தும்போது, 373K வெப்பநிலையில் மெட்டா போரிக் அமிலத்தையும், 413K வெப்பநிலையில் டெட்ரா போரிக் அமிலத்தையும் தருகிறது. செஞ்சூட்டு நிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும்போது கண்ணாடி போன்ற போரிக் நீரிலியை உருவாக்குகிறது.

$$4H_3BO_3 \xrightarrow{373\ K} 4HBO_2 + 4\,H_2O$$

$$4HBO_2 \xrightarrow{413\ K} H_2B_4O_7 + H_2O$$

$$H_2B_4O_7 \xrightarrow{\text{செஞ்சூட்டு வெப்பநிலை}} 2B_2O_3 + H_2O$$

அம்மோனியாவுடன் வினை:

அம்மோனியா முன்னிலையில் யூரியா உடன் போரிக் அமிலத்தை சேர்த்து 800 – 1200 K வெப்பநிலையில் உருக்கும்போது போரான் நைட்ரைடு கிடைக்கிறது.

$$B(OH)_3 + NH_3 \xrightarrow{\Delta} BN + 3H_2O$$

எத்தில்போரேட் ஆய்வு:

அடர் கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில்,போரிக் அமிலம் அல்லது போரேட் உப்பை எத்தில் ஆல்கஹாலுடன் வெப்பப்படுத்தும்போது ட்ரைஎத்தில்போரேட் எனும் எஸ்டர் உருவாகிறது. இந்த எஸ்டரின் ஆவி பச்சை நிற சுடருடன் எரிகிறது, மேலும் இது போரேட்டை கண்டறிய பயன்படும் ஒரு வினையாகும்.

$$H_3BO_3 + 3C_2H_5OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{அடர்}} B(OC_2H_5)_3 + 3H_2O$$

குறிப்பு: ட்ரைஆல்கைல் போரேட் ஆனது டெட்ரா ஹைட்ரோ ஃபியூரானில் கரைந்த சோடியம் ஹைட்ரைடுடன் வினைப்பட்டு $Na[BH(OR)_3]$ எனும் அணைவுச் சேர்மத்தை தருகிறது, இது வலிமை மிகுந்த ஒடுக்கும் காரணியாக செயல்படுகிறது.

போரான் ட்ரைபுளூரைடு உருவாதல்:

போரிக் அமிலமானது அடர் கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில் கால்சியம் புளூரைடுடன் வினைப்பட்டு போரான் ட்ரைபுளூரைடைத் தருகிறது.

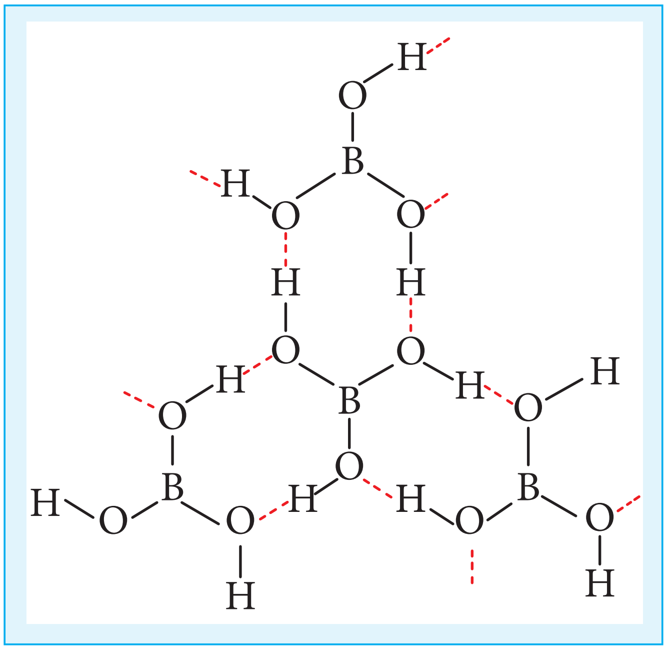
$$3CaF_2 + 3H_2SO_4 + 2\ B(OH)_3 \longrightarrow 3CaSO_4 + 2BF_3 + 6H_2O$$

போரிக் அமிலத்தை, சோடா சாம்பலுடன் வெப்பப்படுத்தும்போது போராக்ஸ் உருவாகிறது.

$$Na_2CO_3 + 4B(OH)_3 \longrightarrow Na_2B_4O_7 + CO_2 + 6H_2O$$

போரிக் அமிலத்தின் அமைப்பு:

போரிக் அமிலமானது, இருபரிமாண அடுக்கு அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இது $[BO_3]^{3-}$அலகை கொண்டுள்ளது, இந்த அலகுகள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் படம் 2.2 இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2.2 போரிக் அமிலத்தின் அமைப்பு

போரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்:

1. பளபளப்பான மண்பாண்டங்கள், எனாமல், மற்றும் நிறமிகள் தயாரித்தலில் போரிக் அமிலம் பயன்படுகிறது.
2. இது புரைதடுப்பானாகவும், கண் மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது.
3. இது உணவு பாதுகாப்பானாகவும் பயன்படுகிறது.

2.2.6 டைபோரேன்

தயாரித்தல்:

உலோக ஹைட்ரைடை போரானுடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம் டைபோரேனை தயாரிக்க முடியும். இந்த முறையானது தொழிற்சாலை தயாரிப்பிற்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அயோடினை, டைக்லைமில் கரைந்துள்ள சோடியம் போரோஹைட்ரைடுடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலமாகவும் சிறிதளவு டைபோரேனை தயாரிக்க முடியும்.

$$2NaBH_4 + I_2 \longrightarrow B_2H_6 + 2NaI + H_2$$

மெக்னீஷியம் போரைடை HCl உடன் வெப்பப்படுத்தும்போது எளிதில் ஆவியாகும் போரேன்கள் பெறப்படுகின்றன.

$$2Mg_3B_2 + 12HCl \longrightarrow 6MgCl_2 + B_4H_{10} + H_2$$

$$B_4H_{10} + H_2 \longrightarrow 2B_2H_6$$

பண்புகள்:

போரேன்கள் நிறமற்ற, டையா காந்தத் தன்மை கொண்ட சேர்மங்களாகும். இவை குறைந்த வெப்ப நிலைப்புத்தன்மை உடையவைகளாகும். அறை வெப்பநிலையில், டைபோரேன் நறுமணம் மிக்க, மிகவும் நச்சுத் தன்மை கொண்ட வாயுவாகும். மேலும் இது அதிக வினைத் திறன் கொண்டது.

இது உயர் வெப்பநிலைகளில், ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றி உயர் போரேன்களை தருகின்றது.

$$5B_2H_6 \xrightarrow[\text{U - குழாய்}]{388\ K} 2B_5H_{11} + 4H_2$$

$$2B_2H_6 \xrightarrow{198 - 373\ K} B_4H_{10} + H_2$$

$$5B_2H_6 \xrightarrow[\text{மூடப்பட்ட குழாய்}]{373\ K} B_{10}H_{14} + 8H_2$$

$$5B_2H_6 \xrightarrow{473 - 523\ K} 2B_5H_9 + 6H_2$$

$$10B_2H_6 \xrightarrow{523\ K} 2B_5H_9 + 2B_5H_{10} + 11H_2$$

$$B_2H_6 \xrightarrow{\text{செஞ்சூட்டு வெப்பநிலை}} 2B + 3H_2$$

டைபோரேன், நீர் மற்றும் காரங்களுடன் வினைப்பட்டு முறையே போரிக் அமிலம் மற்றும் மெட்டா போரேட்டுகளை தருகின்றது.

$$B_2H_6 + 6H_2O \longrightarrow 2H_3BO_3 + 6H_2$$

$$B_2H_6 + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow 2NaBO_2 + 6H_2$$

காற்றுடன் வினை:

அறை வெப்பநிலையில், தூய நிலையிலுள்ள டைபோரேன் காற்று அல்லது ஆக்ஸிஜனுடன் வினைபுரிவதில்லை. ஆனால் மாசு கலந்த நிலையில் அதிகளவு வெப்பத்தை உமிழ்ந்து, B_2O_3ஐ உருவாக்குகிறது.

$$B_2H_6 + 3O_2 \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2O \quad \Delta H = -2165\ KJ\ mol^{-1}$$

டைபோரேன் , மெத்தில் ஆல்கஹாலுடன் வினைப்பட்டு ட்ரைமெத்தில் போரேட்டை தருகிறது.

$$B_2H_6 + 6CH_3OH \longrightarrow 2B(OCH_3)_3 + 6H_2$$

ஹைட்ரோபோரேனேற்றம்:

அறை வெப்பநிலையில், ஈதர் ஊடகத்தில், ஆல்கீன்கள் மற்றும் ஆல்கைன்களுடன் போரேன் சேர்க்கை (addition) வினைக்கு உட்படுகிறது. இவ்வினை ஹைட்ரோபோரோனேற்றம் என்றழைக்கப்படுகிறது. தொகுப்பு கரிமவேதியியலில், குறிப்பாக எதிர் மார்கோனிகாவ் சேர்க்கை வினைகளில் இது அதிகளவில் பயன்படுகிறது.

$$B_2H_6 + 6RCH{=}CHR \longrightarrow 2(RCH_2\text{-}CHR)_3B$$

அயனி ஹைட்ரைடுகளுடன் வினை:

உலோக ஹைட்ரைடுகளுடன் வினைப்பட்டு உலோக போரோ ஹைட்ரைடுகளை தருகிறது.

$$B_2H_6 + 2LiH \xrightarrow{\text{ஈதர்}} 2LiBH_4$$

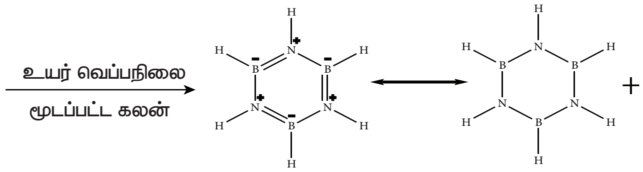
$$B_2H_6 + 2NaH \xrightarrow{\text{டிகிலைம்}} 2NaBH_4$$

அம்மோனியாவுடன் வினை:

குறைந்த வெப்பநிலைகளில், டைபோரேன், அதிகளவு அம்மோனியாவுடன் வினைபட்டு டைபோரேன் டைஅம்மோனேட் உருவாகிறது. ஆனால் உயர் வெப்பநிலைகளில் வெப்பப்படுத்தும்போது, இது போரசோல் எனும் சேர்மத்தை தருகிறது.

$$3B_2H_6 + 6NH_3 \xrightarrow{-153\,K} 3(B_2H_6.2NH_3)\ (or)\ 3[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^-$$

$3(B_2H_6.2NH_3)$

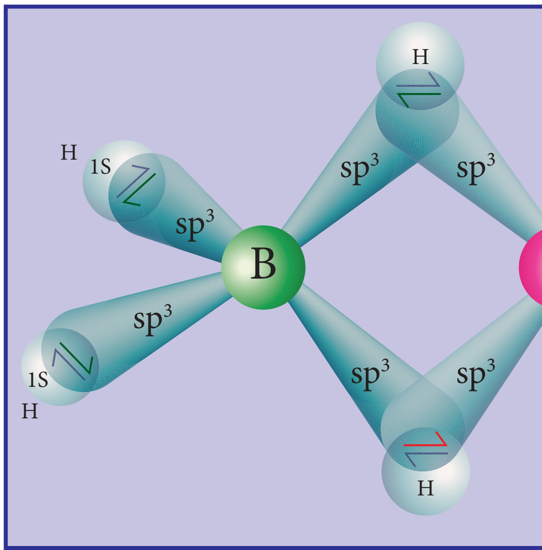


$+ 12H_2$

$2B_3N_3H_6$ போரசோல் அல்லது போரசீன் – கனிம பென்சீன்

டைபோரேன் வடிவமைப்பு:

டைபோரேனில், இரண்டு BH_2 அலகுகள் இரண்டு ஹைட்ரஜன் பாலங்களால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இது எட்டு B-H பிணைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. எனினும், டைபோரேன் 12 இணைதிற எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. இவை இயல்பான சகப்பிணைப்பிற்கு போதுமானதாக இல்லை. இதில் காணப்படும் நான்கு முனைய (terminal) B-H பிணைப்புகள் இயல்பான சகப்பிணைப்புகளாகும் (இரு மைய – இரு எலக்ட்ரான் பிணைப்பு அல்லது 2c-2e பிணைப்பு). எஞ்சியுள்ள நான்கு எலக்ட்ரான்கள் பால பிணைப்புகளுக்கு (bridged bonds) பயன்படுத்திக்கொள்ளப்பட வேண்டும். அதாவது, இரண்டு மூன்று மைய B-H-B பிணைப்புகள் ஒவ்வொன்றும் இரண்டு எலக்ட்ரான்களை பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன.எனவே,இவைமூன்றுமையஇருஎலக்ட்ரான்(3c-2e)பிணைப்புகளாகும். படம் 2.3 இல் காட்டியுள்ளவாறு பிணைப்புப் பாலங்களிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன. டைபோரேனில், போரான் அணுவானது sp^3 இனக்கலப்பிலுள்ளது. நான்கு sp^3 இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்களில் மூன்று ஆர்பிட்டால்கள் ஒற்றை எலக்ட்ரானைக் கொண்டுள்ளன, நான்காம் ஆர்பிட்டால் காலியாக உள்ளது. ஒவ்வொரு போரான் அணுவிலிருந்தும்,இரண்டு பாதி நிரம்பிய இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள், இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் 1s ஆர்பிட்டால்களுடன் மேற்பொருந்தி நான்கு 2c-2e முனைய பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. இந்நிலையில் ஒவ்வொரு போரான் அணுவிலும் ஒரு காலி ஆர்பிட்டாலும், ஒரு பாதி நிரம்பிய இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டாலும் காணப்படுகின்றன. ஒரு போரான் அணுவின் பாதி நிரம்பிய இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டாலும், மற்றொரு போரான் அணுவின் காலியாக உள்ள இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டாலும், ஹைட்ரஜன் அணுவின் பாதி நிரம்பிய 1s ஆர்பிட்டாலும் ஒன்றோடொன்று மேற்பொருந்துவதால் B-H-B பிணைப்பு (மூமைய–இரு எலக்ட்ரான் பிணைப்பு) உருவாகிறது.



படம் 2.3
டைபோரேன் வடிவமைப்பு

டைபோரேனின் பயன்கள்:

1. உந்திகளில், உயர் ஆற்றல் எரிபொருளாக டைபோரேன் பயன்படுகிறது.
2. இது கரிம வேதியியலில் ஒடுக்கும் காரணியாக பயன்படுகிறது.
3. இது உலோகங்களை ஒட்டவைக்கும் சுடரில் (welding torch) பயன்படுகிறது.

2.2.7 போரான் ட்ரைபுளூரைடு:

தயாரித்தல்:

அடர் கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில் கால்சியம் புளூரைடை, போரான் ட்ரை ஆக்சைசைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது போரான் ட்ரைபுளூரைடு பெறப்படுகிறது.

$$B_2O_3 + 3CaF_2 + 3H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 2BF_3 + 3CaSO_4 + 3H_2O$$

போரான் ட்ரை ஆக்சைடை கார்பன் மற்றும் புளூரின் ஆகியவற்றுடன் வினைப்படுத்தியும் இதனைப் பெற முடியும்.

$$B_2O_3 + 3C + 3F_2 \longrightarrow 2BF_3 + 3CO$$

ஆய்வகத்தில் பென்சீன் டையசோனியம் டெட்ராஃபுளூரோ போரேட்டை வெப்பச் சிதைத்தலின் மூலம் தூய BF_3 தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$C_6H_5N_2BF_4 \xrightarrow{\Delta} BF_3 + C_6H_5F + N_2$$

பண்புகள்:

போரான் ட்ரைபுளூரைடு ஒருதள அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இது ஒரு எலக்ட்ரான் குறைச் சேர்மமாகும், மேலும் எலக்ட்ரான் இரட்டைகளை பெற்றுக்கொண்டு ஈதல் சகப்பிணைப்புகளை உருவாக்குகிறது.இவை $[BX_4]^-$ வகை அணைவுச்சேர்மத்தை உருவாக்குகின்றன.

$$BF_3 + NH_3 \longrightarrow F_3B \leftarrow NH_3$$

$$BF_3 + H_2O \longrightarrow F_3B \leftarrow OH_2$$

நீராற் பகுத்தலில் போரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. இது பின்னர் ஹைட்ரோ புளூரோபோரிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது.

$$4BF_3 + 12H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 + 12HF$$

$$3H_3BO_3 + 12HF \longrightarrow 3H^+ + 3[BF_4]^- + 9H_2O$$

$$4BF_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 3H^+ + 3[BF_4]^-$$

போரான் ட்ரைபுளூரைடின் பயன்கள்:

1. கரிம வேதியியலில் வினைவேக மாற்றியாக பயன்படும் HBF_4ஐ தயாரிக்க போரான் ட்ரைபுளூரைடு பயன்படுகிறது.
2. இது புளூரினேற்ற காரணியாகவும் பயன்படுகிறது.

2.2.8 அலுமினியம் குளோரைடு:

தயாரித்தல்:

உலோக அலுமினியம் அல்லது அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடை, ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும்போது அலுமினியம் ட்ரைகுளோரைடு கிடைக்கிறது. இந்த

XII_U2-P-Block.indd 43 22-12-2022 12:47:35

வினைக்கலவையானது ஆவியாக்கப்பட்டு நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடு பெறப்படுகிறது.

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

$$Al(OH)_3 + 3HCl \longrightarrow AlCl_3 + 3H_2O$$

மெக்கா∴பி செயல்முறை:

அலுமினா மற்றும் கல்கரி சேர்ந்த கலவையை குளோரினுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி அலுமினியம் குளோரைடு பெறப்படுகிறது.

$$2Al_2O_3 + 3C + 6Cl_2 \longrightarrow 4AlCl_3 + 3CO_2$$

இது, தொழிற் முறையில், ஏறக்குறைய 1000K வெப்பநிலையில் அலுமினியத்தை குளோரினேற்றம் செய்து பெறப்படுகிறது.

$$2Al + 3Cl_2 \xrightarrow{1000\ K} 2AlCl_3$$

பண்புகள்:

நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடு நிறமற்ற, நீர் உறிஞ்சும் பொருளாகும்.அலுமினியம் குளோரைடின் நீர்க்கரைசல் அமிலத்தன்மை கொண்டது. இது ஈரக்காற்றில் புகைந்து ஹைட்ரஜன் குளோரைடை உருவாக்குகிறது.

$$AlCl_3 + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + 3HCl$$

இது அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்பட்டு அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடை தருகிறது.

$$AlCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NH_4Cl$$

இது, அதிகளவு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்பட்டு சோடியம் அலுமினேட்டை உருவாக்குகிறது.

$$AlCl_3 + 4NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + 2H_2O + 3NaCl$$

இது லூயி அமிலங்களைப் போல செயல்படுகிறது, அம்மோனியா, பாஸ்பீன் மற்றும் கார்பனைல் குளோரைடு போன்றவற்றுடன் சேர்க்கைச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டு. $AlCl_3.6NH_3$.

அலுமினியம் குளோரைடின் பயன்கள்:

1. நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடு, பிரீடல் கிரா∴ப்ட் வினைகளில் வினைவேக மாற்றியாக பயன்படுகிறது.
2. இது, கனிம எண்ணெய்களை சிதைத்து பெட்ரோல் தயாரித்தலில் பயன்படுகிறது.
3. இது, சாயங்கள் ,மருந்துகள் மற்றும் வாசனைத் திரவியங்கள் தயாரிப்பில் வினைவேக மாற்றியாக பயன்படுகிறது.

2.2.9 படிகாரங்கள்:

பொட்டாசியம், அலுமினியம் சல்பேட்டின் இரட்டை உப்பானது $[K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O]$ படிகாரம் என பெயரிடப்பட்டுள்ளது. தற்போது, $M'_2SO_4.M''_2(SO_4)_3.24H_2O$,வாய்ப்பாடு கொண்ட அனைத்து இரட்டை உப்புக்களுக்கும் இப்பெயர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இங்கு M' என்பது ஒற்றை நேர்மின் கொண்ட உலோக அயனி அல்லது $[NH_4]^+$ மற்றும்M'' என்பது மூன்று நேர்மின்சுமை கொண்ட உலோக அயனி ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டுகள்:

பொட்டாஷ் படிகாரம் $[K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O]$; சோடியம் படிகாரம் $[Na_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O]$, அம்மோனியம் படிகாரம் $[(NH_4)_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O]$, குரோம் படிகாரம் $[K_2SO_4.Cr_2(SO_4)_3.24.H_2O]$.பொதுவாக படிகாரங்கள் குளிர்ந்த நீரைவிட, வெந்நீரில் அதிகமாக கரையக்கூடியவை. கரைசல்களில் அவை அவற்றின் உட்கூறு அயனிகளின் பண்புகளை வெளிக்காட்டுகின்றன.

தயாரித்தல்:

அலுனைட் – படிகாரக் கல் என்பது இயற்கையில் காணப்படும் படிகமாகும், இதன் வாய்ப்பாடு $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.4Al(OH)_3$. படிகாரக் கல்லை அதிகளவு கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும்போது, அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு முற்றிலும் அலுமினியம் சல்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இதனுடன் கணக்கிடப்பட்ட அளவு பொட்டாசியம் சல்பேட் சேர்த்து கரைசலை படிகமாக்கும்போது பொட்டாஷ் படிகாரம் கிடைக்கிறது. இது மறுபடிகமாக்கல் மூலம் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது.

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.4Al(OH)_3 + 6H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 3Al_2(SO_4)_3 + 12\ H_2O$$

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24\ H_2O \longrightarrow K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\ H_2O$$

பண்புகள் :

பொட்டாஷ் படிகாரம் ஒரு வெண்ணிற படிகமாகும், இது நீரில் கரைகிறது ஆனால் ஆல்கஹாலில் கரைவதில்லை. இதன் நீர்க்கரைசலில் அலுமினியம் சல்பேட் நீராற்பகுப்படைவதால் கரைசல் அமிலத்தன்மை கொண்டதாக மாறுகிறது. பொட்டாஷ் படிகாரத்தை வெப்பப்படுத்தும்போது 365K வெப்பநிலையில் உருகுகிறது. 475 K வெப்பநிலையில் படிக நீரை இழந்து உருப்பெருக்கம் அடைகிறது. இது எரிக்கப்பட்ட படிகாரம் என்றழைக்கப்படுகிறது.இதை செஞ்சூட்டு நிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும்போது சிதைந்து பொட்டாசியம் சல்பேட், அலுமினா மற்றும் சல்பர் ட்ரை ஆக்சைடு ஆகியவற்றை தருகிறது.

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\ H_2O \xrightarrow{500\ K} K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3 + 24\ H_2O$$

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{\text{செஞ்சூட்டு வெப்பநிலை}} K_2SO_4 + Al_2O_3 + 3SO_3$$

பொட்டாஷ் படிகாரத்தை, அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு கிடைக்கிறது.

$$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24\ H_2O + 6NH_4OH \longrightarrow K_2SO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 24\ H_2O + 2Al(OH)_3$$

படிகாரத்தின் பயன்கள்

1. இது நீர் சுத்திகரிப்பில் பயன்படுகிறது.
2. இது நீர் ஒட்டா ஆடைகள் தயாரித்தலிலும், ஜவுளித் துறையிலும் பயன்படுகிறது.
3. இது சாயமிடுதல், காகிதம் மற்றும் தோல் பதனிடும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது.
4. இது இரத்தக் கசிவைத் தடுக்கும் "குருதி தடுப்பான்" ஆக பயன்படுகிறது.

2.3 தொகுதி 14 (கார்பன் தொகுதி) தனிமங்கள்:

2.3.1 வளம் :

கார்பன், தனித்த நிலையில் கிரா*ஃ*பைட்டாக காணப்படுகிறது. நிலக்கரி, கச்சா எண்ணெய் மற்றும் கால்சைட் , மேக்னசைட் போன்ற கார்பனேட் பாறைகளில் கார்பன் மற்ற தனிமங்களுடன் சேர்ந்த நிலையில் மிக அதிகளவில் காணப்படுகிறது.சிலிக்கான் ஆனது சிலிக்காவாக (மணல் மற்றும்

குவார்ட்ஸ் படிகம்)காணப்படுகிறது. கனிம சிலிக்கேட்கள் மற்றும் களிமண் ஆகியன சிலிக்கானின் மற்ற முக்கியமான மூலங்களாகும்.

2.3.2 இயற் பண்புகள்:

14 ஆம் தொகுதி தனிமங்களின் சில இயற் பண்புகள் கீழே அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 2.4 - 14 ஆம் தொகுதி தனிமங்களின் இயற் பண்புகள்

பண்பு	கார்பன்	சிலிக்கான்	ஜெர்மானியம்	டின்	லெட்
293 K இல் இயற் நிலைமை	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்
அணு எண்	6	14	32	50	82
ஐசோடோப்புகள்	^{12}C, ^{13}C, ^{14}C	^{28}Si, ^{30}Si	^{73}Ge, ^{74}Ge	^{120}Sn	^{208}Pb
அணு நிறை($g.mol^{-1}$ at 293 K)	12.01	28.09	72.63	118.71	207.2
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$[He]2s^2\ 2p^2$	$[Ne]3s^2\ 3p^2$	$[Ar]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^2$	$[Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^2$	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^2$
அணு ஆரம்(Å)	1.70	2.10	2.11	2.17	2.02
அடர்த்தி ($g.cm^{-3}$ at 293 K)	3.51	2.33	5.32	7.29	11.30
உருகுநிலை (K)	4098K வெப்பநிலையில் பதங்கமாகிறது	1687	1211	505	601
கொதிநிலை(K)		3538	3106	2859	2022

2.3.3 சங்கிலித் தொடராக்கும் திறன்

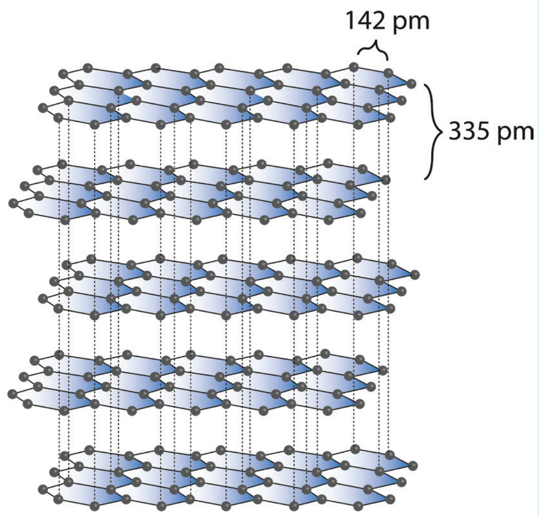
சங்கிலித் தொடராக்கம் என்பது, ஒரு தனிமத்தின் அணுச் சங்கிலி உருவாக்கும் திறன் ஆகும். சங்கிலித் தொடராக்கத்திற்கு பின்வரும் நிபந்தனைகள் அத்தியாவசியமானவையாகும்.(i) தனிமத்தின் இணைதிறன் இரண்டோ அல்லது அதற்கு அதிகமாகவோ இருத்தல் வேண்டும்.(ii) ஒரு தனிமம், அதே தனிம அணுவுடன் சுய பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் திறனை கொண்டிருக்க வேண்டும். (iii) சுய பிணைப்பின் வலிமையானது, மற்ற தனிமங்களுடன் உருவாக்கும் பிணைப்புகளைப் போலவே வலிமையானதாக இருத்தல் வேண்டும் (iv) மற்ற மூலக்கூறுகளுடன், சங்கிலித் தொடர் மூலக்கூறுகள் வேதிவினை மந்தத்தன்மை கொண்டிருத்தல் வேண்டும். கார்பன் அணுவானது மேற்கூறிய அனைத்து பண்புகளையும் பெற்றுள்ளது, மேலும் தங்களுக்குள் பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் தன்மையையும் மற்றும் H, O, N, S , ஹேலஜன்கள் போன்ற பிற அணுக்களுடன் இணைந்து பல சேர்மங்களை உருவாக்கும் இயல்பினையும் பெற்றுள்ளது.

2.3.4 கார்பனின் புறவேற்றுமை வடிவங்கள்

கார்பன் பல்வேறு புறவேற்றுமை வடிவங்களில் காணப்படுகிறது. கிராஃபைட் மற்றும் வைரம் ஆகியன பொதுவாக காணப்படும் புறவேற்றுமை வடிவங்களாகும். கிராஃபீன், ஃபுல்லரீன்கள் மற்றும் கார்பன் நானோ குழாய்கள் ஆகியன முக்கியமான புறவேற்றுமை வடிவங்களாகும்.

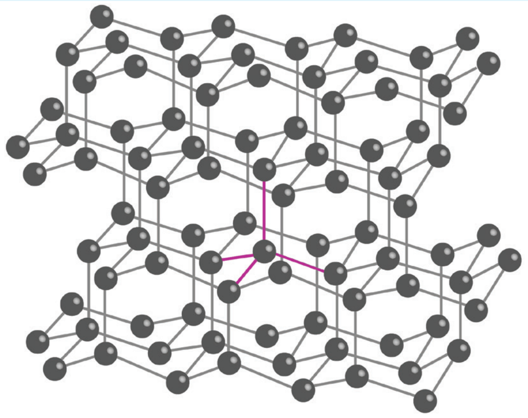
XII_U2-P-Block.indd 46 22-12-2022 12:47:36

கிரா஼பைட், சாதாரண வெப்ப அழுத்த நிலையில், அதிக நிலைப்புத் தன்மை கொண்ட கார்பனின் புறவேற்றுமை வடிவமாகும். இது மிருதுவானது மற்றும் மின்சாரத்தை கடத்துகிறது. இது கார்பன் அணுக்களால் ஆன இருபரிமாண, தட்டையான, தாள் (sheet) போன்ற அமைப்புகளால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு தாளும் sp^2 இனக்கலப்படைந்த கார்பன் அணுக்களால் உருவான அறுங்கோண வலையாகும். இதில் C–C பிணைப்பு நீளம் 1.41 Å, இது பென்சீனில் காணப்படும் C-C பிணைப்பு நீளத்தை (1.40 Å) ஒத்துள்ளது. ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவும், தன் இணைதிறன் கூட்டிலுள்ள நான்கு எலக்ட்ரான்களில் மூன்றைப் பயன்படுத்தி சுற்றியுள்ள மற்ற மூன்று கார்பன் அணுக்களுடன் மூன்று σ பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. இனக்கலப்பில் ஈடுபடாத p ஆர்பிட்டாலில் உள்ள நான்காவது எலக்ட்ரான் π பிணைப்பை உருவாக்குகிறது. இந்த π எலக்ட்ரான்கள் முழுத்தாள் அமைப்பின்மீது உள்ளடங்காத் தன்மையை பெற்றுள்ளன, இதுவே இதன் மின்கடத்துத் திறனுக்கு காரணமாக அமைகிறது. அடுத்தடுத்த கார்பன் தாள்கள் வலிமை குறைந்த வாண்டர் வால்ஸ் விசைகளால் ஒருங்கே இருத்தி வைக்கப்பட்டுள்ளன. அடுத்தடுத்த தாள்களுக்கு இடைப்பட்ட தூரம் 3.40 Å. கிரா஼பைட் தனித்து அல்லது எண்ணெய்களுடன் கலந்து உயவுப்பொருளாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 2.4 கிரா஼பைட்டின் வடிவம்

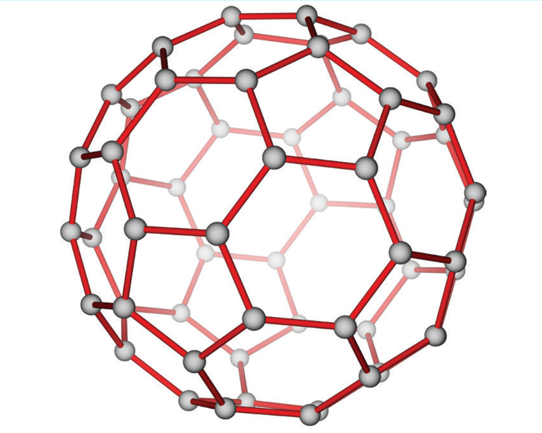
கிரா஼பைட் போலல்லாமல் வைரம் மிகக்கடினமானது. வைரத்திலுள்ள கார்பன் அணுக்கள் sp^3 இனக்கலப்பிலுள்ளன, மேலும் ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவும் அதனைச் சுற்றியுள்ள நான்கு வெவ்வேறு கார்பன் அணுக்களுடன் 1.54 Å பிணைப்பு நீளமுள்ள C-C ஒற்றை பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால், படம் 2.5 இல் காட்டியவாறு ஒவ்வொரு கார்பனைச் சுற்றியும், நான்முகி அமைப்பானது படிகம் முழுவதும் விரிந்து பரவி காணப்படுகிறது. கார்பனின் நான்கு இணைதிற எலக்ட்ரான்களும் பிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ளன. தனி எலக்ட்ரான்கள் ஏதுமில்லாததால் மின்கடத்தும் திறனைப் பெற்றிருக்கவில்லை. மிகக்கடினமான படிகமாக இருப்பதால், கடினமான கருவிகளை கூர்மையாக்கவும், கண்ணாடிகளை வெட்டவும், துளைப்பான்கள் செய்யவும், பாறைகளைத் துளையிடவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.


படம் 2.5 வைரத்தின் வடிவம்

஼புல்லரீன்கள் புதியதாக தொகுக்கப்பட்ட கார்பனின் புறவேற்றுமை வடிவங்களாகும். கிரா஼பைட் மற்றும் வைரத்தைப் போல அல்லாமல் இந்த புறவேற்றுமை வடிவங்களானவை C_{32}, C_{50}, C_{60}, C_{70}, C_{76} etc.. போன்ற தனித்த மூலக்கூறுகளாக உள்ளன. இந்த மூலக்கூறுகள் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு

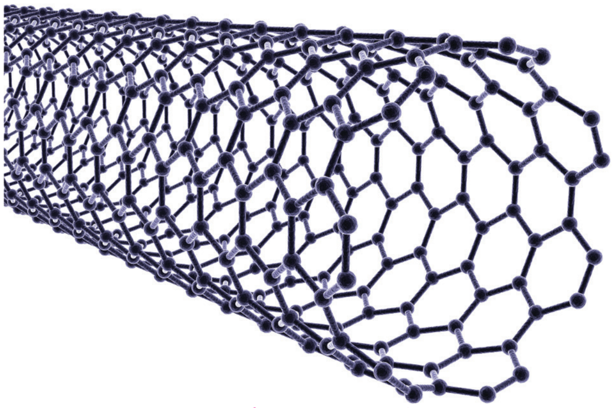
XII_U2-P-Block.indd 47 22-12-2022 12:47:37

கூண்டு வடிவ அமைப்புகளை கொண்டுள்ளன. C_{60} மூலக்கூறுகள் கால்பந்து போன்ற அமைப்பை பெற்றுள்ளன. இவை பக்மின்ஸ்டர் ஃபுல்லரீன் அல்லது பக்கிபால் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இது 20 ஆறணு வளையங்களும், 12 ஐந்தணு வளையங்களும் இணைந்த வளைய அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவும் sp^2 இனக்கலப்படைந்து மூன்று σ பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. உள்ளடங்கா π பிணைப்பை உருவாக்கி இந்த மூலக்கூறுகளுக்கு அரோமேட்டிக் தன்மையை பெற்றுத் தருகின்றன. C-C ஒற்றை பிணைப்பின் நீளம் 1.44 Å மற்றும் C=C இரட்டை பிணைப்பின் நீளம் 1.38 Åஆகும்.



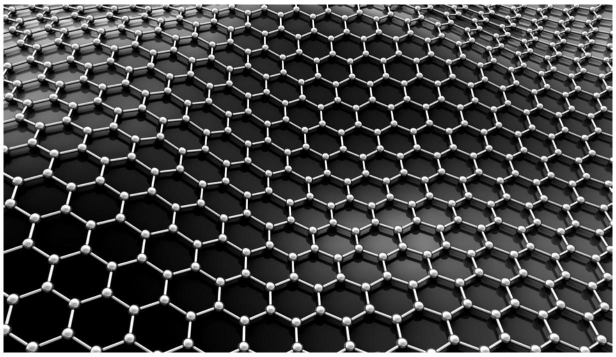
படம் 2.6 ஃபுல்லரீன் வடிவம்

கார்பன் நானோகுழாய்கள் என்பவை புதியதாக கண்டறியப்பட்ட புறவேற்றுமை வடிவங்களாகும், இவை கிராஃபைட் போன்ற குழாய் அமைப்பையும், ஃபுல்லரீன் முனைகளையும் கொண்டுள்ளன. அச்சின் வழியாக இந்த நானோகுழாய்கள், எஃகைவிட அதிக வலிமை கொண்டவைகளாக உள்ளன, மேலும் மின்சாரத்தை கடத்துகின்றன.இவை நானோ மின்னணுவியல், வினைவேகமாற்றம், பலபடிகள் மற்றும் மருந்துகள் உருவாக்கம் ஆகியவற்றில் பயன்படுகின்றன.



படம் 2.7 கார்பன் நானோகுழாய்களின் வடிவம்

கிராஃபீன் என்பது கார்பனின் மற்றொரு புறவேற்றுமை வடிவமாகும். இது, sp^2 இனக்கலப்படைந்த கார்பன் அணுக்களால் ஒற்றைத்தளத் தாள் வடிவமைப்பை பெற்றுள்ளது. கார்பன் அணுக்கள் தேன்கூடு போன்ற படிக அமைப்பில் நெருக்கமாக பொதிக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2.8 கிராஃபீன் வடிவம்

2.3.5 கார்பன் மோனாக்சைடு [CO]:

தயாரித்தல்:

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அளவு ஆக்ஸிஜன் உடன் கார்பனை வினைப்படுத்தி கார்பன் மோனாக்சைடை தயாரிக்க இயலும்.

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

தொழிற் முறையில், காற்றுடன் கார்பனை வினைப்படுத்தி கார்பன் மோனாக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட கார்பன் மோனாக்சைடில் நைட்ரஜன் வாயுவும் கலந்திருக்கும். நைட்ரஜன் மற்றும் கார்பன் மோனாக்சைடு சேர்ந்த கலவையானது உற்பத்தி வாயு (producer gas) என்றழைக்கப்படுகிறது.

XII_U2-P-Block.indd 48 22-12-2022 12:47:39

$$2C + O_2/N_2 \text{ (காற்று)} \longrightarrow \underset{\text{உற்பத்தி வாயு}}{2CO + N_2}$$

இந்த உற்பத்தி வாயுவானது, அதிக அழுத்தத்தில், காப்பர்(I) குளோரைடு கரைசலின் வழியே செலுத்தும்போது $CuCl(CO).2H_2O$ உருவாகிறது. குறைக்கப்பட்ட அழுத்தத்தில் இக்கரைசல் தூய கார்பன் மோனாக்சைடை வெளிவிடுகிறது.

மெத்தனாயிக் அமிலத்துடன் கந்தக அமிலத்தை சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி தூய கார்பன் மோனாக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. இங்கு, கந்தக அமிலம் நீர்நீக்கும் காரணியாக செயல்படுகிறது.

$$HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow CO + H_2SO_4 \cdot H_2O$$

பண்புகள்

இது நிறமற்ற , மணமற்ற , நச்சுத்தன்மை கொண்ட வாயுவாகும். இது நீரில் சிறிதளவு கரைகிறது.

இது காற்றில் நீல நிற சுவாலையுடன் எரிந்து கார்பன் டையாக்சைடை உருவாக்குகிறது.

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

கார்பன் மோனாக்சைடை ஒளி அல்லது மரக்கரியின் முன்னிலையில் குளோரினுடன் வினைப்படுத்தும்போது, விஷத்தன்மை கொண்ட கார்பனைல் குளோரைடை வாயுவை உருவாக்குகிறது. இது பாஸ்ஜீன் எனவும் அறியப்படுகிறது. இது ஐசோசயனேட்டுகளை தொகுக்க பயன்படுகிறது.

$$CO + Cl_2 \longrightarrow COCl_2$$

கார்பன் மோனாக்சைடு வலிமை மிகுந்த ஒடுக்கும் காரணியாக செயலாற்றுகிறது

$$3CO + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

உயர் வெப்ப, அழுத்த நிலையில் கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் கலவையானது (தொகுப்பு வாயு) மெத்தனாலைத் தருகிறது.

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

ஆக்சோ செயல்முறையில் ,ஈத்தேன் ஆனது கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுவுடன் கலக்கப்பட்டு, புரப்பனல் (propanal) தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$CO + C_2H_4 + H_2 \longrightarrow CH_3CH_2CHO$$

பிஷ்ஷர் ட்ரோப்ஷ் தொகுப்பு:

கார்பன் மோனாக்சைடை, ஹைட்ரஜனுடன் சேர்த்து 50 atm க்கு குறைவான அழுத்தத்தில் உலோக வினைவேக மாற்றி முன்னிலையில் 500-700K வெப்பநிலையில் வினைப்படுத்தும்போது நிறைவுற்ற மற்றும் நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

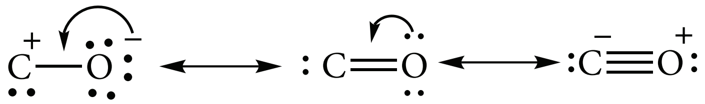
$$nCO + (2n+1)H_2 \longrightarrow C_nH_{(2n+2)} + nH_2O$$

$$nCO + 2nH_2 \longrightarrow C_nH_{2n} + nH_2O$$

இடைநிலை உலோகத் தனிமங்களுடன் சேர்ந்து கார்பன் மோனாக்சைடு பல்வேறு அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. இவற்றில் உலோகம் பூஜ்ஜிய ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் உள்ளன. உலோகத்தை , கார்பன் மோனாக்சைடுடன் வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் இச்சேர்மங்கள் பெறப்படுகின்றன.எடுத்துக்காட்டு. நிக்கல் டெட்ராகார்பனைல் $[Ni(CO)_4]$, அயர்ன் பென்டாகார்பனைல் $[Fe(CO)_5]$, குரோமியம் ஹெக்சாகார்பனைல் $[Cr(CO)_6]$.

வடிவமைப்பு:

இது நேர்க்கோட்டு அமைப்பை பெற்றுள்ளது. கார்பன் மோனாக்சைடில், கார்பனுக்கும் ஆக்ஸிஜனுக்கும் இடையே மூன்று எலக்ட்ரான் இரட்டைகள் பங்கிடப்பட்டுள்ளன. XI வகுப்பில் கற்றறிந்தபடி மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கையை பயன்படுத்தி கார்பன் மோனாக்சைடில் உள்ள பிணைப்பை விளக்க முடியும். C-O பிணைப்பு நீளம் 1.128Å. பின்வரும் இரண்டு நியதி வடிவங்களின் உடனிசைவு வடிவமாக கருதப்படுகிறது.



படம் 2.9 கார்பன் மோனாக்சைடின் அமைப்பு

கார்பன் மோனாக்சைடின் பயன்கள்:

1. ஹைட்ரஜன் மற்றும் கார்பன் மோனாக்சைடின் சமமோலார் கலவை (நீர் வாயு),கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் நைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் சமமோலார் கலவை (உற்பத்தி வாயு) ஆகியன முக்கியமான தொழிற்சாலை எரிபொருளாகும்.
2. கார்பன் மோனாக்சைடு ஒரு சிறந்த ஒடுக்கும் காரணியாகும், இதனால், உலோக ஆக்சைடுகளை உலோகங்களாக ஒடுக்க முடியும்.
3. கார்பன் மோனாக்சைடு ஒரு சிறந்த ஈனியாகும், இது இடைநிலை உலோகங்களுடன் இணைந்து உலோக கார்பனைல் சேர்மங்களை உருவாக்குகிறது.

2.3.6 கார்பன் டை ஆக்சைடு:

கார்பன் டை ஆக்சைடு இயற்கையில் தனித்த நிலையிலும், கூட்டு சேர்மமாகவும் கிடைக்கிறது. இது காற்றின் பகுதிப் பொருளாக (0.03%) உள்ளது. இது பாறைகளில் கால்சியம் கார்பனேட்டாகவும், மெக்னீஷியம் கார்பனேட்டாகவும் காணப்படுகிறது.

தயாரித்தல்

தொழிற் முறையில், கல்கரியை அதிகளவு காற்று செலுத்தி எரித்து கார்பன் டை ஆக்சைடு பெறப்படுகிறது.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H = -394 \text{ kJ mol}^{-1}$$

சுண்ணாம்பை காற்றில்லாச் சூழலில் வறுக்கும் போது கார்பன் டை ஆக்சைடு துணைப் பொருளாக கிடைக்கிறது.

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

ஆய்வகத்தில், உலோக கார்பனேட்டுகளின் மீது நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை சேர்த்து வினைப்படுத்தி கார்பன் டை ஆக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது.

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

பண்புகள்

இது நிறமற்ற, தீப்பற்றாத வாயுவாகும். இது காற்றைவிட கனமானது. இதன் நிலைமாறு வெப்பநிலை 31^0 C.எனவே, இதை எளிதில் திரவமாக்க இயலும். கார்பன் டை ஆக்சைடு அதிக நிலைப்புத்தன்மை கொண்ட சேர்மமாகும். 3100 K வெப்பநிலையிலும் கூட வெறும் 76 % மட்டுமே சிதைந்து கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. அதற்கும்

XII_U2-P-Block.indd 50 22-12-2022 12:47:40

அதிகமான வெப்பநிலையில் முற்றிலுமாக சிதைந்து கார்பன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனைத் தருகிறது.

$$CO_2 \underset{}{\overset{3100\ K}{\rightleftharpoons}} CO + ½O_2$$

$$CO_2 \overset{\text{உயர் வெப்பநிலை}}{\rightleftharpoons} C + O_2$$

ஆக்சிஜனேற்றும் பண்பு:

உயர் வெப்பநிலைகளில் இது ஆக்சிஜனேற்றியாக செயலாற்றுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக,

$$CO_2 + 2Mg \longrightarrow 2MgO + C$$

நீர் வாயுச் சமநிலை:

கார்பன் டை ஆக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுவிற்கு இடையே நிகழும் வினையில் உருவாகும் சமநிலையானது பல்வேறு தொழிற்சாலைப் பயன்களைக் கொண்டுள்ளது. இச்சமநிலையானது நீர்வாயுச் சமநிலை என்றழைக்கப்படுகிறது.

$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons \underset{\text{நீர் வாயு}}{CO + H_2O}$$

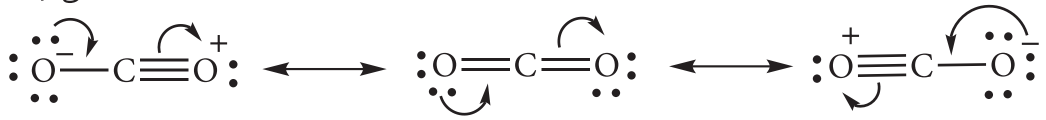
அமிலப்பண்பு:

கார்பன் டை ஆக்சைடின் நீர்க்கரைசலில் கார்பானிக் அமிலம் உருவாவதால் சற்றே அமிலத்தன்மை கொண்டதாக உள்ளது.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

கார்பன் டையாக்சைடின் வடிவமைப்பு

கார்பன் டை ஆக்சைடு மூலக்கூறு நேர்க்கோட்டு வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது, இதில் இரண்டு C-O பிணைப்புகளும் ஒரே நீளத்தைக் கொண்டுள்ளன. இந்த மூலக்கூறில் இரண்டு C-O சிக்மா பிணைப்பு உள்ளது. கூடுதலாக ஒரு மூன்று அணுக்களையும் பிணைக்கும் வகையில் ஒரு 3c-4e பிணைப்பும் காணப்படுகிறது.



படம் 2.10 கார்பன் டையாக்சைடின் வடிவமைப்பு

கார்பன் டையாக்சைடின் பயன்கள்

1. சில வேதிச் செயல்முறைகளுக்கு தேவையான, மந்தமான சூழலை உருவாக்க கார்பன் டை ஆக்சைடு, பயன்படுகிறது.
2. உயிரியல் ரீதியாக, இது ஒளிச்சேர்க்கைக்கு முக்கியமானது.
3. இது தீயணைப்பான்களிலும், உந்து வாயுவாகவும் பயன்படுகிறது.
4. இது, கார்பன் டை ஆக்சைடு ஏற்றப்பட்ட குளிர் பானங்கள் தயாரிக்கவும், நுரைப்புகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

2.3.7 சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு:

தயாரித்தல்:

பீங்கான் குழாயில் வைக்கப்பட்டுள்ள சிலிக்கா மற்றும் கார்பன் கலந்த கலவையின்மீது உலர் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தி 1675K வெப்பநிலை வரை வெப்பப்படுத்தும்போது சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு பெறப்படுகிறது.

$$SiO_2 + 2C + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4 + 2CO$$

தொழிற்முறையில், 600K க்கு அதிகமான வெப்பநிலையில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுடன் சிலிக்கான் வினைபுரிந்து சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு உருவாகிறது.

$$Si + 4HCl \longrightarrow SiCl_4 + 2H_2$$

பண்புகள்:

சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு ஒரு நிறமற்ற புகையும் திரவமாகும், மேலும் இதன் உறைநிலை -70 ^{0}C. சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு ஈரக்காற்றில் நீராற்பகுப்படைந்து சிலிக்கா மற்றும் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை தருகிறது.

$$SiCl_4 + 2H_2O \longrightarrow 4HCl + SiO_2$$

சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு, ஈரம் கலந்த ஈதர் முன்னிலையில் நீராற்பகுப்படைந்து, நேர்க்கோடுச் சங்கிலி அமைப்புடைய பெர்குளோரோ சிலாக்ஸேன்களை $[Cl\text{-}(Si\,Cl_2O)_nSiCl_3$ இங்கு n=1-6. உருவாக்குகின்றன.

ஆல்கஹால் கொண்டு பகுத்தல்

சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடில் உள்ள குளோரைடு அயனியை, பொருத்தமான வினைக்காரணிகளைப் பயன்படுத்தி, OH, OR, போன்ற கருகவர் காரணிகளால் பதிலீடு செய்ய இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, இது ஆல்கஹால்களுடன் சிலிசிக் எஸ்டர்களை உருவாக்குகிறது.

$$SiCl_4 + 4C_2H_5OH \longrightarrow \underset{\text{டெட்ராஈதாக்சி சிலேன்}}{Si(OC_2H_5)_4} + 4HCl$$

அம்மோனியா கொண்டு பகுத்தல்

இதேபோல சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடானது, அம்மோனியாவால் பகுக்கப்பட்டு குளோரோசிலாக்சேன்கள் உருவாகின்றன.

$$2SiCl_4 + NH_3 \xrightarrow[\text{ஈதர்}]{330\ K} Cl_3Si\text{-}NH\text{-}SiCl_3 + 2HCl$$

பயன்கள்:

1. சிலிக்கான் குறைக்கடத்திகள் தயாரிப்பில் சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு பயன்படுகிறது.
2. சிலிக்கா ஜெல், பீங்கான் பொருட்களை ஒட்டவைக்கப் பயன்படும் சிலிசிக் எஸ்டர்கள் ஆகியவற்றை தொகுக்கும் வினைகளில் ஆரம்பப் பொருளாக சிலிக்கான் டெட்ரா குளோரைடு பயன்படுகிறது.

2.3.8 சிலிக்கோன்கள்:

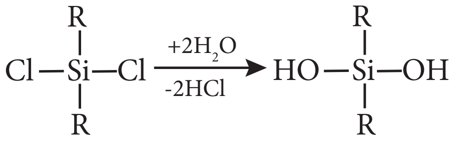
சிலிக்கோன்கள் அல்லது பாலி சிலாக்சேன்கள் என்பவை கரிம சிலிக்கான் பலபடிகளாகும், இவற்றின் பொதுவான எளிய வாய்ப்பாடு (R_2SiO). இவற்றின் எளிய வாய்ப்பாடு, கீட்டோன்களைப் (R_2CO) போன்ற அமைப்பை பெற்றிருப்பதால் இவை சிலிக்கோன்கள் என பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இந்த சிலிக்கோன்கள் நேர்க்கோட்டு பலபடிகளாகவோ அல்லது குறுக்கப் பலபடிகளாகவோ இருக்கலாம். இவற்றின் மிக அதிக வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையின் காரணமாக, இவை உயர்வெப்பப் பலபடிகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

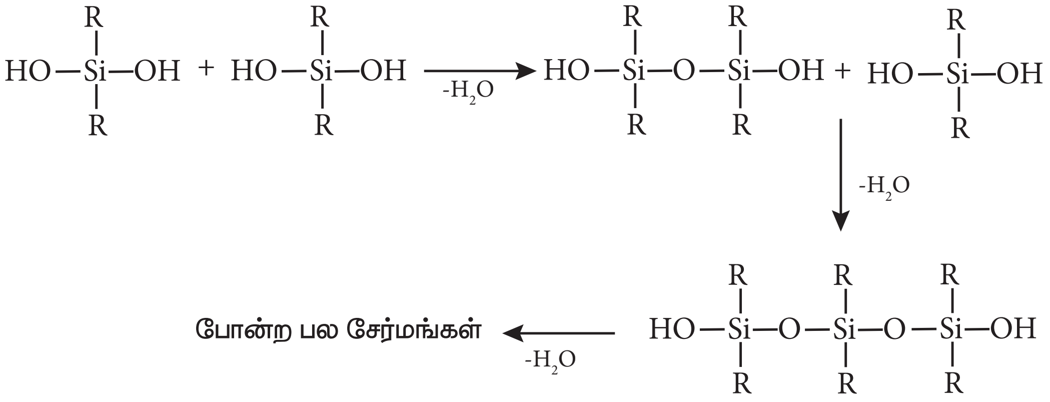
தயாரித்தல்:

பொதுவாக, டைஆல்கைல்டைகுளோரோ சிலேன்கள் (R_2SiCl_2) அல்லது டைஅரைல்டைகுளோரோ சிலேன்களை Ar_2SiCl_2, நீராற்பகுப்பதன் மூலம் சிலிக்கோன்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை, காப்பர் வினைவேக மாற்றி முன்னிலையில், 570 K வெப்பநிலையில், சிலிக்கான் மீது ஆவிநிலையிலுள்ள RCl அல்லது ArCl ஐ செலுத்தி தயாரிக்கப்படுகின்றன.

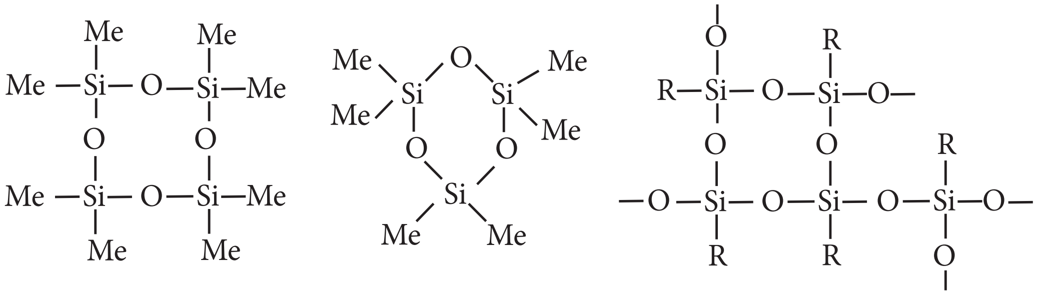
$$2RCl + Si \xrightarrow{Cu\ /\ 570\ K} R_2SiCl_2$$

டைஆல்கைல்குளோரோ சிலேன்களை R_2SiCl_2 நீராற்பகுக்கும்போது சங்கிலித் தொடர் பலபடிகள்உருவாகின்றன. இவை இருமுனைகளிலும் நீண்டுகொண்டே செல்கின்றன.





மோனோஆல்கைல்குளோரோ சிலேன்களை ($RSiCl_3$) நீராற்பகுக்கும்போது மிகவும் சிக்கலான குறுக்க பலபடிகள் உருவாகின்றன. சங்கிலித் தொடர் சிலிக்கோன்களிலுள்ள முனைய –OH தொகுதிகளிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகளை நீக்குவதன் மூலம் அவற்றை வளைய சிலிக்கோன்களாக மாற்ற இயலும்.



சிலிக்கோன்களின் வகைகள்:

(i) நேர்க்கோட்டு சிலிக்கோன்கள்:

இவை டைஆல்கைல் அல்லது டைஅரைல் சிலிக்கான் குளோரைடுகளை நீராற்பகுத்தலைத் தொடர்ந்து குறுக்க வினைக்கு உட்படுத்தி பெறப்படுகின்றன

a) சிலிக்கோன் இரப்பர்கள் : இவ்வகை சிலிக்கோன்கள், மெத்திலீன் அல்லது அதையொத்த தொகுதிகளைக் கொண்டு ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

XII_U2-P-Block.indd 53 22-12-2022 12:47:42

b) சிலிக்கோன் பிசின்கள்: சிலிக்கோன்களை, அக்ரிலிக் எஸ்டர்கள் போன்ற கரிம பிசின்களுடன் கலப்பதன் வாயிலாக இவை பெறப்படுகின்றன.

(ii) வளைய சிலிக்கோன்கள்

இவை R_2SiCl_2ஐ நீராற்பகுப்பதன் மூலம் பெறப்படுகின்றன.

(iii) குறுக்கு பிணைப்பு சிலிக்கோன்கள்:

இவை $RSiCl_3$ஐ நீராற்பகுப்பதன் மூலம் பெறப்படுகின்றன.

பண்புகள்

குறுக்க பிணைப்புகளின் அளவும், ஆல்கைல் தொகுதியின் தன்மையும், பலபடியின் தன்மையை நிர்ணயிக்கின்றன. இவை எண்ணெய் திரவம் முதல் ரப்பர் போன்ற திண்மங்கள் வரை வேறுபடுகின்றன. அனைத்து சிலிக்கோன்களும் நீர்வெறுக்கும் தன்மை கொண்டவைகளாகும். சிலிக்கானைச் சுற்றியுள்ள கரிம பக்கத் தொகுதிகள் மூலக்கூறுக்கு ஆல்கேன் போன்ற தோற்றத்தை தருகின்றன. இதனால் நீர்வெறுக்கும் பண்பு தோன்றுகிறது. இவை, வெப்பம் மற்றும் மின்கடத்தா பொருட்களாகும். இவை மந்த வேதித் தன்மை கொண்டவையாகும். சிறிய சிலிக்கோன்கள் எண்ணெய் போன்ற திரவங்களாகவும், நீண்ட சங்கிலி அமைப்பைக் கொண்ட உயர் சிலிக்கோன்கள் மெழுகு போன்ற திண்மங்களாகவும் உள்ளன.சிலிக்கோன் எண்ணெயின் பாகுநிலைத்தன்மை மாறாமல் நிலையாக உள்ளது. மேலும் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை. சிலிக்கோன் எண்ணெய்கள் குளிர்காலங்களில் கெட்டியாவதில்லை.

பயன்கள்:

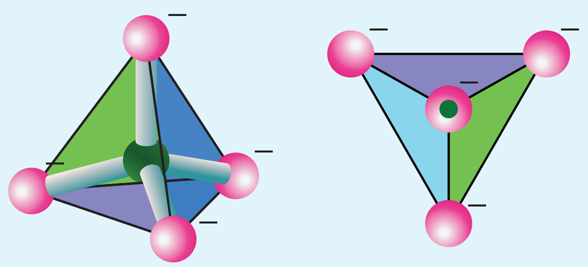
1. சிலிக்கோன்கள் குறைந்த வெப்பநிலை உயவுப் பொருளாகவும், வெற்றிட பம்புகள், உயர் வெப்பநிலை எண்ணெய்த் தொட்டிகளிலும் பயன்படுகின்றன.
2. இவை நீர்வெறுக்கும் ஆடைகள் தயாரித்தலில் பயன்படுகின்றன.
3. இவை, மின்மோட்டார்கள் மற்றும் மற்ற வீட்டு உபயோகப் பொருட்களில் மின்காப்பு பொருளாக பயன்படுகின்றன.
4. சிலிக்கோன்கள் சேர்க்கப்பட்ட பெயிண்ட் மற்றும் எனாமல், அதிக வெப்பநிலை, சூரிய ஒளி, ஈரப்பதம் (ஓதம்) மற்றும் வேதிப்பொருட்கள் தாக்குதல் ஆகியவற்றை தாக்குபிடிக்கின்றன.

2.3.9 சிலிக்கேட்டுகள்

சிலிக்கான் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை கொண்டநான்முகி $[SiO_4]^{4-}$ அலகுகள் வெவ்வேறு வடிவங்களில் பிணைக்கப்பட்டு கிடைக்கும் கனிமங்கள் சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 95% புவி மேற்பரப்பானது சிலிக்கேட் கனிமங்கள் மற்றும் சிலிக்கா ஆகியவற்றால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. கண்ணாடி மற்றும் பீங்கான் தொழிற்சாலைகள் சிலிக்கேட் வேதியியலை அடிப்படையாக கொண்டு அமைந்துள்ளன.

சிலிக்கேட்டுகளின் வகைகள்:

$[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகுகள் பிணைக்கப்பட்டுள்ள விதத்தின் அடிப்படையில் சிலிக்கேட்டுகள் பல்வேறு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 2.11 ஆர்த்தோ சிலிக்கேட்டுகளின் வடிவம்

XII_U2-P-Block.indd 54 22-12-2022 12:47:42

ஆர்த்தோ சிலிக்கேட்டுகள் (நீசோ சிலிக்கேட்டுகள்):

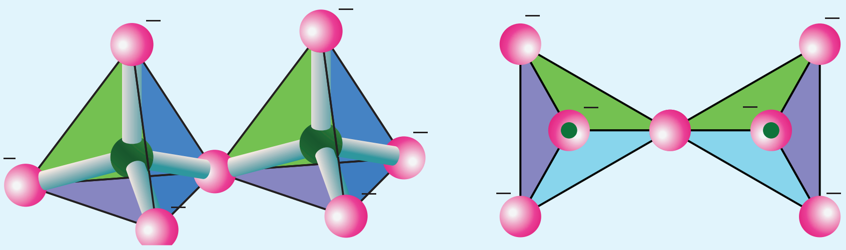
தனித்த $[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகுகளைக் கொண்ட எளிய வகை சிலிக்கேட்டுகள் ஆர்த்தோ சிலிக்கேடுகள் அல்லது நீசோ சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டுகள்:

பீனசைட் – Be_2SiO_4 (Be^{2+} அயனிகள் O^{2-} அயனிகளால் நான்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளன),

ஆலுவீன் – $(Fe/Mg)2SiO_4$ (Fe^{2+} மற்றும் Mg^{2+} நேரயனிகள் O^{2-} அயனிகளால் எண்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளன)

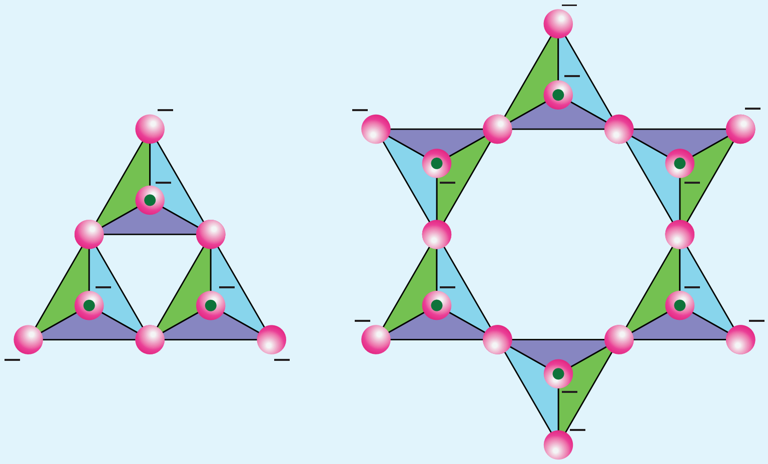
பைரோ சிலிக்கேட்டுகள் அல்லது சோரோ சிலிக்கேட்டுகள்: $[Si_2O_7]^{6-}$ அயனிகளைக் கொண்டுள்ள சிலிக்கேட்டுகள், பைரோ சிலிக்கேட்டுகள் அல்லது சோரோ சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இரண்டு $[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகுகள் ஒரு மூலையிலுள்ள ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணுவை பங்கிட்டுக்கொள்ளும்போது இவை உருவாகின்றன. (இணையும்போது ஒரு ஆக்ஸிஜன் நீக்கப்படுகிறது) எடுத்துக்காட்டு: தார்ட்விடைட் – $Sc_2Si_2O_7$



படம் 2.12 பைரோ சிலிக்கேட்டுகளின் வடிவம்

வளைய சிலிக்கேட்டுகள்

மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட $[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகுகள் வளைய அமைப்பில் இணைந்து உருவான $(SiO_3)_n^{2n-}$ அயனிகளைக் கொண்டுள்ள சிலிக்கேட்டுகள், வளைய சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சிலிக்கேட் அலகும் அதன் இரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களை மற்ற அலகுகளுடன் பங்கிட்டுக்கொள்கிறது. **எடுத்துக்காட்டு:** பெரைல் $[Be_3Al_2\ (SiO_3)_6]$ (இது ஒரு அலுமினோ சிலிக்கேட்டாகும், இதில் ஒவ்வொரு அலுமினியம் அயனியும் ஆறு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களால் எண்முகி வடிவில் சூழப்பட்டுள்ளது)



படம் 2.13 வளைய சிலிக்கேட்டுகளின் வடிவம்

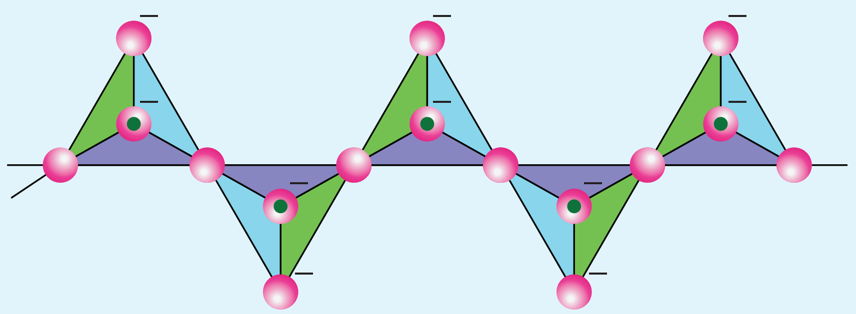
ஐனோசிலிக்கேட்டுகள் :

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஆக்ஸிஜன் அணுக்களைப் பகிர்ந்துகொள்வதன் மூலம் பிணைக்கப்பட்ட n சிலிக்கேட் அலகுகளைக் கொண்ட சிலிக்கேட்டுகள் ஐனோசிலிக்கேட்டுகள்

XII_U2-P-Block.indd 55 22-12-2022 12:47:42

என்றழைக்கப்படுகின்றன. மேலும்,இவை சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகள் மற்றும் இரட்டைச் சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகள்(அல்லது பைராக்சீன்கள்):



படம் 2.14 சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகளின் வடிவம்

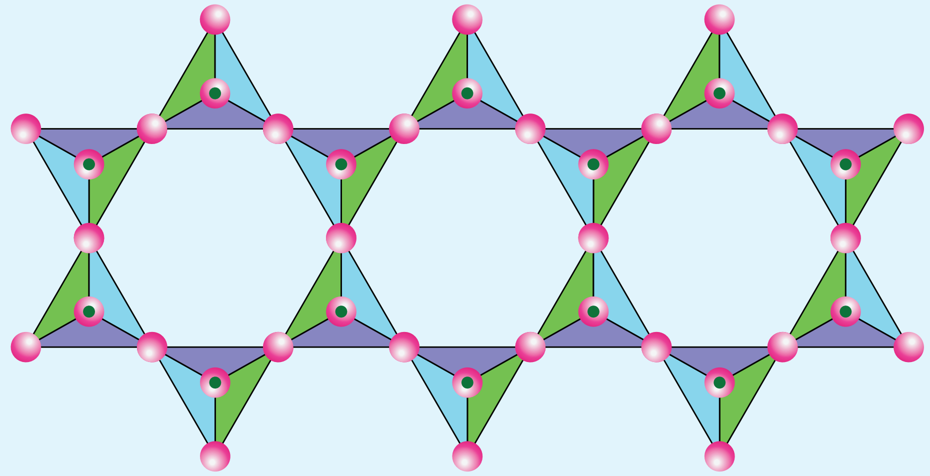
இவ்வகை சிலிக்கேட்டுகள் 'n' எண்ணிக்கையிலான $[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகுகள் நேர்க்கோட்டு அமைப்பில் இணைந்து உருவான $[(SiO_3)_n]^{2n-}$ அயனிகளைக் கொண்டுள்ளன. ஒவ்வொரு சிலிக்கேட் அலகும் அதன் இரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களை மற்ற அலகுகளுடன் பங்கிட்டுக்கொள்கிறது.எடுத்துக்காட்டு: ஸ்பொடுமின் – $LiAl(SiO_3)_2$.

இரட்டைச் சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகள்(அல்லது ஆம்ஃபிபோல்கள்):

இவ்வகை சிலிக்கேட்டுகள் $[Si_4O_{11}]_n^{6n-}$ அயனிகளைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றில் இரண்டு வெவ்வேறு விதமான நான்முகி அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. (i)மூன்று முனைகளை பங்கிட்டுக்கொண்டவை (ii) இரண்டு முனைகளை மட்டும் பங்கிட்டுக்கொண்டவை.

எடுத்துக்காட்டு:

1) கல்நார் (ஆஸ்பெஸ்டாஸ்): இவைநார்த்தன்மையுள்ள எளிதில் தீப்பற்றாத சிலிக்கேட்டுகள் ஆகும். எனவே, இவை வெப்பக் காப்பு பொருளாகவும், வேகத்தடை பட்டைகள் (brake linings), கட்டுமானப் பொருள் மற்றும் வடிகட்டிகளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆஸ்பெஸ்டாஸ்கள் புற்றுநோயுண்டாக்கும் சிலிக்கேட்டுகளாக இருப்பதால் இவற்றின் பயன்பாடு கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.



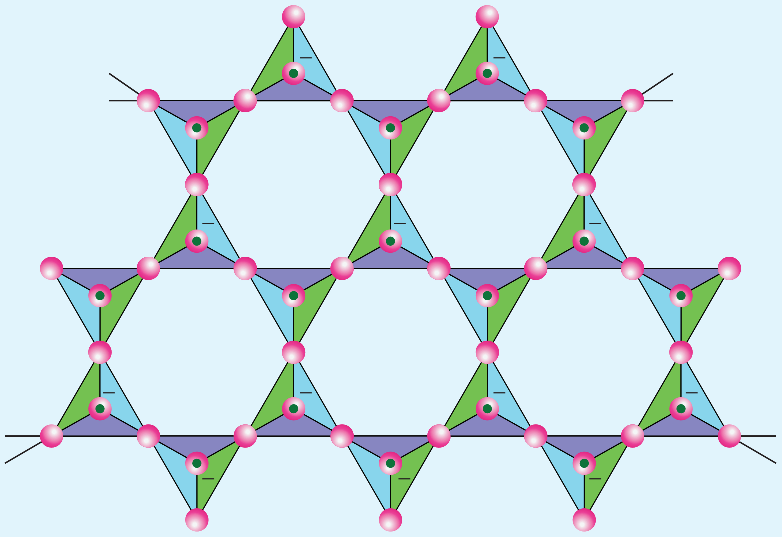
படம் 2.15 இரட்டைச் சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகளின் வடிவம்

தாள் அல்லது பைலோசிலிக்கேட்டுகள்

$(Si_2O_5)_n^{2n-}$ அயனிகளைக் கொண்டுள்ள சிலிக்கேட்டுகள் தாள் சிலிக்கேட்டுகள் அல்லது பைலோ சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றில், ஒவ்வொரு $[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகும் மற்ற அலகுகளுடன் மூன்று ஆக்ஸிஜன் அணுக்களைப் பங்கிட்டுக்கொண்டு தாள் போன்ற

XII_U2-P-Block.indd 56 22-12-2022 12:47:42

அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. இவ்வகை தாள் சிலிக்கேட்டுகளில், தாள்கள் ஒன்றன் மீது ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அடுக்குகளுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசை மிகக் குறைவாக இருப்பதால் இவை கிரா∴பைட் போன்றே எளிதில் பிளவுறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: டால்க் (Talc), மைக்கா (Mica), போன்றவை



படம் 2.16 தாள் அல்லது பைலோசிலிக்கேட்டுகளின் வடிவம்

முப்பரிமாண சிலிக்கேட்டுகள் (அல்லது டெக்டோ சிலிக்கேட்டுகள்)

$[SiO_4]^{4-}$ நான்முகி அலகிலுள்ள அனைத்து ஆக்ஸிஜன் அணுக்களும் மற்ற நான்முகி அலகுகளுடன் பங்கிடப்பட்டு உருவாகும் முப்பரிமாண கட்டமைப்பைக் கொண்ட சிலிக்கேட்டுகள், முப்பரிமாண அல்லது டெக்டோ சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பொதுவான வாய்ப்பாடு $(SiO_2)_n$.

எடுத்துக்காட்டு: குவார்ட்ஸ்

$[SiO_4]^{4-}$ அலகுகளை $[AlO_4]^{5-}$ அலகுகளைக் கொண்டு பதிலீடு செய்வதன்மூலம் இந்த டெக்டோ சிலிக்கேட்டுகளை முப்பரிமாண அலுமினோசிலிக்கேட்டுகளாக மாற்ற இயலும். எடுத்துக்காட்டுகள் : ∴பெல்ஸ்பர், ஜியோலைட்டுகள் போன்றவை.

2.3.10 ஜியோலைட்டுகள்:

ஜியோலைட்டுகள் என்பவை அலுமினியம், சிலிக்கான் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை ஒழுங்கான முப்பரிமாண கட்டுமான அமைப்பில் கொண்டுள்ள முப்பரிமாண படிகத் திண்மங்களாகும். இவை நீரேறிய சோடியம் அலுமினோ சிலிக்கேட்டுகளாகும், இவற்றின் பொதுவான வாய்ப்பாடு $Na_2O.(Al_2O_3).x(SiO_2).yH_2O$ (x=2 முதல் 10; y=2 முதல் 6)

ஜியோலைட்டுகள் நுண்துளை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. ஒற்றை நேர்மின்சுமைகொண்ட சோடியம் அயனிகளும், நீர் மூலக்கூறுகளும் இத்துளைகளில் தளர்வாக இருத்திவைக்கப்பட்டுள்ளன. பங்கிடப்பட்ட ஆக்ஸிஜன் அணுக்களின் மூலம் Si மற்றும் Al அணுக்கள் நான்முகி அமைப்பில் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒருங்கிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஜியோலைட்டுகள், களிமண் கனிமத்தை ஒத்துள்ளன ஆனால் அவற்றின் படிக அமைப்பில் வேறுபடுகின்றன. ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்ட தடங்கள் மற்றும் கூடுகளைக் கொண்ட, தேன்கூட்டு அமைப்பை ஒத்த முப்பரிமாண படிக அமைப்பை ஜியோலைட்டுகள் பெற்றுள்ளன. ஜியோலைட்டு கட்டமைப்பு நகராமல் இறுக்கமாக உள்ளபோதிலும், நுண்துளைகளின் வழியாக நீர் மூலக்கூறுகள் உள்ளேயும், வெளியேயும் மிக எளிதாக நகர்கின்றன. ஏறத்தாழ ஒரேசீராக

XII_U2-P-Block.indd 57 22-12-2022 12:47:42

அமைந்திருக்கும் நுண்துளைகளின் உருவளவு இக்கட்டமைப்பின் மற்றொரு சிறப்பம்சமாகும், இது படிகத்தை மூலக்கூறு சல்லடை போன்று செயல்பட அனுமதிக்கிறது. ஜியோலைட்டுகளைப் பயன்படுத்தி நீரின் நிரந்தரக் கடினத்தன்மையை நீக்குதல் பற்றி நாம் ஏற்கனவே XI வகுப்பில் விவாதித்துள்ளோம்.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

போரான் நியூட்ரான் கவர்தல் சிகிச்சை

போரான்-10 ஆனது நியூட்ரான் மீது கொண்டுள்ள நாட்டமே BNCT என அழைக்கப்படும் போரான் நியூட்ரான் கவர்தல் சிகிச்சையின் அடிப்படையாகும். இம்முறை மூளை கட்டிகளுக்கான ஒரு சிகிச்சை முறையாகும்.

போரான்-10ஐ குறைந்த ஆற்றலுடைய வெப்ப நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கும் போது உருவாகும் அதிக நேரிய ஆற்றலுடைய α துகள் மற்றும் Li துகளை தரும் அணுக்கரு வினையினை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

மூளையில் கட்டிகள் காணப்படும் நோயாளி ஒருவருக்கு போரானின் சேர்மங்கள் ஊசி வழி செலுத்தப்படுகின்றன. இவை மூளைபுற்றுநோய்கட்டிகளில்சேகரமாகிறது. பின்னர் புற்றுக்கட்டிகள் காணப்படும் பகுதியினை வெப்ப நியூட்ரான்களைக் கொண்டு கதிர் வீச்சிற்கு உட்படுத்தும் போது α துகள் உருவாகிறது. இது புற்று கட்டித் திசுக்களை அழிக்கிறது. ஒவ்வொரு முறை போரான்-10 நியூட்ரானைக் கவரும் போதும் இது நிகழ்கிறது. இவ்வாறாக, புற்றுநோய் கட்டிகள் மட்டும் தொடர்ந்து அழிக்கப்படுகின்றன. பிற மூளைத்திசுக்கள் குறைந்த அளவே பாதிக்கப்படுகின்றன. கழுத்து, மார்பு, கல்லீரல் போன்ற பிற இடங்களில் உருவாகும் புற்றுநோய் கட்டிகளின் சிகிச்சைக்கும் BNCTஐ பயன்படுத்துவது தொடர்பான ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

பாடச்சுருக்கம்

- ஒரு தனிமத்தின் கடைசி எலக்ட்ரான் p-ஆர்பிட்டாலில் சென்று நிரம்புமாறு உள்ள தனிமங்கள் அடங்கிய தொகுதி p-தொகுதி என அழைக்கப்படுகின்றது.
- p-தொகுதி தனிமங்கள் ns^2, np^{1-6} எனும் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஒரு தொகுதியிலுள்ள அனைத்து தனிமங்களும், ஒத்த வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன,
- ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும்போது தனிமங்களின் அணு ஆரம் அதிகரிப்பதன் காரணமாக அவற்றின் அயனியாக்கும் என்தால்பி தொடர்ந்து குறைகிறது எனவே உலோகத் தன்மை அதிகரிக்கின்றது.
- எதிர்பார்த்ததைப் போலவே, தொடர்ந்து வரும் தொகுதிகளிலுள்ள தனிமங்களின் அயனியாக்கும் என்தால்பி மதிப்புகள் முந்தைய தொகுதி தனிமங்களைவிட அதிகமாக உள்ளன.
- 13 ஆம் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக செல்லும்போது, எலக்ட்ரான் கவர்திறன் மதிப்புகளானது போரானிலிருந்து அலுமினியத்திற்கு முதலில் குறைந்து பின்னர் காலியத்திற்கு சற்றே அதிகரிக்கிறது.

XII_U2-P-Block.indd 58 22-12-2022 12:47:43

- p-தொகுதி தனிமங்களில், ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் உள்ள முதல் தனிமமானது, அத்தொகுதியிலுள்ள மற்ற தனிமங்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன.
- இடைநிலைத்தனிமங்களைத்தொடர்ந்து வரும் கனமான தனிமங்களில் உள்ள வெளிக்கூட்டு s எலக்ட்ரான்கள் மந்தத் தன்மை கொண்டவைகளாக உள்ளன மேலும் பிணைப்பில் பங்கெடுக்க இயல்பாக முனைவதில்லை. இந்த விளைவு மந்தஇணைவிளைவு என அறியப்படுகிறது.
- சில தனிமங்கள் ஒரே இயற் நிலைமையில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படிக அல்லது மூலக்கூறு வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கார்பனானது வைரமாகவும் கிராஃபைட்டாகவும் காணப்படுகிறது. இந்நிகழ்வானது புறவேற்றுமை வடிவத்துவம் அல்லது அல்லோட்ரோபிசம் என்றழைக்கப்படுகிறது.
- போராக்ஸ் என்பது டெட்ராபோரிக் அமிலத்தின் சோடிய உப்பாகும். இது கோலிமனைட் தாதுவை, சோடியம் கார்பனேட் கரைசலுடன் கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது.
- போராக்ஸ் மற்றும் கோலிமனைட் ஆகியவற்றிலிருந்து போரிக் அமிலத்தை பிரித்தெடுக்க இயலும்
- போரிக் அமிலமானது, இருபரிமாண அடுக்கு அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இது $[BO_3]^{3-}$அலகை கொண்டுள்ளது, இந்த அலகுகள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் படம் 2.2 இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.
- பொட்டாசியம், அலுமினியம் சல்பேட்டின் இரட்டை உப்பானது $[K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24.H_2O]$ படிகாரம் என பெயரிடப்பட்டுள்ளது. தற்போது,

  கார்பன், தனித்த நிலையில் கிராஃபைட்டாக காணப்படுகிறது.
- சிலிக்கான் ஆனது சிலிக்காவாக (மணல் மற்றும் குவார்ட்ஸ் படிகம்)காணப்படுகிறது.
- சங்கிலித் தொடராக்கம் என்பது, ஒரு தனிமத்தின் அணுச் சங்கிலி உருவாக்கும் திறன் ஆகும்.
- கார்பன் நானோகுழாய்கள் என்பவை புதியதாக கண்டறியப்பட்ட புறவேற்றுமை வடிவங்களாகும், இவை கிராஃபைட் போன்ற குழாய் அமைப்பையும், ஃபுல்லரீன் முனைகளையும் கொண்டுள்ளன.
- சிலிக்கோன்கள் அல்லது பாலி சிலாக்சேன்கள் என்பவை கரிம சிலிக்கான் பலபடிகளாகும், இவற்றின் பொதுவான எளிய வாய்ப்பாடு (R_2SiO). இவற்றின் மிக அதிக வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையின் காரணமாக, இவை உயர்வெப்பப் பலபடிகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.
- சிலிக்கான் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை கொண்டநான்முகி $[SiO4]^{4-}$அலகுகள் வெவ்வேறு வடிவங்களில் பிணைக்கப்பட்டு கிடைக்கும் கனிமங்கள் சிலிக்கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.
- சிலிக்கேட்டுகளின் வகைகள்:
  - ஆர்த்தோ சிலிக்கேட்டுகள் (நீசோ சிலிக்கேட்டுகள்): பைரோ சிலிக்கேட்டுகள் அல்லது சோரோ சிலிக்கேட்டுகள்: வளைய சிலிக்கேட்டுகள்
  - ஐனோசிலிக்கேட்டுகள் : சங்கிலி சிலிக்கேட்டுகள்(அல்லது பைராக்சீன்கள்):
  - தாள் அல்லது பைலோசிலிக்கேட்டுகள்
  - முப்பரிமாண சிலிக்கேட்டுகள் (அல்லது டெக்டோ சிலிக்கேட்டுகள்)

- ஜியோலைட்டுகள் என்பவை அலுமினியம், சிலிக்கான் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றை ஒழுங்கான முப்பரிமாண கட்டுமான அமைப்பில் கொண்டுள்ள முப்பரிமாண படிகத் திண்மங்களாகும்.
- ஜியோலைட்டுகள் நுண்துளை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. ஒற்றை நேர்மின்சுமை கொண்ட சோடியம் அயனிகளும், நீர் மூலக்கூறுகளும் இத்துளைகளில் தளர்வாக இருத்திவைக்கப்பட்டுள்ளன

மதிப்பிடுதல்

SXRAU

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. போராக்ஸின் நீர்க் கரைசலானது

   அ) நடுநிலைத் தன்மை உடையது　　ஆ) அமிலத் தன்மை உடையது

   இ) காரத் தன்மை உடையது　　ஈ) ஈரியல்புத் தன்மை கொண்டது

2. போரிக் அமிலம் ஒரு அமிலமாகும். ஏனெனில் அதன் மூலக்கூறு (NEET)

   அ) இடப்பெயர்ச்சி அடையும் தன்மையுடைய H^+ அயனியைக் கொண்டுள்ளது

   ஆ) புரோட்டானைத் தரவல்லது

   இ) புரோட்டானுடன் இணைந்து நீர்மூலக்கூறினைத் தருகிறது

   ஈ) நீர்மூலக்கூறிலிருந்து OH^- அயனியை ஏற்றுக் கொண்டு, புரோட்டானைத் தருகிறது.

3. பின்வருவனவற்றுள் எது போரேன் அல்ல?

   அ) B_2H_6　　ஆ) B_3H_6

   இ) B_4H_{10}　　ஈ) இவை எதுவுமல்ல

4. பின்வருவனவற்றுள் புவி மேலடுக்கில் அதிக அளவில் காணப்பெறும் உலோகம் எது?

   அ) அலுமினியம்　　ஆ) கால்சியம்

   இ) மெக்னீசியம்　　ஈ) சோடியம்

5. டை போரேனில், வளைந்த பால பிணைப்பில் (வாழைப்பழ பிணைப்பு) ஈடுபட்டுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

   அ) ஆறு　　ஆ) இரண்டு

   இ) நான்கு　　ஈ) மூன்று

6. பின்வரும் p–தொகுதி தனிமங்களில், சங்கிலித் தொடராக்கல் பண்பினைப் பெற்றிருக்காத தனிமம் எது?

   அ) கார்பன்　　ஆ) சிலிக்கன்

   இ) காரீயம்(lead)　　ஈ) ஜெர்மானியம்

7. C_{60} என்ற வாய்ப்பாடுடைய ஃபுல்லரீனில் உள்ள கார்பன்

அ) sp^3 இனக்கலப்புடையது
ஆ) sp இனக்கலப்புடையது
இ) sp^2 இனக்கலப்புடையது
ஈ) பகுதியளவு sp^2 மற்றும் பகுதியளவு sp^3 இனக்கலப்புடையது

8. கார்பனின் ஹைட்ரைடுகளில், கார்பனின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

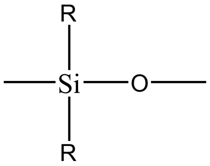
அ) +4
ஆ) -4
இ) +3
ஈ) +2

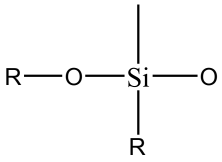
9. சிலிக்கேட்டுகளின் அடிப்படை வடிவமைப்பு அலகு(NEET)

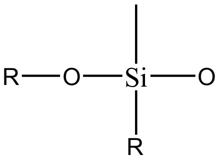
அ) $(SiO_3)^{2-}$
ஆ) $(SiO_4)^{2-}$
இ) $(SiO)^{-}$
ஈ) $(SiO_4)^{4-}$

10. சிலிக்கோன்களில் மீண்டும் மீண்டும் தோன்றும் அலகு

அ) SiO_2

ஆ) 

இ) 

ஈ) 

11. பின்வருவனவற்றுள், அதிக மூலக்கூறு நிறையுடைய சிலிக்கோன் பலபடியினுடைய ஒருபடியாக(monomer) இல்லாதது எது?

அ) Me_3SiCl
ஆ) $PhSiCl_3$
இ) $MeSiCl_3$
ஈ) Me_2SiCl_2

12. பின்வருவனவற்றுள் sp^2 இனக்கலப்பு இல்லாதது எது?

அ) கிராபைட்
ஆ) கிராஃபீன்
இ) ஃபுல்லரீன்
ஈ) உலர்பனிக்கட்டி(dry ice)

13. வைரத்தில் உள்ள கார்பன் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் மற்றதனுடன் பிணைந்துள்ளதன் வடிவம்

அ) நான்முகி
ஆ) அறுங்கோணம்
இ) எண்முகி
ஈ) இவை எதுவுமல்ல

14. பின்வருவனவற்றுள் சரியில்லாத கூற்று எது?

அ) பெரைல் ஒரு வளைய சிலிக்கேட்டாகும்.
ஆ) $MgSiO_4$ ஒரு ஆர்த்தோ சிலிக்கேட்டாகும்.
இ) $[SiO_4]^{4-}$ ஆனது சிலிக்கேட்டுகளில் அடிப்படை வடிவமைப்பு அலகாகும்.
ஈ) ஃ பெல்ஸ்பர் ஆனது அலுமினோ சிலிக்கேட் அல்ல.

XII_U2-P-Block.indd 61 22-12-2022 12:47:44

15. கலம் –Iல் உள்ளனவற்றை கலம் -II ல் உள்ளனவற்றுடன் பொருத்தி, தகுந்த விடையினைத் தெரிவு செய்க.

கலம் –I		கலம் -II	
A	போரசோல்	1	$B(OH)_3$
B	போரிக் அமிலம்	2	$B_3N_3H_6$
C	குவார்ட்ஸ்	3	$Na_2[B_4O_5(OH)_4]\ 8H_2O$
D	போராக்ஸ்	4	SiO_2

	A	B	C	D
(a)	2	1	4	3
(b)	1	2	4	3
(c)	1	2	4	3
(d)	இவை எதுவுமல்ல			

16. டியூராலுமினியம் என்பது பின்வரும் எந்த உலோகங்களின் உலோகக்கலவை

அ) Cu,Mn
ஆ) Cu,Al,Mg
இ) Al,Mn
ஈ) Al,Cu,Mn,Mg

17. அணுக்கரு உலைகளில் பாதுகாப்புக் கவசம் மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் தண்டாக பயன்படும் சேர்மம் எது?

அ) உலோக போரைடுகள்
ஆ) உலோக ஆக்சைடுகள்
இ) உலோக கார்பனேட்கள்
ஈ) உலோக கார்பைடுகள்

18. பின்வருவனவற்றுள் எவ்வரிசையில் +1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையின் நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கின்றது.

அ) Al < Ga < In < Tl
ஆ) Tl < In < Ga < Al
இ) In < Tl < Ga < Al`
ஈ) Ga< In < Al < Tl

பின்வருவனவற்றிற்கு விடையளி

1. p தொகுதி தனிமங்களின் முதல் தனிமத்தின் முரண்பட்ட பண்புகள் பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.
2. கார்பனை உதாரணமாகக் கொண்டு p தொகுதி தனிமங்களில் காணப்படும் புறவேற்றுமை வடிவங்களை விளக்குக.
3. போராக்ஸின் பயன்களைத் தருக.
4. சங்கிலித் தொடராக்கம் என்றால் என்ன? கார்பனின் சங்கிலித் தொடராக்கப் பண்பினைப் பற்றி குறிப்பு எழுதுக.
5. ஃபிஷ்ஷர் –ட்ரோப்ஷ் முறை பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.
6. CO மற்றும் CO_2 ன் வடிவங்களைத் தருக.
7. சிலிக்கோன்களின் பயன்களைத் தருக.
8. டைபோரேனின் வடிவமைப்பினை விவரிக்க.
9. ஹைட்ரோ போரோ ஏற்ற வினை பற்றி குறிப்பு வரைக.

XII_U2-P-Block.indd 62 22-12-2022 12:47:44

10. பின்வருவனவற்றிற்கு ஒரு உதாரணம் தருக.

(அ) ஐகோசோஜன் (ஆ) டெட்ராஜன்

(இ) நிக்டோஜன் (ஈ) சால்கோஜன்

11. p–தொகுதி தனிமங்களின் உலோகப் பண்பினை பற்றி குறிப்பு வரைக.

12. பின்வரும் வினைகளை பூர்த்தி செய்க.

அ. $B(OH)_3 + NH_3 \longrightarrow$

ஆ. $Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow$

இ. $B_2H_6 + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow$

ஈ. $B_2H_6 + CH_3OH \longrightarrow$

உ. $BF_3 + 9\ H_2O \longrightarrow$

ஊ. $HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow$

எ. $SiCl_4 + NH_3 \longrightarrow$

ஏ. $SiCl_4 + C_2H_5OH \longrightarrow$

ஐ. $B + NaOH \longrightarrow$

ஒ. $H_2B_4O_7 \xrightarrow[\text{வெப்பநிலை}]{\text{செஞ்சூட்டு}}$

13. போரேட் உறுப்பை எவ்வாறு கண்டறிவாய்?

14. ஜியோலைட்டுகள் பற்றி குறிப்பு வரைக.

15. போரிக் அமிலத்தை எவ்வாறு போரான் நைட்ரைடு ஆக மாற்றுவாய்?

16. இரண்டாம் வரிசை கார உலோக ஹைட்ரைடு (A) ஆனது (B) என்ற போரானின் சேர்மத்துடன் வினை புரிந்து (C) என்ற ஒடுக்கும் காரணியினைத் தருகிறது. A, B மற்றும் C ஐக் கண்டறிக.

17. நான்காவது வரிசை கார உலோகத்தைக் கொண்டுள்ள (A) என்ற இரட்டை உப்பை 500K வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்த (B) கிடைக்கிறது. (B) ன் நீர்க்கரைசல் $BaCl_2$ உடன் வெண்மை நிற வீழ்ப்படிவைத் தருகிறது. மேலும் அலிசரினுடன் சிவப்பு நிற சேர்மத்தைத் தருகிறது. A மற்றும் Bஐக் கண்டறிக.

18. CO ஒரு ஒடுக்கும் காரணி. ஒரு எடுத்துக்காட்டுடன் இக்கூற்றை நிறுவுக.

XII_U2-P-Block.indd 63 22-12-2022 12:47:44

அலகு 3

p-தொகுதி தனிமங்கள்-II

சர் வில்லியம் ராம்சே,
(1852 – 1916)

சர் வில்லியம் ராம்சே ஒரு ஸ்காட்லேண்டைச் சார்ந்த வேதியியல் அறிஞர் ஆவார். மந்த வாயுக்களைக் கண்டறிந்தவர் இவரே. 1885-1890 க்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் இவர் நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுகள் குறித்து பல முக்கியமான ஆயுவுக் கட்டுரைகளை வெளியிட்டார். ராம்சே காற்றிலிருந்து ஒரு கனமான தனிமத்தை பிரித்தெடுத்து அதற்கு ஆர்கான் (மந்தமான எனப்பொருள்படும் கிரேக்கச் சொல்) எனப் பெயரிட்டார். தொடர்ந்து மாரிஸ் ட்ராவெர்ஸ் எனும் அறிவியலாளருடன் இணைந்து பணியாற்றி நியான், கிரிப்டான் மற்றும் செனான் ஆகியவற்றைக் கண்டறிந்தார். இவர், 1910 ஆம் ஆண்டில் ரேடான் வாயுவை பிரித்தெடுத்து அதன் பண்புகளை ஆய்வு செய்தார். மந்த வாயுக்களை கண்டறிதலில் அவர் ஆற்றிய சேவையை போற்றும் வகையில், 1904 ஆம் ஆண்டில் வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசு அவருக்கு வழங்கப்பட்டது. மந்த வாயுக்களை பிரித்தெடுத்தலில் இவர் ஆற்றிய மகத்தான பணியினால் தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஒரு புதிய தொகுதி உருவாதற்கு வழிவகை ஏற்பட்டது.

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர் ,

- நைட்ரஜன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் ஆகியவற்றின் முக்கியமான சேர்மங்களின் தயாரிப்பு மற்றும் பண்புகள் குறித்து விவாதித்தல்.
- ஆக்ஸிஜன் மற்றும் சல்பர் ஆகியவற்றின் முக்கியமான சேர்மங்களின் தயாரிப்பு மற்றும் பண்புகள் குறித்து விளக்குதல்.
- ஹேலஜன்கள் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பு மற்றும் பண்புகள் குறித்து விளக்குதல்.
- ஹேலஜன் இடைசேர்மங்களின் வேதியியலைப் பற்றி விளக்குதல்.
- மந்தவாயுக்களின் பண்புகள் மற்றும் பயன்களை விளக்குதல்.
- அன்றாட வாழ்வில் p-தொகுதி தனிமங்கள் மற்றும் அவற்றின் சேர்மங்களின் முக்கியத்துவத்தை பாராட்டுதல். ஆகிய திறன்களைப் மாணவர்கள் பெறலாம்.

XII U3-P-block.indd 64 21-12-2022 18:33:14

அறிமுகம்:

p–தொகுதி தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகள், ஐகோசாஜன்கள் (போரான் தொகுதி) மற்றும் டெட்ராஜன்கள் (கார்பன் தொகுதி) ஆகிய முதல் இரண்டு தொகுதி தனிமங்கள் பற்றி முந்தைய பாடப்பகுதியில் கற்றறிந்தோம். இந்த அலகில் எஞ்சியுள்ள p–தொகுதிகளான நிக்டோஜன்கள், சால்கோஜன்கள், ஹேலஜன்கள் மற்றும் மந்த வாயுக்கள் பற்றிக் கற்றறிவோம்.

3.1 தொகுதி 15 (நைட்ரஜன் தொகுதி) தனிமங்கள்:

3.1.1 வளம்:

பூமியின் வளிமண்டலமானது ஏறத்தாழ 78% டைநைட்ரஜன் (N_2) வாயுவைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இது சோடியம் நைட்ரேட்டாகவும் (சிலி வெடியுப்பு) பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டாகவும் (இந்திய வெடியுப்பு)புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகிறது. அதிகமாக கிடைக்கக்கூடிய பதினோராவது தனிமமான பாஸ்பரஸ், பாஸ்பேட்டுகளாக (புளூரபடைட், குளோரபடைட் மற்றும் ஹைட்ராக்ஸிஅபடைட்) காணப்படுகிறது. மற்ற தனிமங்களான ஆர்சனிக், ஆன்டிமனி மற்றும் பிஸ்மத் ஆகியன அவற்றின் சல்பைடுகளாக காணப்படுகின்றன. ஆனால் இவை அதிகளவில் கிடைப்பதில்லை.

3.1.2 இயற் பண்புகள்:

15ஆம் தொகுதித் தனிமங்களின் சில இயற் பண்புகள் கீழே அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அட்டவனை 3.1 : 15 ஆம் தொகுதித் தனிமங்களின் சில இயற் பண்புகள்

பண்பு	நைட்ரஜன்	பாஸ்பரஸ்	ஆர்சனிக்	ஆன்டிமனி	பிஸ்மத்
293 K இல் இயற் நிலைமை	வாயு	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்
அணு எண்	7	15	33	51	83
ஐசோடோப்புகள்	^{14}N, ^{15}N	^{31}P	^{75}As	^{121}Sb	^{209}Bi
அணு நிறை($g.mol^{-1}$ at 293 K)	14	30.97	74.92	121.76	209.98
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$[He]2s^2 2p^3$	$[Ne]3s^2 3p^3$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^3$	$[Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$
அணு ஆரம் (Å)	1.55	1.80	1.85	2.06	2.07
அடர்த்தி ($g.cm^{-3}$ at 293 K)	1.14×10^{-3}	1.82 வெண்ணிற பாஸ்பரஸ்	5.75	6.68	9.79
உருகுநிலை (K)	63	317	889 K ல் பதங்கமாதல்	904	544
கொதிநிலை (K)	77	554		1860	1837

3.1.3 நைட்ரஜன்:

தயாரித்தல்:

வளிமண்டலத்தின் முதன்மையான நைட்ரஜன் (78 % கனஅளவு) வாயுவானது, தொழிற்முறையில், பின்னவாலை வடித்தல் முறையில் திரவ காற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. ஏறத்தாழ 575 K வெப்பநிலையில் சோடியம் அசைடு சேர்மத்தை வெப்பச் சிதைவிற்கு உட்படுத்தி தூய நைட்ரஜனைப் பெற இயலும்.

$$2NaN_3 \longrightarrow 2\,Na + 3N_2$$

அம்மோனியாவை , புரோமின் நீர் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தும் இதை பெற இயலும்.

$$8NH_3 + 3Br_2 \longrightarrow 6NH_4Br + N_2$$

பண்புகள்

நைட்ரஜன் வாயுவானது சற்றே மந்தத் தன்மை வாய்ந்தது. பூமியில் கிடைக்கும் நைட்ரஜன் வாயுவானது முறையே 14.5% நைட்ரஜன் –14 மற்றும் 0.4% நைட்ரஜன் -15 ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றில் நைட்ரஜன் -15 ஆனது ஐசோடோப் குறியிடுதலில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நைட்ரஜனின் மந்தத் தன்மைக்குக் காரணம், மூலக்கூறுகளின் அதிக பிணைப்பு ஆற்றல் மதிப்பே (225 cal mol^{-1}அல்லது 946kJ mol^{-1}).ஆகும். இந்த முப்பிணைப்பு அமைப்பின் குறைந்த வினைதிறனை -C≡C-, C≡O, X-C≡N, X-N≡C, -C≡C- மற்றும் -C≡N போன்ற மற்ற முப்பிணைப்புகளைக் கொண்ட சம எலக்ட்ரான் அமைப்புகளுடன் ஒப்பிடும்போது ஆர்வத்தினைத் தூண்டுவதாக உள்ளது இந்த தொகுதிகள் ஈனிகளாக செயல்படுகின்றது ஆனால் டைநைட்ரஜன் ஈனியாக செயல்படுவதில்லை. எனினும், CO மூலக்கூறைப் போலவே, இதுவும் உலோகங்களுடன் இணைந்து குறைந்த அளவிலான அணைவுகளை (M← N≡N) உருவாக்குகிறது. லித்தியத்துடன் வினைபுரிந்து Li_3N சேர்மத்தைத் தரும் வினைமட்டுமே அறைவெப்பநிலையில் நிகழும் நைட்ரஜனின் வினையாகும். மற்ற தனிமங்களுடன் நைட்ரஜன் உயர் வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே வினைபுரிகிறது. தொகுதி-2 உலோகங்கள் மற்றும் Th ஆகியன அயனி நைட்ரைடுகளை உருவாக்குகின்றன.

$$6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$$

$$3Ca + N_2 \xrightarrow[\text{வெப்பநிலை}]{\text{செஞ்சூட்டு}} Ca_3N_2$$

$$2B + N_2 \xrightarrow[\text{வெப்பநிலை}]{\text{உயர் செஞ்சூட்டு}} 2BN$$

ஹைட்ரஜனுடன் நேரடியாக வினைபுரிந்து அம்மோனியாவைத் தருகிறது. இரும்பு வினைவேகமாற்றி முன்னிலையில், உகந்த வெப்பநிலையில், அதிகப்படியான அழுத்தம் இவ்வினைக்கு சாதகமாக அமைந்துள்ளது. இவ்வினையானது, ஹேபர் முறையில் அம்மோனியாவைத் தொகுத்தலுக்கான அடிப்படையாக அமைகிறது.

$$\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftharpoons NH_3 \quad \Delta H_f = -46.2\ kJ\ mol^{-1}$$

நைட்ரஜன் உயர்வெப்பநிலைகளில் ஆக்ஸிஜனுடன் வினைப்பட்டு நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடை உருவாக்குகிறது. 3473 K வெப்பநிலையில் கூட வெறும் 4.4% நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு மட்டுமே உருவாக்கப்படுகிறது.

$$2N_2 + O_2 \longrightarrow 2N_2O$$

நைட்ரஜனின் பயன்கள்

1. அம்மோனியா, நைட்ரிக் அமிலம் மற்றும் கால்சியம் சயனமைடு ஆகியவற்றின் தயாரித்தலில் நைட்ரஜன் பயன்படுகிறது.
2. அதிகுளிர்நிலை அறுவைசிகிச்சைக்குத் தேவையான குறைந்த வெப்பநிலையை உருவாக்கவும், உயிரியல் பதப்படுத்தியாகவும் திரவ நைட்ரஜன் பயன்படுகிறது.

XII U3-P-block.indd 66 21-12-2022 18:33:15

3.1.4 அம்மோனியா (NH_3)

தயாரித்தல்:

யூரியாவை நீராற்பகுப்பதன் மூலம் அம்மோனியா பெறப்படுகிறது.

$$NH_2CONH_2 + H_2O \longrightarrow 2NH_3 + CO_2$$

ஆய்வகத்தில் அம்மோனியம் உப்புக்களை, காரங்களுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி நைட்ரஜன் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$NH_4^+ + OH^- \longrightarrow NH_3 + H_2O$$

$$2NH_4Cl + CaO \longrightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + H_2O$$

மெக்னீஷியம் நைட்ரைடு போன்ற உலோக நைட்ரைடுகளை நீருடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்துவதன் மூலமும் இதை தயாரிக்க இயலும்.

$$Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

இரும்பு வினைவேக மாற்றியின் மீது 750 K வெப்பநிலையில், 200 atm அழுத்தத்தில், நைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுக்கலவையை செலுத்துவதன் மூலம் தொழிற் முறையில் அம்மோனியா தயாரிக்கப்படுகிறது. (சமநிலையை விரைவாக அடைவதற்காக சிறிதளவு K_2O மற்றும் Al_2O_3 ஆகியனவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன). உண்மையில், இவ்வினைக்குத் தேவையான ஹைட்ரஜன் நீர் வாயுவிலிருந்தும், திரவ காற்றை பின்ன வாலைவடித்து நைட்ரஜனும் பெறப்படுகின்றன.

பண்புகள்

அம்மோனியா காற்றைவிட லேசான, கார நெடியுடைய வாயுவாகும். இதை, ஏறத்தாழ 9 வளிமண்டல அழுத்தத்தால் எளிதில் திரவமாக்க இயலும். இத்திரவத்தின் கொதிநிலை -38.4°C மற்றும் உறைநிலை -77°C. திரவ அம்மோனியாவானது இயற் பண்புகளில் நீரை ஒத்துள்ளது. அதாவது, வலிமைமிக்க ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் மூலக்கூறுகள் ஒன்றிணைக்கப்பட்டுள்ளன. அம்மோனியாவானது, 20°C மற்றும் 760mm அழுத்தத்தில் நீரில் மிக அதிகளவில் கரைகிறது. (1 கனஅளவு நீரில் 702கனஅளவு வீதம்)

குறைந்த வெப்பநிலைகளில், $NH_3.H_2O$ மற்றும் $2NH_3.H_2O$ ஆகிய கரையும் தன்மைகொண்ட இரு வெவ்வெறு நீரேறிய மூலக்கூறுகள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த மூலக்கூறுகளில், அம்மோனியா மற்றும் நீர் மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. அம்மோனியாவானது, நீர்க்கரைசல்களிலும் இதே போல நீரேற்றம் அடைகிறது, மேலும் இதை நாம் $(NH_3.H_2O)$ என குறிப்பிடுகிறோம்.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

நீரைப்போன்றே, உயர் மின்கடத்தாப்பொருள் மாறிலி மதிப்பானது அம்மோனியாவை சிறந்த அயனியுறும் கரைப்பானாக செயல்படவைக்கிறது.

$$2NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$$

$$K_{-50^0C} = [NH_4^+][NH_2^-] = 10^{-30}$$

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

$$K_{25^0C} = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

XII U3-P-block.indd 67 21-12-2022 18:33:19

வேதிப் பண்புகள்

வெப்பத்தின் விளைவு: 500°C க்கு அதிகமான வெப்பநிலைகளில் அம்மோனியாவானது சிதைவடைந்து அதன் தனிமங்களாக மாறுகிறது. இந்த சிதைவு வினையானது நிக்கல், இரும்பு போன்ற உலோக வினைவேக மாற்றிகளினால் தூண்டப்படலாம். தொடர்ந்த மின்பாய்ச்சலின் போது அம்மோனியா முற்றிலுமாக சிதைவடைகிறது.

$$2NH_3 \xrightarrow{>500^0 C} N_2 + 3H_2$$

காற்று/ ஆக்ஸிஜனுடன் வினை : அம்மோனியா காற்றில் எரிவதில்லை, ஆனால், தூய ஆக்ஸிஜனில் மஞ்சள் சுவாலையுடன் எளிதாக எரிந்து நைட்ரஜன் வாயுவைத் தருகிறது.

$$4NH_3 + 3O_2 \rightleftharpoons 2N_2 + 6H_2O$$

இது, பிளாட்டினம் போன்ற வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் எரிந்து நைட்ரிக் ஆக்சைடை உருவாக்குகிறது. இவ்வினையானது நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்க பயன்படுகிறது, மேலும் இது ஆஸ்வால்ட்முறை என்றழைக்கப்படுகிறது.

$$4NH_3 + 5O_2 \rightleftharpoons 4NO + 6H_2O$$

ஒடுக்கும் பண்பு : அம்மோனியா ஒடுக்கும் காரணியாக செயல்படுகிறது. வெப்பப்படுத்தப்பட்ட உலோக ஆக்சைடுகளின் மீது செலுத்தும்போது அவற்றை உலோகங்களாக ஒடுக்குகின்றன.

$$3PbO + 2NH_3 \longrightarrow 3Pb + N_2 + 3H_2O$$

அமிலங்களுடன் வினை: அமிலங்களுடன் வினைப்படுத்தும்போது இது அம்மோனியம் உப்புகளை உருவாக்குகிறது. புரோட்டான் மீதான அம்மோனியாவின் கவர்ச்சியானது நீரைவிட அதிகம் என்பதை இவ்வினை காட்டுகிறது.

குளோரின் மற்றும் குளோரைடுகளுடன் வினை: குளோரின் மற்றும் குளோரைடுகளுடன் அம்மோனியா வினைப்புரிந்து இறுதி விளைபொருளாக அம்மோனியம் குளோரைடைத் தருகிறது. கீழே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு, இந்த வினைகள் வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் வெவ்வேறாக நிகழ்கின்றன.

அதிகளவு அம்மோனியா உடன்

$$2\,NH_3 + 3\,Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6\,HCl$$

$$6\,HCl + 6\,NH_3 \longrightarrow 6\,NH_4Cl$$

அம்மோனியா, அதிகப்படியான குளோரினுடன் வினைப்பட்டு வெடிக்கும் தன்மையுடைய நைட்ரஜன் ட்ரைகுளோரைடைத் தருகிறது.

$$2NH_3 + 6Cl_2 \longrightarrow 2NCl_3 + 6\,HCl$$

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl\,(s)$$

அம்மோனியா – HCl க்கான வினை

அமைடுகள் மற்றும் நைட்ரைடுகள் உருவாதல்: அம்மோனியா, அதிக நேர்மின்தன்மை கொண்ட சோடியம் போன்ற உலோகங்களுடன் அமைடுகளை உருவாக்குகிறது, ஆனால் மெக்னீஷியம் போன்ற உலோகங்களுடன் நைட்ரைடைத் தருகிறது.

$$2Na + 2NH_3 \longrightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

XII U3-P-block.indd 68 21-12-2022 18:33:23

$$3Mg + 2NH_3 \longrightarrow Mg_3N_2 + 3H_2$$

உலோக உப்புக்களுடன் வினை : அம்மோனியா, உலோக உப்புக்களுடன் வினைப்பட்டு உலோக ஹைட்ராக்சைடுகள் (Fe உடன்) அல்லது அணைவுச்சேர்மங்களை (Cu உடன்)உருவாக்குகிறது.

$$Fe^{3+} + 3NH_4^+ \xrightarrow{3\,OH^-} Fe(OH)_3 + 3NH_4^+$$

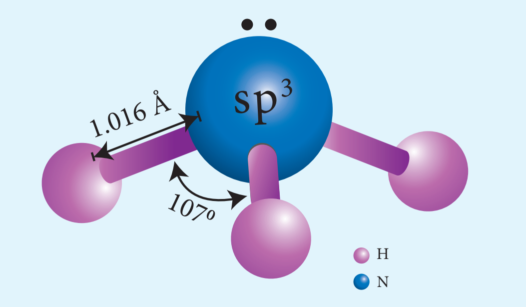
$$Cu^{2+} + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

டெட்ராஅம்மைன்காப்பர்(II) அயனி
(ஒரு அணைவுச் சேர்மம்)

அமீன்கள் உருவாதல்: அயனி – இருமுனை கவர்ச்சியின் காரணமாக அம்மோனியா ஏற்றம் பெற்ற சேர்மங்களை அம்மோனியா உருவாக்குகிறது. எடுத்துக்காட்டு: $[CaCl_2.8NH_3]$. இதில், அம்மோனியா இருமுனையின் எதிர்முனைகள் Ca^{2+} அயனியை நோக்கி கவரப்படுகின்றன. அம்மோனியா மூலக்கூறானது ஈனியாகவும் செயல்பட்டு $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Ag(NH_3)_2]^+$ போன்ற அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, காப்பர் சல்பேட்டின் நீர்க்கரைசலுடன் அதிகளவு அம்மோனியாவைச் சேர்க்கும்போது அடர் நீல நிறம் கொண்ட சேர்மம் $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ உருவாகிறது.

அம்மோனியாவின் வடிவமைப்பு:

அம்மோனியா மூலக்கூறானது பிரமிடு வடிவத்தில் உள்ளது. இதில், N-H பிணைப்பு நீளம் 1.016 Å மற்றும் பிணைப்புக் கோண மதிப்பு 107°. ஒரு முனையில் ஒரு தனித்த இரட்டை எலக்ட்ரானைக் கொண்டுள்ள நான்முகி அமைப்பாக அம்மோனியாவின் வடிவமைப்பைக் கருத இயலும். எனவே இது படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு பிரமிடு அமைப்புப் பெற்றுள்ளது.



படம் 3.1 அம்மோனியாவின் வடிவமைப்பு

3.1.5 நைட்ரிக் அமிலம்

தயாரித்தல்

சமஅளவு பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் நைட்ரேட்டை, அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HNO_3$$

நைட்ரிக் அமிலம் சிதைவடைதலைத் தடுக்கும் பொருட்டு வெப்பநிலையானது முடிந்தவரை குறைவாக வைக்கப்படுகிறது.அமிலம் குளிர்ந்து புகையும் திரவமாக மாறுகிறது. நைட்ரிக் அமிலம் சிதைவடைந்து சிறிதளவு நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு உருவாவதால் இத்திரவம் பழுப்பு நிறமாக காட்சியளிக்கிறது.

$$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

வணிக ரீதியிலான தயாரிப்பு முறை

ஆஸ்வால்ட் முறையைப் பயன்படுத்தி அதிகளவில் நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில், ஹேபர் முறையிலிருந்து உருவான அம்மோனியாவானது பத்து மடங்கு காற்றுடன் கலக்கப்படுகிறது. இக்கலவையானது வெப்பப்படுத்தப்பட்டு, வினைவேகமாற்றி வைக்கப்பட்டுள்ள தனி அறையினுள் செலுத்தப்படுகிறது, அங்கு பிளாட்டின கம்பி வலையுடன் தொடர்பு உண்டாக்கப்படுகிறது.

XII U3-P-block.indd 69 21-12-2022 18:33:25

வெப்பநிலை 1275 K க்கு உயர்த்தப்படும்போது, உலோக வலையானது விரைவாக அம்மோனியாவை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து NO வாயுவை உருவாக்குகிறது, பின்னர் அது நைட்ரஜன் டையாக்சைடாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது.

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O + 120\ kJ$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு வாயு வரிசையாக அமைக்கப்பட்டுள்ள பரப்புகவர் கோபுரங்களின் வழியாக செலுத்தப்படுகிறது. இது நீருடன் வினைப்பட்டு நைட்ரிக் அமிலத்தை தருகிறது. உருவாக்கப்பட்ட நைட்ரிக் அமிலமானது காற்று செலுத்தி வெளுக்கப்படுகிறது.

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

பண்புகள்

தூய நைட்ரிக் அமிலம் நிறமற்றது. இதன் கொதிநிலை 86 °C. இந்த அமிலம், நீருடன் முழுமையாக கலந்து கொதிநிலை மாறா கலவையை உருவாக்குகிறது (98% HNO_3, கொதிநிலை 120.5 °C). புகையும் நைட்ரிக் அமிலம் நைட்ரஜனின் ஆக்ஸைடுகளை கொண்டுள்ளது. இது, சூரியஒளிக்கு வெளிப்படும்போதோ அல்லது வெப்பப்படுத்தப்படும்போதோ சிதைவடைந்து நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு, நீர் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக மாறுகிறது.

$$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

இந்த வினையின் காரணமாக தூய அமிலம் அல்லது அதன் அடர்க் கரைசலானது மஞ்சள் நிறமாக மாறுகிறது. பெரும்பாலான வினைகளில் நைட்ரிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்றியாக செயல்படுகிறது. எனவே, ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை +5 லிருந்து குறைந்தபட்ச மதிப்பிற்க்கு மாற்றமடைகிறது. இது உலோகங்களுடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜனைத் தருவதில்லை. நைட்ரிக் அமிலமானது, அமிலமாகவும், ஆக்ஸிஜனேற்ற காரணியாகவும் மற்றும் நைட்ரோஏற்றக் காரணியாகவும் செயல்படுகிறது.

அமிலமாக: இது, மற்ற அமிலங்களைப் போன்றே காரங்கள் மற்றும் கார ஆக்ஸைடுகளுடன் வினைப்பட்டு நீரையும் உப்புக்களையும் உருவாக்குகிறது.

$$ZnO + 2HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

$$3FeO + 10HNO_3 \longrightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO + 5\,H_2O$$

ஆக்ஸிஜனேற்றக் காரணியாக: கார்பன், சல்பர், பாஸ்பரஸ் மற்றும் அயோடின் போன்ற அலோகங்கள் நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகின்றன.

$$C + 4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 + CO_2$$

$$S + 2HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO$$

$$P_4 + 20HNO_3 \longrightarrow 4H_3PO_4 + 4H_2O + 20NO_2$$

$$3I_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 6HIO_3 + 10NO + 2H_2O$$

$$HNO_3 + F_2 \longrightarrow HF + NO_3F$$

$$3H_2S + 2HNO_3 \longrightarrow 3S + 2NO + 4H_2O$$

நைட்ரோ ஏற்றக் காரனியாக: பொதுவாக கரிம சேர்மங்களில் ஒரு–H அணுவை $-NO_2$ தொகுதி கொண்டு பதிலீடு செய்தல் நைட்ரோ ஏற்றம் என குறிப்பிடப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக,

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

XII U3-P-block.indd 70 21-12-2022 18:33:31

நைட்ரோனியம் அயனி உருவாவதன் காரணமாக நைட்ரோ ஏற்றம் நிகழ்கிறது.

$$HNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NO_2^+ + H_2O + HSO_4^-$$

உலோகங்கள் மீதான நைட்ரிக் அமிலத்தின் வினை

தங்கம், பிளாட்டினம், ரோடியம், இரிடியம் மற்றும் டாண்டுலம் போன்றவற்றைத் தவிர மற்ற எல்லா உலோகங்களும் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிகின்றன. நைட்ரிக் அமிலம் உலோகங்களை ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது. அலுமினியம், இரும்பு, கோபால்ட் மற்றும் குரோமியம் போன்ற சில உலோகங்கள் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படும்போது, அவற்றின் உலோகப் பரப்பின்மீது ஆக்ஸைடு அடுக்கு உருவாவதால் வினை செயலற்றதாகிறது. தூய உலோகத்துடன் நைட்ரிக் அமிலம் தொடர்ந்து வினைபுரிவதை இந்த ஆக்சைடு அடுக்கு தடுக்கிறது.

நைட்ரிக் அமிலமானது டின், ஆர்சனிக், அன்டிமனி மற்றும் மாலிப்டினம் போன்ற குறைந்த நேர்மின் தன்மை கொண்ட உலோகங்களுடன் உலோக ஆக்ஸைடுகளை உருவாக்குகிறது. இந்த ஆக்சைடுகளில் உலோகமானது உயர் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படுகிறது. மேலும் அமிலமானது குறைந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைக்கு ஒடுக்கப்படுகிறது. நைட்ரிக் அமிலம் உலோகங்களுடன் வினைப்படும்போது NO_2, NOவாயு மற்றும் H_2O ஆகியன மிகப்பொதுவாக உருவாகும் விளைபொருட்களாகும். மிக அரிதாக N_2, NH_2OH மற்றும் NH_3 ஆகியவனவும் உருவாக்கப்படுகின்றன.

$$\overset{+5}{HNO_3} \quad \overset{+4}{NO_2} \quad \overset{+3}{HNO_2} \quad \overset{+2}{NO} \quad \overset{+1}{N_2O} \quad \overset{0}{N_2} \quad \overset{-3}{NH_3}$$

உலோகங்கள், நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிவதை பின்வரும் மூன்று படிகளின் மூலம் விளக்கலாம்.

முதல் நிலை வினை: பிறவிநிலை ஹைட்ரஜன் வெளியேற்றப்பட்டு உலோக நைட்ரேட் உருவாக்கப்படுகிறது.

$$M + HNO_3 \longrightarrow MNO_3 + (H)$$

இரண்டாம் நிலை வினை: பிறவிநிலை ஹைட்ரஜன், நைட்ரிக் அமிலத்தின் ஒடுக்க விளைப்பொருட்களை உருவாக்குகிறது.

$$HNO_3 + 2(H) \longrightarrow \underset{\text{நைட்ரஸ் அமிலம்}}{HNO_2} + H_2O$$

$$HNO_3 + 6(H) \longrightarrow \underset{\text{ஹைட்ராக்சிலமின்}}{NH_2OH} + 2H_2O$$

$$HNO_3 + 8(H) \longrightarrow \underset{\text{அம்மோனியா}}{NH_3} + 3H_2O$$

$$2HNO_3 + 8(H) \longrightarrow \underset{\text{ஹைப்போ நைட்ரஸ் அமிலம்}}{H_2N_2O_2} + 4H_2O$$

மூன்றாம் நிலை வினை: இரண்டாம் நிலை விளைப்பொருட்கள் சிதைவடைந்தோ அல்லது தொடர்ந்து வினைபுரிந்தோ இறுதி விளைப்பொருட்களை தருகின்றன.

XII U3-P-block.indd 71 21-12-2022 18:33:32

இரண்டாம் நிலை விளைபொருட்களின் சிதைதல் :

$$\underset{\text{நைட்ரஸ் அமிலம்}}{3\,HNO_2} \longrightarrow \underset{\text{நைட்ரிக் அமிலம்}}{HNO_3} + 2\,\underset{\text{நைட்ரிக் ஆக்சைடு}}{NO} + H_2O$$

$$\underset{\text{நைட்ரஸ் அமிலம்}}{2\,HNO_2} \longrightarrow \underset{\text{டை நைட்ரஜன் ட்ரைஆக்சைடு}}{N_2O_3} + H_2O$$

$$\underset{\text{ஹைப்போ நைட்ரஸ் அமிலம்}}{H_2N_2O_2} \longrightarrow \underset{\text{நைட்ரஸ் ஆக்சைடு}}{N_2O} + H_2O$$

இரண்டாம் நிலை விளைபொருட்களின் தொடர் வினை:

$$HNO_2 + NH_3 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$$

$$HNO_2 + NH_2OH \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

$$HNO_2 + HNO_3 \longrightarrow 2NO_2 + H_2O$$

எடுத்துக்காட்டுகள்:

காப்பர், நைட்ரிக் அமிலத்துடன் பின்வருமாறு வினைபுரிகிறது

$$3Cu + 6HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 6(H)$$

$$6(H) + 3HNO_3 \longrightarrow 3HNO_2 + 3H_2O$$

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$$

ஒட்டுமொத்த வினை

$$\boxed{3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O}$$

அடர் அமிலமானது, நைட்ரஜன் டை ஆக்ஸைடை உருவாக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது.

$$\boxed{Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O}$$

மெக்னீஷியம், நைட்ரிக் அமிலத்துடன் பின்வருமாறு வினைபுரிகிறது.

$$4Mg + 8HNO_3 \longrightarrow 4Mg(NO_3)_2 + 8(H)$$

$$HNO_3 + 8(H) \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$$

$$HNO_3 + NH_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

ஒட்டுமொத்த வினை

$$\boxed{4Mg + 10HNO_3 \longrightarrow 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O}$$

அமிலம் நீர்க்கப்பட்டிருந்தால், N_2O பெறப்படுகிறது

$$\boxed{4Mg + 10HNO_3 \longrightarrow 4Mg(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O}$$

நைட்ரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்:

1. இராஜ திராவகம் தயாரித்தலில் ஆக்சிஜனேற்றியாக நைட்ரிக் அமிலம் பயன்படுகிறது.
2. நைட்ரிக் அமில உப்புகள் புகைப்படத் தொழிலிலும் ($AgNO_3$), துப்பாக்கிகளுக்கு தேவையான வெடிமருந்துகளிலும் ($NaNO_3$)பயன்படுகின்றன.

தன் மதிப்பீடு :

ஜிங்க் உடன் நைட்ரிக் அமிலம் (நீர்த்த மற்றும் அடர்)வினைப்படும்போது உருவாகும் விளைப்பொருட்களை எழுதுக.

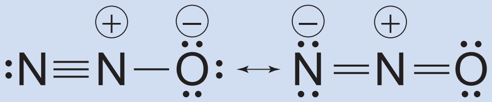
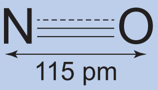
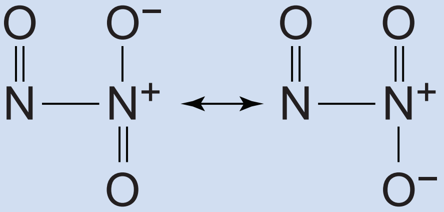
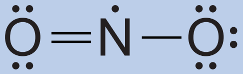
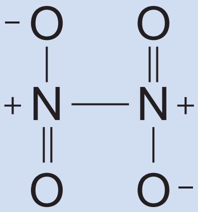
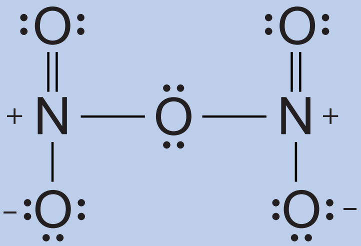
3.1.6 நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுகள் மற்றும் ஆக்சோஅமிலங்கள்

பெயர்	வாய்ப்பாடு	ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை	இயற் பண்புகள்	தயாரித்தல்
நைட்ரஸ் ஆக்சைடு	N_2O	+1	நிறமற்ற வாயு &நடுநிலைத் தன்மை கொண்டது	$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$
நைட்ரிக் ஆக்சைடு	NO	+2	நிறமற்ற வாயு &நடுநிலைத் தன்மை கொண்டது	$2NaNO_2 + 2FeSO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2NaHSO_4 + 2H_2O + 2NO$
டை நைட்ரஜன் ட்ரை ஆக்சைடு (அ) நைட்ரஜன் செஸ்கியுஆக்சைடு	N_2O_3	+3	நீலநிறத் திண்மம் & அமிலத்தன்மை கொண்டது	$2NO + N_2O_4 \rightarrow 2N_2O_3$
நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு	NO_2	+4	பழுப்புநிற வாயு & அமிலத்தன்மை கொண்டது	$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 4NO_2 + 2PbO + O_2$
டை நைட்ரஜன் டெட்ராக்சைடு	N_2O_4	+4	நிறமற்ற திண்மம் & அமிலத்தன்மை கொண்டது	$2NO_2 \rightarrow N_2O_4$
டை நைட்ரஜன் பென்டாக்சைடு	N_2O_5	+5	நிறமற்ற திண்மம் & அமிலத்தன்மை கொண்டது	$2HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow N_2O_5 + 2HPO_3$

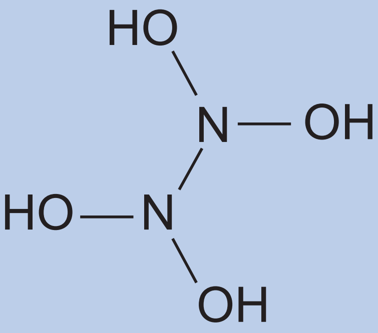
நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுதல் தயாரிப்பு

XII U3-P-block.indd 73
21-12-2022 18:33:34

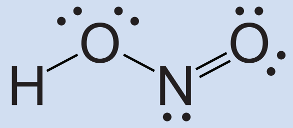
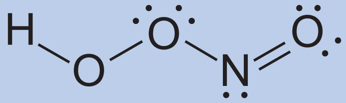
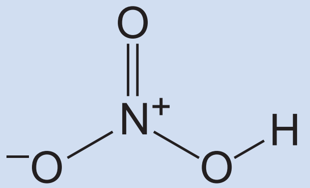
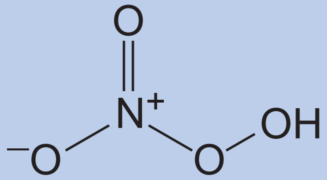
நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுகளின் அமைப்பு வாய்ப்பாடுகள்:

பெயர்	வாய்ப்பாடு	அமைப்பு வாய்ப்பாடு
நைட்ரஸ் ஆக்சைடு	N_2O	
நைட்ரிக் ஆக்சைடு	NO	
டை நைட்ரஜன் ட்ரை ஆக்சைடு (அ) நைட்ரஜன் செஸ்கியுஆக்சைடு	N_2O_3	
நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு	NO_2	
டை நைட்ரஜன் டெட்ராக்சைடு	N_2O_4	
டை நைட்ரஜன் பென்டாக்சைடு	N_2O_5	

நைட்ரஜனின் ஆக்சோஅமிலங்களின் அமைப்பு வாய்ப்பாடுகள்:

பெயர்	வாய்ப்பாடு	அமைப்பு வாய்ப்பாடு
ஹைப்போநைட்ரஸ் அமிலம்	$H_2N_2O_2$	$HO-N=N-OH$
ஹைட்ரோநைட்ரஸ் அமிலம்	$H_4N_2O_4$	

XII U3-P-block.indd 74 21-12-2022 18:33:35

நைட்ரஸ் அமிலம்	**HNO_2**	
பெர்நைட்ரஸ் அமிலம்	**HOONO**	
நைட்ரிக் அமிலம்	**HNO_3**	
பெர்நைட்ரிக் அமிலம்	**HNO_4**	

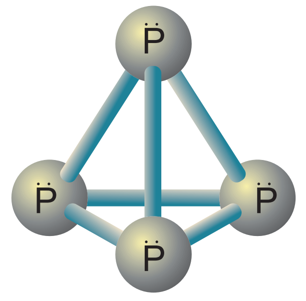
நைட்ரஜனின் ஆக்சோஅமிலங்களின் தயாரிப்பு:

பெயர்	வாய்ப்பாடு	ஆக்சிஜனேற்ற நிலை	தயாரித்தல்
ஹைப்போநைட்ரஸ் அமிலம்	$H_2N_2O_2$	+1	$Ag_2N_2O_2 + 2HCl \longrightarrow 2AgCl + H_2N_2O_2$
நைட்ரஸ் அமிலம்	HNO_2	+3	$Ba(NO_2)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HNO_2 + BaSO_4$
பெர்நைட்ரஸ் அமிலம்	HOONO	+3	$H_2O_2 + ON(OH) \longrightarrow ON(OOH) + H_2O$
நைட்ரிக் அமிலம்	HNO_3	+5	$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$ $2NO + O_2 \longrightarrow NO_2$ $2NO_2 \longrightarrow N_2O_4$ $2N_2O_4 + 2H_2O + O_2 \longrightarrow 4HNO_3$
பெர்நைட்ரிக் அமிலம்	HNO_4	+5	$H_2O_2 + N_2O_5 \longrightarrow NO_2OOH + HNO_3$

XII U3-P-block.indd 75 21-12-2022 18:33:37

3.1.7 பாஸ்பரஸின் புறவேற்றுமை வடிவங்கள்:

பாஸ்பரஸ் பல்வேறு புறவேற்றுமை வடிவங்களைப் பெற்றுள்ளது, அவற்றில் வெண்ணிற பாஸ்பரஸ், சிவப்பு பாஸ்பரஸ் மற்றும் கருமை நிற பாஸ்பரஸ் ஆகியன மிகப் பொதுவானவை ஆகும்.

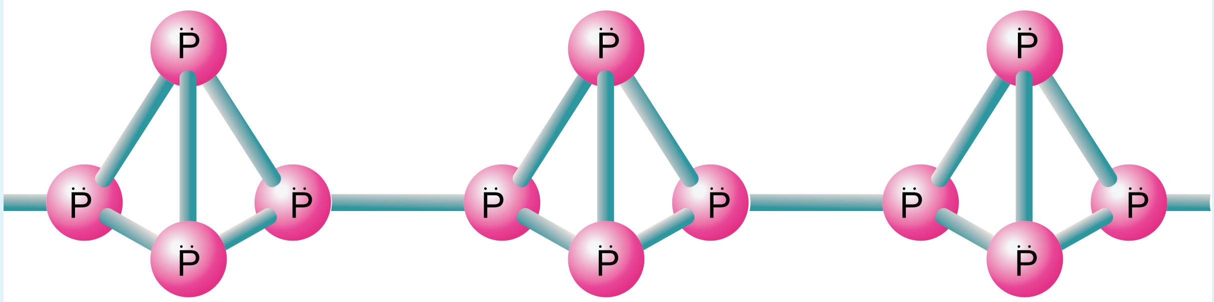


படம் 3.2 வெண்பாஸ்பரஸ் வடிவமைப்பு

வெண் பாஸ்பரஸ்: புதிதாக தயாரிக்கப்பட்ட வெண் பாஸ்பரஸ் நிறமற்றது ஆனால், சிறிது நேரத்தில் சிவப்பு பாஸ்பரஸ் அடுக்கு உருவாவதால் வெளிறிய மஞ்சள் நிறமாக மாறுகிறது. இது விஷத்தன்மை கொண்டது. மேலும், இது உள்ளிப்பூண்டின் மணமுடையது. இது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைவதன் காரணமாக இருளில் ஒளிர்கிறது. இந்நிகழ்ச்சி நின்றொளிர்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது. இதன் எரியூட்டு வெப்பநிலை மிகக் குறைவாக இருப்பதனால், அறைவெப்பநிலையில் காற்றில் தானாக பற்றி எரிந்து P_2O_5 ஐ தருகிறது.

சிவப்பு பாஸ்பரஸ்: காற்று மற்றும் ஒளியில்லா சூழ்நிலையில் $420\,^0C$ வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் வெண்பாஸ்பரஸை சிவப்பு பாஸ்பரஸாக மாற்ற இயலும். வெண்பாஸ்பரஸ் போலல்லாமல் இது விஷத்தன்மையற்றது. மேலும், **சிவப்பு பாஸ்பரஸ்** நின்றொளிர்தலை காட்டுவதில்லை. இது குறைந்த வெப்பநிலைகளில் தீப்பற்றுவதில்லை. மந்தவாயுச் சூழலில், சிவப்பு பாஸ்பரை கொதிக்கவைத்து ஆவியை நீரினால் குளிர்விப்பதன்மூலம் மீளவும் வெண்பாஸ்பரஸாக மாற்ற இயலும்.

பாஸ்பரஸ் அடுக்கு அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது மேலும் இது குறைக்கடத்தியாக செயல்படுகிறது. நான்கு பாஸ்பரஸ் அணுக்களால் ஆன P_4 நான்முகி அலகுகள் இணைந்துஉருவான சங்கிலிப் பலபடி அமைப்பில் உள்ளன.நைட்ரஜன் போலல்லாமல் P-P ஒற்றைப் பிணைப்புகளைவிட $P\equiv P$ முப்பிணைப்புகள் வலிமை குறைந்தவை.அதாவது, பாஸ்பரஸ் அணுக்கள் முப்பிணைப்புகளுக்கு பதிலாக ஒற்றை பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த இரண்டு புறவேற்றுமை வடிவங்களைத் தவிர ஸ்கார்லெட் பாஸ்பரஸ் , ஊதா நிற பாஸ்பரஸ் என மேலும் இரண்டு புறவேற்றுமை வடிவங்களை பாஸ்பரஸ் பெற்றுள்ளது.



படம் 3.3 சிவப்பு பாஸ்பரஸ் வடிவமைப்பு

3.1.8 பாஸ்பரஸின் பண்புகள்

பாஸ்பரஸ் அதிக வினைத்திறன் கொண்டது. இது பின்வரும் முக்கிய வேதிப்பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது.

XII U3-P-block.indd 76 21-12-2022 18:33:37

ஆக்ஸிஜனுடன் வினை: மஞ்சள் நிற பாஸ்பரஸ், காற்றில் தானாக தீப்பற்றி எரிந்து பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு வெண்புகையைத் தருகிறது. சிவப்பு பாஸ்பரஸும் வெப்பப்படுத்தும்போது ஆக்ஸிஜனுடன் வினைப்பட்டு பாஸ்பரஸ் ட்ரை ஆக்ஸைடு அல்லது பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடைத் தருகிறது.

$$P_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{பாஸ்பரஸ் ட்ரை ஆக்ஸைடு}}{P_4O_6}$$

$$P_4 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு}}{P_4O_{10}}$$

குளோரினுடன் வினை: பாஸ்பரஸ், குளோரினுடன் வினைப்பட்டு ட்ரை மற்றும் பென்டா குளோரைடுகளை தருகிறது.அறை வெப்பநிலையில் மஞ்சள் பாஸ்பரஸ் தீவிரமாக வினைபுரிகிறது, ஆனால் சிவப்பு பாஸ்பரஸ் வெப்பப்படுத்தும்போது மட்டும் வினைபுரிகிறது.

$$P_4 + 6Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{பாஸ்பரஸ் ட்ரை குளோரைடு}}{4PCl_3}$$

$$P_4 + 10Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு}}{4PCl_5}$$

காரங்களுடன் வினை: மஞ்சள் பாஸ்பரஸை, மந்த வாயுச்சூழலில் காரங்களுடன் சேர்த்து கொதிக்கவைக்கும்போது பாஸ்பீன் வாயுவை வெளியேற்றுகிறது. இதில் பாஸ்பரஸ் ஒடுக்கும் காரணியாக செயல்படுகிறது.

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் ஹைப்போ பாஸ்பைட்}}{3NaH_2PO_2} + \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{PH_3}\uparrow$$

நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினை: பாஸ்பரஸை அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும்போது, பாஸ்பாரிக் அமிலமாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது. இவ்வினையில் படிக அயோடின் வினைவேகமாற்றியாக செயல்படுகின்றன.

$$P_4 + 20HNO_3 \longrightarrow \underset{\text{ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்}}{4H_3PO_4} + 20NO_2 + 4H_2O$$

உலோகங்களுடன் வினை: Ca மற்றும் Mg போன்ற உலோகங்களுடன் பாஸ்பரஸ் வினைப்பட்டு பாஸ்பைடுகளைத் தருகிறது. சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் போன்ற உலோகங்கள் வீரியமுடன் வினைபுரிகின்றன.

$$P_4 + 6Mg \longrightarrow \underset{\text{மெக்னீசியம் பாஸ்பைடு}}{2Mg_3P_2}$$

$$P_4 + 6Ca \longrightarrow \underset{\text{கால்சியம் பாஸ்பைடு}}{2Ca_3P_2}$$

$$P_4 + 12Na \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் பாஸ்பைடு}}{4Na_3P}.$$

பாஸ்பரஸின் பயன்கள்:

1. தீப்பெட்டிகளில் சிவப்பு பாஸ்பரஸ் பயன்படுகிறது.
2. இது, பாஸ்பரஸ் வெண்கலம் போன்ற உலோகக் கலவைகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3.1.9 பாஸ்பீன் (PH_3)

பாஸ்பரஸின் ஹைட்ரைடுகளில் மிக முக்கியமானது பாஸ்பீன் ஆகும்.

தயாரித்தல்:

கார்பன் டை ஆக்சைடு அல்லது ஹைட்ரஜன் மந்தச் சூழலில் வெண்பாஸ்பரஸை சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்படுத்தி பாஸ்பீன் தயாரிக்கப்படுகிறது.

XII U3-P-block.indd 77 21-12-2022 18:33:38

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் ஹைப்போ பாஸ்பைட்}}{3NaH_2PO_2} + \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{PH_3}\uparrow$$

இவ்வினையில் உருவாகும் பாஸ்பீனுடன் கலந்துள்ள பாஸ்பீன் டைஹைட்ரைடை (P_2H_4) நீக்கும் பொருட்டு, உறைக் கலவையின் வழியாக செலுத்தப்படுகிறது. பாஸ்பீன் டைஹைட்ரைடு சுருக்கமடைகிறது. அவ்வாறு சுருக்கமடையாத பாஸ்பீன் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

நீர் அல்லது நீர்த்த கனிம அமிலங்களைக் கொண்டு உலோக பாஸ்பைடுகளை நீராற்பகுப்பதலின் மூலமாகவும் பாஸ்பீனைத் தயாரிக்க இயலும்.

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{2PH_3}\uparrow + 3Ca(OH)_2$$

$$AlP + 3HCl \longrightarrow \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{PH_3}\uparrow + AlCl_3$$

பாஸ்பரஸ் அமிலத்தை வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் பாஸ்பீன் தூய நிலையில் பெறப்படுகிறது.

$$\underset{\text{பாஸ்பரஸ் அமிலம்}}{4H_3PO_3} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்}}{3H_3PO_4} + \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{PH_3}\uparrow$$

காஸ்டிக் சோடா கரைசலுடன் பாஸ்போனியம் அயோடைடு சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி தூய பாஸ்பீன் பெறப்படுகிறது.

$$PH_4I + NaOH \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{PH_3}\uparrow + NaI + H_2O$$

இயற் பண்புகள்:

இது நிறமற்ற, விஷத்தன்மை கொண்ட, அழுகிய மீன் நாற்றமுடைய வாயுவாகும். இது நீரில் சிறிதளவே கரைகிறது மேலும் லிட்மஸ் சோதனையில் நடுநிலைத் தன்மையைக் காட்டுகிறது. இது 188 K வெப்பநிலையில் குளிர்ந்து நிறமற்ற திரவமாகிறது. 139.5 K வெப்பநிலையில் உறைந்து திண்மமாகிறது.

வேதிப் பண்புகள்:

வெப்ப நிலைப்புத்தன்மை: காற்றில்லா சூழலில் 317 K வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும்போது அல்லது அதன் வழியே மின் பாய்ச்சலை நிகழ்த்தும்போது பாஸ்பீன் வாயுவானது அதன் தனிமங்களாக சிதைவடைகிறது.

$$4PH_3 \xrightarrow{317K} P_4 + 6H_2$$

எரித்தல்: பாஸ்பீன் வாயுவை காற்று அல்லது ஆக்சிஜனுடன் வெப்பப்படுத்தும்போது எரிந்து மெட்டா பாஸ்பாரிக் அமிலத்தை தருகிறது.

$$4PH_3 + 8O_2 \xrightarrow{\Delta} P_4O_{10} + 6H_2O$$

$$P_4O_{10} + 6H_2O \xrightarrow{\Delta} 4HPO_3 + 4H_2O$$

காரப் பண்பு: பாஸ்பீன்ஒரு வலிமை குறைந்த காரமாகும், இது ஹேலஜன் அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டு பாஸ்போனியம் உப்புக்களை உருவாக்குகிறது.

$$PH_3 + HI \longrightarrow PH_4I$$

$$PH_4I + H_2O \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{பாஸ்பீன்}}{PH_3} + H_3O^+ + I^-$$

இது, ஹேலஜன்களுடன் வினைப்பட்டு பாஸ்பரஸ் பென்டா ஹேலைடுகளைத் தருகிறது.

$$PH_3 + 4Cl_2 \longrightarrow PCl_5 + 3HCl$$

ஒடுக்கும் பண்பு : பாஸ்பீன், சில உலோகங்களை அவற்றின் உலோக பாஸ்பைடுகளாக உப்புக் கரைசல்களிலிருந்து வீழ்படிவாக்குகிறது.

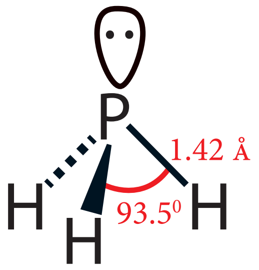
$$3AgNO_3 + PH_3 \longrightarrow Ag_3P + 3HNO_3$$

இது, போரான் ட்ரைகுளோரைடு போன்ற லூயி அமிலங்களுடன் இணைந்து அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகிறது.

$$BCl_3 + PH_3 \longrightarrow \underset{\text{அணைவுச் சேர்மம்}}{[Cl_3B \leftarrow: PH_3]}$$

வடிவமைப்பு:

பாஸ்பீனில், பாஸ்பீன் அணு sp^3 இனக்கலப்பிலுள்ளது. மூன்று ஆர்பிட்டால்கள் பிணைப்பு எலக்ட்ரான் இரட்டைகளால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. மேலும், நான்முகியின் நான்காம் மூலை தனித்த எலக்ட்ரான் இரட்டையால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. எனவே பிணைப்புக் கோணம் 93.5° க்கு குறைக்கப்பட்டுள்ளது. பாஸ்பீன் பிரமிடு வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது.



படம் 3.4 பாஸ்பீனின் வடிவமைப்பு

பாஸ்பீனின் பயன்கள்:

பாஸ்பீன் அதிகளவில் புகையை உருவாக்குவதால் புகைத்திரையை உருவாக்க பயன்படுகிறது. கப்பல்களில், கால்சியம் கார்பைடு மற்றும் கால்சியம் பாஸ்பைடு கலவை வைக்கப்பட்டுள்ள, துளையிடப்பட்ட கலனை கடலில் வீசியெறியும்போது அது பாஸ்பீன் மற்றும் அசிட்டிலீன் வாயு கலவையை வெளியேற்றுகிறது. வெளியேற்றப்பட்ட பாஸ்பீன் வாயு தீப்பற்றி எரிந்து அசிட்டிலீனையும் எரியவைக்கிறது. இவ்வாறு எரியும் வாயுக்கள் தொடர்ந்து வரும் கப்பல்களுக்கு சமிக்ஞையாக செயல்படுகின்றன. இது ஹோல்ம் முன்னறிவிப்பான் என அறியப்படுகிறது.

3.1.10 பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு மற்றும் பென்டாகுளோரைடு:

பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு:

தயாரித்தல்:

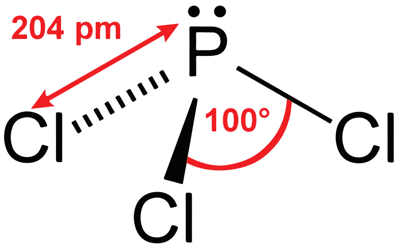
வெண் பாஸ்பரஸ் மீது குளோரின் வாயுவை மெதுவாக செலுத்தும்போது பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு உருவாகிறது. வெண்பாஸ்பரஸை தயோனைல் குளோரைடுடன் வினைப்படுத்தியும் இதைப் பெற இயலும்.

$$P_4 + 8SOCl_2 \longrightarrow 4PCl_3 + 4SO_2 + 2S_2Cl_2$$

பண்புகள்

பாஸ்பரஸ் ட்ரை குளோரைடு, குளிர்ந்த நீரில் நீராற்பகுப்படைந்து பாஸ்பரஸ் அமிலத்தைத் தருகிறது.

$$PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$



படம் 3.5 பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு

$SiCl_4$ நீராற்பகுப்பைப் போலவே, இந்த வினையிலும் பாஸ்பரஸ் அணுவிலுள்ள காலியான 3d ஆர்பிட்டாலைப்

பயன்படுத்தி நீர் மூலக்கூறுடன் சகப்பிணைப்பு உருவாக்கப்படுவதைத் தொடர்ந்து HCl நீக்கப்படுகிறது.
.

$$PCl_3 + H_2O \longrightarrow PCl_3.H_2O \longrightarrow P(OH)Cl_2 + HCl$$

இவ்வினையானது தொடர்ந்து வரும் இரண்டு படிகளில் $P(OH)_3$ or H_3PO_3 ஐத் தருகிறது.

$$HPOCl_2 + H_2O \longrightarrow H_2PO_2Cl + HCl$$
$$H_2PO_2Cl + H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + HCl$$

ஆல்கஹால் மற்றும் கார்பான்ஸிலிக் அமில தொகுதிகளைக் கொண்ட மற்ற மூலக்கூறுகளுடனும் இதே போன்ற வினைகள் நிகழ்கின்றன.

$$3C_2H_5OH + PCl_3 \longrightarrow 3C_2H_5Cl + H_3PO_3$$
$$3C_2H_5COOH + PCl_3 \longrightarrow 3C_2H_5COCl + H_3PO_3$$

பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடின் பயன்கள்:

குளோரினேற்ற காரணியாகவும், H_3PO_3 தயாரித்தலிலும் பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு பயன்படுகிறது.

பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு:

தயாரித்தல்

PCl_3 ஐ அதிகளவு குளோரினுடன் வினைப்படுத்துபோது பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு பெறப்படுகிறது.

$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$

வேதி பண்புகள்

வெப்பப்படுத்தும்போது பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு சிதைவடைந்து பாஸ்பரஸ் ட்ரை குளோரைடு மற்றும் குளோரின் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது.

$$PCl_5(g) \longrightarrow PCl_3\ (g) + Cl_2(g).$$

நீருடன், பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு வினைப்பட்டு பாஸ்போரைல் குளோரைடு மற்றும் ஆர்த்தோபாஸ்பாரிக் அமிலத்தை தருகிறது.

$$PCl_5 + H_2O \longrightarrow POCl_3 + 2HCl$$
$$POCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3HCl$$

ஒட்டுமொத்த வினை

$$PCl_5 + 4H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 5HCl$$

பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு, உலோகங்களுடன் வினைப்பட்டு உலோக குளோரைடுகளைத் தருகிறது. பாஸ்பரஸ் ட்ரை குளோரைடைப் போலவே இதுவும் கரிம சேர்மங்களை குளோரினேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2Ag + PCl_5 \longrightarrow 2AgCl + PCl_3$$
$$Sn + 2PCl_5 \longrightarrow SnCl_4 + 2PCl_3$$
$$C_2H_5OH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5Cl + HCl + POCl_3$$
$$C_2H_5COOH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5COCl + HCl + POCl_3$$

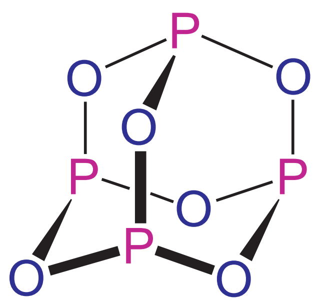
பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடின் பயன்கள்

பாஸ்பரஸ் பென்டாகுளோரைடு ஒரு சிறந்த குளோரினேற்றக் காரணியாகும். இது ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதிகளை குளோரின் அணுக்கள் கொண்டு பதிலீடு செய்யப் பயன்படுகிறது.

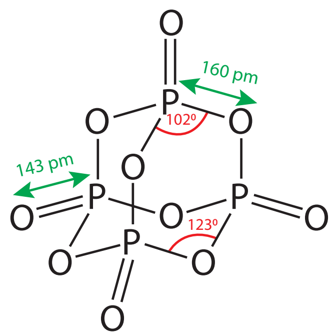
3.1.11 பாஸ்பரஸின் ஆக்ஸைடுகள் மற்றும் ஆக்ஸோஅமிலங்களின் அமைப்பு வாய்ப்பாடுகள்

பாஸ்பரஸ் ஆனது பாஸ்பரஸ் ட்ரை ஆக்சைடு, மற்றும் பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. பாஸ்பரஸ் ட்ரை ஆக்சைடில் நான்கு பாஸ்பரஸ் அணுக்கள் நான்முகியின் மூலைகளிலும், ஆறு ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் விளிம்புகளிலும் அமைந்துள்ளன. P-O பிணைப்பு நீளம் 165.6pm இது P-O (184 pm) ஒற்றை பிணைப்பின் நீளத்தை விட குறைவாகும். pπ-dπ பிணைப்பின் காரணமாக இதில் குறிப்பிடத்தகுந்தளவு இரட்டை பிணைப்புத் தன்மை உருவாகிறது.

P_4O_{10} மூலக்கூறில் ஒவ்வொரு பாஸ்பரஸ் அணுவும் மூன்று ஆக்ஸிஜன் அணுக்களுடன் மூன்று பிணைப்புகளையும், கூடுதலாக ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணுவுடன் ஈதல் சகப்பிணைப்பையும் உருவாக்குகின்றன. முனைய P–O பிணைப்பின் நீளம் 143 pm, இது எதிர்பார்க்கப்பட்ட ஒற்றை பிணைப்பு நீளத்தைவிட குறைவான மதிப்பாகும். ஆக்ஸிஜன் அணுவின் நிரம்பிய p ஆர்பிட்டால்களும், பாஸ்பரஸின் காலியான d ஆர்பிட்டாலும் மேற்பொதிவதே இதற்கு காரணமாக இருக்கலாம்.

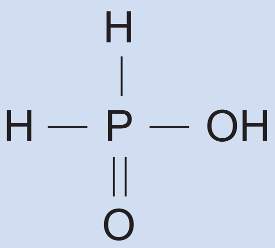
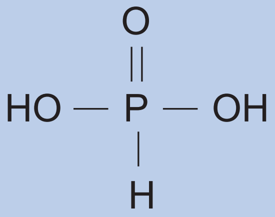


படம் 3.6 P_4O_6 ன் வடிவமைப்பு

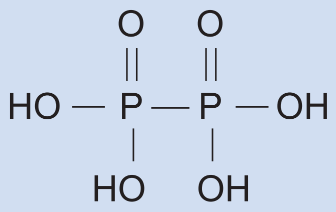
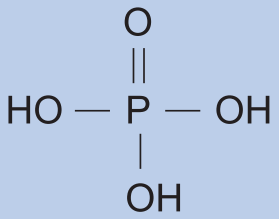
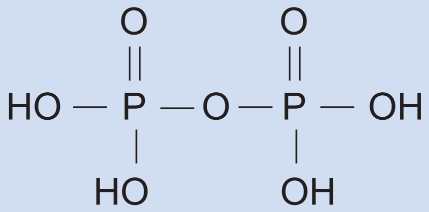


படம் 3.7 P_4O_{10} ன் வடிவமைப்பு

பாஸ்பரஸின் ஆக்ஸோஅமிலங்களின் அமைப்பு வாய்ப்பாடுகள்:

பெயர்	வாய்ப்பாடு	அமைப்பு வாய்ப்பாடு
ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலம்	H_3PO_2	
ஆர்த்தோ பாஸ்பரஸ் அமிலம்	H_3PO_3	

XII U3-P-block.indd 81 21-12-2022 18:33:42

ஹைப்போபாஸ்பாரிக் அமிலம்	$H_4P_2O_6$	
ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்	H_3PO_4	
பைரோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்	$H_4P_2O_7$	

பாஸ்பரஸின் ஆக்ஸோஅமிலங்களின் தயாரிப்பு:

பெயர்	வாய்ப்பாடு	ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை	தயாரித்தல்
ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலம்	H_3PO_2	+1	$P_4 + 6H_2O \longrightarrow 3H_3PO_2 + PH_3$
ஆர்த்தோ பாஸ்பரஸ் அமிலம்	H_3PO_3	+3	$P_4O_6 + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_3$
ஹைப்போபாஸ்பாரிக் அமிலம்	$H_4P_2O_6$	+4	$2P + 2O_2 + 2H_2O \longrightarrow H_4P_2O_6$
ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்	H_3PO_4	+5	$P_4O_{10} + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$
பைரோ பாஸ்பாரிக் அமிலம்	$H_4P_2O_7$	+5	$2H_3PO_4 \longrightarrow H_4P_2O_7 + H_2O$

தொகுதி 16 (ஆக்ஸிஜன் தொகுதி) தனிமங்கள்

வளம்:

16ஆம் தொகுதியைச் சார்ந்த தனிமங்கள் சால்கோஜன்கள் அல்லது தாதீனிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில், பெரும்பாலான தாதுக்கள் ஆக்சைடுகளாக அல்லது சல்பைடுகளாக உள்ளன. முதல் தனிமமான ஆக்சிஜன் மிக அதிக வளம் கொண்ட தனிமமாகும், இது காற்றில் டை ஆக்ஸிஜனாகவும் (20 % நிறை, மற்றும் கனஅளவுச் சதவீதத்திற்கும் அதிகமாக) ஆக்சைடுகளாக சேர்ம நிலையிலும் காணப்படுகிறது. புவிப்பரப்பில் ஆக்சிஜனும், சல்பரும் முறையே 46.6 % & 0.034% சதவீத நிறையை உருவாக்குகின்றன. சல்பர் தனிமமானது சல்பேட்டுகளாகவும்(ஜிப்சம்,

XII U3-P-block.indd 82 21-12-2022 18:33:43

எப்சம் போன்றவை...)சல்பைடுகளாகவும் (கலீனா, ஜிங்க் பிளண்ட் போன்றவை...) காணப்படுகிறது. இது எரிமலைச் சாம்பலிலும் காணப்படுகிறது. இத்தொகுதியைச் சார்ந்த மற்ற தனிமங்கள் மிகக் குறைந்தளவே கிடைக்கின்றன மேலும் இவை செலீனைடுகள் , டெல்லூரைடுகளாக சல்பைடு தாதுக்களுடன் சேர்ந்து கிடைக்கின்றன.

இயற் பண்புகள்:

16 ஆம் தொகுதியைச் சார்ந்த தனிமங்களின் இயற்பண்புகள் கீழே உள்ள அட்டவணையில் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.2 : 16 ஆம் தொகுதித் தனிமங்களின் சில இயற்பண்புகள்

பண்பு	ஆக்ஸிஜன்	சல்பர்	செலினியம்	டெல்லூரியம்	பொலோனியம்
293 K இல் இயற் நிலைமை	வாயு	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்	திண்மம்
அணு எண்	8	16	34	52	84
ஐசோடோப்புகள்	^{16}O	^{32}S	^{80}Se	^{130}Te	^{209}Po, ^{210}Po
அணு நிறை (293 K ல் $g.mol^{-1}$)	15.99	32.06	78.97	127.60	209
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$[He]2s^2\ 2p^4$	$[Ne]3s^2\ 3p^4$	$[Ar]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4$	$[Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^4$	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^4$
அணு ஆரம் (Å)	1.52	1.80	1.90	2.06	1.97
அடர்த்தி (293 K ல் $g.cm^{-3}$)	1.3×10^{-3}	2.07	4.81	6.23	9.20
உருகுநிலை (K)	54	388	494	723	527
கொதிநிலை (K)	90	718	958	1261	1235

3.2 ஆக்சிஜன்:

தயாரித்தல் : வளிமண்டல காற்று மற்றும் நீர் ஆகியன முறையே 23% மற்றும் 83% நிறைச்சதவீதம் ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டுள்ளன.உலகில் காணப்படும் பெரும்பாலான பாறைகள் ஆக்ஸிஜனை சேர்ம நிலையில் கொண்டுள்ளன. தொழிற் முறையில், திரவமாக்கப்பட்ட காற்றை பின்னக் காய்ச்சிவடிப்பதன் மூலம் ஆக்ஸிஜன் பெறப்படுகிறது. ஆய்வகத்தில், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடை வினைவேக மாற்றி (MnO_2)முன்னிலையில் சிதைத்தோ அல்லது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச்செய்தோ ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$2H_2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + O_2$$

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

சில குறிப்பிட்ட உலோக ஆக்சைடுகள் அல்லது ஆக்சோ எதிரயனிகள் வெப்பச்சிதைவடைந்து ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுகின்றன.

$$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2$$

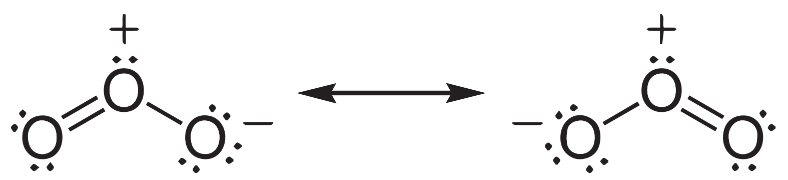
$$2BaO_2 \xrightarrow{\Delta} 2BaO + O_2$$

$$2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$$

$$2KNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2 + O_2$$

தயாரித்தல்

சாதாரண நிலையில், டை ஆக்ஸிஜன் ஈரணு வாயு மூலக்கூறாக காணப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் பாரா காந்தத் தன்மைகொண்டது.நைட்ரஜன் மற்றும் புளூரினைப் போலவே ஆக்ஸிஜன் வலிமையான ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை உருவாக்குகிறது. டை ஆக்ஸிஜன் (O_2) மற்றும் ஓசோன் அல்லது ட்ரை ஆக்ஸிஜன் (O_3)என இரண்டு புறவேற்றுமை வடிவங்களில் ஆக்ஸிஜன் காணப்படுகிறது. கடல் மட்டத்தில் ஒதுக்கத்தக்க அளவு ஓசோன் காணப்படினும், இது புறஊதாக் கதர்களின் விளைவால் உயர் வளிமண்டலத்தில், உருவாக்கப்படுகிறது. ஆய்வகத்தில், ஆக்ஸிஜன் வாயுவின் வழியே மின்பாய்ச்சலை உருவாக்கி ஓசோன் தயாரிக்கப்படுகிறது. 20,000 V மின்னழுத்தத்தில் ஏறத்தாழ 10% ஆக்ஸிஜன் , ஓசோனாக மாற்றப்படுகிறது, இதனால் ஓசோன் கலந்த ஆக்ஸிஜன் கலவை கிடைக்கிறது.திரவமாக்கப்பட்ட ஓசோன் கலந்த ஆக்ஸிஜனை பின்னக் காய்ச்சிவடித்தலின் போது ஓசோன் தூய நிலையில் வெளிரிய நீல நிற வாயுவாக கிடைக்கிறது.



படம் 3.8 ஓசோனின் வடிவமைப்பு

$$\underset{\text{ஆக்சிஜன்}}{O_2} \rightleftharpoons \underset{\text{அணுநிலை ஆக்சிஜன்}}{2(O)}$$

$$O_2 + (O) \rightleftharpoons \underset{\text{ஓசோன்}}{O_3}$$

ஓசோன் மூலக்கூறு வளைந்த வடிவத்தையும், ஆக்ஸிஜன் அணுக்களுக்கிடையே சீர்மையான உள்ளடங்கா பிணைப்பையும் பெற்றுள்ளது.

வேதிப் பண்புகள்

ஓசோன் மற்றும் ஆக்சிஜனின் வேதிப்பண்புகள் பெருமளவில் வேறுபடுகின்றன. ஆக்சிஜன் பல்வேறு உலோகங்கள் மற்றும் அலோகங்களுடன் சேர்ந்து ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. S தொகுதி தனிமங்களை போன்ற சில தனிமங்கள் அறை வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜனுடன் வினைபடுகின்றன. வினைத் திறன் குறைந்த சில உலோகங்கள் நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட நிலையில் வினைபடுகின்றன. இத்தகைய நன்கு தூள் செய்யப்பட்ட உலோகங்கள் பைரோபோரிக் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் தீப்பற்றி எரியும் போது நிகழும் வினையினால் வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது.

மாறாக, ஓசோனானது ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றும் காரணியாகும். மேலும், ஆக்சிஜன் வினைபுரியாத பல சேர்மங்களுடன் ஓசோன் அதே நிபந்தனைகளில் வினைபுரிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, இது பொட்டாசியம் அயோடைடை அயோடினாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது. இவ்வினை ஓசோனை அளந்தறியப் பயன்படுகிறது.

$$O_3 + 2KI + H_2O \longrightarrow 2KOH + O_2 + I_2$$

வழக்கமாக இது கரிமச் சேர்மங்களை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்ய பயன்படுகிறது. அமிலக் கரைசலில் இதனுடைய ஆக்சிஜேனேற்ற திறனானது புளூரின் மற்றும் அணுநிலை ஆக்சிஜனை

விஞ்சியிருத்தல். காரக் கரைசலில் ஓசோனின் சிதைவடையும் வீதம் குறைகிறது.

பயன்கள்

1. உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கு ஆக்சிஜன் மிக இன்றியமையாததாகும்.
2. ஆக்சிஅசிட்டிலீன் பற்றவைப்பானில் பயன்படுகிறது.
3. திரவ ஆக்சிஜன் ராகெட்டுகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

3.2.1 கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்கள்

கந்தகமானது படிக வடிவமுடைய மற்றும் படிக வடிவமற்ற புறவேற்றுமை வடிவங்களைக் கொண்டுள்ளது. சாய்சதுர கந்தகம் (α sulphur கந்தகம்) மற்றும் ஒற்றைச் சரிவு கந்தகம் (β sulphur கந்தகம்) ஆகியன படிக உருவமுடையவை. நெகிழி கந்தகம் (γ sulphur) கந்தகப் பால்மம் மற்றும் கூழ்ம கந்தகம் ஆகியன படிக உருவமற்றவை.

சாதராண வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத் தன்மையுடைய ஒரே புறவேற்றுமை வடிவம் சாய்சதுர கந்தகமாகும். இவற்றின் படிகங்கள் S_8 மூலக்கூறுகளால் ஆனவை. மேலும் குறிப்பிட்ட மஞ்சள் நிறத்தைப் பெற்றுள்ளன. 96^0C வெப்பநிலைக்கு மேல் மெதுவாக வெப்பப்படுத்தும் போது இது ஒற்றைச் சரிவு கந்தகமாக மாற்றமடைகிறது. 96^0C வெப்பநிலைக்கு கீழ் குளிர்விக்கும் போது β வடிவம் மீளவும் α வடிவமாக மாற்றமடைகிறது. ஒற்றைச் சரிவு கந்தகமும், சிறிதளவு S_6 மூலக்கூறுகளுடன், S_8 மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன. இது நீண்ட ஊசி போன்ற பட்டக அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. 96^0C - 119^0C வெப்பநிலை எல்லையில் இது நிலைப்புத் தன்மையுடையது. மேலும், மெதுவாக சாய்சதுர கந்தகமாக மாற்றமடைகிறது.

உருகிய நிலையில் உள்ள கந்தகமானது குளிர்ந்த நீரில் சேர்க்கப்படும் போது இரப்பர் சுருள் போன்ற மஞ்சள் நிற நெகிழி கந்தகம் உருவாகிறது. இவைகள் மிகவும் மென்மையானவை. மேலும் எளிதில் நீட்டிப்படையும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. மெதுவாக குளிர்விக்கப்படும் போது கடினமாகி, நிலையான சாய்சதுர கந்தகமாக மாற்றமடைகிறது.

கந்தகமானது திரவ மற்றும் வாயுநிலைகளிலும் காணப்படுகின்றது. 140^0C வெப்பநிலையில் ஒற்றைச் சரிவு கந்தகமானது உருகி நகரும் இயல்புடைய வெளிர் மஞ்சள் நிற λ கந்தகம் என்ற திரவத்தை தருகிறது. திரவ கந்தகத்திற்கு மேற்புறம் அமைந்துள்ள ஆவி நிலைமையில் 90% S_8, S_7 & S_6 ஆகியனவும் S_2, S_3, S_4, S_5 மூலக்கூறுகளின் கலவை சிறிதளவுக் காணப்படுகிறது.

3.2.2 கந்தக டைஆக்சைடு

தயாரித்தல்

கந்தகத்திலிருந்து தயாரித்தல் கந்தகத்தை காற்றில் எரிப்பதன் மூலம் பெருமளவில் கந்தக டை ஆக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. 6 – 8 % கந்தகமானது கந்தக ட்ரைஆக்சைடாக (SO_3) ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$2S + 3O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

சல்பைடுகளிலிருந்து தயாரித்தல் கலீனா (PbS), ஜிங்க்பிளன்ட் (ZnS) போன்ற சல்பைடு தாதுக்களை காற்றில் வறுக்கும் போது கந்தக டைஆக்சைடு வெளியேற்றப்படுகிறது. கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதற்கும் மற்ற தொழிற் செயல்முறைகளுக்கும் பெருமளவில் தேவைப்படும் கந்தக டைஆக்சைடு இம்முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

XII U3-P-block.indd 85 21-12-2022 18:33:46

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

ஆய்வக தயாரிப்பு உலோகம் அல்லது உலோக சல்பைட்டினை கந்தக அமிலத்துடன் வினைபடுத்தி கந்தக டைஆக்சைடு ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

$$SO_3^{-} + 2H^{+} \longrightarrow H_2O + SO_2$$

பண்புகள்

எரிமலை வெடித்தலில் வெளியேறும் வாயுவில் கந்தக டைஆக்சைடு காணப்படுகிறது. கரி மற்றும் எண்ணெய்களைப் பயன்படுத்தும் ஆற்றல் உற்பத்தி நிலையங்கள் மற்றும் காப்பர் உருக்கு ஆலைகள் பெருமளவில் கந்தக டைஆக்சைடு வாயுவை வளிமண்டலத்தில் வெளியேற்றுகின்றன. இது நிறமற்ற மூச்சு திணறலை ஏற்படுத்தும் மணமுடைய வாயு. இது அதிக அளவில் நீரில் கரைகிறது. காற்றை விட2.2 மடங்கு கனமானது. கந்தக டைஆக்சைடை 2.5 atm வளி அழுத்தத்தில் 288 K வெப்பநிலையில் திரவமாக்கலாம் (கந்தக டைஆக்சைடின் கொதிநிலை 263K).

வேதிப் பண்புகள்

கந்தக டைஆக்சைடு ஒரு அமில ஆக்சைடு ஆகும். இது நீரில் கரைந்து சல்பியூரஸ் அமிலத்தை தருகிறது.

$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{சல்பியூரஸ் அமிலம்}}{H_2SO_3}$$

$$H_2SO_3 \rightleftharpoons 2H^{+} + SO_3^{2-}$$

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு மற்றும் சோடியம் கார்பனேட்டுடன் வினை: கந்தக டைஆக்சைடு, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு மற்றும் சோடியம் கார்பனேட்டுடன் வினைபடும் போது முறையே சோடியம் பைசல்பைட் மற்றும் சோடியம் சல்பைட்டை தருகிறது.

$$SO_2 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் பை சல்பைட்}}{NaHSO_3}$$

$$2SO_2 + Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3 + CO_2$$

$$2\,NaHSO_3 \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் சல்பைட்}}{Na_2SO_3} + H_2O + SO_2$$

ஆக்சிஜனேற்றம் பண்பு கந்தக டைஆக்சைடு ஹைட்ரஜன் சல்பைடை, கந்தகமாக ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது. மேலும் மெக்னீசியத்தை மெக்னீசியம் ஆக்சைடாக மாற்றுகிறது.

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$$

$$2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$$

ஒடுக்கும் பண்பு இது எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் என்பதால் ஒடுக்கும் காரணியாக செயல்படுகிறது. இது குளோரினை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமாக ஒடுக்கம் அடையச் செய்கிறது.

$$SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$

இது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் மற்றும் டைகுரோமேட் ஆகியனவற்றை முறையே Mn^{2+} மற்றும் Cr^{3+} ஆக ஒடுக்கமடையச் செய்கிறது.

$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

ஆக்சிஜனுடன் வினை கந்தக டைஆக்சைடை ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்து அதிக வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தும் போது கந்தக ட்ரைஆக்சைடு உருவாகிறது. இவ்வினை கந்தக அமிலத்தை தயாரிக்கப் பயன்படும் தொடு முறையில் பயன்படுகிறது.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow[450^0C]{V_2O_5} 2SO_3(g)$$

கந்தக டைஆக்சைடின் வெளுக்கும் பண்பு நீரின் முன்னிலையில் நிறமுடைய கம்பளி, பட்டு, ஸ்பாஞ்சுகள் ஆகியனவற்றை கந்தக டைஆக்சைடானது தனது ஒடுக்கும் பண்பினால் நிறமற்றவைகளாக மாற்றுகிறது.

$$SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2(H)$$

$$\underset{\text{நிறமுள்ளது}}{X} + 2(H) \longrightarrow \underset{\text{நிறமற்றது}}{XH_2}$$

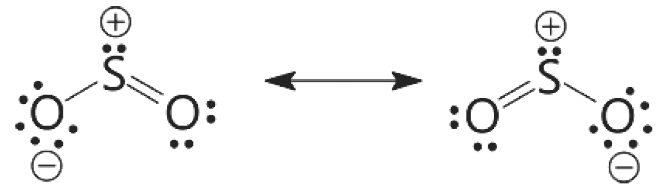
எனினும், வெளுக்கப்பட்ட பொருளை காற்றில் வைத்திருக்கும் போது, வளிமண்டல ஆக்சிஜனால் மீளவும் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து அதன் உண்மையான நிறம் பெறப்படுகிறது. எனவே, கந்தக டைஆக்சைடின் வெளுக்கும் தன்மையானது ஒரு தற்காலிக பண்பாகும்.

பயன்கள்

1. முடி, பட்டு, கம்பளி போன்றவற்றை வெளுக்கப் பயன்படுகிறது.
2. விவசாயத்தில் தாவரங்கள் மற்றும் பயிர்களில் காணப்படும் தொற்றுகளை நீக்க பயன்படுத்தலாம்.

கந்தக டைஆக்சைடின் வடிவமைப்பு

கந்தக டைஆக்சைடின் கந்தக அணு sp^2 இனகலப்பு அடைந்துள்ளது. S மற்றும் O ஆகியனவற்றிற்கிடையே ஏற்படும் $p\pi$- $d\pi$ மேற்பொருந்துதலால் அவைகளுக்கிடையே ஒரு இரட்டைப் பிணைப்பு உருவாகிறது.



படம் 3.9 கந்தக டைஆக்சைடின் வடிவங்கள்

3.2.3 கந்தக அமிலம் (Sulpuric acid H_2SO_4)

தயாரித்தல்

காரீய சிற்றறை முறையில் கந்தக அமிலம் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. தொடு முறை, அடுக்கு முறை ஆகியனவற்றின் மூலமும் கந்தக அமிலத்தை தயாரிக்கலாம். தொடு முறையில் கந்தக அமிலம் தயாரிக்கும் முறை இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் பின்வரும் படிநிலைகள் உள்ளன.

(i) தொடக்கத்தில், கந்தகம் அல்லது இரும்பு பைரைட்டுகளை காற்றில் எரித்து கந்தக டைஆக்சைடு பெறப்படுகிறது.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

XII U3-P-block.indd 87 21-12-2022 18:33:50

(ii) உருவான கந்தக டைஆக்சைடானது V_2O_5 அல்லது பிளாட்டினம் ஏற்றப்பட்ட ஆஸ்பெஸ்டாஸ் ஆகியவற்றின் முன்னிலை கந்தக ட்ரைஆக்சைடாக காற்றினால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

(iii) கந்தக ட்ரைஆக்சைடானது அடர் கந்தக அமிலத்தில் உறிஞ்சப்பட்டு ஓலியத்தைத் $(H_2S_2O_7)$ தருகிறது. இதனுடன் நீரைச் சேர்த்து கந்தக அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது.

$$SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S_2O_7 \xrightarrow{H_2O} 2H_2SO_4$$

அதிகவிளைப்பொருளைப்பெற 2 bar அழுத்தம் மற்றும் 720 K வெப்பநிலையில் பாராமரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் தயாரிக்கப்படும் கந்தக அமிலம் 96% தூய்மையானது.

இயற்பண்புகள்

தூய கந்தக அமிலம் நிறமற்றது. பாகுநிலையுடைய திரவம் (298 K அடர்த்தி 1.84 g/mL 298 K) ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் காரணமாக மூலக்கூறுகளுக்கிடையே இணைவுத் தன்மை காணப்படுகிறது.

283.4 K வெப்பநிலையில் இந்த அமிலம் உறைகிறது. மேலும் 590K வெப்பநிலையில் கொதிக்கிறது. இது நீரில் அதிகம் கரைகிறது. மேலும் நீரின் மீது அதிக நாட்டத்தினைப் பெற்றுள்ளது. எனவே இதனை நீர் நீக்கும் விளைப்பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். நீரில் கரைக்கும் போது மோனோ$(H_2SO_4.H_2O)$ மற்றும் டைஹைட்ரேட்டுகளை $(H_2SO_4.2H_2O)$ தருகின்றது. இந்த வினையானது ஒரு வெப்ப உமிழ் வினையாகும். கரிமச் சேர்மங்களான ஆக்சாலிக் அமிலம், ஃபார்மிக் அமிலம் போன்றவற்றை எடுத்துக்காட்டாக கொண்டு இதன் ஒடுக்கும் தன்மையினை அறிந்துக்கொள்ளலாம்.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2SO_4 \longrightarrow 12C + H_2SO_4.11H_2O$$

$$HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow CO + H_2SO_4.H_2O$$

$$(COOH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CO + CO_2 + H_2SO_4.H_2O$$

வேதிப் பண்புகள்

கந்தக அமிலம் அதிக வினைதிறன் உடையது. இது வலிமைமிக்க அமிலம் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்படுகிறது.

சிதைவடைதல்: கந்தக அமிலம் நிலைப்புத்தன்மை உடையது. எனினும் உயர் வெப்பநிலைகளில் சல்பர் ட்ரை ஆக்சைடாக சிதைவடைகிறது.

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_3$$

அமிலத் தன்மை: இது இரு காரத்துவ அமிலமாகும். எனவே காரத்துடன் சல்பேட்கள் மற்றும் பைசல்பேட்கள் ஆகிய இருவகை உப்புக்களை உருவாக்குகிறது.

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் பை சல்பேட்}}{NaHSO_4} + H_2O$$

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{சோடியம் சல்பேட்}}{Na_2SO_4} + 2H_2O$$

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow \underset{\text{அம்மோனியம் சல்பேட்}}{(NH_4)_2SO_4}$$

கந்தக அமிலமானது பின்வருமாறு வினை நிகழ்விட ஆக்சிஜன் வாயுவை தருவதால் இது ஆக்சிஜனேற்றியாகும்.

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_2 + \underset{\text{வினை நிகழ்விட ஆக்சிஜன்}}{(O)}$$

XII U3-P-block.indd 88 21-12-2022 18:33:51

கந்தக அமிலமானது கார்பன், சல்பர் மற்றும் பாஸ்பரஸ் போன்ற தனிமங்களை ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது. மேலும் இது புரோமைடு மற்றும் அயோடைடுகளை முறையே புரோமினாகவும், அயோடினாகவும் ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது.

$$C + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2SO_2 + 2H_2O + CO_2$$

$$S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$

$$P_4 + 10H_2SO_4 \longrightarrow 4H_3PO_4 + 10SO_2 + 4H_2O$$

$$H_2S + H_2SO_4 \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + S$$

$$H_2SO_4 + 2HI \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + I_2$$

$$H_2SO_4 + 2HBr \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + Br_2$$

உலோகங்களுடன் வினை கந்தக அமிலமானது உலோகங்களுடன் வினைபடும் போது வினை நிகழ் நிபந்தனைகளைப் பொருத்து வெவ்வேறு விளைப்பொருளை தருகின்றன.

நீர்த்த கந்தக அமிலமானது வெள்ளீயம் (Sn), அலுமினியம், துத்தநாகம் போன்ற உலோகங்களுடன் வினைபட்டு அவைகளின் சல்பேட்டைத் தருகிறது.

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$

$$2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2 \uparrow$$

சூடான அடர் கந்தக அமிலம் தாமிரம் மற்றும் காரீயம் ஆகிய தனிமங்களுடன் வினைபட்டு அவைகளின் சல்பேட்டுக்களை தருகிறது.

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$$

$$Pb + 2H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O + SO_2 \uparrow$$

கந்தக அமிலனமானது, உயரிய உலோகங்களான தங்கம், வெள்ளி மற்றும் பிளாட்டினம் ஆகியனவற்றுடன் வினைபுரிவதில்லை.

உப்புகளுடன் வினை வெவ்வேறு உலோக உப்புகளுடன் இது வினைபட்டு உலோக சல்பேட்டுகள் மற்றும் பைசல்பேட்டுகளைத் தருகின்றது.

$$KCl + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HCl$$

$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HNO_3$$

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

$$2NaBr + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2NaHSO_4 + 2H_2O + Br_2 + SO_2$$

கரிமச் சேர்மங்களுடன் பினை இது பென்சீன் போன்ற கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினைபட்டு, சல்போனிக் அமிலங்களைத் தருகிறது.

$$\underset{\text{பென்சீன்}}{C_6H_6} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{பென்சீன் சல்போனிக் அமிலம்}}{C_6H_5SO_3H} + H_2O$$

கந்தக அமிலத்தின் பயன்கள்

1. அமோனியம் சல்பேட் மற்றும் சூப்பர் பாஸ்பேட் போன்ற உரங்களை பெருமளவில் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் கந்தக அமிலம் பயன்படுகிறது. மேலும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற வேதிப் பொருட்கள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.
2. இது உலர்த்தும் காரணியாக பயன்படுகிறது. மேலும், நிறமி பொருட்கள், வெடிப் பொருட்கள் போன்ற தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

XII U3-P-block.indd 89 21-12-2022 18:33:54

சல்பேட்கள் / கந்தக அமிலத்திற்கான சோதனை

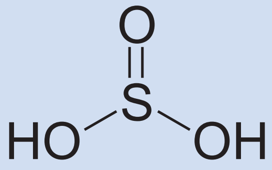
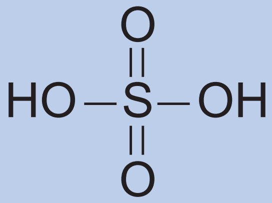
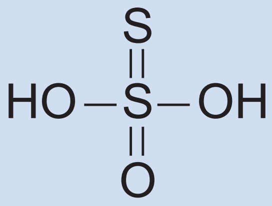
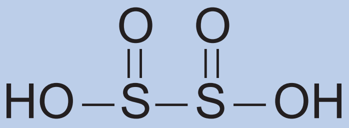
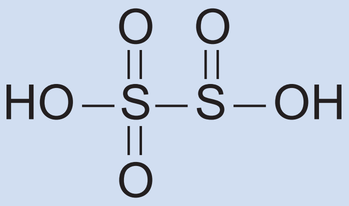
கந்தக அமிலத்தின் நீர்த்த கரைசல் / சல்பேட்டுகளின் நீர் கரைசல் ஆகியன பேரியம் குளோரைடு கரைசலுடன் சேர்ந்து வெண்மை நிற பேரியம் சல்பேட் வீழ்படிவைத் தருகிறது. இதனை லெட் அசிட்டேட் கரைசலைக் கொண்டும் கண்டறியலாம். இங்கு வெண்மை நிற லெட் சல்பேட் வீழ்படிவாகிறது.

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{பேரியம் சல்பேட் வெண்மை நிற வீழ்படிவு}}{BaSO_4\downarrow} + 2HCl$$

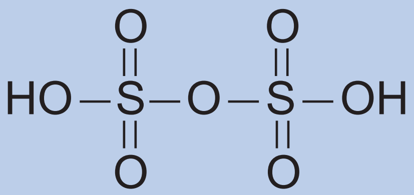
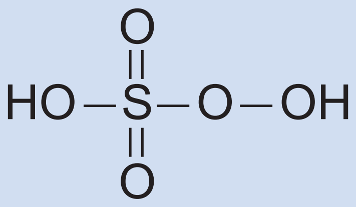
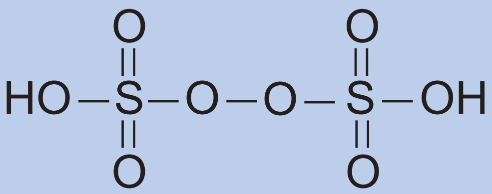
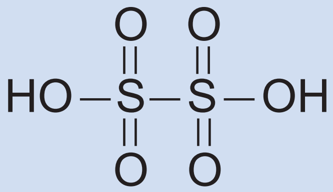
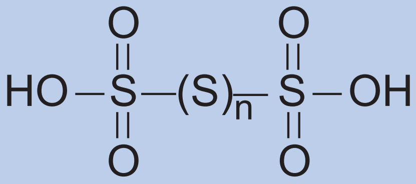
$$(CH_3COO)_2Pb + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{லெட் சல்பேட் வெண்மை நிற வீழ்படிவு}}{PbSO_4\downarrow} + 2CH_3COOH$$

கந்தகத்தின் ஆக்சோ அமிலங்களின் வடிவமைப்புகள்

கந்தகமானது பல்வேறு ஆக்சோ அமிலங்களை உருவாக்குகிறது. அவற்றுள் மிக முக்கியமானது கந்தக அமிலமாகும். சல்பியூரஸ் மற்றும் டைதயோனிக் அமிலங்கள் அவைகளின் உப்பு நிலையில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஏனெனில் அவைகளின் தனித்த நிலையிலுள்ள அமிலங்கள் நிலைப்புத் தன்மையற்றவை. கந்தகத்தின் பல்வேறு ஆக்சோ அமிலங்களின் வடிவமைப்புகள் பின்வருமாறு.

பெயர்	மூலக்கூறு வாய்பாடு	வடிவமைப்பு
சல்பியூரஸ் அமிலம்	H_2SO_3	
சல்பியூரிக் அமிலம்	H_2SO_4	
தயோசல்பியூரிக் அமிலம்	$H_2S_2O_3$	
டைதயோனஸ் அமிலம்	$H_2S_2O_4$	
டைசல்பியூரஸ் அமிலம் (அல்லது) பைரோ சல்பியூரஸ் அமிலம்	$H_2S_2O_5$	

XII U3-P-block.indd 90 21-12-2022 18:33:55

பெயர்	மூலக்கூறு வாய்பாடு	வடிவமைப்பு
டைசல்பியூரிக் அமிலம் (அல்லது) பைரோசல்பியூரிக் அமிலம்	$H_2S_2O_7$	
பெராக்சி மோனோ சல்பியூரிக் அமிலம் (அல்லது) கேரோஸ் அமிலம்	H_2SO_5	
பெராக்சோ டைசல்பியூரிக் அமிலம் (மார்ஷல் அமிலம்)	$H_2S_2O_8$	
டைதயோனிக் அமிலம்	$H_2S_2O_6$	
பாலி தயோனிக் அமிலம்	$H_2S_{n+2}O_6$	

3.3 தொகுதி 17 (ஹேலஜன் தொகுதி)

3.3.1 குளோரின்

இவைகள் அதிக வினைத்திறன் உடையதால் இணைந்த நிலையில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. புளூரினின் முக்கியமான மூலம் புளூரோஸ்பார் அல்லது புளூரைட். புளூரினின் பிற தாதுக்கள் கிரையோலைட் புளூரோபடைட். குளோரினின் முக்கியமான மூலம் கடல் நீரில் காணப்படும் சோடியம் குளோரைடாகும். கடல் நீரில் புரோமைடுகள் மற்றும் அயோடைடுகளும் காணப்படுகின்றன.

இயற்புண்புகள்

17ஆம் தொகுதியைச் சேர்ந்த தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகள் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

XII U3-P-block.indd 91 21-12-2022 18:33:55

அட்டவணை 3.3 17ஆம் தொகுதி தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகள்

பண்பு	புளூரின்	குளோரின்	புரோமின்	அயோடின்	அஸ்டடின்
இல் இயற் நிலைமை 293 K	வாயு	வாயு	திரவம்	திண்மம்	திண்மம்
அணு எண்	9	17	35	53	85
ஐசோடோப்புகள்	^{19}F	^{35}Cl, ^{37}Cl	^{79}Br	^{127}I	^{210}At, ^{211}At
அணு நிறை ($g.mol^{-1}$ ல் 293 K)	18.99	35.45	79.9	126.9	210
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$[He]2s^2\ 2p^5$	$[Ne]3s^2\ 3p^5$	$[Ar]3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$	$[Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^5$	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^5$
அணு ஆரம்(Å)	1.47	1.75	1.85	1.98	2.02
அடர்த்தி ($g.cm^{-3}$ ல் 293 K)	1.55×10^{-3}	2.89×10^{-3}	3.10	4.93	-
உருகுநிலை (K)	53	171	266	387	573
கொதிநிலை(K)	85	239	332	457	623

பண்புகள்

குளோரின் அதிக வினைத்திறன் மிக்கது. எனவே இயற்கையில் இது தனித்து கிடைப்பதில்லை. வழக்கமாக இது உலோக குளோரைடுகளாகக் கிடைக்கிறது. மிக முக்கியமான குளோரைடு சோடியம் குளோரைடு ஆகும். இது கடல் நீரில் காணப்படுகிறது.

தயாரித்தல்

மாங்கனீஸ் டைஆக்சைடு முன்னிலையில் குளோரைடுகளை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைபடுத்தி குளோரின் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$4NaCl + MnO_2 + 4H_2SO_4 \longrightarrow Cl_2 + MnCl_2 + 4NaHSO_4 + 2H_2O$$

மாங்கனீஸ் டைஆக்சைடு, லெட் டைஆக்சைடு, பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் அல்லது டைகுரோமேட் போன்ற பல்வேறு ஆக்சிஜனேற்றிகளை பயன்படுத்தி ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்து குளோரினைப் பெறலாம்.

$$PbO_2 + 4HCl \longrightarrow PbCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$
$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$
$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$
$$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \longrightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 7H_2O + 3Cl_2$$

சலவைத் தூளை கனிம அமிலங்களுடன் வினைபடுத்தும் போது குளோரின் வெளியேறுகிறது.

$$CaOCl_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + Cl_2$$
$$CaOCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O + Cl_2$$

XII U3-P-block.indd 92 21-12-2022 18:33:56

3.3.1 பெருமளவில் குளோரினைத் தயாரித்தல்

சோடியம் குளோரைடை மின்னாற்பகுத்தல் அல்லது HCl ஐக் காற்றைக் கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்தல் ஆகிய முறைகளில் இதனை பெருமளவில் தயாரிக்கலாம்.

மின்னாற்பகுத்தல் செயல்முறை சோடியம் குளோரைடு (NaCl) கரைசலை மின்னாற்பகுக்கும் போது Na^+ மற்றும் Cl^- அயனிகள் உருவாகுகின்றன. உருவாகும் Na^+ அயனிகள் நீரின் OH^- அயனிகளோடு சேர்ந்து சோடியம் ஹைட்ராக்சைடை தருகிறது. ஹைட்ரஜன் மற்றும் குளோரின் ஆகிய வாயுக்கள் வெளியேறுகின்றன.

	எதிர்மின்வாயில்,	நேர்மினவாயில்,
$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$		
$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$	$H^+ + e^- \longrightarrow H$	$Cl^- \longrightarrow Cl + e^-$
$Na^+ + OH^- \longrightarrow NaOH$	$H + H \longrightarrow H_2$	$Cl + Cl \longrightarrow Cl_2$

டெக்கான் முறை: பல அடுக்குகளை உடைய கலனின் வழியே காற்று மற்றும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஆகியனவற்றின் கலவை செலுத்தப்படுகிறது. குப்ரஸ் குளோரைடில் நனைக்கப்பட்ட படிகக்கற்களின் அடுக்குகளில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. 723K வெப்பநிலையில் அறையைச் சுற்றியுள்ள மூடப்பட்ட பகுதியின் வழியே சூடான வாயுக்கள் செலுத்தப்படுகின்றன.

$$4HCl + O_2 \xrightarrow[Cu_2Cl_2]{400^0C} 2H_2O + 2Cl_2 \uparrow$$

இம்முறையில் உருவான குளோரின் நீர்த்த நிலையில் உள்ளது. இதனை சலவைத் தூள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

$$2Cu_2Cl_2 + O_2 \longrightarrow \underset{\text{குப்ரஸ் ஆக்ஸி குளோரைடு}}{2Cu_2OCl_2}$$

$$Cu_2OCl_2 + 2HCl \longrightarrow \underset{\text{குப்ரிக் குளோரைடு}}{2CuCl_2} + H_2O$$

$$2CuCl_2 \longrightarrow \underset{\text{குப்ரஸ் குளோரைடு}}{Cu_2Cl_2} + Cl_2$$

இயற்பண்புகள்

குளோரின் ஒரு பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிற வாயு. எரிச்சலூட்டும் மணமுடையது. மிகச் சிறிதளவு நுகரப்படினும் தலைவலியினை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால், அதிக அளவு நுகரப்படின் மரணம் நிகழலாம். காற்றை விட 2.5 மடங்கு கனமாகிறது. குளோரின் நீரில் கரைகிறது. இதன் கரைசல் குளோரின் நீர் என அழைக்கப்படுகிறது. இது பசுமைக் கலந்த மஞ்சள் நிற குளோரின் டெக்கா ஹைட்ரேட்டாக படிகிறது ($Cl_2.8H_2O$). இதனை திரவமாகவும் (கொதிநிலை – 34.6° C), மஞ்சள் நிற திண்ம படிகங்களாகவும் (உருகுநிலை-102° C) மாற்றலாம்.

வேதிப் பண்புகள்

உலோகங்கள் மற்றும் அலோகங்களுடன் வினை: இது உலோகங்கள் மற்றும் அலோகங்களுடன் வினைபட்டு அவற்றின் குளோரைடுகளைத் தருகிறது.

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

$$2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$

$$2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$$

$$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$$

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl \quad ; \quad \Delta H = -44kCal$$

$$2B + 3Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3$$

$$2S + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{டைசல்பர் டை குளோரைடு}}{S_2Cl_2}$$

$$P_4 + 6Cl_2 \longrightarrow 4PCl_3$$

$$2As + 3Cl_2 \longrightarrow 2AsCl_3$$

$$2Sb + 3Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_3$$

ஹைட்ரஜன் மீது நாட்டம்: டர்பென்டைனுடன் சேர்த்து எரிக்கும் போது கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை தருகிறது.

$$C_{10}H_{16} + 8Cl_2 \longrightarrow 10C + 16HCl$$

சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் நீருடன் வினைபடும் போது ஆக்சிஜனைத் தருகிறது. நீரில் உள்ள குளோரின் சூரிய ஒளியின் தாக்கத்திற்க்கு உட்படும் போது குளோரினானது ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமாக மாற்றமடைவதால் அதன் நிறம் மற்றும் மணத்தை இழக்கிறது.

$$2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow O_2 + 4HCl$$

குளோரின் அம்மோனியாவுடன் வினைபட்டு அம்மோனியம் குளோரைடு மற்றும் இதர விளைப்பொருட்களை பின்வருமாறு தருகிறது.

அதிகளவு அம்மோனியாவுடன் ,

$$2NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6HCl$$

$$6HCl + 6NH_3 \longrightarrow 6NH_4Cl$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$\boxed{8NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6NH_4Cl}$$

அதிக அளவு குளோரினுடன்

$$NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3HCl$$

$$3HCl + 3NH_3 \longrightarrow 3NH_4Cl$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$\boxed{4NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3NH_4Cl}$$

குளோரின், ஹைட்ரஜன் சல்பைடை சல்பராக ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது. புரோமைடு மற்றும் அயோடைடு ஆகியனவற்றினை முறையே புரோமின் மற்றும் அயோடினாகவும் ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது. எனினும் புளூரைடுகளை இது ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்வதில்லை.

$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$$

$$Cl_2 + 2KBr \longrightarrow 2KCl + Br_2$$

$$Cl_2 + 2KI \longrightarrow 2KCl + I_2$$

காரங்களுடன் வினை குளோரின் குளிர்ந்த நீர்த்தக் காரத்துடன் வினைபட்டு குளோரைடுகள் மற்றும் ஹைபோ குளோரைட்டுகளைத் தருகிறது. சூடான அடர் காரங்களுடன் வினைபட்டு குளோரைடுகள் மற்றும் குளோரேட்டுகள் உருவாகின்றன.

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$HOCl + NaOH \longrightarrow NaOCl + H_2O$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$\boxed{Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow NaOCl + NaCl + H_2O}$$

$$(Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl) \times 3$$
$$(HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O) \times 3$$
$$(HOCl + NaOH \longrightarrow NaOCl + H_2O) \times 3$$
$$3NaOCl \longrightarrow NaClO_3 + 2NaCl$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$\boxed{3Cl_2 + 6NaOH \longrightarrow NaClO_3 + 5NaCl + 3H_2O}$$

ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் வெளுக்கும் பண்பு: பிறவிநிலை ஆக்சிஜன் காரணமாக, குளோரின் ஒரு வலிமைமிக்க ஆக்சிஜனேற்றி மற்றும் வெளுக்கும் காரணியாகும்.

$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow HCl + \underset{\text{ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலம்}}{HOCl}$$
$$HOCl \longrightarrow HCl + (O)$$

நிறமுள்ள பொருள் + பிறவிநிலை ஆக்சிஜன் → நிறமற்ற விளைப்பொருள்

குளோரினின் வெளுக்கும் பண்பு நிலையானது. இது பெர்ரஸ் உப்புகளை பெரிக் உப்புகளாகவும் சல்பைட்டுகளை சல்பேட்டுகளாவும் மேலும் ஹைட்ரஜன் சல்பைடை சல்பராகவும் ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது.

$$2FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$
$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + HOCl \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + HCl + H_2O$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$\boxed{2FeSO_4 + H_2SO_4 + Cl_2 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2HCl}$$

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$Na_2SO_3 + HOCl \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$\boxed{Na_2SO_3 + H_2O + Cl_2 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl}$$

$$Cl_2 + H_2S \longrightarrow 2HCl + S$$

சலவைத் தூளைத் தயாரித்தல் குளோரின் வாயுவை உலர்ந்த கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலின் வழியாக செலுத்தும் போது சலவைத் தூள் உருவாகிறது.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

இடப்பெயர்ச்சி ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் குளோரினானது புரோமைடுகளிலிருந்து புரோமினையும் அயோடைட்டு உப்புகளிலிருந்து அயோடினையும் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.

$$Cl_2 + 2KBr \longrightarrow 2KCl + Br_2$$
$$Cl_2 + 2KI \longrightarrow 2KCl + I_2$$

சேர்க்கை சேர்மங்கள் உருவாதல் குளோரினானது கந்தக டைஆக்சைடு, கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் எத்திலீன் ஆகியனவற்றுடன் சேர்க்கை விளைப்பொருளைத் தருகிறது. ஆல்கேன்கள் மற்றும் அரீன்களுடன் பதிலீட்டு விளைப்பொருளைத் தருகிறது.

$$SO_2 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{சல்புரைல் குளோரைடு}}{SO_2Cl_2}$$

$$CO + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{கார்பனைல் குளோரைடு}}{COCl_2}$$

$$C_2H_4 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{எத்திலின் டைகுளோரைடு}}{C_2H_4Cl_2}$$

$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$
$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

குளோரினின் பயன்கள்

1. குடிநீரைத் தூய்மையாக்கல்
2. பருத்தி துணிகள், காகிதம் மற்றும் ரேயான் ஆகியனவற்றை வெளுக்க
3. தங்கம் மற்றும் பிளாட்டினம் ஆகியனவற்றின் பிரித்தெடுத்தல் போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது

3.3.2 ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்

ஆய்வகத் தயாரிப்பு

சோடியம் குளோரைடு மற்றும் அடர் கந்தக அமிலத்தை வினைபடுத்தி இது தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$
$$NaHSO_4 + NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

HCl வாயுவினை அடர் கந்தக அமிலத்தின் வழியாக செலுத்தி உலர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் பெறப்படுகிறது.

பண்புகள்

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு ஒரு நிறமற்ற மூக்கைத் துளைக்கும் நெடியுடைய வாயு. எளிதாக நிறமற்ற திரமாகிறது (கொதிநிலை 189K) மற்றும் வெண்மை நிற திண்ம படிகமாக உறைகிறது (உருகுநிலை 159K). இது நீரில் அதிகளவு கரைகிறது.

$$HCl\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

வேதிப் பண்புகள்

அனைத்து அமிலங்களைப் போலவே இது உலோகங்களுடன் ஹைட்ரஜன் வாயுவை வெளியேற்றுகிறது. மேலும் கார்பனேட் மற்றும் பைகார்பனேட் உப்புகளிலிருந்து கார்பன் டைஆக்சைடை வெளியேற்றுகிறது.

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$
$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$$
$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$
$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$
$$NaHCO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

சோடியம் சல்பைட்டிலிருந்து கந்தக டைஆக்சைடை வெளியேற்றுகிறது.

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2$$

மூன்று பங்கு அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் மற்றும் ஒரு பங்கு அடர் நைட்ரிக் அமிலம் கலந்த கலவை இராஜதிராவகம் என அழைக்கப்படுகிறது. இது தங்கம் மற்றும் பிளாட்டினம் போன்றவற்றை கரைக்கப் பயன்படுகிறது.

$$Au + 4H^+ + NO_3^- + 4\,Cl^- \longrightarrow AuCl_4^- + NO + 2H_2O$$
$$3Pt + 16H^+ + 4NO_3^- + 18Cl^- \longrightarrow 3[PtCl_6]^{2-} + 4NO + 8H_2O$$

ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் பயன்கள்

1. குளோரின், அம்மோனியம் குளோரைடு, ஸ்டார்ச்சிலிருந்து குளுக்கோஸ் போன்றவை தயாரிப்பில் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் பயன்படுகிறது.
2. எலும்பிலிருந்து பசை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

3.3.3 ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகளின் இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளில் காணப்படும் போக்கு

தயாரித்தல்

ஹைட்ரஜன் குளோரைடை நேரடி இணைவின் மூலம் தயாரிக்கலாம். ஹைட்ரஜன் மற்றும் புளூரின் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வினை அதி தீவிரமானது. அதேநேரத்தில் புரோமின் மற்றும் அயோடின் ஆகியன ஹைட்ரஜனுடன் வினைபுரிதல் மீள்வினைகளாகும்.

இடப்பெயர்ச்சி வினைகள்

அடர் கந்தக அமிலம் அயனிக் குளோரைடுகளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் குளோரைடை இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. உயர் வெப்பநிலையில் உருவாகும் ஹைட்ரஜன் சல்பேட் மேலும் அயனி குளோரைடுடன் வினைபுரிகிறது. அயனி புளூரைடுகளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் புளூரைடை தயாரிக்க இடப்பெயர்ச்சி வினைகள் பயன்படுகின்றன. ஹைட்ரஜன் புரோமைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் அயோடைடு ஆகியன அடர் கந்தக அமிலத்தால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. எனவே அவைகளை இம்முறையில் தயாரிக்க இயலாது.

பாஸ்பரஸ் ட்ரைஹேலைடுகளின் நீராற்பகுப்பு

பாஸ்பரஸ் ட்ரைபுளூரைடை தவிர்த்த பிற பாஸ்பரஸ் ஹேலைடுகளில் நீரை துளி துளியாக சேர்க்கும் போது வாயுநிலையில் உள்ள ஹைட்ரஜன்ஹேலைடுகள் உருவாகின்றன.

$$PX_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HX$$

சிகப்பு பாஸ்பரஸின் நீர்க் கலவையுடன் புரோமினை துளி துளியாக சேர்க்கும் போது ஹைட்ரஜன் புரோமைடு உருவாகிறது. இதைப்போலவே சிகப்பு பாஸ்பரஸ் மற்றும் அயோடினுடன் நீரை துளி துளியாக சேர்க்க ஹைட்ரஜன் அயோடைடு உருவாகிறது.

$$2P + 3X_2 \longrightarrow 2PX_3$$

$$2PX_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HX$$

(X=Br அல்லது I)

வாயுகளை ஈரமான சிகப்பு பாஸ்பரஸ் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட கலத்தின் வழியே செலுத்தும் போது ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுடன் வெளியேறும் ஹேலஜன் ஆவிகள் நீக்கப்படுகின்றன.

சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகள்

சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளிலிருந்து பெறுதல். ஹேலஜன்கள் ஹைட்ரஜன் சல்பைடால் ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகளாக ஒடுக்கப்படுகின்றன.

$$H_2S + X_2 \longrightarrow 2HX + S$$

ஹைட்ரோ கார்பன் மற்றும் ஹேலஜன்களுக்கிடையேயான வினையில் துணை விளைப்பொருளாக ஹைட்ரஜன் குளோரைடு உருவாகிறது.

அட்டவணை 3.4 பொதுப்பண்புகள்

	HF	HCl	HBr	HI
பிணைப்பு பிளவுறுதல் என்தால்பி $KJmol^{-1}$	+562	+431	+366	+299
அயனித் தன்மையின் சதவீதம் %	43	17	13	7

பிணைப்பு பிளவுறு என்தால்பி மதிப்பு குறைவதிலிருந்து ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகளின் வெப்பநிலைப்புத் தன்மையானது புளூரைடுகளிலிருந்து அயோடைடை நோக்கி வரும்போது குறைகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, ஹைட்ரஜன் அயோடைடு 400^0C யில் சிதைவுறுகிறது. அதே வெப்பநிலையில் ஹைட்ரஜன் புளூரைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு ஆகியன நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

அறை வெப்பநிலையில், ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் வாயுக்கள் ஆனால் ஹைட்ரஜன் புளூரைடை எளிதில் திரவமாக்கலாம். இவ்வாயுக்கள் நிறமற்றவை. ஆனால் ஈரமான காற்றில் ஹைட்ரோ ஹேலிக் அமிலங்கள் உருவாவதால் அடர் புகையைத் தருகின்றன. HF யில் வலிமையான ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக் காணப்படுவதால் அது உயர் உருகுநிலை மற்றும் கொதிநிலை மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளது. இப்பிணைப்பு மற்ற ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகளில் காணப்படுவதில்லை.

அமிலப் பண்புகள்

அயனியாதல் காரணமாக ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் நீரில் நன்கு கரைகின்றன.

$$HX + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + X^-$$

(X – F, Cl, Br, அல்லது I)

ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகளின் நீரில் கரைசல் அமிலத் தன்மையுடையவை. மேலும் இவைகள் ஹைட்ரோ ஹேலிக் அமிலங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஹைட்ரோ குளோரிக், ஹைட்ரோ புரோமிக், ஹைட்ரோ அயோடிக் அமிலங்கள் ஏறத்தாழ முழுவதும் அயனியுறுகின்றன. எனவே அவைகள் வலிமைமிக்க அமிலங்களாகும். ஆனால் HF ஆனது வலிமை குறை அமிலம். அதாவது 0.1M கரைசல் 10% மட்டுமே அயனியுறுகிறது. ஆனால் 5M மற்றும் 15M HF கரைசல்கள் பின்வரும் வேதிச் சமநிலையின் காரணமாக வலிமையான அமிலமாக செயல்படுகின்றன.

$$HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$$

$$HF + F^- \rightleftharpoons HF_2^-$$

அதிகச் செறிவில், சமநிலையில் புளூரைடு அயனிகள் நீக்கப்படுதல் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. ஏனெனில் இது ஹைட்ரஜன் புளூரைடின் பிரிகையுறுதலை பாதிக்கிறது. மேலும் ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவை அதிகரிக்கிறது. $NaHF_2$, KHF_2 மற்றும் NH_4HF_2 போன்ற பல நிலையான உப்புகள் அறியப்படுகின்றன. பிற ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் ஹைட்ரஜன் டைஹேலைடுகளை உருவாக்குவதில்லை.

ஹைட்ரோ ஹேலிக் அமிலங்கள் வழக்கமான அமில பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் காரங்களுடன் உப்புகளை தருகின்றன. மேலும் உலோகங்களுடன் வினைபட்டு ஹைட்ரஜனை தருகின்றன. ஈரமான ஹைட்ரோ புளூரிக் அமிலமானது (உலர்ந்தது அல்ல). சிலிக்கா மற்றும் கண்ணாடியுடன் விரைவாக வினைபுரிகிறது.

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

$$Na_2SiO_3 + 6HF \longrightarrow Na_2SiF_6 + 3H_2O$$

ஆக்சிஜனேற்றம் ஹைட்ரஜன் அயோடைடு எளிதாக அயோடினாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. எனவே இது ஒரு ஒடுக்கும் காரணியாகும்.

$$2HI \rightleftharpoons 2H^+ + I_2 + 2e^-$$

அயோடைடுகளின் அமிலக் கரைசல் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும். அயோடின் வெளியேறுவதால் ஸ்டார்ச்சுடன் சேர்ந்து கரு நீல நிறம் உருவாகிறது.

ஹைட்ரஜன் அயோடைடுன் ஒப்பிடும் போது ஹைட்ரஜன் புரோமைடை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்தல் மிகக் கடினமானதாகும். HBr ஆனது H_2SO_4 யை மெதுவாக ஒடுக்கி கந்தக டைஆக்சைடாக மாற்றுகிறது.

$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + Br_2 + SO_2$$

ஆனால் ஹைட்ரஜன் அயோடைடு மற்றும் அயனி தன்மையுடைய அயோடைடுகள் H_2SO_4 ஆல் விரைவாக ஒடுக்கமடைந்து H_2S ஆக மாற்றமடைகிறது.

$$8HI + H_2SO_4 \longrightarrow 4H_2O + 4I_2 + H_2S$$

ஆல்கஹால்களை ஈத்தேனாக மாற்றும் வினையில் ஹைட்ரஜன் அயோடைடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினையிலிருந்தும் இதன் ஒடுக்கம் பண்பை விளக்கலாம். இது நைட்ரிக் அமிலத்தை நைட்ரஸ் அமிலமாகவும் மாற்றுகிறது. ஹைட்ரஜன் குளோரைடானது அடர் கந்தக அமிலத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றியான MnO_2, பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் போன்றவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது. இந்த போக்கினை பின்வரும் அட்டவணையில் சுருக்கமாக பார்க்கலாம்.

அட்டவணை 3.5

பண்பு	வரிசை
1. ஹைட்ரஜன் வினைதிறன்	புளூரினிலிருந்து அயோடினுக்கு செல்லும்போது குறைகிறது
2. நிலைப்புத் தன்மை	HF யிலிருந்து HI நோக்கிச் செல்லும் போது நிலைப்புத் தன்மை குறைகிறது

ஹைட்ரைடுகளின் ஆவியாகும் தன்மை	HF < HI < HBr < HCl
வெப்ப நிலைப்புத் தன்மை	HF > HCl> HBr > HI
கொதிநிலை	HCl < HBr < HI < HF
அமில வலிமை	HF யிலிருந்து HI க்கு அதிகரிக்கிறது.

3.3.4 ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள்

ஒவ்வொரு ஹேலஜனும் மற்ற ஹேலஜன்களுடன் வினைபட்டு ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. பின்வரும் அட்டவணையில் A ஆனது B யைக் காட்டிலும் குறைவான எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதாகக் கருதினால் அவைகள் உருவாக்கும் ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

AB	AB_3	AB_5	AB_7
ClF	ClF_3	IF_5	IF_7
BrF	BrF_3	BrF_5	
IF	IF_3		
BrCl	ICl_3		
ICl			
IBr			

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களின் பண்புகள்

(i) மைய அணுவானது பெரிய அணுவாக அமைய வேண்டும்.

(ii) இரு ஹேலஜன்களுக்கிடையே மட்டுமே இது உருவாகிறது.

(iii) இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட வெவ்வேறு விதமான ஹேலஜன்கள் இணைந்து இச்சேர்மங்களை உருவாக்குவதில்லை.

(iv) புளூரின் மிகச் சிறிய உருவளவினைப் பெற்றிருப்பதால் அதனால் மைய அணுவாக செயல்பட இயலாது.

(v) அதிக எலக்ட்ரான் கவர்த் தன்மை மற்றும் சிறிய உருவளவு ஆகியனவற்றை புளூரின் பெற்றிருப்பதால் மைய அணுவானது அதிகபட்ச அணைவு எண்ணை பெறுகிறது.

(vi) இவைகள் சுய அயனியாதலுக்கு உட்படுகின்றன.

$$2\,ICl \rightleftharpoons I^+ + ICl_2^-$$

$$2\,ICl_3 \rightleftharpoons ICl_2^+ + ICl_4^-$$

(vii) இவைகள் வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றிகள் ஆகும்.

காரங்களுடன் வினை

காரங்களுடன் வெப்பப்படுத்தும் போது உருவளவில் பெரிய ஹேலஜன் ஆக்சி ஹேலஜனையும்

சிறிய ஹேலஜனானது ஹேலைடுகளையும் தருகிறது.

$$BrF_5 \xrightarrow{OH^-} 5F^- + BrO_3^-$$

$$ICl \xrightarrow{OH^-} Cl^- + OI^-$$

ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களின் வடிவங்கள்

பல்வேறு ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களின் வடிவங்களை VSEPR கொள்கையைப் பயன்படுத்தி விளக்கலாம். வடிவங்கள் பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3.7

வகை	வடிவமைப்பு	இனக்கலப்பு	பிணைப்பு இரட்டை / தனித்த இரட்டை
AX	நேர்கோடு	sp^3	1 / 3
AX_3	T வடிவம்	sp^3d	3 / 2
AX_5	சதுர பிரமிடு	sp^3d^2	5 / 1
AX_7	ஐங்கோண இருபிரமிடு	sp^3d^3	7 / 0

3.3.5 ஹேலஜனின் ஆக்சைடுகள்

புளூரின் ஆக்சிஜனுடன் எளிதில் வினைபுரிந்து ஆக்சிஜன் டைபுளூரைடு (OF_2) மற்றும் டைஆக்சிஜன் டைபுளூரைடு (O_2F_2) தருகிறது. இச்சேர்மங்களில் இது -1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளது. மற்ற ஹேலஜன்கள் ஆக்சிஜனுடன் எளிதில் வினைபுரிவதில்லை. எனினும் பின்வரும் ஆக்சைடுகளை மறைமுக முறையில் தயாரிக்கலாம். புளூரினைத் தவிர மற்ற அனைத்து ஹேலஜன்களும் நேர் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளில் காணப்படுகின்றன.

அட்டவணை 3.8

வகை	X_2O	XO_2	X_2O_5	X_2O_6	X_2O_7	மற்றவை
ஆக்சிஜனேற்ற நிலை	+1	+4	+5	+6	+7	-
F	-	-	-	-	-	OF_2 (-1) O_2F_2 (-1) O_4F_2 (-1)
Cl	Cl_2O	ClO_2	-	Cl_2O_6	Cl_2O_7	Cl_2O_4 (+4)
Br	Br_2O	BrO_2	-	-	-	-
I	-	-	I_2O_5	-	-	I_4O_9 I_2O_4 (+4)

3.3.6 ஹேலஜன்களின் ஆக்சோ அமிலங்கள்

குளோரினானது ஹைபோ குளோரஸ் அமிலம், குளோரஸ் அமிலம், குளோரிக் அமிலம் மற்றும்

XII U3-P-block.indd 101 21-12-2022 18:34:09

பெர்குளோரிக் அமிலத்தை தருகிறது. ஹேலஸ் அமிலங்களைத் தவிர்த்து புரோமின் மற்றும் அயோடின் ஆகியன மேற்கண்டுள்ளவற்றை ஒத்த அமிலங்களை தருகின்றன. எனினும், புளூரினானது ஹைபோ புளூரஸ் அமிலத்தை தருகிறது. ஆக்சோ அமிலங்களின் ஆக்சிஜனேற்றும் திறன் பின்வரும் வரிசையில் அமைகிறது.

$$HOX > HXO_2 > HXO_3 > HXO_4$$

அட்டவணை 3.9

வகை	HOX	HXO_2	HXO_3	HXO_4
X = Cl, Br மற்றும் I				
பொதுவான பெயர்	ஹைபோ ஹேலஸ் அமிலம்	ஹேலஸ் அமிலம்	ஹேலிக்அமிலம்	பெர்ஹேலிக் அமிலம்
ஆக்சிஜனேற்ற நிலை	+1	+3	+5	+7
F	HOF	-	-	-
Cl	HOCl	$HClO_2$	$HClO_3$	$HClO_4$
Br	HOBr		$HBrO_3$	$HBrO_4$
I	HOI		HIO_3	HIO_4

3.4 பதினெட்டாவது தொகுதி தனிமங்கள் (மந்த வாயுக்கள்)

3.4.1 கிடைக்கபெறுதல்

அனைத்து மந்த வாயுக்களும் வளிமண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன.

இயற் பண்புகள்

மந்தவாயுத் தொகுதி தனிமங்களில் மேலிலிருந்து கீழாக ஹீலியத்திலிருந்து, ரேடானனை நோக்கி வரும் போது அவற்றின் அயனி ஆரங்கள் மற்றும் கொதிநிலைகள் அதிகரிக்கின்றன. முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றல் ஹீலியத்திலிருந்து ரேடானை நோக்கி வரும் குறைகிறது. மந்த வாயுக்கள் அவை இடம்பெற்றுள்ள வரிசையில் உள்ள மற்ற அனைத்து தனிமங்களைக் காட்டிலும் அதிகமான அயனியாக்கும் ஆற்றலை பெற்றுள்ளன. ஏனெனில், இவை தங்கள் வெளிக்கூட்டில் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களை பெற்றுள்ளன. இவை மிகவும் நிலைப்புத் தன்மையுடையவை. எலக்ட்ரானை ஏற்கும் அல்லது இழக்கும் தன்மையினை மிகக் குறைந்தளவே பெற்றுள்ளன. பதினெட்டாம் தொகுதி தனிமங்களின் இயற்பண்புகள் பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

பண்பு	நியான்	ஆர்கான்	கிரிப்டான்	செனான்	ரேடான்
293 K இல் இயற் நிலைமை	வாயு	வாயு	வாயு	வாயு	வாயு
அணு எண்	10	18	36	54	86
ஐசோடோப்புகள்	^{20}Ne	^{40}Ar	^{84}Kr	^{132}Xe	^{211}Rn, ^{220}Rn, ^{222}Rn

XII U3-P-block.indd 102 21-12-2022 18:34:09

அணு நிறை (g.mol^{-1} ல் 293 K)	20.18	39.95	77.92	131.29	[222]
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	[He]$2s^2$ $2p^6$	[Ne]$3s^2$ $3p^6$	[Ar]$3d^{10}$ $4s^2$ $4p^6$	[Kr]$4d^{10}$ $5s^2$ $5p^6$	[Xe] $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^2$ $6p^6$
அணு ஆரம் (Å)	1.54	1.88	2.02	2.16	2.20
அடர்த்தி (g.cm^{-3} ல் 293 K)	8.25 x 10^{-4}	1.63 x 10^{-3}	3.42 x 10^{-3}	5.37 x 10^{-3}	9.07 x 10^{-3}
உருகுநிலை (K)	24.56	83.81	115.78	161.4	202
கொதிநிலை (K)	27.104	87.30	119.74	165.05	211.5

அட்டவணை 3.10 பதினெட்டாம் தொகுதி தனிமங்களின் இயற்பண்புகள்

மந்த வாயுக்களின் பண்புகள்

இயற்பண்புகள்

மந்தவாயுக்கள் அனைத்தும் ஓர் அணுகளைக் கொண்டவை. நிறம், மணம் மற்றும் சுவை அற்றவை. இவைகள் எளிதில் தீப்பற்றி எரியாத் தன்மையுடையவை. இவைகள் அதிகளவு வினைத்திறன் அற்றவை. உலோகத் தன்மையற்றவை.

வேதிப் பண்புகள்

செனான் மற்றும் கிரிப்டான் ஆகியன மட்டும் குறைந்த அளவு வேதி வினைத்திறனை பெற்றுள்ளன. செனானை புளூரினுடன் கீழ்கண்டுள்ளவாறு வெவ்வேறு நிபந்தனைகளில் வினைப்படுத்தும் போது செனான் புளூரைடுகள் உருவாகின்றன.

$$Xe + F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni} XeF_2$$

$$Xe + 2F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni/\text{அசிட்டோன்}} XeF_4$$

$$Xe + 3F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni/200\ atm} XeF_6$$

XeF_6 யை ஒரு மூடப்பட்ட குவார்ட்ஸ் கலனில் 50 °C வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்துபோதும். $XeOF_4$ உருவாகிறது.

$$2XeF_6 + SiO_2 \xrightarrow{50^0C} 2XeOF_4 + SiF_4$$

வினையைத் தொடர்ந்து நிகழ்த்தும் போது பின்வரும் வினைகள் நடைபெறுகின்றன.

$$2XeOF_4 + SiO_2 \longrightarrow 2XeO_2F_2 + SiF_4$$

$$2XeO_2F_2 + SiO_2 \longrightarrow 2XeO_3 + SiF_4$$

நீராவியால் நீராற்பகுப்பின் போது XeF_6 ஆனது XeO_3 யைத் தருகிறது.

$$XeF_6 + 3H_2O \longrightarrow XeO_3 + 6HF$$

XeF_6 யை 2.5M NaOH யுடன் வினைபடுத்தும்போது சோடியம் பெர்சினேட் உருவாகிறது.

$$2XeF_6 + 16NaOH \longrightarrow Na_4XeO_6 + Xe + O_2 + 12NaF + 8H_2O$$

சோடியம் பெர்சினேட் ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றும் வினைப்பொருளாகும். எடுத்துக்காட்டாக இது மாங்கனீஸ் (II) அயனியை வினைவேக மாற்றி ஏதும் இல்லாத நிலையில் கூட பெர்மாங்கனேட் அயனியாக ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது.

$$5XeO_6^{4-} + 2Mn^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2MnO_4^- + 5XeO_3 + 7H_2O$$

செனான் PtF_6 யுடன் வினைபட்டு ஆரஞ்சு மஞ்சள் நிற திண்மம் $[XePtF_6]$ தருகிறது. இது CCl_4 யில் கரைவது இல்லை.

செனான் டைபுளுரோரைடானது $XeF_2.2SbF_5$ மற்றும் $XeF_2.2TaF_5$ ஆகிய சேர்க்கை சேர்மங்களை தருகிறது. செனான் ஹெக்சாபுளுரைடானது போரான் மற்றும் கார உலோகங்களுடன் $XeF_6.BF_3$, XeF_6MF சேர்மங்களைத் தருகிறது. .M- கார உலோகங்கள்.

செனான் டைகுளோரைடு இருப்பதற்கான சில ஆதாரங்கள் உள்ளன.

கிரிப்டான் மற்றும் புளுரின் ஆகியனவற்றின் வழியே 183^0Cல் மின்பாய்ச்சலை செலுத்தும் போது கிரிப்டான் டைபுளுரைடு உருவாகிறது. கிரிப்டான் வாயுவை SbF_5 சேர்த்து கதிர்வீச்சலுக்கு உட்படுத்தி வினைபடுத்தும் போது $KrF_2.2SbF_3$. உருவாகிறது.

அட்டவணை 3.11 செனான் சேர்மங்களின் வடிவமைப்புகள்

சேர்மம்	இனக்கலப்பு	வடிவமைப்பு
XeF_2	sp^3d	நேர்க்கோடு
XeF_4	sp^3d^2	தள சதுரம்
XeF_6	sp^3d^3	ஒழுங்கற்ற எண்முகி
$XeOF_2$	sp^3d	T வடிவம்
$XeOF_4$	sp^3d^2	சதுர பிரமிடு
XeO_3	sp^3	பிரமிடு

மந்த வாயுக்களின் பயன்கள்

மந்தவாயுக்களின் முக்கிய பயன்பாட்டிற்க்கு அவற்றின் வேதியியல் மந்தத்தன்மையே காரணமாகும்.

ஹீலியம்

1. ஹீலியம் மற்றும் ஆக்சிஜன் கலவையானது காற்றும் மற்றும் ஆக்சிஜன் கலவைக்கு மாற்றாக நீர்மூழ்குபவர்களால் பயன்படுத்தபடுகிறது. இது வளைவு என்று அழைக்கப்படும் ஆபத்தான வலி ஏற்படுத்தும் நிகழ்வினை தடுக்கிறது.
2. மின்வில் முறையில் உலோகங்களை ஒட்டும் செயல்முறையில் மந்த வினைபுரியா சூழலை ஏற்படுத்த ஹீலியம் பயன்படுகிறது.
3. ஹீலியமானது குறைவான கொதிநிலையைக் கொண்டிருப்பதால் கிரையோஜெனிக் நுட்பங்களில் பயன்படுகிறது.
4. காற்றைவிட லேசானது என்பதால் காற்றில் மிதக்கும் பலூன்களிலுள் நிரப்பப் பயன்படுகிறது.

நியான்

குறைந்த அழுத்தத்தில், நியான் வாயுவின் வழியே மின்சாரத்தை செலுத்துவதால் பிரகாசமான சிகப்பு நிற ஒளிர்தல் ஏற்படுகிறது. இப்பண்பினால் நியான் விளம்பர பலகைகளில் பயன்படுகிறது.

ஆர்கான்

சூடான மின்னிழைகளில் ஆக்சிஜனேற்றம் ஏற்படுவதை ஆர்கான் தடுக்கிறது. இதனால் பல்புகளில் காணப்படும் மின்னிழைகளின் ஆயுள் நீட்டிக்கப்படுகிறது.

XII U3-P-block.indd 104 21-12-2022 18:34:12

கிரிப்டான்

ஒளிரும் பல்புகள், ஒளிவீச்சு பல்புகள் ஆகியனவற்றில் பயன்படுகிறது.

கிரிப்டானை நிரப்பப்பட்ட விளக்குகள் ஒளிரும் ஒளியானது அடர்ந்த பனிபுகையினையும் ஊடுருவும் தன்மையுடையதால் இத்தகைய விளக்குகள் விமான நிலையங்களில் அணுகும் விளக்குகளாக பயன்படுகின்றன.

செனான்

ஒளிரும் பல்புகள், ஒளிவீச்சு பல்புகள்மற்றும் லேசர்கள் ஆகியனவற்றில் பயன்படுகிறது.

மின்னிறக்க குழாய்களில் செனான் உடனடியாக செறிவு மிக்க ஒளியை உமிழும் தன்மையைக் கொண்டது. இப்பண்பின் காரணமாக புகைப்பட நிபுணர்கள் பயன்படுத்தும் அதிவேக மின்பாய்ச்சல் விளக்குகளில் பயன்படுகிறது.

ரேடான்

ரேடான் கதிரியக்கத் தன்மையுடையது. மேலும் காமா கதிர்வீச்சிற்கு ஒரு மூலமாக பயன்படுகிறது. ரேடான் வாயுவானது சிறிய குப்பிகளில் அடைக்கப்பட்டு புற்றுநோயாளிகளின் உடலினுள் வைக்கப்படும் போது அவை புற்று நோய் செல்களை அழிக்கின்றன.

பாடச்சுருக்கம்

- பூமியின் வளிமண்டலமானது ஏறத்தாழ 78% டைநைட்ரஜன் (N_2) வாயுவைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இது சோடியம் நைட்ரேட்டாகவும் (சிலி வெடியுப்பு) பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டாகவும் (இந்திய வெடியுப்பு) புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகிறது.
- வளிமண்டலத்தின்முதன்மையானநைட்ரஜன்(78%கனஅளவு)வாயுவானது,தொழிற்முறையில், பின்னவாலை வடித்தல் முறையில் திரவ காற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.
- யூரியாவை நீராற்பகுப்பதன் மூலம் அம்மோனியா பெறப்படுகிறது.
- சமஅளவு பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் நைட்ரேட்டை, அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி நைட்ரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.
- பெரும்பாலான வினைகளில் நைட்ரிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்றியாக செயல்படுகிறது. எனவே, ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை +5 லிருந்து குறைந்தபட்ச மதிப்பான ஒன்றுக்கு மாற்றமடைகிறது.இது உலோகங்களுடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜனைத் தருவதில்லை.
- உலோகங்கள், நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிவதை பின்வரும் மூன்று படிகளின் மூலம் விளக்கலாம்.
- **முதல் நிலை வினை:** பிறவிநிலை ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றப்பட்டு உலோக நைட்ரேட் உருவாக்கப்படுகிறது.
- **இரண்டாம் நிலை வினை:** பிறவிநிலை ஹைட்ரஜன், நைட்ரிக் அமிலத்தின் ஒடுக்க விளைப்பொருட்களை உருவாக்குகிறது.
- **மூன்றாம் நிலை வினை:** இரண்டாம் நிலை விளைப்பொருட்கள் சிதைவடைந்தோ அல்லது தொடர்ந்து வினைபுரிந்தோ இறுதி விளைப்பொருட்களை தருகின்றன.
- பாஸ்பரஸ் பல்வேறு புறவேற்றுமை வடிவங்களைப் பெற்றுள்ளது, அவற்றில் வெண்ணிற பாஸ்பரஸ், சிவப்பு பாஸ்பரஸ் மற்றும் கருமை நிற பாஸ்பரஸ் ஆகியன மிகப் பொதுவானவை ஆகும்.

- புதிதாக தயாரிக்கப்பட்ட வெண் பாஸ்பரஸ் நிறமற்றது ஆனால், சிறிது நேரத்தில் சிவப்பு பாஸ்பரஸ் அடுக்கு உருவாவதால் வெளிறிய மஞ்சள் நிறமாக மாறுகிறது. இது விஷத்தன்மை கொண்டது மேலும் உள்ளிப்பூண்டின் மணத்தைப் பெற்றுள்ளது.
- கார்பன் டை ஆக்சைடு அல்லது ஹைட்ரஜன் மந்தச் சூழலில் வெண்பாஸ்பரஸை சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்படுத்தி பாஸ்பீன் தயாரிக்கப்படுகிறது.
- பாஸ்பீன் அதிகளவில் புகையை உருவாக்குவதால் புகைத்திரையை உருவாக்க பயன்படுகிறது.
- வெண் பாஸ்பரஸ் மீது குளோரின் வாயுவை மெதுவாக செலுத்தும்போது பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு உருவாகிறது.
- பாஸ்பரஸ் ட்ரைகுளோரைடு மற்றும் பாஸ்பரஸ் பெண்டாகுளோரைடு ஆகியவை குளோரினேற்றம் செய்ய பயன்படுகின்றன
- ஆக்ஸிஜன் பாரா காந்தத் தன்மை கொண்டது. டை ஆக்ஸிஜன் (O_2) மற்றும் ஓசோன் அல்லது ட்ரை ஆக்ஸிஜன் (O_3)என இரண்டு புறவேற்றுமை வடிவங்களில் ஆக்ஸிஜன் காணப்படுகிறது.
- மாறாக, ஓசோனானது ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றும் காரணியாகும்.
- கந்தகமானது படிக வடிவமுடைய மற்றும் படிக வடிவமற்ற புறவேற்றுமை வடிவங்களைக் கொண்டுள்ளது. சாய்சதுர கந்தகம் (α sulphur கந்தகம்) மற்றும் ஒற்றைச் சரிவு கந்தகம் (β sulphur கந்தகம்) ஆகியன படிக உருவமுடையவை. நெகிழி கந்தகம் (γ sulphur) கந்தகப் பால்மம் மற்றும் கூழ்ம கந்தகம் ஆகியன படிக உருவமற்றவை.
- காரீய சிற்றறை முறையில் கந்தக அமிலம் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. தொடு முறை, அடுக்கு முறை ஆகியனவற்றின் மூலமும் கந்தக அமிலத்தை தயாரிக்கலாம்.
- நீரில் கரைக்கும் போது மோனோ$(H_2SO_4.H_2O)$ மற்றும் டைஹைட்ரேட்டுகளை $(H_2SO_4.2H_2O)$ தருகின்றது.
- ஹேலஜன்கள் அதிக வினைத்திறன் உடையதால் இணைந்த நிலையில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன.
- **ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் வெளுக்கும் பண்பு** பிறவிநிலை ஆக்சிஜனின் காரணமாக, குளோரின் ஒரு வலிமைமிக்க ஆக்சிஜனேற்றி மற்றும் வெளுக்கும் காரணியாகும்.
- மூன்று பங்கு அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் மற்றும் ஒரு பங்கு அடர் நைட்ரிக் அமிலம் கலந்த கலவை இராஜதிராவகம் என அழைக்கப்படுகிறது. இது தங்கம் மற்றும் பிளாட்டினம் போன்றவற்றை கரைக்கப் பயன்படுகிறது.
- அதிக அயனியாக்கும் திறன் பெற்றுள்ளதால் ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகள் நீரில் அதிக அளவில் கரைகின்றது
- ஒவ்வொரு ஹேலஜனும் மற்ற ஹேலஜன்களுடன் வினைபட்டு ஹேலஜன் இடைச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன.
- புளூரின் ஆக்சிஜனுடன் எளிதில் வினைபுரிந்து டைபுளூரின் ஆக்சைடு (F_2O) மற்றும் டைபுளூரின் டைஆக்சைடை (F_2O_2) தருகிறது.
- அனைத்து மந்த வாயுக்களும் வளிமண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன
- சோடியம் பெர்சினேட் ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றும் வினைப்பொருளாகும்.
- மந்தவாயுக்களின் வேதியியல் மந்தத்தன்மையே அவைகளின் முக்கிய பயன்பாட்டிற்கான காரணமாகும்.

XII U3-P-block.indd 106 21-12-2022 18:34:12

மதிப்பிடுதல்

சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க

1. பின்வருவனவற்றுள், NH_3 எதில் பயன்படுத்தப்படவில்லை?

   அ) நெஸ்லர் காரணி

   ஆ) IVம் தொகுதி காரமூலங்களை கண்டறியும் பகுப்பாய்வு

   இ) IIIம் தொகுதி காரமூலங்களை கண்டறியும் பகுப்பாய்வு

   ஈ) டாலன்ஸ் வினைப்பொருள்

2. நைட்ரஜனைப் பொருத்து சரியானது எது?

   அ) குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை உடைய தனிமம்

   ஆ) ஆக்சிஜனைக் காட்டிலும் குறைவான அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது.

   இ) d–ஆர்ப்பிட்டால்கள் உள்ளன.

   ஈ) தன்னுடன் $p\pi-p\pi$ பிணைப்பை உருவாக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.

3. தனிம வரிசை அட்டவணையில், 15ம் தொகுதி 3–ம் வரிசையில் உள்ள ஒரு தனிமத்தின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

   அ) $1s^2 2s^2 2p^4$ ஆ) $1s^2 2s^2 2p^3$

   இ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ ஈ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

4. (A) என்ற திண்மம் நீர்த்த வலிமைமிகு NaOH கரைசலுடன் வினைபுரிந்து அருவருக்கத்தக்க மணமுடைய வாயு (B)ஐத் தருகிறது. (B) யானது காற்றில் தன்னிச்சையாக எரிந்து புகை வளையங்களை உருவாக்குகிறது. (A) மற்றும் (B) முறையே

   அ) P_4(சிவப்பு) மற்றும் PH_3 ஆ) P_4(வெண்மை) மற்றும் PH_3

   இ) S_8 மற்றும் H_2S ஈ) P_4(வெண்மை) மற்றும் H_2S

5. PCl_3 ன் நீராற்பகுப்பினால் உருவாவது

   அ) H_3PO_3 ஆ) PH_3 இ) H_3PO_4 ஈ) $POCl_3$

6. P_4O_6 ஆனது குளிர்ந்த நீருடன் வினைபுரிந்து தருவது

   அ) H_3PO_3 ஆ) $H_4P_2O_7$

   இ) HPO_3 ஈ) H_3PO_4

7. பைரோபாஸ்பரஸ் அமிலத்தின் ($H_4P_2O_5$) காரத்துவம்

   அ) 4 ஆ) 2

   இ) 3 ஈ) 5

8. ஒரு ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலக் கரைசலின் மோலாரிட்டி 2M. அக்கரைசலின் நார்மாலிட்டி

அ) 6N ஆ) 4N

இ) 2N ஈ) இவை எதுவுமல்ல

9. கூற்று: குளோரின் வாயுவைக் காட்டிலும் ஃபுளுரினின் பிணைப்பு பிளவு ஆற்றல் அதிகம்.

காரணம்: குளோரினானது, ஃபுளுரினைக் காட்டிலும் அதிக எலக்ட்ரான் விலக்கு விசையினைப் பெற்றுள்ளது.

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல.

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

10. பின்வருவனவற்றுள் வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றி எது?

அ) Cl_2 ஆ) F_2

இ) Br_2 ஈ) I_2

11. ஹைட்ரஜன் ஹேலைடுகளின் வெப்பநிலைப்புத்தன்மையின் சரியான வரிசை எது?

அ) HI > HBr > HCl > HF ஆ) HF > HCl > HBr > HI

இ) HCl > HF > HBr > HI ஈ) HI > HCl > HF > HBr

12. பின்வரும் சேர்மங்களில் உருவாக வாய்ப்பில்லாத சேர்மம் எது?

அ) $XeOF_4$ ஆ) XeO_3

இ) XeF_2 ஈ) NeF_2

13. மிக எளிதாக திரவமாக்க இயலும் வாயு எது?

அ) Ar ஆ) Ne

இ) He ஈ) Kr

14. XeF_6ன் முழுமையான நீராற் பகுப்பினால் உருவாவது

அ) $XeOF_4$ ஆ) XeO_2F_2

இ) XeO_3 ஈ) XeO_2

15. பின்வருவனவற்றுள் வலிமையான அமிலம் எது?

அ) HI ஆ) HF

இ) HBr ஈ) HCl

XII U3-P-block.indd 108 21-12-2022 18:34:12

16. ஹாலஜன்களின் பிணைப்பு பிளவு என்தால்பி மதிப்பினைப் பொறுத்து சரியான வரிசை எது?(NEET)

அ) $Br_2 > I_2 > F_2 > Cl_2$ ஆ) $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

இ) $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ ஈ) $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$

17. அமிலத்தன்மையைப் பொறுத்து, பின்வருவனவற்றுள் சரியான வரிசை எது? (NEET)

அ) $HClO_2 < HClO < HClO_3 < HClO_4$ ஆ) $HClO_4 < HClO_2 < HClO < HClO_3$

இ) $HClO_3 < HClO_4 < HClO_2 < HClO$ ஈ) $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$

18. தாமிரத்தினை அடர் HNO_3 உடன் வெப்பப்படுத்தும் போது உருவாவது.

அ) $Cu(NO_3)_2$, NO மற்றும் NO_2 ஆ) $Cu(NO_3)_2$ மற்றும் N_2O

இ) $Cu(NO_3)_2$ மற்றும் NO_2 ஈ) $Cu(NO_3)_2$ மற்றும் NO

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளிக்க

1. மந்த இணை விளைவு என்றால் என்ன?
2. சால்கோஜன்கள் p–தொகுதி தனிமங்களாகும் காரணம் தருக.
3. ஏன் ஃபுளுரின் எப்போதும் -1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினைப் பெற்றுள்ளது? விளக்குக.
4. பின்வரும் சேர்மங்களில் ஹாலஜன்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினைக் குறிப்பிடுக.

   அ) OF_2 ஆ) O_2F_2 இ) Cl_2O_3 ஈ) I_2O_4
5. ஹாலஜனிடைச் சேர்மங்கள் என்றால் என்ன? எடுத்துக்காட்டுடன் தருக.
6. பிற ஹாலஜன்களைக் காட்டிலும் ஃபுளுரின் அதிக வினைத் திறனுடையது ஏன்?
7. ஹீலியத்தின் பயன்களைத் தருக.
8. IF_7ல் அயோடினின்இனக்கலப்பு யாது? அதன் வடிவமைப்பினைத் தருக.
9. குளோரின், குளிர்ந்த NaOH மற்றும் சூடான NaOH உடன் புரியும், வினைகளுக்கான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடுகளைத் தருக.
10. ஆய்வகத்தில் எவ்வாறு குளோரினைத் தயாரிப்பாய்?
11. கந்தக அமிலத்தின் பயன்களைத் தருக.
12. கந்தக அமிலம் ஒரு நீர் நீக்கும் காரணி– என்பதனைத் தகுந்த எடுத்துக்காட்டுகளுடன் விளக்குக.
13. நைட்ரஜனின் முரண்பட்ட பண்பிற்கு காரணம் தருக.
14. பின்வரும் மூலக்கூறுகளுக்கு அவற்றின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு மற்றும் அமைப்பு வாய்ப்பாடுகளைத் தருக.

    அ) நைட்ரிக் அமிலம்   ஆ) டைநைட்ரஜன் பென்டாக்ஸைடு

    இ) பாஸ்பாரிக் அமிலம்   ஈ) பாஸ்பைன்
15. ஆர்கானின் பயன்களைத் தருக.

16. 15–ம் தொகுதி தனிமங்களின் இணை திற கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பினை எழுதுக.
17. பாஸ்பைனின் வேதிப் பண்புகளை விளக்கும் இரு சமன்பாடுகளைத் தருக.
18. நைட்ரிக் அமிலம் மற்றும் ஒரு கார ஆக்ஸைடு ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வினையினைத் தருக.
19. PCl_5 ஐ வெப்பப்படுத்தும் போது நிகழ்வது யாது?
20. HF ஆனது ஒரு வலிமை குறைந்த அமிலம் ஆனால் பிற ஹாலஜன்களின் இருமை அமிலங்கள் வலிமை மிக்கதாக உள்ளன ஏன் என்பதற்கான காரணம் தருக .
21. ஹைப்போ ஃபுளூரஸ் அமிலத்தில் (HOF) ஆக்சிஜனின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைக் கண்டறிக.
22. பின்வரும் சேர்மங்களில் காணப்படும் இனக்கலப்பாதலைக் கண்டறிக.

அ) BrF_5 ஆ) BrF_3

23. பின்வரும் வினைகளை பூர்த்தி செய்க.

1. $NaCl + MnO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$
2. $NaNO_2 + HCl \longrightarrow$
3. $P_4 + NaOH + H_2O \longrightarrow$
4. $AgNO_3 + PH_3 \longrightarrow$
5. $Mg + HNO_3 \longrightarrow$
6. $KClO_3 \xrightarrow{\Delta}$
7. $Cu + \underset{}{\overset{\text{அடர்}}{H_2SO_4}} \longrightarrow$
8. $Sb + Cl_2 \longrightarrow$
9. $HBr + H_2SO_4 \longrightarrow$
10. $XeF_6 + H_2O \longrightarrow$
11. $XeO_6^{4-} + Mn^{2+} + H^+ \longrightarrow$
12. $XeOF_4 + SiO_2 \longrightarrow$
13. $Xe + F_2 \xrightarrow[400^0C]{Ni / 200\ atm}$

XII U3-P-block.indd 110 21-12-2022 18:34:15

அலகு
4

இடைநிலை மற்றும் உள்இடைநிலைத் தனிமங்கள்

4KROD

மார்ட்டின் ஹெய்ன் ரிக் கிளாப்ரோத், (1743— 1817)

மார்ட்டின் ஹெய்ன் ரிக் கிளாப்ரோத், ஜெர்மன் வேதியியல் அறிஞர் ஆவர். யுரேனியம் சிர்கோனியம் மற்றும் சீரியம் ஆகிய தனிமங்களை இவர் கண்டறிந்துள்ளார். தூய நிலைகளில் இத்தனிமங்களை இவர் பிரித்தெடுக்கவில்லையெனிலும் இவைகள் தனித்தன்மைஉடைய தனிமங்கள் என வரையறுத்தார். மேலும் டைட்டேனியம் டெலூரியம் மற்றும் ஸ்டிரான்சியம் ஆகிய தனிமங்களின் கண்டுபிடிப்புகளை இவர் உறுதி செய்தார். கனிமவியல் மற்றும் பகுப்பாய்வு வேதியியல் பிரிவுகளை முறையாக நெறிப்படுத்தியதில் இவரது பங்களிப்பு முக்கியமானதாகும்.

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இந்த பாடப் பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்

* தனிம வரிசை அட்டவணையில் d மற்றும் f தொகுதி தனிமங்களின் இடத்தினை மீட்டறிதல்.
* 3d வரிசை தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகளை விவரித்தல்.
* 3d வரிசை தனிமங்களின் M^{n+}/M திட்ட மின்முனை மின்அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை விவாதித்தல்.
* E^0 மதிப்புகளிலிருந்து தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற மற்றும் ஒடுக்க பண்புகளைத் தீர்மானித்தல்.
* d தொகுதி தனிமங்களின் அணைவுச் சேர்மங்கள், உலோகக் கலவைகள் மற்றும் இடைச்செருகல் சேர்மங்களை உருவாக்கும் பண்புகளை விளக்குதல்.
* பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் மற்றும் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் ஆகியனவற்றின் தயாரித்தல் மற்றும் பண்புகளை விவரித்தல்.
* f தொகுதி தனிமங்களின் பண்புகளை விளக்குதல்.
* லாந்தனாய்டுகள் மற்றும் ஆக்டீனாய்டுகளின் பண்புகளை ஒப்பிடுதல்.

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 111 18-12-2021 21:57:13

அறிமுகம்

உலோக தனிமங்கள் தங்களது நடுநிலை அல்லது நேர் அயனி நிலையில் பகுதியளவு நிரப்பப்பட்ட d அல்லது f உட்கூடுகளை பெற்றிருப்பின் அவைகள் பொதுவாக இடைநிலை உலோகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த வரையறையானது லாந்தனாய்டுகள் மற்றும் ஆக்டினாய்டுகளை உள்ளடக்கியது. எனினும் IUPAC வரையறையின்படி ஒரு தனிமத்தின் அணுவானது முழுவதும் நிரப்பப்படாத d உட்கூட்டினை பெற்றிருந்தாலோ அல்லது அத்தனிமம் உருவாக்கும் நேரயனியானது முழுவதும் நிரப்பப்படாத d உட்கூட்டினை பெற்றிருந்தாலோ அத்தனிமம் ஒரு இடைநிலை உலோகமாகும். இவைகள் தனிம வரிசை அட்டவணையில் மையப் பகுதியில் s மற்றும் p – தொகுதி தனிமங்களுக்கு இடையில் இடம்பெற்றுள்ளன. மேலும், இவைகளின் பண்புகள் அதிக வினைத்திறன் மிக்க s தொகுதி உலோகங்களுக்கும், பெரும்பாலும் அலோகங்கள் இடம்பெற்றுள்ள p தொகுதி தனிமங்களுக்கும் இடைப்பட்டு காணப்படுகிறது. 11வது தொகுதி தனிமங்களைத் தவிர்த்து பெரும்பாலான, இடைநிலை உலோகங்கள் கடினமானவை மற்றும் அதிக உருகுநிலையை உடையவை.

இடைநிலை உலோகங்களான இரும்பு மற்றும் தாமிரம் ஆகியன மனித நாகரீக வளர்ச்சியில் மிக முக்கியப் பங்காற்றியுள்ளன. மேலும், பெரும்பாலான இடைநிலை தனிமங்கள் பல முக்கிய பயன்களைக் கொண்டுள்ளன.எடுத்துக்காட்டாக, டங்ஸ்டன் ஆனது விளக்குகளில் காணப்படும் மின்னிழைகளிலும், டைட்டேனியம் செயற்கை மூட்டுகள் தயாரித்தலிலும், மாலிப்டினம் கொதிகலன்களிலும், பிளாட்டினம் வினைவேகவியலிலும் பயன்படுவதைக் குறிப்பிடலாம். மேலும் இவைகள் பல உயிரியல் அமைப்புகளில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஹீமோகுளோபினில் காணப்படும் இரும்பு, வைட்டமின் B_{12} வில் காணப்படும் கோபால்ட் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

இப்பாடப்பகுதியில், d தொகுதி தனிமங்களின் குறிப்பாக 3d வரிசை தனிமங்களின் பொது பண்புகள், அவைகளின் வேதி வினைதிறன் ஆகியனவற்றைக் கற்றறிவதுடன் , பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் $KMnO_4$ மற்றும் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் $K_2Cr_2O_7$ ஆகிய முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சேர்மங்களைப் பற்றியும் கற்றறிய உள்ளோம். மேலும் இப்பாடப் பகுதியின் இறுதியில், நாம் f தொகுதி தனிமங்களைப் பற்றி கற்றறியலாம்.

4.1 தனிம வரிசை அட்டவணையில் d தொகுதி தனிமங்களின் இடம்

தனிமங்களின் ஆவர்த்தன வகைபாட்டினை நாம் ஏற்கனவே பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்றுள்ளோம். அவ்வகைப்பாட்டின்படி, நவீன தனிம வரிசை அட்டவணையில் மூன்றாம் தொகுதி முதல் பன்னிரெண்டாம் தொகுதி வரை இடைநிலை உலோகங்கள் இடம் பெற்றுள்ளன.

d தொகுதித் தனிமங்கள் பின்வரும் வரிசைகளை உள்ளடக்கி உள்ளன.

(i) 3d தொடர் (4 வது வரிசை) – ஸ்காண்டியம் முதல் துத்தநாகம் (Zinc) வரை (10 தனிமங்கள்)

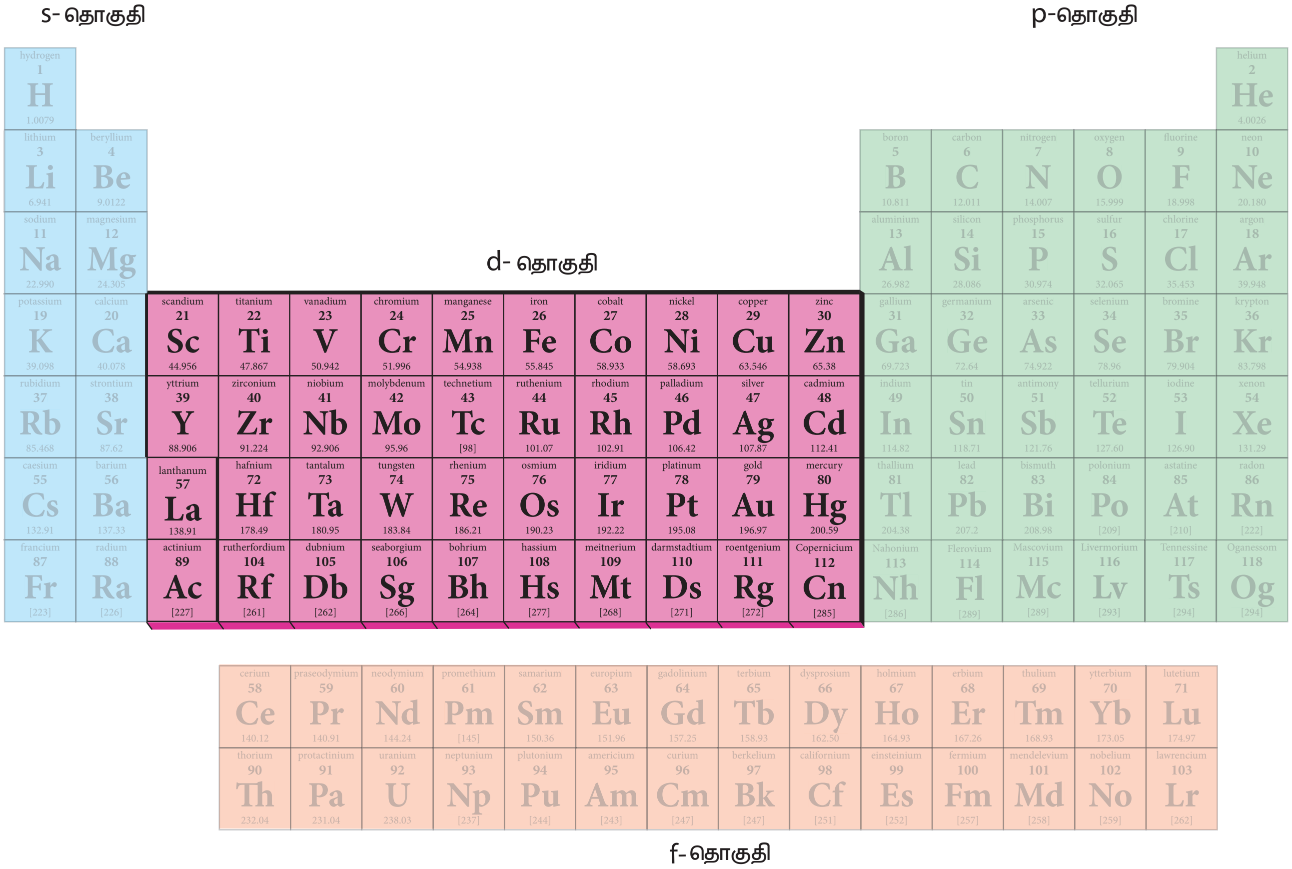
(ii) 4d தொடர் (5 வது வரிசை) – இட்ரியம் முதல் காட்மியம் வரை (10 தனிமங்கள்)

(iii) 5d தொடர் (6 வது வரிசை) – லாந்தனம் மற்றும் ஹாப்னியம் முதல் மெர்குரி வரை (10 தனிமங்கள்)

பன்னிரெண்டாம் தொகுதி தனிமங்களான துத்தநாகம், காட்மியம் மற்றும் மெர்குரி ஆகியன அவைகளின் தனிம நிலையிலோ அல்லது அவற்றின் வழக்கமான ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படும் அயனிகளிலோ, பகுதியளவு நிரப்பட்டப்பட்ட d ஆர்பிட்டால்களை பெற்றிருப்பதில்லை என நாம் அறிவோம். எனினும், அவைகளின் பண்புகள் தொடர்புடைய இடைநிலை தனிம

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 112 18-12-2021 21:57:13

வரிசை தனிமங்களின் தொடர்ச்சியாக ஒத்திருப்பதால் அவைகளும் இடைநிலை தனிமங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. IUPAC வரையறையின்படி, ஏழாவது வரிசை தனிமங்களான ஆக்டீனியம் மற்றும் ரூதர்போர்டீயம் முதல் கோபர்னீசியம் வரையிலான பத்து தனிமங்களும் இடைநிலை தனிமங்களாகும். இவ்வரிசை தனிமங்கள் அனைத்தும் கதிரியக்கத்தன்மை உடையவை. இத்தொடரில், ஆக்டீனியத்தை தவிர, பிற அனைத்து தனிமங்களும் செயற்கை தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும், இத்தனிமங்கள் மிகக் குறைவான அரை வாழ் காலங்களைப் பெற்றுள்ளன.



படம் 4.1 தனிம வரிசை அட்டவணையில் d தொகுதித் தனிமங்களின் இடம்

4.2 எலக்ட்ரான் அமைப்பு

ஆஃபா தத்துவம், ஹூண்ட் விதி போன்ற விதிகளைப் பின்பற்றி, தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகளை எவ்வாறு எழுதுவது என நாம் ஏற்கனவே பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்றறிந்துள்ளோம். ஆஃபா தத்துவத்தின்படி, எலக்ட்ரான்கள் 3d ஆர்பிட்டாலில் நிரப்பப்படும் முன்னர் 4s ஆர்பிட்டாலில் முதலில் நிரப்பப்பட வேண்டும். எனவே, நான்காவது வரிசையில் 3d ஆர்பிட்டால் நிரப்பப்படுதல் ஸ்காண்டியத்திலிருந்து துவங்குகிறது. அதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Ar]3d^1\ 4s^2$ மேலும், அடுத்தடுத்த தனிமங்களில் கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் 3d ஆர்பிட்டாலில் தொடர்ச்சியாக நிரப்பப்பட்டு, துத்தநாகத்தில் 3d ஆர்பிட்டால் முழுவதும் நிரப்பப்படுகிறது. இதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2$ எனினும் மேலே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு 3d ஆர்பிட்டாலில் எலக்ட்ரான்கள் தொடர்ச்சியாக நிரப்பப்படுதலில் இரு விதிவிலக்குகள் காணப்படுகின்றன. 3d ஆர்பிட்டாலானது சரிபாதி நிரப்பப்படுவதற்கு அல்லது முழுமையாக நிரப்பப்படுவதற்கு வாய்ப்பு இருப்பின், அத்தகைய நிலைகள் மிகவும் நிலைப்பு தன்மையுடையன என்பதால் அவை முன்னுரிமை பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு : குரோமியம் மற்றும் தாமிரம்.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 113 18-12-2021 21:57:14

குரோமியம் மற்றும் தாமிரம் ஆகியனவற்றின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகள் முறையே [Ar] $3d^5$ $4s^1$ மற்றும் [Ar] $3d^{10}$ $4s^1$ ஆகும். ஏற்கனவே, பதினொன்றாம் வகுப்பில் விளக்கியவாறு, சரிபாதி மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட d ஆர்பிட்டால்களின் அதிக நிலைப்பு தன்மைக்கு எலக்ட்ரான்களின் சீரான பங்கீடு மற்றும் பரிமாற்ற ஆற்றல் ஆகியன காரணமாக அமைகின்றன.

குறிப்பு : சீராக எலக்ட்ரான்கள் பங்கிடப்படும் அமைப்பானது, அதிக நிலைப்பு தன்மை பெறுவதை பின்வருமாறும் உணர்ந்து கொள்ள இயலும். அனைத்து d ஆர்பிட்டால்களையும் ஒருங்கே கருதும்போது, அவைகள் ஒரு கோள வடிவினை உருவாக்குவதாகக் கொள்ளலாம். எனவே, சரிபாதியளவு மற்றும் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்புகளில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியின் பங்கீடானது முழுமையான சீர்மைத் தன்மையினைப் பெறும். மாறாக, பகுதியளவு நிரப்பப்பட்டுள்ள எலக்ட்ரான் அமைப்புகளில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியானது சீராக பங்கிடப்படாததால் ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாகிறது. இம்மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் குறைத்து குறைந்த ஆற்றலுடன் கூடிய ஒரு நிலையினை அடையும் பொருட்டு சீரான பங்கீடு முன்னுரிமைப் பெறுகிறது.

மேற்கண்டுள்ளவாறு, ஒரு சில தனிமங்களில் காணப்படும் விதிவிலக்குகளைத் தவிர்த்து d தொகுதித் தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினை [மந்தவாயு] $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ என எழுதலாம். இங்கு n = 4 முதல் 7 வரை. ஆறு மற்றும் ஏழாம் வரிசைகளில், (La மற்றும் Ac ஆகியனவற்றைத் தவிர்த்து) எலக்ட்ரான் அமைப்பில் (n-2) *f* ஆர்பிட்டாலும் இடம் பெறுகின்றன. இந்நேர்வுகளில் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினை [மந்தவாயு] $(n-2)f^{14}(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ என எழுதலாம்.

4.3 இடைநிலை தனிமங்களின் பண்புகளில் காணப்படும் பொதுவான போக்கு

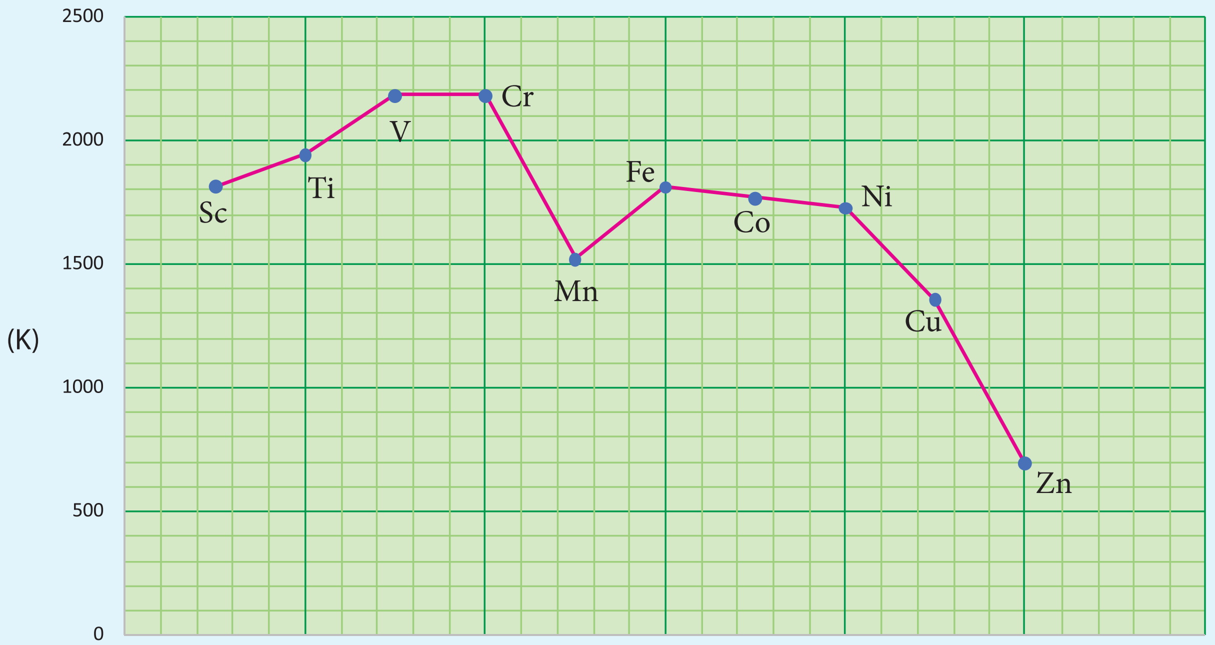
4.3.1 உலோகத் தன்மை

அனைத்து இடைநிலை தனிமங்களும் உலோகங்களாகும். அனைத்து உலோகங்களை போன்று இடைநிலை உலோகங்களும் சிறந்த வெப்ப மற்றும் மின்கடத்திகளாகச் செயல்படும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. முதல் மற்றும் இரண்டாம் தொகுதி உலோகங்களைப் போலன்றி பதினொன்றாம் தொகுதி இடைநிலை தனிமங்களைத் தவிர்த்து பெரும்பாலான இடைநிலை உலோகங்கள் கடினமானவை., இந்நாள் வரை அறியப்பட்ட அனைத்து உலோகங்களில், அறை வெப்பநிலையில் வெள்ளியானது அதிக மின்கடத்தும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. உண்மையான உலோகங்களைப் போன்று, பெரும்பாலான இடைநிலை தனிமங்களும், அறுங்கோண நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பு அல்லது கனசதுர நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பு அல்லது பொருள்மைய கனசதுர அமைப்பு ஆகியனவற்றுள் ஏதேனும் ஒரு அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

21 Sc HCP	22 Ti HCP	23 V BCC	24 Cr BCC	25 Mn BCC	26 Fe BCC	27 Co HCP	28 Ni FCC	29 Cu FCC	30 Zn HCP
39 Y HCP	40 Zr HCP	41 Nb BCC	42 Mo BCC	43 Tc HCP	44 Ru HCP	45 Rh FCC	46 Pd FCC	47 Ag FCC	48 Cd HCP
57* La DHCP	72 Hf HCP	73 Ta BCC/ TETR	74 W BCC	75 Re HCP	76 Os HCP	77 Ir FCC	78 Pt FCC	79 Au FCC	80 Hg RHO
89** Ac FCC	104 Rf [HCP]	105 Db [BCC]	106 Sg [BCC]	107 Bh [HCP]	108 Hs [HCP]	109 Mt [FCC]	110 Ds [BCC]	111 Rg [BCC]	112 Cn [BCC]

படம் 4.2 3d, 4d மற்றும் 5d இடைநிலை உலோகங்களின் அணிக்கோவை வடிவமைப்புகள்

இடைநிலை உலோக வரிசையில், இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது, ஆரம்பத்தில் உலோகப் பிணைப்பிற்கு தேவையான தனித்த d எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால் உருகுநிலையும் அதிகரித்து, அதிகபட்ச மதிப்பினை அடைந்து பின், உலோக பிணைப்பிற்கு தேவையான d எலக்ட்ரான்கள் இணையாவதால் உருகுநிலையின் மதிப்பு குறைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, முதல் இடைநிலைத் தனிம வரிசையில், ஸ்காண்டியத்திலிருந்து (உருகுநிலை 1814 K) வெனேடியம் (உருகுநிலை 2183 K) வரை உருகுநிலை அதிகரிக்கிறது. வெனேடியத்தின் உருகுநிலையானது குரோமியத்தின உருகுநிலையான 2180 K க்கு அருகாமையில் உள்ளது. எனினும் 3d வரிசையில், மாங்கனீஸ் மற்றும் 4d வரிசையில் Tc ஆகியன குறைவான உருகுநிலைகளைப் பெற்றுள்ளன. இடைநிலைத் தனிம வரிசையில் ஏறத்தாழ மைய பகுதியில் அமைந்துள்ள தனிமானது அதிகபட்ச உருகுநிலையை பெற்றுள்ளது. இதிலிருந்து, d^5 எலக்ட்ரான் அமைப்பானது அணுக்களுக்கிடையே வலிமையான கவர்ச்சி விசை உருவாக சாதகமாக உள்ளது என அறிய முடிகிறது. முதல் இடைநிலைத் தனிமங்களின் உருகுநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களை பின்வரும் வரைபடம் காட்டுகிறது.



படம் 4.3 3d வரிசை தனிமங்களின் உருகுநிலையில் ஏற்படும் மாறுபாடு

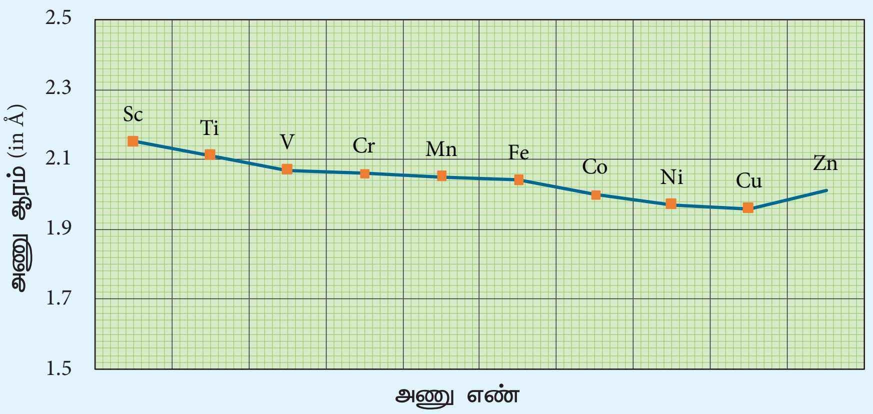
4.3.2 அணு ஆரம் மற்றும் அயனிகளின் உருவளவில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்

ஒரு வரிசையில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது அணுக்கருவின் மின்சுமை அதிகரிப்பதாலும் கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் ஒரே கூட்டில் சேர்க்கப்படுவதாலும் பொதுவாக அணு ஆரம் சீராகக் குறைகிறது. 3d இடைநிலைத் தனிம வரிசையில் ஸ்காண்டியத்திலிருந்து வெனேடியம் வரை எதிர்பார்த்தவாறு அணு ஆரம் சீராக குறைகிறது. ஆனால் அதன் பின்னர் தாமிரம் வரை அணு ஆரத்தில் குறிப்பிடத்தகுந்த மாற்றம் ஏதுமின்றி ஏறத்தாழ சீராக உள்ளது. 3d வரிசையில் ஸ்காண்டியத்திலிருந்து துத்தநாகம் வரை செல்லும் போது, கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் 3d ஆர்பிட்டால்களில் சேர்கின்றன அதே நேரத்தில் அணுக்கருவின் மின்சுமையும் அதிகரிக்கின்றது. 3d ஆர்பிட்டாலில் இடம்பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவின் அதிகரிக்கும் மின்சுமையினை பகுதியளவே மறைக்கிறது. எனவே செயலுறு அணுக்கரு மின்சுமையின் மதிப்பு சிறிதளவு அதிகரிக்கின்றது. இதன் விளைவாக அணு ஆரம் குறைய வேண்டும்

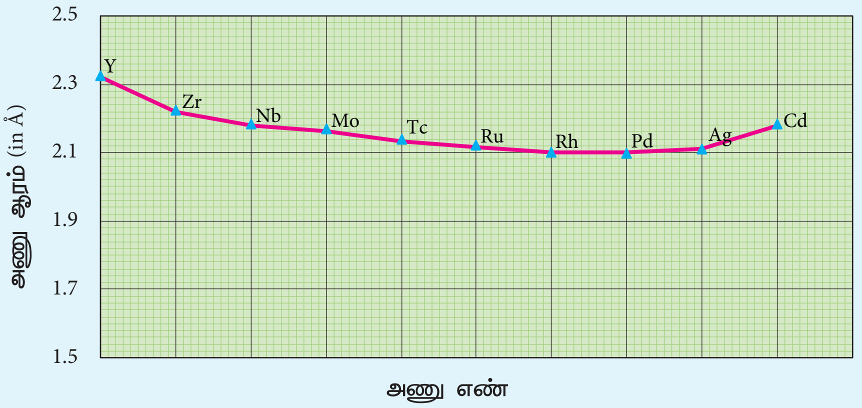
எனினும் 3d ஆர்பிட்டாலில் சேரும் எலக்ட்ரான்கள் 4s எலக்ட்ரான்களை வலிமையாக விலக்குகின்றன. மேற்கண்டுள்ள இவ்விரு விளைவுகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்எதிர் திசைகளில் செயல்படுவதோடு மட்டுமல்லாமல் அவை ஒன்றையொன்று சமன் செய்யவும் முயல்வதால் அணு ஆரமானது குறையாமல் ஏறத்தாழ மாறாமல் உள்ளது.

3dவரிசையின்இறுதியில் இடம்பெற்றுள்ள துத்தநாகம் தனது d ஆர்பிட்டாலில் 10 எலக்ட்ரான்களை கொண்டுள்ளது. இந்நேர்வில் எலக்ட்ரான்களுக்கு இடையேயான விலக்கு விசையானது செயலுறு அணுக்கருமின்சுமையைவிட அதிகமாக இருப்பதால் இணைதிற கூட்டிலுள்ள ஆர்பிட்டால் சிறிதளவு விரிவடைகிறது. இதன் காரணமாக துத்தநாகத்தின் அணு ஆரம் சிறிதளவு அதிகரிக்கின்றது.

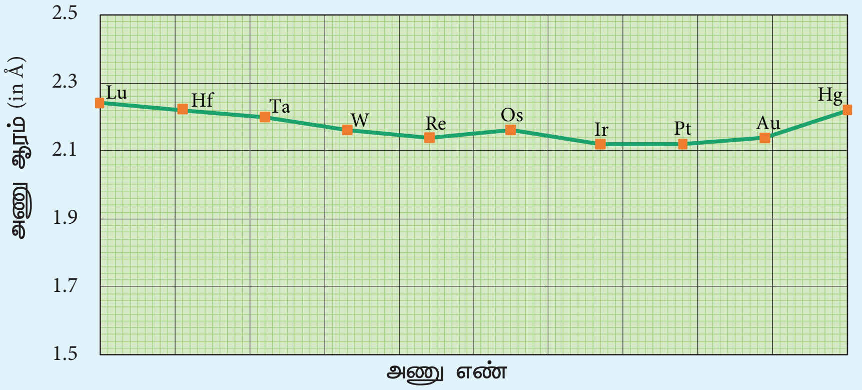
நாம் ஒரு தொகுதியில் மேலிலிருந்து கீழாகச் செல்லும் போது, அணு ஆரம் பொதுவாக அதிகரிக்கின்றது. இதே போக்கு d தொகுதித் தனிமங்களிலும் எதிர்ப்பார்க்கப்படுகின்றது.



படம் 4.4 (அ) 3d தனிமங்களின் அணு ஆரங்கள்



படம் 4.4 (ஆ) 4d தனிமங்களின் அணு ஆரங்கள்



படம் 4.4 (இ) 5d தனிமங்களின் அணு ஆரங்கள்

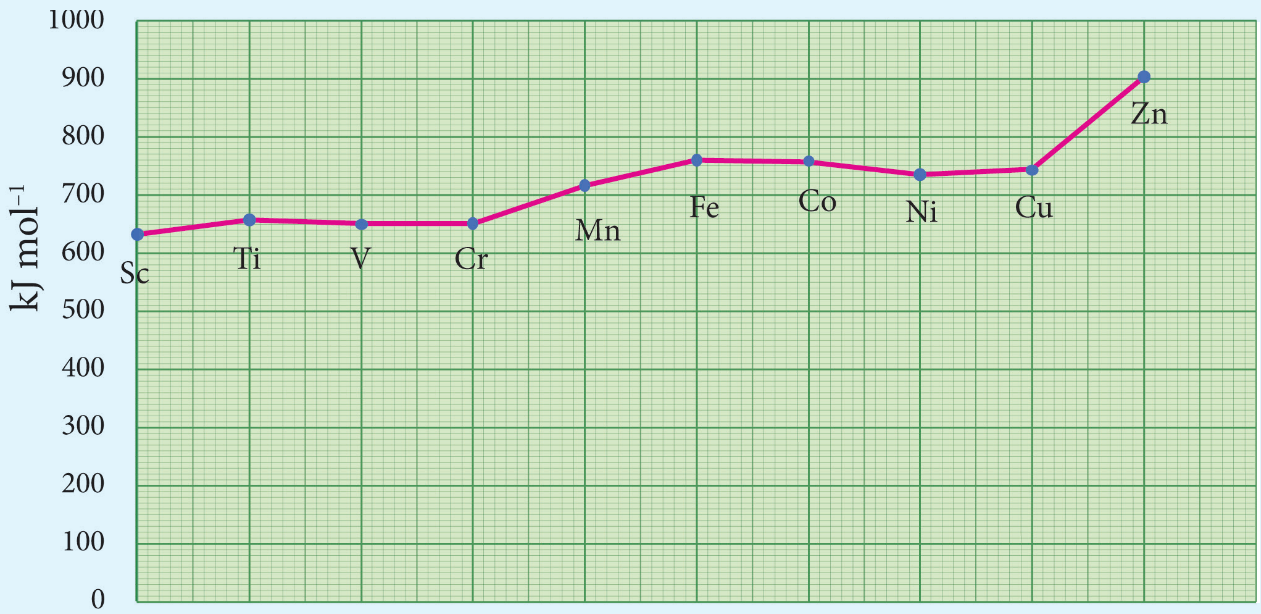
ஐந்தாவது வரிசை d தொகுதியில், எலக்ட்ரான்கள் 4d ஆர்பிட்டாலில் சேர்க்கப்படுவதால் அவ்வரிசையில் இடம்பெற்றுள்ள 4d வரிசை தனிமங்களின் அணு ஆரமானது அதற்கு இணையான 3d வரிசை தனிமங்களைக் காட்டிலும் அதிகமாக உள்ளது. எனினும் 5d வரிசை தனிமங்களில் எதிர்பார்த்தலுக்கு மாறான போக்கு காணப்படுகிறது. அதாவது, 5d வரிசை தனிமங்களின் அணு ஆரங்களின் மதிப்புகள் அவைகளுக்கு இணையான 4d வரிசை தனிமங்களின் அணு ஆரங்களைவிட

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 116 18-12-2021 21:57:15

அதிக மதிப்பினை பெற்றிருக்காமல் ஏறத்தாழ ஒத்த அணு ஆரங்களைப் பெற்றுள்ளன. இதற்கு லாந்தனாய்டு குறுக்கம் காரணமாக அமைகின்றது. லாந்தனாய்டு குறுக்கத்தினை உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் பாடப் பகுதியில் பின்னர் கற்போம்.

4.3.3 அயனியாக்கும் ஆற்றல்

இடைநிலைத் தனிமங்கள் s மற்றும் p தொகுதித் தனிமங்களுக்கு இடைப்பட்ட அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. இடைநிலைத் தனிம வரிசையில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது எதிர்ப்பார்த்தபடியே அயனியாக்கும் ஆற்றல் அதிகரிக்கின்றது. d ஆர்பிட்டாலில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படும்போது, அணுக்கருவின் மின்சுமையும் அதிகரிக்கிறது. இதன் காரணமாக அயனியாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்பும் அதிகரிக்கின்றது. முதல் இடைநிலை வரிசைத் தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் கீழ்கண்டுள்ள படம் விளக்குகிறது.



படம் 4.5 3 d வரிசை தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அணு எண் அதிகரிக்கும் போது முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலில் ஏற்படும் அதிகரிப்பானது சீராக அமைவதில்லை. d தொகுதி தனிமங்களில் கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் (n-1) d ஆர்பிட்டாலில் சேர்கின்றன. மேலும் இந்த உட்கூட்டு எலக்ட்ரான்கள் ஒரு திரை போல செயல்பட்டு இணைதிற ns எலக்ட்ரான்களின் மீது அணுக்கரு செலுத்தும் கவர்ச்சி விசையினைக் குறைக்கின்றன. எனவே இதன் விளைவாக அயனியாக்கும் ஆற்றலில் மாறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன.

அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்புகளைக் கொண்டு சேர்மங்களின் வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்பு தன்மையைத் தீர்மானிக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, Ni^{2+} மற்றும் Pt^{2+} ஆகிய அயனிகளின் நிலைப்புத் தன்மையை ஒப்பிடுவோம்.

நிக்கலுக்கு, $IE_1 + IE_2 = (737 + 1753)$

$= 2490\ kJmol^{-1}$

பிளாட்டினத்திற்கு, $IE_1 + IE_2 = (864 + 1791)$

$= 2655\ kJmol^{-1}$

எனவே, Pt^{2+} உடன் ஒப்பிடும் போது Ni^{2+} உருவாக குறைவான ஆற்றல் தேவைபடுகிறது,

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 117 18-12-2021 21:57:15

இதனால் Pt(II) சேர்மங்களை காட்டிலும் Ni (II) சேர்மங்கள் அதிக வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத் தன்மையினை உடையவை என அறிகிறோம்.

தன் மதிப்பீடு 1 :

Ni^{4+} மற்றும் Pt^{4+} ஆகியவனவற்றின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்புகளிலிருந்து அவைகளின் நிலைப்புத் தன்மையினை ஒப்பிடுக.

IE	Ni	Pt
I	737	864
II	1753	1791
III	3395	2800
IV	5297	4150

4.3.4 ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

முதலாவது இடைநிலை உலோகமான ஸ்காண்டியம் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. ஆனால், மற்ற இடைநிலை தனிமங்கள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில், இவைகளின், (n-1)d மற்றும் ns ஆர்பிட்டால்களுக்கிடையே காணப்படும் ஆற்றல் வேறுபாடு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அவற்றில் இடம் பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான்களை இழந்து அவைகள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெறுகின்றன. 3d வரிசை இடைநிலைத் தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள் பின்வரும் அட்டவணையில் சுருக்கமாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
				+7				
			+6	+6	+6			
		+5	+5	+5				
	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
								+1

d வரிசைத் தொடரின் துவக்கத்தில் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையானது நிலைப்புத் தன்மையுடையதாக உள்ளது. ஆனால், தொடரின் இறுதியில் +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைமையானது நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றதாக உள்ளது. எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கிறது. மேலும் இணையாகும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. எனவே முதல் மற்றும் கடைசி தனிமங்கள் குறைவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளையும் மையப் பகுதியினை ஒட்டி அமைந்துள்ள தனிமங்கள் அதிக எண்ணிக்கையிலான ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளையும் பெற்றுள்ளன. எடுக்காட்டாக, முதல் தனிமமான ஸ்காண்டியம் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை மட்டும் கொண்டுள்ளது. மையத்தில் அமைந்துள்ள தனிமமான மாங்கனீஸ் +2 முதல் +7 வரையிலான ஆறு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது. கடைசி தனிமமான தாமிரம் +1 மற்றும் +2 ஆகிய இரு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளை மட்டும் கொண்டுள்ளது.

3d தனிம வரிசை உலோகங்களின் பல்வேறு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளின் ஒப்பீட்டு நிலைப்புத் தன்மையினை, பாதியளவு மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட d ஆர்பிட்டால்களின் நிலைப்பு

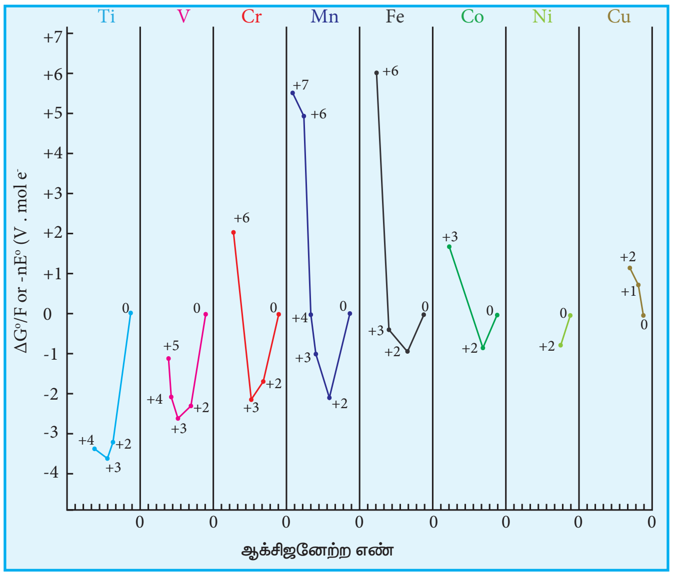
XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 118 18-12-2021 21:57:16

தன்மையோடு தொடர்புபடுத்தி விளக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டு, $Mn^{2+}\left(3d^{5}\right)$ ஆனது $Mn^{4+}\left(3d^{3}\right)$ ஐ விட அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது.

4d மற்றும் 5d உலோகங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையானது, இட்ரியம் மற்றும் லாந்தனத்தின் +3 முதல் ருத்தீனியம் மற்றும் ஆஸ்மியத்தின் +8 வரை மாறுபடுகிறது. 4d மற்றும் 5d தனிமங்கள், ஆக்சிஜன், புளூரின் மற்றும் குளோரின் ஆகிய அதிக எலக்ட்ரான் கவர் தன்மையுடைய தனிமங்களுடன் உருவாக்கும் சேர்மங்களில் அவைகளின் அதிகபட்ச ஆக்சிஜனேற்ற நிலை காணப்படுகிறது. எ.கா RuO_4, OsO_4 மற்றும் WCl_6 ஒரு வரிசையில் மேலிருந்து கீழாக வரும் போது உயர் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளின் நிலைப்புத் தன்மை பொதுவாக அதிகரிக்கிறது. அதே நேரத்தில் குறைந்த ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளின் நிலைப்புத் தன்மை குறைகிறது. இதனை ΔG^0 vs ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைக் குறிப்பிடும் ஃபுரோஸ்ட் வரைபடத்திலிருந்தும் அறிந்து கொள்ளலாம். டைட்டேனியம், வெனேடியம் மற்றும் குரோமியத்தில் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையானது அதிக வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இரும்பினைப் பொருத்தவரையில் +2 மற்றும் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள் ஏறத்தாழ சமமான நிலைப்புத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. 3d இடைநிலைத் தனிம வரிசையில் தாமிரம் மட்டும் தனித்துவ மிக்க +1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைக் கொண்டுள்ளது. இந்த நிலையானது +2 மற்றும் 0 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளாக எளிதில் மாற்றமடையும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது.

தன் மதிப்பீடு 2 :

இரும்பினைப் பொருத்த வரையில் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையானது +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை விட அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது. ஆனால், மாங்கனீசைப் பொருத்த வரையில் இதன் மறுதலையானது உண்மை. ஏன்?



படம் 4.6 ஃபுரோஸ்ட் வரைபடம்

4.3.5 இடைநிலை தனிமங்களின் திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்புகள்

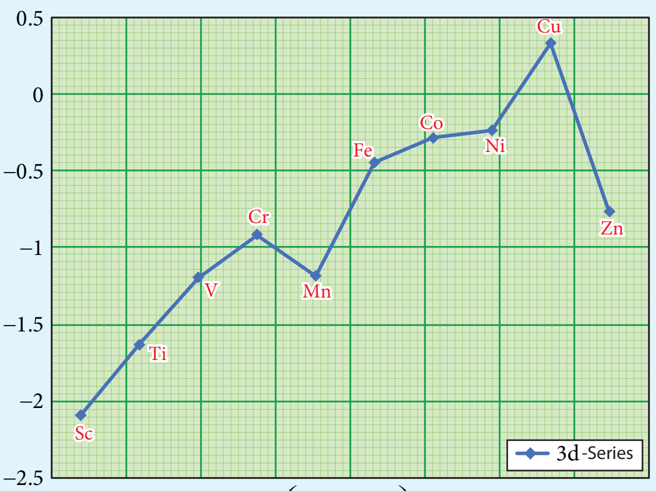
ஆக்சிஜனேற்றஒடுக்கவினைகளில்ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் ஒரு வினைபடு பொருளிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இத்தகைய வினைகள் எப்போதும் இரட்டைவினைகளாகவே நிகழ்கின்றன. அதாவது, ஒரு சேர்மம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்தால் மற்றொன்று கண்டிப்பாக ஆக்சிஜனொடுக்கம் அடைய வேண்டும். ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் சேர்மம் ஆக்சிஜனொடுக்கி எனவும் மேலும் ஒடுக்கமடையும் சேர்மம் ஆக்சிஜனேற்றி எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரு தனிமத்தின் ஆக்சிஜனேற்றும் மற்றும் ஒடுக்கும் தன்மையினை அதன் திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்புகளின் அடிப்படையில் அளந்தறிய இயலும்.

1 atm, 273K திட்ட அழுத்த மற்றும் வெப்ப நிலையில் மூலக்கூறு ஹைட்ரஜனாது நீரேற்றம் அடைந்த புரோட்டானாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் ஒரு மின் முனையைக் கொண்டுள்ள மின்கலனின் திட்ட மின்னியக்கு விசையின் மதிப்பானது திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்பு எனப்படும்.

ஒரு உலோகத்தின் திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்பானது அதிக எதிர்க்குறி மதிப்பைப் பெற்றிருப்பின், அந்த உலோகமானது ஒரு வலிமையான ஒடுக்கும் காரணியாகும். ஏனெனில் இவைகள் எலக்ட்ரான்களை எளிதில் இழக்கின்றன. (E^0)

முதல் இடைநிலை வரிசை உலோகங்களின் திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்புகள் (ஒடுக்க மின்னழுத்தம்) பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

வினை	திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்தம் (V)
$Ti^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ti$	−1.63
$V^{2+} + 2e^- \longrightarrow V$	−1.19
$Cr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cr$	−0.91
$Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$	−1.18
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$	−0.44
$Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$	−0.28
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	−0.23
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	+0.34
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	−0.76



படம் 4.7 (அ) $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ – 3d வரிசை

3d வரிசையில் டைட்டேனியத்திலிருந்து துத்தநாகம் நோக்கிச் செல்லும் போது, திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்புகள் $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ குறைவான எதிர்க்குறி மதிப்பினை நோக்கிச் செல்கின்றன. மேலும், தாமிரமானது நேர்க்குறி ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்பை பெற்றுள்ளது. அதாவது, Cu^{2+} அயனியைக் காட்டிலும் தனிம நிலை தாமிரமானது அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது. 3d வரிசை தனிமங்களின் திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்தத்தின் பொதுவான போக்கில் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இரு விலகல்கள் காணப்படுகின்றன. அதாவது மாங்கனீஸ் மற்றும் துத்தநாகம் ஆகியனவற்றின் $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ மதிப்பானது வழக்கமான போக்கிலிருந்து அதிக எதிர்க்குறி உடையதாக உள்ளது. Mn^{2+} – இன் சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட d^5 எலக்ட்ரான் அமைப்பும் Zn^{2+} – இன் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பும் இவ்விலகலுக்கு காரணமாக அமைகின்றன. அதிக ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படும் இடைநிலை உலோகங்கள் ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்பட முனைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, Fe^{3+} ஆனது ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றி ஆகும். இது தாமிரத்தை Cu^{2+} ஆக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது. இவ்வினையின் சாத்தியத் தன்மையினை பின்வரும் திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்புகளிலிருந்து தீர்மானிக்கலாம்.

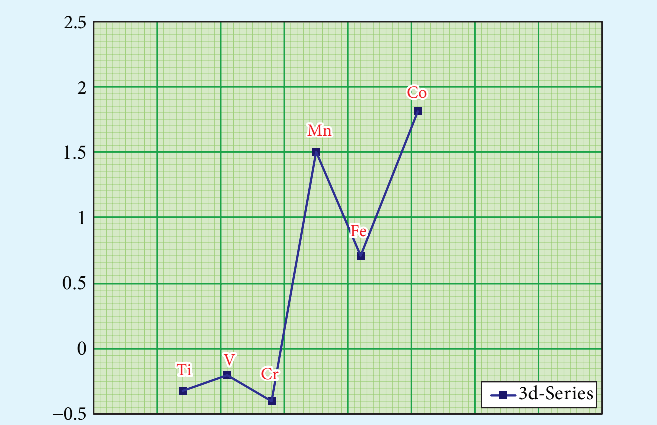
$$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+} \quad E^0 = 0.77V$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s) \quad E^0 = +0.34\ V$$

M^{3+}/M^{2+} அரை கலனின் திட்ட மின் முனை மின்னழுத்த மதிப்புகளானது M^{3+} மற்றும் M^{2+} அயனிகளுக்கிடையேயான ஒப்பீட்டு நிலைப்புத் தன்மையைத் தருகிறது. திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்புகள் கீழே அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 120 18-12-2021 21:57:20

வினை	திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்தம் (V)
$Ti^{3+} + e^- \longrightarrow Ti^{2+}$	−0.37
$V^{3+} + e^- \longrightarrow V^{2+}$	−0.26
$Cr^{3+} + e^- \longrightarrow Cr^{2+}$	−0.41
$Mn^{3+} + e^- \longrightarrow Mn^{2+}$	+1.51
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	+0.77
$Co^{3+} + e^- \longrightarrow Co^{2+}$	+1.81



படம் 4.7 (ஆ) $\left(E^0_{M^{3+}/M^{2+}}\right)$ – 3d வரிசை

டைட்டேனியம், வெனேடியம் மற்றும் குரோமியம் ஆகியனவற்றின் எதிர்க்குறி ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்புகளிலிருந்து அவைகளில் உயர் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையானது முன்னுரிமை பெற்றுள்ளன என அறிய முடிகிறது. நிலைப்புத் தன்மையுடைய Cr^{3+} அயனியை ஒடுக்கமடையச் செய்ய வேண்டுமெனில், அதிக எதிர்க்குறி திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்புடைய துத்தநாக உலோகம் $(E^0 = -0.76\ V)$ போன்ற வலிமை மிக்க ஒடுக்க காரணியைப் பயன்படுத்த வேண்டும். Mn^{3+}/Mn^{2+} – ன் அதிக ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்பிலிருந்து Mn^{2+} அயனியானது Mn^{3+} அயனியைக் காட்டிலும் அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது என அறிய முடிகிறது. Fe^{3+}/Fe^{2+} – இன் திட்ட ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்பானது 0.77V. இக்குறைவான மதிப்பிலிருந்து, வழக்கமான நிபந்தனைகளில், Fe^{3+} மற்றும் Fe^{2+} ஆகிய இரண்டும் நடைமுறையில் இருப்பதற்கான சாத்தியத்தினை அறிய முடிகிறது. Mn யிலிருந்து Fe க்குச் செல்லும் போது மின்னழுத்த மதிப்பில் திடீர் குறைவு ஏற்படுகிறது. இதற்கு Mn^{3+} அயனியானது $3d^4$ எலக்ட்ரான் அமைப்பினையும் Mn^{2+} அயனியானது $3d^5$ எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளதே காரணமாகும். சரிபாதியளவு நிரப்பப்பட்ட d ஆர்பிட்டால் அதிக நிலைப்புத் தன்மையைப் பெறுவதால் Mn^{3+} – இன் ஒடுக்கம் மிகவும் சாத்தியமான ஒன்றாகும் $(E^0 = +1.51V)$.

4.3.6 காந்தப் பண்புகள்

இடைநிலைத் தனிமங்களில் பெரும்பாலான சேர்மங்கள் பாரா காந்தத் தன்மை உடையவை. மேலும் காந்த பண்புகள் அணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகளோடு தொடர்புடையவை. எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்றிவரும் ஆர்பிட்டால் இயக்கத்துடன், தனது சுய அச்சினைப் பற்றி தனக்கு தானே சுழல்கிறது என நாம் ஏற்கனவே பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்றறிந்துள்ளோம். இவ்வியக்கங்களின் காரணமாக ஒரு சிறிய காந்தப் புலம் உருவாகிறது. காந்த புலத்தினை காந்த திருப்புத்திறனைக் கொண்டு மதிப்பிடலாம். காந்த பண்புகளின் அடிப்படையில் பொருட்களை (i) பாரா காந்த தன்மையுடைய பொருட்கள், (ii) டையா காந்த தன்மையுடைய பொருட்கள் என வகைப்படுத்தலாம். இவற்றினைத் தவிர ஃபெர்ரோ மற்றும் எதிர் ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களும் காணப்படுகின்றன.

டையா காந்தப் பொருட்கள், முதன்மை காந்த இரு முனைகள் எதனையும் பெற்றிருப்பதில்லை. அதாவது, ஒரு பொருளில் உள்ள அனைத்து எலக்ட்ரான்களும் இரட்டைகளாகக் காணப்பட்டால்

அப்பொருள் டையா காந்தப் பண்பினைப் பெற்றுள்ளது எனவும் இதனைக் குறிப்பிடலாம். இத்தகைய பொருட்களை புற காந்தப் புலத்தில் வைக்கும் போது அவை காந்தப் புலத்தால் விலக்கப்படுகின்றன. மேலும் அப்பொருளில் ஒரு காந்தத் தூண்டல் உருவாகிறது. உருவாகும் காந்தத் தூண்டலானது, செயல்படுத்தப்படும் காந்தப்புலத்திற்கு எதிரான திசையில் ஒரு வலிமைக் குறைந்த காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

பாரா காந்தப் பொருட்கள் இணையாகாத எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் ஒன்றிடமிருந்து ஒன்று தனித்திருக்குமாறு காந்த இருமுனைகளைக் கொண்டுள்ளன. புற காந்தப் புலம் செயல்படாத நிலையில் காந்த இரு முனைகள் ஒழுங்கின்றி அங்கும் இங்கும் அமைந்துள்ளன. எனவே இத்தகைய திடப் பொருட்கள் நிகர காந்தத் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. ஆனால் காந்தப் புலம் செயல்படுத்தும் போது காந்த இரு முனைகள் புற காந்தப் புலத்தின் திசையில் அவற்றிற்கு இணையாக ஒருங்கமைகின்றன. எனவே இவை புற காந்தப் புலத்தினால் ஈர்க்கப்படுகின்றன.

ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருட்கள் சிறிய பெருங்கூறு அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பெருங்கூறு அமைப்பிலும் காந்த இருமுனைகள் ஒருங்கே அமைந்துள்ளன. ஆனால் இது அடுத்தடுத்த பெருங்கூறுகளின் இருமுனை சுழற்சியானது ஒழுங்கின்றி அமைந்துள்ளது. இணையாகாத d எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ள சில இடைநிலைத் தனிமங்கள் அல்லது அவைகளின் அயனிகள் ஃபெர்ரோ காந்தத் தன்மையை பெற்றுள்ளன.

பெரும்பாலான நேர்வுகளில், பாரா காந்த தன்மையுடைய 3d இடைநிலை உலோகங்களின் காந்த திருப்புத்திறனானது அவைகளின் எலக்ட்ரான் சுழற்சியினால் உருவாகும் காந்த திருப்புத் திறனை மட்டுமே பொறுத்து அமைவதாக உள்ளது. ஆர்பிட்டால் திருப்புத் திறன் (L) ஆனது அதனினுள் அடங்கியிருப்பதாக கருதப்படுகிறது. எனவே காந்தத் திருப்புத் திறனை பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$\mu = g\sqrt{S(S+1)}\ \mu_B$$

இங்கு s என்பது இணையாகாத எலக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சி குவாண்டம் எண்களின் கூடுதலைக் குறிப்பிடுகிறது. மேலும், μ_B என்பது போர் மேக்னடான் ஆகும்.

'n' –தனித்த இணையாகாத எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ள ஒரு அயனிக்கு $S = \frac{n}{2}$ மேலும் ஒரு எலக்ட்ரானுக்கு $g = 2$

எனவே, தற்சுழற்சியை மட்டுமே பொறுத்தமையும் காந்த திருப்புத் திறனானது பின்வருமாறு :

$$\mu = 2\sqrt{\left(\frac{n}{2}\right)\left(\frac{n}{2}+1\right)}\ \mu_B$$

$$\mu = 2\sqrt{\left(\frac{n(n+2)}{4}\right)}\ \mu_B$$

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

மேற்கண்டுள்ள வாய்ப்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடப்பட்ட காந்தத் திருப்புத்திறன் மதிப்புகள் பரிசோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட மதிப்புகளோடு ஒப்பிட்டு பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலான நேர்வுகளில் அவற்றிற்கிடையே பெரிய வேறுபாடுகள் ஏதுமில்லை.

அயனி	அமைப்பு	n	$\mu = \sqrt{n(n+2)}\ \mu_B$	μ (observed)
Sc^{3+}, Ti^{4+}, V^{5+}	d^0	0	$\mu = \sqrt{0(0+2)} = 0\ \mu_B$	டையா காந்த பண்பு
Ti^{3+}, V^{4+}	d^1	1	$\mu = \sqrt{1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.73\ \mu_B$	1.75
Ti^{2+}, V^{3+}	d^2	2	$\mu = \sqrt{2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.83\ \mu_B$	2.76
Cr^{3+}, Mn^{4+}, V^{2+}	d^3	3	$\mu = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ \mu_B$	3.86
Cr^{2+}, Mn^{3+}	d^4	4	$\mu = \sqrt{4(4+2)} = \sqrt{24} = 4.89\ \mu_B$	4.80
Mn^{2+}, Fe^{3+}	d^5	5	$\mu = \sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.91\ \mu_B$	5.96
Co^{3+}, Fe^{2+}	d^6	4	$\mu = \sqrt{4(4+2)} = \sqrt{24} = 4.89\ \mu_B$	5.3-5.5
Co^{2+}	d^7	3	$\mu = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ \mu_B$	4.4-5.2
Ni^{2+}	d^8	2	$\mu = \sqrt{2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.83\ \mu_B$	2.9-3.4
Cu^{2+}	d^9	1	$\mu = \sqrt{1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.732\ \mu_B$	1.8-2.2
Cu^{+}, Zn^{2+}	d^{10}	0	$\mu = \sqrt{0(0+2)} = 0\ \mu_B$	டையா காந்த பண்பு

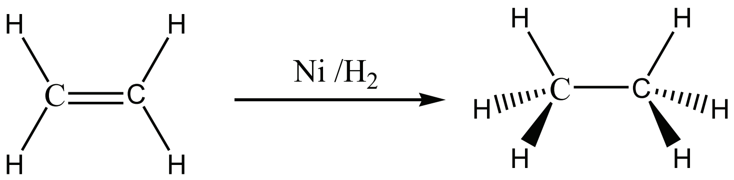
4.3.7 வினையூக்கி பண்புகள்

வேதித் தொழிற்சாலைகளில், பலபடிகள் வாசனைப் பொருட்கள், மருந்துகள் போன்ற பல்வேறு வினைப் பொருட்கள் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான உற்பத்திச் செயல் முறைகள் சுற்றுச்சூழலில் மிகப் பெரிய பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே சுற்றுசூழலுக்கு உகந்த தகுந்த மாற்றுச் செயல்முறைகளைக் கண்டறிவது அவசியமாகிறது. இத்தகைய சூழலில் தகுந்த வினைவேக மாற்றிகளை பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்படும் செயல் முறைகளானவை, குறைவான ஆற்றலை பயன்படுத்துதல், வீணாகும் பொருட்களின் உற்பத்தியைக் குறைத்தல் மற்றும் அதிகளவு வினைபடு பொருட்களை வினைவிளைப் பொருட்களாக மாற்றுதல், சூழலுக்கு உகந்ததாக அமைத்தல் போன்ற பல்வேறு நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளன.

இடைநிலை உலோகங்கள் மற்றும் அவற்றின் சேர்மங்கள் பல்வேறு தொழிற் செயல்முறைகளில் வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படுகின்றன. இடைநிலை உலோகங்கள் தகுந்த ஆற்றல் உடைய d ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டிருப்பதால் அந்த ஆர்பிட்டால்களால் வினைபடு மூலக்கூறுகளிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொள்ள முடியும் அல்லது வினைவேக மாற்றியானது வினைபடு மூலக்கூறுகளுடன் தங்களிடம் உள்ள d எலக்ட்ரான்களை பயன்படுத்தி பிணைப்புகளை உருவாக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் ஆல்கீன்களின் ஹைட்ரஜனேற்ற வினையில், ஆல்கீன்கள் அவைகளிடம் உள்ள π எலக்ட்ரான்களைப் பயன்படுத்தி வினைவேக மாற்றியின் காலியான d ஆர்பிட்டாலுடன், கிளர்வு மையங்களில் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் உள்ள σ பிணைப்பு பிளக்கப்படுகின்றது. மேலும் ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் அணுவும் வினைவேக மாற்றி அணுக்களின் d எலக்ட்ரான்களுடன் பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. பின் இவ்விரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஆல்கீன்களின் பகுதி பிளக்கப்பட்ட π பிணைப்புடன் பிணைந்து ஆல்கேன்களைத் தருகின்றன.

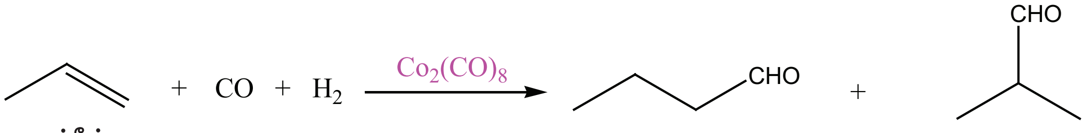
XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 123 18-12-2021 21:57:25



ஆல்கீன் ஆல்கேன்

சில வினைவேக மாற்றச் செயல்முறைகளில் இடைநிலைத் தனிமங்களின் மாறுபாடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, SO_3 யிலிருந்து கந்தக அமிலத்தை பெருமளவில் தயாரிக்கும் முறையில் வெனேடியம் பென்டாக்சைடு வினைவேக மாற்றியாக பயன்படுகிறது. இவ்வினையில் வினைவேக மாற்றி (V_2O_5) ஆனது SO_2 யை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது. இவ்வினையில் V_2O_5 ஆனது வெனேடியம் (IV) ஆக ஒடுக்கம் அடைகிறது. மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

(i) ஒலிஃபீன்களின் ஹைட்ரோ பார்மைல் ஏற்றம்



புரப்பீன் பியூட்டன் – 1 – அல் 2 – மெத்தில் புரப்பன் –1– அல்

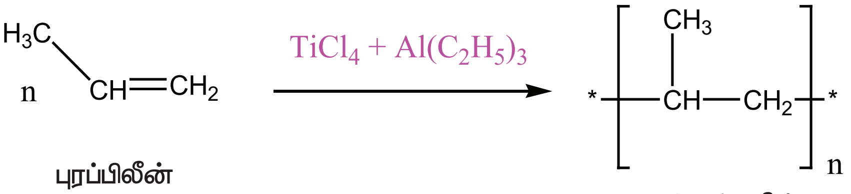
(ii) அசிட்டால்டிஹைடிலிருந்து அசிட்டிக்அமிலம் தயாரித்தல்

$$CH_3\text{-}CHO + CO \xrightarrow{\text{Rh / Ir அணைவு}} CH_3\text{-}COOH$$

அசிட்டால்டிஹைடு அசிட்டிக் அமிலம்

(iii) சீக்லர் – நட்டா வினைவேக மாற்றி

$TiCl_4$ மற்றும் ட்ரை ஆல்கைல் அலுமினியம் கலந்த வினைவேக மாற்றி பலபடியாக்கலில் பயன்படுகிறது.



புரப்பிலீன் பாலிபுரப்பிலீன்

4.3.8 உலோகக் கலவைகள் உருவாதல்

ஒரு உலோகத்தை ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிமங்களுடன் ஒன்றோடொன்று கலப்பதால் ஒரு உலோகக் கலவை உருவாகிறது. கலவையில் அதிக அளவு உள்ள உலோகம் கரைப்பான் எனவும், குறைவாக உள்ள மற்ற தனிமங்கள் கரைபொருட்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஹியூம் – ரோத்தரி விதிப்படி ஒரு பதிலீடடைந்த உலோகக் கலவை உருவாக, கரைப்பான் மற்றும் கரைபொருள் ஆகியனவற்றின் அணு ஆரங்களுக்கிடையேயான வேறுபாடு 15% விட குறைவாக இருக்க வேண்டும். கரைப்பான் மற்றும் கரைபொருள் இவ்விரண்டும் ஒரே இணைதிறன் மற்றும் படிக அமைப்பினைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். மேலும் அவைகளின் எலக்ட்ரான் கவர்திற மதிப்பின் வேறுபாடானது பூஜ்ஜியத்திற்கு அருகாமையில் அமைய வேண்டும். இந்நிபந்தனைகளை நிறைவுச் செய்யும் இடைநிலை உலோகங்கள் தங்களுக்குள் பல்வேறு

உலோகக் கலவைகளை உருவாக்குகின்றன. ஏனெனில் அவற்றின் உருவளவு ஏறத்தாழ ஒத்துள்ளன. மேலும் படிக அணிக்கோவைப் புள்ளிகளில் காணப்படும் ஒரு உலோகத்தினை மற்றொரு உலோகம் எளிதில் இடப்பெயர்ச்சி அடையச் செய்து உலோகக் கலவைகளை உருவாக்குகின்றன. இவ்வாறு உருவாகும் உலோகக் கலவைகள் கடினமாக இருப்பதுடன் பெரும்பாலும் அதிக உருகுநிலைகளைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு ஃபெர்ரஸ் உலோகக் கலவைகள், தங்கம் – தாமிரம் ஆகியனவற்றின் உலோகக் கலவை, குரோமியத்தின் உலோகக் கலவைகள் போன்றவை.

4.3.9 இடைச்செருகல் சேர்மங்களை உருவாக்குதல்

ஒரு உலோக அணிக்கோவைத் தளத்தில் உள்ள இடைச்செருகல் துளைகளில் ஹைட்ரஜன், போரான், கார்பன் அல்லது நைட்ரஜன் போன்ற சிறிய அணுக்கள் இடம்பெறுவதால் ஏற்படும் சேர்மங்கள் இடைச்செருகல் சேர்மங்கள் அல்லது உலோகக் கலவைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. வழக்கமாக இவை வேதி வினைக்கூறு விகித அடிப்படையில் அமையாத சேர்மங்களாகும். இடைநிலை உலோகங்கள் கணக்கற்ற TiC, $ZrH_{1.92}$, Mn_4N போன்ற இடைச்செருகல் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. உலோக அணிக்கோவை தளத்தில் இடம் பெறும் அணுக்களில் இச்சேர்மங்கள் புதிய பண்புகளைப் பெறுகின்றன.

(i) இவை கடினமானவை. மேலும் வெப்ப மற்றும் மின்கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

(ii) இவை அவற்றில் அடங்கியுள்ள தூய உலோகங்களைக் காட்டிலும் அதிக உருகுநிலையைக் கொண்டுள்ளன.

(iii) இடைநிலை உலோகங்களின் ஹைட்ரைடுகள் வலிமை மிக்க ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிகள் ஆகும்.

(iv) உலோக கார்பைடுகள் வேதி மந்த தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

4.3.10 அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குதல்

தங்களிடம் உள்ள எலக்ட்ரான் இரட்டைகளை வழங்கி ஈதல் சகப்பிணைப்பினை ஏற்படுத்தும் இயல்புடைய மூலக்கூறுகள் / அயனிகளுடன், இடைநிலைத் தனிமங்கள் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையினைக் கொண்டுள்ளன. இடைநிலைத் தனிம அயனிகள் சிறிய உருவளவையும் அதிக மின்சுமையையும் கொண்டுள்ளன. மேலும் பிறத் தொகுதிகள் வழங்கும் எலக்ட்ரான் இணைகளை ஏற்றுக்கொள்ளும் வகையில் காலியான குறைந்த ஆற்றலுடைய d ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டுள்ளன. இத்தகைய பண்புகளால் இடைநிலை உலோகங்கள் அதிக எண்ணிக்கையிலான அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள் $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, போன்றவை.

அணைவுச் சேர்மங்களின் வேதியியலை அலகு 5 ல் விரிவாகக் கற்கலாம்.

4.4 d வரிசை இடைநிலைத் தனிமங்களின் முக்கியமானச் சேர்மங்கள்

ஆக்சைடு மற்றும் ஆக்சோ நேரயனிகள்

பொதுவாக இடைநிலைத் தனிமங்கள் அதிக வெப்ப நிலையில் மூலக்கூறு ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து அவற்றின் உலோக ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன. 3d வரிசையில் உள்ள முதல் தனிமமான ஸ்காண்டியத்தை தவிர்த்து பிற அனைத்து இடைநிலைத் தனிமங்களும் அயனித் தன்மையுடைய உலோக ஆக்சைடுகளை தருகின்றன. உலோக ஆக்சைடுகளில் உலோகங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +2 முதல் +7 வரை மாறுபடுகிறது. உலோகத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஆக்சைடுகளின் அயனித்தன்மை குறைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, Mn_2O_7 சகப்பிணைப்புத் தன்மையுடையது. பெரும்பாலான உயர் ஆக்சைடுகள் அமிலத் தன்மையுடையவை.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 125 18-12-2021 21:57:25

Mn_2O_7 நீரில் கரைந்து பெர்மாங்கனிக் அமிலத்தினைத் ($HMnO_4$) தருகிறது. இதைப்போலவே CrO_3 ஆனது குரோமிக் அமிலம் (H_2CrO_4), மற்றும் டைகுரோமிக் அமிலங்களைத் ($H_2Cr_2O_7$) தருகின்றது. பொதுவாக தாழ் ஆக்சைடுகள் ஈரியல்புத் தன்மையுடையதாகவோ அல்லது காரத் தன்மையுடையதாகவோ காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக குரோமியம் (III) ஆக்சைடு (Cr_2O_3) ஈரியல்புத் தன்மையுடையது மற்றும் குரோமியம் (II) ஆக்சைடு (CrO) காரத் தன்மையுடையது.

பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் $K_2Cr_2O_7$

தயாரித்தல்

குரோமைட் தாதுவிலிருந்து பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் தயாரிக்கப்படுகிறது. தாதுவானது புவிஈர்ப்பு முறையைப் பயன்படுத்தி அடர்ப்பிக்கப்படுகிறது. பின் அடர்ப்பிக்கப்பட்ட தாதுவுடன் அதிகளவு சோடியம் கார்பனேட் மற்றும் சுண்ணாம்பு சேர்க்கப்பட்டு எதிர் அனல் உலையில் வறுக்கப்படுகிறது.

$$4\,FeCr_2O_4 + 8\,Na_2CO_3 + 7\,O_2 \xrightarrow{900 - 1000^0C} 8\,Na_2CrO_4 + 2\,Fe_2O_3 + 8\,CO_2\uparrow$$

வறுக்கப்பட்ட தாதுவானது பின் நீருடன் சேர்க்கப்பட்டு கரையாத இரும்பு ஆக்சைடிலிருந்து கரையக்கூடிய சோடியம் குரோமேட்டாக பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. சோடியம் குரோமேட்டின் மஞ்சள் நிறக் கரைசலை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும்போது சோடியம் குரோமேட் ஆனது சோடியம் டைகுரோமேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.

$$2\,Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$$

மேற்கண்டுள்ள கரைசலை அடர்பித்தல் மூலமாக குறைந்த கரையும் தன்மையுடைய சோடியம் சல்பேட் நீக்கப்படுகிறது. எஞ்சியுள்ள கரைசல் வடிகட்டப்பட்டு பின் அடர்ப்பிக்கப்படுகிறது. இதனை குளிர்வித்து $Na_2SO_4.2H_2O$ படிகங்கள் பெறப்பட்டு நீக்கப்ட்டடுகின்றன

சோடியம் டைகுரோமேட்டின் தெவிட்டிய நீர்க்கரைசல் KCl கரைசலுடன் கலக்கப்பட்டு பின் அடர்ப்பித்தல் மூலம் NaCl படிகங்கள் நீக்கப்படுகின்றன. இக்கரைசல் சூடான நிலையிலேயே வடிகட்டப்படுகிறது. மேலும் வடிநீரைக் குளிர்விப்பதன் மூலம் $K_2Cr_2O_7$ படிகங்கள் பெறப்படுகின்றன.

$$Na_2Cr_2O_7 + 2KCl \longrightarrow K_2Cr_2O_7 + 2NaCl$$

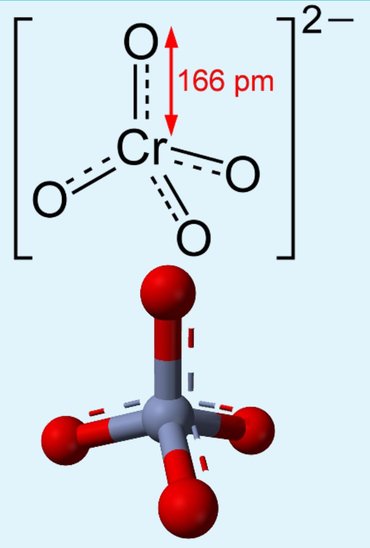
இயற்பியல் பண்புகள்

பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டானது ஆரஞ்சு சிவப்பு நிற படிகங்களாகும். இதன் உருகுநிலை 671 K மேலும் இது குளிர்ந்த நீரில் மிதமான அளவில் கரைகின்றது ஆனால் சூடான நீரில் நன்கு கரைகின்றது. டைகுரோமேட்டை வெப்பப்படுத்தும் போது அது சிதைவடைந்து Cr_2O_3 மற்றும் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளைத் தருகின்றது. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டை வெப்பப்படுத்தும் போது நச்சுத் தன்மையுடைய குரோமிய புகை உருவாவதால் இதற்கு மாற்றாக சோடியம் டைகுரோமேட் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

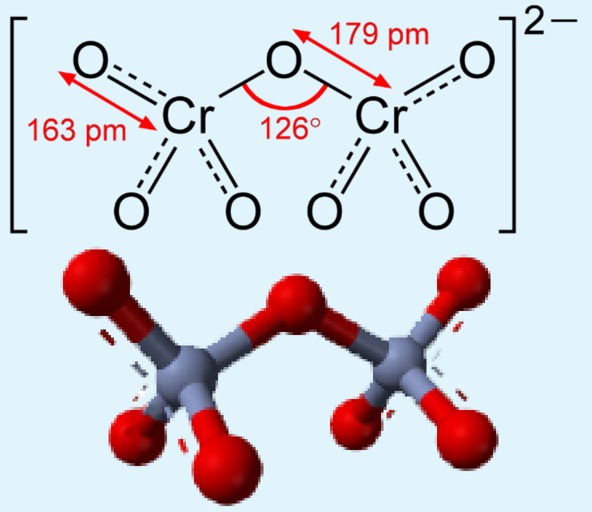
$$4\,K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} 4\,K_2CrO_4 + 2\,Cr_2O_3 + 3O_2\uparrow$$

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 126 18-12-2021 21:57:26

டைகுரோமேட் அயனியின் வடிவமைப்பு :



படம் 4.8 (அ) குரோமேட் அயனியின் வடிவமைப்பு



படம் 4.8 (ஆ) டைகுரோமேட் அயனியின் வடிவமைப்பு

குரோமேட் மற்றும் டைகுரோமேட் ஆகிய இரண்டும் குரோமியத்தின் ஆக்சோ நேர் அயனிகளாகும். மேலும் இவைகள் வலிமையான ஆக்சிஜனேற்ற காரணிகளாகும். இவ்வயனிகளில் குரோமியம் +6 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் காணப்படுகிறது. நீர்க்கரைசலில் குரோமேட் மற்றும் டைகுரோமேட் அயனிகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக மாற்றமடையும் இயல்பினைக் கொண்டுள்ளன. காரக் கரைசலில் குரோமேட் அயனியும் அமிலக் கரைசலில் டைகுரோமேட் அயனியும் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. இவ்வயனிகளின் வடிவமைப்புகள் மேலே கண்டுள்ள படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

வேதிப் பண்புகள்

1. ஆக்சிஜனேற்றம்

அமில ஊடகத்தில் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் ஒரு வலிமைமிக்க ஆக்சிஜனேற்றி ஆகும். H^+ அயனியின் முன்னிலையில், ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்படும்போது, டைகுரோமேட்டில் ஏற்படும் மாற்றம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7\,H_2O$

மேற்கண்டுள்ள வினையில் குரோமியத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +6 – ல் இருந்து +3 - ஆகக் குறைகின்றது. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் ஒரு ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்படுகிறது என்பதை பின்வரும் எடுத்துக்காட்கள் மூலம் விளக்கலாம்.

(i) இது ஃபெர்ரஸ் உப்புகளை ஃபெர்ரிக் உப்புகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$$

(ii) இது அயோடைடு அயனியை, அயோடினாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$$

(iii) இது சல்பைடு அயனியை, சல்பராக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$Cr_2O_7^{2-} + 3S^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3S + 7H_2O$$

(iv) இது சல்பர் டை ஆக்சைடை, சல்பேட் அயனியாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$Cr_2O_7^{2-} + 3SO_2 + 2H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + H_2O$$

(v) இது ஸ்டேனஸ் உப்புகளை, ஸ்டேனிக் உப்புகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$Cr_2O_7^{2-} + 3Sn^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3Sn^{4+} + 7H_2O$$

(vi) இது ஆல்கஹால்களை, கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 + 3CH_3CH_2OH \longrightarrow 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 11H_2O$$

குரோமைல் குளோரைடு சோதனை

பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டை ஏதேனும் ஒரு குளோரைடு உப்புடன் சேர்த்து அடர் கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில் வெப்பப்படுத்தும்போது ஆரஞ்சு சிவப்பு நிற குரோமைல் குளோரைடு ஆவி (CrO_2Cl_2) வெளியேறுகிறது. கனிம உப்புகளைக் கண்டறியும் பண்பறி பகுப்பாய்வில், குளோரைடு அயனி இருப்பதை உறுதிப்படுத்துவதற்கு இச்சோதனைப் பயன்படுகிறது.

$$K_2Cr_2O_7 + 4NaCl + 6H_2SO_4 \longrightarrow 2KHSO_4 + 4NaHSO_4 + \underset{\text{குரோமைல் குளோரைடு}}{2CrO_2Cl_2} \uparrow + 3H_2O$$

வெளியேறும் குரோமைல் குளோரைடு ஆவியானது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரைக்கப்படுகிறது. பின் இதனுடன் அசிட்டிக் அமிலம் சேர்த்து கரைசலை அமிலத் தன்மை பெறச்செய்து பின் லெட் அசிட்டேட் கரைசலைச் சேர்க்கும்போது, மஞ்சள் நிற லெட் குரோமேட் வீழ்படிவு உருவாகிறது.

$$CrO_2Cl_2 + 4NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 + 2NaCl + 2H_2O$$

$$Na_2CrO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow \underset{\substack{\text{லெட் குரோமேட்} \\ \text{(மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு)}}}{PbCrO_4} \downarrow + 2CH_3COONa$$

பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டின் பயன்கள்

பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டின் பயன்கள் பின்வருமாறு.

1. ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றியாகப் பயன்படுகிறது.
2. சாயமிடுதல் மற்றும் அச்சு தொழிலில் பயன்படுகிறது.
3. தோல் பதனிடுதலில் பயன்படுகிறது.
4. பருமனறி பகுப்பாய்வில் இரும்பின் சேர்மங்கள் மற்றும் அயோடைடுகளை அளந்தறியப் பயன்படுகிறது.

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் – $KMnO_4$

தயாரித்தல்

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டானது பைரோலுசைட் (MnO_2) தாதுவிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. தயாரித்தல் செயல்முறையானது பின்வரும் படிநிலைகளை உள்ளடக்கியது.

(i) MnO_2 வை பொட்டாசியம் மாங்கனேட் ஆக மாற்றுதல்.

நன்கு தூளாக்கப்பட்ட தாதுவானது KOH வுடன் காற்று அல்லது KNO_3 / $KClO_3$ போன்ற ஆக்சிஜனேற்றி முன்னிலையில் உருக்கப்படுகிறது. பச்சை நிற பொட்டாசியம் மாங்கனேட் உருவாகிறது.

$$2MnO_2 + 4KOH + O_2 \longrightarrow \underset{\substack{\text{பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்} \\ \text{(பச்சை)}}}{2K_2MnO_4} + 2H_2O$$

(ii) பொட்டாசியம் மாங்கனேட்டை பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்தல்

மேற்கண்டுள்ளவாறு உருவான பொட்டாசியம் மாங்கனேட்டை, வேதி அல்லது மின்னாற் ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்தல் ஆகிய இரு வழி முறைகளில் ஏதேனும் ஒரு வழிமுறையினைப் பின்பற்றி ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்து பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டைப் பெறலாம்.

வேதி ஆக்சிஜனேற்றம்

இந்த முறையில் பொட்டாசியம் மாங்கனேட்டானது ஓசோன் (O_3) அல்லது குளோரினுடன் வினைபடுத்தப்பட்டு பெர்மாங்கனேட் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$2MnO_4^{2-} + O_3 + H_2O \longrightarrow 2MnO_4^- + 2OH^- + O_2$$

$$2MnO_4^{2-} + Cl_2 \longrightarrow 2MnO_4^- + 2Cl^-$$

மின்னாற் ஆக்சிஜனேற்றம்

இம்முறையில் பொட்டாசியம் மாங்கனேட்டின் நீர்க்கரைசலானது சிறிதளவு காரத்தின் முன்னிலையில் மின்னாற் பகுக்கப்படுகிறது.

$$K_2MnO_4 \rightleftharpoons 2K^+ + MnO_4^{2-}$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

நேர்மின் வாயில் மாங்கனேட் அயனிகள் பெர்மாங்கனேட் அயனிகளாக மாற்றப்படுகின்றன.

$$\underset{\text{பச்சை}}{2MnO_4^{2-}} \rightleftharpoons \underset{\text{ஊதா}}{2MnO_4^-} + 2e^-$$

எதிர்மின் வாயில் ஹைட்ரஜன் வெளியேறுகிறது.

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \uparrow$$

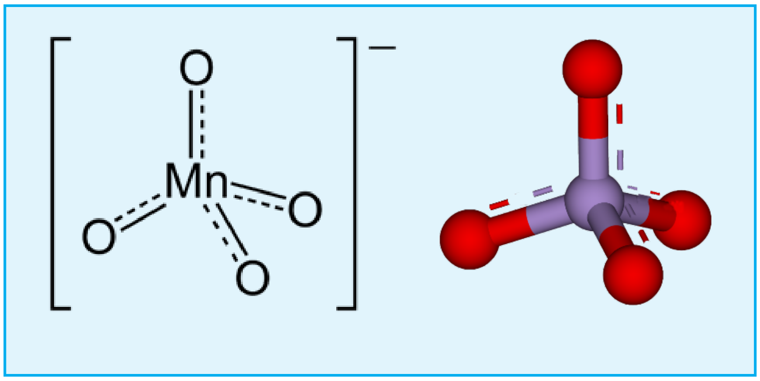
இளஞ்சிவப்பு நிறக் கரைசலை ஆவியதாலுக்கு உட்படுத்தி செறிவூட்டி பின் குளிர்விக்கும் போது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் படிகங்கள் பெறப்படுகின்றன.

இயற்பியல் பண்புகள்

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் அடர் இளஞ்சிவப்பு நிறப் படிகங்களாகக் காணப்படுகின்றது. இதன் உருகுநிலை 513 K. இது குளிர்ந்த நீரில் மிதமாக கரையும் ஆனால் சூடான நீரில் நன்கு கரைகிறது.

பெர்மாங்கனேட் அயனியின் வடிவமைப்பு

பெர்மாங்கனேட் அயனியில் d^3s இனக்கலப்படைந்த Mn^{7+} அயனியானது ஒரு நான்முகியின் மையத்தில் கீழே கண்டுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அமைந்துள்ளது.



படம் 4.9 பெர்மாங்கனேட் அயனியின் வடிவமைப்பு

வேதிப் பண்புகள்

1. வெப்பத்தின் விளைவு

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டை வெப்பப்படுத்தும்போது அது சிதைவடைந்து பொட்டாசியம் மாங்கனேட் மற்றும் மாங்கனீஸ் டை ஆக்சைடு ஆகியவற்றைத் தருகிறது.

$$2KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

2. அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினை

குளிர்ந்த அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைபடுத்தும் போது இது சிதைவடைந்து மாங்கனீஸ் ஹெப்டாக்சைடையைத் தருகிறது. தொடர்ச்சியாக ஹெப்டாக்சைடு வெடிக்கும் தன்மையுடன் சிதைவடைகிறது.

$$2KMnO_4 + \underset{\text{(குளிர்ந்த)}}{2H_2SO_4} \longrightarrow Mn_2O_7 + 2KHSO_4 + H_2O$$

$$2Mn_2O_7 \xrightarrow{\Delta} 4MnO_2 + 3O_2$$

ஆனால், சூடான அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும் போது மாங்கனீஸ் சல்பேட் உருவாகிறது.

$$4KMnO_4 + \underset{\text{(சூடான)}}{6H_2SO_4} \longrightarrow 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 6H_2O + 5O_2$$

3. ஆக்சிஜனேற்றும் பண்பு

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் ஒரு வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றியாகும். வெவ்வேறு ஊடகங்களில் இதன் ஆக்சிஜனேற்றும் வினை வேறுபடுகிறது.

அ. நடுநிலை ஊடகங்களில்

நடுநிலை ஊடகத்தில் இது MnO_2 ஆக ஒடுக்கம் அடைகிறது.

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

(i) இது H_2S ஐ சல்பராக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 3H_2S \longrightarrow 2MnO_2 + 3S + 2OH^- + 2H_2O$$

(ii) இது தயோ சல்பேட்டை, சல்ஃபேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$8MnO_4^- + 3S_2O_3^{2-} + H_2O \longrightarrow 6SO_4^{2-} + 8MnO_2 + 2OH^-$$

ஆ. கார ஊடகங்களில்

கார உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளின் முன்னிலையில், பெர்மாங்கனேட் அயனியானது மாங்கனேட் அயனியாக மாற்றமடைகிறது.

$$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$$

இந்த மாங்கனேட் அயனியானது, ஒடுக்கும் காரணிகளால் மேலும் MnO_2 ஆக ஒடுக்கம் அடைகிறது.

$$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 130 18-12-2021 21:57:30

எனவே, ஒட்டுமொத்த வினையினை பின்வருமாறு எழுத முடியும்.

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

இந்த வினையானது, நடுநிலை ஊடகத்தில் நிகழும் வினையினை ஒத்துள்ளது.

பேயரின் காரணி

குளிர்ந்த, நீர்த்த, காரம் கலந்த $KMnO_4$ ஆனது பேயரின் காரணி என அழைக்கப்படுகிறது. இது ஆல்கீன்களை டையால்களாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, எத்திலினை பேயரின் காரணியுடன், வினைப்படுத்தும் போது எத்திலீன் கிளைக்கால் உருவாகிறது. இவ்வினை நிறைவுறா தன்மையைக் கண்டறிய உதவும் ஒரு சோதனையாகப் பயன்படுகிறது.

இ. அமில ஊடகத்தில்

நீர்த்த கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டானது ஒரு வலிமைமிக்க ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்படுகிறது. பெர்மாங்கனேட் அயனியானது Mn^{2+} அயனியாக மாற்றப்படுகிறது.

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

அமில ஊடகத்தில் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் ஆக்சிஜனேற்றும் தன்மையை பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் விளக்குகின்றன.

(i) இது ஃபெர்ரஸ் உப்புகளை ஃபெர்ரிக் உப்புகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 10Fe^{2+} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10Fe^{3+} + 8H_2O$$

(ii) இது அயோடைடு அயனியை அயோடினாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 10\,I^- + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5I_2 + 8H_2O$$

(iii) இது ஆக்சாலிக் அமிலத்தை, கார்பன் டை ஆக்சைடாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 5(COO)_2^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

(iv) இது சல்பைடு அயனியை, சல்பராக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 5\,S^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5\,S + 8H_2O$$

(v) இது நைட்ரைட்டை, நைட்ரேட்டுகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$$

(vi) இது ஆல்கஹால்களை ஆல்டிஹைடுகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5CH_3CH_2OH \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5CH_3CHO + 8H_2O$$

(vii) இது சல்பைட்டை, சல்பேட்டாக ஆக்சினேற்றம் அடையச் செய்கிறது

$$2MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O$$

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் பயன்கள்

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் சில முக்கியமானப் பயன்கள் பின்வருமாறு

1. இது வலிமைமிக்க ஆக்சிஜனேற்றியாக பயன்படுகிறது.
2. பல்வேறு தோல் தொற்றுகள் மற்றும் கால்களில் ஏற்படும் பூஞ்சை தொற்றுகளுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.
3. நீரை தூய்மைப்படுத்தும் தொழிற்சாலைகளில், நிலத்தடி நீரிலிலிருந்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடு மற்றும் இரும்பை நீக்கப் பயன்படுகிறது.
4. கரிமச் சேர்மங்களின் காணப்படும் நிறைவுறாத் தன்மையை கண்டறிய பேயரின் காரணியாகப் பயன்படுகிறது.
5. ஃபெர்ஸ் உப்புகள், ஆக்சலேட்டுகள், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு மற்றும் அயோடைடுகளை அளந்தறியும் பருமனறி பகுப்பாய்வுகளில் பயன்படுகிறது.

குறிப்பு : $KMnO_4$ கரைசலை அமிலத்தன்மையுடையதாக்க HCl ஐப் பயன்படுத்த இயலாது. ஏனெனில் பெர்மாங்கனேட் அதனை குளோரினாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

$$2MnO_4^- + 10\,Cl^- + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$$

HNO_3 ஐப் பயன்படுத்த இயலாது. ஏனெனில் இது வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றியாக இருப்பதால் இவ்வினையின் ஒடுக்கக் காரணிகளுடன் வினைபுரிகிறது.

H_2SO_4 ஆனது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுடன் எத்தகைய வேதி வினையும் புரிவதில்லை எனவே $KMnO_4$ ஐ அமிலத்தன்மையுடையதாக்க இதுவே தகுந்த அமிலமாகும்.

குறிப்பு

அமில ஊடகத்தில் $KMnO_4$ –ன் சமான நிறை $= \dfrac{KMnO_4 \text{ – ன் மூலக்கூறு நிறை}}{\text{பரிமாற்றப்படும் எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை}} = \dfrac{158}{5} = 31.6$

கார ஊடகத்தில் $KMnO_4$ –ன் சமான நிறை $= \dfrac{KMnO_4 \text{ – ன் மூலக்கூறு நிறை}}{\text{பரிமாற்றப்படும் எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை}} = \dfrac{158}{1} = 158$

நடுநிலை ஊடகத்தில் $KMnO_4$ –ன் சமான நிறை $= \dfrac{KMnO_4 \text{ – ன் மூலக்கூறு நிறை}}{\text{பரிமாற்றப்படும் எலக்ட்ரான்களின் மோல்களின் எண்ணிக்கை}} = \dfrac{158}{3} = 52.67$

f – தொகுதித் தனிமங்கள் – உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள்

உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் பின்வரும் இரண்டு வரிசைத் தொடர் தனிமங்களைக் கொண்டுள்ளன.

1) லாந்தனாய்டுகள் (முன்னர் லாந்தனைடுகள் என அழைக்கப்பட்டவை).
2) ஆக்டினாய்டுகள் (முன்னர் ஆக்டினைடுகள் என அழைக்கப்பட்டவை).

லாந்தனாய்டு தொடரானது, சீரியம் ($_{58}Ce$) முதல் லுட்டீசியம் ($_{71}Lu$) வரை லாந்தனத்தை ($_{57}La$) தொடர்ந்து வரும் பதினான்கு தனிமங்களை உள்ளடக்கியது. இவைகளின் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் 4f ஆர்பிட்டால்களில் சேர்கின்றன.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 132 18-12-2021 21:57:32

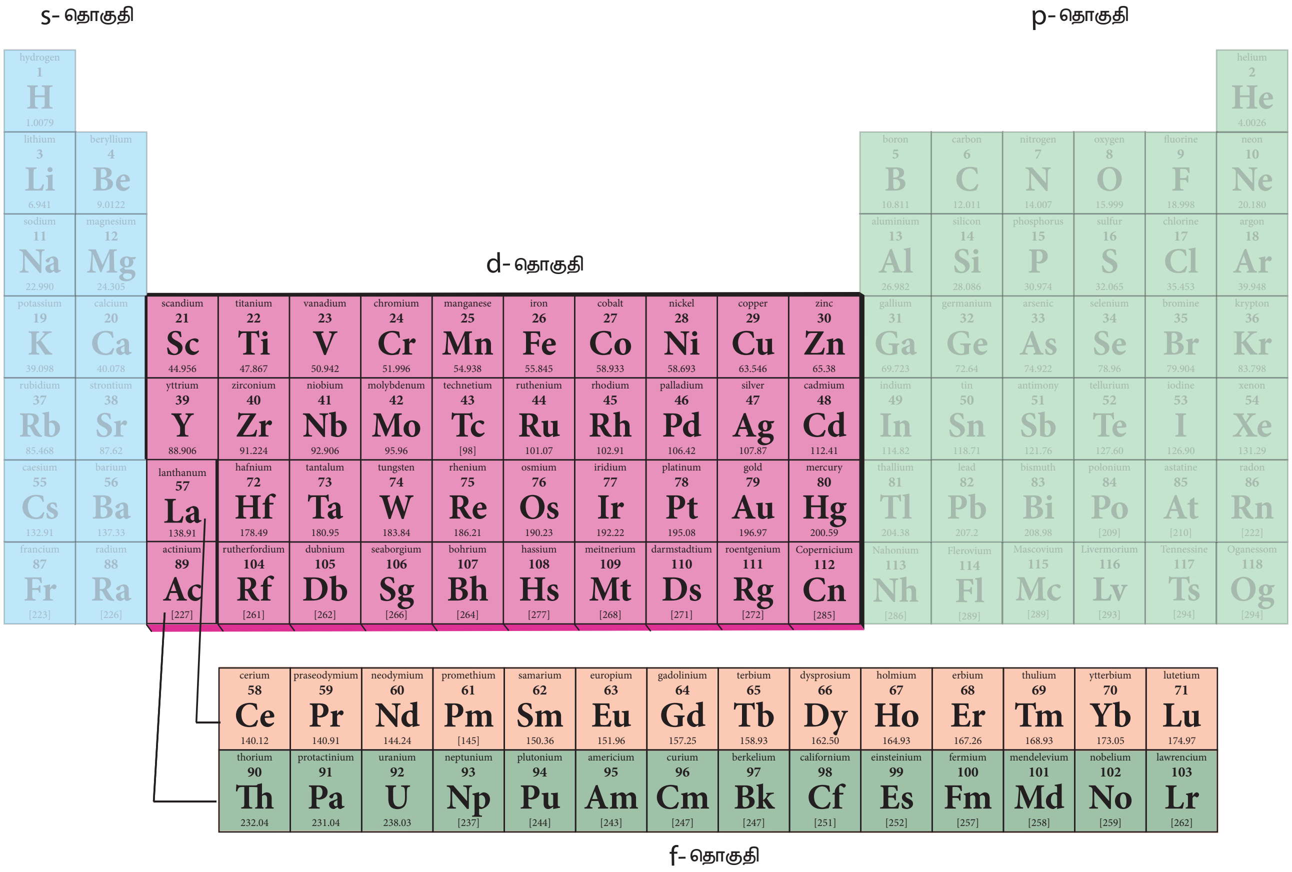
ஆக்டினாய்டு தொடரானது, தோரியம் ($_{90}Th$) முதல் லாரன்சியம் வரை ($_{103}Lr$) ஆக்டினியத்தைத் ($_{89}Ac$) தொடர்ந்து வரும் பதினான்கு தனிமங்களை உள்ளடக்கியது. இவைகளின் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் 5f ஆர்பிட்டால்களில் சேர்கின்றன.

தனிம வரிசை அட்டவணையில் லாந்தனாய்டுகளின் இடம்

நவீன தனிம வரிசை அட்டவணையில் தொகுதி 3 வரிசை 6 யில் லாந்தனைடுகள் இடம் பெற்றிருக்க வேண்டும். எனினும் ஆறாவது தொடரில் லாந்தனத்திற்கு பிறகு எலக்ட்ரான்கள் 4f உட்கூட்டில் சேர்கின்றன. மேலும், லாந்தனத்தைத் தொடர்ந்து வரும் 14 தனிமங்களும் ஒத்த வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. எனவே இத்தனிமங்கள் அனைத்தும் ஒருங்கே ஒரே தொகுதியாக தனிம வரிசை அட்டவணையில் கீழ்புறம் தனியே இடம் பெற்றுள்ளன. இதைப் போலவே ஆக்டினியத்தை தொடர்ந்து வரும் 14 தனிமங்களும் அவைகளில் இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளில் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு லாந்தனாய்டுகளுக்கென தனியே இடம் அமைக்கப்பட்டுள்ளதை பின்வருவன நியாயப்படுத்துகின்றன.

1. லாந்தனாய்டுகளின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Xe]\ 4f^{1-14}\ 5d^{0-1}\ 6s^2$
2. லாந்தனாய்டுகளின் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +3
3. இச்சேர்மங்கள் அனைத்தும் ஒத்த இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

லாந்தனாய்டு தனிமங்களை லாந்தனத்தினைத் தொடர்ந்து 4d வரிசைக்கு கீழே இடம் பெறச் செய்யும் நிலையில் அவைகளின் பண்புகள் அத்தொகுதியில் இடம்பெறும் மற்ற d தொகுதித் தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டிருப்பதால் தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஒழுங்கான அமைப்பு குலைவுறும்.எனவே, உள் இடைநிலை தனிமங்களுக்கென படத்தில் காட்டியவாறு தனிம வரிசை அட்டவணையில் கீழே தனியிடம் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளதே சரியானதாகும்.



படம் 4.10 தனிம வரிசை அட்டவணையில் லாந்தனாய்டுகளின் இடம்

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 133 18-12-2021 21:57:33

லாந்தனாய்டுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

ஆஃபா தத்துவத்தின்படி எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு ஆர்பிட்டால்களில் நிரப்பப்படும்போது, அவைகளின் ஆற்றலின் ஏறுவரிசையில் நிரப்பப்படுகின்றன என நாம் அறிவோம். இவ்விதியின் படி 5s, 5p மற்றும் 6s ஆகிய ஆர்பிட்டால்கள் நிரப்பப்பட்ட பின் லாந்தனத்திலிருந்து 4f ஆர்பிட்டாலில் எலக்ட்ரான் நிரப்பப்படுதல் துவங்க வேண்டும். எனவே லாந்தனத்தின் எதிர்ப்பார்க்கப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்பு [Xe] $4f^1$ $5d^0$ $6s^2$ ஆனால் லாந்தனத்தின் உண்மையான எலக்ட்ரான் அமைப்பு [Xe] $4f^0$ $5d^1$ $6s^2$ எனவே இது d தொகுதி தனிமத்தைச் சார்ந்தது. 4f ஆர்பிட்டால் நிரப்பப்படுதல் சீரியத்தில் (Ce) துவங்குகிறது. இதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு [Xe] $4f^1$ $5d^1$ $6s^2$ சீரியத்திலிருந்து மற்ற தனிமங்களை நோக்கிச் செல்லும் போது கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் 4f ஆர்பிட்டால்களில் தொடர்ச்சியாகச் சேர்கின்றன. இதனை பின்வரும் அட்டவணையிலிருந்து அறியலாம்.

அட்டவணை லாந்தனம் மற்றும் லாந்தனாய்டுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமத்தின் பெயர்	அணு எண்	குறியீடு	எலக்ட்ரான் அமைப்பு
லாந்தனம் Lanthanum	57	La	[Xe] $4f^0$ $5d^1$ $6s^2$
சீரியம் Cerium	58	Ce	[Xe] $4f^1$ $5d^1$ $6s^2$
பிரசீயோடிமியம் Praseodymium	59	Pr	[Xe] $4f^3$ $5d^0$ $6s^2$
நியோடிமியம் Neodymium	60	Nd	[Xe] $4f^4$ $5d^0$ $6s^2$
புரோமித்தியம் Promethium	61	Pm	[Xe] $4f^5$ $5d^0$ $6s^2$
சமேரியம் Samarium	62	Sm	[Xe] $4f^6$ $5d^0$ $6s^2$
யூரோபியம் Europium	63	Eu	[Xe] $4f^7$ $5d^0$ $6s^2$
கடோலினியம் Gadolinium	64	Gd	[Xe] $4f^7$ $5d^1$ $6s^2$
டெர்பியம் Terbium	65	Tb	[Xe] $4f^9$ $5d^0$ $6s^2$
டிஸ்போசியம் Dysprosium	66	Dy	[Xe] $4f^{10}$ $5d^0$ $6s^2$
ஹோல்மியம் Holmium	67	Ho	[Xe] $4f^{11}$ $5d^0$ $6s^2$
எர்பியம் Erbium	68	Er	[Xe] $4f^{12}$ $5d^0$ $6s^2$
தூலியம் Thulium	69	Tm	[Xe] $4f^{13}$ $5d^0$ $6s^2$
யூடர்பியம் Ytterbium	70	Yb	[Xe] $4f^{14}$ $5d^0$ $6s^2$
லுட்டீசியம் Lutetium	71	Lu	[Xe] $4f^{14}$ $5d^1$ $6s^2$

கடோலினியம் (Gd) மற்றும் லுட்டீசியம் (Lu) ஆகியனவற்றில் முறையே அவற்றின் 4f ஆர்பிட்டால்கள் சரிபாதி மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்டுள்ளன. மேலும் அவைகளின் 5d ஆர்பிட்டாலில் ஒரு எலக்ட்ரான் காணப்படுகிறது. எனவே 4f வரிசைத் தொடர்த் தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினை நாம் [Xe] $4f^{1-14}$ $5d^{0-1}$ $6s^2$ என எழுதலாம்.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 134 18-12-2021 21:57:35

லாந்தனாய்டுகளின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

லாந்தனாய்டுகளின் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +3 ஆகும். சில லாந்தனாய்டுகள் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையுடன் கூடுதலாக +2 அல்லது +4 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளையும் கொண்டுள்ளன.

Gd^{3+} மற்றும் Lu^{3+} அயனிகள் கூடுதல் நிலைப்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. காரணம் அவைகளின் f ஆர்பிட்டால்களில் முறையே சரிபாதி மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்டுள்ளன. அவைகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகள் பின்வருமாறு.

$$Gd^{3+} : [Xe]4f^7$$

$$Lu^{3+} : [Xe]4f^{14}$$

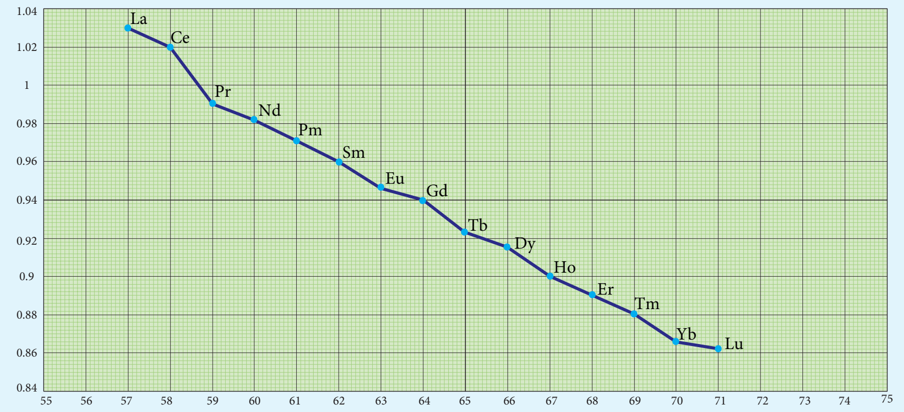
இதைப் போலவே சீரியம் மற்றும் டெர்பியம் ஆகியன எலக்ட்ரான்களை இழந்து +4 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை அடையும் போது முறையே $4f^0$ மற்றும் $4f^7$ ஆகிய எலக்ட்ரான் அமைப்புகளைப் பெறுகின்றன. Eu^{2+} மற்றும் Yb^{2+} அயனிகள் முறையே சரிபாதி மற்றும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

வெவ்வேறு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளின் நிலைப்புத் தன்மையானது இத்தனிமங்களின் பண்புகளைத் தீர்மானிக்கிறது. லாந்தனாய்டுகளின் பல்வேறு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள் பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
		+2		+2	+2						+2	+2	
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
+4	+4	+4					+4	+4					

அணு மற்றும் அயனி ஆரம்

4f தொடரில் சீரியம் ($_{58}Ce$) முதல் லுட்டீசியம் ($_{71}Lu$) வரை செல்லும் போது அணு எண் அதிகரிக்க அதிகரிக்க லாந்தனாய்டுகளின் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் சீராகக் குறைந்து வருகின்றன. இவ்வாறு அயனி ஆரம் குறைவது லாந்தனாய்டு குறுக்கம் எனப்படும்.



படம் 4.11 லாந்தனாய்டுகளின் அணு ஆரத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள்

லாந்தனாய்டு குறுக்கத்திற்கானக் காரணங்கள்

4f தொடரில் (Ce) முதல் (Lu) வரை ஒரு தனிமத்திலிருந்து மற்றொரு தனிமத்திற்குச் செல்லும் போது, அணுக்கரு மின்சுமையானது ஓரலகு அதிகரிக்கிறது. மேலும், கூடுதல் எலக்ட்ரான்கள் அதே 4f உட்கூட்டில் சேர்க்கப்படுகின்றன. 4f உட்கூடானது விரவிய வடிவத்தினைப் பெற்றுள்ளது என நாம்

அறிவோம். எனவே மற்ற எலக்ட்ரான்களோடு ஒப்பிடும் போது, 4f எலக்ட்ரான்களின் திரை மறைப்பு விளைவு குறைவு. இதன் காரணமாக 4f எலக்ட்ரான்களின் மீதான அணுக்கருவின் செயலுறு மின் சுமை அதிகரிக்கிறது. மேலும், Ln^{3+} அயனிகளில் உருவளவு குறைகிறது. அயனி ஆர மதிப்புகளைக் குறிக்கும் கீழ்க்கண்டுள்ள வரைபடத்திலுருந்து லாந்தனாய்டு குறுக்கத்தினை உணர்ந்து கொள்ள இயலும்.

லாந்தனாய்டு குறுக்கத்தின் விளைவுகள்

1. காரத் தன்மை குறைதல்

Ce^{3+} யிலிருந்து Lu^{3+} நோக்கிச் செல்லும் போது Ln^{3+} அயனிகளில் காரத் தன்மை குறைகிறது. Ln^{3+} அயனிகளின் உருவளவு குறைவதாலும், Ln –OH பிணைப்பின் அயனித்தன்மை குறைவதாலும் (சகப்பிணைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கப்பதன் காரணமாகவும்) காரத் தன்மையானது குறைகிறது.

2. லாந்தனாய்டுகளுக்கிடையேயான ஒற்றுமைகள்

f தொடர் முழுமைக்கும் அணு ஆரத்தில் 10 pm குறைவும் அயனி ஆரத்தில் 20 pm குறைவும் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இவ்வாறு லாந்தனாய்டுகளில் அயனி ஆரங்களில் மிகச் சிறிதளவே வேறுபாடுகள் காணப்படுவதால் அவைகளின் வேதிப் பண்புகள் ஏறத்தாழ ஒத்துள்ளன.

3. முதல் மற்றும் இரண்டாம் வரிசை இடைநிலைத் தனிமங்களைக் காட்டிலும்

இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் இடைநிலைத் தனிம வரிசைத் தனிமங்கள் அதிகளவில் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்துள்ளன இதனைப் பின்வரும் அணு ஆர மதிப்புகளிலிருந்து அறியலாம்.

வரிசை	தனிமம்	அணு ஆரம்
3d வரிசை	Ti	132 pm
4d வரிசை	Zr	145 pm
5d வரிசை	Hf	144 pm

ஆக்டினாய்டுகள்

ஆக்டினியத்தினைத் தொடர்ந்து வரும் 14 தனிமங்கள். அதாவது தோரியம் ($_{90}Th$) முதல் லாரன்சீயம் ($_{103}Lr$) வரையிலான தனிமங்கள் ஆக்டினாய்டுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. லாந்தனாய்டுகளைப் போலன்றி அனைத்து ஆக்டினாய்டுகளும் கதிரியக்கத் தன்மையுடையவை. மேலும் பெரும்பாலானவை குறைவான அரை வாழ் காலங்களைப் பெற்றுள்ளன. இயற்கையில் யூரேனியம் மற்றும் தோரியம் ஆகியன மட்டும் குறிப்பிட்ட தகுந்த அளவு கிடைக்கின்றன. மேலும் யூரேனியத் தாதுக்களில் மிகச் சிறிதளவு புளுட்டோனியம் காணப்படுகிறது.

நெப்ட்யூனியம் மற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து வரும் உயர் தனிமங்கள் அனைத்தும், இயற்கையில் கிடைக்கும் தனிமங்களிலிருந்து அவைகளின் செயற்கை கதிரியக்க பரிமாற்ற வினைகளின் மூலம் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. லாந்தனாய்டுகளை போலவே இவைகளும் தனிம வரிசை அட்டவணையில் கீழ்புறத்தில் தனியே வைக்கப்பட்டுள்ளன.

எலக்ட்ரான் அமைப்பு

ஆக்டினாய்டுகள் வரையறுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இவற்றின் (5f தொகுதித் தனிமங்களின்) பொதுவான இணைதிறகூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பினை $[Rn]5f^{0-14}6d^{0-2}7s^{2}$ எனக் குறிப்பிடலாம். ஆக்டினாய்டு தனிமங்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

ஆக்டினாய்டுகளின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு

தனிமத்தின் பெயர்	அணு எண்	குறியீடு	எலக்ட்ரான் அமைப்பு
ஆக்டினியம் Actinium	89	Ac	[Rn] $5f^0$ $6d^1$ $7s^2$
தோரியம் Thorium	90	Th	[Rn] $5f^0$ $6d^2$ $7s^2$
புரோட்டாக்டினிம் Protactinium	91	Pa	[Rn] $5f^2$ $6d^1$ $7s^2$
யூரேனியம் Uranium	92	U	[Rn] $5f^3$ $6d^1$ $7s^2$
நெப்ட்யூனியம் Neptunium	93	Np	[Rn] $5f^4$ $6d^1$ $7s^2$
புளுட்டோனியம் Plutonium	94	Pu	[Rn] $5f^6$ $6d^0$ $7s^2$
அமெரிசீயம் Americium	95	Am	[Rn] $5f^7$ $6d^0$ $7s^2$
க்யூரியம் Curium	96	Cm	[Rn] $5f^7$ $6d^1$ $7s^2$
பெர்கிலியம் Berkelium	97	Bk	[Rn] $5f^9$ $6d^0$ $7s^2$
கலிஃபோர்னியம் Californium	98	Cf	[Rn] $5f^{10}$ $6d^0$ $7s^2$
ஐன்ஸ்டீனியம் Einstenium	99	Es	[Rn] $5f^{11}$ $6d^0$ $7s^2$
ஃபெர்மியம் Fermium	100	Fm	[Rn] $5f^{12}$ $6d^0$ $7s^2$
மெண்டலீவியம் Mendelevium	101	Md	[Rn] $5f^{13}$ $6d^0$ $7s^2$
நொபிலியம் Nobelium	102	No	[Rn] $5f^{14}$ $6d^0$ $7s^2$
லாரன்ஸ்சீயம் Lawrentium	103	Lr	[Rn] $5f^{14}$ $6d^1$ $7s^2$

ஆக்டினாய்டுகளின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

லாந்தனாய்டுகளைப் போலவே ஆக்டினாய்டுகளிலும் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலையாக +3 காணப்படுகிறது. இதனுடன் +2, +3, ,+4,+5, +6, மற்றும் +7 ஆகிய மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளையும் ஆக்டினாய்டுகள் பெற்றுள்ளன.

அமெரிசீயம் (Am) மற்றும் தோரியம் (Th) ஆகியன அவற்றின் சில சேர்மங்களில் +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு தோரியம் அயோடைடு (ThI_2). Th , Pa, U ,Np , Pu மற்றும் Am ஆகிய தனிமங்கள் +5 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளன. Np மற்றும் Pu ஆகியன +7 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளன.

Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
+2					+2								
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4						
+5	+5	+5	+5	+5	+5								
		+6	+6	+6	+6								
			+7	+7	+7								

லாந்தனாய்டுகள் மற்றும் ஆக்டினாய்டுகளுக்கிடையேயான வேறுபாடுகள்

வ. எண்	லாந்தனாய்டுகள்	ஆக்டினாய்டுகள்
1	வேறுபடுத்தும் எலக்ட்ரான் 4f ஆர்பிட்டாலில் சேர்கிறது.	வேறுபடுத்தும் எலக்ட்ரான் 5f ஆர்பிட்டாலில் சேர்கிறது.
2	4f ஆர்பிட்டாலில் பிணைப்பு ஆற்றல் அதிகம்	5f ஆர்பிட்டாலில் பிணைப்பு ஆற்றல் குறைவு
3	இவைகளின் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மை குறைவு	இவற்றின் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மை அதிகம்.
4	பெரும்பாலான லாந்தனாய்டுகள் நிறமற்றவை.	பெரும்பாலான ஆக்டினாய்டுகள் நிறமுடையவை (U^{3+}சிவப்பு, U^{4+} பச்சை, UO_2^{2+} மஞ்சள்).
5	இவைகள் ஆக்சோ நேரயனிகளை உருவாக்குவதில்லை	இவைகள் ஆக்சோ நேரயனிகளை உருவாக்குகின்றன. UO_2^{2+}, NpO_2^{2+}
6	லாந்தனாய்டுகள் சில நேர்வுகளில் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையுடன், +2 மற்றும் +4 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளையும் பெற்றுள்ளன.	ஆக்டினாய்டுகள் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையுடன் +4, +5, +6 மற்றும் +7 போன்ற உயர் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளை பெற்றுள்ளன.

பாடச் சுருக்கம்

- IUPAC வரையறையின்படி ஒரு தனிமத்தின் அணுவானது முழுவதும் நிரப்பப்படாத d உட்கூட்டினை பெற்றிருந்தாலோ அல்லது அத்தனிமம் உருவாக்கும் நேரயனியானது முழுவதும் நிரப்பப்படாத d உட்கூட்டினை பெற்றிருந்தாலோ அத்தனிமம் ஒரு இடைநிலை உலோகமாகும். இவைகள் தனிம வரிசை அட்டவணையில் மையப் பகுதியில் s மற்றும் p – தொகுதி தனிமங்களுக்கு இடையில் இடம்பெற்றுள்ளன.

- **d தொகுதித் தனிமங்கள் பின்வரும் வரிசைகளை உள்ளடக்கி உள்ளன.** (i) 3 d தொடர் (4 வது வரிசை) – ஸ்காண்டியம் முதல் துத்தநாகம் (Zinc) வரை (10 தனிமங்கள்) (ii) 4d தொடர் (5 வது வரிசை) – இட்ரியம் முதல் காட்மியம் வரை (10 தனிமங்கள்) (iii) 5d தொடர் (6 வது வரிசை) – லாந்தனம் மற்றும் ஹாப்னியம் முதல் மெர்குரி வரை (10 தனிமங்கள்)

- d தொகுதித் தனிமங்களின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினை [மந்தவாயு] $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ என எழுதலாம். இங்கு $n = 4$ முதல் 7 வரை. ஆறு மற்றும் ஏழாம் வரிசைகளில், (La மற்றும் Ac ஆகியனவற்றைத் தவிர்த்து) எலக்ட்ரான் அமைப்பில் (n-2) *f* ஆர்பிட்டாலும் இடம் பெறுகின்றன. இந்நேர்வுகளில் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பினை [மந்தவாயு] $(n-2)f^{14}(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ என எழுதலாம்.

- அனைத்து இடைநிலை தனிமங்களும் உலோகங்களாகும். அனைத்து உலோகங்களை போன்று இடைநிலை உலோகங்களும் சிறந்த வெப்ப மற்றும் மின்கடத்திகளாகச் செயல்படும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. முதல் மற்றும் இரண்டாம் தொகுதி உலோகங்களைப் போலன்றி பதினொன்றாம் தொகுதி இடைநிலை தனிமங்களைத் தவிர்த்து பெரும்பாலான இடைநிலை உலோகங்கள் கடினமானவை.,

- இடைநிலை உலோக வரிசையில், இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது, ஆரம்பத்தில் உலோகப் பிணைப்பிற்கு தேவையான தனித்த d எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால் உருகுநிலையும் அதிகரித்து, அதிகபட்ச மதிப்பினை அடைந்து பின், உலோக பிணைப்பிற்கு தேவையான d எலக்ட்ரான்கள் இணையாவதால் உருகுநிலையின் மதிப்பு குறைகிறது.

- இடைநிலைத் தனிமங்கள் s மற்றும் p தொகுதித் தனிமங்களுக்கு இடைப்பட்ட அயனியாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. இடைநிலைத் தனிம வரிசையில் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லும் போது எதிர்பார்த்தபடியே அயனியாக்கும் ஆற்றல் அதிகரிக்கின்றது.

- முதலாவது இடைநிலை உலோகமான ஸ்காண்டியம் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. ஆனால், மற்ற இடைநிலை தனிமங்கள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில், இவைகளின், (n-1)d மற்றும் ns ஆர்பிட்டால்களுக்கிடையே காணப்படும் ஆற்றல் வேறுபாடு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அவற்றில் இடம் பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான்களை இழந்து அவைகள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெறுகின்றன.

- மின்னழுத்த மதிப்புகள் $\left(E^0_{M^{2+}/M}\right)$ குறைவான எதிர்க்குறி மதிப்பினை நோக்கிச்

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 139 18-12-2021 21:57:39

செல்கின்றன. மேலும், தாமிரமானது நேர்க்குறி ஒடுக்க மின்னழுத்த மதிப்பை பெற்றுள்ளது. அதாவது, Cu^{2+} அயனியைக் காட்டிலும் தனிம நிலை தாமிரமானது அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது.

- இடைநிலைத் தனிமங்களில் பெரும்பாலான சேர்மங்கள் பாரா காந்தத் தன்மை உடையவை. மேலும் காந்த பண்புகள் அணுக்களின் எலக்ட்ரான் அமைப்புகளோடு தொடர்புடையவை.

- இடைநிலை உலோகங்கள் மற்றும் அவற்றின் சேர்மங்கள் பல்வேறு தொழிற் செயல்முறைகளில் வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படுகின்றன. இடைநிலை உலோகங்கள் தகுந்த ஆற்றல் உடைய d ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டிருப்பதால் அந்த ஆர்பிட்டால்களால் வினைபடு மூலக்கூறுகளிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொள்ள முடியும் அல்லது வினைவேக மாற்றியானது வினைபடு மூலக்கூறுகளுடன் தங்களிடம் உள்ள d எலக்ட்ரான்களை பயன்படுத்தி பிணைப்புகளை உருவாக்க இயலும்.

- தங்களிடம் உள்ள எலக்ட்ரான் இரட்டைகளை வழங்கி ஈதல் சகப்பிணைப்பினை ஏற்படுத்தும் இயல்புடைய மூலக்கூறுகள் / அயனிகளுடன், இடைநிலைத் தனிமங்கள் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையினைக் கொண்டுள்ளன.

- உள் இடைநிலைத் தனிமங்கள் பின்வரும் இரண்டு வரிசைத் தொடர் தனிமங்களைக் கொண்டுள்ளன. 1) லாந்தனாய்டுகள் (முன்னர் லாந்தனைடுகள் என அழைக்கப்பட்டவை). 2) ஆக்டினாய்டுகள் (முன்னர் ஆக்டினைடுகள் என அழைக்கப்பட்டவை). லாந்தனாய்டு தொடரானது, சீரியம் ($_{58}Ce$) முதல் லுட்டீசியம் ($_{71}Lu$) வரை லாந்தனத்தை ($_{57}La$) தொடர்ந்து வரும் பதினான்கு தனிமங்களை உள்ளடக்கியது. இவைகளின் இணைதிற எலக்ட்ரான்கள் 4f ஆர்பிட்டால்களில் சேர்கின்றன.
  1. லாந்தனைடுகளின் பொதுவான எலக்ட்ரான் அமைப்பு $[Xe]\ 4f^{1-14}\ 5d^{0-1}\ 6s^2$
  2. லாந்தனைடுகளின் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +3

- 4f தொடரில் சீரியம் ($_{58}Ce$) முதல் லுட்டீசியம் ($_{71}Lu$) வரை செல்லும் போது அணு எண் அதிகரிக்க அதிகரிக்க லாந்தனாய்டுகளின் அணு மற்றும் அயனி ஆரங்கள் சீராகக் குறைந்து வருகின்றன. இவ்வாறு அயனி ஆரம் குறைவது லாந்தனாய்டு குறுக்கம் எனப்படும்.

- ஆக்டினாய்டுகள் வரையறுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இவற்றின் (5f தொகுதித் தனிமங்களின்) பொதுவான இணைதிறகூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பினை $[Rn]5f^{0-14}6d^{0-2}7s^2$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

- லாந்தனாய்டுகளைப் போலவே ஆக்டினாய்டுகளிலும் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலையாக +3 காணப்படுகிறது. இதனுடன் +2, +3, ,+4,+5, +6, மற்றும் +7 ஆகிய மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளையும் ஆக்டினாய்டுகள் பெற்றுள்ளன.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 140 18-12-2021 21:57:39

மதிப்பிடுதல்

RUZK6

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. Sc(Z=21) ஒரு இடைநிலைத் தனிமம் ஆனால் Zn(Z=30) இடைநிலைத் தனிமம் அல்ல ஏனெனில்

   அ) Sc^{3+} மற்றும் Zn^{2+} ஆகிய இரு அயனிகளும் நிறமற்றவை மேலும் வெண்மை நிற சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன.

   ஆ) d−ஆர்பிட்டால் ஆனது Sc−ல் பகுதியளவு நிரப்பப்பட்டுள்ளது. ஆனால் Zn−ல் முழுவதும் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.

   இ) Zn−ல் கடைசி எலக்ட்ரான் 4s ஆர்பிட்டாலில் நிரம்புவதாக கருதப்படுகிறது.

   ஈ) Sc மற்றும் Zn ஆகிய இரண்டும் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றிருப்பதில்லை.

2. பின்வருவனவற்றுள் எந்த d−தொகுதி தனிமம், சரிபாதி நிரப்பப்பட்டுள்ள இணைதிற கூட்டிற்கு முன் உள்ள உள் d−ஆர்பிட்டாலையும், சரிபாதி நிரப்பப்பட்ட இணைதிற கூட்டினையும் பெற்றுள்ளது.

   அ) Cr   ஆ) Pd

   இ) Pt   ஈ) இவை எதுவுமல்ல

3. 3d வரிசை இடைநிலை தனிமங்களுள், எந்த ஒரு தனிமமானது அதிக எதிர்க்குறி $\left(M^{2+}/M\right)$ திட்ட மின்முனை அழுத்த மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளது?

   அ) Ti   ஆ) Cu   இ) Mn   ஈ) Zn

4. V^{3+} ல் உள்ள இணையாகாத எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமான இணையாகாத எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றிருப்பது

   அ) Ti^{3+} ஆ) Fe^{3+}

   இ) Ni^{2+} ஈ) Cr^{3+}

5. Mn^{2+} அயனியின் காந்த திருப்புத்திறன் மதிப்பு

   அ) 5.92BM   ஆ) 2.80BM

   இ) 8.95BM   ஈ) 3.90BM

6. இடைநிலை தனிமங்கள் மற்றும் அவைகளுடைய சேர்மங்களின் வினைவேகமாற்ற பண்பிற்கு காரணமாக அமைவது

   அ) அவற்றின் காந்தப்பண்பு

   ஆ) அவற்றின் நிரப்பப்படாத d ஆர்பிட்டால்கள்

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 141   18-12-2021 21:57:39

இ) அவைகள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெறும் தன்மையினைப் பெற்றிருப்பது

ஈ) அவைகளின் வேதிவினைபுரியும் திறன்

7. ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்படும் பண்பினைப் பொருத்து சரியான வரிசை எது?

அ) $VO_2^+ < Cr_2O_7^{2-} < MnO_4^-$

ஆ) $Cr_2O_7^{2-} < VO_2^+ < MnO_4^-$

இ) $Cr_2O_7^{2-} < MnO_4^- < VO_2^+$

ஈ) $MnO_4^- < Cr_2O_7^{2-} < VO_2^+$

8. அமில ஊடகத்தில், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் ஆனது ஆக்சாலிக் அமிலத்தை இவ்வாறாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

அ) ஆக்சலேட்

ஆ) கார்பன் டை ஆக்சைடு

இ) அசிட்டேட்

ஈ) அசிட்டிக் அமிலம்

9. பின்வருவனவற்றுள் சரியாக இல்லாத கூற்று எது?

அ) அமிலம் கலந்த $K_2Cr_2O_7$ கரைசலின் வழியே H_2S வாயுவைச் செலுத்தும் போது, பால் போன்ற வெண்மை நிறம் உருவாகிறது.

ஆ) பருமனறி பகுப்பாய்வில் $K_2Cr_2O_7$ ஐக்காட்டிலும் $Na_2Cr_2O_7$ ஆனது பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இ) அமில ஊடகத்தில் $K_2Cr_2O_7$ ஆரஞ்சு நிறத்தினைப் பெற்றிருக்கும்

ஈ) P^H மதிப்பானது 7ஐ விட அதிகரிக்கும் போது $K_2Cr_2O_7$ கரைசலானது மஞ்சள் நிறமாகிறது.

10. அமில ஊடகத்தில் பெர்மாங்கனேட் அயனியானது இவ்வாறு மாற்றமடைகிறது.

அ) MnO_4^{2-} ஆ) Mn^{2+}

இ) Mn^{3+} ஈ) MnO_2

11. 1 மோல் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் ஆனது பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் வினைபட்டு வெளியேற்றும் அயோடினின் மோல்களின் எண்ணிக்கை?

அ) 1 ஆ) 2 இ) 3 ஈ) 4

12. 1 மோல் பெர்ரஸ் ஆக்சலேட்டை (FeC_2O_4) ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யத் தேவையான அமிலம் கலந்த $KMnO_4$ மோல்களின் எண்ணிக்கை

அ) 5 ஆ) 3

இ) 0.6 ஈ) 1.5

13. லாந்தனான்களைப் பொருத்து பின்வரும் கூற்றுகளில் சரியல்லாத கூற்று எது?

அ) யுரோப்பியம் +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெற்றுள்ளது.

ஆ) Pr லிருந்து Lu நோக்கிச் செல்லும் போது அயனி ஆரம் குறைவதால், காரத்தன்மையும் குறைகிறது.

இ) அலுமினியத்தைவிட, அனைத்து லாந்தனான்களும் அதிக வினைத்திறன் மிக்கவை.

ஈ) பருமனறி பகுப்பாய்வில் Ce^{4+} ன் கரைசல் ஆக்சிஜனேற்றியாக பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

14. பின்வருவனவற்றுள் எந்த லாந்தனாய்டு அயனி டையாகாந்தத் தன்மையுடையது?

அ) Eu^{2+} ஆ) Yb^{2+}

இ) Ce^{2+} ஈ) Sm^{2+}

15. பின்வரும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளுள், லாந்தனாய்டுகளின் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை யாது?

அ) +4 ஆ) +2

இ) +5 ஈ) +3

16. கூற்று: Ce^{4+} ஆனது பருமனறி பகுப்பாய்வில் ஆக்சிஜனேற்றியாக பயன்படுகிறது,

காரணம் : Ce^{4+} ஆனது +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை அடையும் தன்மையினைக் கொண்டுள்ளது.

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

17. ஆக்டினாய்டுகளின் பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

அ) +2 ஆ) +3

இ) +4 ஈ) +6

18. +7 என்ற அதிகபட்ச ஆக்சிஜனேற்ற நிலையினைப் பெற்றுள்ள ஆக்டினாய்டு தனிமம்

அ) Np, Pu ,Am ஆ) U, Fm, Th

இ) U, Th, Md ஈ) Es, No, Lr

19. பின்வருவனவற்றுள் சரியில்லாதது எது?

அ) $La(OH)_3$ ஆனது $Lu(OH)_3$ ஐக்காட்டிலும் குறைவான காரத்தன்மை உடையது.

ஆ) லாந்தனாய்டு வரிசையில் Ln^{3+} அயனிகளின் அயனி ஆர மதிப்பு குறைகிறது.

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 143 18-12-2021 21:57:40

இ) La ஆனது லாந்தனாய்டு தொடரில் உள்ள தனிமம் என்பதை விட ஒரு இடைநிலை தனிமம் என்பதே சரி.

ஈ) லாந்தனாய்டு குறுக்கத்தின் விளைவாக Zr மற்றும் Hf ஒத்த அணு ஆர மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளன.

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி

1. இடைநிலைத் தனிமங்கள் என்பன எவை? உதாரணம் தருக.
2. 4d வரிசை தனிமங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளை விளக்குக.
3. உள்இடைநிலை தனிமங்கள் என்றால் என்ன?
4. லாந்தனாய்டுகள் மற்றும் ஆக்டினாய்டுகள் தனிம வரிசை அட்டவணையில் பெற்றுள்ள இடத்தினை நிறுவுக.
5. ஆக்டினாய்டுகள் என்றால் என்ன? மூன்று உதாரணங்கள் தருக.
6. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் தயாரித்தலை விளக்குக.
7. லாந்தனாய்டு குறுக்கம் என்றால் என்ன? அதன் விளைவுகள் யாவை?
8. பின்வரும் வினைகளைப் பூர்த்தி செய்க.
   அ) $MnO_4^{2-} + H^+ \longrightarrow ?$
   ஆ) $C_6H_5CH_3 \xrightarrow[KMnO_4]{acidified} ?$
   இ) $MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow ?$
   ஈ) $KMnO_4 \xrightarrow[\text{Red hot}]{\Delta} ?$
   உ) $Cr_2O_7^{2-} + I^- + H^+ \longrightarrow ?$
   ஊ) $Na_2Cr_2O_7 + KCl \longrightarrow ?$
9. இடைச்செருகல் சேர்மங்கள் என்றால் என்ன?
10. Ti^{3+}, Mn^{2+} அயனியில் காணப்படும் இணையாகாத எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டறிக மேலும் அவைகளின் காந்ததிருப்பு திறன் மதிப்புகளைக் (μ_s) கண்டறிக.
11. Ce^{4+} மற்றும் Co^{2+} ன் எலக்ட்ரான் அமைப்புகளைத் தருக.
12. அணு எண் அதிகரிக்கும் போது முதல் இடைநிலைத் தனிம வரிசையில் முதல் பாதி தனிமங்களில் +2 ஆக்சிஜனேற்ற நிலை எவ்வாறு அதிக நிலைப்புத் தன்மை பெறுகிறது என விளக்குக.
13. Fe^{3+} மற்றும் Fe^{2+}ல் எது அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது. ஏன்?

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 144 18-12-2021 21:57:41

14. 3d வரிசையில் $E^0_{M^{3+}/M^{2+}}$ மதிப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்களை விவரி.

15. லாந்தனாய்டுகளையும், ஆக்டினாய்டுகளையும் ஒப்பிடுக.

16. Cr^{2+} ஆனது வலிமையான ஆக்சிஜனொடுக்கி ஆனால் Mn^{3+} ஆனது வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றி விளக்குக.

17. முதல் இடைநிலை வரிசை தனிமங்களின் அயனியாக்கும் ஆற்றல் மதிப்புகளை ஒப்பிடுக.

18. லாந்தனாய்டு குறுக்கத்தைவிட, ஆக்டினாய்டு வரிசையில், ஆக்டினாய்டு குறுக்கம் அதிகமாக உள்ளது. ஏன்?

19. $Lu(OH)_3$ மற்றும் $La(OH)_3$ ல் அதிக காரத்தன்மை உடையது எது? ஏன்?

20. சீரியம் (II) ஐக் காட்டிலும் யுரோப்பியம் (II) அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது. ஏன்?

21. சிர்கோனியம் மற்றும் ஹாப்னியம் ஒத்தப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஏன்?

22. Cr^{2+} அல்லது Fe^{2+} இவற்றுள் எது வலிமையான ஆக்சிஜனொடுக்கி?

23. தாமிரத்தின் $E^0_{M^{2+}/M}$ மதிப்பு நேர்க்குறி மதிப்புடையது. இதற்கான தகுந்த சாத்தியமான காரணத்தை கூறுக.

24. 3d வரிசை தனிமங்களின் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளை விளக்குக.

25. 3d வரிசையில் எத்தனிமம் +1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைக் கொண்டுள்ளது. ஏன்?

26. துத்தநாகத்தைக் காட்டிலும், குரோமியத்தின் முதல் அயனிக்கும் ஆற்றல் மதிப்பு குறைவு ஏன்?

27. இடைநிலை தனிமங்கள் அதிக உருகு நிலையைக் கொண்டுள்ளன. ஏன்?

XII U4-D-Block-Jerald Folder.indd 145 18-12-2021 21:57:41

அலகு 5

அணைவு வேதியியல்

2BG6L

ஆல்ஃப்ரெட் வெர்னர்
(1866 –1919)

ஆல்ஃப்ரெட் வெர்னர் சுவீடன் நாட்டைச் சார்ந்த வேதியியல் அறிஞர் ஆவார். அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் வேதிப்பிணைப்புகளை விளக்க 1893–ல் அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான தனது கொள்கையினை முன்மொழிந்தார். 1896–ல் J.J.தாம்சனால் எலக்ட்ரான்கள் கண்டறியப்படும் முன்னரே இவரது கருத்தியல் கொள்கை முன்மொழியப்பட்டது குறிப்பிடத்தக்கது. அணைவுச் சேர்மங்களின் வடிவங்கள், பிணைப்புகள் ஆகியன எளிதில் அறிந்து கொள்ள முடியாத புதிராகவே இருந்த அக்காலத்தில், நவீன உபகரணங்கள் மற்றும் தொழிற்நுட்பங்கள் ஏதுமின்றி எளிமையான வேதி வினைகளின் அடிப்படையில் தனது ஆய்வு முடிவுகளை வெளியிட்டார். 1913 ஆம் ஆண்டிற்கான வேதியியல் நோபல் பரிசு அவருக்கு வழங்கப்பட்டது. நோபல் பரிசு பெற்ற முதல் கனிம வேதியியல் அறிஞர் இவர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்,

* அணைவுச் சேர்ம வேதியியலில் இடம்பெறும் முக்கியமான கலைச் சொற்களை வரையறுத்தல்.
* IUPAC வழிமுறைகளைப் பின்பற்றி அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடுதல்.
* அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் பல்வேறு மாற்றியங்களை விவரித்தல்.
* அணைவுச்சேர்மங்கள் பற்றிய வெர்னரின் கொள்கையினை விவாதித்தல்.
* இணைதிற பிணைப்புக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி அணைவுச் சேர்மங்களின் வடிவங்களைத் தீர்மானித்தல்.
* படிகப்புலக் கொள்கையினைப் பயன்படுத்தி, அணைவுச் சேர்மங்களின் நிறம் மற்றும் காந்தப் பண்புகளை விளக்குதல்.
* உயர் சுழற்சி அணைவுகள் மற்றும் தாழ்சுழற்சி அணைவுகளை வேறுபடுத்தி அறிதல்.
* நிலைப்பு மாறிலியின் அடிப்படையில் அணைவுச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மையினை விளக்குதல்.
* அன்றாட நடைமுறை வாழ்வில் அணைவுச் சேர்மங்களின் பயன்பாடுகளை விளக்குதல்.

ஆகிய பண்புகளை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

அறிமுகம்

இடைநிலை உலோகங்கள் அணைவுச் சேர்மங்களை (Co-ordination compounds) உருவாக்கும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன என நாம் முந்தையப் பாடப்பகுதியில் ஏற்கனவே கற்றறிந்தோம். இலத்தீன் மொழியில் 'Complexus' மற்றும் 'Co-ordinate' ஆகிய வார்த்தைகளிலிருந்து இப்பெயர் வருவிக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றிற்கான பொருள் முறையே 'hold' மற்றும் 'to arrange' என்பனவாகும். இடைநிலை உலோகங்கள் உருவாக்கும் அணைவுச் சேர்மங்களானவை, எளிய அயனி மற்றும் சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்ட பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, குரோமியம் (III) குளோரைடு ஹெக்ஸா ஹைட்ரேட், $CrCl_3 .6H_2O$ ஆனது இளஞ்சிவப்பு, வெளிறிய பச்சை மற்றும் ஆழ்ந்த பச்சை நிறங்களை பெற்றுள்ள வெவ்வேறு சேர்மங்களாகக் காணப்படுகின்றது. உலோகங்களைத் தவிர, சில அலோகங்களும் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. ஆனால் d–தொகுதித் தனிமங்களோடு ஒப்பிடும் போது அவைகளின் அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் இயல்பு குறைவானதாகும். உயிரியல் செயல்முறைகளிலும் அணைவுச் சேர்மங்கள் மிக முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. மேலும் பல்வேறு தொழிற்முக்கியத்துவம் வாய்ந்த வினைகளில் வினைவேக மாற்றிகளாகப் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மனிதர்களில் ஆக்சிஜன் பரிமாற்றத்திற்கு காரணமான ஹீமோகுளோபின் ஒரு இரும்பு அணைவுச் சேர்மமாகும். உயிர்ச் செயல்பாடுகளில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த வைட்டமினான கோபாலமீன் ஆனது கோபால்டின் ஒரு அணைவுச் சேர்மமாகும்.

தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கையில், ஒளித்தன்மைப்படுத்தும் பொருளாக செயல்படும் நிறமியான குளோரோபிலும் ஒரு அணைவுச் சேர்மமாகும். வில்கின்சன் வினைவேகமாற்றி, சீக்லர்-நட்டா வினைவேகமாற்றி போன்ற பல்வேறு அணைவுச் சேர்மங்கள் தொழிற்செயல்முறைகளால் முக்கியமான வினைவேக மாற்றிகளாகச் செயல்படுகின்றன. எனவே அணைவுச் சேர்மங்களின் வேதியியலைப் புரிந்து கொள்வது மிக முக்கியமானதாகும். இப்பாடப்பகுதியில் அணைவுச் சேர்மங்களின் தன்மை, பிணைப்பு, பெயரிடுதல், மாற்றியம் மற்றும் அவைகளின் பயன்களை நாம் கற்றறிவோம்.

5.1 அணைவுச் சேர்மங்கள் மற்றும் இரட்டை உப்புகள்

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கரைசல் நிலையில் உள்ள சேர்மங்களை ஒன்றோடொன்று கலந்து அக்கரைசலை ஆவியாக்கினால், சில நேர்வுகளில் இரட்டை உப்புகள் அல்லது அயனிச் சேர்மங்கள் உருவாக வாய்ப்புள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, ஃபெர்ரஸ் சல்பேட் மற்றும் அம்மோனியம் சல்பேட் ஆகியனவற்றின் சமமோலார் திறனுள்ள கரைசல்களை ஒன்றோடொன்று கலந்து படிகமாக்கலுக்கு உட்படுத்தும் போது மோர் உப்பு என்றழைக்கப்படும் பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட் $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$)இரட்டை உப்பு உருவாகின்றது.

கனிம உப்புகளின் பகுப்பாய்வில் Fe^{3+} அயனியைக் கண்டறியும் சோதனையில், ஃபெர்ரிக் குளோரைடு மற்றும் பொட்டாசியம் தயோ சயனேட் ஆகியவற்றின் கரைசல்களை ஒன்று சேர்க்கும் போது இரத்த சிவப்பு நிற அணைவுச் சேர்மம், பொட்டாசியம் ஃபெர்ரி தயோசயனேட், $K_3[Fe(SCN)_6]$ உருவாதலை நாம் நினைவு கூர்வோம்.

மேற்கண்டுள்ள இரு சேர்மங்களிலும் காணப்படும் அயனிகளைக் கண்டறிய பண்பறி பகுப்பாய்வினை நாம் மேற்கொள்வோமாயின், மோர் உப்பில் Fe^{2+}, NH_4^+ மற்றும் SO_4^{2-} அயனிகள் அதற்குரிய சோதனைகளின் உரிய முடிவுகளைத் தருகின்றன. மாறாக, பொட்டாசியம் ஃபெர்ரிதயோ சயனேட்டின் கரைசலானது Fe^{3+} மற்றும் SCN^- அயனிகளுக்கு உரிய சோதனைகளைத் தருவதில்லை. இதிலிருந்து, கரைசல்களில், இரட்டை உப்புகள் அதன் உட்கூறு அயனிகளாக முற்றிலும் பிரிகையுற்று

தங்கள் தனித்தன்மையினை இழக்கின்றன எனவும், அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ள அணைவு அயனியானது தனது தனித்தன்மையை இழப்பதில்லை எனவும் மேலும் அணைவு அயனியின் உட்கூறுகள் தனித்தனியே எளிய அயனிகளாகப் பிரிகையுறுவதில்லை எனவும் அறிகின்றோம்.

5.2 அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான வெர்னரின் கொள்கை

அணைவுச் சேர்மங்களின் பண்புகளை விளக்கும் பொருட்டு அவைகள் பற்றிய கொள்கையினை முதலில் முன்மொழிந்தவர் சுவீடன் நாட்டைச் சார்ந்த ஆல்ஃபிரட் வெர்னர் ஆவார்.

கோபால்ட் (III) குளோரைடானது அம்மோனியாவுடன் இணைந்து உருவாக்கும் வெவ்வேறு நிறங்களையும் பண்புகளையும் உடைய பின்வரும் அணைவுச் சேர்மங்களை நாம் கருத்திற் கொள்வோம்.

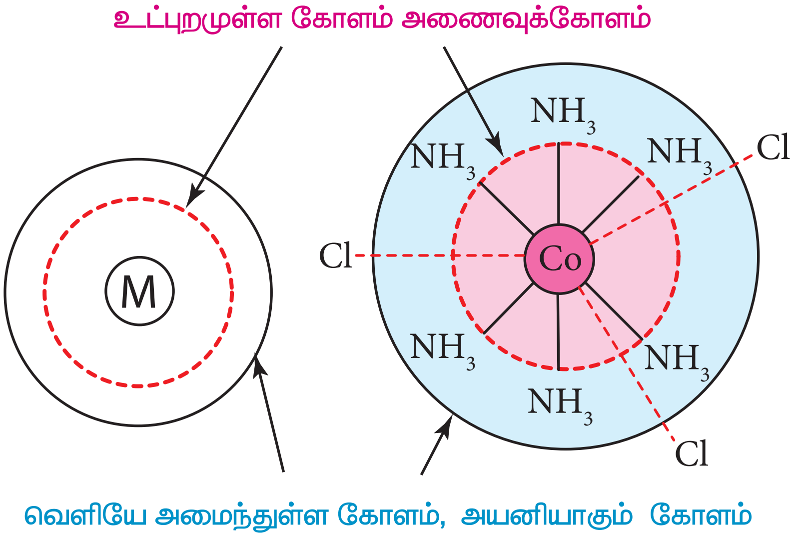
அணைவுச் சேர்மம்	நிறம்	ஒரு மோல் அணைவுச் சேர்மம் அதிக அளவு Ag^{+} அயனியுடன் வினைபுரிவதால் உருவாகும் AgCl வீழ்படிவின் மோல்களின் எண்ணிக்கை
$CoCl_3.6NH_3$	Yellow	3
$CoCl_3.5NH_3$	Purple	2
டிரான்ஸ் $CoCl_3.4NH_3$	Green	1
சிஸ் $CoCl_3.4NH_3$	Violet	1

இந்நேர்வில், வினைபுரியும் கோபால்ட்(III) குளோரைடு மற்றும் அம்மோனியா ஆகிய இருமூலக்கூறுகளிலும் உள்ள தனிமங்களின் இணைதிறன்கள் முழுவதும் நிறைவு செய்யப்பட்டுள்ளன. இந்நிலையிலும், அவைகள் தங்களுக்குள் வினைபுரிந்து மேற்கண்டுள்ள அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

மேற்கண்டுள்ளன போன்ற பண்புகளை விளக்குவதற்கு வெர்னர் முன்மொழிந்த கொள்கை பின்வருமாறு:

1. பெரும்பாலான தனிமங்கள், முதன்மை இணைதிறன் மற்றும் இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் ஆகிய இரு இணைதிற மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு தனிமமும் இவ்விரு இணை திறன்களை நிறைவு செய்ய முற்படுகின்றன.

   தற்போது முதன்மை இணை திறனானது உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் எனவும், இரண்டாம் நிலை இணைதிறன், அணைவு எண் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.



படம் 5.1 அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் உள் மற்றும் வெளி ஈர்ப்புக்கோளங்கள்

எடுத்துக்காட்டாக, வெர்னரின் கூற்றுப்படி கோபால்டின் முதன்மை மற்றும் இரண்டாம் நிலை இணைதிற மதிப்புகள் முறையே 3 மற்றும் 6 ஆகும்.

2. பெரும்பாலான நேர்வுகளில், முதன்மை இணைதிற மதிப்பானது நேர்குறியுடையது மேலும் சில நேர்வுகளில் பூஜ்யமதிப்புடையது. இவைகள் எப்போதும் எதிர் மின்சுமையுடைய அயனிகளால் நிறைவு செய்யப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, $CoCl_3.6NH_3$ல் Coன் முதன்மை இணைதிறன் +3 மேலும் இது 3 Cl^- அயனிகளால் நிறைவு செய்யப்படுகிறது.

3. இரண்டாம் நிலை இணை திறனானது எதிர் அயனிகள், நடுநிலை மூலக்கூறுகள், நேர் அயனிகள் போன்றனவற்றால் நிறைவு செய்யப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, $CoCl_3.6NH_3$ல் கோபால்டின் இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் 6 இது ஆறு நடுநிலை அம்மோனியா மூலக்கூறுகளால் நிறைவு செய்யப்படுகிறது. மாறாக, $CoCl_3.5NH_3$ ல் கோபால்டின் இரண்டாம் நிலை இணை திறனானது ஐந்து நடுநிலை அம்மோனியா மூலக்கூறுகள் மற்றும் ஒரு Cl^- அயனியால் நிறைவு செய்யப்படுகிறது.

4. வெர்னரின் கூற்றுப்படி, ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தில் மைய உலோக அயனியைச் சுற்றி இரு விதமான ஈர்ப்பு தன்மை உடைய கோளங்கள் காணப்படுகின்றன. உட்புறமுள்ள கோளமானது அணைவுக்கோளம் என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் இக்கோளத்தில் இடம் பெற்றுள்ள தொகுதிகள் உலோகத்துடன் வலிமையாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. வெளியே அமைந்துள்ள கோளம், அயனியாகும் கோளம் எனப்படுகிறது. இக்கோளத்தில் இடம் பெற்றுள்ள தொகுதிகள், மைய உலோக அயனியுடன் வலுவற்ற நிலையில் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, அணைவுச் சேர்மத்தினைத் தகுந்த கரைப்பானில் கரைக்கும் போது இத்தொகுதிகள் அயனிகளாகப் பிரிகையுறுகின்றன.

5. முதன்மை இணை திறனுக்கு திசைப் பண்பு இல்லை. ஆனால் இரண்டாம் நிலை இணை திறன் திசைப் பண்பினைப் பெற்றுள்ளது. இரண்டாம் நிலை இணை திறனை நிறைவு செய்யும் தொகுதிகள் முப்பரிமாண வெளியில் ஒரு குறித்த திசையில் அமைவதன் மூலம் அணைவுச் சேர்மங்கள் குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பினைப் பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு உலோக அயனியின் இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் ஆறு எனில் அந்த அணைவு எண்முகி வடிவத்தினையும், இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் 4 எனில் அணைவானது நான்முகி அல்லது தள சதுர வடிவமைப்பினையோ பெற்றிருக்கும்.

பின்வரும் அட்டவணை வெர்னரின் கோட்பாட்டினை விளக்குவதாக உள்ளது.

அணைவு	இரண்டாம் நிலை இணைதிறனை நிறைவு செய்யும் தொகுதிகள்	அயனியுறும் Cl^- அயனிகளின் எண்ணிக்கை(வெளி அணைவுக் கோளம்)	உருவாகும் AgCl மோல்களின் எண்ணிக்கை = அயனியுறும் Cl^- அயனிகளின் மோல்களின் எண்ணிக்கை
$CoCl_3.6NH_3$	6 NH_3	3 Cl^-	3 AgCl
$CoCl_3.5NH_3$	5 NH_3 & 1 Cl^-	2 Cl^-	2 AgCl
$CoCl_3.4NH_3$	4 NH_3 & 2 Cl^-	1 Cl^-	1 AgCl
$CoCl_3.4NH_3$	4 NH_3 & 2 Cl^-	1 Cl^-	1 AgCl

XII U5 Coordination jagan.indd 149 22-12-2022 12:45:56

5.1.2 வெர்னர் கொள்கையின் வரம்புகள்

அணைவுச் சேர்மங்களின் சில பண்புகளை வெர்னர் கொள்கை விளக்கினாலும், அவைகளின் நிறம் மற்றும் காந்தப் பண்புகளை இக்கொள்கையால் விளக்க இயலவில்லை.

தன்மதிப்பீடு 1 :

$CrCl_3.4H_2O$ எனும் வாய்பாட்டினை உடைய அணைவுச் சேர்மத்தின் நீர்க்கரைசலை சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலுடன் சேர்க்கும் போது ஒரு மோல் சில்வர் குளோரைடு வீழ்படிவாகிறது. இம் மூலக்கூறில் தனித்த நிலையில் கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் ஏதுமில்லை. அச்சேர்மத்தின் அமைப்பு வாய்ப்பாட்டினை எழுதுக. மேலும் உலோகத்தின் இரண்டாம் நிலை ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைக் கண்டறிக.

5.3 அணைவுச் சேர்மங்களோடு தொடர்புடைய சில முக்கியமான கலைச்சொற்களின் வரையறைகள்

5.3.1 அணைவு உட்பொருள்(Co–ordination entity)

அணைவு உட்பொருளானது ஒரு அயனி அல்லது நடுநிலைப் பொருளாகும். இது வழக்கமாக ஒரு உலோகத்தினை மைய அணுவாகவும், அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட பிற அணுக்கள் அல்லது அணுக்கள் அடங்கிய தொகுதிகளையும் (ஈனிகள்) உள்ளடக்கியது. வாய்பாட்டில், குறிப்பிடப்படும் போது அணைவு உட்பொருளானது ஒரு சதுர அடைப்பிற்குள் குறிக்கப்படுகிறது, எடுத்துக்காட்டாக, பொட்டாசியம் பெர்ரோ சயனைடு, $K_4[Fe(CN)_6]$ ல் , அணைவு உட்பொருளானது $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ஆகும். நிக்கல் டெட்ரா கார்பனைலில், அணைவு உட்பொருள் $[Ni(CO)_4]$ ஆகும்.

5.3.2 மைய அணு/அயனி (Central atom/ion)

அணைவு உட்பொருளின் மையப் பகுதியில் அமைந்திருக்கும் அணு அல்லது அயனியானது மைய அணு/அயனி எனப்படும். மேலும் இதனுடன் அணுக்கள் அல்லது அணுக்கள் அடங்கிய தொகுதிகள்(ஈனிகள்) ஈதல் சகப்பிணைப்பு மூலம் பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, $K_4[Fe(CN)_6]$ –ல் மைய உலோக அயனி Fe^{2+} ஆகும். அணைவு உட்பொருள் $[Fe(CN)_6]^{4-}$ -ல் Fe^{2+} ஆனது ஒவ்வொரு CN^- அயனியிடமிருந்தும் ஓர் இணை எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுக் கொண்டு அவைகளுடன் ஆறு ஈதல் சகப்பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறாக மைய உலோக அயனியானது எலக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஏற்றுக்கொள்ளும் இயல்பினைப் பெற்றிருப்பதால் அது லூயி அமிலம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

5.3.3 ஈனிகள்

மைய உலோக அணு/அயனியுடன் பிணைந்திருக்கும் அணுக்கள் அல்லது அணுக்கள் அடங்கிய தொகுதிகள் ஈனிகள் எனப்படுகின்றன. மைய உலோக அணுவுடன் நேரடியாக பிணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனியின் அணுவானது, வழங்கி அணு (donor atom) எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, $K_4[Fe(CN)_6]$ ல் ஈனி CN^- ஆனால் வழங்கி அணு கார்பன்.$[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ல் ஈனி NH_3 மேலும் வழங்கி அணு நைட்ரஜன் (N) ஆகும்.

அணைவுக் கோளம்

ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தின், அணைவு அயனியில் உள்ள மைய உலோக அணு/அயனி மற்றும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகள் ஆகியனவற்றை ஒருங்கிணைத்து அணைவுக் கோளம் என

அழைக்கின்றோம். மேலும் இவை வழக்கமாக சதுர அடைப்பிற்குள் அணைவின் நிகர மின்சுமையோடு சேர்த்து குறிப்பிடப்படும். அயனியுறும் தன்மையுடைய பிற அயனிகள் சதுர அடைப்பிற்கு வெளியே குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவைகள் எதிர் மாறு அயனிகள் (Counter ions) என அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, $K_4[Fe(CN)_6]$ ஆனது, $[Fe(CN)_6]^{4-}$ அணைவு அயனியைக் கொண்டுள்ளது. இது அணைவுக் கோளம் எனப்படுகின்றது. இதனோடு தொடர்புடைய K^+ அயனியானது எதிர்மாறு அயனி (Counter ion) என அழைக்கப்படுகிறது.

அணைவுப் பன்முகி

மைய உலோக அயனியுடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகள் முப்பரிமாண வெளியில் குறித்த திசைகளில் அமைவதால் ஏற்படுவது அணைவுப் பன்முகி (Coordination polyhedran) எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, $K_4[Fe(CN)_6]$ ல் அணைவுப் பன்முகியானது ஒரு எண்முகி ஆகும். $[Ni(CO)_4]$ ன் அணைவுப் பன்முகி ஒரு நான்முகி ஆகும்.

அணைவு எண்

ஒரு அணைவில், மைய உலோக அணு/ அயனியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகளுடைய வழங்கி அணுக்களின் எண்ணிக்கை அந்த உலோக அணுவின் அணைவு எண் எனப்படும். இதனை, மைய உலோக அணு மற்றும் ஈனிகளுக்கு இடையே காணப்படும் σ-பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை என்றும் கூறலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

(i) $K_4[Fe(CN)_6]$ல் Fe^{2+} ன் அணைவு எண் 6.

(ii) $[Ni(en)_3]Cl_2$ ல் Ni^{2+} ன் அணைவு எண்ணும் 6. இங்கு ஈனி 'en' என்பது ஈத்தேன் -1,2 டை அமீனைக் குறிப்பிடுகின்றது (NH_2-CH_2-CH_2-NH_2) மேலும் இது இரண்டு வழங்கி அணுக்களைக் (நைட்ரஜன்) கொண்டுள்ளதால் ஒவ்வொரு ஈனியும் மைய உலோக அயனியாக நிக்கலுடன் இரண்டு ஈதல் சகப்பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே அவற்றிற்கிடையே மொத்தமாக ஆறு ஈதல் சகப்பிணைப்புகள் காணப்படுகின்றன.

ஆக்சிஜனேற்ற நிலை(எண்)

ஓர் அணைவு உட்பொருளின் உள்ள மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் என்பது, அந்த உலோக அயனியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகளை அவற்றால் பங்கிடப்பட்டுள்ள எலக்ட்ரான் இரட்டைகளுடன் நீக்கிய பிறகு அம்மைய உலோக அணுவின் மீது எஞ்சியிருப்பதாகக் கருதப்படும் மின்சுமை அதன் ஆக்சிஜனேற்ற எண் எனப்படும்.

அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடும் போது ஆக்சிஜனேற்ற எண் ரோம எண்ணுருவால் குறிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, $[Fe(CN)_6]^{4-}$ என்ற அணைவு உட்பொருளில், இரும்பின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் (II) என குறிப்பிடப்படுகிறது. அணைவு அயனியின் மீதுள்ள மின்சுமை என்பது மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை மற்றும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகளின் மின்சுமை ஆகியனவற்றின் கூடுதலாகும். இத்தொடர்பினைப் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணை பின்வருமாறு கண்டறியலாம்.

நிகர மின்சுமை = (மைய உலோகத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +[(ஈனிகளின் எண்ணிக்கை X ஈனியின் மீதான மின்சுமை)]

எடுத்துக்காட்டு 1

$[Fe(CN)_6]^{4-}$ ல் இரும்பின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணை 'x' என்க

XII U5 Coordination jagan.indd 151 22-12-2022 12:45:56

நிகர மின்சுமை, -4 = x + 6 (-1) => x = +2

எடுத்துக்காட்டு 2

$[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$ ல் கோபால்டின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் x என்க.

நிகர மின்சுமை +2 = x + 5 (0) + 1 (-1) => x = +3

தன்மதிப்பீடு 2 :

2. $[Pt(NO_2)(H_2O)(NH_3)_2]Br$ என்ற அணைவில் பின்வருவனவற்றைக் கண்டறிக.

   i. மைய உலோக அணு/அயனி
   ii. ஈனிகள் மற்றும் அவற்றின் வகைகள்
   iii. அணைவு உட்பொருள்
   iv. மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்
   v. அணைவு எண்

அணைவுச் சேர்மங்களின் வகைகள்

அணைவுச் சேர்மங்களை பின்வருமாறு கீழ்க்கண்டுள்ளனவற்றின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தலாம். (i) அணைவின் மீதுள்ள மின்சுமை. (ii) அணைவு உட்பொருளில் காணப்படும் ஈனிகளின் வகைகள்

அணைவின் மீதான நிகர மின்சுமையின் அடிப்படையிலான வகைப்பாடு: ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள அணைவு அயனியானது,

i. நிகர நேர்மின்சுமையினைப் பெற்றிருந்தால், அந்த அணைவுச் சேர்மம் நேரயனி அணைவு என அழைக்கப்படுகிறது.

   எடுத்துக்காட்டுகள் $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$, etc

ii. நிகர எதிர்மின்சுமையினைப் பெற்றிருந்தால், எதிரயனி அணைவு எனப்படும்.

   எடுத்துக்காட்டுகள் $[Ag(CN)_2]^-$, $[Co(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, etc

iii. எவ்வித நிகர மின்சுமையினையும் பெற்றிருக்க வில்லையெனில், நடுநிலை அணைவு எனப்படும்.

   எடுத்துக்காட்டுகள் $[Ni(CO)_4]$, $[Fe(CO)_5]$, $[Co(NH_3)_3(Cl)_3]$

ஈனிகளின் தன்மையினைப் பொறுத்து வகைப்படுத்துதல்

ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள,

i. மைய உலோக அணு/அயனியோடு ஒரே ஒரு வகை ஈனிகள் மட்டுமே ஈதல் சகப்பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் அச்சேர்மமானது ஓரின ஈனி அணைவு (Homoleptic) என அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள் $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$,

ii. மைய உலோக அணு/அயனியோடு ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வகை ஈனிகள் பிணைக்கப்பட்டிருப்பின் அச்சேர்மம் பல் இன ஈனி அணைவு (heteroleptic) என அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள் $[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$, $[Pt(NH_3)_2Cl_2)$

5.3 அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடுதல்

அக்காலங்களில் அணைவுச் சேர்மங்கள் அச்சேர்மங்களைக் கண்டறிந்தவர்களின் பெயர்களால் அழைக்கப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக, $K[PtCl_3(C_2H_4)]$ ஆனது சீசஸ் உப்பு எனவும்

XII U5 Coordination jagan.indd 152 22-12-2022 12:45:56

$[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ ஆனது மேக்னஸ் பச்சை உப்பு எனவும் அழைக்கப்பட்டன. தற்காலத்தில் ஏராளமான அணைவுச் சேர்மங்கள் தயாரிக்கப்பட்டு அவைகளின் பண்புகள் அறியப்பட்டுள்ளன. இந்நிலையில் IUPAC அமைப்பானது அணைவுச் சேர்மங்களை முறையாக பெயரிடுவதற்கு விரிவாக வழிமுறைகளைப் பரிந்துரை செய்துள்ளது. IUPAC பரிந்துரைகள் 2005-ன் படி அணைவுச் சேர்மங்களைப் பெயரிடுவதற்கான வழிகாட்டு நெறிமுறைகள் பின்வருமாறு,

1. அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள அயனிகளுள் அவை எளிய அயனியா அல்லது அணைவு அயனியா என்பதனை பொருத்து அல்லாமல், நேர் அயனி முதலில் பெயரிடப்பட வேண்டும் அதன் பின்னர் எதிர் அயனிக்குப் பெயரிட வேண்டும். **எடுத்துக்காட்டு**
   - $K_4[Fe(CN)_6]$ ல், நேர் அயனி K^+ முதலில் பெயரிடப்பட வேண்டும். பின்னர் $[Fe(CN)_6]^{4-}$ அயனி பெயரிடப்பட வேண்டும்.
   - $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ல், அணைவு நேர் அயனி $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ முதலில் பெயரிடப்பட வேண்டும் பின்னர் எதிரயனி பெயரிடப்பட வேண்டும்.
   - $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ ல், அணைவு நேர் அயனி முதலில் பெயரிடப்பட வேண்டும்$[Pt(NH_3)_4]^{2+}$. பின்னர் அணைவு எதிரயனி பெயரிடப்பட வேண்டும். $[PtCl_4]^{2-}$
2. எளிய அயனிகளைப் பொருத்த வகையில், அவைகள் வழக்கமாக அயனிச் சேர்மங்களில் எவ்வாறு பெயரிடப்படுகின்றனவோ அவ்வாறே அணைவுச் சேர்மங்களிலும் பெயரிடப்பட வேண்டும். **எடுத்துக்காட்டாக,**

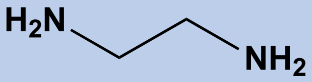
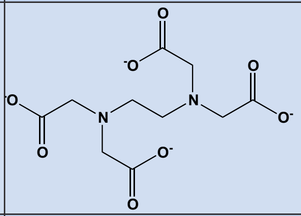
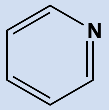
எளிய நேர் அயனி	குறியீடு	எளிய எதிர் அயனி	குறியீடு
சோடியம்	Na^+	குளோரைடு	Cl^-
பொட்டாசியம்	K^+	நைட்ரேட்	NO_3^-
காப்பர்	Cu^{2+}	சல்பேட்	SO_4^{2-}

3. அணைவு அயனியைப் பெயரிடும் போது முதலில் ஈனிகளுக்குப் பெயரிட வேண்டும். பின்னர் அதனைத் தொடர்ந்து மைய உலோக அணு/அயனிக்குப் பெயரிட வேண்டும். அணைவு அயனியானது ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வகை ஈனிகளைப் பெற்றிருப்பின், பெயர் எழுதும்போது அவைகளின் ஆங்கில அகரவரிசையின் அடிப்படையில் பெயரிடப்பட வேண்டும்.

அ) ஈனிகளைப் பெயரிடுதல்

i. எதிர் ஈனிகளின் பெயர் 'o' என்ற எழுத்தில் முடிவடைய வேண்டும். மேலும், நேர் ஈனிகளின் பெயர் 'ium' என முடிய வேண்டும். நடுநிலை ஈனிகளுக்கு அவைகளின் மூலக்கூறு பெயர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில விதிவிலக்குகள் H_2O (aqua–அக்வா), CO (கார்பனைல்), NH_3 (அம்மீன்) மற்றும் NO (நைட்ரோசில்).

ii. இரு முனைவழி பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் ஈனிகளில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட அணுக்களின் வழி ஈதல் சகப்பிணைப்பினை உருவாக்க வாய்ப்பு இருப்பதால், அதனை குறித்துக்காட்ட κ-பயன்படுத்தப்படுகிறது. **எடுத்துக்காட்டாக,** தயோசயனேட் ஈனியானது மைய உலோக அயனியுடன், சல்பர் அணுவின் வழியாகவோ அல்லது நைட்ரஜன் அணுவின் வழியாகவோ பிணைப்பினை ஏற்படுத்த இயலும். இந்த ஈனியிலுள்ள சல்பர் அணுவால், உலோக அணுவுடன் ஈதல் சகப்பிணைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டிருப்பின் அந்த ஈனி தயோசயனேட்டோ -κS எனவும், நைட்ரஜன் அணுவானது பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருப்பின், தயோசயனேட்டோ -κN எனவும் பெயரிடப்படுகின்றன. (κ -kappa)

பொதுவான பெயர்	வாய்பாடு	ஈனிக்கான IUPAC பெயர்
புரோமைடு Bromide	Br^-	புரோமிடோ bromido
குளோரைடு Chloride	Cl^-	குளோரிடோ chlorido
ஃபுளுரைடு Furoride	F^-	ஃபுளுரிடோ fluorido
சயனைடு Cyanide	CN^-	சயனிடோ cyanido
ஹைட்ராக்ஸைடு Hydroxide	OH^-	ஹைட்ராக்ஸிடோ hydroxido
கார்பனேட் Carbonate	CO_3^{2-}	கார்பனேட்டோ carbonato
நைட்ரேட் Nitrate	NO_3^-	நைட்ரேட்டோ nitrato
நைட்ரைட் Nitrite	NO_2^-	$\leftarrow NO_2^-$; நைட்ரைட்டோ-κN $\leftarrow ONO^-$; நைட்ரைட்டோ-κO
சல்பேட் Sulphate	SO_4^{2-}	சல்பேட்டோ sulphato
சல்பைடு Sulphide	S^{2-}	சல்பைடோ sulphido
ஆக்சலேட் Oxalate (ox)	$C_2O_4^{2-}$	ஆக்சலேட்டோ oxalato
எத்திலீன்டைஅமீன் Ethylene-diamine (en)		ஈத்தேன் -1,2 –டைஅமீன்
எத்திலீன்டை அமீன் டெட்ரா அசிட்டேட் Ethylenediaminetetraacetate (EDTA)		2,2',2'',2'''– (ஈத்தேன் -1,2-டைஐல்டைநைட்ரிலோ) டெட்ரா அசிட்டேட்டோ
ட்ரைபீனைல் பாஸ்பீன் Triph-enylphosphine	$P(Ph)_3$	ட்ரை பீனைல் பாஸ்பேன் triph-enylphosphane
பிரிடின் Pyridine (py)		பிரிடின் pyridine

(iii) அணைவு உட்பொருளானது ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட ஒரே வகையான ஈனிகளைப் பெற்றிருப்பின், ஈனியின் எண்ணிக்கையினைக் குறிப்பிட (2, 3, 4 etc...), அதன் பெயரோடு கிரேக்க முன்னொட்டுகளான (டை, ட்ரை, டெட்ரா, பென்டா ....) போன்றவை சேர்த்து எழுதப்படுகின்றன. ஈனியின் பெயரிலேயே இத்தகைய கிரேக்க முன்னொட்டுகள் காணப்படுமாயின் அத்தகைய ஈனிகளின் எண்ணிக்கையை (எடுத்துக்காட்டாக, எத்திலீன் டை அமீன்) குறிப்பிட மாற்று முன்னொட்டுகளான பிஸ், டிரிஸ், டெட்ராகிஸ் போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஈனிகளை அவற்றின் அகரவரிசையில் பெயரிடும் போது இந்த முன்னொட்டுகள் கருத்திற் கொள்ளப்படுவது இல்லை.

ஆ) மைய உலோக அணுவிற்குப் பெயரிடுதல் நேரயனி/ நடுநிலை அணைவுகளில், மைய உலோக அணு/அயனிக்குப் பெயரிட தனிமங்களின் வழக்கமான பெயரானது எவ்வித மாற்றமுமின்றி

XII U5 Coordination jagan.indd 154 22-12-2022 12:45:57

அப்படியே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் எதிரயனி அணைவுகளில் தனிமங்களின் பெயரோடு 'ate' என்ற பின்னொட்டு சேர்த்து எழுதப்படுகின்றது. உலோக அணுவின் பெயரினைத் தொடர்ந்து அடைப்புக்குறிக்குள் அதன் ஆக்சிஜனேற்ற எண் ரோம எண்ணுருவில் எழுதப்படுகிறது.

தனிமம்	உலோகத்தின் பெயர்	
	நேரயனி அணைவுகளில்	எதிரயனிஅணைவுகளில்
Cr	குரோமியம்	குரோமேட்
Zn	துத்தநாகம்(Zinc)	ஜிங்கேட்
Al	அலுமினியம்	அலுமினேட்
Fe	இரும்பு (அயர்ன்)	ஃபெர்ரேட்
Cu	தாமிரம் (காப்பர்)	குப்ரேட்
Co	கோபால்ட்	கோபால்டேட்
Pb	காரீயம் (லெட்)	பிளம்பேட்
Ag	வெள்ளி (சில்வர்)	அர்ஜென்டேட்
Sn	டின்	ஸ்டேனேட்
Au	கோல்டு	ஆரேட்
Pt	பிளாட்டினம்	பிளாட்டினேட்

IUPAC வழிமுறைகளைப் பின்பற்றி அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடுதல்.

எடுத்துக்காட்டு 1

அணைவுச் சேர்மம் $K_4[Fe(CN)_6]$		
நேர்அயனி (எளிய அயனி)	K^+	பொட்டாசியம்
எதிர் அயனி(அணைவு அயனி)	$[Fe(CN)6]^{4-}$	
ஈனி	CN^-	
ஈனியின் பெயர் முன்னொட்டுடன்	6 ஈனிகள்/முன்னொட்டு ஹெக்ஸா எதிர் ஈனி சயனிடோ κC CN^- – ல் ஈதல் சகப்பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் அணு C)	ஹெக்ஸா சயனிடோ-κC
மைய உலோகம்	Fe (எதிர் அணைவில்)	பெர்ரேட்

XII U5 Coordination jagan.indd 155 22-12-2022 12:45:58

மைய உலோகத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்(x)	$x + 6(-1) = -4$ $x = -4 + 6 = +2$	(II)
IUPAC பெயர்: பொட்டாசியம் ஹெக்சாசயனிடோ κC பெர்ரேட் (II)		

எடுத்துக்காட்டு 2: அணைவுச் சேர்மம் $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$		
நேர்அயனி (அணைவு அயனி)	$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$	
ஈனிகள்	NH_3 and Cl^-	
ஈனியின் பெயர் முன்னொட்டுகள் (NH_3)	4 ஈனிகள்–முன்னொட்டு டெட்ரா நடுநிலை ஈனி–அம்மைன்	டெட்ராஅம்மைன் டை குளோரிடோ (ஆங்கில அகர வரிசைப்படி ammine முதலிலும் பின்னர் குளோரிடோ(chlorido) எழுதப்படுகின்றன.
	2 ஈனிகள்– முன்னொட்டு டை எதிர் ஈனி–குளோரிடோ	
மைய உலோக அயனி	Co(எதிரயனி அணைவுச் சேர்மம்)	கோபால்ட்
மைய உலோகத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் (x)	$x + 4(0) + 2(-1) = +1$ $x = 1 + 2 = +3$	(III)
நேரயனி (எளிய)	Cl^-	குளோரைடு
IUPAC பெயர் : டெட்ராஅம்மைன் டைகுளோரிடோ கோபால்ட் (III) குளோரைடு		

எடுத்துக்காட்டு 3 : அணைவுச் சேர்மம் $[Cr(en)_3][CrF_6]$		
நேரயனி அணைவுச் சேர்மம் (complex)	$[Cr(en)_3]^{3+}$	
ஈனிகள்	en- எத்திலீன் டைஅமீன்	
ஈனியின் பெயரில் கிரேக்க முன்னொட்டான டை காணப்படுவதால் மாற்று முன்னொட்டைப் பயன்படுத்துக.	3 ஈனிகள் முன்னொட்டு டிரிஸ் நடுநிலை ஈனி ஈத்தேன் -1,2-டைஅமீன்	டிரிஸ் (ஈத்தேன்-1,2-டைஅமீன்)

XII U5 Coordination jagan.indd 156 22-12-2022 12:45:58

மைய உலோகம்	Cr(நேர் அணைவு அயனியில்)	குரோமியம்
மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் (x)	x + 3 (0) = +3 x = +3	(III)
எதிர் அயனி (அணைவு அயனி)	$[CrF_6]^{3-}$	
ஈனி	$6\ F^-$	
முன்னொட்டுடன் ஈனியின் பெயர்	6 ஈனிகள் முன்னொட்டு ஹெக்சா எதிர் அயனி ஈனி:ஃபுளூரிடோ	ஹெக்சா ஃபுளூரிடோ
மைய உலோக அயனி	குரோமியம் Cr (எதிர் அணைவு அயனியில்)	குரோமேட்
மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் (x)	x + 6 (-1)= – 3 x = -3 + 6 = +3	(III)
IUPAC பெயர்: டிரிஸ்(ஈத்தேன்-1,2-டைஅமீன்) குரோமியம் (III) ஹெக்சா ஃபுளூரிடோ குரோமேட் (III)		

IUPAC வழிமுறைகளைப் பின்பற்றி அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடுதலை நன்கு புரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் தரப்பட்டுள்ளன.

i.	$[Ag(NH_3)_2]Cl$	டைஅம்மைன் சில்வர் (I) குளோரைடு
ii.	$[Co(en)_2Cl_2]Cl$	டைகுளோரிடோபிஸ்(ஈத்தேன்–1,2–டைஅமீன்)கோபால்ட் (III) குளோரைடு
iii.	$[Cu(NH_3)_4]SO_4$	டெட்ராஅம்மைன் காப்பர்(II) சல்பேட்
iv.	$[Co(CO_3)(NH_3)_4]Cl$	டெட்ராஅம்மைன்கார்பனேட்டோகோபால்ட் (III)குளோரைடு
v.	$[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]Cl_3$	டிரைஅம்மைன்டிரைஅக்வாகுரோமியம் (III) குளோரைடு
vi.	$K_3[Fe(CN)_5\ NO]$	பொட்டாசியம்பென்டாசயனிடோநைட்ரோசில் ஃபெர்ரேட்(II)
vii.	$Na_2[Ni(EDTA)]$	சோடியம் 2,2',2'',2'''-(ஈத்தேன்-1,2-டைஇல்டைநைட்ரிலோ) டெட்ராஅசிட்டேட்டோநிக்கலேட்(II)
viii.	$[PdI_2(ONO)_2(H_2O)_2]$	டைஅக்வா டைஅயோடைடோடைநைட்ரைட்டோ-κO பெல்லேடியம் (IV)
ix.	$[Cr(PPh_3)(CO)_5]$	பென்டாகார்பனைல்டிரைபீனைல்பாஸ்பேன் குரோமியம்(0)

x.	$[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$	டிரைஅம்மைன்டிரைநைட்ரைட்டோ-κNகோபால்ட் (III)
xi.	$[Co(NH_3)_5CN]$ $[Co(NH_3)(CN)_5]$	பென்டாஅம்மைன்சயனிடோ-κCகோபால்ட் (III) அம்மைன்பென்டா சயனிடோ-κCகோபால்டேட் (III)
xii.	$[Pt(py)_4][PtCl_4]$	டெட்ராபிரிடின்பிளாட்டினம்(II) டெட்ராகுளோரிடோபிளாட்டினேட்(II)
xiii.	$[Co(NH_3)_4Cl_2]_3$ $[Cr(CN)_6]$	டெட்ராஅம்மைன்டைகுளோரிடோகோபால்ட்(III) ஹெக்சாசயனிடோ-κCகுரோமேட்(III)
xiv.	$[Ag(NH_3)_2]^+$	டைஅம்மைன்சில்வர்(I)அயனி
xv.	$[Co(NH_3)_5\ Cl]^{2+}$	பென்டாஅம்மைன்குளோரிடோகோபால்ட் (III)அயனி
xvi.	$[FeF_6]^{4-}$	ஹெக்சா்ஃபுளூரிடோஃபெர்ரேட்(II) அயனி

தன்மதிப்பீடு 3 :

அ. கீழ்க்கண்ட சேர்மங்களுக்கான IUPAC பெயர்களைத் தருக.

(i) $K_2\left[Fe(CN)_3(Cl)_2(NH_3)\right]$

(ii) $\left[Cr(CN)_2(H_2O)_4\right]\left[Co(ox)_2(en)\right]$

(iii) $\left[Cu(NH_3)_2Cl_2\right]$

(iv) $\left[Cr(NH_3)_3(NC)_2(H_2O)\right]^+$

(v) $\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$

ஆ. பின்வரும் அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினை தருக.

(i) டைஅம்மைன்சில்வர்(I)டைசயனிடோஅர்ஜன்டேட்(I)

(ii) பென்டாஅம்மைன்நைட்ரைட்டோκN–கோபால்ட்(III)அயனி

(iii) ஹெக்சாஃபுளூரிடோகோபால்டேட்(III)அயனி

(iv) டைகுளோரிடோபிஸ்(எத்திலீன்டைஅமீன்) கோபால்ட் (IV)சல்பேட்

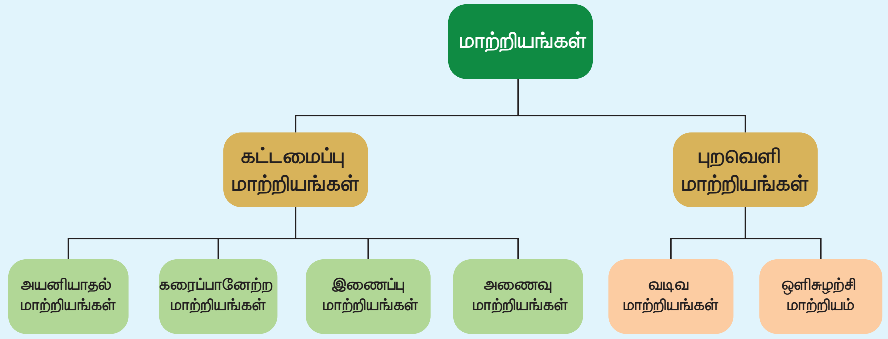
(v) டெட்ராகார்பனைல்நிக்கல்(0)

5.4 அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் மாற்றியம்

கரிமச்சேர்மங்களில் காணப்படும் மாற்றியங்களைப் பற்றி நாம் கடந்த ஆண்டில் ஏற்கனவே கற்றறிந்துள்ளோம். அதனைப் போலவே, அணைவுச் சேர்மங்களும் மாற்றிய பண்பினைப் பெற்றுள்ளன. ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட அணைவுச் சேர்மங்கள் ஒரே மூலக்கூறு வாய்பாட்டினையும், மைய உலோக அணு/அயனியைச் சுற்றி ஈனிகள் புறவெளியில் வெவ்வேறு வகைகளில் அமைவதால்

XII U5 Coordination jagan.indd 158 22-12-2022 12:45:58

மாறுபட்ட இயற் மற்றும் வேதிப்பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும் அணைவுச் சேர்மங்களின் இத்தகைய பண்பானது மாற்றியம் எனப்படுகிறது. பின்வரும் படத்திலிருந்து, அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் பொதுவான மாற்றியங்களின் வகைகளை அறிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 5.2 அணைவுச் சேர்மங்களில் மாற்றியம்

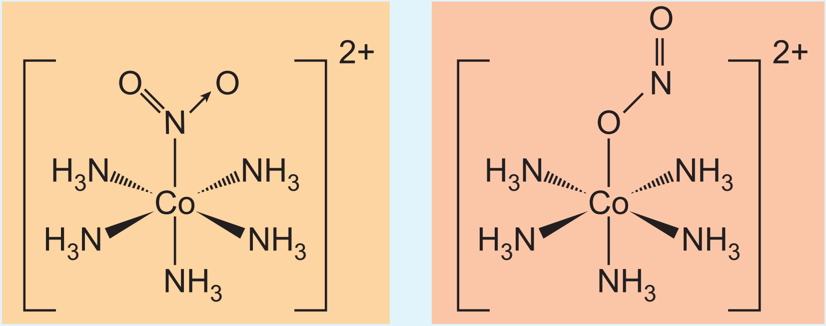
5.4.1 கட்டமைப்பு மாற்றியங்கள்

ஒரே மூலக்கூறு வாய்பாட்டையும், அணைவில் இடம் பெற்றுள்ள அணுக்களுக்கிடையேயான பிணைப்புகளில் மாறுபடுவதால் வெவ்வேறு அமைப்பு வாய்பாடுகளையும் பெற்றுள்ள அணைவுச் சேர்மங்கள் கட்டமைப்பு மாற்றியங்கள் எனப்படுகின்றன. நான்கு பொதுவான கட்டமைப்பு மாற்றியங்கள் இங்கு விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

இணைப்பு மாற்றியங்கள் (linkage isomerism)

இரு வழி பிணைப்புறும் ஈனி தன்னிடம் உள்ள வெவ்வேறு வழங்கி அணுக்களின் மூலம் மைய உலோக அயனியுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்தும் போது இத்தகைய மாற்றியங்கள் ஏற்படுகின்றன. பின்வரும் எடுத்துக்காட்டில், நைட்ரைட் அயனியானது, மைய உலோக அயனியான Co^{3+} உடன் நைட்ரஜன் அணு வழியே பிணைப்பினை ஏற்படுத்துவதால் ஒரு அணைவுச் சேர்மமும், ஆக்சிஜன் அணு வழியே பிணைப்பினை ஏற்படுத்துவதால் மற்றொரு அணைவுச் சேர்மமும் உருவாகின்றன.

$[Co(NH_3)_5(NO_2)]^{2+}$



படம் 5.3 இணைப்பு மாற்றியங்கள்

அணைவு மாற்றியங்கள்:

அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ள நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் இரண்டும் அணைவு அயனிகளாகக் காணப்படும் நிலையில் இம்மாற்றியம் ஏற்படுகிறது. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஈனிகள் நேர் மற்றும் எதிர் அணைவு உட்பொருட்களுக்கிடையே பரிமாற்றம் அடைவதன் விளைவாக வெவ்வேறு மாற்றியங்கள் உருவாகின்றன.

XII U5 Coordination jagan.indd 159 22-12-2022 12:45:59

எடுத்துக்காட்டாக, $[Co(NH_3)_6][Cr(CN)_6]$ அணைவுச் சேர்மத்தில் ஈனிகள் அம்மோனியா மற்றும் சயனைடு முறையே கோபால்ட் மற்றும் குரோமியத்துடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் அணைவு மாற்றியமான $[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ல் ஈனிகள் பரிமாற்றமடைந்துள்ளன.

அணைவு மாற்றியங்களுக்கான மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகள்

1. $[Cr(NH_3)_5CN][Co(NH_3)(CN)_5]$ மற்றும் $[Co(NH_3)_5CN][Cr(NH_3)(CN)_5]$
2. $[Pt(NH_3)_4][Pd(Cl)_4]$ மற்றும் $[Pd(NH_3)_4][Pt(Cl)_4]$

அயனியாதல் மாற்றியங்கள்

அயனியுறும் எதிர்மாறு அயனியானது (எளிய அயனி) ஈனிகளாக செயல்படும் தன்மையினைப் பெற்றிருப்பின் அத்தகைய நேர்வுகளில் இம்மாற்றியம் ஏற்படுகிறது. இத்தகைய எதிர்மாறு அயனிகள், அணைவு உட்பொருளில் உள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஈனிகளுடன் பரிமாற்றம் அடையும் போது அயனியாதல் மாற்றியங்கள் உருவாகின்றன.

இந்த மாற்றியங்கள் கரைசலில் வெவ்வேறு அயனிகளைத் தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, $[Pt(en)_2Cl_2]Br_2$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்தைக் கருதுக. இச்சேர்மத்தில் Br^- மற்றும் Cl^- ஆகிய இரண்டும் ஈனிகளாகச் செயல்படும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன. இவைகளின் பரிமாற்றங்களால் உருவாகும் மாற்றியம் $[Pt(en)_2Br_2]Cl_2$ ஆகும். கரைசலில், முதல் சேர்மம் Br^- அயனிகளைத் தருகிறது. அதே நேரத்தில் இரண்டாவதாக குறிப்பிடப்பட்டுள்ள மாற்றியம் Cl^- அயனிகளைத் தருகிறது. எனவே, இவைகள் அயனியாதல் மாற்றியங்கள் எனப்படுகின்றன.

அயனியாதல் மாற்றியங்களுக்கான மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகள்

1. $[Cr(NH_3)_4ClBr]NO_2$ மற்றும் $[Cr(NH_3)_4Cl\ NO_2]Br$
2. $[Co(NH_3)_4Br_2]Cl$ மற்றும் $[Co(NH_3)_4Cl\ Br]Br$

தன்மதிப்பீடு 4 :

$[Co(NH_3)_4I_2]Cl$ ன் நீர்க்கரைசலை $AgNO_3$ உடன் வினைபடுத்தும் போது வெண்மைநிற வீழ்படிவு உண்டாகிறது. $AgNO_3$ கரைசலுடன் வினைபடுத்தும் போது மஞ்சள் நிற வீழ்படிவைத் தரும் இதன் மாற்றியத்தினை கண்டறிக. இச்சேர்மங்கள் எவ்வகை மாற்றியங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

கரைப்பானேற்ற மாற்றியங்கள்

படிக அணுக்கோவைத் தளத்தில் தனித்த நிலையில் காணப்படும் நீர், ஆல்கஹால், அம்மோனியா போன்ற கரைப்பான் மூலக்கூறுகள், அணைவு உட்பொருளின் உள்ள ஈனிகளுடன் பரிமாற்றம் அடைவதால் வெவ்வேறு மாற்றியங்கள் உருவாகின்றன. இத்தகைய மாற்றியங்கள் கரைப்பானேற்ற மாற்றியங்கள் எனப்படுகின்றன. கரைப்பான் ஆனது நீர் மூலக்கூறுகளாக இருப்பின், இம்மாற்றியங்கள் நீரேற்ற மாற்றியங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, $CrCl_3.6H_2O$ என்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினை உடைய அணைவுச் சேர்மம் பின்வரும் மூன்று நீரேற்ற மாற்றியங்களைக் கொண்டுள்ளது.

XII U5 Coordination jagan.indd 160 22-12-2022 12:45:59

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$	ஊதா நிற சேர்மம் மற்றும் கரைசலில் மூன்று குளோரைடு அயனிகளைத் தருகிறது.
$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$	வெளிர் பச்சை நிற சேர்மம் மற்றும் கரைசலில் இரண்டு குளோரைடு அயனிகளைத் தருகிறது.
$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl.2H_2O$	அடர் பச்சை நிற சேர்மம் மற்றும் கரைசலில் ஒரு குளோரைடு அயனியைத் தருகிறது.

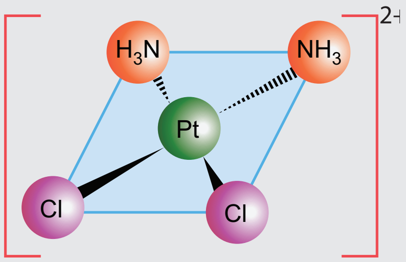
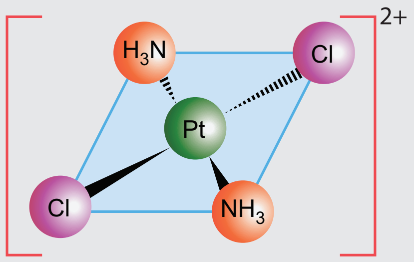
5.4.2 புறவெளி மாற்றியங்கள்

கரிமச் சேர்மங்களைப் போலவே அணைவுச் சேர்மங்களும் புறவெளி மாற்றியங்களைக் கொண்டுள்ளன. அணைவுச் சேர்மங்களின் புறவெளி மாற்றியங்கள் ஒரே வேதி வாய்பாடு, மைய உலோக அயனி மற்றும் ஈனிகளுக்கு இடையே காணப்படும் ஒரே மாதிரியான இணைப்பு ஆகியனவற்றைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால், மைய உலோக அயனியைச் சுற்றி புறவெளியில் முப்பரிமாண அமைப்பில் ஈனிகள் அமைந்துள்ள விதத்தில் இவைகள் மாறுபடுகின்றன. இத்தகைய மாற்றியத்தினை, வடிவமாற்றியங்கள் மற்றும் ஒளிசுழற்சி மாற்றியங்கள் என மேலும் வகைப்படுத்தலாம்.

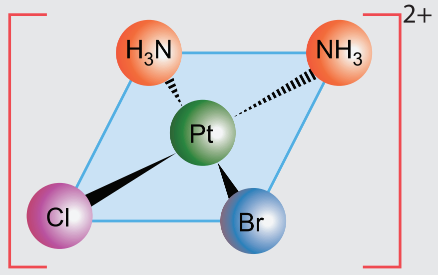
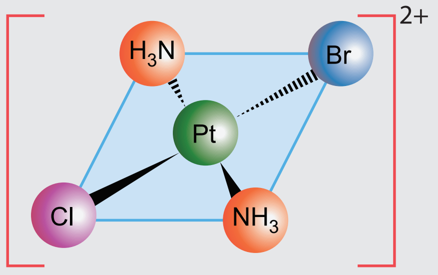
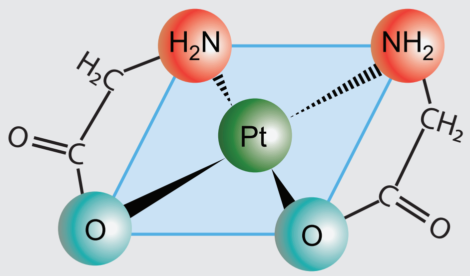
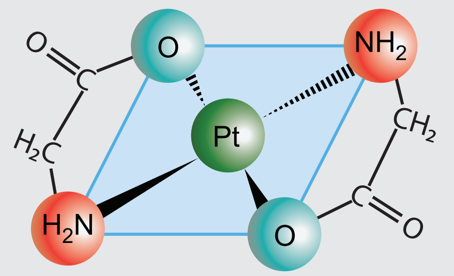
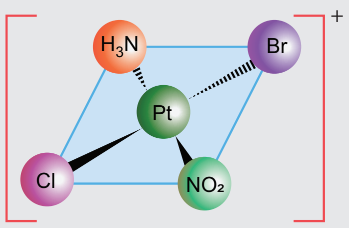
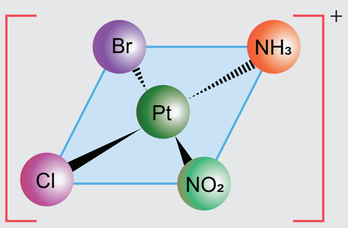
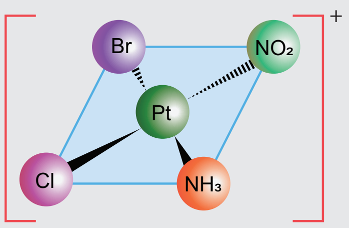
வடிவ மாற்றியங்கள்

மாறுபட்ட ஈனிகளைக் கொண்டுள்ள அணைவுச் சேர்மங்களில், மைய உலோக அணுவைச் சுற்றி ஈனிகள் முப்பரிமாண புறவெளியில் வெவ்வேறு வகைகளில் அமைவதால், இவ்வகை மாற்றியம் ஏற்படுகிறது. இம்மாற்றியங்கள் எண்முகி மற்றும் தளசதுர அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படுகின்றன. $[MA_2B_2]^{n\pm}$ மற்றும் $[MA_2BC]^{n\pm}$ ஆகிய வகைகளில் காணப்படும் தளச் சதுர அணைவுச் சேர்மங்களில் (இங்கு A, B மற்றும் C ஆகியன ஒரு முனை ஈனிகள் மற்றும் M என்பது மைய உலோக அணு/ அயனி), ஒத்தத் தொகுதிகள் (A அல்லது B) ஆனது மைய உலோக அணுவினைப் பொருத்து ஒரே பக்கத்திலேயோ அல்லது எதிர் எதிர் பக்கங்களிலோ காணப்படுவதால், இரு வேறு வடிவ மாற்றியங்கள் ஏற்படுகின்றன. அவை முறையே சிஸ் மற்றும் டிரான்ஸ் மாற்றியங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. $[M(xy)_2]^{n\pm}$ என்ற அமைப்புடைய தள சதுர அணைவுச் சேர்மமும் (இங்கு xy என்பது x மற்றும் y ஆகிய இரு வேறு வழங்கி அணுக்களை உடைய இருமுனை ஈனி) சிஸ் மற்றும் டிரான்ஸ் மாற்றியங்களைப் பெற்றுள்ளன. $[MABCD]^{n\pm}$ என்ற வகை தளச்சதுர அணைவுச் சேர்மமும் வடிவ மாற்றியத்தினைப் பெற்றுள்ளது. இந்நேர்வில் ஏதேனும் ஒரு ஈனியை $[MABCD]^{n\pm}$ குறிப்பாகக் (A, B, C or D) கொண்டு மற்ற மூன்று ஈனிகளின் வெவ்வேறு முறைகளில் அமைக்கப்படுவதன்மூலம் மூன்று வடிவ மாற்றியங்கள் பெறப்படுகின்றன.

படம் 5.4 MA_2B_2, MA_2BC, $M(xy)_2$ & MABCD - மாற்றியங்கள்

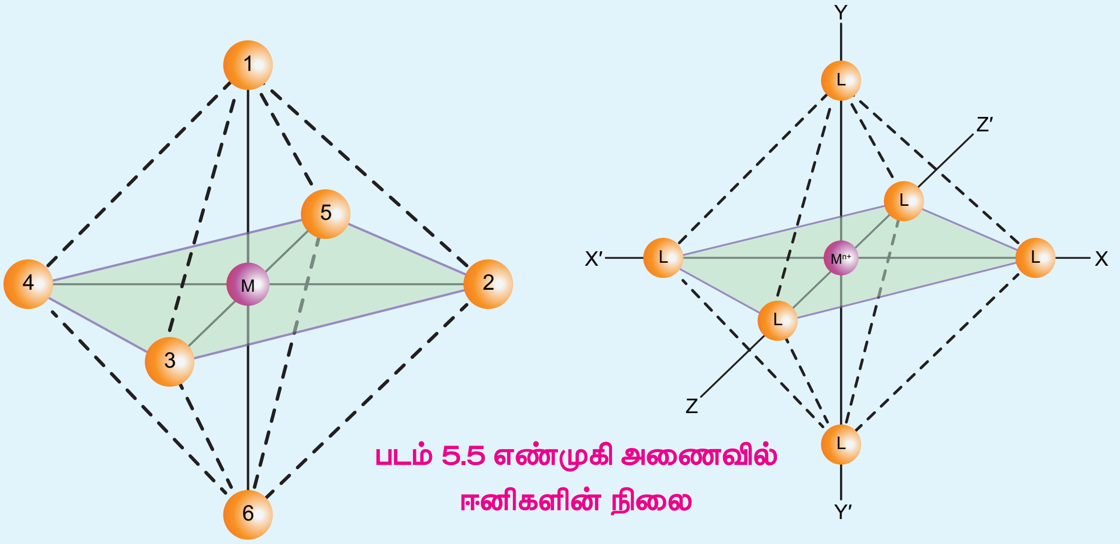
வகை	எடுத்துக்காட்டு	
	சிஸ் மாற்றியம்	டிரான்ஸ் மாற்றியம்
MA_2B_2		

XII U5 Coordination jagan.indd 161 22-12-2022 12:45:59

MA_2BC		
$M(xy)_2$		
MABCD	  	

எண்முகி அணைவுகள்

$[MA_2B_4]^{n\pm}$, $[M(xx)_2B_2]^{n\pm}$ ஆகிய வகை எண்முகி அணைவுகள் சிஸ்–டிரான்ஸ் மாற்றியங்களைக் கொண்டுள்ளன. இங்கு A மற்றும் B ஆகியன ஒருமுனை ஈனிகளாகும். மேலும் xx என்பது ஒரே மாதிரியான இரு வழங்கி அணுக்களை உடைய இருமுனை ஈனியாகும். எண்முகி அணைவில் ஈனிகளின் இட அமைவு பின்வருமாறு எண் வழங்கும் முறையினால் குறிப்பிடப்படுகின்றன.



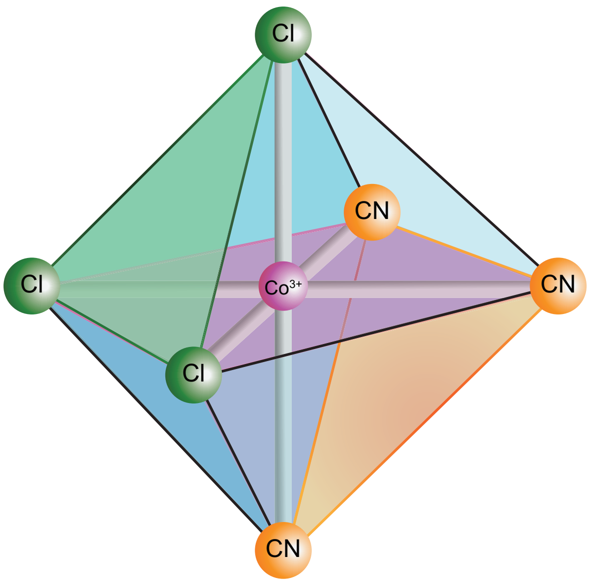
படம் 5.5 எண்முகி அணைவில் ஈனிகளின் நிலை

XII U5 Coordination jagan.indd 162 22-12-2022 12:46:00

மேற்கண்டுள்ள எண் வழங்கும் முறையில் (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (2,3), (2,5), (2,6), (3,4), (3,6), (4,5), (4,6), மற்றும் (5,6) ஆகிய நிலைகள் ஒத்த நிலைகளாகும். மேலும் ஒரே மாதிரியான இரண்டு தொகுதிகள் மேற்கண்டுள்ள ஒத்த நிலைகளில் அமைந்திருந்தால் அம்மாற்றியம் சிஸ் மாற்றியம் எனப்படும். அதைப்போலவே (1,6), (2,4), மற்றும் (3,5) ஆகிய நிலைகளும் ஒத்த நிலைகளாகும். ஒரே மாதிரியான ஈனிகள் இந்நிலைகளில் இடம் பெற்றிருந்தால் அம்மாற்றியம் டிரான்ஸ் மாற்றியம் எனப்படும்.

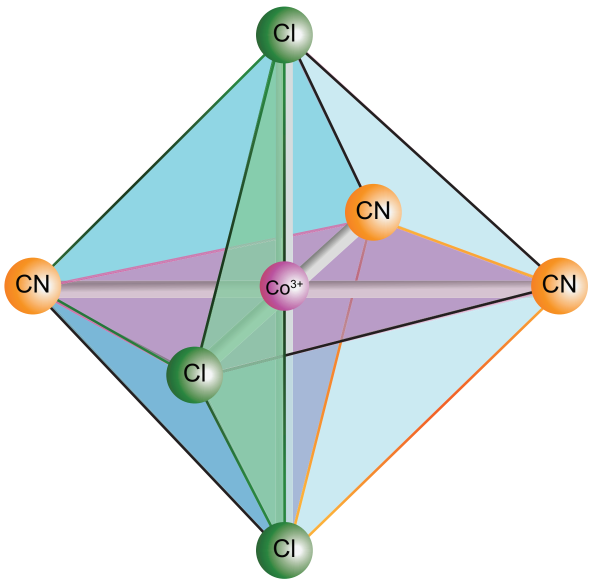
$[MA_3B_3]^{n\pm}$ வகை எண்முகி அணைவுச் சேர்மமும் வடிவ மாற்றியங்களைப் பெற்றுள்ளது. மூன்று ஒரே மாதிரியான ஈனிகள் (A) எண்முகியின் ஒரு முக்கோண முகத்தின் மூன்று மூலைகளில் இடம் பெற்றிருந்து மற்ற மூன்று ஈனிகள் (B) அதற்கு நேர் எதிராக அமைந்துள்ள முக்கோண முகத்தில் இடம் பெற்றிருக்குமாயின் அம்மாற்றியம் ஒருமுக மாற்றியம் (facial isomer) or (fac-isomer) என அழைக்கப்படுகின்றது.

மூன்று ஒத்த ஈனிகள் ஒரு எண்முகியின் ஒரு உச்சியிலிருந்து மற்றொரு எதிர் உச்சிக்கு கற்பனையாக வரையப்படும் ஒரு அரைவட்ட நெடுவரையில் அமைந்திருக்குமாயின் அம்மாற்றியம் (படம் 5.6 (ஆ)) நெடுவரை மாற்றியம் எனப்படும். ஒவ்வொரு மூன்று ஈனித்தொகுதிகளும் எண்முகியின் (meridian) நெடுவரையில் அமைந்திருப்பதாகக் கருதப்படுவதால் இம்மாற்றியம் நெடுவரை மாற்றியம் எனப்படுகிறது. ஈனி வகைகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது மாற்றியங்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கும். $[MABCDEF]^{n\pm}$, என்ற வகை எண்முகி அணைவிற்கு (இங்கு A, B, C, D, E மற்றும் F ஆகியன ஒரு முனை ஈனிகள்) பதினைந்து வெவ்வேறு வடிவமைப்புகளை உடைய வடிவமாற்றியங்கள் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. அவை அனைத்தையும் உருவாக்குதல் எளிதன்று.



படம் 5.6 (அ) ஒருமுக மாற்றியம்

(Facial isomer)



படம் 5.6 (ஆ) நெடுவரை மாற்றியம்

(Meridional isomer)

XII U5 Coordination jagan.indd 163 22-12-2022 12:46:00

தன்மதிப்பீடு 5 :

அ. A, B மற்றும் C ஆகிய மூன்றுச் சேர்மங்களின் வாய்பாடு $CrCl_3.6H_2O$ அவற்றினை தனித்தனியே நீரகற்றும் வினைப்பொருளுடன் வைக்கும் போது அவை நீரினை இழந்து மாறாத நிறையினைப் பெறுகின்றன. அம்முடிவுகள் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

சேர்மம்	சேர்மத்தின் ஆரம்ப எடை (in g)	நீரகற்றத்திற்கு பின் மாறாத எடை
A	4	3.46
B	0.5	0.466
C	3	3

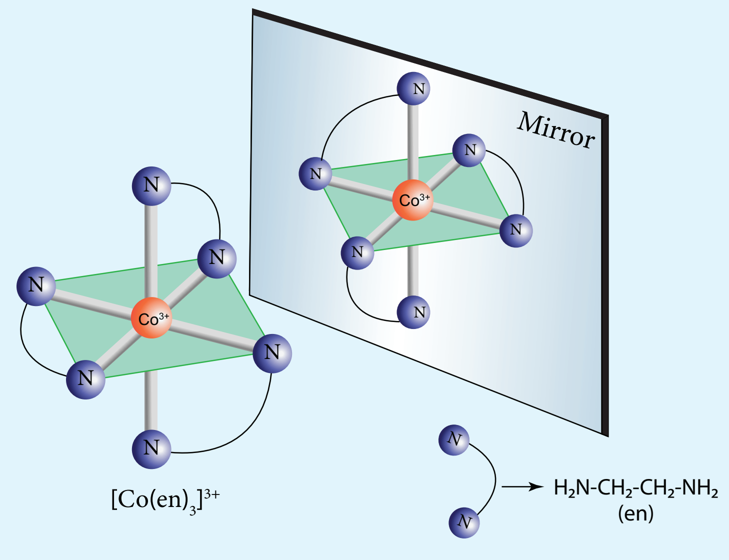
சேர்மங்கள் A, B மற்றும் C இவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டினை கண்டறிக.

ஆ. பின்வரும் அணைவுச் சேர்மங்களால் காணப்படும் மாற்றியங்களைக் குறிப்பிடுக. மேலும் அவற்றினை வரைக.

(i) $[Co(en)_3][Cr(CN)_6]$ (ii) $[Co(NH_3)_5(NO_2)]^{2+}$ (iii) $[Pt(NH_3)_3(NO_2)]Cl$

5.4.4 ஒளிசுழற்சி மாற்றியம்

கரிமச் சேர்மங்களைப் போலவே, கைரல் தன்மையைப் பெற்றுள்ள அணைவுச் சேர்மங்களும் ஒளிசுழற்சி மாற்றியங்களைப் பெற்றுள்ளன. ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடைய சேர்மங்கள், பொருள் மற்றும் அதன் ஆடிபிம்பம் என தொடர்புபடுத்தக்கூடிய மாற்றிய இணைகளாக இருப்பின் அவை இனான்சியோமெர்கள் எனப்படுகின்றன. இம் மாற்றியங்களின் கரைசல்களின் வழியே தளமுனைவு கொண்ட ஒளியினைச் செலுத்தும் போது அவ்வொளியின் தளத்தினை இம்மாற்றியங்கள் வலஞ்சுழியாகவோ அல்லது இடஞ்சுழியாகவோ சுழற்றுகின்றன. இதனைப் பொறுத்து அவைகள் முறையே d மற்றும் l மாற்றியங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. $[M(xx)_3]^{n\pm}$, $[M(xx)_2AB]^{n\pm}$ மற்றும் $[M(xx)_2B_2]^{n\pm}$ ஆகிய வகை எண்முகி அணைவுகள் ஒளிசுழற்சி மாற்றியப் பண்பினைப் பெற்றுள்ளன.



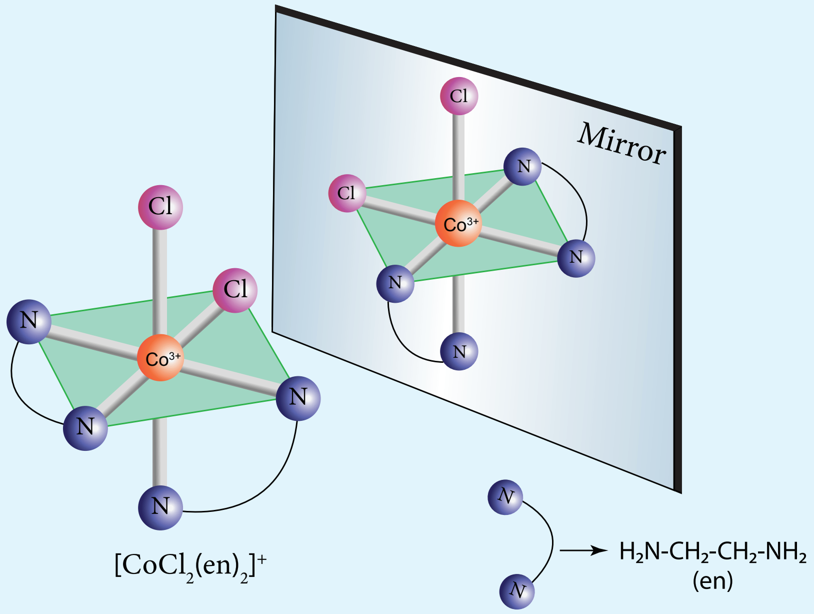
படம் 5.7 ஒளிசுழற்சி மாற்றியம்

எடுத்துக்காட்டு:

படம் 5.7ல் $[Co(en)_3]^{3+}$ ன் ஒளிசுழற்சி மாற்றியங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

$[CoCl_2(en)_2]^+$ என்ற அணைவுச் சேர்மம் மூன்று மாற்றியங்களைக் கொண்டுள்ளன. அவைகளுள் இரு மாற்றியங்கள் ஒளிசுழற்றும் தன்மையுடைய சிஸ் மாற்றியங்கள் ஆகும். மற்றொன்று ஒளி சுழற்றும் தன்மையற்ற டிரான்ஸ் மாற்றியமாகும். இவற்றின் வடிவமைப்புகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

XII U5 Coordination jagan.indd 164 22-12-2022 12:46:00



படம் 5.8 ஒளி சுழற்சி மாற்றியங்கள்

தன்மதிப்பீடு 6 :

$Ca[Co(NH_3)Cl(Ox)_2]$ என்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு உடைய அணைவுச் சேர்மத்திற்கு சாத்தியமான அனைத்து புறவெளி மாற்றியங்களையும் வரைக.

5.5 அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான கொள்கைகள்

ஆல்பர்ட் வெர்னர் அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் பிணைப்பினை ஒரு லூயி அமிலத்திற்கும் ஒரு லூயி காரத்திற்கும் இடையேயான பிணைப்பாக கருதினார். அணைவுச் சேர்மங்களில் கண்டறியப்பட்ட சில பண்புகளை விளக்குவதற்கு அவரது அணுகுமுறை பயன்பட்டது. எனினும், இவரது அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்தி அணைவுச் சேர்மங்களில் நிறம், காந்தப் பண்பு, போன்ற பண்புகளை விளக்க இயலவில்லை. வெர்னர் கொள்கையினைத் தொடர்ந்து லீனஸ் பாலிங் என்பார் இணைதிற பிணைப்புக் கொள்கையை முன்மொழிந்தார். இக்கொள்கையானது, மைய உலோக அயனிக்கும் ஈனிகளுக்கும் இடையேயான பிணைப்பினை முற்றிலும் சகப்பிணைப்பு என கருதியது. பெத்தே மற்றும் வான் வெலக் ஆகியோர் உலோக அயனி மற்றும் ஈனிகளுக்கிடையேயான இடைவினையானது ஒரு நிலைமின்னியல் கவர்ச்சிவிசை எனக் கருதி படிகபுலக் கொள்கையை அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு விரிவுபடுத்தி அவைகளின் பண்புகளை விளக்கினார்கள். மேலும், அதனைத் தொடர்ந்து அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் பிணைப்பின் தன்மையை விளக்குவதற்கு, ஈனிபுலக்கொள்கை மற்றும் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கை போன்றவைகள் உருவாக்கப்பட்டன. இப்பாடப்பகுதியில், இணைத்திற பிணைப்புக் கொள்கை மற்றும் படிக புல கொள்கையை எளிய அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பயன்படுத்தி அவைகளின் பண்புகளை விளக்குவோம்.

5.5.1 இணைதிற பிணைப்புக் கொள்கை

இக்கொள்கையின்படி, மைய உலோக அயனியின் காலியான இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டாலுடன் தனித்த எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ள ஈனிகளின் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களுடன் ஒன்றோடொன்று மேற்பொருந்துவதால், அவற்றிற்கிடையே பிணைப்பு உருவாகிறது.

XII U5 Coordination jagan.indd 165 22-12-2022 12:46:00

இணைதிற பிணைப்புக் கொள்கையின் முக்கியக் கருதுகோள்கள்

1. அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் ஈனி → உலோக பிணைப்பானது சகப்பிணைப்புத் தன்மை உடையது. இப்பிணைப்பானது, ஈனிக்கும், மைய உலோக அயனிக்கும் இடையே ஈனி வழங்கும் எலக்ட்ரான்கள் பங்கிடப்படுவதால் ஏற்படுகிறது.
2. ஒவ்வொரு ஈனியும் குறைந்தபட்சம் ஒரு தனித்த இரட்டை எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ள நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டாலைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.
3. ஒரு அணைவு அயனியில் உள்ள மைய உலோக அயனியானது, ஈனிகள் வழங்கும் ஓரிணை எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொள்ள ஏதுவாக தேவையான எண்ணிக்கையில் (அணைவு எண்ணிற்கு சமமான எண்ணிக்கையில்) காலியான ஆர்பிட்டால்களைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.
4. மைய உலோக அணுவின் இந்த வெற்று ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்படைகின்றன. அதாவது, ஒப்பிடத்தக்க ஆற்றலுடைய அணு ஆர்பிட்டால்கள் ஒன்றோடொன்று கலந்து சம எண்ணிக்கையில் சம ஆற்றலுடைய புதிய ஆர்பிட்டால்களை உருவாக்குகின்றன.
5. மைய உலோக அணுவின் இனக்கலப்படைந்த வெற்று ஆர்பிட்டால்கள், ஈனிகளின் நிரப்பப்பட்ட ஆர்பிட்டால்களுடன் நேர்கோட்டில் மேற்பொருந்தி உலோகம் மற்றும் ஈனிகளுக்கு இடையே ஈதல் சிக்மா சகப்பிணைப்பினை ஏற்படுத்துகின்றன.
6. இனக்கலப்படைந்த ஆர்பிட்டால்கள் திசைப் பண்புடையவை. புறவெளியில் இவைகள் குறித்த திசையில் அமைவதால் அணைவு அயனிக்கு குறிப்பிட்ட வடிவம் உருவாகிறது.

அணைவு எண்	இனக்கலப்பு	வடிவமைப்பு	எடுத்துக்காட்டுகள்
2	sp	நேர்கோடு	$[CuCl_2]^-$, $[Ag(CN)_2]^-$
3	sp^2	தளமுக்கோணம்	$[HgI_3]^-$
4	sp^3	நான்முகி	$[Ni(CO)_4]$, $[NiCl_4]^{2-}$
4	dsp^2	தளச்சதுரம்	$[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$
5	dsp^3 ($d_{x^2-y^2}$ *orbital is involved*)	முக்கோண இருபிரமிடு	$[Fe(CO)_5]$
6	d^2sp^3 (d_{z^2} மற்றும் $d_{x^2-y^2}$ உட்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்பில் ஈடுபட்டுள்ளன.)	எண்முகி	$[Ti(H_2O)_6]^{3+}$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ உள் ஆர்பிட்டால் அணைவுகள்
6	sp^3d^2 (d_{z^2} மற்றும் $d_{x^2-y^2}$ வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்பில் ஈடுபட்டு உள்ளன,)	எண்முகி	$[FeF_6]^{4-}$,$[CoF_6]^{4-}$, $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ வெளி ஆர்பிட்டால் அணைவுகள்

XII U5 Coordination jagan.indd 166 22-12-2022 12:46:00

7. எண்முகி அணைவுகளில், (n-1)d ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்பாதலில் ஈடுபட்டிருப்பின், அத்தகைய அணைவுகள் உள் ஆர்பிட்டால் அணைவுகள் அல்லது குறை சுழற்சி அணைவுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. nd ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்பின் ஈடுபட்டிருப்பின், அத்தகைய அணைவுகள் வெளி ஆர்பிட்டால் அணைவுகள் அல்லது உயர் சுழற்சி அணைவுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இங்கு n என்பது வெளிக்கூட்டின் முதன்மைக் குவாண்டம் எண்ணைக் குறிப்பிடுகின்றது.
8. ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள மைய உலோக அயனியானது தனித்த இணையாகாத எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்குமாயின் அவை பாராகாந்தத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும். அனைத்து எலக்ட்ரான்களும் இரட்டைகளாகக் காணப்பட்டால் அணைவுச் சேர்மம் டையாகாந்தப் பண்பினைப் பெற்றிருக்கும்.
9. ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தில், CO, CN^-, en மற்றும் NH_3 போன்ற ஈனிகள் காணப்படின், அவைகள் மைய உலோக அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை இணையாக்குகின்றன. அத்தகைய ஈனிகள் வலிமை புல ஈனிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
10. இனக்கலப்படைந்த உலோக ஆர்பிட்டாலுக்கும், ஈனிகளின் ஆர்பிட்டாலுக்கும் இடையேயான மேற்பொருந்துதல் அதிகபட்சமாக இருப்பின், பிணைப்பும் வலிமையாக இருக்கும்.

பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகளின் மூலம் VBT ஐ புரிந்து கொள்வோம்.

எடுத்துக்காட்டு 1:

அணைவுச் சேர்மம்	**$[Ni(CO)_4]$**
மைய உலோக அணு மற்றும் அதன் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு	Ni: $3d^8$, $4s^2$
உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	[↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑] $3d^8$; [↑↓] $4s^2$; [ ][ ][ ] 4p
ஈனியின் தன்மை	CO CO வலிமையான ஈனி. உலோகத்தின் 4s எலக்ட்ரான்களை 3d எலக்ட்ரான்களுடன் இணையாக்குகிறது.
ஈனியின் முன்னிலையில் மைய உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] $3d^{10}$; [ ] $4s^0$; [ ][ ][ ] $4p^0$
இனக்கலப்பு	அணைவு எண் -4; இனக்கலப்பு– sp^3
அணைவில் உள்ள மைய உலோக அயனியின் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்	[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] $3d^{10}$; [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] sp^3 இனக்கலப்படைந்த ஆர்பிட்டால்கள்

XII U5 Coordination jagan.indd 167 22-12-2022 12:46:00

வடிவம்	நான்முகி
காந்தப்பண்பு	தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை=0 எனவே டையாகாந்தப்பண்புடையது.
காந்த திருப்புத் திறன் (சுழற்சி வாய்பாடு (Spin only) பயன்படுத்தும்போது)	$\mu_s = \sqrt{n(n+2)} = 0$

எடுத்துக்காட்டு 2:

அணைவுச் சேர்மம்	$[Ni(CN)_4]^{2-}$
மைய உலோக அணு மற்றும் அதன் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு	Ni^{2+}: $3d^8$, $4s^0$
உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^8$: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ; $4s^2$: [ ] ; 4p: [ ] [ ] [ ]
ஈனியின் தன்மை	CN^- வலிமையான ஈனி. உலோகத்தின் 3d எலக்ட்ரான்களை இணையாக்குகிறது.
ஈனியின் முன்னிலையில் மைய உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^8$: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ [ ] ; $4s^0$: [ ] ; $4p^0$: [ ] [ ] [ ]
இனக்கலப்பு	அணைவு எண்-4; இனக்கலப்பு– dsp2
அணைவில் உள்ள மைய உலோக அயனியின் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^8$: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ; dsp^2 இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ; $4p_z^{\ 0}$: [ ]
வடிவம்	தளச்சதுரம்
காந்தப்பண்பு	தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை=0 எனவே, டையாகாந்தப்பண்புடையது.
காந்த திருப்புத் திறன் (சுழற்சி வாய்பாடு (Spin only) பயன்படுத்தும்போது	$\mu_s = \sqrt{n(n+2)} = 0$

XII U5 Coordination jagan.indd 168 22-12-2022 12:46:01

எடுத்துக்காட்டு 3:

அணைவுச் சேர்மம்	$[Fe(CN)_6]^{3-}$
மைய உலோக அணு மற்றும் அதன் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு	Fe^{3+}: $3d^5$, $4s^0$
உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^5$: ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ; $4s^0$: [ ] ; $4p^0$: [ ] [ ] [ ]
ஈனியின் தன்மை	CN^- வலிமையான ஈனி. உலோகத்தின் 3d எலக்ட்ரான்களை இணையாக்குகிறது.
ஈனியின் முன்னிலையில் மைய உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^5$: ↑↓ ↑↓ ↑ [ ] [ ] ; $4s^0$: [ ] ; $4p^0$: [ ] [ ] [ ]
இனக்கலப்பு	அணைவு எண்–6; இனக்கலப்பு - d^2sp^3
அணைவில் உள்ள மைய உலோக அயனியின் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^5$: ↑↓ ↑↓ ↑ ; d^2sp^3 இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓
வடிவம்	எண்முகி இந்த அணைவுச் சேர்மங்களில் உள் d ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்படைவதால் இவைகள் உள்ஆர்பிட்டால் அணைவுகள் எனப்படுகின்றன.
காந்தப்பண்பு	தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை=1 எனவே, பாராகாந்தப்பண்புடையது.
காந்த திருப்புத் திறன் (சுழற்சி வாய்பாடு (Spin only) பயன்படுத்தும்போது	$\mu_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{1(1+2)} = 1.732$ BM

எடுத்துக்காட்டு 4:

அணைவுச் சேர்மம்	$[CoF_6]^{3-}$
மைய உலோக அணு மற்றும் அதன் வெளிக்கூட்டு எலக்ட்ரான் அமைப்பு	Co^{3+}: $3d^6$, $4s^0$

XII U5 Coordination jagan.indd 169 22-12-2022 12:46:01

அணைவுச் சேர்மம்	$[CoF_6]^{3-}$
உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^6$: ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑; $4s^0$: [ ]; $4p$: [ ] [ ] [ ]
ஈனியின் தன்மை	F^- வலிமை குறைந்த ஈனி. எனவே, 3d எலக்ட்ரான்களை இணையாக்கவில்லை.
ஈனியின் முன்னிலையில் மைய உலோக அணு/ அயனியின் வெளிக்கூட்டு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^6$: ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑; $4s^0$: [ ]; $4p^0$: [ ] [ ] [ ]; $4d^0$: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
இனக்கலப்பு	அணைவு எண்-6; இனக்கலப்பு- sp^3d^2
அணைவில் உள்ள மைய உலோக அயனியின் இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்	$3d^6$: ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑; sp^3d^2 இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓; $4d^0$: [ ] [ ] [ ]
வடிவம்	எண்முகி இந்த அணைவுச் சேர்மங்களில் வெளி d ஆர்பிட்டால்கள் இனக்கலப்படைவதால் இவைகள் வெளி ஆர்பிட்டால் அணைவுகள் எனப்படுகின்றன.
காந்தப்பண்பு	தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை= 4 எனவே, பாராகாந்தப்பண்புடையது.
காந்த திருப்புத் திறன் (சுழற்சி வாய்பாடு (Spin only) பயன்படுத்தும்போது	$\mu_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{4(4+2)} = 4.899$ BM

VBT ன் வரம்புகள்

அணைவுச் சேர்மங்களின் பல்வேறு கண்டுணரப்பட்ட பண்புகளை VBT விளக்கினாலும் இக்கொள்கை பின்வரும் வரம்புகளை உடையது.

1. அணைவுச் சேர்மங்களின் நிறங்களை இக்கொள்கை விளக்கவில்லை.
2. இது சுழற்சியால் ஏற்படும் காந்தத் திருப்புத் திறனை மட்டுமே கருத்திற் கொண்டது. காந்தத் திருப்புத் திறனின் பிற கூறுகளை கருத்திற்கொள்ளவில்லை.
3. ஒரே உலோகத்தின் அணைவுச் சேர்மங்களில் சில, உள் ஆர்பிட்டால் அணைவுகளாகவும் மற்ற சில சேர்மங்கள், வெளி ஆர்பிட்டால் அணைவுகளாகவும் காணப்படுகின்றன. ஏன் இவ்வாறு மாறுபட்ட அணைவுகள் உருவாகின்றன என்பதற்கு உரிய விளக்கத்தினை இக்கொள்கை தரவில்லை.

எடுத்துக்காட்டு : $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ஆனது டையா காந்தப்பண்புடையது(குறை சுழற்சி அணைவு) ஆனால் $[FeF_6]^{4-}$ ஆனது பாரா காந்தத் தன்மையுடையது (உயர் சுழற்சி அணைவு)

XII U5 Coordination jagan.indd 170 22-12-2022 12:46:01

தன்மதிப்பீடு 7 :

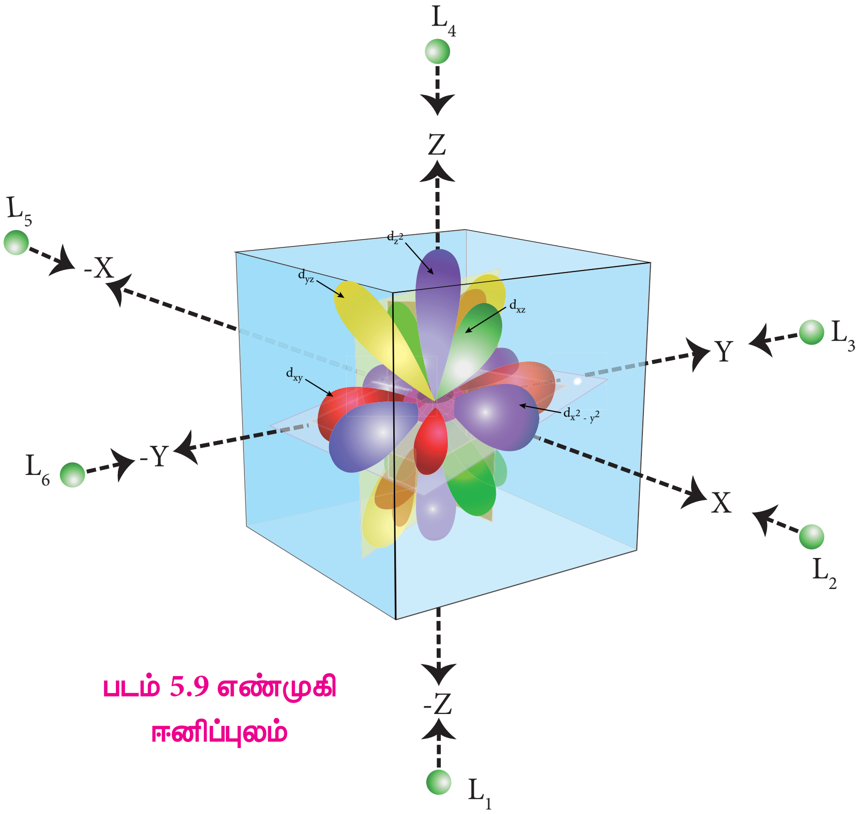
அ. டெட்ராகுளோரிடோமேங்கனேட்(II) அயனியின் சுழற்சி மட்டும் பொருந்தமையும் காந்த திருப்புத் திறனின் மதிப்பு 5.9 BM. VBT கொள்கையின் அடிப்படையில், அணைவுச் சேர்மத்தின் இனக்கலப்பு வகை மற்றும் வடிவமைப்பினைக் கண்டறிக.

ஆ. VBT கொள்கையைப் பயன்படுத்தி $[CoCl_4]^{2-}$ அயனியில் காணப்படும் தனித்த இணையாகாத எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையினைத் தீர்மானிக்கவும்.

இ. ஒரு உலோக அணைவு $Co(en)_2Cl_2Br$ என்ற இயைபினைப் பெற்றுள்ளது. இதன் இருவேறு வடிவங்கள் A மற்றும் B ஆகியன பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. (B) ஆனது சில்வர் நைட்ரேட்டுடன் வினைப்பட்டு வெண்மை நிற வீழ்படிவினைத் தருகிறது. இவ்வீழ்படிவு அம்மோனியம்ஹைட்ராக்ஸைடில் நன்கு கரைகிறது. ஆனால் (A) ஆனது வெளிரிய மஞ்சள் நிற வீழ்படிவைத் தருகிறது. A மற்றும் B ன் வாய்பாடுகளைத் தருக. இவ்விரு சேர்மங்களிலும் Coன் இனக்கலப்பினைக் கண்டறிக. மேலும் சுழற்சியை மட்டும் பொருத்தமையும் காந்த திருப்புத் திறனின் மதிப்பைக் காண்க.

4.5.2 படிக புலக் கொள்கை

அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் பிணைப்பினை நாம் புரிந்து கொள்ள இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை பயன்படுகிறது. எனினும் ஏற்கனவே குறிப்பிட்டவாறு இக்கொள்கை சில வரம்புகளை உடையது. எனவே அணைவுச் சேர்மங்களின் நிறம், காந்தப்பண்பு போன்றவற்றை விளக்க படிக புலக் கொள்கை முன்மொழியப்பட்டது. முதன் முதலில், அயனிப் படிகங்களில் காணப்படும் பிணைப்புகளின் தன்மையினை விளக்க இக்கொள்கை பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. பின்னாளில் இடைநிலை உலோகங்கள் மற்றும் அவைகள் உருவாக்கும் அணைவுச்சேர்மங்களின் பண்புகளை விளக்க இக்கொள்கை பயன்படுத்தப்பட்டது. இக்கொள்கையின் முக்கியக் கோட்பாடுகள் பின்வருமாறு:



படம் 5.9 எண்முகி ஈனிப்புலம்

படிக புலக் கொள்கையின் படி,

1. மைய உலோக அணு மற்றும் ஈனி ஆகியவற்றிற்கிடையேயான பிணைப்பு முற்றிலும் அயனித்தன்மை உடையது என கருதப்பட்டது. அதாவது, எலக்ட்ரான் அடர்வினை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ள ஈனிகளுக்கும் குறை எலக்ட்ரான் தன்மையுடைய மைய உலோக அயனிக்கும் இடையே ஏற்படும் நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி விசையினால் அவற்றிற்கிடையே பிணைப்பு ஏற்படுகிறது.

XII U5 Coordination jagan.indd 171 22-12-2022 12:46:01

2. அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும், மைய உலோக அணு/அயனி மற்றும் ஈனிகள் மின்சுமை பெற்றிருப்பின் அவைகள் புள்ளி மின்சுமைகளாகவும், நடுநிலைத் தன்மை பெற்றிருப்பின் மின்இருமுனைகளாகவும் கருதப்படுகின்றன.
3. படிகப்புலக் கொள்கையின்படி, அணைவுச் சேர்மம் உருவாதல் தொடர்ச்சியான பின்வரும் கருத்தியலான படிநிலைகளை உள்ளடக்கியது.

படிநிலை 1: தனித்த வாயு நிலையில், மைய உலோக அயனியின் ஐந்து d–ஆர்பிட்டால்களும் சம ஆற்றலுடையவைகளாக உள்ளன. ஆரம்பத்தில், மைய உலோக அயனியைச் சுற்றி ஈனிகள் ஒரு கோளவடிவ எதிர்மின் புலத்தினை ஏற்படுத்துகின்றன. இப்புலத்தில், உலோக அயனியின் எலக்ட்ரான்களுக்கும், ஈனிகளின் எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையே ஏற்படும் விலக்கு விசையின் காரணமாக அனைத்து ஐந்து d–ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலும் அதிகரிக்கிறது.

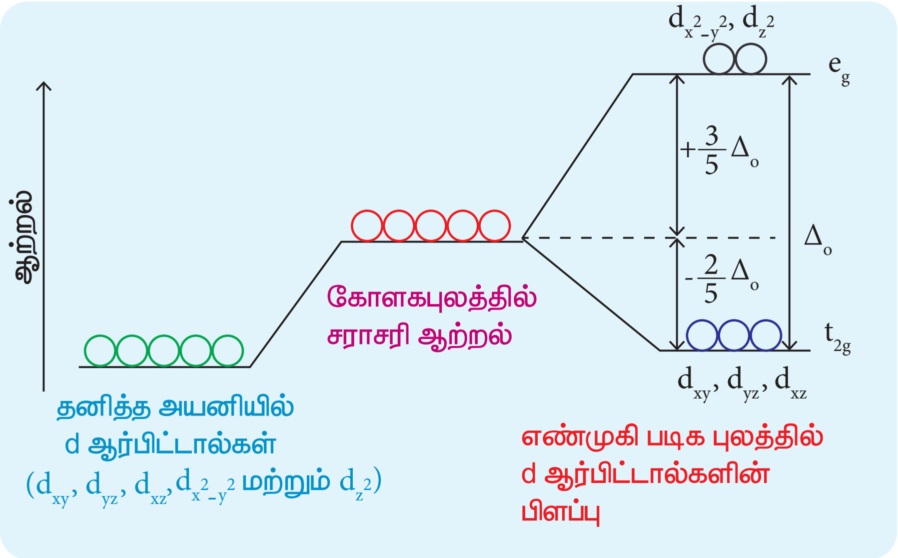
படிநிலை 2 மைய உலோக அயனியை பிணைப்பின் திசையில் ஈனிகள் அணுகுகின்றன. இதனை எடுத்துக்காட்டி விளக்கும்பொருட்டு, ஒரு எண்முகி புலத்தினைக் கருத்திற்கொள்வோம். இப்புலத்தில் மைய உலோக அயனியானது ஆயஅச்சுகள் சந்திக்கும் ஆதிப்புள்ளியில் உள்ளது. ஆறு ஈனிகளும் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, +x, -x, +y, -y, +z மற்றும் -z ஆகிய திசைகளில் மைய உலோக அயனியை அணுகுகின்றன.

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஆய அச்சுகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் மடல்களைப் பெற்றிருக்கும் (d_{xy}, d_{yz} மற்றும் d_{zx}) ஆர்பிட்டால்களைக் காட்டிலும் $dx^2–y^2$ மற்றும் dz^2 ஆர்பிட்டால்கள் அச்சுகளின் வழியே அமைந்திருப்பதால் அதிக விலக்கு விசைக்கு உட்படுகின்றன. மேலும் அவைகளின் ஆற்றலும் அதிகரிக்கின்றன. இவ்வாறாக சம ஆற்றலுடைய d ஆர்பிட்டால்கள் இந்நிலையில் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கின்றன. இச்செயல்முறை படிகப்புல பிளப்பு (Crystal field splitting) எனப்படுகிறது.

படிநிலை 3 இந்நிலை வரையில் அணைவுச் சேர்மம் உருவாவதற்கு சாதகமான சூழல் இல்லை. எனினும், ஈனிகள் மேலும் அணுகும் போது, எதிர் மின்சுமையுடைய ஈனிகளின் எலக்ட்ரான்களுக்கும் நேர்மின் சுமையுடைய உலோக அயனிகளுக்கும் இடையே கவர்ச்சி விசை ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாக நிகர ஆற்றல் குறைவு ஏற்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் குறைவானது, அணைவு உருவாவதற்கு காரணமாக அமைகிறது.

எண்முகி அணைவுகளில் படிகபுலப் பிளப்பு

எண்முகி புலத்தில் படிக புலப் பிளப்பு ஏற்படும் போது, ஆர்பிட்டால்களின் சராசரி ஆற்றல் மாறிலியாக அமையும் வகையில், $d_{x^2-y^2}$ மற்றும் d_{z^2} (e_g ஆர்பிட்டால்கள்) ஆகிய ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல் மதிப்புகள் $3/5\Delta_o$ அளவில் அதிகரிக்கின்றன. அதே நேரத்தில் மற்ற மூன்று ஆர்பிட்டால்களான d_{xy}, d_{yz} மற்றும் d_{zx} (t_{2g} ஆர்பிட்டால்கள்) ஆகியனவற்றின் ஆற்றல் மதிப்புகள் $2/5\Delta_o$ அளவில் குறைகிறது. இங்கு Δ_o என்பது எண்முகி புலத்தில் படிக புலப்பிளவு ஆற்றலைக் குறிப்பிடுகிறது.



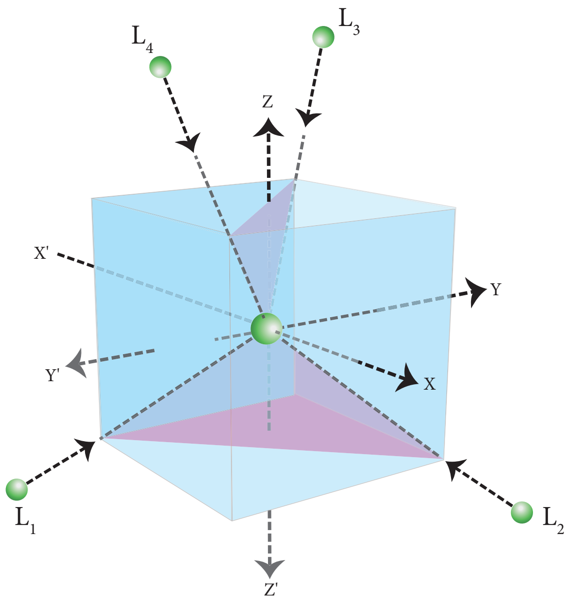
படம் 5.10 எண்முகி புலத்தில் படிகபுலப் பிளப்பு

XII U5 Coordination jagan.indd 172 22-12-2022 12:46:01

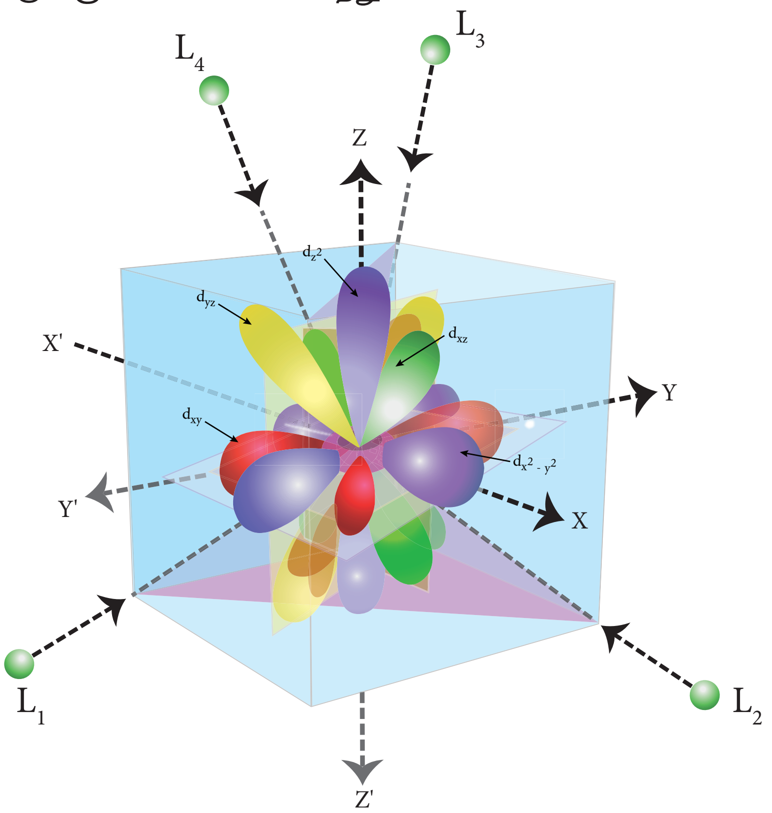
நான்முகி அணைவுச் சேர்மங்களில் படிகப்புலப் பிளப்பு

நான்முகி புலத்தில் ஈனிகள் அணுகும் விதத்தினை பின்வருமாறு காட்சிப்படுத்தி புரிந்து கொள்ளலாம். மைய உலோக அயனியை மையத்தில் கொண்டுள்ள (அதாவது படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஆய அச்சுகளின் ஆதிப்புள்ளியில்)ஒரு கனச்சதுரத்தைக் கருதுக. கனச்சதுரத்தின் ஒன்றுவிட்டு ஒன்றாக அமைந்துள்ள மூலைகளிலிருந்து கனச்சதுரத்தின் முதன்மை மூலைவிட்டம் வழியே நான்கு ஈனிகளும் மைய உலோக அயனியை அணுகுகின்றன.

இப்புலத்தில், எந்த ஒரு d ஆர்பிட்டாலும் ஈனிகள் அணுகும் திசையிலேயே அமைவதில்லை. எனினும், e ஆர்பிட்டால்களைக் ($d_{x^2-y^2}$ மற்றும் d_{z^2}) காட்டிலும் t_2 ஆர்பிட்டால்கள் (d_{xy}, d_{yz} மற்றும் d_{zx} ஆகியன), ஈனிகள் அணுகும் திசைக்கு அருகாமையில் அமைந்துள்ளன.



படம் 5.11 நான்முகி ஈனிப்புலம்

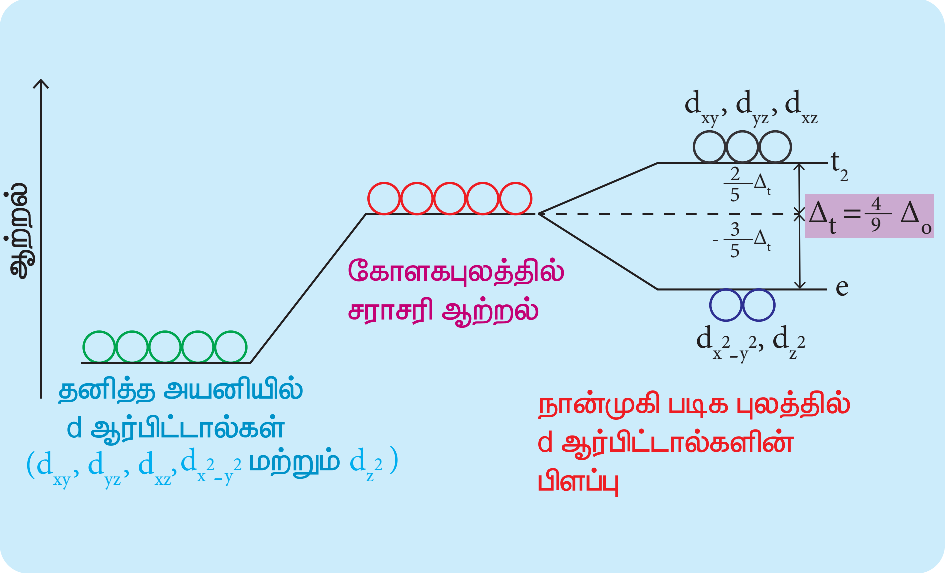


படம் 5.12 நான்முகி ஈனிப்புலத்தில் d ஆர்பிட்டால்கள்

இதன் விளைவாக, படம் 5.3ல் காட்டியுள்ளவாறு t_2 ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றலானது $2/5\Delta_t$ என்ற அளவில் அதிகரிக்கின்றது. மேலும் e ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல் $3/5\Delta_t$ என்ற அளவில் குறைகிறது. எண்முகி படிக புலத்தோடு ஒப்பிடும் போது, இப்புலத்தில் படிகபுலப் பிளப்பானது தலைகீழ் மாற்றமடைந்தும், மேலும் பிளப்பு ஆற்றலின் அளவு குறைவாகவும் உள்ளது. எண்முகி மற்றும் நான்முகி படிகப்புலங்களில், படிக புலப் பிளப்பு ஆற்றல்களுக்கு இடையேயானத் தொடர்பு பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது. $\Delta_t = \frac{4}{9}\Delta_0$

XII U5 Coordination jagan.indd 173 22-12-2022 12:46:02

ஈனிகளின் தன்மையும் படிக புலப்பிளப்பு ஆற்றலும்



படம் 5.13 நான்முகி புலத்தில் படிகபுலப் பிளப்பு

படிக புலப்பிளப்பு ஆற்றலானது மேற்கண்டுள்ளவாறு, ஈனி புலத்தினை மட்டுமே பொருத்து அமைந்திருப்பதில்லை. மாறாக, ஈனிகளின் தன்மை, மைய உலோக அணு/அயனியின் இயல்பு மற்றும் அதன் மீதான மின்சுமை ஆகியனவற்றையும் பொருத்து அமைகிறது. ஈனிகளின் தன்மையினைப் பொருத்து படிக புலப்பிளப்பில் ஏற்படும் விளைவினை நாம் புரிந்துகொள்ளும் பொருட்டு , டைட்டேனியம் (III) அயனியானது, புளுரைடு, புரோமைடு மற்றும் நீர் ஆகிய வெவ்வேறு ஈனிகளுடன் உருவாக்கும் எண்முகி அணைவுச் சேர்மங்களின் படிக புலப்பிளப்பு ஆற்றலை அவைகளின் உட்கவர் நிறமாலை தரவுகளில் இருந்து கணக்கிடுவோம். $[TiBr_6]^{3-}$, $[TiF_6]^{3-}$ மற்றும் $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ ஆகிய அணைவுச் சேர்மங்களின் உட்கவர் அலைஎண்கள் முறையே. 12500, 19000 மற்றும் 20000 cm^{-1} ஆகும். இந்த உட்கவர் அலைஎண்களோடு தொடர்புடைய ஆற்றல் படிக புலப்பிளப்பு ஆற்றலுக்கு (Δ)க்கு இணையானது, அதனை பின்வரும் தொடர்பின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$\Delta = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = hc\bar{\nu}$$

இங்கு h என்பது பிளாங்க் மாறிலி, c என்பது ஒளியின் திசைவேகம், $\bar{\nu}$ என்பது உட்கவர் பெருமத்தின் அலை எண். இது $1/\lambda$ க்குச் சமம்.

$[TiBr_6]^{3-}$	$[TiF_6]^{3-}$	$[Ti(H_2O)_6]^{3+}$
$\Delta = hc\bar{\nu}$ $= (6.626 \times 10^{-34}\ Js)$ $\times (3 \times 10^8\ ms^{-1})$ $\times (12500 \times 10^2\ m^{-1})$ $= 248475 \times 10^{-24}\ J$ $= 2.48 \times 10^{-22}\ kJ$ Δ வை mol^{-1} அலகில் பெற, ஆற்றல் மதிப்பை அவகாட்ரோ எண்ணால் பெருக்குக. $= (2.48 \times 10^{-22}\ kJ)$ $\times (6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$ $= 149.4\ kJ\ mol^{-1}$	$\Delta = hc\bar{\nu}$ $= (6.626 \times 10^{-34}\ Js)$ $\times (3 \times 10^8\ ms^{-1})$ $\times (19000 \times 10^2\ m^{-1})$ $= 377682 \times 10^{-24}\ J$ $= 3.78 \times 10^{-22}\ kJ$ Δ வை mol^{-1} அலகில் பெற, ஆற்றல் மதிப்பை அவகாட்ரோ எண்ணால் பெருக்குக. $= (3.78 \times 10^{-22}\ kJ)$ $\times (6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$ $= 227.7\ kJ\ mol^{-1}$	$\Delta = hc\bar{\nu}$ $= (6.626 \times 10^{-34}\ Js)$ $\times (3 \times 10^8\ ms^{-1})$ $\times (20000 \times 10^2\ m^{-1})$ $= 397560 \times 10^{-24}\ J$ $= 3.98 \times 10^{-22}\ kJ$ Δ வை mol^{-1} அலகில் பெற, ஆற்றல் மதிப்பை அவகாட்ரோ எண்ணால் பெருக்குக. $= (3.98 \times 10^{-22}\ kJ)$ $\times (6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$ $= 239.7\ kJ\ mol^{-1}$

மேற்கண்டுள்ள கணக்கீடுகளிலிருந்து, Ti^{3+} ன் படிகபுலப் பிளப்பு ஆற்றலானது, ஈனிகளைப் பொருத்து பின்வரும் வரிசையில் அமைகிறது. $Br^- < F^- < H_2O$ இதனைப்போலவே, நிறமாலைத் தரவுகளின் அடிப்படையில், ஒரு கொடுக்கப்பட்டுள்ள மைய உலோக அயனிக்கு பல்வேறு ஈனிகளின் படிக புலப் பிளப்புத்திறன் பின்வரும் வரிசையில் அமைகிறது.

$I^- < Br^- < SCN^- < Cl^- < S^{2-} < F^- < OH^- \approx urea < ox^{2-} < H_2O < NCS^- < EDTA^{4-} < NH_3 < en < NO_2^- < CN^- < CO$

மேற்கண்டுள்ள வரிசை நிறமாலை வேதி வரிசை (Spectrochemical series) என அழைக்கப்படுகிறது. மேற்கண்டுள்ள வரிசையில், வலப்புறத்தில் காணப்படும் கார்பனைல் போன்ற ஈனிகள் ஒப்பீட்டு அளவில் அதிக படிக புலப்பிளப்பை ஏற்படுத்தும் தன்மையினைப்பெற்றுள்ளன. இவைகள் வலிமைமிகு ஈனிகள் எனப்படுகின்றன. இடது புறத்தில் காணப்படும் ஈனிகள் ஒப்பீட்டளவில் குறைவான படிக புலப் பிளப்பை ஏற்படுத்துகின்றன, இவைகள் வலிமை குறை ஈனிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

எண்முகி அணைவுகளில் d எலக்ட்ரான்களின் பங்கீடு

ஈனி புலத்தில், மைய உலோக அயனியின் d ஆர்பிட்டால்களில், எலக்ட்ரான்கள் ஹூண்ட்விதிப்படியே நிரம்புகின்றன. எண்முகி அணைவுகளில் d^2 மற்றும் d^3 ஆகிய எலக்ட்ரான் அமைப்புகளில், எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு சம ஆற்றலுடைய d ஆர்பிட்டாலில் இணையாகாமல் தனித்தனியே நிரம்புகின்றன. t_{2g} எலக்ட்ரான் அமைப்பை பொருத்த வரையில், இரு வாய்ப்புகள் உள்ளன. அதாவது நான்காவது எலக்ட்ரான் உயர் ஆற்றலுடைய e_g ஆர்பிட்டாலுக்குச் செல்லலாம் அல்லது குறைவான ஆற்றலுடைய t_{2g} ஆர்பிட்டாலில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானுடன் சேர்ந்து இரட்டையாகலாம். இத்தகைய நிலையில், குறைவான ஆற்றலைப் பெற்றுள்ள எலக்ட்ரான் அமைப்பே முன்னுரிமைப் பெறுகிறது.

எண்முகி படிகப்புல ஆற்றல் (Δ_o) ஆனது எலக்ட்ரானை இணையாக்கத் தேவையான ஆற்றலை (P) விட அதிகமாக உள்ள நேர்வுகளில், நான்காவது எலக்ட்ரான், t_{2g} ஆர்பிட்டாலில் உள்ள ஒரு எலக்ட்ரானுடன் இணையாகிறது. மாறாக, Δ_o மதிப்பு p ஐ விட குறைவாக இருக்குமாயின், நான்காவது எலக்ட்ரான் உயர் ஆற்றலுடைய ஒரு e_g ஆர்பிட்டாலில் இடம் பெறுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, இரும்பு (III) ன் அணைவுச் சேர்மங்களை $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ (வலிமை குறை புலம் Δ_o உடன் தொடர்புடைய அலைஎண் மதிப்பு 14000 cm^{-1}) மற்றும் $[Fe(CN)_6]^{3-}$ (வலிமை மிகு புலம் Δ_o உடன் தொடர்புடைய அலைஎண் மதிப்பு 35000 cm^{-1}) ஆகிய இரு அணைவுகளைக் கருதுவோம். Fe^{3+} ன் இணையாக்க ஆற்றல் உடன் தொடர்புடைய அலை எண் மதிப்பு 30000 cm^{-1} மேற்கண்டுள்ள இரு அணைவுகளிலும் Fe^{3+} ஆனது d^5 எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது. நீர் மூலக்கூறுகளை ஈனிகளாகக் கொண்டுள்ள அணைவுச் சேர்மத்தில் $\Delta_o < P$ எனவே, நான்காவது மற்றும் ஐந்தாவது எலக்ட்ரான்கள் e_g ஆர்பிட்டாலில் சேர்கின்றன. மேலும் அதன் எலக்ட்ரான் அமைப்பு t_{2g}^3, e_g^2 சயனிடோ அணைவுச் சேர்மத்தில் $\Delta_o > P$ எனவே நான்காவது மற்றும் ஐந்தாவது எலக்ட்ரான்கள் t_{2g} ஆர்பிட்டாலில் உள்ள எலக்ட்ரான்களுடன் இரட்டையாகிறது.எனவே எலக்ட்ரான் அமைப்பு t_{2g}^5, e_g^0

படிக புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் (Crystal field stabilisation energy-CFSE) மதிப்பினைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்களின் உண்மையான பங்கீட்டினை நாம் தீர்மானிக்க இயலும். ஈனிப்புலம் (E_{LF}) மற்றும் சமச்சீர்புலம் (E_{iso}) ஆகியனவற்றில் காணப்படும் எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பொருத்து அவ்வாற்றல்களுக்கிடையேயான வேறுபாடே படிக புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் என அழைக்கப்படுகிறது.

$$CFSE\ (\Delta E_o) = \{E_{LF}\} - \{E_{iso}\}$$

$$= \{[n_{t_{2g}}(-0.4)+n_{e_g}(0.6)]\ \Delta_o + n_p P\} - \{n'_p\ P\}$$

இங்கு $n_{t_{2g}}$ என்பது t_{2g} ஆர்பிட்டால்களில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை. n_{e_g} என்பது e_g ஆர்பிட்டால்களில் காணப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை n_p என்பது ஈனி புலத்தில் காணப்படும் எலக்ட்ரான் இரட்டைகளின் எண்ணிக்கை n'_p என்பது சமச்சீர்புலத்தில் எலக்ட்ரான் இரட்டைகளின் எண்ணிக்கை.

இரும்பின் அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு CFSE கணக்கிடுதல் $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$

உயர்சுழற்சி அணைவு	தாழ்சுழற்சி அணைவு
சமச்சீர் புலத்தில் எலக்ட்ரான் அமைப்பு d^5 [↑][↑][↑][↑][↑] எலக்ட்ரான் இணைகளின் எண்ணிக்கை $(n'p) = 0$ எனவே $E_{iso} = 0$	
எலக்ட்ரான் அமைப்பு (உயர் சுழற்சி அணைவு) $t^3_{2g}\, e^2_g$ $CFSE = \{[3(-0.4)+2\,(0.6)]\,\Delta_o + 0 \times P\} - \{0\}$ $= 0$	எலக்ட்ரான் அமைப்பு (குறை சுழற்சி அணைவு) : $t^5_{2g}\, e^0_g$ $CFSE = \{[5(-0.4)+0\,(0.6)]\,\Delta_o + 2 \times P\} - \{0\}$ $= -2\,\Delta_o + 2P$ $= (-2 \times 14000) + (2 \times 30000)$ $= 32000\ cm^{-1}$ CFSE அதிக நேர்குறி மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளது. இதிலிருந்து தாழ்சுழற்சி அணைவு உருவாக வாய்ப்பில்லை என அறிய முடிகிறது.
$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ ன் இயல்பு	உயர் சுழற்சி
மைய உலோக அயனியின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$t^3_{2g}\, e^2_g$
காந்தப்பண்பு	இணையாகாத தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை = 5; எனவே பாராகாந்தத்தன்மை உடையது.
காந்த திருப்புத் திறன்(சுழற்சி மட்டும் பொருத்தமைவது)	$\mu_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{5(5+2)} = 5.916$ BM

அணைவுச் சேர்மம்: $[Fe(CN)_6]^{3-}$

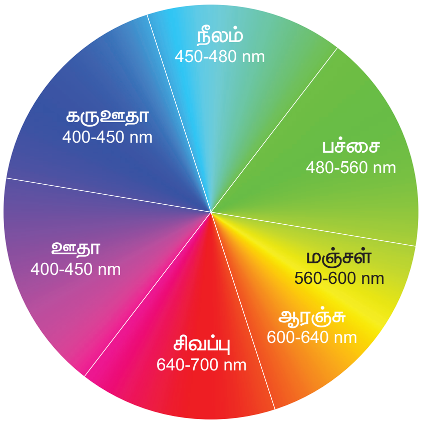
உயர்சுழற்சி அணைவு	தாழ்சுழற்சி அணைவு
சமச்சீர் புலத்தில் எலக்ட்ரான் அமைப்பு d^5 [↑][↑][↑][↑][↑] எலக்ட்ரான் இணைகளின் எண்ணிக்கை $(n'p) = 0$ எனவே $E_{iso} = 0$	

XII U5 Coordination jagan.indd 176 22-12-2022 12:46:03

ஈனிப் புலம்: எலக்ட்ரான் அமைப்பு (உயர் சுழற்சி அணைவு) : $t^{3}_{2g}\, e^{2}_{g}$ $CFSE = \{[3(-0.4)+2\ (0.6)]\ \Delta_o + 0 \times P\} - \{0\}$ $= 0$	எலக்ட்ரான் அமைப்பு (குறை சுழற்சி அணைவு) $t^{5}_{2g}\, e^{0}_{g}$ $CFSE = \{[5(-0.4)+0\ (0.6)]\ \Delta_o + 2 \times P\} - \{0\}$ $= -2\ \Delta_o + 2P$ $= (-2 \times 35000) + (2\times 30000)$ $= -10000\ cm^{-1}$ CFSE அதிக எதிர்குறி மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளது. இதிலிருந்து தாழ்சுழற்சி அணைவு உருவாகும் என அறிய முடிகிறது.
அணைவின் இயல்பு	தாழ்சுழற்சி
மைய உலோக அயனியின் எலக்ட்ரான் அமைப்பு	$t^{5}_{2g}\, e^{0}_{g}$
காந்தப்பண்பு	இணையாகாத தனித்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை=1 எனவே பாராகாந்தத்தன்மை உடையது.
காந்த திருப்புத் திறன்(சுழற்சி மட்டும் பொருத்தமைவது)	$\mu_s = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{1(1+2)} = 1.732\ \text{BM}$

அணைவுச் சேர்மங்களின் நிறம் மற்றும் படிக புலப்பிளப்பு ஆற்றல்

பெரும்பாலான இடைநிலை உலோக அணைவுச் சேர்மங்கள் நிறமுடையவைகளாக உள்ளன. ஒரு சேர்மம் கண்ணுறு ஒளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தை உட்கவர்ந்து கண்ணுறு ஒளியின் பிற பகுதிகளை பிரதிப்பலிக்கிறது. பிரதிபலிக்கப்படும் இந்த ஒளி நமது கண்ணில்படும்போது, நமது மூளை அதன் நிறத்தினை மீட்டறிகிறது. பிரதிபலிக்கப்படும் ஒளியானது உட்கவரப்படும் ஒளியின் நிரப்பு நிறமாகும். எடுத்துக்காட்டாக, நீரேற்றமடைந்த காப்பர் (II) அயனியானது நீல நிறத்தில் உள்ளது. இது ஆரஞ்சு நிற ஒளியினை உட்கவர்ந்து அதன் நிரப்பு நிறமான(Complementary colour) நீல நிற ஒளியை பிரதிபலிக்கிறது. உட்கவரப்படும் மற்றும் அதன் நிரப்பு நிறம் கீழ்க்கண்டுள்ள அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.



படம் 5.15 நிற சக்கரம்– நிரப்பு நிறம் அதற்கு எதிரே காட்டப்பட்டுள்ளது.

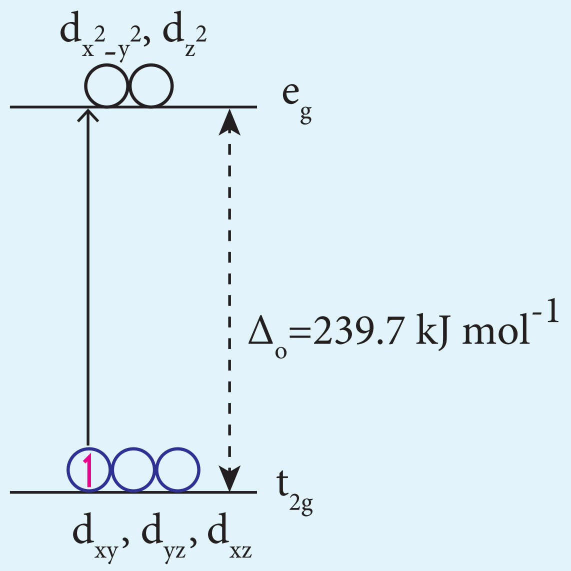
XII U5 Coordination jagan.indd 177 22-12-2022 12:46:03

உட்கவரப்படும் ஒளியின் அலைநீளம் (λ) (Å)	உட்கவரப்படும் ஒளியின் அலை எண் (ν) (cm^{-1})	உட்கவரப்படும் ஒளியின் நிறம்	கண்டுணரும் நிறம்
4000	25000	ஊதா	மஞ்சள்
4750	21053	நீலம்	ஆரஞ்சு
5100	19608	பச்சை	சிவப்பு
5700	17544	மஞ்சள்	ஊதா
5900	16949	ஆரஞ்சு	நீலம்
6500	15385	சிவப்பு	பச்சை

அணைவுச் சேர்மங்கள் பெற்றுள்ள நிறங்களை படிக புலக் கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்க இயலும். மைய உலோக அயனியின் d-ஆர்பிட்டாலானது படிக புலத்தில் t_{2g} மற்றும் e_g ஆகிய இரு வகைகளாகப் பிரிகின்றன என நாம் கற்றறிந்தோம். வெண்மை நிற ஒளி அணைவுச் சேர்மத்தின் மீது விழும் போது, மைய உலோக அயனி ஆனது படிக புலப் பிளப்பு ஆற்றலுக்குச் சமமான கண்ணுறு ஒளியை உட்கவர்கிறது, மேலும் பிற அலைநீளமுடைய ஒளிகளை பிரதிபலிக்கிறது. இதன் காரணமாக அணைவுச் சேர்மங்கள் நிறத்தினைப் பெறுகின்றன.

ஒளி உட்கவரப்படுவதால் மைய உலோக அயனியின் d-எலக்ட்ரான்கள் குறைவான ஆற்றலுடைய t_{2g} நிலையிலிருந்து அதிக ஆற்றலுடைய e_g நிலைக்கு கிளர்வுறுகின்றன. இது d-d பரிமாற்றம் எனப்படுகிறது. d-d பரிமாற்றத்தினை $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ அணைவினை உதாரணமாகக் கொண்டு நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

இந்த அணைவுச் சேர்மத்தில் மைய உலோக அயனியின் Ti^{3+} ஆனது d^1 எலக்ட்ரான் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது. இது ஈனி புலத்தில், t_{2g} ஆர்பிட்டால் ஒன்றில் இடம் பெற்றுள்ளது. இந்த அணைவுச் சேர்மத்தின் மீது வெண்மைநிற ஒளி விழும் போது d எலக்ட்ரான் ஒளியினை உட்கவர்ந்து உயர் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு கிளர்வுறுகிறது. நிறமாலைத் தரவுகளிலிருந்து உட்கவர் பெருமம் மதிப்பு e_g ஆகும். இது படிக புலப் பிளப்பு ஆற்றல் (Δ_o) 239.7 kJ mol^{-1} ன் 20000 cm^{-1}க்கு இணையானதாகும். இந்த உட்கவர்தலால், பிரதிலிக்கப்படும் நிறம் கருஊதா நிறம். ஆதலால், அணைவுச் சேர்மம் கருஊதா நிறத்தில் காணப்படுகிறது. டைட்டேனியம்(III) உலோகமானது, புரோமைடு, புளுரைடு போன்ற பிற ஈனிகளோடு உருவாக்கும் சேர்மங்கள் வெவ்வேறு நிறங்களைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில், இந்த அணைவுச் சேர்மங்களின் படிக புலப்பிளப்பு ஆற்றல் வெவ்வேறு மதிப்புகளை உடையது (174 பக்கம் பார்க்க). எனினும், Sc^{3+}, Ti^{4+}, Cu^{+}, Zn^{2+}, etc... போன்ற மைய உலோக அயனிகளைக் கொண்டுள்ள அணைவுச் சேர்மங்கள் நிறமற்றவை. ஏனெனில் d^0–அல்லது d^{10} எலக்ட்ரான் அமைப்புகளை பெற்றுள்ள மைய உலோக அயனிகளில் d-d பரிமாற்றம் நிகழ வாய்ப்பில்லை.



படம் 5.16 d-d பரிமாற்றம்

XII U5 Coordination jagan.indd 178 22-12-2022 12:46:03

தன்மதிப்பீடு 8 :

அ. $[Mn(CN)_6]^{3-}$ இணையாக்கும் ஆற்றல் மற்றும் எண்முகி புலப்பிளப்பு ஆற்றல் ஆகியன முறையே 28,800 cm^{-1} மற்றும் 38500 cm^{-1} ஆகும். இந்த அணைவுச் சேர்மம், தாழ் சுழற்சி நிலை அல்லது உயர் சுழற்சி நிலை–எதில் அதிக நிலைப்புத் தன்மை பெறும்.?

ஆ. $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ அணைவுச் சேர்மத்திற்கு ஆற்றல் மட்ட வரைபடம் வரைந்து, ஒவ்வொரு ஆர்பிட்டால்களிலும் இடம் பெறும் எலக்ட்ரான்களைக் குறித்துக் காட்டுக. இந்த அணைவுச் சேர்மம் பாராகாந்தத்தன்மையுடையதா? அல்லது டையாகாந்தத்தன்மையுடையதா?

இ. $[CoF_6]^{3-}$ அயனியின் சராசரி இணையாக்கும் ஆற்றலின் மதிப்பு 21000 cm^{-1} எண் மதிப்பு Δ_0. 13000 cm^{-1} தாழ்சுழற்சி மற்றும் உயர் சுழற்சி ஆகிய இரு நிலைகளிலும் மேற்கண்டுள்ள அணைவுச் சேர்மத்திற்கு படிக புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் (CFSE) மதிப்பினைக் கண்டறிக.

உலோக கார்பனைல்கள்

கார்பன் மோனாக்ஸைடின் இடைநிலை உலோக அணைவுச் சேர்மங்கள் உலோக கார்பனைல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகளில் உலோக–கார்பன் பிணைப்பு காணப்படுகிறது. இந்த அணைவுச் சேர்மங்களில் CO மூலக்கூறு நடுநிலை ஈனிகளாகக் காணப்படுகின்றன. 1890–ன் முதன் முதலில் மாண்ட் என்பவரால் நிக்கல் டெட்ரா கார்பனைல் $\left[Ni(CO)_4\right]$ தயாரிக்கப்பட்டது. உலோக கார்பனைல்கள் தொழிற் முக்கியத்துவத்தினை பெற்றிருப்பதாலும், வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படும் திறன் மற்றும் கார்பன் மோனாக்ஸைடை வெளியிடும் பண்பு ஆகிய தன்மைகளை கொண்டிருப்பதால், இவைகளைப் பற்றி பல்வேறு ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

வகைப்படுத்துதல்:

பொதுவாக, உலோக கார்பனைல்கள் பின்வருமாறு இரு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

(i) அணைவில் காணப்படும் உலோக அணுக்களின் எண்ணிக்கையினைப் பொருத்து வகைப்படுத்துதல்.

கொடுக்கப்பட்ட உலோக கார்பனைல் சேர்மத்தில் உள்ள உலோக் அணுக்களின் எண்ணிக்கையை பொருத்து அது கீழ்க்கண்டவாறு வகைபடுத்தப்படுகிறது.

(அ) ஒற்றை அணுக்கரு கார்பனைல்கள்

இவைகள் ஒரே ஒரு உலோக அணுவை பெற்றிருப்பதுடன் எளிய அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டுகள் $\left[Ni(CO)_4\right]$ நிக்கல் டெட்ரா கார்பனைல், வடிவம்–நான்முகி $\left[Fe(CO)_5\right]$ இரும்பு பென்டாகார்பனைல் , வடிவம்–முக்கோண இருபிரமிடு மற்றும் $\left[Cr(CO)_6\right]$- குரோமியம் ஹெக்சா கார்பனைல், வடிவம்–எண்முகி

ஆ) பல அணுக்கரு கார்பனைல்கள்

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உலோக அணுக்களைக் கொண்டுள்ள கார்பனைல்கள் பல அணுக்கரு கார்பனைல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அவைகள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட ஒரே விதமான அணுக்களைப் பெற்றிருக்கலாம். (எ.கா) $\left(\left[Co_2(CO)_8\right], \left[Mn_2(CO)_{10}\right], \left[Fe_3(CO)_{12}\right]\right)$ அல்லது வெவ்வேறு உலோக அணுக்களைப் பெற்றிருக்கலாம். (எ.கா) $\left(\left[MnCo(CO)_9\right], \left[MnRe(CO)_{10}\right]\right)$

ii) வடிவமைப்பினைப் பொருத்து வகைப்படுத்துதல்

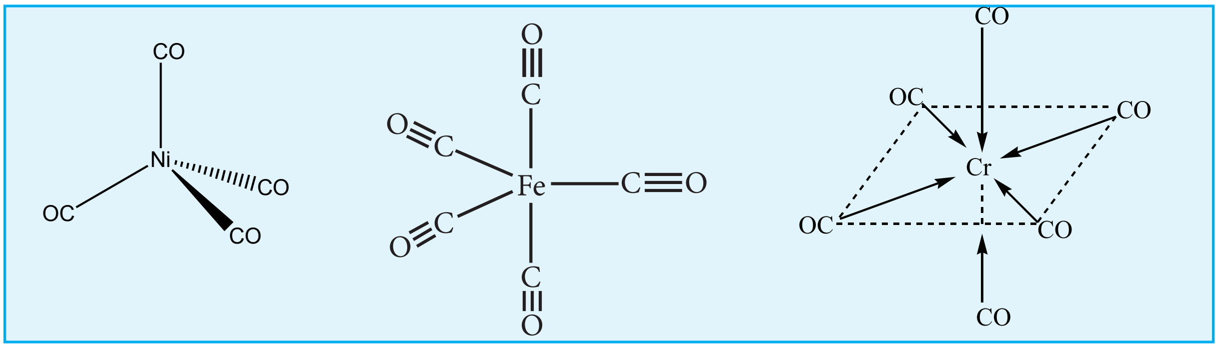
ஈரணு உலோக கார்பனைல்களில் உலோக– உலோக பிணைப்பு அல்லது CO தொகுதியானது இணைப்புப் பாலமாக பிணைந்திருத்தல் அல்லது இவை இரண்டும் காணப்படுகின்றன. ஒரே ஒரு உலோக அணுவோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் கார்பனைல் தொகுதி முனைய கார்பனைல் (terminal group) தொகுதி எனப்படுகிறது. கார்பனைல் தொகுதியானது, இரு உலோக அணுக்களுடன் ஒரே நேரத்தில் பால பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருப்பின் அத்தகைய கார்பனைல் தொகுதி இணைப்புப் பால கார்பனைல் தொகுதி (bridging carbonyl) எனப்படுகிறது.

அ) இணைப்பு பாலம் இல்லாத உலோக கார்பனைல்கள்

இவைகளில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன

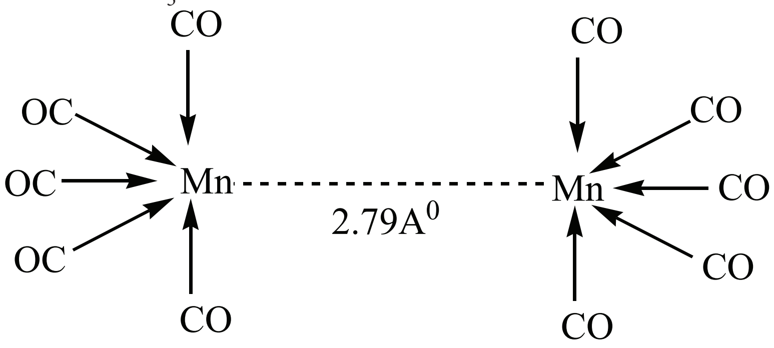
(i) முனைய கார்பனைல் ஈனிகளை மட்டும் பெற்றிருப்பவை

(எ.கா) $[Ni(CO)_4]$, $[Fe(CO)_5]$ மற்றும் $[Cr(CO)_6]$



(ii) முனைய கார்பனைல் ஈனிகள் மற்றும் உலோக– உலோக பிணைப்பு இரண்டையும் பெற்றிருப்பவை $Mn_2(CO)_{10}$

(எ.கா) $(CO)_5Mn–Mn(CO)_5$



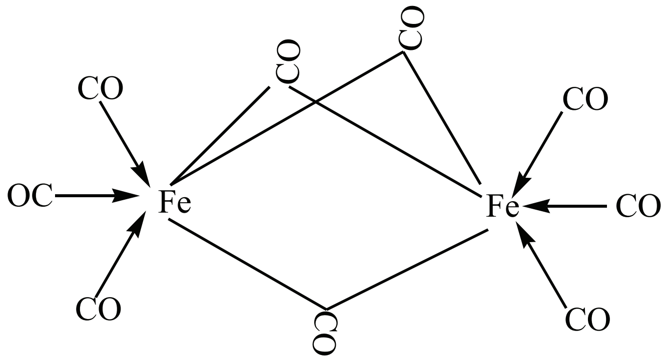
பிற எடுத்துக்காட்டுகள் $Tc_2(CO)_{10}$ மற்றும் $Re_2(CO)_{10}$.

ஆ) இணைப்பு பாலத்தினை உடைய கார்பனைல்கள்

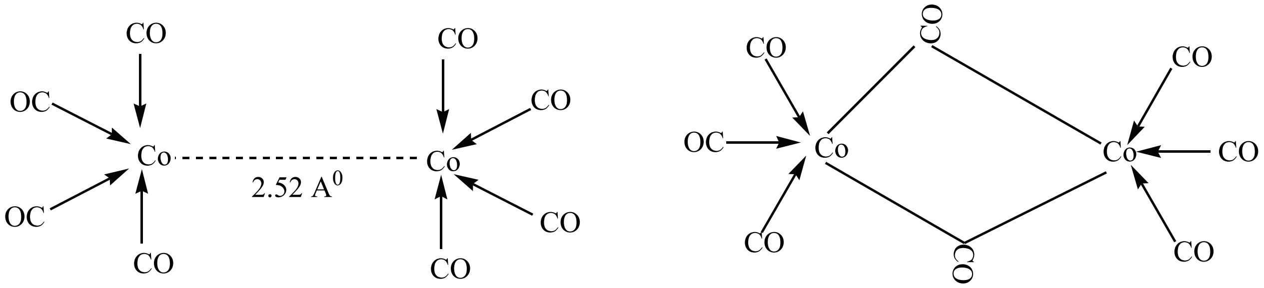
இவைகளில் முனைய கார்பனைல் ஈனிகள், இணைப்பு பால கார்பனைல் ஈனிகள் மற்றும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உலோக–உலோக பிணைப்பு ஆகியன காணப்படலாம்.

(i) டைஇரும்புநானாகார்பனைல் மூலக்கூறில் $Fe_2(CO)_9$, மூன்று இணைப்பு பால CO ஈனிகளும், ஆறு முனைய CO ஈனிகளும் காணப்படுகின்றன.

XII U5 Coordination jagan.indd 180 22-12-2022 12:46:05



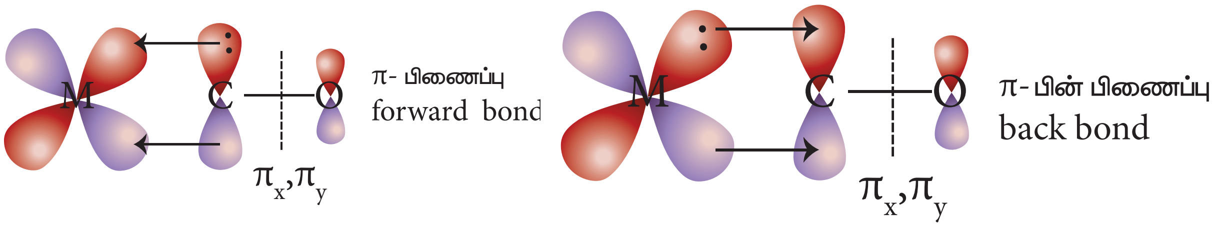
(ii) டைகோபால்ட்ஆக்டாகார்பனைலில் $Co_2(CO)_8$ இரு மாற்றியங்கள் உருவாக வாய்ப்புள்ளன. அவற்றினுள் ஒன்றில், கோபால்ட் அணுக்களுக்கிடையே உலோக–உலோக பிணைப்பு காணப்படுகிறது. மற்றொன்றில், இரு இணைப்பு பால CO ஈனிகள் காணப்படுகின்றன.



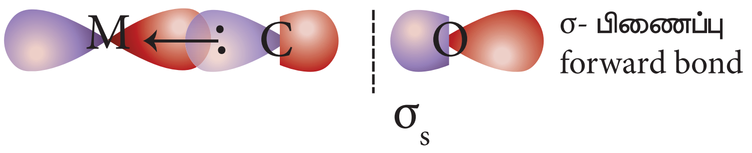
உலோக கார்பனைல்களில் காணப்படும் பிணைப்பு

உலோக கார்பனைல்களில், உலோக அணு மற்றும் கார்பனைல் ஈனி ஆகியவற்றிற்கு இடையே காணப்படும் பிணைப்பு இரு கூறுகளை உள்ளடக்கியது.

1. கார்பனைல் ஈனியிலுள்ள கார்பன் அணுவானது, மைய உலோக அயனியின் காலியான d ஆர்பிட்டாலுக்கு எலக்ட்ரான் இணையினை வழங்கி $M \xleftarrow{\sigma \text{ பிணைப்பு}} CO$ சிக்மா பிணைப்பினை உருவாக்குகிறது.
2. இந்த சிக்மா பிணைப்பு உருவாவதால், உலோக d ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான் அடர்த்தி அதிகரிக்கிறது. இதன் காரணமாக மைய உலோக அணுவில் எலக்ட்ரான் செறிந்து காணப்படுகிறது. இவ்வாறான, அதிகரிக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் அடர்த்தியை ஈடுசெய்யும் பொருட்டு உலோகத்தின் நிரப்பப்பட்ட d ஆர்பிட்டால், கார்பனைல் ஈனியின் காலியான π^* ஆர்பிட்டாலுடன் இடையீடு செய்வதுடன் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியை மீளவும் ஈனிக்கு பரிமாற்றம் செய்கிறது. இந்த இரண்டாவது கூறு π பின்பிணைப்பு (back bond) என அழைக்கப்படுகிறது. எனவே, உலோக கார்பனைல்களில் ஈனிகளிலிருந்து உலோக அயனிக்கு சிக்மா பிணைப்பின் வழியாகவும் மற்றும் உலோகத்திலிருந்து ஈனிக்கு π பின்பிணைப்பு வழியாகவும் எலக்ட்ரான் அடர்த்தியில் நகர்வு ஏற்படுகிறது. உலோக கார்பனைல்களில் வலுவான $M \leftarrow CO$ பிணைப்பு காணப்படுவதற்கு மேற்கண்டுள்ள கூட்டு விளைவே காரணமாக அமைகிறது. இந்நிகழ்வானது, பின்வரும் வரைபடத்தில் தரப்பட்டுள்ளது.



XII U5 Coordination jagan.indd 181 22-12-2022 12:46:05



5.1.1 உலோக அணைவுச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மை

அணைவுச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மையினை, இருவேறு வழிகளில் விளக்கலாம். ஒன்று, வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத் தன்மை மற்றொன்று வேதிவினைவேகவியல் நிலைப்புத் தன்மை. வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத் தன்மை என்பது, அணைவுச் சேர்மம் உருவாதலின் நிகர கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்தை (ΔG) குறிப்பிடுகிறது. வேதி வினைவேகவியல் நிலைப்புத் தன்மை என்பது, ஈனிகளின் பதிலீட்டினைக் குறிப்பிடுகிறது. சில நேர்வுகளில் அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் ஈனிகள், விரைவாக பதிலீடு அடைகின்றன. அத்தகைய அணைவுச் சேர்மங்கள் நிலையற்ற அணைவுச் சேர்மங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. சில அணைவுச் சேர்மங்களில், ஈனிகள் பதிலீடு அடைதல் மிக மெதுவாக நிகழ்கிறது(சில நேர்வுகளில் எவ்வித பதிலீடும் நடைபெறுவதில்லை). இத்தகைய அணைவுச் சேர்மங்கள் மந்த அணைவுச் சேர்மங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

நிலைப்புத் தன்மை மாறிலி (β) :

ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தில் காணப்படும் ஒரு ஈனியை, மற்றொரு ஈனி பதிலீடு செய்வதற்கு உள்ள தடையே அந்த அணைவுச் சேர்மத்தினுடைய நிலைப்புத் தன்மையின் அளவீடாகும். அணைவின் நிலைப்புத் தன்மையானது சமநிலையில் காணப்படும் இரு கூறுகளின் இணைவு வீதத்தினை குறிப்பிடுகிறது. பின்வரும் அணைவு உருவாகும் வினையைக் கருதுவோம்.

$$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightleftharpoons \left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}$$

$$\beta = \frac{\left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}}{\left[Cu^{2+}\right][NH_3]^4} \qquad ---(1)$$

$\left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}$ ன் செறிவு அதிகரிக்கும் போது, நிலைப்புத் தன்மை மாறிலியின் மதிப்பும் அதிகரிக்கிறது. எனவே, நிலைப்புத் தன்மை மாறிலியின் மதிப்பு அதிகமெனில் அணைவின் நிலைப்புத் தன்மையும் அதிகம். பொதுவாக, அணைவுச் சேர்மங்கள் அவைகளின் கரைசலில், நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. எனினும், அணைவு அயனியானது மிகச் சிறியளவில் பிரிகையுறுகிறது. பிரிகைவீதமானது, உலோக ← ஈனி $(M \leftarrow L)$ பிணைப்பின் வலிமையினைப் பொருத்து அமைகிறது. அதாவது, $M \leftarrow L$ பிணைப்பு வலிமையாக இருப்பின், பிரிகையுறும் வீதம் குறைவு.

நீர்க்கரைசலில், அணைவு அயனிகள் பிரிகையுறும் போது, பிரிகையுற்ற அயனிகளுக்கும், பிரிகையுறாத அணைவிற்கும் இடையே ஒரு சமநிலை காணப்படுகிறது. எனவே, பிரிகை சமநிலை மாறிலி அல்லது நிலைப்புத்தன்மையற்ற மாறிலியின் (α) மூலமாகவும் உலோக அணைவின் நிலைப்புத் தன்மையைக் குறிப்பிடலாம்.

நீர்க்கரைசலில் $\left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}$ ன் பிரிகையுறுதலை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்

$$\left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4NH_3$$

பிரிகை சமநிலை மாறிலி அல்லது நிலைப்புத் தன்மையற்ற மாறிலியினை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

XII U5 Coordination jagan.indd 182 22-12-2022 12:46:07

$$\alpha = \frac{[Cu^{2+}][NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} \quad \text{---(2)}$$

(1) மற்றும் (2) ஆகியனவற்றிலிருந்து பிரிகை சமநிலை மாறிலியின் தலைகீழ் மதிப்பானது (α), உருவாதல் சமநிலை மாறிலி அல்லது நிலைப்புத் தன்மை மாறிலிக்கு சமம் என அறிய முடிகிறது. (β)

$$\beta = \left(\frac{1}{\alpha}\right)$$

சமநிலை மாறிலிகளின் முக்கியத்துவம் :

அணைவுச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மையினை, நிலைப்புத் தன்மை மாறிலியின் (β) மூலம் அறிந்துக் கொள்ளலாம். நிலைப்புத் தன்மை மாறிலியின் மதிப்பு அதிகமெனில், அணைவு அயனியின் நிலைப்புத் தன்மையும் அதிகம். சில முக்கிய அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான நிலைப்புத் தன்மை மாறிலிகளின் மதிப்புகள் பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அணைவு அயனி	நிலைப்புத் தன்மையற்ற மாறிலி (α)	நிலைப்புத் தன்மை மாறிலி (β)
$[Fe(SCN)]^{2+}$	1.0×10^{-3}	1.0×10^{3}
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	1.0×10^{-12}	1.0×10^{12}
$[Ag(CN)_2]^{-}$	1.8×10^{-19}	5.4×10^{18}
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	6.2×10^{-36}	1.6×10^{35}
$[Hg(CN)_4]^{2-}$	4.0×10^{-42}	2.5×10^{41}

மேற்கண்டுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிலைப்புத் தன்மை மாறிலிகளின் மதிப்புகளை ஒப்பிடும் போது, கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஐந்து அணைவுச் சேர்மங்களுள் $[Hg(CN)_4]^{2-}$ ஆனது அதிக நிலைப்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது எனவும், $[Fe(SCN)]^{2+}$ ஆனது குறைவான நிலைப்புத் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது எனவும் அறிய முடிகிறது.

5.11.1 படிநிலை வாரியாக உருவாதல் மாறிலிகள் மற்றும் ஒட்டுமொத்த உருவாதல் மாறிலி:

நீர்ம ஊடகத்தில், ஒரு தனித்த உலோக அயனியானது, நீர் மூலக்கூறுகளால் சூழப்பட்டிருக்கும்(நீர் மூலக்கூறுகள் ஈனிகளாக அமைந்திருக்கும்). இதனை $[MS_6]$ என குறிப்பிடலாம். நீரைவிட வலிமையான ஈனியினை கரைசலில் சேர்க்கும் போது, உலோக அயனியுடன் பிணைப்பில் ஈடுபட்டிருக்கும் நீர் மூலக்கூறுகள் வலிமையான ஈனிகளால் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன.

நீர்ம ஊடகத்தில், ML_6 என்ற அணைவுச் சேர்மம் உருவாவதை கருதுவோம்(உலோக அயனியின் மின் சுமையைப் புறக்கணிக்க). அணைவுச் சேர்மம் உருவாதல் ஒரே படிநிலையிலேயோ அல்லது தொடர்ச்சியாக ஒவ்வொரு படிநிலைகளிலோ நிகழலாம். ஈனிகள் மைய உலோக அயனியுடன்

XII U5 Coordination jagan.indd 183 22-12-2022 12:46:10

சேர்வது ஒரே படிநிலையில் நிகழ்ந்தால், பின்

$$[MS_6] + 6L \rightleftharpoons [ML_6] + 6S$$

$$\beta_{ஒட்டுமொத்தம்} = \frac{[ML_6][S]^6}{[MS_6][L]^6}$$

$\beta_{ஒட்டுமொத்தம்}$ என்பது ஒட்டுமொத்த நிலைப்புத் தன்மை மாறிலி என அழைக்கப்படுகிறது. கரைப்பான், அதிக அளவில் காணப்படுவதால், அதன் செறிவினை மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டில் புறக்கணிக்கலாம்.

$$\beta_{ஒட்டுமொத்தம்} = \frac{[ML_6]}{[MS_6][L]^6}$$

இந்த ஆறு ஈனிகளும் மைய உலோக அயனியுடன் ஒவ்வொன்றாக சேர்க்கப்பட்டால் $[ML_6]$ அணைவு உருவாதல் கீழ்க்கண்டவாறு வெவ்வெறு படி நிலைகளில் நிகழும். பொதுவாக படிநிலை வாரியாக நிலைப்புத்தன்மை மாறிலி 'κ' எனற குறியீட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது

$$[MS_6] + L \rightleftharpoons [MS_5L] + S \qquad k_1 = \frac{[MS_5L]}{[MS_6][L]}$$

$$[MS_5L] + L \rightleftharpoons [MS_4L_2] + S \qquad k_2 = \frac{[MS_4L_2]}{[MS_5L][L]}$$

$$[MS_4L_2] + L \rightleftharpoons [MS_3L_3] + S \qquad k_3 = \frac{[MS_3L_3]}{[MS_4L_2][L]}$$

$$[MS_3L_3] + L \rightleftharpoons [MS_2L_4] + S \qquad k_4 = \frac{[MS_2L_4]}{[MS_3L_3][L]}$$

$$[MS_2L_4] + L \rightleftharpoons [MSL_5] + S \qquad k_5 = \frac{[MSL_5]}{[MS_2L_4][L]}$$

$$[MSL_5] + L \rightleftharpoons [ML_6] + S \qquad k_6 = \frac{[ML_6]}{[MSL_5][L]}$$

மேற்கண்டுள்ள சமநிலைகளில், k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 and k_6 ஆகியன படிநிலை வாரியாக நிலைப்புத் தன்மை மாறிலிகளாகும். ஒரு சிறிய கணித செயல்பாட்டினை மேற்கொள்வதன் மூலம், ஒட்டுமொத்த நிலைப்புத் தன்மை மாறிலி β ஆனது படிநிலை வாரியான நிலைப்புத் தன்மை மாறிலிகளின் k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 and k_6 பெருக்கல் பலனிற்குச் சமம் என நிறுவலாம்.

$$\beta = k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \times k_6$$

இருபுறமும் மடக்கை எடுக்க,

$$\log(\beta) = \log(k_1) + \log(k_2) + \log(k_3) + \log(k_4) + \log(k_5) + \log(k_6)$$

5.12 அணைவுச் சேர்மங்களின் முக்கியத்துவம் மற்றும் பயன்கள்

அணைவுச் சேர்மங்கள் தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் கனிமங்களில் காணப்படும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சேர்மங்களாகும். சில பயன்கள் பின்வருமாறு:

XII U5 Coordination jagan.indd 184 22-12-2022 12:46:11

1. **தாலோ நீலம்–** இது தாமிர (II)அயனியின் ஒரு ஆழ்ந்த நீல நிற அணைவு நிறமி பொருளாகும். இச்சேர்மம் அச்சுமை தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.
2. நிக்கலைத் தூய்மைப்படுத்த உதவும் மாண்ட் முறையில் $[Ni(CO)_4]$ அணைவு உருவாகிறது. இதனை சிதைவடையச் செய்து, 99.5% தூய நிக்கல் தயாரிக்கப்படுகிறது.
3. EDTA என்பது ஒரு கொடுக்கிணைப்பு ஈனி. இது லாந்தனைடுகளை பிரித்தெடுத்தல், கடினநீரை மென்நீராக்கல் போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது. மேலும், காரீய நச்சினை நீக்குவதற்கும் பயன்படுகிறது.
4. வெள்ளி மற்றும் தங்கம் ஆகியனவற்றை அவைகளின் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் போது, அவைகளின் கரையக்கூடிய சயனிடோ அணைவுச் சேர்மங்களாக மாற்றப்பட்டு, பின் சயனிடோ அணைவுச் சேர்மங்கள் துத்தநாகத்தால் ஒடுக்கப்பட்டு உலோகம் பெறப்படுகிறது. இம்முறை மாக்–ஆர்தர் சயனைடு முறை எனப்படுகிறது.
5. சில உலோக அயனிகளை அணைவுச் சேர்மமாக்குவதன் மூலம் துல்லியமாக அளந்தறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக, நிக்கல் குளோரைடில் காணப்படும் Ni^{2+} அயனியானது, ஆல்கஹாலில் கரைக்கப்பட்ட டைமீத்தைல் கிளையாக்ஸைம் உடன் வினைபடுத்தப்பட்டு $[Ni(DMG)_2]$ என்ற கரையாத அணைவுச் சேர்மமாக மாற்றப்பட்டு துல்லியமாக அளந்தறியப்படுகிறது.
6. பெரும்பாலான அணைவுச் சேர்மங்கள் கரிம மற்றும் கனிம வினைகளில் வினைவேக மாற்றிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

   எடுத்துக்காட்டாக,

   (i) $\left[Rh\left(PPh_3\right)_3Cl\right]$ வில்கின்சன் வினைவேக மாற்றியானது ஆல்கீன்களின் ஹைட்ரஜனேற்ற வினைகளில் பயன்படுகிறது.

   (ii) $[TiCl_4] + Al\left(C_2H_5\right)_3$ –சிக்லர்–நட்டா வினைவேகமாற்றியானது ஈத்தீனின் பலபடியாக்கல் வினையில் பயன்படுகிறது.

7. மின்முலாம் பூசுதலில், முலாம் பூசப்பட வேண்டிய உலோகங்களின் மேற்பரப்பில் (Ag, Au, Pt etc.,) போன்ற உயர் உலோகங்களின் நுண்ணிய சீரான உலோகப் படிவினை ஏற்படுத்த $\left[Ag\left(CN\right)_2\right]^-$ மற்றும் $\left[Au\left(CN\right)_2\right]^-$ ஆகிய அணைவுச் சேர்மங்கள் பயன்படுகின்றன.
8. பல்வேறு நோய்களை குணப்படுத்த அணைவுச் சேர்மங்கள் மருந்துப் பொருளாக பயன்படுகின்றன.

   எடுத்துக்காட்டாக,

   (1) Ca–EDTA அணைவானது, காரீயம் மற்றும் கதிர்வீச்சு நச்சினை உடலிலிருந்து நீக்கி குணப்படுத்த பயன்படுகிறது.

   (2) சிஸ்–பிளாட்டின் ஆனது புற்றுநோய் கட்டிகளுக்கு எதிரான மருந்துப் பொருளாக பயன்படுகிறது.

9. புகைப்படத் தொழிலில், புகைப்படச்சுருள் மேம்படுத்தப்படும் போது சோடியம் தயோசல்பேட் கரைசலால் கழுவப்படுகிறது. எதிர் பிம்பம் நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. சிதைவடையாத AgBr ஆனது சோடியம் டைதயோசல்பேட்டோ அர்ஜென்டேட் (I) என்ற கரையக்கூடிய அணைவுச் சேர்மத்தினை உருவாக்குகிறது. புகைப்படச்சுருளை நீரைக் கொண்டு கழுவுவதன் மூலம் இதனை பிரிக்கலாம்.

$$AgBr + 2\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_3\left[Ag\left(S_2O_3\right)_2\right] + 2\,NaBr$$

XII U5 Coordination jagan.indd 185 22-12-2022 12:46:12

10. பல்வேறு உயிரியல் அமைப்புகள் உலோக அணைவுகளைக் கொண்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு

(i) இரத்த சிகப்பணு(RBC) ஆனது ஹீம் தொகுதியைக் கொண்டுள்ளது. இது Fe^{2+} பார்பைரின் அணைவாகும். இச்சேர்மம் நுரையீரலில் இருந்து ஆக்சிஜனை திசுக்களுக்கும், அங்கிருந்து கார்பன்டைஆக்ஸைடை நுரையீரலுக்கும் பரிமாற்றம் செய்கிறது.

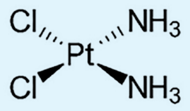
(ii) தாவரங்கள் மற்றும் பாசிகளில் காணப்படும் பச்சை நிற நிறமிப் பொருளான குளோரோபில் ஆனது Mg^{2+} ஐக் கொண்டுள்ள ஒரு அணைவுச் சேர்மமாகும். இதில், மாற்றமடைந்த பார்பைரின் ஈனி காணப்படுகிது. இது காரின் வளையம் எனப்படுகிறது. CO_2 மற்றும் நீரில் இருந்து கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் ஆக்சிஜன் உருவாகும் தாவரங்களின் ஒளிச் சேர்க்கை வினையில் இச்சேர்மம் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

(iii) வைட்டமின் B_{12}.(சயனோ கோபாலமீன்) உலோகத்தினைக் கொண்டுள்ள ஒரே வைட்டமினாகும். இதன் மையத்தில் Co^{+} அயனியும் அதனைச் சூழ்ந்த பார்பைரினைப் போன்றதொரு ஈனியும் காணப்படுகிறது.

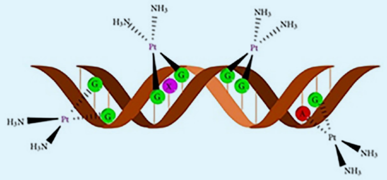
(iv) உயிரியல் செயல்பாடுகளை நெறிபடுத்தும் செயல்முறைகளில் பல்வேறு நொதிகள்(என்னசம்கள்) பயன்படுகின்றன. இவைகளில் பெரும்பாலானவை உலோக அணைவுச் சேர்மங்களாகும். எடுத்துக்காட்டாக, கார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸ் என்ற புரோட்டியேஸ் நொதியானது செரித்தலில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. இந்நொதியில் துத்தநாகத்துடன் புரோட்டின் ஈனி ஈதல் சகப்பிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ளது.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

சிஸ்–பிளாட்டின்



சிஸ் பிளாட்டின் ஒரு தளசதுர அணைவுச் சேர்மமாகும். (cis- $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$) இதில் இரு ஒத்தத் தொகுதிகள் ஒரே பக்கத்தில் இடம் பெற்றுள்ளன. இது பிளாட்டினத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு எதிர் புற்றுநோய் மருந்தாகும். இம்மருந்தானது, நீராற்பகுத்தல் அடைந்து DNA உடன் வினைபட்டு பல குறுக்கு இணைப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இதன் காரணமான, DNA இரட்டிப்பதால் மற்றும் நகலெடுத்தல் தடுக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக செல் வளர்ச்சி தடுக்கப்பட்டு இறுதியில் அழிக்கப்படுகிறது. செல்லுலர் புரோட்டீன்களுடன் குறுக்கு இணைப்பினை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் செல்பிரிதலையும் (மைட்டாசிஸ்) தடுக்கிறது.



பாடச் சுருக்கம்

- இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கரைசல் நிலையில் உள்ள சேர்மங்களை ஒன்றோடொன்று கலந்து அக்கரைசலை ஆவியாக்கினால், சில நேர்வுகளில் இரட்டை உப்புகள் அல்லது அயனிச் சேர்மங்கள் உருவாக வாய்ப்புள்ளது. இரட்டை உப்புகள் அதன் உட்கூறு அயனிகளாக முற்றிலும் பிரிகையுற்று தங்கள் தனித்தன்மையினை இழக்கின்றன எனவும், அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ள அணைவு அயனியானது தனது தனித்தன்மையை இழப்பதில்லை எனவும் மேலும் அணைவு அயனியின் உட்கூறுகள் தனித்தனியே எளிய அயனிகளாகப் பிரிகையுறுவதில்லை எனவும் அறிகின்றோம்.
- பெரும்பாலான தனிமங்கள், முதன்மை இணைதிறன் மற்றும் இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் ஆகிய இரு இணைதிற மதிப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு தனிமமும்

XII U5 Coordination jagan.indd 186 22-12-2022 12:46:12

இவ்விரு இணை திறன்களை நிறைவு செய்ய முற்படுகின்றன. தற்போது முதன்மை இணை திறனானது உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் எனவும், இரண்டாம் நிலை இணைதிறன், அணைவு எண் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன

- அணைவு உட்பொருளானது ஒரு அயனி அல்லது நடுநிலைப் பொருளாகும். இது வழக்கமாக ஒரு உலோகத்தினை மைய அணுவாகவும், அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட பிற அணுக்கள் அல்லது அணுக்கள் அடங்கிய தொகுதிகளையும் (ஈனிகள்) உள்ளடக்கியது.
- அணைவு உட்பொருளின் மையப் பகுதியில் அமைந்திருக்கும் அணு அல்லது அயனியானது மைய அணு/அயனி எனப்படும். மேலும் இதனுடன் அணுக்கள் அல்லது அணுக்கள் அடங்கிய தொகுதிகள்(ஈனிகள்) ஈதல் சகப்பிணைப்பு மூலம் பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன.
- மைய உலோக அணு/அயனியுடன் பிணைந்திருக்கும் அணுக்கள் அல்லது அணுக்கள் அடங்கிய தொகுதிகள் ஈனிகள் எனப்படுகின்றன. மைய உலோக அணுவுடன் நேரடியாக பிணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனியின் அணுவானது, வழங்கி அணு (donor atom) எனப்படுகிறது.
- ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தின், அணைவு அயனியில் உள்ள மைய உலோக அணு/அயனி மற்றும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகள் ஆகியனவற்றை ஒருங்கிணைத்து அணைவுக் கோளம் என அழைக்கின்றோம். மேலும் இவை வழக்கமாக சதுர அடைப்பிற்குள் அணைவின் நிகர மின்சுமையோடு சேர்த்து குறிப்பிடப்படும்.
- மைய உலோக அயனியுடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகள் முப்பரிமாண வெளியில் குறித்த திசைகளில் அமைவதால் ஏற்படுவது அணைவுப் பன்முகி (Coordination polyhedron) எனப்படுகிறது.
- ஒரு அணைவில், மைய உலோக அணு/ அயனியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகளுடைய வழங்கி அணுக்களின் எண்ணிக்கை அந்த உலோக அணுவின் அணைவு எண் எனப்படும். இதனை, மைய உலோக அணு மற்றும் ஈனிகளுக்கு இடையே காணப்படும் σ-பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை என்றும் கூறலாம்.
- ஓர் அணைவு உட்பொருளின் உள்ள மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் என்பது, அந்த உலோக அயனியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகளை அவைகளால் பங்கிடப்பட்டுள்ள எலக்ட்ரான் இரட்டைகளுடன் நீக்கிய பிறகு அம்மைய உலோக அணுவின் மீது எஞ்சியிருப்பதாகக் கருதப்படும் மின்சுமை அதன் ஆக்சிஜனேற்ற எண் எனப்படும்.
- இரு வழி பிணைப்புறும் ஈனி தன்னிடம் உள்ள வெவ்வேறு வழங்கி அணுக்களின் மூலம் மைய உலோக அயனியுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்தும் போது இணைப்பு மாற்றியங்கள் ஏற்படுகின்றன.
- அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ள நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் இரண்டும் அணைவு அயனிகளாகக் காணப்படும் நிலையில் அணைவு மாற்றியம் ஏற்படுகிறது.
- அயனியுறும் எதிர்மாறு அயனியானது (எளிய அயனி) ஈனிகளாக செயல்படும் தன்மையினைப் பெற்றிருப்பின் அத்தகைய நேர்வுகளில் அயனியாதல் மாற்றியம் ஏற்படுகிறது.
- மாறுபட்ட ஈனிகளைக் கொண்டுள்ள அணைவுச் சேர்மங்களில், மைய உலோக அணுவைச் சுற்றி ஈனிகள் முப்பரிமாண புறவெளியில் வெவ்வேறு வகைகளில் அமைவதால், வடிவ மாற்றியம் ஏற்படுகிறது
- கரிமச் சேர்மங்களைப் போலவே, கைரல் தன்மையைப் பெற்றுள்ள அணைவுச் சேர்மங்களும் ஒளிசுழற்சி மாற்றியங்களைப் பெற்றுள்ளன.
- லீனஸ் பாலிங் என்பார் இணைதிற பிணைப்புக் கொள்கையை முன்மொழிந்தார். இக்கொள்கையானது, மைய உலோக அயனிக்கும் ஈனிகளுக்கும் இடையேயான

XII U5 Coordination jagan.indd 187 22-12-2022 12:46:12

பிணைப்பினை முற்றிலும் சகப்பிணைப்பு என கருதியது. பெத்தே மற்றும் வான் வெலக் ஆகியோர் உலோக அயனி மற்றும் ஈனிகளுக்கிடையேயான இடைவினையானது ஒரு நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி விசை எனக் கருதி படிகபுலக் கொள்கையை அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு விரிவுபடுத்தி அவைகளின் பண்புகளை விளக்கினார்கள்.

மதிப்பிடுதல்

T21Y8

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. $\left[M(en)_2(Ox)\right]Cl$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள உலோக அணு / அயனி M ன் முதன்மை மற்றும் இரண்டாம் நிலை இணைதிற மதிப்புகளின் கூடுதல்

   அ) 3 ஆ) 6 இ) -3 ஈ) 9

2. 0.01 M திறனுடைய 100ml பென்டாஅக்வாகுளோரிடோகுரோமியம் (III) குளோரைடு கரைசலுடன் அதிக அளவு சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலை சேர்க்கும் போது வீழ்படிவாகும் AgCl ன் மோல்களின் எண்ணிக்கை

   அ)0.02 ஆ) 0.002 இ) 0.01 ஈ) 0.2

3. ஒரு அணைவுச் சேர்மம் $MSO_4Cl.6H_2O$. என்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டினைப் பெற்றுள்ளது. இச்சேர்மத்தின் நீர்க்கரைசலானது பேரியம் குளோரைடு கரைசலுடன் வெண்மை நிற வீழ்படிவைத் தருகிறது. மேலும் சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலுடன் சேர்க்கும் போது எவ்வித வீழ்படிவினையும் தருவதில்லை. அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள உலோகத்தின் இரண்டாம்நிலை இணைதிறன் ஆறு எனில் பின்வருவனவற்றுள் எது அணைவுச் சேர்மத்தினைச் சரியாகக் குறிப்பிடுகின்றது.

   அ) $\left[M(H_2O)_4Cl\right]SO_4.2H_2O$ ஆ) $\left[M(H_2O)_6\right]SO_4$

   இ) $\left[M(H_2O)_5Cl\right]SO_4.H_2O$ ஈ) $\left[M(H_2O)_3Cl\right]SO_4.3H_2O$

4. $\left[Fe(H_2O)_5NO\right]SO_4$ அணைவுச் சேர்மத்தில் இரும்பின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை மற்றும் ஈனி NO ன் மீதான மின்சுமை ஆகியன முறையே

   அ) முறையே +2 மற்றும் 0 ஆ) முறையே +3 மற்றும் 0

   இ) முறையே +3 மற்றும் -1 ஈ) முறையே +1 மற்றும் +1

5. IUPAC வழிமுறைகளின்படி, $\left[Co(en)_2(ONO)Cl\right]Cl$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்தின் பெயர்

   அ. குளோரோபிஸ்எத்திலின்டைஅமீன்நைட்ரிடோகோபால்ட் (III) குளோரைடு

   ஆ. குளோரிடோபிஸ்(ஈத்தேன் – 1,2 டை அமீன்)நைட்ரோ - κ -O கோபால்ட் (III) குளோரைடு

   இ. குளோரிடோபிஸ்(ஈத்தேன் – 1, 2 டை அமீன்)நைட்ரோ - κ - O கோபால்ட் (II) குளோரைடு

   ஈ. குளோரிடோபிஸ் (ஈத்தேன்–1,2 டை அமீன்) நைட்ரைட்டோ –κ-O கோபால்ட் (III) குளோரைடு

XII U5 Coordination jagan.indd 188 22-12-2022 12:46:13

6. $K_3[Al(C_2O_4)_3]$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்தின் IUPAC பெயர்

அ. பொட்டாசியம் ட்ரைஆக்சலேட்டோ அலுமினியம் (III)

ஆ. பொட்டாசியம்ட்ரை ஆக்சலேட்டோ அலுமினேட் (II)

இ. பொட்டாசியம் ட்ரிஸ் ஆக்சலேட்டோ அலுமினேட் (III)

ஈ. பொட்டாசியம் ட்ரை ஆக்லேட்டோ அலுமினேட் (III)

7. பின்வருவனவற்றுள் 1.73BM காந்த திருப்புத்திறன் மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளது எது? (NEET)

அ) $TiCl_4$ ஆ) $[CoCl_6]^{4-}$

இ) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ஈ) $[Ni(CN)_4]^{2-}$

8. உயர்சுழற்சி d^5 எண்முகி அணைவு ஒன்றின் படிகபுல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் (CFSE) மதிப்பு

அ) $-0.6\Delta_0$ ஆ) 0

இ) $2(P-\Delta_0)$ ஈ) $2(P+\Delta_0)$

9. பின்வருவனவற்றுள் அதிகபட்ச Δ_0 எண் மதிப்பை பெற்றுள்ள அணைவு அயனி எது?

அ) $[Co(CN)_6]^{3-}$ ஆ) $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ இ) $[Co(H_2O)_6]^{3+}$ ஈ) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

10. பின்வருவனவற்றுள் இனான்சியோமர் இணைகளை தர வல்லது எது?

அ) $[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ ஆ) $[Co(en)_2Cl_2]Cl$

இ) $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ ஈ) $[Co(NH_3)_4Cl_2]NO_2$

11. $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ என்ற அணைவுச் சேர்மம் பெற்றுள்ள மாற்றியம்.

அ) அணைவு மாற்றியம்   ஆ) இணைப்பு மாற்றியம்

இ) ஒளிசுழற்ச்சி மாற்றியம்   ஈ) வடிவ மாற்றியம்

12. $[Pt(Py)(NH_3)(Br)(Cl)]$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்திற்கு சாத்தியமான வடிவ மாற்றியங்கள் எத்தனை?

அ) 3   ஆ) 4   இ) 0   ஈ) 15

13. பின்வருவனவற்றுள் இணைப்பு மாற்றியங்களைக் குறிப்பிடும் இணைகள் எது?

அ) $[Cu(NH_3)_4][PtCl_4]$ மற்றும் $[Pt(NH_3)_4][CuCl_4]$

ஆ) $[Co(NH_3)_5(NO_3)]SO_4$ மற்றும் $[Co(NH_3)_5(ONO)]$

இ) $[Co(NH_3)_4(NCS)_2]Cl$ and $[Co(NH_3)_4(SCN)_2]Cl$

ஈ) (ஆ) மற்றும் (இ) இரண்டும்

14. $\left[Co(NH_3)_4 Br_2\right]Cl$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்திற்கு சாத்தியமான மாற்றியம்

அ) வடிவ மற்றும் அயனியாதல் மாற்றியம் ஆ) வடிவ மற்றும் ஒளி சுழற்ச்சி மாற்றியம்

இ) ஒளி சுழற்ச்சி மாற்றியம் மற்றும் அயனியாதல் மாற்றியம் ஈ) வடிவ மாற்றியம் மட்டும்

15. பின்வரும் அணைவுச் சேர்மங்களில் மாற்றியப் பண்பினைப் பெற்றிருக்காதது எது?

அ) $\left[Ni(NH_3)_4(H_2O)_2\right]^{2+}$ ஆ) $\left[Pt(NH_3)_2 Cl_2\right]$

இ) $\left[Co(NH_3)_5 SO_4\right]Cl$ ஈ) $\left[FeCl_6\right]^{3-}$

16. உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் பூஜ்ய மதிப்பினைப் பெற்றிருக்கும் அணைவுச் சேர்மம்

அ) $K_4\left[Fe(CN)_6\right]$ ஆ) $\left[Fe(CN)_3(NH_3)_3\right]$

இ) $\left[Fe(CO)_5\right]$ ஈ) (ஆ) மற்றும் (இ) இரண்டும்

17. டிரிஸ் (ஈத்தேன் – 1,2 டை அமீன்) இரும்பு (II) பாஸ்பேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாடு

அ) $\left[Fe(CH_3\text{-}CH(NH_2)_2)_3\right](PO_4)_3$

ஆ) $\left[Fe(H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2)_3\right](PO_4)$

இ) $\left[Fe(H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2)_3\right](PO_4)_2$

ஈ) $\left[Fe(H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2)_3\right]_3(PO_4)_2$

18. பின்வருவனவற்றுள் பாராகாந்தத்தன்மை உடையது எது?

அ) $\left[Zn(NH_3)_4\right]^{2+}$ ஆ) $\left[Co(NH_3)_6\right]^{3+}$

இ) $\left[Ni(H_2O)_6\right]^{2+}$ ஈ) $\left[Ni(CN)_4\right]^{2-}$

19. முகப்பு மற்றும் நெடுவரை (fac and mer) மாற்றியங்களைப் பெற்றிருப்பது எது?

அ) $\left[Co(en)_3\right]^{3+}$ ஆ) $\left[Co(NH_3)_4(Cl)_2\right]^{+}$

இ) $\left[Co(NH_3)_3(Cl)_3\right]$ ஈ) $\left[Co(NH_3)_5 Cl\right]SO_4$

20. சரியானக் கூற்றைத் தேர்வு செய்க.

அ.) எண்முகி அணைவுகளைவிட தளசதுர அணைவுகள் அதிக நிலைப்புத்தன்மையுடையவை.

ஆ.) $\left[Cu(Cl)_4\right]^{2-}$ ன் சுழற்ச்சியை மட்டும் பொருத்து காந்த திருப்புத்திறனின் மதிப்பு 1.732 BM மேலும் இது தள சதுர வடிவமைப்புடையது.

இ.) $\left[FeF_6\right]^{4-}$ ன் படிகப்புல பிளப்பு ஆற்றல் மதிப்பு (Δ_0) ஆனது $\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$ ஐ விட அதிகம்

ஈ.) $\left[V(H_2O)_6\right]^{2+}$ ன் படிகப்புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் மதிப்பானது $[Ti(H_2O)_6]^{2+}$ ன் படிகப்புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றலை விட அதிகம்.

XII U5 Coordination jagan.indd 190 22-12-2022 12:46:21

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி

1. பின்வரும் அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு IUPAC பெயர் தருக.

   i) $Na_2[Ni(EDTA)]$

   ii) $[Ag(CN)_2]^-$

   iii) $[Co(en)_3]_2(SO_4)_3$

   iv) $[Co(ONO)(NH_3)_5]^{2+}$

   v) $[Pt(NH_3)_2Cl(NO_2)]$

2. பின்வரும் பெயருடைய அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு உரிய வாய்ப்பாட்டினைத் தருக.

   அ) பொட்டாசியம் ஹெக்சாசயனிடோபெர்ரேட் (II)

   ஆ) பென்டாகார்பனைல் இரும்பு (o)

   இ) பென்டாஅம்மைன்நைட்ரிடோ–κN கோபால்ட் (III) அயனி

   ஈ) ஹெக்ஸாஅம்மைன்கோபால்ட் (III) சல்பேட்

   உ) சோடியம்டெட்ராபுளூரிடோடைஹைட்ராக்ஸிடோகுரோமேட் (III)

3. பின்வரும் அணைவுச் சேர்மங்களை அவைகளின் மோலார் கடத்துத் திறனின் ஏறு வரிசையில் எழுதுக.

   i) $Mg[Cr(NH_3)(Cl)_5]$ ii) $[Cr(NH_3)_5Cl]_3[CoF_6]_2$

   iii) $[Cr(NH_3)_3Cl_3]$

4. மருத்துவத்துறையில் பயன்படும் அணைவுச் சேர்மத்திற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு தருக. மேலும் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு இரு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

5. $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ ஆனது ஏன் பாராகாந்தத் தன்மையுடையது எனவும், $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ஆனது ஏன் டையாகாந்தத் தன்மையுடையது எனவும் VB கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்குக.

6. $[Co(en)_2Cl_2]^+$ என்ற அணைவுச் சேர்மத்திற்கு சாத்தியமான அனைத்து வடிவ மாற்றியங்களையும் வரைக. அவற்றுள் ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடைய மாற்றியங்களைக் கண்டறிக.

7. $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ நிறமுடையது ஆனால் $[Sc(H_2O)_6]^{3+}$ நிறமற்றது விளக்குக

8. $[Ma_2b_2c_2]$ வகை அணைவுச் சேர்மத்திற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டு தருக. இங்கு a,b,c என்பன ஒரு முனை ஈனிகளாகும். மேலும் இவ் அணைவுச் சேர்மத்திற்கு சாத்தியமான அனைத்து மாற்றியங்களையும் தருக.

XII U5 Coordination jagan.indd 191 22-12-2022 12:46:24

9. $[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$ மற்றும் $[Co(NH_3)_5SO_4]Cl$ ஆகிய அணைவுச் சேர்மங்களை வேறுபடுத்தி அறிய உதவும் ஒரு சோதனையைக் கூறுக.

10. எண்முகி படிக புலத்தில், d – ஆர்பிட்டாலின் படிக புலப் பிளப்பினை குறிப்பிடும் வரைபடம் வரைக.

11. இணைப்பு மாற்றியம் என்றால் என்ன? ஒரு எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.

12. பின்வரும் ஈனிகளை அவற்றில் உள்ள வழங்கி அணுக்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்துக.

அ) NH_3 ஆ) en இ) ox^{2-} ஈ) பிரிடின் (pyridine)

13. இரட்டை உப்புகள் மற்றும் அணைவுச் சேர்மங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடுகள் யாவை?

14. வெர்னர் கொள்கையின் கோட்பாடுகளைக் கூறுக.

15. நான்முகி அணைவுகள் வடிவ மாற்றியங்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. ஏன்?

16. அணைவுச் சேர்மங்களில் காணப்படும் ஒளி சுழற்சி மாற்றியங்களை விளக்குக.

17. நீரேற்ற மாற்றியங்கள் என்றால் என்ன, ஒரு உதாரணத்துடன் விளக்குக.

18. படிகப்புல பிளப்பு ஆற்றல் என்றால் என்ன? விளக்குக.

19. படிகப்புல நிலைப்படுத்தல் ஆற்றல் (CFSE) என்றால் என்ன?

20. $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ ன் நீர்க்கரைசல் பச்சை நிறமுடையது ஆனால் $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ன் கரைசல் நிறமற்றது விளக்குக.

21. உலோக கார்பனைல்களில் காணப்படும் பிணைப்பின் தன்மையினை விளக்குக.

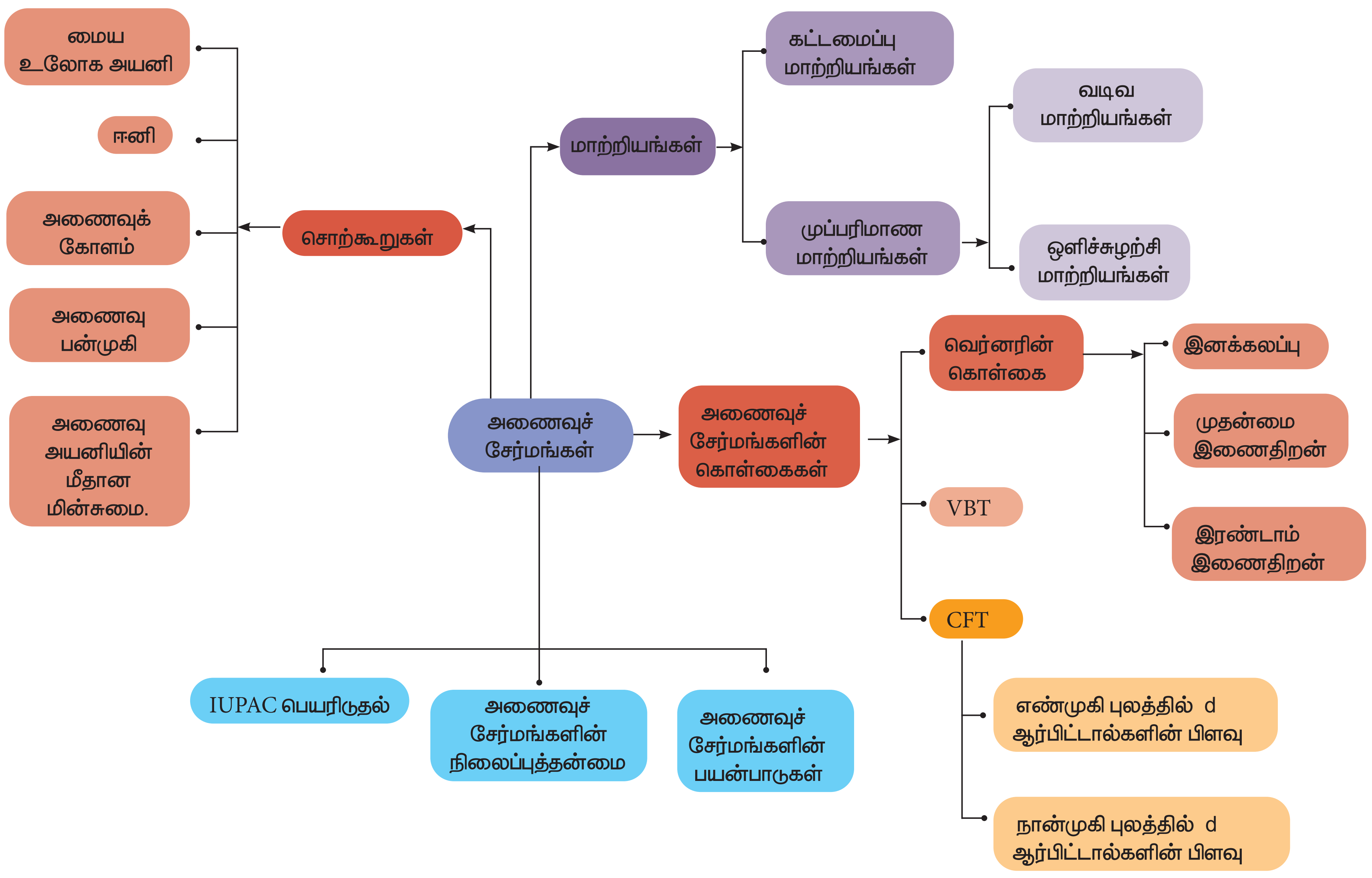
22. காப்பர் சல்பேட்டின் நீர்க்கரைசலுடன், திரவ அம்மோனியாவைச் சேர்ப்பதால் உருவாகும் அணைவு அயனி யாது?

23. $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ ல் காணப்படும் பிணைப்பின் தன்மையை VB கொள்கையைப் பயன்படுத்தி விளக்குக.

24. VB கொள்கையின் வரம்புகள் யாவை?

25. $K_4[Mn(CN)_6]$ அணைவின், மைய உலோக அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை, அணைவு எண், ஈனியின் தன்மை, காந்தப் பண்பு, மற்றும் எண்முகி படிக புலத்தில் எலக்ட்ரான் அமைப்பு ஆகியனவற்றைத் தருக

XII U5 Coordination jagan.indd 192 22-12-2022 12:46:25



XII U5 Coordination jagan.indd 193
22-12-2022 12:46:25

இணையச்செயல்பாடு

படிகபுலக் கொள்கை

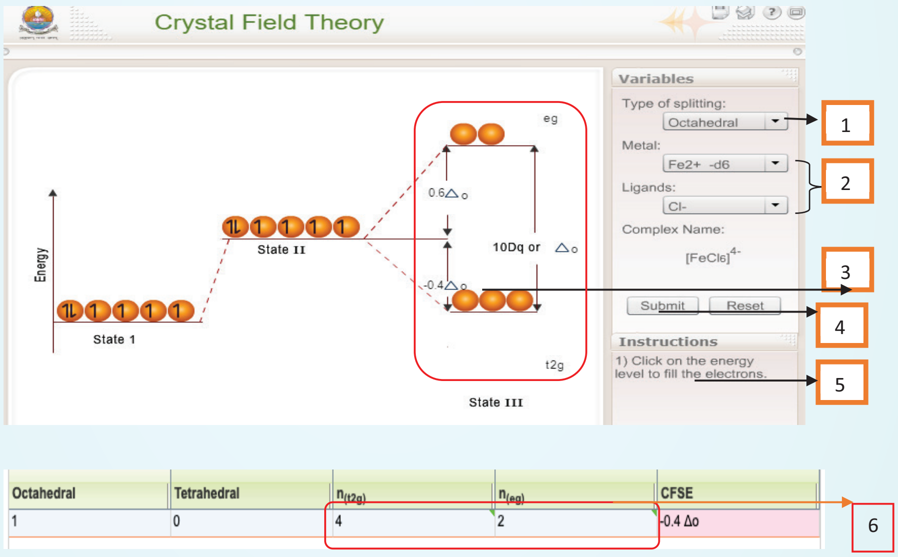
இச்செயல்முறையைப் பயன்படுத்தி, எண்முகி மற்றும் நான்முகி ஈனிப்புலங்களில், வெவ்வேறு உலோக அயனிகளின் படிகப்புலப்பிரிப்பை நீங்கள் புரிந்துகொள்ள இயலும். மேலும் படிகப்புலக்கொள்கையைப் பயன்படுத்தி ஒரு அணைவுச் சேர்மத்தின் படிகப்புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றலையும்(CFSE)கணக்கிடஇயலும்

http://vlab.amrita.edu/index.php?sub=2&brch=193&sim=610&cnt=4

உரலிக்குச் செல்க அல்லது வலதுபுறத்தில் உள்ள விரைவுத்துலக்கக் குறியீட்டினை (QR) ஸ்கேன் செய்க.

நிலைகள்

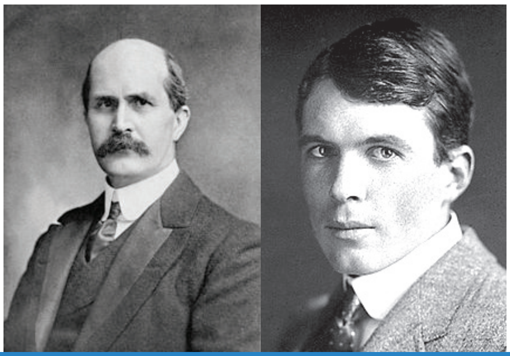
- இணையப் பக்கத்தினை திறந்து, கொடுக்கப்பட்ட உரலியை (URL) தட்டச்சு செய்க (அல்லது) விரைவுத்துலக்கக் குறியீட்டினை (QRCode) ஸ்கேன் செய்க. நீங்கள் தற்போது கீழேகாட்டப்பட்டுள்ளவாறு வலைப்பக்கத்தினைக் காண்பீர்கள்.
  குறிப்பு: இந்தவலைப்பக்கத்திற்குள் நுழைய ஒரு முறை பதிவு செய்தல் வேண்டும். தங்களின் பயனீட்டாளர் பெயர் மற்றும் கடவுச் சொல்லை பயன்படுத்திஉள்நுழைக. உள்நுழைந்த பின் simulation tabஐ சொடுக்குக.
- பெட்டி1ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள drop down menu வை பயன்படுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட ஈனிப்புலப்பிரிப்பை நீங்கள் தேர்ந்தெடுக்க இயலும். பெட்டி 2 ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள drop down menu வை பயன்படுத்தி நீங்கள் விருப்பப்படும் ஒரு உலோகம் மற்றும் ஈனியை தேர்ந்தெடுக்க இயலும். இப்பொழுது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அணைவுக்கான படிகப்புலப்பிரிப்பு திரையில் தெரியும்.
- படிகப்புலக் கொள்கையை பயன்படுத்தி, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அணைவுச் சேர்மத்திற்கு ஒவ்வொரு ஆர்பிட்டாலையும் சொடுக்கி t_{2g} மற்றும் e_g ஆர்பிட்டால்களில் d-எலக்ட்ரான்களை நிரப்புக. எலக்ட்ரான்களை நீக்குவதற்கு ஆர்பிட்டால்களை மூன்று முறை சொடுக்கவும். இதை முடித்தபிறகு பெட்டி 4 இல்கொடுக்கப்பட்டுள்ள submit பொத்தானை அழுத்தவும். இப்பொழுது நீங்கள் எலக்ட்ரான் பங்கீட்டின் சரிநிலையை சரிபார்த்துக்கொள்ள இயலும். தவறாக இருப்பின் மீண்டும் முயற்சி செய்யவும்.
- வலைப்பக்கத்தின் அடிப்பகுதியில் பெட்டி 6 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள t_{2g} & e_g ஆர்பிட்டால்களில் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை குறிப்பிடுக. கணக்கிடப்பட்ட படிகப்புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் (CFSE) திரையில் காண்பிக்கப்படும்



XII U5 Coordination jagan.indd 194 22-12-2022 12:46:25

அலகு 6

திட நிலைமை



சர் வில்லியம் ஹென்றி பிராக்(1862 –1942) | சர் லாரன்ஸ் பிராக் (1890 –1971)

சர் வில்லியம் ஹென்றி பிராக், என்பார் இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் கணிதவியல் துறைகளில் நிபுணத்துவம் பெற்ற ஆங்கிலேய அறிஞர் ஆவார். இவரும் இவரது மகன் இலாரன்சும் X கதிர்கள் பற்றி ஆய்வுகளை மேற்க்கொண்டு X கதிர் நிறமாலைமானியைக் கண்டறிந்தார்கள். மேலும் படிகங்களின் வடிவமைப்புகளை X கதிர் விளிம்புவிளைவின் மூலம் கண்டறியும் நுட்பத்தினையும் உருவாக்கினார்கள். இக்கண்டுபிடிப்பிற்காக 1915 ஆம் ஆண்டிற்கான இயற்பியல் துறையின் நோபல் பரிசு இவர்களுக்கு வழங்கப்பட்டது. இவர்களுடைய பெயரால் பிளாட்டினம், பலேடியம், மற்றும் நிக்கல் ஆகியவைகளின் ஒரு வகை சல்பைடு தாதுவானது பிராக்கைட் தாது என அழைக்கப்படுகிறது.

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியை கற்றறிந்த பின்னர்,

* திடப்பொருட்களின் பொதுப்பண்புகளை விவரித்தல்,
* படிக வடிவமுடைய மற்றும் படிக வடிவமற்ற திடப்பொருட்களை வேறுபடுத்தி அறிதல்,
* அலகு கூட்டினை வரையறுத்தல்,
* வெற்றிடங்கள் மற்றும் நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்புகளை விவரித்தல்,
* வெவ்வேறு கனச்சதுர அலகு கூடுகளின் பொதிவுத்திறனைக் கணக்கிடல்,
* அலகுகூடு பரிமாணங்கள் அடிப்படையிலான கணக்குகளைத் தீர்த்தல்,
* திடப்பொருட்களில் காணப்படும் புள்ளிக்குறைபாடுகளை விளக்குதல்,

ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்

XII U6 Solid State - Jerald.indd 195 18-12-2021 22:00:44

பாட அறிமுகம்

பருப்பொருட்கள் திட, திரவ, வாயு ஆகிய மூன்று நிலைமைகளில் காணப்படலாம். தாங்கள், தங்களைச் சுற்றி உற்று நோக்கினால் கண்ணுறக்கூடிய பெரும்பாலான பொருட்கள் திரவ மற்றும் வாயு நிலைமைகளைக் காட்டிலும் திட நிலைமையில் காணப்படுகின்றன என்பதனை அறிய முடியும். திடப்பொருட்களானவை வரையறுக்கப்பட்ட கன அளவு மற்றும் வடிவம் ஆகிய பண்புகளால், திரவ மற்றும் வாயு நிலைமைகளில் காணப்படும் பொருட்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. திடப்பொருட்களில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகள் ஒரு ஒழுங்கான வடிவமைப்பில் இறுக்கமாக பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், திடப்பொருட்களில் கடினமான, வைரம், உலோகங்கள், முதல் மென்மையான பலபடிகள் போன்று பல்வேறு வகைகள் காணப்படுகின்றன. நமது அன்றாட வாழ்வில் பயன்படுத்திவரும் பெரும்பாலான பொருட்கள் திடப் பொருட்களாக உள்ளன. வெவ்வேறு விதமான பண்புகளுடைய பல திடப் பொருட்கள் நமக்கு பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்காக தேவைப்படுகின்றன. திடப்பொருட்களின் வடிவங்கள் மற்றும் அவைகளின் பண்புகளுக்குகிடையேயான தொடர்பினைப் புரிந்துக் கொள்வதன் மூலம் வெவ்வேறு பண்புகளுடைய புதிய திடப் பொருட்களை நாம் உருவாக்கலாம்.

இப்பாட பகுதியில் திடப்பொருட்களின் பண்புகள், அவைகளை வகைப்படுத்துதல், அவற்றின் வடிவமைப்புகள் ஆகியனவற்றைக் கற்றறிவோம். மேலும் படிகக் குறைபாடுகள் மற்றும் அவற்றின் முக்கியத்துவத்தினையும் கற்றறிய உள்ளோம்.

6.1 திடப் பொருட்களின் பொதுப் பண்புகள் General characteristics of solids

வாயு மூலக்கூறுகள் தங்களுக்கிடையேக் குறிப்பிட்ட தகுந்த கவர்ச்சி விசை ஏதும் இல்லாமல் கட்டுப்பாடின்றி இயங்குகின்றன என நாம் ஏற்கனவே பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்றறிந்துள்ளோம். வாயுக்களை போல் அல்லாமல், திடப்பொருட்களில் இடம்பெற்றுள்ள அணுக்கள், அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள் அவற்றிற்கிடையேயான வலிமையான கவர்ச்சிவிசையினால் இறுக்கமாகப் பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன.

திடப்பொருட்களின் பொதுப் பண்புகள் பின்வருமாறு

(i) திடப்பொருட்கள் வரையறுக்கப்பட்ட வடிவம் மற்றும் கன அளவைப் பெற்றுள்ளன.

(ii) திடப்பொருட்கள் கடினமானவை மேலும் அமுக்க இயலாத் தன்மை உடையவை.

(iii) திடப்பொருட்களில் அவற்றின் உட்கூறுகளுக்கிடையே வலிமையான ஓரின விசைகள் காணப்படுகின்றன.

(iv) திடப்பொருட்களில் காணப்படும் அணுக்கள், அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொலைவு குறைவானதாகும்.

(v) திடப்பொருட்களின் உட்கூறுகள் (அணுக்கள், அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள்) நிலையான இடஅமைவினைப் பெற்றுள்ளன. மேலும், அவ்விட அமைவினைப் பொறுத்து மட்டுமே அவை அலைவுற இயலும்.

6.2 திடப்பொருட்களை வகைப்படுத்துதல் Classification of solids:

திடப்பொருட்களை அவைகளில் காணப்படும் உட்கூறுகளின் அமைப்பினை பொறுத்து பின்வரும் இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(i) படிக வடிவமுடைய திடப்பொருட்கள்

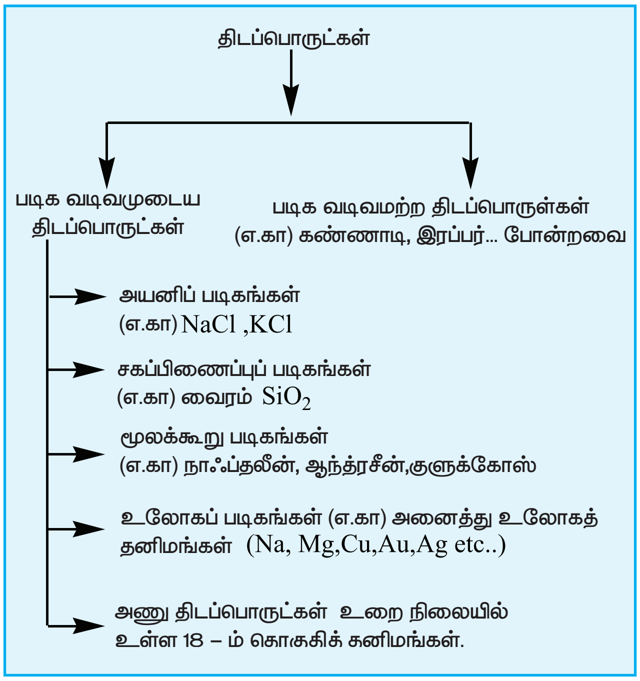
(ii) படிக வடிவமற்ற திடப்பொருட்கள்

படிகம் (Crystal) என்ற வார்த்தையானது "Krystallos" என்ற கிரேக்க வார்த்தையிலிருந்து வருவிக்கப்பட்டதாகும். கிரேக்க மொழியில் இதன் பொருள் தெளிவான பனிக்கட்டி (Clear

XII U6 Solid State - Jerald.indd 196 18-12-2021 22:00:44

Ice) என்பதாகும். இவ்வார்த்தையானது முதன் முதலில் தெளிவான குவார்ட்ஸ் படிகங்களைக் குறிப்பிடப் பயன்படுத்தப்பட்டது. பின்னர் சீரான சமச்சீர்த் தன்மையுடைய முகப்புகளால் சூழப்பட்ட திடப்பொருட்களைக் குறிப்பிடப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

திடப்பொருட்களின் உட்கூறுகள் (அணுக்கள்,அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள்) நீண்ட எல்லை வரையில் ஒரு ஒழுங்கான கட்டமைப்பினைப் பெற்றிருக்குமாயின் அத்திடப்பொருட்கள் படிக வடிவமுடைய திடப்பொருட்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. படிகத்தின் நிலையாற்றலானது குறைந்தபட்ச மதிப்பினை பெற்றிருக்கும் வகையில் படிக வடிவமுடைய திடப்பொருட்களின் உட்கூறுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மாறாக படிக வடிவமற்ற திடப் பொருட்களில், அவற்றின் உட்கூறுகள் அங்கும் இங்கும் ஒழுங்கின்றி அமைக்கப்பட்டுள்ளன (கிரேக்க மொழியில் amorphous என்பதற்கு no form எனப் பொருள்).



படிக வடிவமுடைய மற்றும் படிக வடிவமற்ற திடப் பொருட்களுக்கிடையேயான வேறுபாடுகள் பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6.1 படிக மற்றும் படிக வடிவமற்ற திடப்பொருட்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடுகள்.

வ.எண்	படிக வடிவமுடைய திடப் பொருள்	படிக வடிவமற்ற திடப் பொருள்
1	இதன் உட்கூறுகள் நீண்ட எல்லை வரையில் ஒழுங்காகக் கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளன.	ஒழுங்குத் தன்மையின் எல்லை குறைவு. இதன் உட்கூறுகள் அங்கும் இங்கும் ஒழுங்கின்றி அமைத்துள்ளன.
2	குறிப்பிட்ட வடிவமுடையது	ஒழுங்கற்ற வடிவமுடையது
3	படிக வடிவமுடைய திடப் பொருட்கள் பொதுவாக திசையொப்பு (anisotropic) பண்பற்றவை.	இவை திரவங்களைப் போன்று திசையொப்புப் பண்பு (isotropic) உடையவை.
4	இவை உண்மையான திடப்பொருட்களாகக் கருதப்படுகின்றன.	இவை போலி திடப்பொருட்கள் அல்லது அதிகுளிர்விக்கப்பட்ட திரவங்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

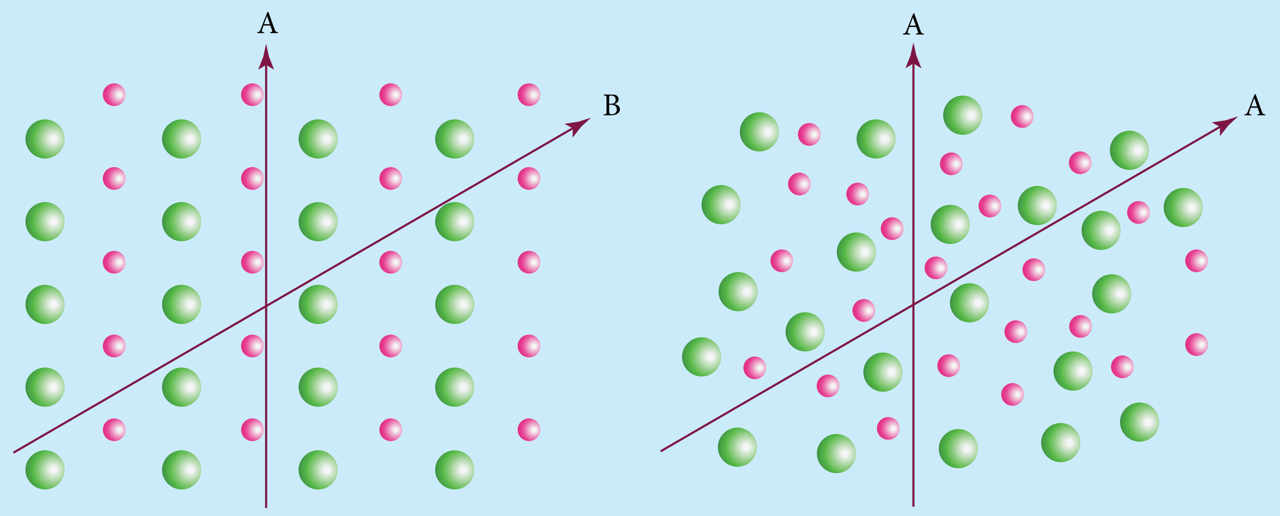
XII U6 Solid State - Jerald.indd 197 18-12-2021 22:00:45

5	வரையறுக்கப்பட்ட உருகுதல் வெப்ப மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளன.	இவை வரையறுக்கப்பட்ட உருகுதல் வெப்பமதிப்பினைப் பெற்றிருப்பதில்லை.
6	இவை துல்லியமான உருகுநிலையைப் பெற்றுள்ளன.	வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது இவை சீராக, மென்மையாக மாறும் இயல்புடையவை. எனவே இப்பொருட்களை எவ்வடிவமாகவும் வார்க்க இயலும்.
7	எடுத்துக்காட்டு : NaCl, வைரம் போன்றவை	எடுத்துக்காட்டு : இரப்பர், கண்ணாடி போன்றவை

திசையொப்பு பண்பு (isotropy)

திசையொப்பு பண்பு என்பதன் பொருள் அனைத்து திசைகளிலும் சமமான பண்பினை பெற்றுள்ளத் தன்மை என்பதாகும். ஒரு திடப்பொருளின், ஒளிவிலகல் எண், மின்கடத்துதிறன் போன்ற இயற்பண்புகளின் மதிப்புகள் அளந்தறியும் திசையினைப் பொருத்து அமையாமல் அனைத்து திசைகளிலும் ஒரே மதிப்பினைப் பெற்றிருந்தால், அத்தன்மை திசையொப்பு பண்பு எனப்படும். மாறாக, ஒரு இயற்பண்பானது, அது அளந்தறியப்படும் திசையினைப் பொறுத்து அமையுமாயின் அத்தன்மை திசையொப்பு பண்பற்றத் தன்மை (anisotropy) எனப்படும். படிக வடிவமுடைய திடப்பொருட்கள் திசையொப்பு பண்பற்றத் தன்மையை பெற்றுள்ளன. மேலும் இப்பொருட்களில், இயற்பண்புகளை வெவ்வேறு திசைகளில் அளந்தறியும் போது, வெவ்வேறு மதிப்புகள் பெறப்படுகின்றன.

படிகங்களில், அதன் உட்கூறுகள், வெவ்வேறு திசைகளில், வெவ்வேறு விதமான அமைப்பில் அமைந்துள்ளதால் படிகங்கள் திசையொப்பு பண்பற்ற தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. இதனைப் பின்வரும் விளக்கப் படத்திலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.



படிகங்களின் திசையொப்பு பண்பற்றத் தன்மை   படிகவடிவமற்ற திண்மங்களின் திசையொப்பு பண்பு

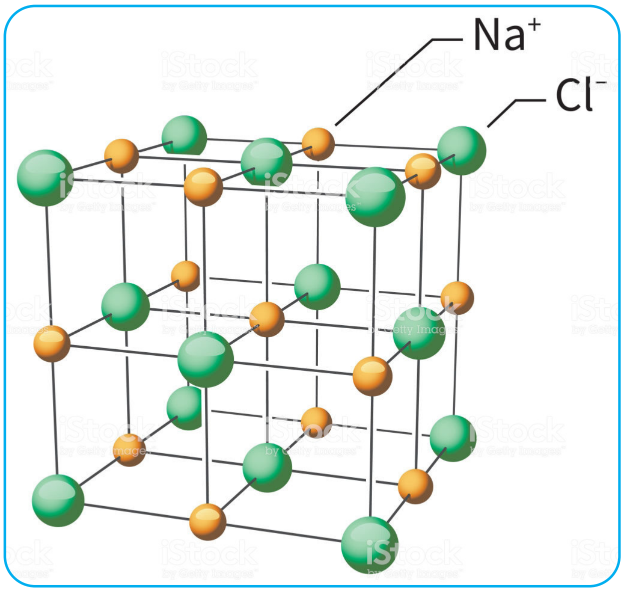
6.3 படிக வடிவமுடைய திடப்பொருட்களை வகைப்படுத்துதல்

6.3.1 அயனிப் படிகங்கள்

இப்படிகங்களில், அடிப்படை அமைப்பு அலகுகளாக நேர் அயனிகள் மற்றும் எதிர் அயனிகள் காணப்படுகின்றன. இவை வலிமையான நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி விசையால்

XII U6 Solid State - Jerald.indd 198   18-12-2021 22:00:46

ஒன்றோடொன்று இறுக்கமாகப் பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி விசையானது பெருமமாக அமையும் வகையில் நேர் அயனியைச் சுற்றிலும் அதிகபட்சமாக எத்தனை எதிர் அயனிகள் இருக்க வாய்ப்புள்ளதோ அந்த அளவிற்கு அயனிகள் காணப்படுகின்றன. இதன் மறுதலையும் உண்மை. அயனிப் படிகங்கள் வரையறுக்கப்பட்ட படிக அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. பெரும்பாலான அயனி படிகங்கள் கனச்சதுர நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. எ.கா பின்வரும் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சோடியம் குளோரைடு படிகத்தில் Na^+ மற்றும் Cl^- அயனிகள் அமைந்துள்ளன.



பண்புகள்

1. அயனிப் படிகங்கள் அதிக உருகு நிலையைப் பெற்றுள்ளன.
2. இவை மின்சாரத்தை கடத்துவதில்லை. ஏனெனில் அயனிகள் குறிப்பிட்ட அணிக்கோவைப் புள்ளிகளில் நிலையான இடத்தினைப் பெற்றுள்ளன.
3. இவை உருகிய அல்லது கரைசல் நிலையில் மின்கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில் இந்நிலைகளில், எவ்வித கட்டுப்பாடுகளும் இன்றி அயனிகள் தன்னிச்சையாக இயங்கும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளன.
4. இப்படிகங்களில் காணப்படும் உட்கூறு அயனிகளின் இடஅமைவை மாற்றியமைக்க மிக வலிமையானப் புறவிசை தேவைப்படுவதிலிருந்து, இவை கடினமானவை என அறியலாம்.

6.3.2 சகப்பிணைப்புப் படிகங்கள்

இப்படிகங்களில் காணப்படும் உட்கூறுகள் (அணுக்கள்) முப்பரிமாண வலைப்பின்னல் கட்டமைப்பில், முற்றிலும் சகப்பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எ.கா வைரம். சிலிக்கன் கார்பைடு போன்றவை. இத்தகைய சகப்பிணைப்புப் படிகங்கள் மிகக் கடினமானவை. மேலும் அதிக உருகுநிலை உடையவை. பொதுவாக இவை மிகக் குறைவான வெப்ப மற்றும் மின் கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன.

6.3.3 மூலக்கூறு படிகங்கள்

மூலக்கூறு படிகங்களில் காணப்படும் உட்கூறுகள் நடுநிலை மூலக்கூறுகள் ஆகும். இம்மூலக்கூறுகள் வலிமை குறைந்த வாண்டர்வால்ஸ் கவர்ச்சி விசையால் ஒன்றொடொன்று பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக இப்படிகங்கள் மென்மையானவை. மேலும் மின்கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இவற்றை பின்வருமாறு மூன்று பிரிவுகளாக மேலும் வகைப்படுத்தலாம்.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 199 18-12-2021 22:00:46

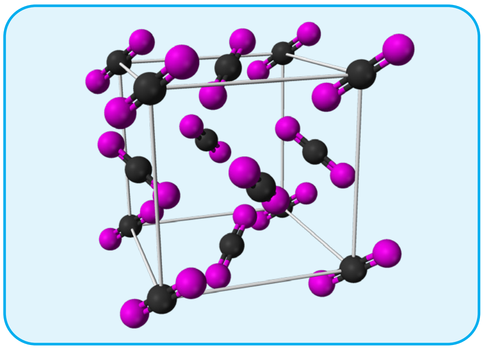
தங்களுக்குத் தெரியுமா?

எழுதப் பயன்படுத்தும் பென்சில்களில் கிராஃபைட் பயன்படுகிறது. இது பென்சிலில் இருந்து எளிதாக நழுவி, தாளில் கருமையான ஒரு அடையாளத்தை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் இதன் நழுவுத் தன்மையினால் இருசக்கர வாகன சங்கிலிகளில் பயன்படுத்தப்படும் உயவு எண்ணெயாகவும் மேலும் பல்வேறு உயவு எண்ணெய்களின் ஒரு பகுதி பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

(i) முனைவற்ற மூலக்கூறு படிகங்கள்

இப்படிகங்கள் உட்கூறுகளாக உள்ள மூலக்கூறுகள் வலிமைக் குறைந்த சிதைவு விசை அல்லது லண்டன் விசைகளால் ஒன்றொடொன்று பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை குறைந்த உருகுநிலை உடையவை. மேலும் அறை வெப்பநிலையில் வழக்கமாக திரவங்களாகவோ வாயுக்களாகவோ காணப்படுகின்றன. எ.கா நாஃப்தலீன், ஆந்தரசீன்.

(ii) முனைவுற்ற மூலக்கூறு படிகங்கள்



இவற்றின் உட்கூறுகளான மூலக்கூறுகள் முனைவுற்ற சகப்பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை ஒப்பீட்டு அளவில் வலிமையான இருமுனை – இருமுனை இடை விசைகளால் ஒன்றோடொன்று பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. முனைவற்ற மூலக்கூறு படிகங்களைக் காட்டிலும் இவற்றின் உருகுநிலை அதிகம். எ.கா திட CO_2, மற்றும் திட NH_3 முதலியன.

(iii) ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள மூலக்கூறு படிகங்கள்

இத்தகைய படிகங்களில் காணப்படும் உட்கூறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு காணப்படுகிறது. பொதுவாக அறை வெப்பநிலையில் இவை மென்மையான திண்மங்களாகும். எ.கா பனிக்கட்டி (H_2O), குளுக்கோஸ், யூரியா முதலியன.

6.3.4 உலோகப் படிகங்கள்

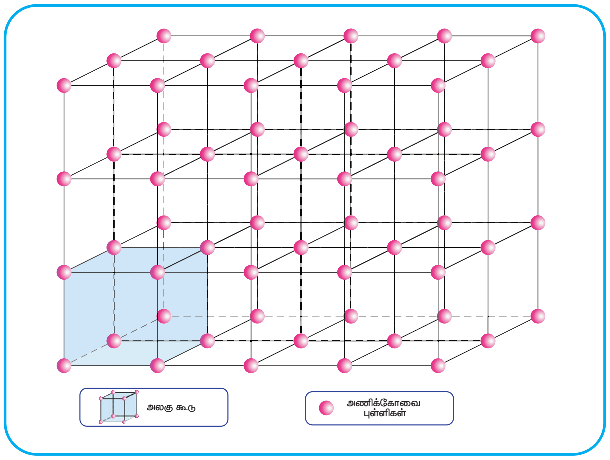
உலோகப் பிணைப்பினைப் பற்றி தாங்கள் ஏற்கனவே பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்றறிந்துள்ளீர்கள். உலோகப் படிகங்களின் அணிக்கோவைப் புள்ளிகளில் நேர்மின் சுமையுடைய உலோக அயனிகள் காணப்படுகின்றன. இவை எலக்ட்ரான் நிரம்பிய வெளியில் விரவியுள்ளன. இப்படிகங்கள் கடினமானவை. மேலும் அதிக உருகுநிலையுடையவை. இவை தங்களுக்கே உரிய பளபளப்புத் தன்மைகளைப் பெற்றிருப்பதுடன் மிகச் சிறந்த வெப்ப மற்றும் மின்கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. எ.கா Cu, Fe, Zn, Ag, Au, Cu-Zn போன்ற உலோகங்கள் மற்றும் அவற்றின் உலோகக் கலவைகள்.

6.4 படிக அணிக்கோவைத்தளம் மற்றும் அலகுக்கூடு

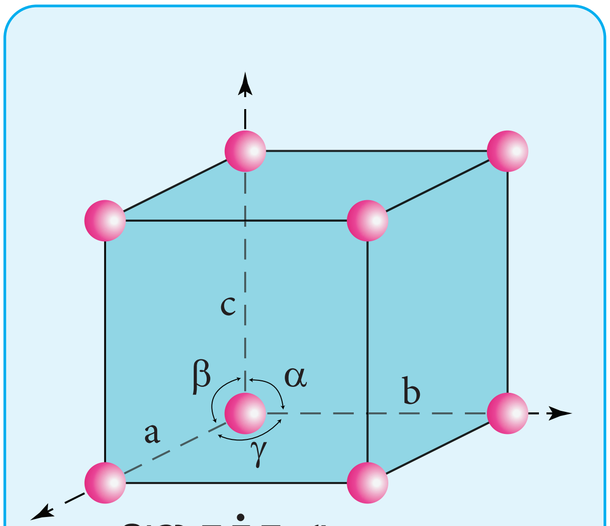
முப்பரிமாண வடிவமைப்பில் அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகள் ஒன்றினைப் பொறுத்து மற்றொன்று வரையறுக்கப்பட்ட சீரான ஒரு அமைப்பில் காணப்படுவது படிக திடப்பொருட்களின் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க பண்பாகும். இவ்வாறு படிகம் முழுமையும் சீராக காணப்படும் இந்த ஒழுங்கமைப்பு படிக அணிக்கோவைத்தளம் என அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு படிக திடப்பொருளில், மீண்டும் மீண்டும் தோன்றக்கூடிய, முப்பரிமாண எளிய அடிப்படை வடிவமைப்பு அலகுக்கூடு என அழைக்கப்படுகிறது. பின்வரும் படத்தின் மூலம் அணிக்கோவை

XII U6 Solid State - Jerald.indd 200 18-12-2021 22:00:46

புள்ளிகள் மற்றும் அலகுக்கூட்டினைப் புரிந்து கொள்ளலாம்.



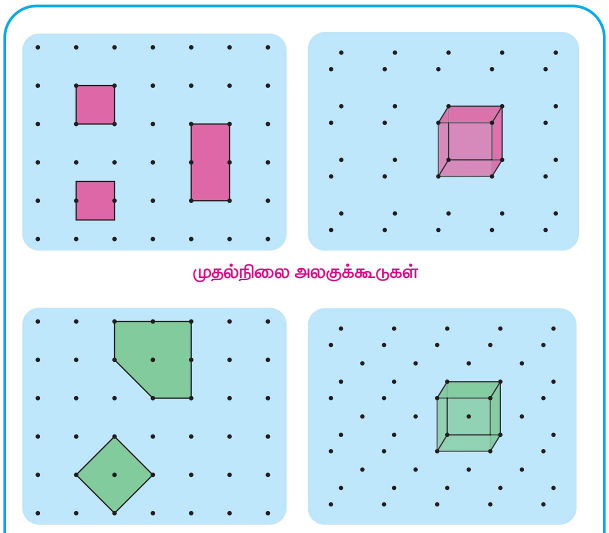
ஒரு படிகத்தினைக், கணக்கற்ற பல அலகுக்கூடுகள் ஒவ்வொன்றும் மற்ற அருகாமைக் கூடுகளுடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டு முப்பரிமாண வெளியில் ஒரே மாதிரியான திசை அமைப்பை பெற்றுள்ள ஒரு அமைப்பாகக் கருதலாம். படிகத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட துகளைச் சூழ்ந்து காணப்படும் அருகாமை துகள்களின் எண்ணிக்கை அக்குறிப்பிட்ட துகளின் அணைவு எண் என அழைக்கப்படுகிறது. ஒருஅலகுக்கூடானதுஅதன் விளிம்பு நீளங்கள் அல்லது அணிக்கோவை மாறிலிகள் a,b மற்றும் c ஆகியனவற்றாலும் விளிம்பிடைக் கோணங்கள் α, β மற்றும் γ ஆகியனவற்றாலும் வரையறுக்கப்படுகிறது.



அலகுக்கூடு

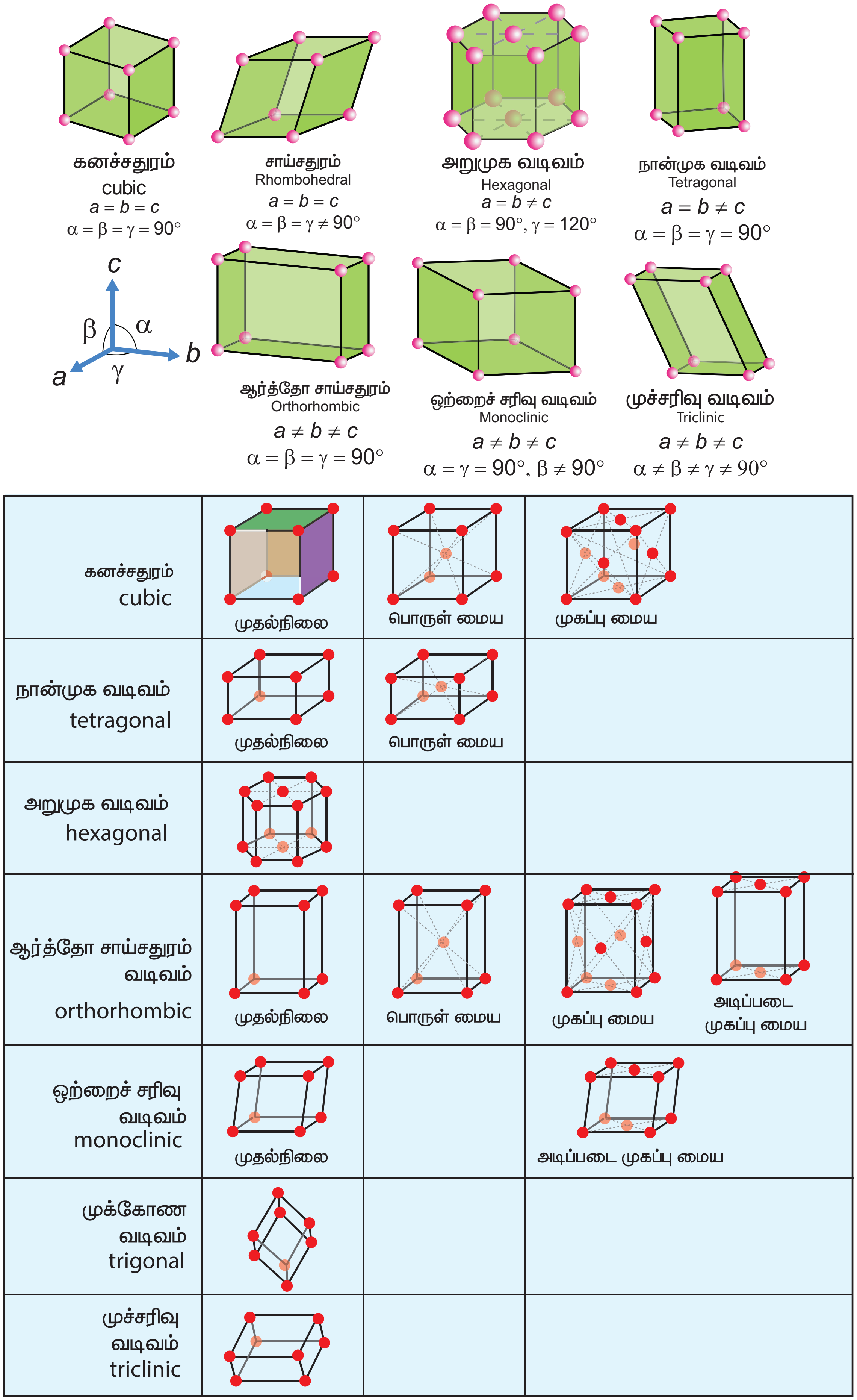
6.5 முதல்நிலை மற்றும் முதல்நிலை அற்ற அலகுக்கூடுகள் (primitive and non primitive unit cells)

அலகுக்கூடுகளில் இரு வகைகள் உள்ளன. அவையாவன, முதல்நிலை எளிய அலகுக்கூடு மற்றும் முதல் நிலையற்ற அலகுக்கூடுகள். ஒரே ஒரு வகை அணிக்கோவை புள்ளியை மட்டும் கொண்டுள்ள அலகுக்கூடு முதல் நிலை அலகுக்கூடு எனப்படும். இவை ஒவ்வொரு முனையிலும் அணிக்கோவைப் புள்ளிகளைப் பெற்றுள்ளன. முதல் நிலையற்ற அலகுக்கூடுகளில் அலகுக்கூட்டினுள் அல்லது அலகுக்கூட்டின் முகப்பில் கூடுதலாக அணிக்கோவைப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. முதல் நிலை எளிய அலகுக்கூட்டில் ஏழு படிக அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன, கனச்சதுரம் (cubic), சாய்சதுரம் (Rhombohedral), அறுமுக வடிவம் (Hexagonal), நான்முக வடிவம் (Tetragonal), ஆர்த்தோசாய்சதுரம் (Orthorhombic) ஒற்றைச் சரிவு வடிவம் (Monoclinic), முச்சரிவு வடிவம் (Triclinic) இவ்வமைப்புகள் அவற்றின் படிக அச்சுகள் மற்றும் கோணங்களில் வேறுபடுகின்றன. மேற்கண்டுள்ள ஏழு அமைப்புகளுக்கு இணையாக பதினான்கு படிக அமைப்புகள் உருவாக வாய்ப்புள்ளன என பிராவே வரையறுத்தார். பிராவேயின் படிக அமைப்புகள் கீழ்கண்டுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.


முதல்நிலை அலகுக்கூடுகள்

முதல்நிலை அற்ற அலகுக்கூடுகள்

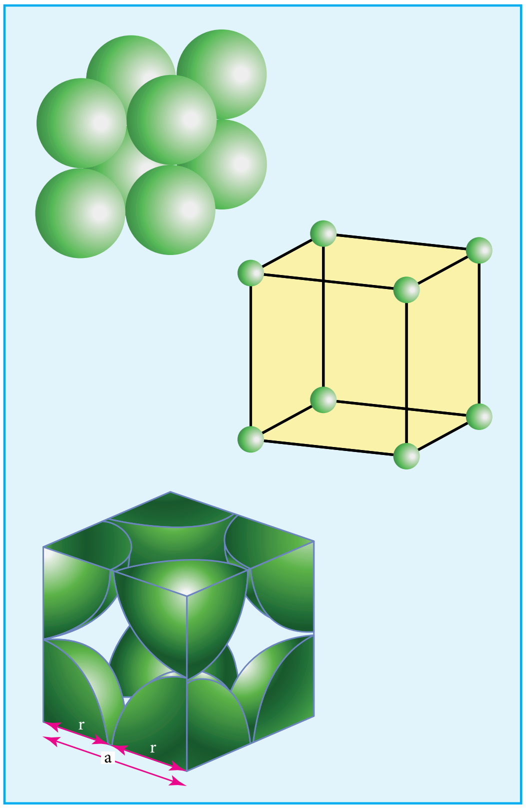
XII U6 Solid State - Jerald.indd 201 18-12-2021 22:00:47



படம் 6.2 பதினான்கு பிராவே அணிக்கோவை தளங்கள்

கனச்சதுர அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுதல்

6.5.1 எளிய கனச்சதுர அலகுக்கூடு (SC)



எளியகனச்சதுரஅலகுக்கூட்டில்,ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒத்த அணுக்கள், (அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள்) காணப்படுகின்றன. இந்த அணுக்கள் கனச் சதுரத்தின் விளிம்பின் வழியே ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் இவை கனச் சதுரத்தின் மூலைவிட்டத்தின் வழியே தொட்டுக் கொண்டிருப்பதில்லை. இவ்வமைப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுவின் அணைவு எண் 6.

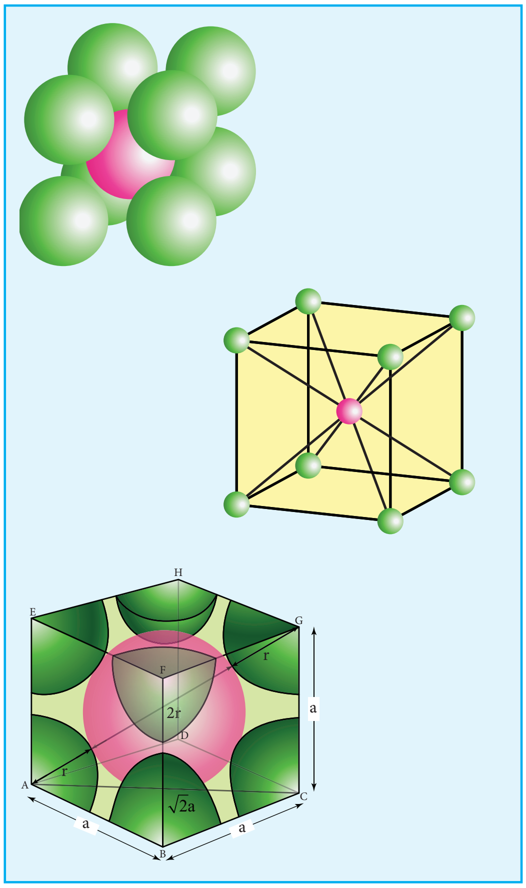
கனச் சதுரத்தின் மூலையில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுவும் அதன் அருகாமையில் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள எட்டு அலகுக்கூடுகளால் பகிர்ந்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. எனவே ஒரு அலகுக்கூட்டில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை $\frac{N_c}{8}$ க்குச் சமம். இங்கு N_c என்பது கன சதுர அலகுகூட்டின் மூலைகளில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை.

∴ ஒரு எளிய கனச் சதுர அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை

$$= \left(\frac{Nc}{8}\right)$$

$$= \left(\frac{8}{8}\right) = 1$$

6.5.2 பொருள் மைய கனச் சதுர அலகுக்கூடு .(BCC)



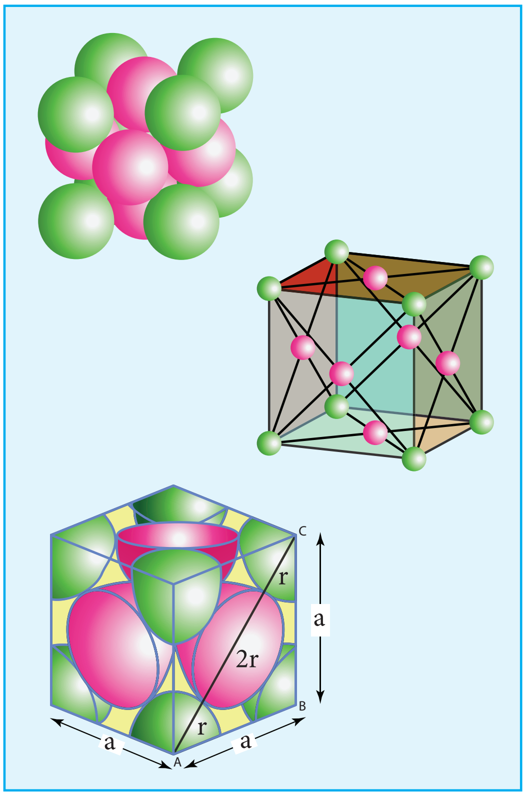
பொருள் மைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டில், எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் உள்ளவாறு கனச் சதுரத்தின் ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒத்த அணுக்கள் காணப்படுவதுடன் கனச் சதுரத்தினுள் அதன் மையத்தில் மேலும் ஒரு அணு காணப்படுகின்றது. இவ்வமைப்பில் எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் உள்ளவாறு கனச் சதுரத்தின் மூலைகளில் அமைந்துள்ள அணுக்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பதில்லை. எனினும் மூலையில் காணப்படும் அணுக்கள் அனைத்தும், பொருள் மையத்தில் காணப்படும் அணுவினைத் தொட்டுக் கொண்டுள்ளன. இவ்வமைப்பில் ஒரு அணுவைச் சுற்றி எட்டு அருகாமை

அணுக்கள் காணப்படுகின்றன. எனவே அணைவு எண் 8. கனச் சதுரத்தின் பொருள் மையத்தில் காணப்படும் அணுவானது மற்ற பிற அலகுக்கூடுகளால் பகிர்ந்துக்கொள்ளப்படுவதில்லை. எனவே அவ்வணு அது அமைந்துள்ள அலகுக்கூட்டிற்கு மட்டுமே உரியது.

∴ பொருள் மைய கனச் சதுர அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை

$$= \left(\frac{Nc}{8}\right) + \left(\frac{N_b}{1}\right) = \left(\frac{8}{8} + \frac{1}{1}\right) = (1+1) = 2$$

6.5.3 முகப்புமைய கனச் சதுர அலகுக்கூடு (FCC)



முகப்புமைய கனச் சதுர அலகுக்கூட்டில் ஒத்த அணுக்கள் கனச்சதுரத்தின் ஒவ்வொரு மூலைகளிலும் காணப்படுவதுடன், அதன் முகப்பு மையங்களிலும் காணப்படுகின்றன. மூலையில் காணப்படும் அணுக்கள் முகப்பு மையத்தில் காணப்படும் அணுவைத் தொட்டுக் கொண்டுள்ளன ஆனால் அவை தங்களுக்குள் தொட்டுக்கொண்டிருப்பதில்லை. முகப்பு மையத்தில் காணப்படும் அணுவானது இரண்டு அலகுக்கூடுகளால் பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகின்றது. எனவே முகப்பு மையத்தில் காணப்படும் ஒவ்வொரு அணுவும் $\left(\frac{1}{2}\right)$ பங்கினை ஒரு அலகுக்கூட்டிற்கு அளிக்கிறது.

∴ முகப்புமைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை

$$= \left(\frac{N_c}{8}\right) + \left(\frac{N_f}{2}\right) = \left(\frac{8}{8} + \frac{6}{2}\right) = (1+3) = 4$$

ஒரு படிக அலகுக்கூட்டினைத் தாளிள் வரைவது என்பது எளிதானதல்ல. ஒரு அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் உட்கூறுகள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் இவை ஒரு முப்பரிமாண அமைப்பினை உருவாக்குகின்றன. படிகத்தின் உட்கூறு துகள்களைச் சிறு வட்டங்களாக (கோளங்களாக spheres) குறிப்பிட்டு, அருகாமைத் துகள்களைச் சிறுகோட்டின் மூலம் இணைத்து படிக அமைப்பினைப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வரைவதன் மூலம் அலகு கூட்டினைத் தாளில் வரையும் செயல்முறையினை எளிதாக்கலாம்.

6.5.4 அலகுக்கூட்டு பரிமாணங்களின் அடிப்படையிலான கணக்கீடுகள்

படிகவடிவமைப்பினைத்தீர்மானிப்பதற்கு, X கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்வு ஒரு சிறந்த முறையாகும். X – கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அணுக்கள் அடங்கிய இரு அடுத்தடுத்த அணிக்கோவைத் தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு (d) யைக் கணக்கிடலாம். $2d\sin\theta = n\lambda$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடு பிராக் சமன்பாடு எனப்படும் இங்கு λ என்பது விளிம்பு விளைவிற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட X கதிரின் அலைநீளம், θ என்பது விளிம்பு விளைவுக் கோணம் மற்றும் n என்பது எதிரொளிப்பு படி ஆகும்.

θ, λ மற்றும் n மதிப்பு தெரிந்திருப்பின், d மதிப்பினை நாம் கண்டறிய இயலும்.

$$d = \frac{n\lambda}{2\sin\theta}$$

இம்மதிப்பானது அலகுக்கூட்டின் விளிம்பு நீளத்தைத் தருகிறது.

6.5.5 அடர்த்தியைக் கணக்கிடுதல்

ஒரு கனச்சதுர அலகுக்கூட்டினைக் கருத்திற்கொண்டு, அலகுக்கூட்டின் நீளத்தினைப் பயன்படுத்தி படிகத்தின் அடர்த்தியைப் (ρ) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$\text{அலகுக்கூட்டின் அடர்த்தி } (\rho) = \frac{\text{அலகுக்கூட்டின் நிறை}}{\text{அலகுக்கூட்டின் கனஅளவு}} \quad ...(1)$$

$$\text{அலகுக்கூட்டின் நிறை} = \left\{\begin{array}{l}\text{ஒரு அலகுக்கூட்டிற்கு}\\ \text{உரிய அணுக்களின்}\\ \text{மொத்த எண்ணிக்கை}\end{array}\right\} \times \left\{\begin{array}{c}\text{ஒரு அணுவின்}\\ \text{நிறை}\end{array}\right\} \quad ...(2)$$

$$\text{ஒரு அணுவின் நிறை} = \frac{\text{மோலார் நிறை } (gmol^{-1})}{\text{அவகாட்ரோ எண் } (mol^{-1})}$$

$$m = \frac{M}{N_A} \quad ...(3)$$

(3)ல் (2) ஐப் பிரதியிட

$$\therefore \text{அலகுக்கூட்டின் நிறை} = n \times \frac{M}{N_A} \quad ...(4)$$

ஒரு கனச்சதுர அலகுகூட்டிற்கு, அதன் அனைத்து விளிம்புநீளங்களும் சமம் அதாவது i.e , a=b=c

$$\text{அலகுக்கூட்டின் கனஅளவு} = a \times a \times a = a^3 \quad ...(5)$$

$$\therefore \text{அலகுக்கூட்டின் அடர்த்தி } \rho = \frac{nM}{a^3 N_A} \quad ...(6)$$

சமன்பாடு (6) ஆனது ρ , n , M மற்றும் a ஆகிய நான்கு மாறிகளைக் கொண்டுள்ளது. இவைகளுள் ஏதேனும் மூன்றின் மதிப்புகள் தெரிந்திருப்பின் மற்றொன்றைக் கண்டறியலாம்.

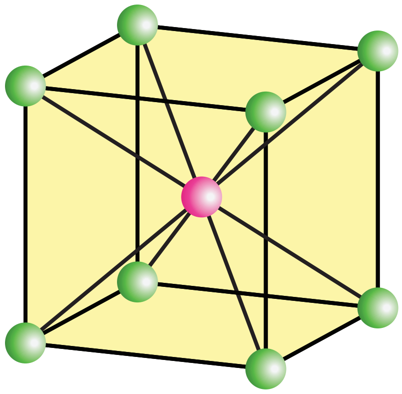
எடுத்துக்காட்டு

பேரியம் பொருள்மைய கனச்சதுர அமைப்பினை உடையது மேலும் அலகுக்கூட்டின் ஒரு விளிம்பின் நீளம் 508 pm எனில் பேரியத்தின் அடர்த்தியை gcm^{-3} ல் கண்டறிக.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 205 18-12-2021 22:00:55

தீர்வு:

$$\rho = \frac{n\,M}{a^3 N_A}$$



இன் நேர்வில்,

n=2 ; M=137.3 gmol^{-1} ; a = 508pm= 5.08X10^{-8}cm

$$\rho = \frac{2\ \text{atoms} \times 137.3\ \text{g mol}^{-1}}{(5.08 \times 10^{-8}\ \text{cm})^3 (6.023 \times 10^{23}\ \text{atoms mol}^{-1})}$$

$$\rho = \frac{2 \times 137.3}{(5.08)^3 \times 10^{-24} \times 6.023 \times 10^{23}}\ \text{g cm}^{-3}$$

$$\rho = 3.5\ \text{g cm}^{-3}$$

தன்மதிப்பீடு -1

1. முகப்புமைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டினை பெற்றுள்ள ஒரு தனிமத்தின் அலகுக்கூட்டின் விளிம்பு நீளம் 352.4 pm. அதன் அடர்த்தி 8.9 gcm^{-3} எனில் 100 g நிறையுடைய அத்தனிமத்தில் எத்தனை அணுக்கள் உள்ளன எனக் கண்டறிக.
2. CsCl ஆனது விளிம்பு நீளம் 412.1 pm உடைய பொருள் மைய கனச்சதுர அமைப்பில் படிகமாகிறது எனில் அதன் அடர்த்தியைக் கண்டறிக.
3. அணு நிறை 60 உடைய ஒரு தனிமத்தின் முகப்பு மைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டின் விளிம்பு நீளம் $4\overset{0}{A}$ எனில் அதன் அடர்த்தியைக் கண்டறிக.

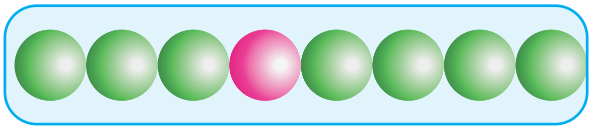
6.6 படிகங்களில் பொதிவு

பழக்கடைகளில் பழங்கள் அடுக்கிவைக்கப்பட்டுள்ளதை நாம் கருதுவோம். பின்வரும் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அவை நெருக்கமாக அமையும் வகையில் அடுக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளன. நாம் இந்த ஒப்புமையினை, படிகங்களில் அவற்றின் உட்கூறுகளை (அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகள்) திடக் கோளங்களாகக் கருத்திற்கொண்டு அவை பொதிந்து வைக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பினைக் காட்சிப்படுத்திப் புரிந்துக் கொள்ளப் பயன்படுத்தலாம். பொதுவாக படிகங்களில், அவற்றின் உட்கூறுகள், தங்களுக்கிடையேயான கவர்ச்சி விசையினைப் பெருமமாக்கும் வகையில் அவை ஒன்றிற்கொன்று எவ்வளவு அருகாமையில் இருக்க வாய்ப்புள்ளதோ அந்த அளவிற்கு நெருங்கிப் பொதிந்திருக்க முற்படுகின்றன.

இப்பாடப்பகுதியில் ஒரே மாதிரியான கோளங்களைக் கொண்டு கனச்சதுர மற்றும் அறுங்கோண நெருங்கிப்பொதிந்த அலகுக்கூட்டினை எவ்வாறு உருவாக்குவது என்பதனைக் கற்றறிவோம். பாடக்கருத்தினை நன்கு புரிந்துகொள்ளும் பொருட்டு, முப்பரிமாண நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பினைப் பற்றி படிக்கும் முன்னர், முதலில் இரு பரிமாணத்தில் கோளங்களை எவ்வாறு அடுக்குவது என்பதனைக் கற்போம்.

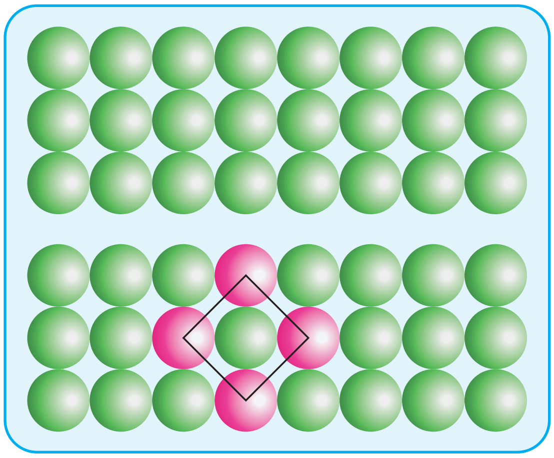
XII U6 Solid State - Jerald.indd 206 18-12-2021 22:00:56

6.6.1 ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நேர்கோட்டில் கோளங்களை வரிசைப்படுத்துதல்



ஒரு பரிமாணத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில், படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரே ஒரு வகையில் மட்டுமே கோளங்களை வரிசைப்படுத்த இயலும். இந்த அமைப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு கோளமும் தனக்கு அருகாமையில் இருபுறமும் அமைந்துள்ள இரு கோளங்களைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது.

6.6.2 இருபரிமாண நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பு

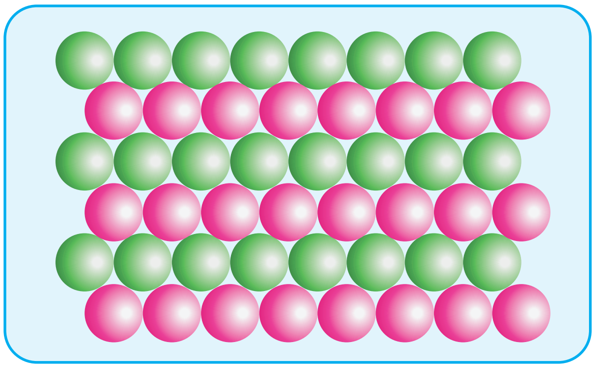


இரு பரிமாணத்தில் ஒரு தளஅமைவில் பின்வரும் ஏதேனும் ஒரு வகையில் நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பினை நாம் உருவாக்க இயலும்.

(i) AAA... வகை

ஒரு திசையில் நேர்க்கோட்டில் கோளங்களை அடுக்கியதைப் போன்று இரு பரிமாணத்தில் அதே வரிசை மீண்டும் மீண்டும் தோன்றும் வகையில் அடுக்குதல். அதாவது படத்தில் காட்டியவாறு, ஒரு பரிமாண அமைப்பினைப் போன்று, வெவ்வேறு வரிசைகளில் அடுக்கப்பட்டுள்ள அனைத்துக் கோளங்களும் செங்குத்து மற்றும் கிடைமட்ட வாக்கில் ஒரே திசையில் அமைந்திருக்குமாறு பல வரிசைகளை உருவாக்குதல். முதலாவது வரிசையினை நாம் A என குறிப்பிட்டால், பின் மேற்கண்டுள்ளவாறு பொதிந்து வைக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பானது AAA வகை என அழைக்கப்படுகிறது ஏனெனில் அனைத்து வரிசைகளும், முதல் வரிசையினை ஒத்து அமைகின்றன. இவ்வகை அமைப்பில், ஒவ்வொரு கோளமும் தனக்கு அருகாமையில் சூழ்ந்துள்ள நான்கு கோளங்களைத் தொட்டுக் கொண்டுள்ளது.

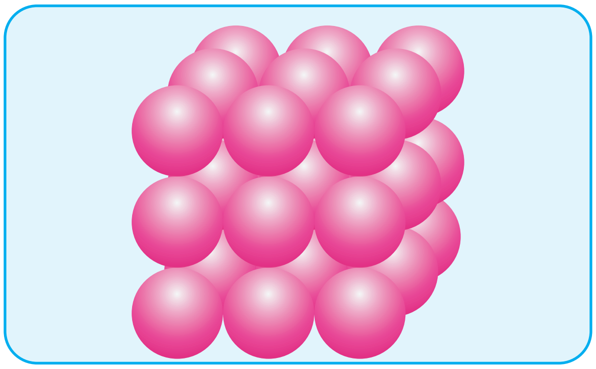
(i) ABAB... வகை



படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, இம்முறையில் முதல் வரிசையில் உள்ள கோளங்களின் தொடுபுள்ளிகளுக்குக் கீழ் காணப்படும் இடைவெளிப் பகுதிகளில் கோளங்கள் பொருத்தி வைக்கப்பட்டு இரண்டாவது வரிசை உருவாக்கப்படுகிறது. முதல் வரிசையினை A வரிசை எனவும், இரண்டாவது வரிசையினை B வரிசை எனவும் குறிப்பிட்டால், இம்முறையில் மூன்றாவது வரிசை மீண்டும் A முறையிலும், நான்காவது வரிசை B முறையிலும் அமைக்கப்படுகின்றன. அதாவது AB AB என வரிசை தொடர்ந்து அமையுமாறு இம்முறை அமைந்துள்ளது மேலும் இம்முறையில் ஒவ்வொரு கோளமும் தனக்கு அருகாமையில் தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள ஆறு கோளங்களைத் தொட்டுக் கொண்டுள்ளன. AAAA....... முறை மற்றும் ABAB....... முறை ஆகியனவற்றை ஒப்பிடும் போது, ABAB..... முறையானது நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது என நாம் அறிந்துணர முடியும்.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 207 18-12-2021 22:00:56

6.6.3 எளிய கனச்சதுர அமைப்பு



எளிய கனச்சதுரம் (SC)

முப்பரிமாணத்தில், ஒவ்வொரு அடுக்கும், AAAA வகை இருபரிமாண அமைப்பினை ஒத்திருக்குமாறு ஒரு அமைப்பினை உருவாக்கினால், அவ்வாறு உருவாகும் அமைப்பு எளிய கனச்சதுர அமைப்பாகும்.

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, இரண்டாம் அடுக்கில் அமையும் அனைத்துக் கோளங்களும் முதல் அடுக்கில் அமையப் பெற்றுள்ள கோளங்களுக்கு நேராக அவற்றின் மேற்புறங்களின் அமைகின்றன. எனவே இதன் விளைவாக உருவாகும் அமைப்பில் அனைத்து அடுக்குகளும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. வெவ்வேறு அடுக்குகளில் காணப்படும் அனைத்துக் கோளங்களும், அனைத்து திசைகளிலும் ஒரே வரிசையில் அமைகின்றன. இவ்வாறான அமைப்பில் ஒரு அலகுக்கூடானது எளிய கனச் சதுர அமைப்பினைப் பெறுகிறது.

எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு கோளமும், தான் அமைந்துள்ள அடுக்கில் தன்னைச் சுற்றி அருகாமையில் அமைந்துள்ள நான்கு கோளங்களை தொட்டுக் கொண்டிருப்பதுடன், அதற்கு மேல் உள்ள அடுக்கில் ஒரு கோளத்தினையும், கீழ்புறம் அமைந்துள்ள அடுக்கில் ஒரு கோளத்தினையும் தொட்டுக் கொண்டுள்ளது. எனவே, எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் உள்ள ஒரு கோளத்தின் அணைவு எண் 6.

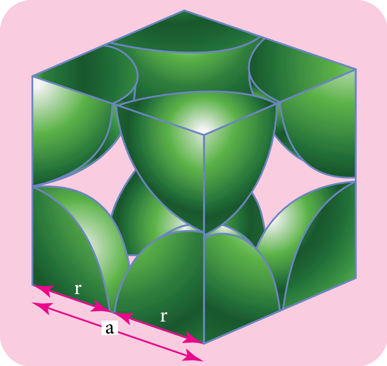
பொதிவுத் திறன்

ஒவ்வொரு வரிசையிலும் கோளங்களுக்கு இடையே இடைவெளிகள் காணப்படுகின்றன. மேலும், பல அடுக்குகள் அமையும் போது, அடுத்தடுத்த அடுக்குகளுக்கு இடையேயும் இடைவெளிகள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு அமைப்பில் இடம் பெற்றுள்ள அனைத்துக் கோளங்களின் ஒட்டு மொத்த கனஅளவானது அவ்வமைப்பின் பொதிவுத் திறனைத் (Packing efficiency) தருகிறது. முதலில் நாம் ஒரு எளிய கனச்சதுர அமைப்பின் பொதிவுத் திறனைக் கணக்கிடுவோம்.

$$\left\{\begin{matrix}\text{பொதிவுத் திறன் அல்லது}\\ \text{பொதிவு பின்னம்}\end{matrix}\right\} = \frac{\left\{\begin{matrix}\text{ஒரு அலகுக்கூட்டில் உள்ள}\\ \text{கோளங்களின் மொத்த கனஅளவு}\end{matrix}\right\}}{\text{அலகுக்கூட்டின் கனஅளவு}} \times 100$$

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு விளிம்பு நீளம் 'a' உடைய கனச்சதுரத்தினைக் கருதுவோம்.

விளிம்பு நீளம் a உடைய கனச்சதுரத்தின் கனஅளவு = $a \times a \times a = a^3$ ...(1)



கோளத்தின் ஆரம் 'r' எனக்கொண்டால், படத்திலிருந்து $a = 2r \Rightarrow r = \frac{a}{2}$

∴ ஆரம் 'r' உடைய கோளத்தின் கனஅளவு = $\frac{4}{3}\pi r^3$

XII U6 Solid State - Jerald.indd 208 18-12-2021 22:00:58

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{a}{2}\right)^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{a^3}{8}\right)$$

$$= \frac{\pi a^3}{6}$$

ஒரு எளிய கனச்சதுர அமைப்பில், ஒரு அலகுக்கூட்டிற்குச்சொந்தமான கோளங்களின் எண்ணிக்கை ஒன்று.

∴ Sc அலகுக்கூட்டில் உள்ள கோளங்களின் மொத்த கனஅளவு $= 1 \times \left(\frac{\pi a^3}{6}\right)$ ... (2)

(2) ஐ (1) ஆல் வகுக்க,

$$\text{பொதிவு பின்னம்} = \frac{\left(\frac{\pi a^3}{6}\right)}{\left(a^3\right)} \times 100 = \frac{100\,\pi}{6}$$

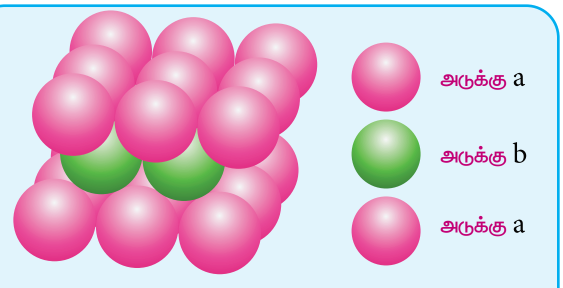
=52.38%

அதாவது எளிய கனச்சதுர நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பில் கிடைக்கும் கனஅளவில் 52.38% மட்டும் கோளங்களால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது, மீதமுள்ள இடம் காலியாக உள்ளது. எனவே இவ்வமைப்பில் வெற்றிடங்கள் அதிகம் உள்ளதால் அணுக்களுகிடையே வலுவான கவர்ச்சி ஏற்படும் வாய்ப்பு குறைவாக உள்ளது.

> தனிம வரிசை அட்டவணையில் காணப்படும் உலோகங்களில், பொலோனியம் மட்டுமே எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் படிகமாகிறது.

6.6.4 பொருள் மைய கனச்சதுர அமைப்பு

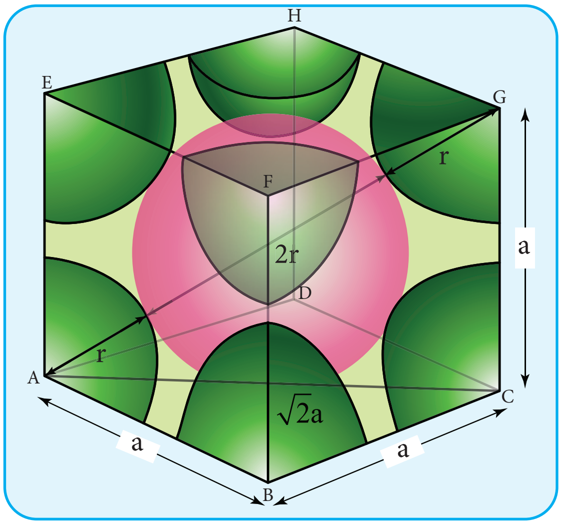
இந்த அமைப்பில், முதல் வரிசையான வகை A வரிசையில் உள்ள கோளங்கள் ஒன்றையொன்று நேரடியாகத் தொட்டுக்கொண்டிருக்காமல் சிறிது விலகி அமைந்துள்ளன. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, இந்த A அடுக்கில் உள்ள கோளங்களுக்கு இடையே ஏற்பட்டுள்ள இடைவெளிகளில் இரண்டாம் அடுக்கு உருவாக்கப்படுகிறது. மூன்றாவது அடுக்கு முதல் அடுக்கினை ஒத்திருக்குமாறு அமைக்கப்படுகிறது. அதாவது படிகம் முழுமையும் இந்த அமைப்பானது ABAB...... என மீண்டும் மீண்டும் அமையுமாறு இவ்வமைப்பு உள்ளது. இந்த அமைப்பில் உள்ள எந்த ஒரு கோளத்தின் அணைவு எண் 8 ஆகும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட கோளமானது, அது அமைந்துள்ள அடுக்கிற்கு மேற்புறம் அமைந்துள்ள அடுக்கில் இடம்பெற்றுள்ள நான்கு கோளங்களைத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதுடன், அதற்கு கீழ்புறம் அமைந்துள்ள அடுக்கில் நான்கு கோளங்களையும் தொட்டுக்கொண்டிருப்பதால் அதன் அணைவு எண் 8 ஆகும்.



பொருள் மைய கனச் சதுர அமைப்பு (BCC)

பொதிவுத் திறன்

இவ்வமைப்பில், படத்தில் காட்டியுள்ள – வாறு கோளங்கள் கனச்சதுரத்தின் முதன்மை மூலைவிட்டத்தின் வழியே தொட்டுக்கொண்டுள்ளன.



ΔABC ல்

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$$

$$AC = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2a^2} = \sqrt{2}\ a$$

ΔACG ல்

$$AG^2 = AC^2 + CG^2$$

$$AG = \sqrt{AC^2 + CG^2}$$

$$AG = \sqrt{\left(\sqrt{2}a\right)^2 + a^2}$$

$$AG = \sqrt{2a^2 + a^2} = \sqrt{3a^2}$$

$$AG = \sqrt{3}\ a$$

அதாவது, $\sqrt{3}a = 4r$

$$r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$$

∴ 'r' ஆரமுடைய கோளத்தின் கனஅளவு

$$= \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi\left(\frac{\sqrt{3}}{4}a\right)^3$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{16}\pi a^3$$

bcc வடிவமைப்பில் ஒரு அலகுக்கூட்டில் காணப்படும் கோளங்களின் எண்ணிக்கை இரண்டு என நாம் அறிவோம். எனவே அனைத்துக் கோளங்களின் கனஅளவு

$$= 2 \times \left(\frac{\sqrt{3}\ \pi\ a^3}{16}\right) = \frac{\sqrt{3}\ \pi\ a^3}{8} \quad ...(3)$$

சமன்பாடு (3) ஐ (1) ஆல் வகுக்க,

$$\therefore \text{பொதிவு பின்னம்} = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}\ \pi\ a^3}{8}\right)}{\left(a^3\right)} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{3}\ \pi}{8} \times 100$$

$$= \sqrt{3}\ \pi \times 12.5$$

$$= 1.732 \times 3.14 \times 12.5$$

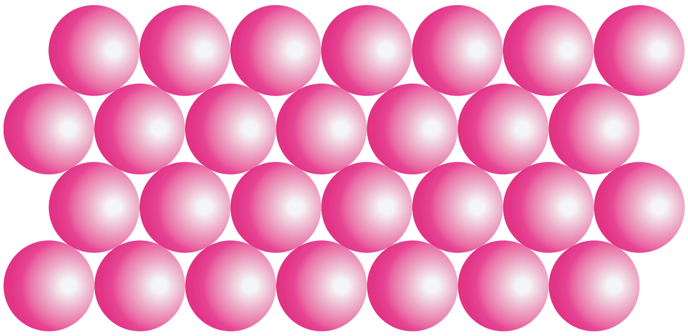
$$= 68\ \%$$

அதாவது ஒரு அலகுக்கூட்டின் மொத்த கனஅளவில் 68% கனஅளவு கோளங்களால் நிரம்பியுள்ளது. எளிய கனச்சதுர அமைப்பினைக் காட்டிலும் இம்முறையில், அணுக்களால் அதிக கனஅளவு நிரப்பப்பட்டுள்ளதால் வெற்றிடம் குறைவாக உள்ளது.

6.6.5 அறுங்கோண மற்றும் முகப்பு மைய கனச்சதுர அமைப்பு

முதல் அடுக்கை உருவாக்குதல்

இத்தகைய அமைப்புகளில், முதல் அடுக்கானது, இருபரிமாணத்தில் ABAB வரிசை முறையில் அமைக்கப்பட்டது போன்று அமைக்கப்படுகிறது. அதாவது முதல் வரிசையில் உள்ள கோளங்களின் தொடுபுள்ளிகளுக்குக் கீழ் அமையும் இடைவெளிகளில் இரண்டாம் வரிசைக் கோளங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. இந்த முதல் அடுக்கினை 'a' எனக் குறிப்பிடுக. முதல் அடுக்கில் காணப்படும் இடைவெளிகளில் கோளங்களை அடுக்கி இரண்டாவது அடுக்கு உருவாக்கப்படுகிறது. இரண்டாவது அடுக்கினை 'b' என்க.



இரண்டாவது அடுக்கை உருவாக்குதல்

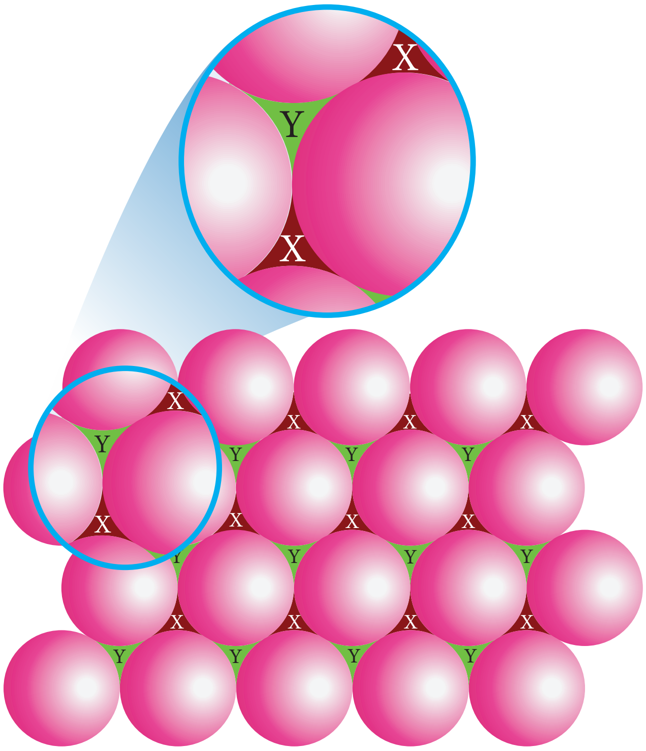
முதல் அடுக்கு (a) ல் இரண்டு வகையான வெற்றிடங்கள் (துளைகள்) காணப்படுகின்றன. படத்தில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு, அவற்றினை x மற்றும் y எனக் குறிப்பிடுவோம்.

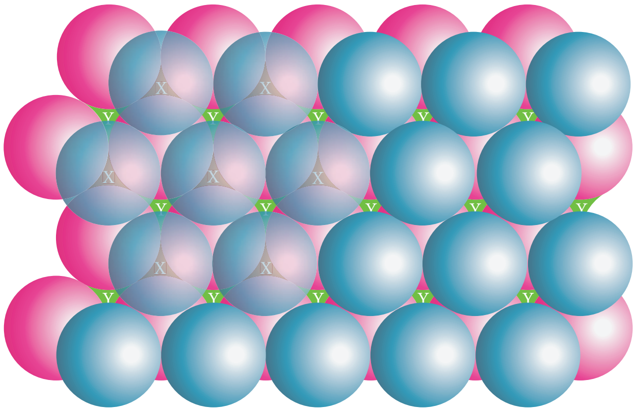
இந்த வெற்றிடம் / துளை, x அல்லது y ன் மீது கோளங்களை அடுக்குவதன் மூலம் இரண்டாவது அடுக்கினை உருவாக்கலாம். இடைவெளி (வெற்றிடம்) x ன் மீது கோளங்களை அடுக்கி இரண்டாவது அடுக்கினை உருவாக்கும் ஒரு நேர்வினை நாம் கருதுவோம்.

முதலாவது அடுக்கில் உள்ள வெற்றிடம் x ன் மீது எங்கெங்கெல்லாம் இரண்டாவது அடுக்கின் கோளங்கள் அமைகின்றனவோ, அங்கெங்கெல்லாம் ஒரு நான்முகி வெற்றிடம் (tetrahedral hole) உருவாகிறது. இந்த நான்முகி வெற்றிடம் நான்கு கோளங்களை உள்ளடக்கியது அதாவது கீழ்அடுக்கு (a) ல் மூன்று கோளங்கள் மற்றும் மேல் உள்ள அடுக்கு (b) – ல் ஒரு கோளம். இந்த நான்கு கோளங்களின் மையங்களையும் இணைக்கும் போது ஒரு நான்முகி உருவாதலால் இவைகளுக்கு இடையேயான வெற்றிடம் நான்முகி வெற்றிடம் எனப்படுகிறது.

அதே நேரத்தில், முதல் அடுக்கு 'a' ல் காணப்படும் மற்றொரு வெற்றிடமான 'y' ஆனது இரண்டாவது அடுக்கில் (b) உள்ள கோளங்களால் பகுதியளவு மறைக்கப்படுகிறது. தற்போது 'a' ல் காணப்படும் இத்தகைய வெற்றிடங்கள் எண்முகி வெற்றிடங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

இந்த வெற்றிடம் ஆறு கோளங்களை உள்ளடக்கியது. [அதாவது கீழ் அடுக்கு (a) ல் மூன்று கோளங்கள் மற்றும் மேல் அடுக்கு (b) ல் மூன்று கோளங்கள்]. இந்த ஆறு கோளங்களின் மையங்களையும் இணைக்கும் போது எண்முகி அமைப்பு உருவாகிறது. மேலும் இதே நேரத்தில் இரண்டாவது அடுக்கு (b) ல் புதிய நான்முகி துளைகள் உருவாகின்றன. அதாவது (b) அடுக்கில் உள்ள மூன்று கோளங்கள் மற்றும் (a) அடுக்கில் உள்ள ஒரு கோளம்





நெருங்கிப் பொதிந்த கோளங்களின் எண்ணிக்கையினைப் பொருத்து உருவாகும் வெற்றிடங்கள்/ துளைகளின் எண்ணிக்கை அமைகிறது. நெருங்கிப் பொதிந்த கோளங்களின் எண்ணிக்கை 'n' எனில், உருவாகும் எண்முகி வெற்றிடங்களின் எண்ணிக்கை n மற்றும் நான்முகி வெற்றிடங்களின் எண்ணிக்கை 2n ஆகும்.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 211 18-12-2021 22:01:02

ஆகியனவற்றிற்கிடையே இந்த புதிய நான்முகி வெற்றிடங்கள் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு உருவாகின்றன.

மூன்றாவது அடுக்கினை உருவாக்குதல்

நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பினைப் பெறும் வகையில் மூன்றாவது அடுக்கினைப் பின்வரும் இரு வழிகளில் உருவாக்கலாம்.

(i) aba அமைப்பு – hcp வடிவ அமைப்பு

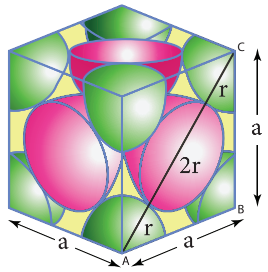
(ii) abc அமைப்பு – ccp வடிவ அமைப்பு

இரண்டாவது அடுக்கில் காணப்படும் இடைவெளிகளின் மீது முதல் அடுக்கான 'a' வை ஒத்திருக்கும் வகையில் மூன்றாவது அடுக்கு படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்கப்படுகிறது. இந்த aba அமைப்பானது, அறுங்கோண நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பு (hcp) என அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த அமைப்பில், மூன்றாவது அடுக்கில் உள்ள கோளங்கள் இரண்டாவது அடுக்கில் காணப்படும் நான்முகித் துளைகளை மறைக்கும் வகையில் அமைந்துள்ளன.

மாறாக, இரண்டாவது அடுக்கின் மேல், எண்முகித்துளைகளில் பொருந்துமாறு மூன்றாவது அடுக்கின் கோளங்களை அடுக்கலாம். இவ்வாறு அமைக்கும் போது மூன்றாவது அடுக்கானது முதல் இரண்டு அடுக்குகளான (a) மற்றும் (b) ஆகியனவற்றிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும், இந்த மூன்றாவது அடுக்கு (c) என குறிப்பிடப்படுகிறது தொடர்ந்து abc abc ….. என்ற அமைப்பில் அடுத்தடுத்த அடுக்குகளால் உருவாக்கப்படும் கனச்சதுர நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பு (ccp) என அழைக்கப்படுகிறது.

hcp மற்றும் ccp ஆகிய இரு நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்புகளிலும் அவற்றில் காணப்படும் கோளங்கள் ஒவ்வொன்றின் அணைவு எண்ணும் 12 ஆகும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட கோளத்தினைச் சூழ்ந்து அதே அடுக்கில் ஆறு கோளங்கள், மேல் உள்ள அடுக்கில் மூன்று கோளங்கள் மற்றும் கீழ் உள்ள அடுக்கில் மூன்று கோளங்கள் என மொத்த 12 கோளங்களைத் தொட்டுக்கொண்டிருப்பதால் அக்குறிப்பிட்ட கோளத்தின் அணைவு எண் 12 ஆகும். இதுவே மிகச் சிறந்த நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பாகும்.

கனச்சதுர நெருங்கிப்பொதிந்த அமைப்பானது முகப்புமைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்டது. முகப்புமைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டில், பொதிவுத் திறனை நாம் கணக்கிடுவோம்.



படத்திலிருந்து,

$AC = 4r$

$4r = a\sqrt{2}$

$r = \dfrac{a\sqrt{2}}{4}$

ΔABC ல்

$AC^2 = AB^2 + BC^2$

$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$

$AC = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2a^2} = \sqrt{2}\, a$

r அலகு ஆரமுடைய கோளத்தின் கன அளவு $= \dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{\sqrt{2}a}{4}\right)^3$

$= \dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{2\sqrt{2}a^3}{64}\right)$

$= \dfrac{\sqrt{2}\,\pi a^3}{24}$

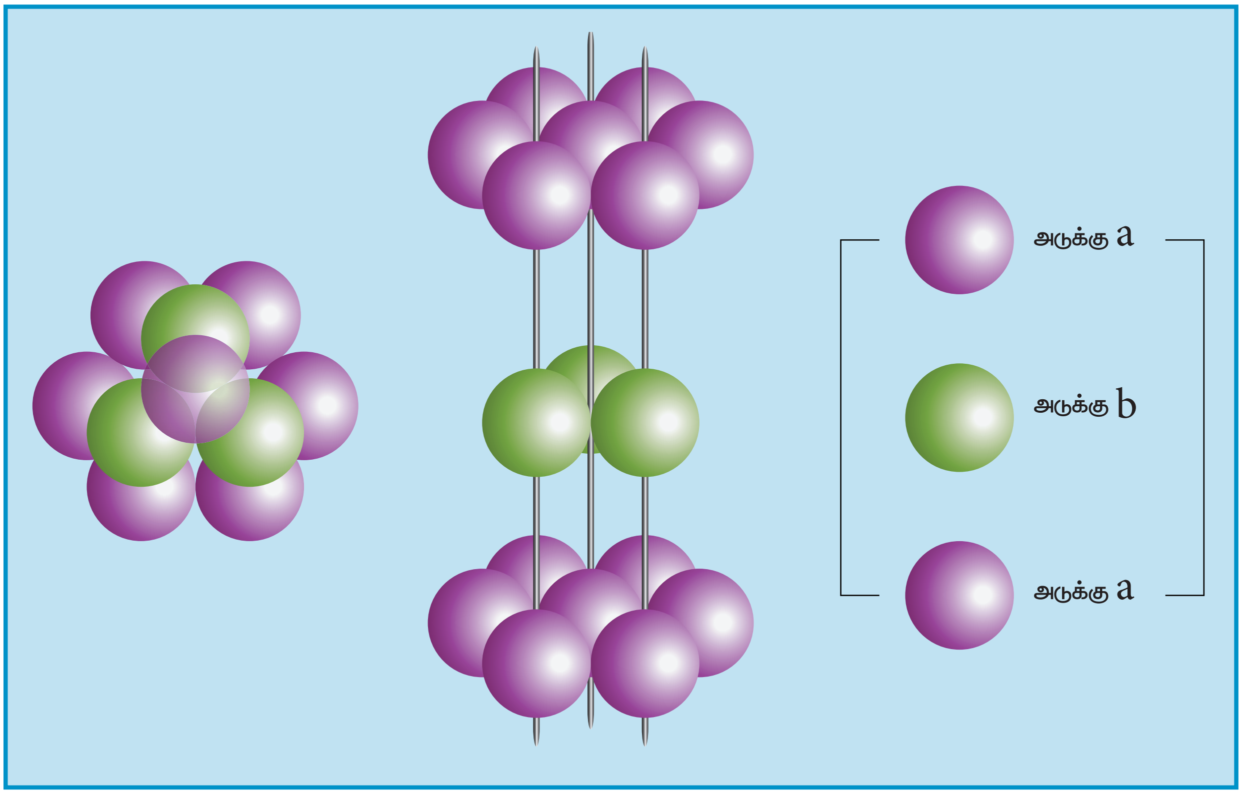
ஒரு fcc அலகுக்கூட்டிற்கு உரிய கோளங்களின் எண்ணிக்கை = 4

∴ fcc அலகுக்கூட்டில் உள்ள அனைத்து கோளங்களின் கனஅளவு $= 4\times\left(\dfrac{\sqrt{2}\,\pi a^3}{24}\right)$

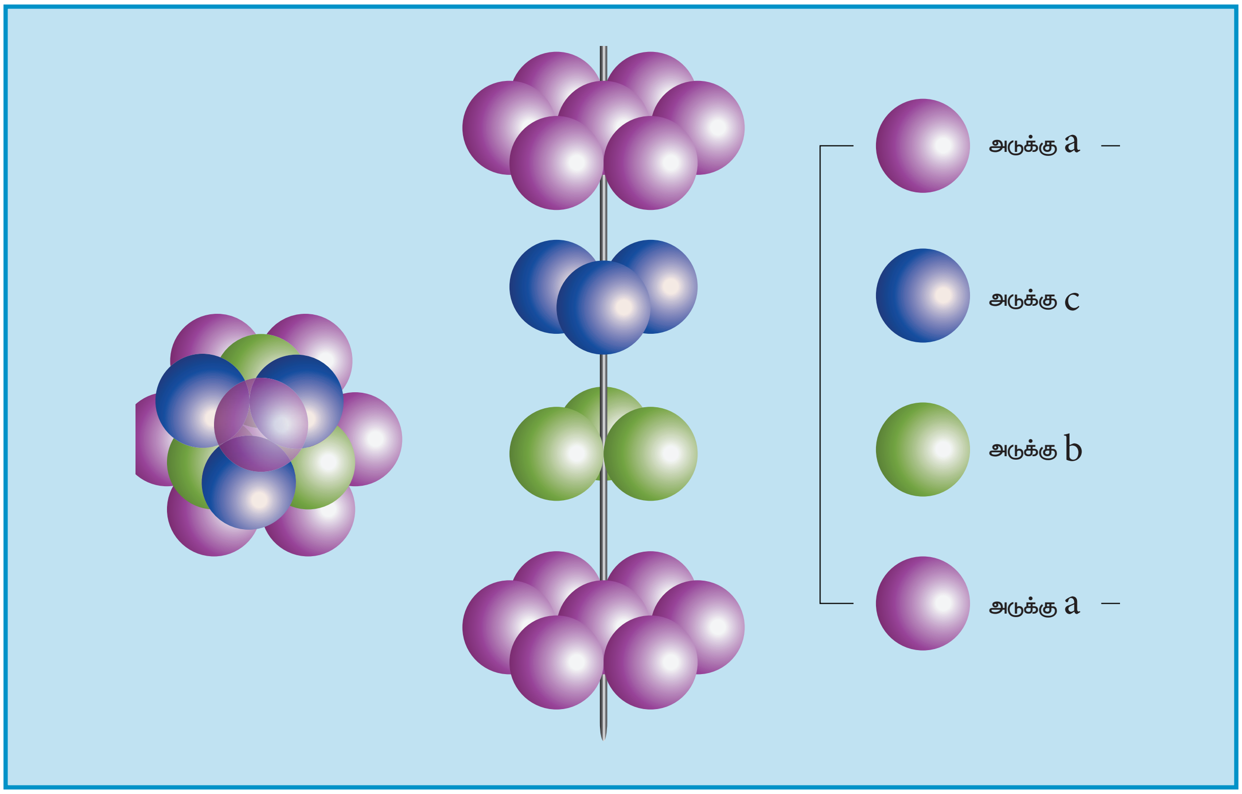
$= \left(\dfrac{\sqrt{2}\,\pi a^3}{6}\right)$ ...(4)

சமன்பாடு (4) ஐ (1)ஆல் வகுக்க

XII U6 Solid State - Jerald.indd 212 18-12-2021 22:01:04



aba அமைப்பு – hcp வடிவ அமைப்பு



abc அமைப்பு – ccp வடிவ அமைப்பு

XII U6 Solid State - Jerald.indd 213 18-12-2021 22:01:05

$$\text{பொதிவுத் திறன்} = \frac{\left(\frac{\sqrt{2}\,\pi\, a^3}{6}\right)}{\left(a^3\right)} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{2}\,\pi}{6} \times 100$$

$$= \frac{1.414 \times 3.14 \times 100}{6}$$

$$= 74\%$$

ஆர விகிதம் (Radius ratio)

அயனிச் சேர்மங்களின் வடிவங்கள், அதில் அடங்கியுள்ள அயனிகளின் உருவளவு மற்றும் வேதிவினைக்கூறு விகிதங்களின் அடிப்படையில் அமையும். பொதுவாக அயனிப்படிகங்களில், பெரிய உருவளவுள்ள எதிரயனிகள் நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பிலும், நேரயனிகள் அவ்வமைப்பின் வெற்றிடங்களிலும் காணப்படுகின்றன. நேர் மற்றும் எதிர் அயனி ஆகியவைகளுக்கிடையேயான ஆர விகிதம் $\left(\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}}\right)$ ஆனது படிக வடிவமைப்பைத் தீர்மானிப்பதில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. பின்வரும் அட்டவணையானது ஆரவிகிதம் மற்றும் அயனிப் படிகங்களின் வடிவமைப்பு ஆகியவற்றிற்கிடையேயானத் தொடர்பினைத் தருகிறது.

$\left(\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}}\right)$	அணைவு எண்	அமைப்பு	எடுத்துக்காட்டு
0.155 – 0.225	3	முக்கோணத் தளம்	B_2O_3
0.225 – 0.414	4	நான்முகி	ZnS
0.414 – 0.732	6	எண்முகி	NaCl
0.732 – 1.0	8	கனச்சதுரம்	CsCl

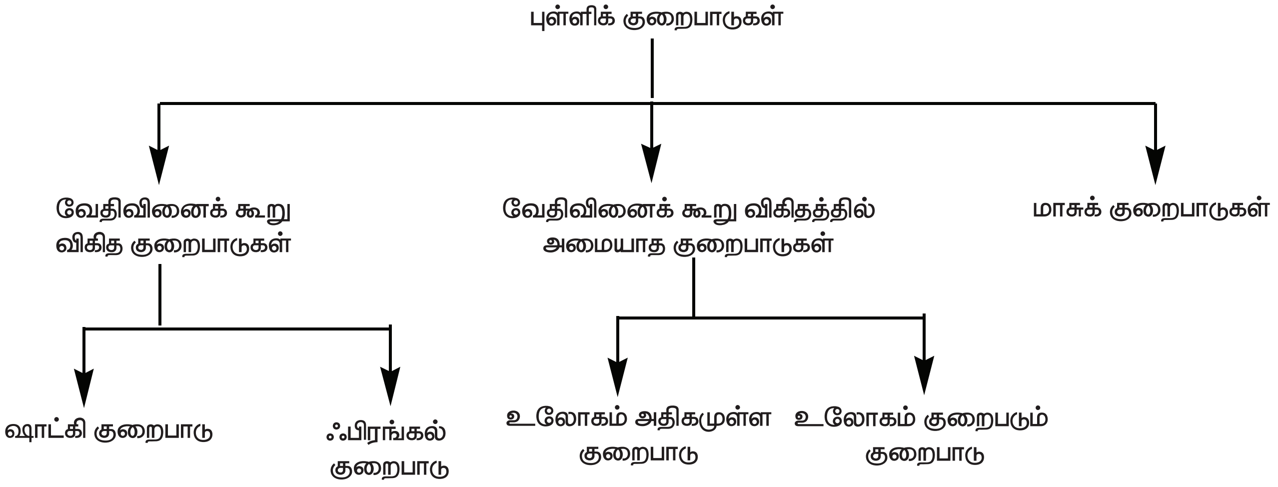
அட்டவணை 6.3 ஆரவிகிதம்

6.7 படிக குறைபாடுகள்

இயற்கையில் காணப்படும் எவையும் மிகச் சரியாக இருக்கும் என்பதற்கில்லை. அதேபோலவே படிகங்களும் சரியாக அமைந்திருக்க வேண்டும் என்ற அவசியமில்லை. படிகங்கள் எப்போதும் அவைகளின் உட்கூறுகளில் ஒழுங்கமைப்பில் சில குறைபாடுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இத்தகைய குறைபாடுகள் அவைகளின் இயற் மற்றும் வேதிப் பண்புகளில் பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துவதோடு மட்டுமல்லாமல் பல்வேறு செயல்முறைகளில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. எ.கா சிலிக்கன் போன்ற படிகங்களுடன் மாசுக்களைச் சேர்த்து படிகக்குறைபாட்டினை ஏற்படுத்தும் போது அவற்றின் குறை மின்கடத்தும் திறன் அதிகரிக்கிறது. படிக குறைபாட்டினைப் பொறுத்து இரும்பு நிக்கல் போன்ற ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருட்களை காந்தத்தன்மை பெறச் செய்யவோ அல்லது காந்தத் தன்மையை இழக்கச் செய்யவோ இயலும். படிகக் குறைபாடுகளை பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1) புள்ளிக் குறைபாடுகள்
2) கோட்டுக் குறைபாடுகள்
3) இடைச்செருகல் குறைபாடுகள்
4) கனஅளவு குறைபாடுகள்

இப்பாடப் பகுதியில் நாம் புள்ளிக் குறைபாடுகளை, குறிப்பாக அயனி படிகங்களில் காணப்படும் புள்ளிக் குறைபாடுகளைப் பற்றி கற்றறிய உள்ளோம். புள்ளிக் குறைபாடுகளைப் பின்வருமாறு மேலும் வகைப்படுத்தலாம்.

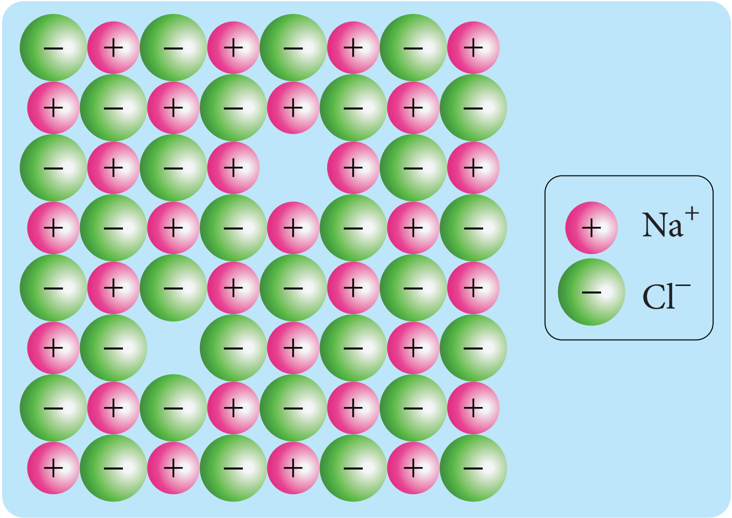


அயனி படிகங்களில் வேதிவினைக் கூறு விகித குறைபாடுகள்

இக்குறைபாடுகள் உள்ளார்ந்த அல்லது வெப்ப இயக்கவியல் குறைபாடுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. வேதி வினைக் கூறு விகிதத்தில் அமைந்த அயனிப் படிகங்களில் ஒரு அயனியால் ஏற்படும் வெற்றிடம் எப்போதும் அதற்கு எதிர் மின் சுமையுடைய அயனி இல்லாமல் இருப்பதால் ஈடுசெய்யப்படலாம் அல்லது வெற்றிடம் ஏற்படக் காரணமான அதே மின்சுமையுடைய அயனி இடைச்செருகல் நிலையில் காணப்படுவதால் ஈடு செய்யப்படலாம். இது எவ்வாறு இருப்பினும் மின் நடுநிலை தன்மை பாராமரிக்கப்படுகிறது.

6.7.1 ஷாட்கி குறைபாடு

அயனி படிகங்களின் அணிக்கோவை புள்ளிகளில் சம எண்ணிக்கையில் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் இல்லாமல் வெற்றிடம் காணப்படுவதால் ஏற்படும் படிகக் குறைபாடு ஷாட்கி குறைபாடு எனப்படும். இக்குறைபாடு படிகத்தின் வேதி வினைக் கூறு விகிதத்தினை மாற்றியமைப்பதில்லை. நேரயனியின் உருவளவானது எதிரயனியின் உருவளவினை ஏறத்தாழ ஒத்திருக்கும் அயனிகளைக் கொண்டுள்ள அயனி படிகங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படுகிறது. எ.கா சோடியம் குளோரைடு.

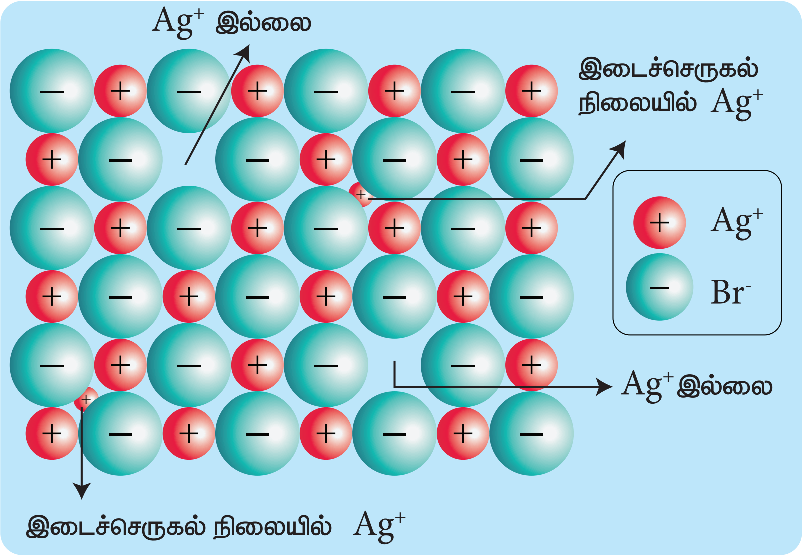


ஷாட்கி குறைபாடு

படிகங்களில் அதிக அளவு ஷாட்கி குறைபாடு காணப்படின் அவைகளின் அடர்த்தி குறையும். எ.கா அலகுக்கூட்டு விளிம்பு நீளத்தை பயன்படுத்தி கணக்கிடப்பட்ட வனேடியம் மோனாக்சைடின் கருத்தியலான அடர்த்தி $6.5\ g\ cm^{-3}$ ஆனால் சோதனை முடிவின் அடிப்படையிலான அதன் உண்மையான அடர்த்தி $5.6\ g\ cm^{-3}$. இதிலிருந்து VO படிகத்தில் 14% ஷாட்கி குறைபாடு காணப்படுகின்றது என அறிய முடிகிறது. ஷாட்கி குறைபாடானது, படிகங்களில் அணுக்கள் அல்லது அயனிகள் படிக அணிக்கோவைத் தளம் முழுமைக்கும் நகர்வதற்கு ஒரு எளிய வழியினை ஏற்படுத்துகிறது.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 215 18-12-2021 22:01:06

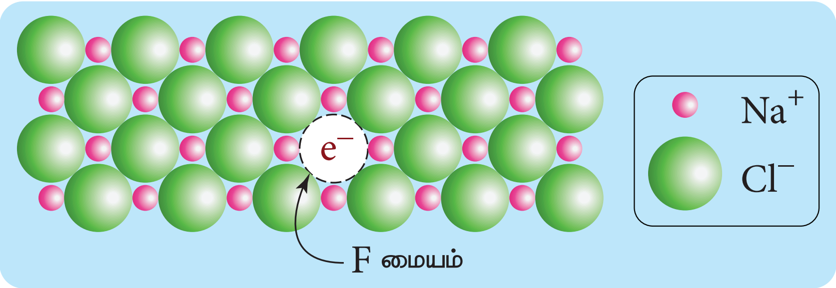
6.7.2 ஃபிரங்கல் குறைபாடு



ஃபிரங்கல் குறைபாடு

படிக அணிக்கோவைத் தளத்தில் இடம்பெற வேண்டிய ஒரு அயனியானது அவ்விடத்தில் அமையாமல் மற்றொரு இடைச்செருகல் நிலையில் அமைந்திருப்பதால் ஏற்படும் குறைபாடு ஃபிரங்கல் குறைபாடு எனப்படும். உருவ அளவில் அதிக வேறுபாடு காணப்படும் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகளைக் கொண்டுள்ள அயனிப் படிகங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படுகிறது. ஷாட்கி குறைபாட்டினைப் போல் அல்லாமல் இக்குறைபாடு படிக அடர்த்தியில் பாதிப்பை ஏற்படுத்துவதில்லை. எ.கா சில்வர் புரோமைடு இந்நேர்வில் சிறிய உருவளவுள்ள Ag^+ அயனியானது அதன் வழக்கமான அணிக்கோவைப் புள்ளிகளில் இடம்பெறாமல் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இடைச்செருகல் நிலைகளில் காணப்படுகிறது.

6.7.3 உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு



உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு

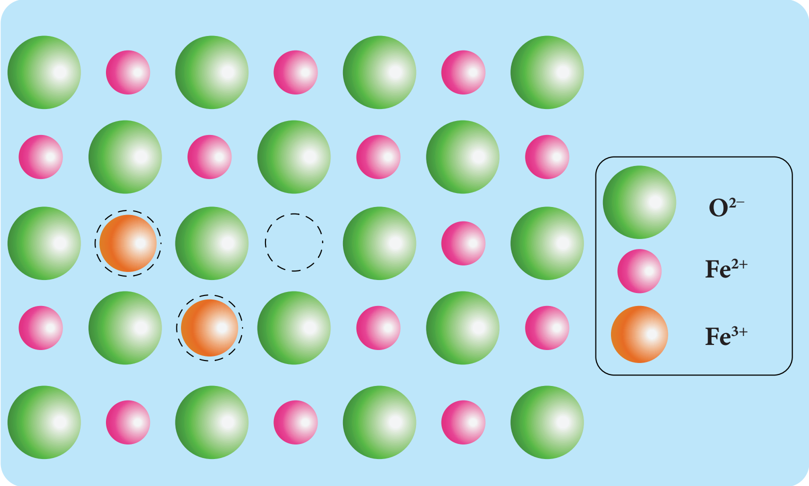
படிகங்களில், எதிர் அயனிகளோடு ஒப்பிடும்போது உலோக அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாக காணப்படுவதால் ஏற்படும் குறைபாடு உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு எனப்படும். கார உலோக ஹாலைடுகளான NaCl, KCl போன்றவை இத்தகையக் குறைபாட்டினைக் கொண்டுள்ளன. இக்குறைபாடு காணப்படும் படிகங்களில் எதிர் அயனிகளால் ஏற்படும் வெற்றிடங்களுக்குச் சமமான எண்ணிக்கையில் கூடுதலான உலோக அயனிகள் (அல்லது) கூடுதலான நேர் அயனிகள் மற்றும் எலக்ட்ரான் ஆகியன இடைச்செருகல் நிலைகளில் காணப்படுவதால் மின் நடுநிலைத் தன்மை பராமரிக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு படிகங்களைச் சோடியத்தின் ஆவியுடன் வெப்பப்படுத்தும் போது Na^+ அயனிகள் உருவாகின்றன. மேலும் அவை படிகத்தின் புறப்பரப்பில் படிகின்றன. இந்நிலையில் குளோரைடு அயனிகள் அணிக்கோவை புள்ளிகளிலிருந்து இடம்பெயர்ந்து படிகத்தின் புறப்பரப்பிற்கு விரவி Na^+ அயனிகளுடன் இணைகிறது. மேலும் ஆவி நிலையில் உள்ள சோடியத்தால் இழக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் படிக அணிக்கோவைத் தளத்தில் ஊடுருவி Cl^- அயனிகளால் ஏற்படுத்தப்பட்ட வெற்றிடத்தில் இடம் கொள்கின்றன. இத்தகைய இணையாகாத தனித்த எலகட்ரான்களால் நிரப்பப்பட்டுள்ள எதிர் அயனி வெற்றிடங்கள்

XII U6 Solid State - Jerald.indd 216 18-12-2021 22:01:06

F மையங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எனவே அதிகப்படியான Na^{+} அயனிகளை கொண்டுள்ள NaCl–ன் வாய்பாடானது $Na_{1+x}Cl$ எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. மேலும் ஒரு எடுத்துக்காட்டு : அறை வெப்பநிலையில் ZnO நிறமற்றதாகும். இதனை வெப்பப்படுத்தும் போது இது மஞ்சள் நிறமுடையதாகிறது. வெப்பப்படுத்தும்போது துத்தநாக ஆக்சைடு ஆக்சிஜனை இழந்து தனித்த Zn^{2+} அயனிகளை உருவாக்குகிறது. இத்தகைய அதிகப்படியான Zn^{2+} அயனிகள் படிகத்தினுள் இடைச்செருகல் நிலையில் இடம்பெறுகின்றன. அதைப்போலவே எலக்ட்ரான்களும் இடைச்செருகல் நிலைகளில் இடம் பெறுகின்றன.

6.7.4 உலோகம் குறைவுபடும் குறைபாடு



உலோகம் குறைவுபடும் குறைபாடு

எதிர் அயனிகளைக் காட்டிலும் நேர் அயனிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக காணப்படுவதால் ஏற்படும் குறைபாடு உலோகம் குறைவுபடும் குறைபாடு எனப்படும். நேர் அயனியானது மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்றிருக்கும் படிகங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, FeO படிகங்களைக் கருதுவோம். இதில் படிக அணிக்கோவை புள்ளிகளில் சில Fe^{2+} அயனிகள் இடம்பெற்றிருப்பதில்லை. இந்நேர்வில் மின் நடுநிலைத் தன்மையை பாராமரிக்கும் பொருட்டு படிகத்தில் உள்ள இடம்பெறாத Fe^{2+} அயனிகளின் எண்ணிக்கையைப் போல இருமடங்கு எண்ணிக்கையில் படிகத்தில் உள்ள மற்ற Fe^{2+} அயனிகள், Fe^{3+} அயனிகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. ஒட்டுமொத்தமாக O^{2-} அயனிகளின் எண்ணிக்கையோடு ஒப்பிடும் போது ஒட்டுமொத்த Fe^{2+} மற்றும் Fe^{3+} அயனிகளின் எண்ணிக்கையின் கூடுதல் குறைவாக இருக்கும். சோதனையின் மூலம் கண்டறியப்பட்ட ஃபெர்ரஸ் ஆக்சைடின் பொதுவான வாய்ப்பாட்டினை Fe_xO எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இங்கு X யின் மதிப்பு 0.93 முதல் 0.98 வரை அமைந்திருக்கலாம்.

6.7.5 மாசுக் குறைபாடுகள்

ஒரு அயனிப்படிகத்தில் குறைபாட்டினை ஏற்படுத்த ஒரு எளிய பொதுவான முறை அதனுடன் அயனிமாசுக்களைச் சேர்ப்பதாகும். இவ்வாறு மாசுக்களைச் சேர்க்கும் போது, சேர்க்கப்படும் மாசு அயனியின் இணைதிறனானது சேரும் படிகத்தில் உள்ள அயனியின் இணைதிறனிலிருந்து வேறுபட்டிருப்பின் படிக அணிக்கோவைத் தளங்களில் வெற்றிடங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, AgCl படிகத்தில் $CdCl_2$ மாசுவாகச் சேர்ப்பதால் உருவாகும் திடக் கரைசலில் Cd^{2+} அயனியானது படிகத்தில் Ag^{+} அயனி இடம்பெற்றிருந்த இடத்தில் இடம் பெறுகிறது. இதன் காரணமாக படிகத்தின் மின் நடுநிலை தன்மை பாதிக்கப்படுகிறது. இதனை பாராமரிக்கும் பொருட்டு அதற்கு இணையான எண்ணிக்கையில் Ag^{+} அயனிகள் படிக அணிக்கோவை தளத்திலிருந்து வெளியேறுகின்றன. இதனால் படிக அணிக்கோவைத் தளத்தில் நேர் அயனி வெற்றிடங்கள் ஏற்படுகின்றன. இத்தகைய படிகக் குறைபாடுகள் மாசு குறைபாடுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 217 18-12-2021 22:01:06

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

அழுத்தமின் படிகங்களின் மூலம் ஆற்றல் அறுவடை:

Piezoelectricity– அழுத்தமின்சாரம் (அழுத்த மின்விளைவு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது) என்பது ஒருபடிகத்தை எந்திரவியல் அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தும் போது, அதன் பக்கங்களுக்கிடையே உண்டாக்கப்படும் மின்னழுத்தமாகும். அழுத்தம் மற்றும் உள்ளுறை வெப்பம் ஆகியவற்றின் விளைவாக உருவான மின்சாரம் என்பதே piezoelectricity எனும் சொல்லின் பொருளாகும். இதன் நேர்மாறும் சாத்தியமாகும். அது எதிர் அழுத்தமின் விளைவு என அறியப்படுகிறது.

ஒரு அழுத்தமின் படிகத்தை ஒரு முறை அழுத்தி சிறிதளவு மின்சாரத்தை உங்களால் உருவாக்க இயலுமெனில், பல படிகங்களை மீண்டும் மீண்டும் பலமுறை அழுத்தி குறிப்பிடத் தகுந்தளவு மின்சாரத்தை உருவாக்க இயலுமா? கடந்து செல்லும் வாகனக்களிலிருந்து ஆற்றலை பெறநாம் அழுத்தமின் படிகங்களைசாலைகளில் புதைத்துவைத்தால் என்னநிகழும்?

ஆற்றல் அறுவடை என அறியப்படும் இந்த கருத்தானது பலரின் கவனத்தை ஈர்த்தது. இதன் பயன்பாட்டை பெரியளவில் செயல்படுத்துவதில் சில வரம்புகள் இருப்பினும், நடந்து செல்வதன் மூலமாகவே உங்களின்கைப்பேசியை சார்ஜ் செய்ய போதுமான மின்சாரத்தை நீங்கள் உற்பத்திசெய்ய முடியும். அடிப்பகுதியில் அழுத்த மின்படிகங்கள் பொருத்தப்பட்ட, ஆற்றல் உற்பத்தி செய்யும் காலணிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றால், பேட்டரிகள் மற்றும் USB சாதனங்களை சார்ஜ் செய்ய போதுமான மின்சாரத்தை உருவாக்க இயலும்.

பாடச் சுருக்கம்

- திடப்பொருட்களில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகள் ஒரு ஒழுங்கான வடிவமைப்பில் இறுக்கமாக பிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன.
- திடப்பொருட்களை அவைகளில் காணப்படும் உட்கூறுகளின் அமைப்பினை பொறுத்து பின்வரும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். (i) படிக வடிவமுடைய திடப்பொருட்கள் (ii) படிக வடிவமற்ற திடப்பொருட்கள்
- திடப்பொருட்களின் உட்கூறுகள் (அணுக்கள், அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள்) நீண்ட எல்லை வரையில் ஒரு ஒழுங்கான கட்டமைப்பினைப் பெற்றிருக்குமாயின்
- படிக வடிவமற்ற திடப் பொருட்களில், அவற்றின் உட்கூறுகள் அங்கும் இங்கும் ஒழுங்கின்றி அமைக்கப்பட்டுள்ளன
- முப்பரிமாண வடிவமைப்பில் அணுக்கள், மூலக்கூறு அல்லது அயனிகள் ஒன்றினைப் பொறுத்து மற்றொன்று வரையறுக்கப்பட்ட சீரான ஒரு அமைப்பில் காணப்படுவது படிக திடப்பொருட்களின் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க பண்பாகும். இவ்வாறு படிகம் முழுமையும் சீராக காணப்படும் இந்த ஒழுங்கமைப்பு படிக அணிக்கோவைத் தளம் என அழைக்கப்படுகிறது.
- ஒரு அலகுக்கூடானது அதன் விளிம்பு நீளங்கள் அல்லது அணிக்கோவை மாறிலிகள் a,b மற்றும் c ஆகியனவற்றாலும் விளிம்பிடைக் கோணங்கள் α, β மற்றும் γ ஆகியனவற்றாலும் வரையறுக்கப்படுகிறது.
- முதல் நிலை எளிய அலகுக்கூட்டில் ஏழு படிக அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. அவையானவன , கனச் சதுரம், நான்கோண அமைப்பு, அறுங்கோண அமைப்பு, ஆர்த்தோராம்பிக், மோனோகிளினிக், ட்ரைகிளினிக் மற்றும் இராம்போஹீட்ரல். இவ்வமைப்புகள் அவைகளின் படிக அச்சுகள் மற்றும் கோணங்களில் வேறுபடுகின்றன. மேற்கண்டுள்ள ஏழு அமைப்புகளுக்கு இணையாக பதினான்கு படிக அமைப்புகள் உருவாக வாய்ப்புள்ளன என பிராவே வரையறுத்தார்

XII U6 Solid State - Jerald.indd 218 18-12-2021 22:01:07

- எளிய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டில், ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒத்த அணுக்கள், (அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள்) காணப்படுகின்றன. இந்த அணுக்கள் கனச் சதுரத்தின் விளிம்பின் வழியே ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் இவை கனச் சதுரத்தின் மூலைவிட்டத்தின் வழியே தொட்டுக் கொண்டிருப்பதில்லை. இவ்வமைப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுவின் அணைவு எண் 6.
- பொருள் மைய கனச்சதுர அலகுக்கூட்டில், எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் உள்ளவாறு கனச் சதுரத்தின் ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒத்த அணுக்கள் காணப்படுவதுடன் கனச் சதுரத்தினுள் அதன் மையத்தில் மேலும் ஒரு அணு காணப்படுகின்றது. இவ்வமைப்பில் எளிய கனச்சதுர அமைப்பில் உள்ளவாறு கனச் சதுரத்தின் மூலைகளில் அமைந்துள்ள அணுக்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டுடிருப்பதில்லை. எனினும் மூலையில் காணப்படும் அணுக்கள் அனைத்தும், பொருள் மையத்தில் காணப்படும் அணுவினைத் தொட்டுக் கொண்டுள்ளன. இவ்வமைப்பில் ஒரு அணுவைச் சுற்றி எட்டு அருகாமை அணுக்கள் காணப்படுகின்றன. எனவே அணைவு எண் 8.
- முகப்பு மைய அலகுக்கூட்டில் ஒத்த அணுக்கள் கனச்சதுரத்தின் ஒவ்வொரு மூலைகளிலும் காணப்படுவதுடன்,அதன்முகப்புமையங்களிலும்காணப்படுகின்றன.மூலையில்காணப்படும் அணுக்கள் முகப்பு மையத்தில் காணப்படும் அணுவைத் தொட்டுக் கொண்டுள்ளன ஆனால் இவை ஒன்றுடன் ஒன்று தொட்டுக்கொள்ளவில்லை. இதன் அணைவு எண் 12.
- படிக வடிவமைப்பினைத் தீர்மானிப்பதற்கு, X கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்வு ஒரு சிறந்த முறையாகும். X – கதிர் விளிம்பு விளைவு ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அணுக்கள் அடங்கிய இரு அடுத்தடுத்த அணிக்கோவைத் தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு (d) யைக் கணக்கிடலாம். $2d\sin\theta = n\lambda$
- அயனிச் சேர்மங்களின் வடிவங்கள், அதில் அடங்கியுள்ள அயனிகளின் உருவளவு மற்றும் வேதிவினைக்கூறு விகிதங்களின் அடிப்படையில் அமையும். பொதுவாக அயனிப்படிகங்களில், பெரிய உருவளவுள்ள எதிரயனிகள் நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பிலும், நேரயனிகள் அவ்வமைப்பின் வெற்றிடங்களிலும் காணப்படுகின்றன. நேர் மற்றும் எதிர் அயனி ஆகியவைகளுக்கிடையேயான ஆர விகிதம் $\left(\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}}\right)$ ஆனது படிக வடிவமைப்பைத் தீர்மானிப்பதில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.
- இயற்கையில் காணப்படும் எவையும் மிகச் சரியாக இருக்கும் என்பதற்கில்லை. அதேபோலவே படிகங்களும் சரியாக அமைந்திருக்க வேண்டும் என்ற அவசியமில்லை. படிகங்கள் எப்போதும் அவைகளின் உட்கூறுகளில் ஒழுங்கமைப்பில் சில குறைபாடுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன
- அயனி படிகங்களின் அணிக்கோவை புள்ளிகளில் சம எண்ணிக்கையில் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் இல்லாமல் வெற்றிடம் காணப்படுவதால் ஏற்படும் படிகக் குறைபாடு ஷாட்கி குறைபாடு எனப்படும்.
- படிகங்களில், எதிர் அயனிகளோடு ஒப்பிடும்போது உலோக அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாக காணப்படுவதால் ஏற்படும் குறைபாடு உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு எனப்படும்.
- எதிர் அயனிகளைக் காட்டிலும் நேர் அயனிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக காணப்படுவதால் ஏற்படும் குறைபாடு உலோகம் குறைவுபடும் குறைபாடு எனப்படும்.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 219 18-12-2021 22:01:07

மதிப்பிடுதல்

JCB6D

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. கிராபைட் மற்றும் வைரம் ஆகியன முறையே

   அ) சகப்பிணைப்பு மற்றும் மூலக்கூறு படிகங்கள்

   ஆ) அயனி மற்றும் சகப்பிணைப்பு படிகங்கள்

   இ) இரண்டும் சகப்பிணைப்பு படிகங்கள்

   ஈ) இரண்டும் மூலக்கூறு படிகங்கள்

2. A_xB_y அயனிப்படிகம் fcc அமைப்பில் படிகமாகிறது. B அயனிகள் ஒவ்வொரு முகப்பின் மையத்திலும் Aஅயனியானது கனசதுரத்தின் மூலையிலும் அமைந்துள்ளது எனில், A_xB_yன் சரியான வாய்ப்பாடு

   அ) AB ஆ) AB_3

   இ) A_3B ஈ) A_8B_6

3. கனசதுர நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பில், நெருங்கிப் பொதிந்த அணுக்களுக்கும், நான்முகி துளைகளுக்கும் இடையேயான விகிதம்

   அ) 1:1 ஆ) 1:2

   இ) 2:1 ஈ) 1:4

4. திண்ம CO_2 பின்வருவனவற்றுள் எதற்கான ஒரு எடுத்துக்காட்டு

   அ) சகப்பிணைப்பு திண்மம் ஆ) உலோகத் திண்மம்

   இ) மூலக்கூறு திண்மம் ஈ) அயனி திண்மம்

5. கூற்று: மோனோ கிளினிக் கந்தகம் என்பது மோனோ கிளினிக் படிக வகைக்கு ஒரு உதாரணம்.

   காரணம் : மோனோ கிளினிக் படிக அமைப்பிற்கு, $a \neq b \neq c$ மேலும் $\alpha = \gamma = 90^0, \beta \neq 90^0$

   அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

   ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல

   இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு

   ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

6. ஃபுளூரைட் வடிவமைப்பைப் பெற்றுள்ள கால்சியம் ஃபுளூரைடில் காணப்படும் Ca^{2+} மற்றும் F^- அயனிகளின் அணைவு எண்கள் முறையே

   அ) 4 மற்றும் 2 ஆ) 6 மற்றும் 6

   இ) 8 மற்றும் 4 ஈ) 4 மற்றும் 8

XII U6 Solid State - Jerald.indd 220 18-12-2021 22:01:07

7. அணு நிறை 40 உடைய 8g அளவுடைய X என்ற தனிமத்தின் அலகுக்கூடுகளின் எண்ணிக்கையினைக் கண்டறிக. இத்தனிமம் bcc வடிவமைப்பில் படிகமாகிறது.

அ) 6.023×10^{23} ஆ) 6.023×10^{22}

இ) 60.23×10^{23} ஈ) $\left(\frac{6.023 \times 10^{23}}{8 \times 40}\right)$

8. ஒரு திண்மத்தின், M என்ற அணுக்கள் ccp அணிக்கோவைபுள்ளிகளில் இடம் பெறுகின்றன. மேலும் $\left(\frac{1}{3}\right)$ பங்கு நான்முகி வெற்றிடங்கள் N என்ற அணுவால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. M மற்றும் N ஆகிய அணுக்களால் உருவாகும் திண்மம்

அ) MN ஆ) M_3N இ) MN_3 ஈ) M_3N_2

9. A^+ மற்றும் B^- ஆகியனவற்றின் அயனி ஆர மதிப்புகள் முறையே 0.98×10^{-10} m மற்றும் 1.81×10^{-10} m ஆகும். ABல் உள்ள ஒவ்வொரு அயனியின் அணைவு எண்

அ) 8 ஆ) 2 இ) 6 ஈ) 4

10. CsCl ஆனது bcc வடிவமைப்பினை உடையது. அதன் அலகு கூட்டின் விளிம்பு நீளம் 400pm, அணுக்களுக்கு இடையேயான தொலைவு

அ) 400pm ஆ) 800pm இ) $\sqrt{3} \times 100$pm ஈ) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \times 400$pm

11. XY என்ற திண்மம் NaCl வடிவமைப்பினை உடையது. நேர் அயனியின் ஆர மதிப்பு 100pm எனில், எதிர் அயனியின் ஆர மதிப்பு

அ) $\left(\frac{100}{0.414}\right)$ ஆ) $\left(\frac{0.732}{100}\right)$ இ) 100×0.414 ஈ) $\left(\frac{0.414}{100}\right)$

12. bcc அலகு கூட்டில் காணப்படும் வெற்றிடத்தின் சதவீதம்

அ) 48% ஆ) 23% இ) 32% ஈ) 26%

13. ஒரு அணுவின் ஆர மதிப்பு 300pm அது முகப்புமைய கனச்சதுர அமைப்பில் படிகமானால், அலகு கூட்டின் விளிம்பு நீளம்

அ) 488.5pm ஆ) 848.5pm இ) 884.5pm ஈ) 484.5pm

14. எளிய கனசதுர அமைப்பில் மொத்த கனஅளவில் அணுக்களால் அடைத்துக் கொள்ளப்படும் கனஅளவின் விகிதம்

அ) $\left(\frac{\pi}{4\sqrt{2}}\right)$ ஆ) $\left(\frac{\pi}{6}\right)$ இ) $\left(\frac{\pi}{4}\right)$ ஈ) $\left(\frac{\pi}{3\sqrt{2}}\right)$

15. NaCl படிகத்தின் மஞ்சள் நிறத்திற்கு காரணம்

அ) F மையத்தில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் கிளர்வுறுதல்

ஆ) புறப்பரப்பில் உள்ள Cl^- அயனிகளால் ஒளி எதிரொளிக்கப்படுதல்.

இ) Na^+ அயனிகளால் ஒளி விலகலடைதல்.

ஈ) மேற்கண்டுள்ள அனைத்தும்.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 221 18-12-2021 22:01:10

16. Sc, bcc மற்றும் fcc ஆகிய கனச்சதுர அமைப்புகளின் விளிம்பு நீளத்தினை 'a' எனக் குறிப்பிட்டால், அவ்வமைப்புகளில் காணப்படும் கோளங்களின் ஆரங்களின் விகிதங்கள் முறையே

அ) $\left(\frac{1}{2}a : \frac{\sqrt{3}}{2}a : \frac{\sqrt{2}}{2}a\right)$ ஆ) $\left(\sqrt{1}a : \sqrt{3}a : \sqrt{2}a\right)$

இ) $\left(\frac{1}{2}a : \frac{\sqrt{3}}{4}a : \frac{1}{2\sqrt{2}}a\right)$ ஈ) $\left(\frac{1}{2}a : \sqrt{3}a : \frac{1}{\sqrt{2}}a\right)$

17. ஒரு கனச்சதுரத்தின் விளிம்பு நீளம் 'a' எனில் பொருள் மைய கனச்சதுர அமைப்பின் மையத்தில் உள்ள அணுவிற்கும், கனச்சதுரத்தின் ஏதேனும் ஒரு மூலையில் உள்ள ஒரு அணுவிற்கும் இடையேயானத் தொலைவு.

அ) $\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)a$ ஆ) $\left(\frac{4}{\sqrt{3}}\right)a$

இ) $\left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)a$ ஈ) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a$

18. பொட்டாசியம் (அணு எடை 39 g mol^{-1}) bcc வடிவமைப்பை பெற்றுள்ளது . இதில் நெருங்கி அமைந்துள்ள இரு அடுத்தடுத்த அணுக்களுக்கிடையேயானத் தொலைவு $4.52A^0$ ஆக உள்ளது. அதன் அடர்த்தி

அ) 915 kg m^{-3} ஆ) 2142 kg m^{-3} இ) 452 kg m^{-3} ஈ) 390 kg m^{-3}

19. ஒரு படிகத்தில் ஷாட்கி குறைபாடு பின்வரும் நிலையில் உணரப்படுகிறது.

அ) சமமற்ற எண்ணிக்கையில் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் அணிக்கோவையில் இடம் பெறாதிருத்தல்

ஆ) சமமான எண்ணிக்கையில் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் அணிக்கோவையில் இடம் பெறாதிருத்தல்.

இ) ஒரு அயனி அதன் வழக்கமான இடத்தில் இடம் பெறாமல் அணிக்கோவை இடைவெளியில் இடம் பெறுதல்.

ஈ) படிக அணிக் கோவையில் எந்த ஒரு அயனியும் இடம் பெறாத நிலை இல்லாதிருத்தல்.

20. ஒரு படிகத்தின் நேர் அயனி அதன் வழக்கமான இடத்தில் இடம் பெறாமல், படிக அணிக்கோவை இடைவெளியில் இடம் பெற்றிருப்பின், அப்படிக குறைபாடு இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது.

அ) ஷாட்கி குறைபாடு

ஆ) F–மையம்

இ) பிராங்கல் குறைபாடு

ஈ) வேதி வினைக்கூறு விகிதமற்ற குறைபாடு

XII U6 Solid State - Jerald.indd 222 18-12-2021 22:01:12

21. கூற்று: பிராங்கல் குறைபாட்டின் காரணமாக, படிக திண்மத்தின் அடர்த்தி குறைகிறது.

காரணம் : பிராங்கல் குறைபாட்டில் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் படிகத்தை விட்டு வெளியேறுகின்றன.

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

22. உலோக குறையுள்ள குறைபாடு காணப்படும் படிகம்

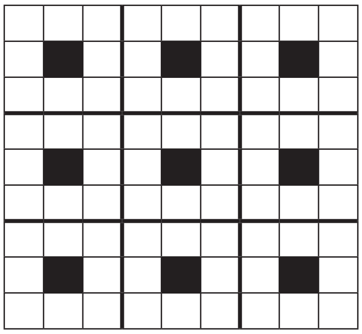
அ) NaCl

ஆ) FeO

இ) ZnO

ஈ) KCl

23. X மற்றும் Y ஆகிய இரு வேறு அணுக்களைக் கொண்ட ஒரு இரு பரிமாண படிகத்தின் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது. கருப்பு நிற சதுரம் மற்றும் வெண்மை நிற சதுரம் ஆகியன முறையே X மற்றும் Y அணுக்களைக் குறித்தால், இந்த அலகு கூட்டு அமைப்பின் அடிப்படையில், அச்சேர்மத்தின் எளிய வாய்ப்பாடு.



அ) XY_8 ஆ) X_4Y_9

இ) XY_2 ஈ) XY_4

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி

1. அலகுக் கூட்டினை வரையறு.
2. அயனிப்படிகங்களின் ஏதேனும் மூன்று பண்புகளைக் கூறுக.
3. படிக திண்மங்களை படிக வடிவமற்ற திண்மங்களிலிருந்து வேறுபடுத்துக.
4. பின்வரும் திண்மங்களை வகைப்படுத்துக.

அ) P_4 ஆ) பித்தளை

இ) வைரம் ஈ) NaCl உ) அயோடின்

5. ஏழு வகையான அலகுக் கூடுகளை சுருக்கமாக விளக்குக.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 223 18-12-2021 22:01:12

6. அறுங்கோண நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பினை கனச்சதுர நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பிலிருந்து வேறுபடுத்துக.

7. எண்முகி மற்றும் நான்முகி வெற்றிடங்களை வேறுபடுத்துக.

8. புள்ளி குறைபாடுகள் என்றால் என்ன?

9. ஷாட்கி குறைபாட்டினை விளக்குக.

10. உலோகம் அதிகமுள்ள குறைபாடு மற்றும் உலோகம் குறைவுபடும் குறைபாடுகளை எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.

11. Fcc அலகுகூட்டில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கையினைக் கணக்கிடுக.

12. AAAA, ABABA மற்றும் ABC ABC வகை முப்பரிமாண நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்புகளை தகுந்த படத்துடன் விளக்குக.

13. அயனிப்படிகங்கள் ஏன் கடினமாகவும், உடையும் தன்மையினையும் பெற்றுள்ளன?

14. பொருள் மைய கனச்சதுர அமைப்பில் பொதிவுத்திறன் சதவீதத்தினைக் கணக்கிடுக.

15. சதுர நெருங்கிப் பொதிந்த இரு பரிமாண அடுக்கில் ஒரு மூலக்கூறின் அணைவு எண் என்ன?

16. அணைவு எண் என்றால் என்ன? bcc அமைப்பில் உள்ள ஒரு அணுவின் அணைவு எண் யாது?

17. ஒரு தனிமம் bcc அமைப்பினை பெற்றுள்ளது. அதன் அலகு கூட்டின் விளிம்பு நீளம் 288pm, அத்தனிமத்தின் அடர்த்தி 7,2 gcm^{-3} எனில் 208g தனிமத்தில் காணப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை யாது?

18. அலுமினியமானது கனச்சதுர நெருங்கிப் பொதிந்த அமைப்பில் படிகமாகிறது. அதன் உலோக ஆரம் 125pm அலகுகூட்டின் விளிம்பு நீளத்தைக் கணக்கிடுக.

19. 10^{-2} mol சதவீதத்தில் ஸ்ட்ரான்சியம் குளோரைடானது NaCl படிகத்தில் மாசாக சேர்க்கப்படுகிறது. நேர் அயனி வெற்றிடத்தின் செறிவினைக் கண்டறிக.

20. KF ஆனது சோடியம் குளோரைடைப் போன்று fcc அமைப்பில் படிகமாகிறது. KF ன் அடர்த்தி 2.48gcm^{-3} எனில், KF–ல் உள்ள K^+ மற்றும் F^- அயனிகளுக்கிடையேயானத் தொலைவினைக் கண்டறிக.,

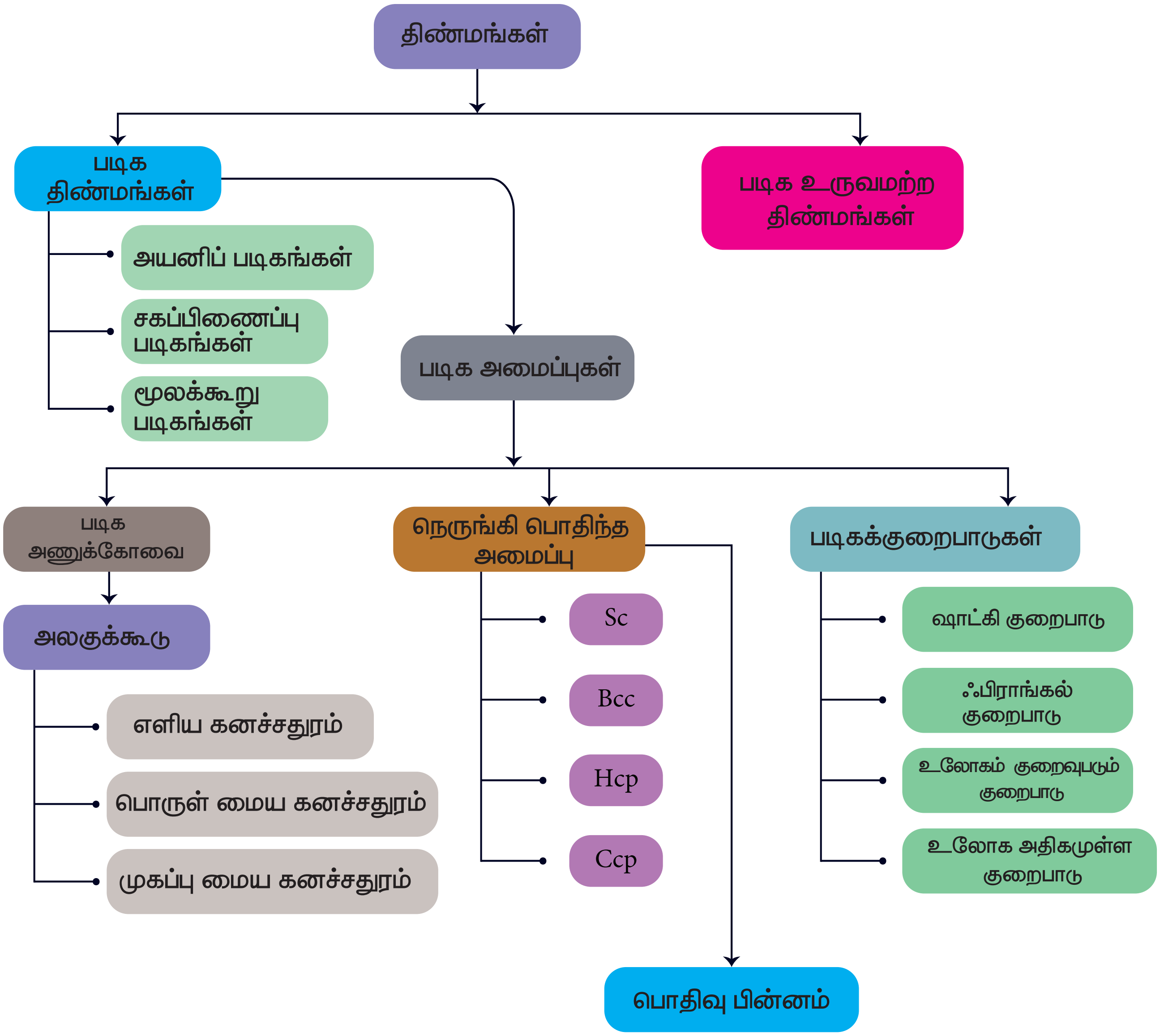
21. ஒரு அணு fcc அமைப்பில் படிகமாகிறது. மேலும் அதன் அடர்த்தி 10 gcm^{-3} மற்றும் அதன் அலகுக்கூட்டின் விளிம்பு நீளம் 100pm. 1g படிகத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையினைக் கண்டறிக.

22. X மற்றும் Y ஆகிய அணுக்கள் bcc படிக அமைப்பினை உருவாக்குகின்றன. கனச்சதுரத்தின் மூலையில் X அணுக்களும் அதன் மையத்தில் Y அணுவும் இடம் பெறுகிறது. அச்சேர்மத்தின் வாய்ப்பாடு என்ன?

23. அலகு கூட்டின் விளிம்பு நீளம் $4.3x10^{-8}$cm ஆக உள்ள bcc வடிவமைப்பில் சோடியம் படிகமாகிறது. சோடியம் அணுவின் அணு ஆர மதிப்பினைக் கண்டறிக.

24. பிராங்கல் குறைபாடு பற்றி குறிப்பு வரைக.

XII U6 Solid State - Jerald.indd 224 18-12-2021 22:01:12



XII U6 Solid State - Jerald.indd 225 18-12-2021 22:01:12

இணையச்செயல்பாடு

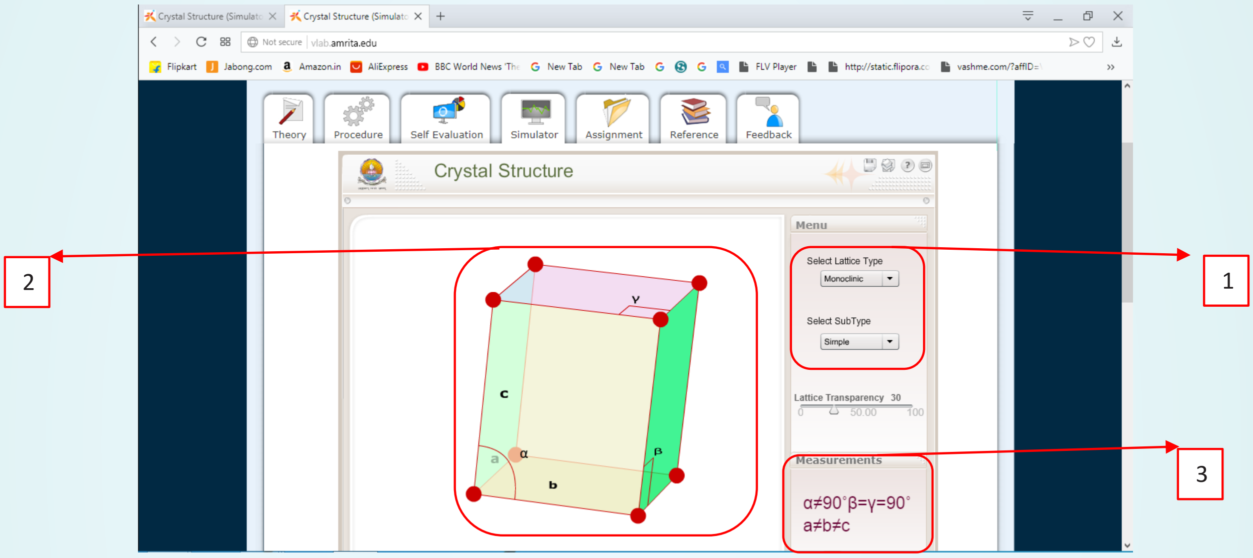
படிகஅமைப்புகள்

இச்செயல் முறையைப் பயன்படுத்தி, பல்வேறு படிகஅமைப்புகளை நீங்கள் உருவகப்படுத்தி காணவும், அவற்றின் அலகு கூடு அளவுறுக்களை அறிந்துகொள்ளவும் இயலும்.

http://vlab.amrita.edu உரலிக்குச் செல்க அல்லது வலது புறத்தில் உள்ள விரைவுத்துலக்கக் (QR) ஸ்கேன் செய்க.

நிலைகள்

- இணையப் பக்கத்தினை திறந்து, கொடுக்கப்பட்ட உரலியை (URL) தட்டச்சு செய்க (அல்லது) விரைவுத்துலக்கக் குறியீட்டினை (QR Code) ஸ்கேன் செய்க. வலைப்பக்கத்தில் physical science lab ஐ சொடுக்கிபின்னர் solid state virtual lab ஐ சொடுக்குக. பின்னர் படிக அமைப்பிற்கு சென்று simulator ஐ சொடுக்குக.
  குறிப்பு: இந்த வலைப்பக்கத்திற்குள் நுழைய ஒரு முறை பதிவு செய்தல் வேண்டும். தங்களின் பயனீட்டாளர் பெயர் மற்றும் கடவுச்சொல்லை பயன்படுத்தி உள்நுழைக. உள்நுழைந்தபின் simulation tab ஐ சொடுக்குக.
- பெட்டி1ல்குறிப்பிடப்பட்டுள்ள menu வை பயன்படுத்தி ஏழு படிக அமைப்புகள் மற்றும் அணிக்கோவை வகைகளில் ஏதேனும் ஒன்றை தேர்ந்தெடுக்கவும். இப்பொழுது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட படிக அமைப்பின் அலகு கூடு அமைப்பு திரையில் தெரியும் (பெட்டி 2). மேலும், அலகுகூட்டின் அளவுறுக்களும் measurement tab (பெட்டி3) இல்காண்பிக்கப்படும்.



அலகு 7

வேதிவினை வேகவியல்

ஸ்வான்டே ஆகஸ்ட் அர்ஹீனியஸ்
(1859 –1927)

ஸ்வான்டே ஆகஸ்ட் அர்ஹீனியஸ், ஸ்வீடன் நாட்டைச் சார்ந்த அறிவியல் அறிஞர். வேதியியலில், இயற் வேதியியல் எனும் ஒரு தனிப்பிரிவு உருவாக காரணமாக அமைத்தவர்களுள் இவரும் ஒருவர். மின்பகுளிகளின் கடத்துத்திறன் பற்றி ஆய்வினை மேற்கொண்டு, படிக உப்புக்களை (மின்பகுளிகளை) நீரில் கரைக்கும் போது அவைகள் இணை அயனிகளாகப் பிரிகையுறுகின்றன என இவர் முன்மொழிந்தார். இக்கோட்பாட்டிற்காக 1903 ல் வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசு இவருக்கு வழங்கப்பட்டது. இவர் அமிலம் மற்றும் காரத்திற்கான வரையறைகள் மற்றும் கிளர்வு ஆற்றல் பற்றிய கோட்பாடு ஆகியனவற்றையும் அளித்துள்ளார்.

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடப்பகுதியைக் கற்றறிந்த பின்னர்,

* வினைவேகம் மற்றும் வினை வகையை வரையறுத்தல்
* பூஜ்ய மற்றும் முதல் வகை வினைகளுக்கான தொகைப்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டினை வருவித்தல்.
* அரை வாழ் காலத்தை விவரித்தல்
* மோதல் கொள்கையை விவரித்தல்
* வினைவேகமானது எவ்வாறு வெப்பநிலையினைச் சார்ந்து அமைகிறது என விவாதித்தல் மற்றும்
* வினைவேகத்தை பாதிக்கும் பல்வேறு காரணிகளை விளக்குதல் ஆகிய திறன்களை மாணவர்கள் பெற இயலும்.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 227 18-12-2021 22:01:32

அறிமுகம்

வெப்ப இயக்கவியற் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தி, கொடுக்கப்பட்ட நிபந்தனைகளில் ஒரு வேதி வினை நிகழ சாத்தியமுள்ளதா என்பதனைக் கண்டறிய இயலும் என்பதை நாம் பதினொன்றாம் வகுப்பில் ஏற்கெனவே கற்றறிந்துள்ளோம். எனினும் ஒரு வேதிவினையானது எவ்வளவு வேகத்தில் நடைபெறும் என்ற முக்கியமான ஒரு வினாவிற்கு சரியானதொரு தீர்வினை வெப்ப இயக்கவியல் மூலம் பெற இயலாது. அனைத்து வேதி வினைகளும் நிறைவடைய சிறிது காலம் எடுத்துக் கொள்ளும் என்பதை நாம் நமது அனுபவ அறிவின் மூலம் அறிந்துள்ளோம். வேதிவினைகள், மிகக் குறுகிய கால அளவான பெம்டோ செகண்டு முதல் ஆண்டுக்கணக்கில் நிகழும் வகையில் வெவ்வேறு வினை வேகங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பேரியம் குளோரைடு கரைசல் மற்றும் நீர்த்த H_2SO_4 ஆகிய இரண்டையும் கலந்தவுடன், வெண்மை நிற $BaSO_4$ வீழ்படிவு உடனடியாக உருவாகிறது, மாறாக இரும்பு துருப்பிடித்தல் போன்ற வினைகள் பல ஆண்டுகள் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றன. ஒரு வேதி வினையில், (i) வேதி மாற்றம் எவ்வளவு வேகத்தில் நிகழும்? (ii) வினையின் ஆரம்ப மற்றும் இறுதி நிலைகளுக்கிடையே என்ன நிகழ்கிறது போன்ற வினாக்களுக்கான விடையினை வேதி வினைவேகவியல் (Chemical kinetics) தருகிறது. Kinetics என்ற வார்த்தை, இயக்கம் (movement) என்ற பொருள் தரும் 'Kinesis' என்ற கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து வருவிக்கப்பட்டதாகும்.

வேதி வினைவேகவியல் என்பது வெப்பநிலை, அழுத்தம், செறிவு போன்ற கொடுக்கப்பட்ட நிபந்தனைகளில் வேதிவினைகளின் வேகம் மற்றும் அவைகளின் வினை வழிமுறைகளைப் பற்றி கற்றறிவதாகும்.

வேதி வினைவேகவியலைக் கற்றறிவதன் மூலம் ஒரு வேதிவினையின் வினை வேகத்தை தீர்மானிப்பது மட்டுமன்றி தொழிற்துறையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த வேதிச் செயல்முறைகள், கரிம மற்றும் கனிம தொகுப்பு வினைகள் போன்றவற்றில் அதிக விளைபொருள் பெறுவதற்குத் தகுந்த சாதகமான வினை நிகழ நிபந்தனைகளையும் தீர்மானிக்க இயலும்.

இப்பாடப்பகுதியில், ஒரு வேதி வினையின் வினைவேகம் மற்றும் வேதி வினை வேகத்தை பாதிக்கும் காரணிகள் ஆகியவற்றை நாம் கற்றறிவதுடன், வினைவேகத்திற்கான கொள்கைகள் மற்றும் வெப்பநிலையினைப் பொறுத்து ஒரு வினையின் வேகம் எவ்வாறு மாற்றம் அடைகிறது ஆகியன பற்றியும் கற்றறிய உள்ளோம்.

7.1 ஒரு வேதிவினையின் வினை வேகம்

ஓரலகு காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறியில் ஏற்படும் மாற்றம் வீதம் (rate) எனப்படும். இயற்பியல் பாடப்பகுதியில், ஓரலகு காலத்தில் ஒரு துகளின் இடப்பெயர்ச்சியில் ஏற்படும் மாற்றம் அதன் திசை வேகத்தைத் தரும் என தாங்கள் ஏற்கெனவே கற்றறிந்துள்ளீர்கள். அதைப்போலவே, ஓரலகு காலத்தில் ஒரு வேதிவினையில் இடம்பெற்றுள்ள வினைப்பொருட்களின் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றம் அவ்வினையின் வினைவேகம் எனப்படுகிறது.

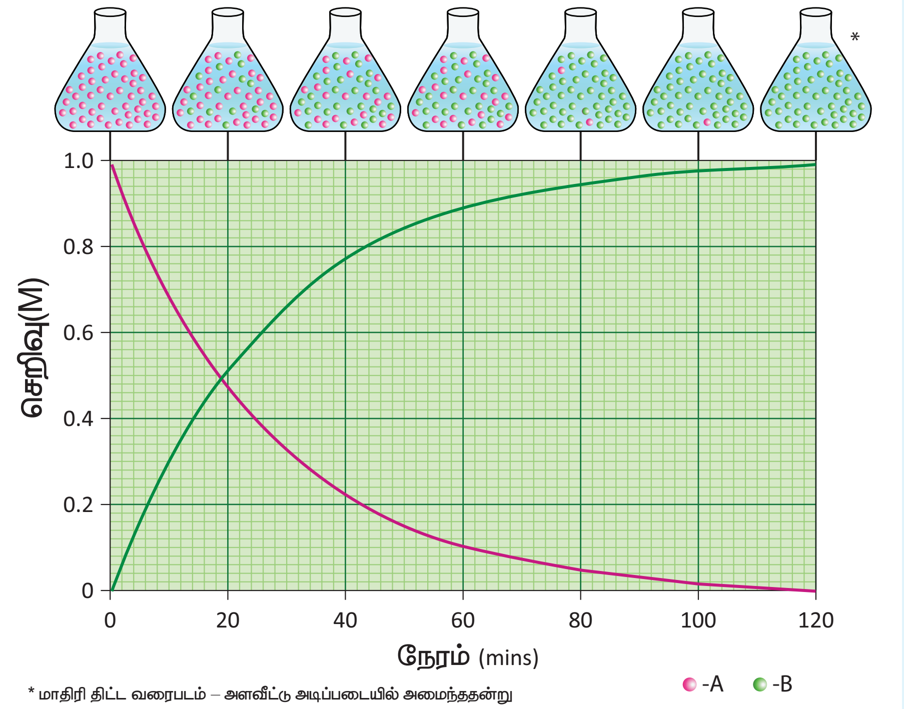
பின்வரும் பொதுவான எளிய வினை ஒன்றினைக் கருதுக.

$$A \longrightarrow B$$

வினைபடு பொருளின் செறிவினை [A] வெவ்வேறு கால இடைவெளிகளில் கண்டறிய இயலும். அவ்வாறு t_1 மற்றும் t_2 ஆகிய இரு நேரங்களில் ($t_2 > t_1$) கண்டறியப்பட்ட A ன் செறிவுகள் முறையே $[A_1]$ மற்றும் $[A_2]$ எனக் கருதுவோம்.

இவ்வினையின் வினைவேகத்தினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 228 18-12-2021 22:01:33



படம் 7.1 $A \longrightarrow B$ என்ற வினையில் A மற்றும் B ஆகியனவற்றின் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றம்

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{-[\text{வினைபடு பொருட்களின் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றம்}]}{[\text{நேரத்தில் ஏற்படும் மாற்றம்}]}$$

அதாவது

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{-([A_2]-[A_1])}{(t_2-t_1)} = -\left(\frac{\Delta[A]}{\Delta t}\right) \quad ...(7.1)$$

வினை நிகழும் போது, வினைபடு பொருட்களின் செறிவு குறையும் அதாவது $[A_2]<[A_1]$ எனவே செறிவில் ஏற்படும் மாற்றம் $[A_2]-[A_1]$ ஆனது எதிர்க்குறி மதிப்பினைப் பெறும். வினைவேகமானது நேர்குறி மதிப்பினை உடையது என மரபு வழி கருதப்படுவதால், வினை வேகத்தைக் குறிப்பிடும் சமன்பாடு (7.1) ல் எதிர்க்குறி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

வினைவிளை பொருட்களின் செறிவினை அளந்தறிவதன் மூலம் ஒரு வினை நிகழ்வதை நாம் கண்காணித்தால், வினைவேகமானது $\left(\frac{\Delta[B]}{\Delta t}\right)$ ஆல்தரப்படுகிறது. இந்நேர்வில் $[B_2]>[B_1]$ என்பதால் இங்கு எதிர்க்குறி தேவையில்லை.

வினை வேகத்தின் அலகு

$$\text{வினைவேகத்தின் அலகு} = \frac{\text{செறிவின் அலகு}}{\text{நேரத்தின் அலகு}}$$

வழக்கமாக, செறிவானது ஒரு லிட்டரில் உள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கையிலும் (moles per litre) நேரமானது வினாடிகளிலும் (seconds) குறிப்பிடப்படும். எனவே வினை வேகத்தின் அலகு $mol\,L^{-1}s^{-1}$. வினையின் தன்மையினைப் பொறுத்து, நிமிடம், மணி, ஆண்டு... போன்ற நேரத்தினைக் குறிக்கும் பிற அலகுகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒரு வாயுநிலை வினைக்கு, வாயுக்களின் செறிவானது வழக்கமாக அவைகளின் பகுதி அழுத்தங்களால் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

இத்தகைய நேர்வுகளில் வினை வேகத்தின் அலகு atm s^{-1} ஆகும்.

7.1.1 வேதிவினைக் கூறு விகிதம் மற்றும் வினையின் வேகம்

$A \longrightarrow B$ என்ற வினையில், வினைபடு பொருள் மற்றும் வினைவிளை பொருள் ஆகிய இரண்டின் வேதிவினைக்கூறு விகிதங்களும் சமம். எனவே (A) ன் மறையும் வேகமும் (B) ன் உருவாகும் வேகமும் சமம்.

$A \longrightarrow 2B$ என்ற மற்றொரு வினையைக் கருதுவோம்.

இவ்வினையில், ஒவ்வொரு மோல் A மறையும் போதும், இரண்டு மோல்கள் B உருவாகிறது. அதாவது Bன் உருவாதல் வேகமானது. Aன் மறைதல் வேகத்தைக் காட்டிலும் இருமடங்கு அதிகம். எனவே, வினை வேகமானது பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகின்றது.

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{+d[B]}{dt} = 2\left(\frac{-d[A]}{dt}\right)$$

மாறாக,

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{-d[A]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[B]}{dt}$$

ஒரு பொதுவான வினைக்கு, வினைபடு பொருட்களின் வினைபடும் வேகம் (அல்லது) வினைவிளை பொருட்களின் உருவாதல் வேகம் ஆகியனவற்றை, அவ்வினையின் சமன்படுத்தப்பட்ட வேதிச் சமன்பாட்டிலுள்ள தொடர்புடைய வினைப்பொருட்களின் வேதிவினைக்கூறு விகித குணகங்களால் வகுப்பதன் மூலம் வினைவேகமானது பெறப்படுகிறது.

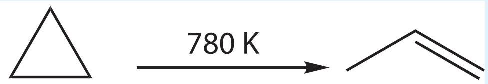
$$xA + yB \longrightarrow lC + mD$$

வினைவேகம் =

$$\frac{-1}{x}\frac{d[A]}{dt} = \frac{-1}{y}\frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{l}\frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{m}\frac{d[D]}{dt}$$

7.1.2 சராசரி மற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வினைவேகம்

வளைய புரப்பேனின் மாற்றியமாதல் வினையினைக் கருத்திற் கொண்டு சராசரி மற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வினைவேகம் ஆகியனவற்றை நாம் புரிந்து கொள்வோம்.



வளைய புரப்பேன் புரப்பீன்

சீரான நேர இடைவெளிகளில், வளைய புரப்பேனின் செறிவினை அளந்தறிவதன் மூலம் இவ்வினையின் வினைவேகவியலானது அறியப்படுகிறது. பரிசோதனை முடிவுகள் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன(அட்டவணை 7.1)

அட்டவணை 7.1 780K வெப்பநிலையில் மாற்றியமாதல் வினை நிகழும் போது வெவ்வேறு நேரங்களில் வளைய புரப்பேனின் செறிவு.

நேரம் (min)	[வளைய புரப்பேன்] ($mol\ L^{-1}$)
0	2.00
5	1.67
10	1.40
15	1.17
20	0.98
25	0.82
30	0.69

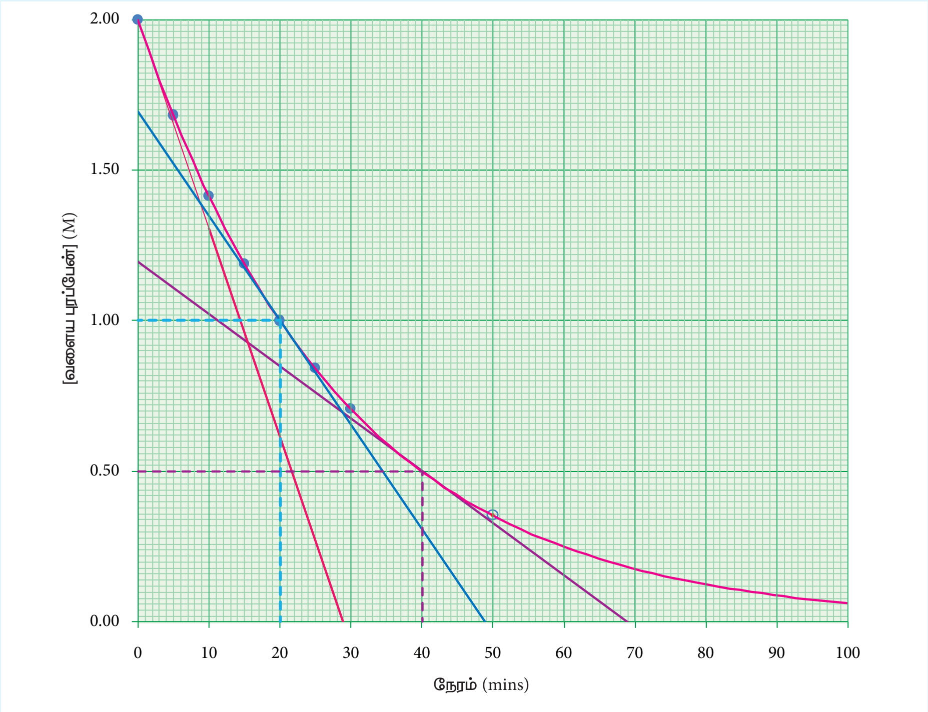
$$\text{வினையின் வேகம்} = \frac{-\Delta[\text{வளைய புரப்பேன்}]}{\Delta t}$$

$$\text{30 நிமிட கால அளவில் வினையின் வேகம்} = \frac{-(0.69-2)\ molL^{-1}}{(30-0)\ min}$$

$$= \frac{1.31}{30} = 4.36 \times 10^{-2}\ molL^{-1}min^{-1}$$

வினை நிகழும் முதல் 30 நிமிடங்களில், வினைபடுபொருளான வளைய புரப்பேனின் செறிவு சராசரியாக ஒவ்வொரு நிமிடத்திற்கும் 4.36×10^{-2} mol L^{-1} என்ற அளவில் குறைந்து வருகிறது என இதன் மூலம் அறியலாம்.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 230 18-12-2021 22:01:37



படம் 7.2 வளையப்புரப்பேனின் செறிவு vs நேரம் – வரைபடம்

வினையின் துவக்க நிலை மற்றும் பின்னர் ஏதேனும் ஒரு நேரத்தில் குறுகிய இடைவெளியில் வினையின் சராசரி வேகத்தினை நாம் கணக்கிடுவோம்.

$$(\text{வினைவேகம்})_{\text{ஆரம்ப நிலை}} = \frac{-(1.4-2.0)}{(10-0)}$$

$$= \frac{0.6}{10} = 6 \text{ x } 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$(\text{வினைவேகம்})_{\text{பின்னர் ஏதேனும் ஒரு நிலை}} = \frac{-(0.69-0.98)}{(30-20)}$$

$$= \frac{0.29}{10} = 2.9 \text{ x } 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}\text{min}^{-1}$$

மேற்கண்டுள்ள கணக்கீடுகளில் இருந்து வினை தொடர்ந்து நிகழும் போது, நேரத்தைப் பொறுத்து வினைவேகம் குறைகிறது எனவும் , மேலும் எந்த ஒரு நேரத்திலும், வினையின் வேகத்தினை சராசரி வினைவேகத்தைக் கொண்டு தீர்மானிக்க இயலாது எனவும் நாம் அறிய முடிகிறது.

வினை நிகழும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வினையின் வேகமானது அக்கணத்தில் வினைவேகம் (instantaneous rate) என அழைக்கப்படுகிறது. நாம் தேர்ந்தெடுக்கும் நேர இடைவெளியினைக் குறைத்துக் கொண்டே வரும் போது, வினைவேகத்தின் மதிப்பு, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கண்டறியப்படும் வினைவேக மதிப்பினை நெருங்குகிறது.

$\Delta t \to 0$; எனும்போது

$$\frac{-\Delta[\text{வளைய புரப்பேன்}]}{\Delta t} = \frac{-d\,[\text{வளைய புரப்பேன்}]}{dt}$$

[வளையபுரப்பேன்] vs நேரம்– வரைபடமானது படம் 7.2ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் 't' ல் வினைவேகமானது $\frac{-d\,[\text{வளைய புரப்பேன்}]}{dt}$, அந்நேரத்தில் வளைகோட்டிற்கு வரையப்படும் தொடுகோட்டினுடைய சாய்வின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

பொதுவாக, வினைபடு பொருட்களை ஒன்றோடொன்று சேர்க்கும் நேரத்தில், (t=0 எனும் போது) வரையப்படும் தொடுகோட்டின்

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 231 18-12-2021 22:01:38

சாய்வின் மூலம் பெறப்படும் வினைவேகத்தின் மதிப்பானது துவக்க வினைவேகத்தினைத் தருகிறது.

வளையபுரப்பேனின் மாற்றியமாதல் வினையில், ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அதாவது 2 M, 1M மற்றும் 0.5 M ஆகிய வெவ்வேறு செறிவுகளில் வினைவேகத்தினை படம் 7.2ல் தரப்பட்டுள்ள வரைபடத்திலிருந்து நாம் கணக்கிட இயலும். அவ்வாறு கண்டறியப்பட்ட மதிப்புகள் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

[வளைய புரப்பேன்] mol L^{-1}	வினைவேகம் mol $L^{-1}min^{-1}$
2	6.92×10^{-2}
1	3.46×10^{-2}
0.5	1.73×10^{-2}

அட்டவணை 7.2 வளையபுரப்பேனின் மாற்றியமாதல் வினையின் வினைவேகம்

7.3 வேக விதி மற்றும் வினைவேக மாறிலி

ஒரு வேதி வினையின் வேகமானது வினைபடு பொருட்களின் செறிவினைப் பொறுத்து அமையும் என நாம் கற்றறிந்தோம். இப்பாடப்பகுதியில், ஒரு வினையின் வேகமானது அவ்வினையில் ஈடுபடும் வினைப்பொருட்களின் செறிவு மதிப்புகளோடு அளவியல் ரீதியாக எவ்வாறு தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது என்பதனை பின்வரும் பொதுவான ஒரு வினையினைக் கருத்திற்கொண்டு நாம் புரிந்து கொள்வோம்.

$$xA + yB \longrightarrow \text{விளைபொருள்}$$

மேற்கண்டுள்ள வினைக்கான பொதுவான ஒரு வேகவிதியினை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\text{வினைவேகம்} = k\,[A]^m[B]^n$$

இங்கு k என்பது விகித மாறிலியாகும். இது வினை வேக மாறிலி என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் m மற்றும் n என்பன முறையே A மற்றும் B ஆகியனவற்றைப் பொறுத்து வினைவகைகள் (order) ஆகும். வினையின் ஒட்டுமொத்த வினைவகை (m+n). செறிவு அடுக்குகளான m மற்றும் n ஆகியனவற்றைப் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் மட்டுமே கண்டறிய இயலும் மேலும் அவ்வேதி வினையின் வேதி வினைக்கூறு விகித அடிப்படையில் கண்டறிய இயலாது. எடுத்துக்காட்டாக, நாம் ஏற்கெனவே விவாதித்த வளைய புரப்பேனின் மாற்றியமாதல் வினையினைக் கருத்திற் கொள்வோம்.

அட்டவணை 7.2ல் கண்டுள்ள சோதனை முடிவுகளின் படி, வளைய புரப்பேனின் செறிவினை பாதியாகக் குறைக்கும் போது, வினைவேகமும் பாதியாகக் குறைகிறது. அதாவது, வினைவேகமானது, வளைய புரப்பேனின் செறிவின் முதல் படிக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

வினைவேகம் =k[வளைய புரப்பேன்]

$$\Rightarrow \frac{\text{வினை வேகம்}}{[\text{வளைய புரப்பேன்}]} = k$$

அட்டவணை 7.3 மாற்றியமாதல் வினையின் வினைவேக மாறிலி.

வினைவேகம் mol $L^{-1}min^{-1}$	[வளைய புரப்பேன்] mol L^{-1}	$k = \frac{\text{வினை வேகம்}}{[\text{வளைய புரப்பேன்}]}$
6.92×10^{-2}	2	3.46×10^{-2}
3.46×10^{-2}	1	3.46×10^{-2}
1.73×10^{-2}	0.5	3.46×10^{-2}

நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு (NO) ஆக்சிஜனேற்றமடையும் வினையினை நாம் கருதுவோம்.

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2\ (g)$$

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 232 18-12-2021 22:01:39

ஒரு வினைபடு பொருளின் செறிவினை மாறிலியாக வைத்து, மற்ற வினைபடு பொருட்களின் செறிவினை மாற்றியமைத்து தொடர்ச்சியாக சோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. அதன் முடிவுகள் பின்வருமாறு,

சோதனை	[NO] X 10^{-2} (mol L^{-1})	[O_2] X 10^{-2} (mol L^{-1})	ஆரம்ப வினைவேகம் x 10^{-2} (mol $L^{-1}min^{-1}$)
1	1.3	1.1	19.26
2	1.3	2.2	38.40
3	2.6	1.1	76.80

வினைவேகம் $= k\,[NO]^m[O_2]^n$

முதல் சோதனைக்கான வேக விதி

வேகம்$_1$ $= k\,[NO]^m[O_2]^n$

$19.26\ X10^{-2} = k\,[1.3]^m[1.1]^n$ ...(1)

இதைப்போலவே, சோதனை (2)க்கு

வேகம்$_2$ $= k\,[NO]^m[O_2]^n$

$38.40\ X10^{-2} = k\,[1.3]^m[2.2]^n$ ...(2)

சோதனை (3)க்கு

வேகம்$_3$ $= k\,[NO]^m[O_2]^n$

$76.8 \times 10^{-2} = k\,[2.6]^m[1.1]^n$ ...(3)

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \frac{38.40 \text{ x } 10^{-2}}{19.26 \text{ x } 10^{-2}} = \frac{k\,[1.3]^m[2.2]^n}{k\,[1.3]^m[1.1]^n}$$

$$2 = \left(\frac{2.2}{1.1}\right)^n$$

$2=2^n$ i.e., n=1

எனவே, வினையானது ஆக்சிஜனைப் O_2 பொறுத்து முதல் வகை வினையாகும்.

$$\frac{(3)}{(1)} \Rightarrow \frac{76.8 \text{ x } 10^{-2}}{19.26 \text{ x } 10^{-2}} = \frac{k\,[2.6]^m[1.1]^n}{k\,[1.3]^m[1.1]^n}$$

$$4 = \left(\frac{2.6}{1.3}\right)^m$$

$4=2^m$ i.e., m=2

எனவே, வினையானது NO வைப் பொறுத்து இரண்டாம் வகை வினையாகும்.

வேக விதியானது வேகம் $= k\,[NO]^2[O_2]^1$

ஒட்டுமொத்த வினைவகை $= (2 + 1) = 3$

வினைவேகம் மற்றும் வினைவேக மாறிலி ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடுகள்

வ.எண்.	வினைவேகம்	வினைவேக மாறிலி
1	எந்த ஒரு நேரத்திலும் வினைபடு பொருள்கள், வினைவிளைப் பொருட்களாக மாற்றப்படும் வேகத்தினை இது குறிப்பிடுகின்றது.	இது ஒரு விகித மாறிலியாகும்.
2	வினைபடு பொருட்களின் செறிவு குறைவு அல்லது வினை விளை பொருட்களின் செறிவு அதிகரிப்பால் இது அளந்தறியப்படுகிறது.	ஒரு வினையில் ஈடுபடும் ஒவ்வொரு வினைபடு பொருளின் செறிவும் $1 molL^{-1}$ ஆக உள்ளபோது, அத்தருணத்தில் வினையின் வேகமானது, அவ்வினையின் வினைவேக மாறிலிக்குச் சமமாகிறது.
3	இது வினைபடுபொருட்களின் துவக்கச் செறிவினைப் பொறுத்து அமையும்.	இது வினைபடு பொருட்களின் துவக்கச் செறிவினைப் பொறுத்து அமையாது.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 233 18-12-2021 22:01:44

7.4 மூலக்கூறு எண்

வினைவேகவியல் சோதனைகள் மூலம் ஒரு வேதி வினையின் வினைவேகத்தினைக் கண்டறிவதோடு மட்டுமல்லாமல், அவ்வினை எவ்வழிமுறையில் நடைபெற்றிருக்கக் கூடும் என்பதற்கான தகுந்த வினைவழி முறையினையும் தீர்மானிக்கலாம். ஒரு வினைவழி முறையில் அடங்கியுள்ள ஒவ்வொரு தனித்த படிநிலையும் அடிப்படை வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

ஒரு அடிப்படை வினையானது அதன் மூலக்கூறு எண்ணின் அடிப்படையில் அறியப்படுகிறது. ஒரு அடிப்படை படிநிலையில், வினையில் ஈடுபடும் வினைபடு பொருள்களின் மொத்த எண்ணிக்கை அப்படிநிலையின் மூலக்கூறு எண் என வரையறுக்கப்படுகிறது. நாம் பதினொன்றாம் வகுப்பில் பயின்ற மூவிணைய பியூட்டைல் புரோமைடின் நீராற்பகுப்பு வினையினை மீட்டறிவோம். அவ்வினையின் வினைவேகத்தை தீர்மானிக்கும் படிநிலையில், மூவிணைய பியூட்டைல் புரோமைடு மட்டுமே பங்கு பெறுவதால் அவ்வினை ஒரு மூலக்கூறு கருக்கவர் பொருள் பதிலீட்டு வினை $(S_N{}^1)$ என அழைக்கப்படுகிறது.

அடிப்படை வினைகளை நாம் மேலும் புரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு I^- வினைவேகமாற்றி முன்னிலையில் H_2O_2 சிதைவடையும், மற்றுமொரு வினையினைக் கருதுவோம்.

$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

மேற்கண்டுள்ள வினையானது, H_2O_2 மற்றும் I^- இரண்டையும் பொறுத்து முதல் வகை வினை எனசோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்டது. இதிலிருந்து H_2O_2 சிதைவடையும் வினையில் I^- இடம் பெறுகிறது என நாம் அறிய முடிகிறது. இதனடிப்படையில் பின்வரும் படிநிலைகளை உள்ளடக்கிய வினைவழி முறையினைப் பின்பற்றி இவ்வினை நிகழ்ந்துள்ளது எனலாம்.

படிநிலை 1

$$H_2O_2(aq) + I^-(aq) \longrightarrow H_2O(l) + OI^-(aq)$$

படி நிலை 2

$$H_2O_2(aq) + OI^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + I^-(aq) + O_2(g)$$

ஒட்டு மொத்த வினை

$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

மேற்கண்டுள்ள இரு வினைகளும் அடிப்படை வினைகளாகும். படிநிலை (1) மற்றும் படிநிலை (2) ல் உள்ள வினைகளுக்கான சமன்பாட்டினை ஒன்று சேர்ப்பதன் மூலம் ஒட்டு மொத்த வினைக்கான சமன்பாட்டினைப் பெறலாம். படிநிலை (1) ல் H_2O_2 மற்றும் I^- ஆகிய இரண்டு வினைபடு பொருட்களும் இடம் பெறுவதால் அப்படிநிலையே வினை வேகத்தினை தீர்மானிக்கும் படிநிலையாகும். மேலும், ஒட்டு மொத்த வினை, ஒரு இருமூலக்கூறு வினையாகும்.

வினைவகை மற்றும் மூலக்கூறு எண் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடுகள்

வ.எண்.	வினை வகை	மூலக்கூறு எண்
1	சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட வேகவிதியில் இடம் பெற்றுள்ள செறிவு உறுப்புகளின் அடுக்குகளின் கூடுதல் வினைவகை எனப்படும்	ஒரு அடிப்படை வினையில், இடம் பெறும் வினைபடு மூலக்கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை மூலக்கூறு எண் எனப்படும்.
2	பூஜ்யமாகவோ, பின்னமாகவோ பிற முழு எண்களாகவோ இருக்கலாம்.	இது எப்போதும் முழு எண் மதிப்பினை மட்டுமே பெறும். பூஜ்யமாகவோ, பின்ன எண்ணாகவோ இருக்க முடியாது.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 234 18-12-2021 22:01:45

3	ஒட்டுமொத்த வினைக்கும் வினைவகை வழங்கப்படுகிறது.	வினை வழிமுறையில் இடம் பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு படிநிலைக்கும் மூலக்கூறு எண் வழங்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 1:

நைட்ரிக் ஆக்ஸைடானது, ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து NO_2 உருவாகும் வினையினைக் கருதுவோம்.

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

(அ) NO, O_2, மற்றும் NO_2 ஆகியனவற்றின் செறிவுகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளின் அடிப்படையில் வினை வேகத்தினைக் குறிப்பிடுக.

(ஆ) ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் $[O_2]$ ன் செறிவு 0.2 mol $L^{-1}s^{-1}$ என்ற அளவில் குறைகிறது எனில் அந்நேரத்தில், NO_2 ன் செறிவு எந்த வீதத்தில் அதிகரிக்கும்?

தீர்வு:

அ) வினை வேகம் $= \frac{-1}{2}\frac{d[NO]}{dt} = \frac{-d[O_2]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[NO_2]}{dt}$

ஆ) $\frac{-d[O_2]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[NO_2]}{dt}$

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = 2x\left(\frac{-d[O_2]}{dt}\right) = 2\text{ x}0.2\text{ mol }L^{-1}s^{-1}$$

$$= 0.4\text{ mol }L^{-1}s^{-1}$$

தன் மதிப்பீடு 1

1). பின்வரும் வினைகளை அடிப்படை வினைகளாகக் கருத்திற்கொண்டு அவ்வினைகளுக்கான வினைவேகத்தினைக் குறிப்பிடும் சமன்பாடுகளை எழுதுக.

i) $3A + 5B_2 \longrightarrow 4CD$

ii) $X_2 + Y_2 \longrightarrow 2XY$

2). $N_2O_5(g)$ சிதைவடைந்து $NO_2(g)$ மற்றும் $O_2(g)$ ஆகியனவற்றைத் தரும் வினைகளைக் கருதுக. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் $N_2O_5(g)$ ன் மறைதல் வேகம் $2.5x10^{-2}$ mol $dm^{-3}s^{-1}$ எனில், NO_2 மற்றும் O_2 ஆகியனவற்றின் உருவாதல் வேகத்தின் மதிப்புகளைக் காண்க. வினையின் வினைவேகம் என்ன?

எடுத்துக்காட்டு 2

1. பின்வரும் வினைகளில், ஒவ்வொரு வினைபடு பொருள்களைப் பொறுத்து வினைவேகங்களைக் குறிப்பிடுக. வினையின் ஒட்டுமொத்த வினைவகையைக் கண்டறிக.

(அ). $5Br^-(aq) + BrO_3^-(aq) + 6H^+(aq) \longrightarrow 3Br_2(l) + 3H_2O(l)$

சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட வேகவிதி

வினைவேகம் $= k\,[Br^-][BrO_3^-][H^+]^2$

(ஆ). $CH_3CHO(g) \xrightarrow{\Delta} CH_4(g) + CO(g)$

சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட வேகவிதி

வினைவேகம் $= k\,[CH_3CHO]^{\frac{3}{2}}$

தீர்வு

அ) Br^- ஐப் பொறுத்து முதல் வகை மேலும் BrO_3^- ஐப் பொறுத்து இரண்டாம் வகை. எனவே, வினையின் ஒட்டுமொத்த வினைவகை $1 + 1 + 2 = 4$

ஆ) அசிட்டால்டிஹைடைப் பொறுத்த வரையில் வினைவகை $\frac{3}{2}$. ஒட்டு மொத்த வினை வகையின் மதிப்பும் $\frac{3}{2}$ ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 3

2. $x + 2y \rightarrow$ விளைபொருள், $[x]=[y]=0.2$ M என்ற வினையின் வினைவேகமானது $4\text{ x }10^{-3}$mol $L^{-1}s^{-1}$ எனும் போது, 400Kல் வினைவேக மாறிலி $2\text{ x }10^{-2}s^{-1}$ இவ்வினையின் ஒட்டுமொத்த வினைவகையைக் கண்டறிக.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 235 18-12-2021 22:01:58

தீர்வு :

வினைவேகம் $= k\,[x]^n[y]^m$

$4 \times 10^{-3}\,mol\,L^{-1}s^{-1} = 2 \times 10^{-2}\,s^{-1}(0.2mol\,L^{-1})^n\,(0.2mol\,L^{-1})^m$

$$\frac{4 \times 10^{-3}\,mol\,L^{-1}s^{-1}}{2 \times 10^{-2}\,s^{-1}} = (0.2)^{n+m}\left(mol\,L^{-1}\right)^{n+m}$$

$$0.2\left(mol\,L^{-1}\right) = (0.2)^{n+m}\left(mol\,L^{-1}\right)^{n+m}$$

இருபுறமும் அடுக்குகளை ஒப்பிடுக, வினையின் ஒட்டுமொத்த வினைவகை $n + m = 1$

தன்மதிப்பீடு 2

1). $X + Y \longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற வினையில், $[x]$ ஐ நான்கு மடங்காக்கும் போது வினைவேகம் எட்டு மடங்காகிறது மேலும் $[x]$ மற்றும் $[y]$ ஆகிய இரண்டையும் நான்கு மடங்காக்கும் போது வினைவேகம் பதினாறு மடங்காகிறது எனில் X மற்றும் Y ஐப் பொறுத்து வினைவகை மற்றும் ஒட்டுமொத்த வினைவகை ஆகியனவற்றினைக் கண்டறிக.

2). $2NO(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NOCl(g)$ என்ற வினைக்கு, கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரவுகளின் அடிப்படையில் ஒவ்வொரு வினைபொருளைப் பொறுத்து வினைவகை மற்றும் ஒட்டுமொத்த வினைவகை ஆகியனவற்றின் மதிப்புகளைக் காண்க.

சோதனை எண்	துவக்கச் செறிவு		துவக்க வினை வேகம்
	NO	Cl_2	NOCl $mol\,L^{-1}s^{-1}$
1	0.1	0.1	7.8×10^{-5}
2	0.2	0.1	3.12×10^{-4}
3	0.2	0.3	9.36×10^{-4}

7.5 தொகைப்படுத்தப்பட்ட வினைவேகச் சமன்பாடுகள் The integrated rate equation:

வினைவேகம், அதாவது வினைபடு பொருள்களின் செறிவு மாறுபாட்டு வீதமானது, அத்தருணத்தில் வினைபடுபொருள்களின் செறிவிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் என நாம் கற்றறிந்துள்ளோம். ஒரு பொதுவான வினைக்கு,

$A \longrightarrow$ விளைபொருள்

வேக விதியானது,

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{-d[A]}{dt} = k\,[A]^x$$

இங்கு k என்பது வினைவேக மாறிலி, x என்பது வினைவகை. மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடு ஒரு வகைக்கெழுச் சமன்பாடாகும். இச்சமன்பாட்டில் $\frac{-d[A]}{dt}$ இடம் பெற்றுள்ளதால் இச்சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி எந்த ஒரு நேரத்திலும் வினைவேகத்தைக் கண்டறியலாம். எனினும் மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி

(i) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வினைபடு பொருள் (A) வினைபுரிய எவ்வளவு நேரமாகும்?

(ii) 't' நேரத்திற்குப் பின் வினைபடு பொருளின் செறிவு என்னவாக இருக்கும்? போன்ற வினாக்களுக்கு உரிய விடையினை நேரடியாக பெற இயலாது.

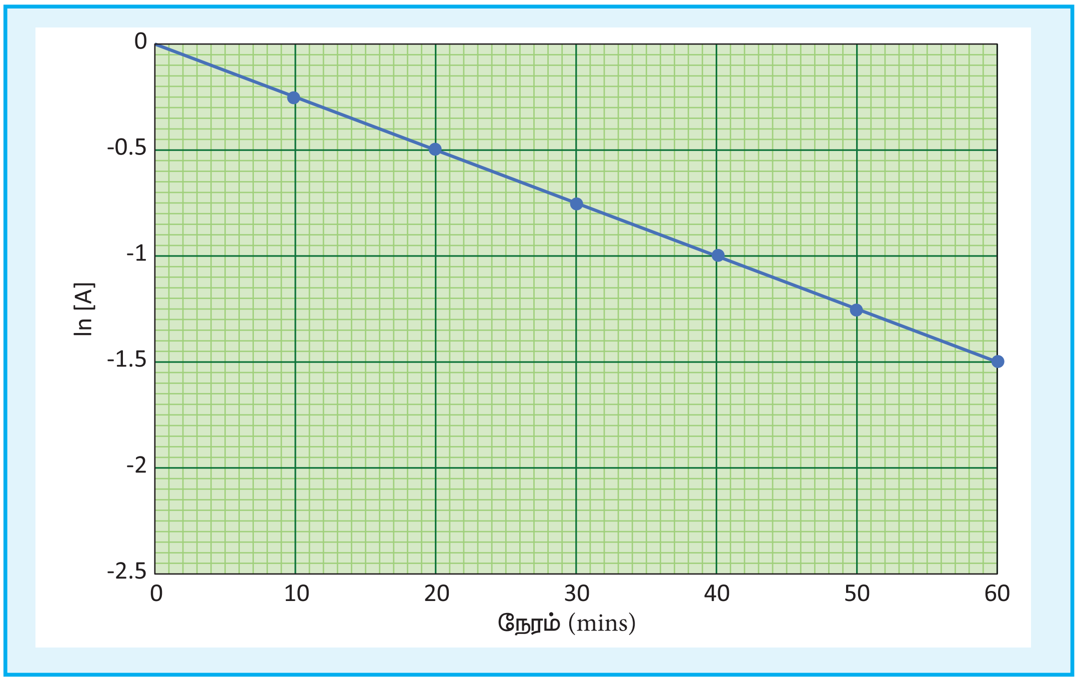
எனவே, நேரத்தை ஒரு மாறியாகக் கொண்டிருக்கக்கூடிய வேக விதியின் தொகைப்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு வடிவத்தினை பெறுவதன் மூலம் நாம் மேற்கண்டுள்ளனவற்றிற்கு தீர்வு காண இயலும்.

7.5.1 ஒரு முதல் வகை வினைக்கான தொகைப்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு

ஒரு வினையின் வினைவேகமானது, அவ்வினையில் ஈடுபடும் வினைபடு பொருட்களின் செறிவுகளின் முதல் படியினைப் பொறுத்து அமையுமானால், அவ்வினைகள் முதல் வகை வினைகள் எனப்படும். பின்வரும் முதல் வகை வினையினைக் கருதுக.

$A \longrightarrow$ விளை பொருள்

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 236 18-12-2021 22:02:04



படம் 7.3 துவக்கச் செறிவு $[A_o]$=1.00M மற்றும் k=2.5x10^{-2} min^{-1} ஆக உள்ள $A \longrightarrow$ product என்ற வினைக்கு ln[A] Vs t வரைபடம்.

வேக விதியானது

வினைவேகம் $= k\,[A]^1$

இங்கு k என்பது முதல் வகை வினையின் வினைவேக மாறிலி

$$\frac{-d[A]}{dt} = k\,[A]^1$$

$$\Rightarrow \frac{-d[A]}{[A]} = k\,dt \qquad ...(1)$$

நேரம் t=0 முதல் t=t என அமையும் நேர எல்லையில், வினைபடுபொருட்களின் மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினைத் தொகைப்படுத்த, செறிவு எல்லை $[A_0]$ முதல் [A] ஆக அமைகிறது எனில், இந்த எல்லை மதிப்புகளில்

$$\int_{[A_0]}^{[A]} \frac{-d[A]}{[A]} = k\int_0^t dt$$

$$\left(-\ln[A]\right)_{[A_0]}^{[A]} = k[t]_0^t$$

$$-\left(\ln[A]-\ln[A_0]\right) = k\,(t-0)$$

$$-\ln[A]+\ln[A_0] = kt$$

$$\ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) = kt \qquad ...(2)$$

இச்சமன்பாடு இயல் மடக்கையில் அமைந்துள்ளது. இதனை வழக்கமான 10ஐ அடிமானமாகக் கொண்ட, மடக்கைக்கு மாற்ற சமன்பாட்டினை 2.303 ஆல் பெருக்க வேண்டும்.

$$2.303\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) = kt$$

$$k = \frac{2.303}{t}\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) \quad ----- (3)$$

சமன்பாடு (2) ஐ $y = mx + c$ என்ற வடிவில் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\ln[A_0]-\ln[A] = kt$$

$$\ln[A] = \ln[A_0]-kt$$

$$\Rightarrow y = c + mx$$

சீரான நேர இடைவெளிகளில், வினைபடு பொருட்களின் செறிவினைக் கண்டறிவதன் மூலம் வினை நிகழ்வதைக் கண்காணித்தால் அம்முடிவுகளின் அடிப்படையில் வரையப்படும், ln[A] vs t வரைபடமானது எதிர்குறி சாய்வுடன் கூடிய நேர்கோட்டினைத் தரும். இதிலிருந்து வினை வேக மாறிலியின் மதிப்பினை நாம் கண்டறியலாம்.

முதல் வகை வினைக்கான எடுத்துக்காட்டுகள்

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 237 18-12-2021 22:02:12

(i) நைட்ரஜன் பென்டாக்ஸைடு சிதைவுறுதல், $N_2O_5(g) \longrightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$

(ii) சல்பியூரைல் குளோரைடு சிதைவுறுதல், $SO_2Cl_2(l) \longrightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$

(iii) H_2O_2 ன் நீர்க்கரைசல் சிதைவடைதல் $H_2O_2(aq) \longrightarrow H_2O(l) + \frac{1}{2}O_2(g)$

(iv) வளைய புரப்பேனானது புரப்பீனாக மாற்றியமாதல்.

போலி முதல் வகை வினைகள்

உயர் வகை வினைகளின் வேதி வினை வேகவியல் ஆய்வுகள் சிக்கலானவை. எடுத்துக்காட்டாக, இரு வேறு வினைபடுபொருட்கள் வினைபடும் ஒரு இரண்டாம் வகை வினையில் , இரு வினைபடுபொருட்களின் செறிவுகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை ஒரே நேரத்தில் கண்டறிதல் என்பது எளிதானதன்று. இத்தகைய நடைமுறைச் சிக்கல்களைத் தவிர்க்க, ஒரு இரண்டாம் வகை வினையில், ஏதேனும் ஒரு வினைபடுபொருளின் அளவினை மிக அதிக அளவில் எடுத்துக்கொள்வதன் மூலம் அவ்வினையினை முதல் வகை வினையாக மாற்றியமைக்கலாம். இவ்வாறு மாற்றியமைக்கப்படும் வினைகள் போலி முதல் வகை வினைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அமில முன்னிலையில் எஸ்டர்களின் நீராற்பகுப்பினைக் கருதுவோம்.

$$CH_3COOCH_3\ (aq) + H_2O\ (l) \xrightarrow{H^+} CH_3COOH\ (aq) + CH_3OH\ (aq)$$

$$\text{வினைவேகம்} = k\,[CH_3COOCH_3]\,[H_2O]$$

இவ்வினையானது, அதிக அளவு நீரைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படின், நீராற்பகுத்தலின் போது, அதன் செறிவில் குறிப்பிடத் தகுந்த அளவு மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. அதாவது, ஏறத்தாழ நீரின் செறிவு மாறிலியாகும்.

இந்நிலையில், $k\,[H_2O] = k'$ என வரையறுக்க, எனவே மேற்கண்டுள்ள வேகச் சமன்பாடானது பின்வருமாறு மாற்றமடையும்.

$$\text{வினைவேகம்} = k'\,[CH_3COOCH_3]$$

எனவே இவ்வினை முதல்வகை வினையாகிறது.

7.5.2 பூஜ்ய வகை வினைக்கான தொகைப்படுத்தப்பட்ட வேக விதி

செறிவு எல்லை முழுமைக்கும் ஒரு வினையின் வினைவேகமானது, வினைபடு பொருட்களின் செறிவினைப் பொறுத்து அமையவில்லை எனில் அவ்வினை பூஜ்ய வகை வினை என அழைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய வினைகள் அரிதானவை. பின்வரும் கருத்தியலான பூஜ்ய வகை வினையைக் கருத்திற் கொள்வோம்.

$A \longrightarrow$ விளை பொருள்

வேகவிதியினைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\text{வினைவேகம் Rate} = k\,[A]^0$$

$$\frac{-d[A]}{dt} = k\,(1) \qquad \left(\because [A]^0 = 1\right)$$

$$\Rightarrow \quad -d[A] = k\,dt$$

$t=0$ எனும் போது செறிவு $[A_0]$ மற்றும், $t=t$ எனும் போது செறிவு $[A]$ என அமையும் எல்லையில் மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டை தொகையிட

$$-\int_{[A_0]}^{[A]} d[A] = k\int_0^t dt$$

$$-\left([A]\right)_{[A_0]}^{[A]} = k\,(t)_0^t$$

$[A_0]-[A] = kt$

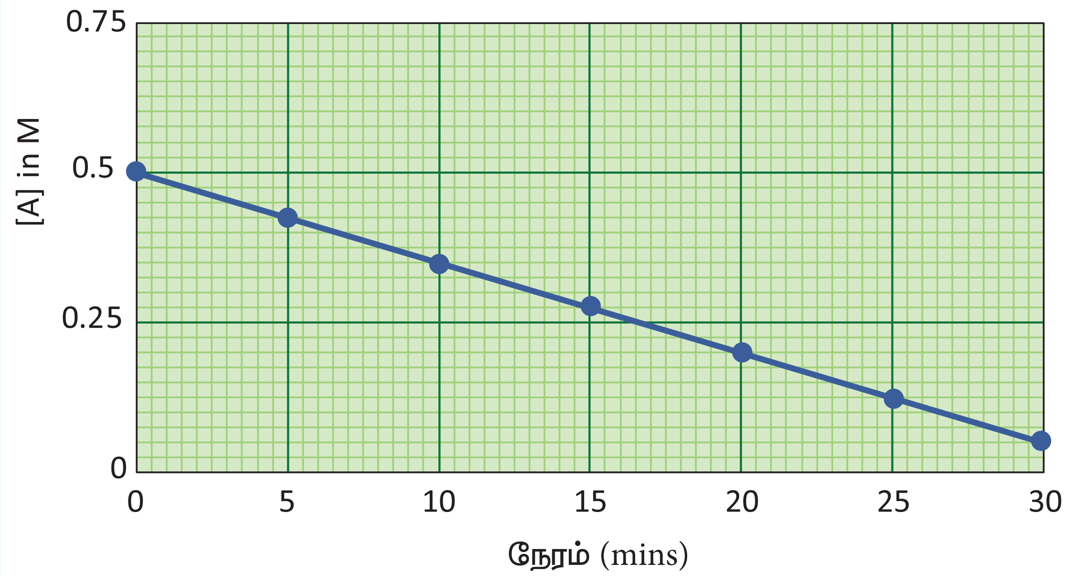
$$k = \frac{[A_0]-[A]}{t} \qquad ...(2)$$

சமன்பாடு (2) ஆனது $y = mx + c$ வடிவில் உள்ளது.

அதாவது, $[A] = -kt + [A_0]$

$\Rightarrow y = c + mx$

$[A]$ vs நேரம் – வரைபடமானது $-k$ என்ற சாய்வு மதிப்பினையும், $[A_0]$ என்ற y– வெட்டுத்துண்டு மதிப்பினையும் பெற்றுள்ள ஒரு நேர்கோட்டினைத் தரும்.



படம் 7.4 துவக்கச் செறிவு $[A_0]$=0.5 m மற்றும் வினைவேக மாறிலி $k = 1.5x10^{-2} mol^{-1}L^{-1}min^{-1}$ என அமையும் $A \longrightarrow$ விளை பொருள் என்ற பூஜ்ய வகை வினைக்கான [A] Vs t வரைபடம்.

பூஜ்ய வினைக்கான சான்றுகள்:

1. H_2 மற்றும் Cl_2 ஆகியவற்றிற்கிடையேயான ஒளி வேதிவினை.
   $$H_2(g)+Cl_2(g) \xrightarrow{hv} 2HCl(g)$$
2. சூடான பிளாட்டினம் புறப்பரப்பில் N_2O சிதைவடைதல்
   $$N_2O(g) \rightleftharpoons N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$
3. அசிட்டோன் அமில ஊடகத்தில் அயோடினேற்றம் அடைவது, அயோடினை பொறுத்து பூஜ்ய வகை வினை
   $$CH_3COCH_3 + I_2 \xrightarrow{H^+} ICH_2COCH_3 + HI$$
   வினைவேகம் $= k\,[CH_3COCH_3]\,[H^+]$

A என்ற ஒரு வினைபொருள் மட்டுமே பங்கேற்கும் n^{th} வகை வினைக்கான பொதுவான வினைவேகச் சமன்பாடு

$A \longrightarrow$ வினைபொருள்

வேகவிதி, $\frac{-d[A]}{dt} = k[A]^n$

$n \neq 1$ எனும் நிலையைக் கருதுக. மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டை $t = 0$ எனும் போது செறிவு $[A_0]$ ஆகவும் $t = t$ எனும் போது செறிவு $[A]$ ஆகவும் உள்ள எல்லையில் தொகையீடு செய்யும் போது பின்வரும் சமன்பாடு பெறப்படுகிறது.

$$\frac{1}{[A]^{n-1}} - \frac{1}{[A_0]^{n-1}} = (n-1)kt$$

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 239 18-12-2021 22:02:30

7.6 ஒரு வினையின் அரைவாழ்காலம்

ஒரு வினையில் வினைபடுபொருளின் செறிவானது அதன் துவக்க அளவில் சரிபாதியாக குறைவதற்குத் தேவைப்படும் காலம் அவ்வினையின் அரைவாழ் காலம் என அழைக்கப்படுகின்றது. முதல் வகை வினையினைப் பொறுத்த வரையில் அரைவாழ் காலமானது மாறிலியாகும். அதாவது, அரை வாழ் காலமானது வினைபடு பொருளின் துவக்கச் செறிவினைப் பொறுத்து அமைவதில்லை.

ஒரு முதல் வகை வினைக்கான வினைவேக மாறிலியானது,

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$t = t_{1/2}\ ;\ \text{எனில்}\ [A] = [A_0]/2$$

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}}\log\frac{[A_0]}{[A_0]/2}$$

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}}\log 2$$

$$k = \frac{2.303\text{x}0.3010}{t_{1/2}} = \frac{0.6932}{t_{1/2}}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.6932}{k}$$

பூஜ்ய வகை வினைக்கான அரைவாழ்காலத்தை நாம் கண்டறிவோம்.

$$\text{வினைவேக மாறிலி}, k = \frac{[A_0]-[A]}{t}$$

$$t = t_{1/2}\ ;\ \text{எனில்}\ [A] = [A_0]/2$$

$$k = \frac{[A_0] - [A_0]/2}{t_{1/2}}$$

$$k = \frac{[A_0]}{2t_{1/2}}$$

$$t_{1/2} = \frac{[A_0]}{2k}$$

எனவே, முதல் வகை வினையைப்போல் அல்லாமல், பூஜ்ய வகை வினையின் அரைவாழ் காலமானது, வினைபடுபொருட்களின் துவக்கச் செறிவிற்கு நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது என அறிகிறோம்.

A மட்டும் வினைபடு பொருளாக உள்ள $n \neq 1$ ஆக உள்ள n–வகை வினைகளுக்கான அரை வாழ்காலம்.

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)k\,[A_0]^{n-1}}$$

எடுத்துக்காட்டு 4

(i) ஒரு முதல்வகை வினையானது 90% நிறைவு பெற 8 மணி நேரம் தேவைப்படுகிறது எனில், அவ்வினை 80% நிறைவு பெற தேவையான நேரத்தினைக் கணக்கிடுக.

$(\log 5 = 0.6989\ ;\ \log 10 = 1)$

தீர்வு

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு

$$k = \frac{2.303}{t}\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right) \quad ....(1)$$

$[A_0] = 100M$ என்க

$t = t_{90\%}\ ;\ [A] = 10M$ (கொடுக்கப்பட்டது $t_{90\%} = 8h$)

எனும் போது,

$t = t_{80\%}\ ;\ [A] = 20M$

$$k = \frac{2.303}{t_{80\%}}\log\left(\frac{100}{20}\right)$$

$$t_{80\%} = \frac{2.303}{k}\log(5) \quad \text{———}(2)$$

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்களிலிருந்து k மதிப்பினைக் கண்டறிதல்.

$$k = \frac{2.303}{t_{90\%}}\log\left(\frac{100}{10}\right)$$

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 240 18-12-2021 22:02:39

$$k = \frac{2.303}{8 \text{ hours}} \log 10$$

$$k = \frac{2.303}{8 \text{ hours}} (1)$$

k ன் மதிப்பினைச் சமன் (2) ல் பிரதியிட,

$$t_{80\%} = \frac{2.303}{2.303/8 \text{ hours}} \log(5)$$

$$t_{80\%} = 8\text{hours x } 0.6989$$

$$t_{80\%} = 5.59\text{hours}$$

எடுத்துக்காட்டு 5

(ii) 500K வெப்பநிலையில், $X \longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற ஒரு முதல் வகை வினையின் அரை வாழ் காலம் $6.932 \text{ x } 10^4 s$ at 500K வெப்பநிலையில் x ஐ வெப்பப்படுத்தும் போது 100 நிமிடங்களில், அது எவ்வளவு சதவீதம் சிதைவடைந்திருக்கும்? $(e^{0.06} = 1.06)$

தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டவை $t_{1/2} = 0.6932 \text{ x } 10^4 s$

தீர்க்க t=100 min எனும் போது,

$$\frac{[A_0]-[A]}{[A_0]} \text{x } 100 = ?$$

முதல் வகை வினைக்கு $t_{1/2} = \frac{0.6932}{k}$ என நாம் அறிவோம்.

$$k = \frac{0.6932}{6.932 \text{ x } 10^4}$$

$$k = 10^{-5} s^{-1}$$

$$k = \left(\frac{1}{t}\right) \ln \left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$10^{-5} s^{-1} \text{ x } 100 \text{ x } 60 \text{ s} = \ln \left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$0.06 = \ln \left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$\frac{[A_0]}{[A]} = e^{0.06}$$

$$\frac{[A_0]}{[A]} = 1.06$$

$$\therefore \frac{[A_0]-[A]}{[A_0]} \times 100 \%$$

$$= \left(1 - \frac{[A]}{[A_0]}\right) \times 100 \%$$

$$= \left(1 - \frac{1}{1.06}\right) \times 100 \%$$

$$= 5.6 \%$$

எடுத்துக்காட்டு 6

ஒரு முதல் வகை வினையானது 99.9% நிறைவடைய தேவையான நேரமானது, அவ்வினை பாதியளவு நிறைவடைய தேவையான நேரத்தைப் போல தோராயமாக பத்து மடங்கு எனக் காட்டுக.

$[A_0] = 100$; என்க

$t = t_{99.9\%}$; $[A] = (100-99.9) = 0.1$

$$k = \frac{2.303}{t} \log \left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$t_{99.9\%} = \frac{2.303}{k} \log \left(\frac{100}{0.1}\right)$$

$$t_{99.9\%} = \frac{2.303}{k} \log 1000$$

$$t_{99.9\%} = \frac{2.303}{k} (3)$$

$$t_{99.9\%} = \frac{6.909}{k}$$

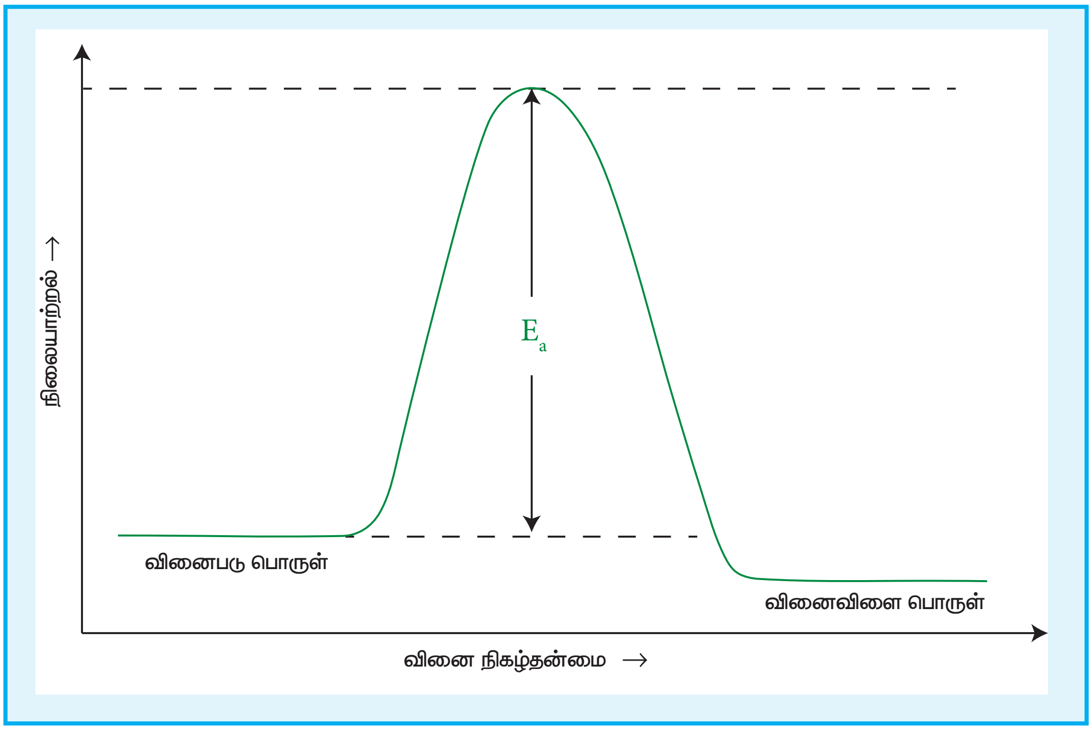
$$t_{99.9\%} \simeq 10 \text{ x } \frac{0.69}{k}$$

$$t_{99.9\%} \simeq 10 \, t_{1/2}$$

தன்மதிப்பீடு 3 :

(1) $A \longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற முதல் வகை வினையில் A ஆனது 60% சிதைவடைய 40 நிமிடங்கள் தேவைப்படுகிறது. இவ்வினையின் அரை வாழ் காலம் என்ன?

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 241 18-12-2021 22:02:53



படம் 7.5 வினை நிகழ் செயல்பாடு

(2) ஒரு முதல் வகை வினையின் வினைவேக மாறிலி $2.3 \times 10^{-4}\ s^{-1}$ வினைபடுபொருட்களின் ஆரம்பச் செறிவு 0.01m எனில் 1 மணி நேரத்திற்குப் பின்னர் எஞ்சியிருக்கும் வினைபடு பொருளின் செறிவு யாது?

(3) ஒரு எஸ்டரின் நீராற்பகுப்பு வினையானது அவ்வினையில் உருவாகும் கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தை சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடிற்கு எதிராக தரம் பார்த்தல் மூலம் கண்காணிக்கப்படுகிறது. வெவ்வேறு கால இடைவெளிகளில் எஸ்டரின் செறிவானது பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

நேரம் (min)	0	30	60	90
எஸ்டரின் செறிவு mol L^{-1}	0.85	0.80	0.754	0.71

மேற்க்கண்ட வினை ஒரு முதல் வகை எனக் காட்டுக.

7.7 மோதல் கொள்கை

1916ல் மேக்ஸ் ட்ராட்ஸ் என்பவராலும் 1918ல் வில்லியம் லூயிஸ் என்பவராலும் இக்கொள்கை தனித்தனியே முன்மொழியப்பட்டது. மோதல் கொள்கையானது வாயுக்களின் இயக்கவியற்கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இக்கொள்கையின்படி, வினைபடு பொருட்களின் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல் நிகழ்வதால் வேதி வினைகள் நிகழ்கின்றன. பின்வரும் வினையினைக் கருத்திற் கொண்டு மோதல் கொள்கையினை நாம் புரிந்துக் கொள்வோம்.

$$A_2(g) + B_2(g) \longrightarrow 2AB(g)$$

A_2 மற்றும் B_2 ஆகிய மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழும் மோதலின் காரணமாக அவைகளுக்கிடையே வேதி வினை நிகழ்வதாக நாம் கருதினால், அவ்வினையின் வேகமானது ஒரு வினாடியில் அம்மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நடைபெறும் மோதல்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும்.

வினைவேகம் $\propto$ ஒரு லிட்டர் கன அளவில் ஒரு வினாடியில் மோதலுறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை (மோதல் வீதம்)

மோதல்களின் எண்ணிக்கையானது A_2 மற்றும் B_2 ஆகியனவற்றின் செறிவுகளுக்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும்.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 242 18-12-2021 22:02:56

மோதல் வீதம் $\propto [A_2][B_2]$

மோதல் வீதம் $= Z[A_2]\ [B_2]$

இங்கு Z என்பது மாறிலி

வாயுக்களில் மோதல் வீதத்தினை வாயுக்களின் இயக்கவியற் கொள்கையின் அடிப்படையில் கணக்கிட இயலும். அறை வெப்பநிலை (298K)ல் மற்றும் 1 atm அழுத்தத்தில் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஒரு வினாடியில் 10^9 மோதல்களுக்கு உட்படுவதாகக் கருதினால் அதாவது 10^{-9}வினாடியில் 1 மோதல் நடப்பதாகக் கருதுவோம். ஒவ்வொரு மோதலும் வினை நிகழ காரணமாக அமையுமேயானால் வினையானது 10^{-9} வினாடியில் நிறைவடைந்திருக்க வேண்டும். ஆனால் நடைமுறையில் இவ்வாறு நிகழ்வதில்லை. இதிலிருந்து அனைத்து மோதல்களும் வினை நிகழ காரணமாக அமைவதில்லை என அறிய முடிகிறது. வினை நிகழ வேண்டுமெனில், மோதலுறும் மூலக்கூறுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குறைந்தபட்ச ஆற்றலைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் அவ்வாற்றல் கிளர்வு ஆற்றல் என அழைக்கப்படுகிது. கிளர்வு ஆற்றலை விட குறைவான ஆற்றலைக் கொண்டுள்ள மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல் நிகழும் போது அவைகள் எவ்வித மாற்றங்களுக்கும் உட்படுவதில்லை ஆதலால் அம்மோதலின் காரணமாக வினையேதும் நிகழ்வதில்லை.

வினைநிகழ காரணமாக அமையும் மோதல்களின் விகிதம் (f) ஆனது பின்வரும் சமன்பாட்டால் ஏற்படுகிறது.

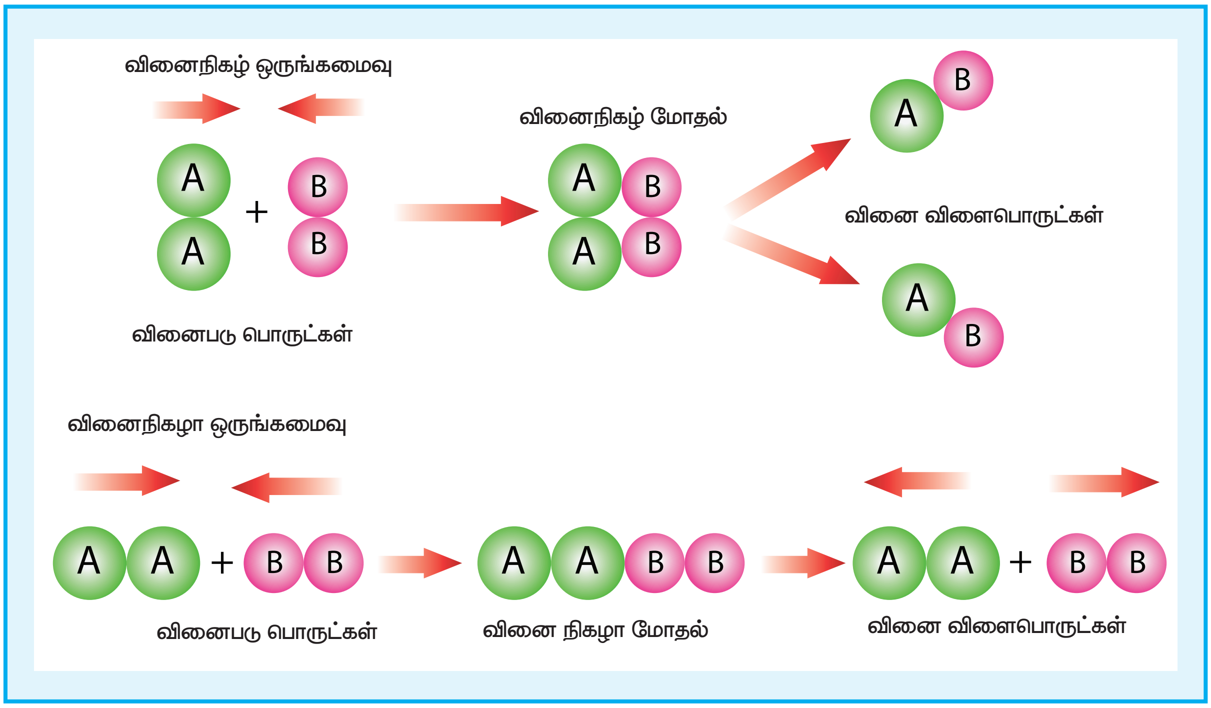
$$f = e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

இங்கு (f) என்பது மோதல் காரணி எனப்படுகிறது. இதன் எண் மதிப்பின் அளவினை புரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு 300K வெப்பநிலையில் 100 kJ mol^{-1} கிளர்வு ஆற்றலுடைய ஒரு வினைக்கு f ன் மதிப்பை நாம் கணக்கிடுவோம்.

$$f = e^{-\left(\frac{100\times10^3\,J\,mol^{-1}}{8.314J\,K^{-1}\,mol^{-1}\times 300K}\right)}$$

$$f = e^{-40} \approx 4 \times 10^{-18}$$

எனவே, 10^{18} மோதல்கள் நிகழும் போது நான்கு மோதல்கள் மட்டுமே வினைபடுபொருட்களை வினைவிளைபொருளாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன



படம் 7.6 வினைபடு பொருட்களின் திசை அமைவு– திட்ட மாதிரி வரைபடம்

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 243 18-12-2021 22:02:58

என அறிகிறோம். இந்த விகிதமானது வினைபடுபொருட்களின் திசைப்போக்கினைப் (Orientation) பொறுத்து மேலும் குறையும் அதாவது வினைபடு பொருட்கள் வினை நிகழத் தேவையான ஆற்றலைப் பெற்றிருந்தாலும் வினை இடைநிலை உருவாக சாதகமான திசைப் போக்கில் வினைபடு பொருட்களின் மோதல் நிகழ்ந்தால் மட்டுமே அவை வினைபுரியும்

படம் 7.6 ஆனது வினை நிகழ்வதில், வினைபடு பொருட்களின் திசைப் போக்கின் முக்கியத்துவத்தினை விளக்குகிறது.

தகுந்த திசைப்போக்குடன் அமைந்துள்ள வினை நிகழ காரணமாக உள்ள மோதல்களின் எண்ணிக்கையை இட அமைவுக் காரணி p தருகிறது.

$\Rightarrow$ வினைவேகம் $= p \times f \times$ மோதல் வீதம்

அதாவது

வினைவேகம் $= p \times e^{\frac{-E_a}{RT}} \times Z\,[A_2][B_2]$ ...(1)

வேகவிதிப்படி,

வினைவேகம் $= K\,[A_2]\,[B_2]$ ...(2)

இங்கு k என்பது வினைவேக மாறிலி

சமன்பாடு (1) மற்றும் (2) ஐ ஒப்பிட, வினைவேக மாறிலி k ஆனது

$$k = p\,Z\,e^{\frac{-Ea}{RT}}$$

7.8 அர்ஹீனியஸ் சமன்பாடு – வினைவேகத்தின் மீது வெப்பநிலையின் விளைவு

பொதுவாக, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, வினைவேகமும் அதிகரிக்கும். எனினும் இதில் சில விதிவிலக்குகளும் உண்டு. மேலும் வினைவேக அதிகரிப்பின் மதிப்பானது வினைக்கு வினை மாறுபடும். பெரும்பாலான வினைகளுக்கு 10^0C வெப்ப நிலை அதிகரிப்பிற்கு வினைவேகம் தோராயமாக இரு மடங்கு அதிகரிக்கும் எனலாம்.

செயல்பாடு

வினைவேகத்தின் மீது வெப்பநிலையின் விளைவினை புரிந்து கொள்ள நாம் இச்சோதனையினை மேற்கொள்வோம்.

(i) இரு சோதனைக் குழாய்களை எடுத்துக் கொண்டு, அவற்றை A, B எனப் பெயரிடுக.

(ii) Aல் 5ml குளிர்ந்த நீர், ஒரு துளி ஃபினாப்தலின் நிறங்காட்டி மற்றும் மெக்னீசியத் துருவல் ஆகியனவற்றைச் சேர்க்க.

(iii) Bல் இதே சோதனையை 5 ml சூடான நீரைக் கொண்டு மேற்கொள்ளவும்.

(iv) இரு சோதனைக் குழாய்களையும் உற்றுநோக்க.

(v) உற்றுநோக்கலின் மூலம் சோதனைக் குழாய் Bல் உள்ள கரைசல் இளஞ்சிவப்பு நிறமாக மாற்றமடைவதையும், அவ்வாறான மாற்றம் ஏதும் சோதனைக் குழாய் Aல் ஏற்படுவதில்லை என்பதனையும் அறியலாம். அதாவது சூடான நீர் மெக்னீசியத்துடன் பின்வருமாறு வினைபுரிகிறது. இவ்வினை குளிர்ந்த நீரில் நிகழ்வதில்லை.

$$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg^{2+} + 2OH^- + H_2\uparrow$$

(vi) இவ்வினையின் காரணமாக கரைசல் காரத் தன்மை பெறுவதால் பினாப்தலீன் இளஞ்சிவப்பு நிறமாகிறது.

அறைவெப்பநிலையில் நிகழாத பல வினைகள், உயர் வெப்பநிலையில் நிகழ்வதை நாம் அறிவோம். எடுத்துக்காட்டாக, அறைவெப்பநிலையில் H_2 மற்றும் O_2 வினைபுரிந்து நீரைத் தருவதில்லை ஆனால் மின்பாய்ச்சல் நிகழ்த்தும் போது H_2O உருவாகிறது.

பெரும்பாலான வினைகளில், அவ்வினையின் வினைவேக மாறிலியானது, $e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$ க்கு நேர்விகிதத்தில் அமையுமாறு வெப்பநிலையினைப் பொறுத்து வினைவேகம் மாறுபடுகிறது என அர்ஹீனியஸ் கருதினார். மேலும் அவைகளுக்கிடையேயான பின்வரும் தொடர்பினையும் அவர் முன்மொழிந்தார்.

$$k=Ae^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} \quad ....(1)$$

இங்கு A என்பது அதிர்வெண் காரணி

R என்பது வாயு மாறிலி

E_a என்பது வினையின் கிளர்வு ஆற்றல் மற்றும்

T என்பது தனிவெப்பநிலை (K அலகில்)

அதிர்வெண் காரணி (A) ஆனது ஒரு வினாடியில் வினைபடும் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழும் மோதல்களின் எண்ணிக்கையோடு தொடர்புடையது. இது வெப்பநிலையைப் பொறுத்து குறிப்பிடத்தகுந்த அளவு மாற்றமடையாததால் இதனை நாம் மாறிலியாகக் கருதலாம்.

E_a என்பது கிளர்வு ஆற்றலாகும். ஒரு மூலக்கூறானது வேதி வினைபுரிய பெற்றிருக்க வேண்டிய குறைந்தபட்ச ஆற்றல் என இதனை அர்ஹீனியஸ் கருதினார்.

சமன்பாடு (1)ன் இருபுறமும் மடக்கை எடுக்க

$$\ln k = \ln A + \ln e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (\therefore \ \ln e = 1)$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right) \quad ....(2)$$

$$y = c + m\,x$$

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாடு $y = mx + c$ என்ற வடிவில் உள்ளது.

$\ln k$ Vs $1/T$ ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வரைபடம் ஆனது $-\frac{E_a}{R}$ ஐ சாய்வாக உடைய ஒரு நேர் கோடாகும். இரு வேறு வெப்பநிலைகளில், வினைவேக மாறிலியின் மதிப்புகள் தெரிந்திருப்பின், கிளர்வு ஆற்றலை நாம் கணக்கிட இயலும்.

$T = T_1$ எனும் போது வினைவேக மாறிலி $k = k_1$

$$\ln k_1 = \ln A - \left(\frac{E_a}{RT_1}\right) \quad ....(3)$$

வெப்பநிலை $T=T_2$ எனும் போது, வினைவேக மாறிலி $k=k_2$

$$\ln k_2 = \ln A - \left(\frac{E_a}{RT_2}\right) \quad ....(4)$$

(4) – (3)

$$\ln k_2 - \ln k_1 = -\left(\frac{E_a}{RT_2}\right) + \left(\frac{E_a}{RT_1}\right)$$

$$\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

$$2.303\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$$\ln k_2 - \ln k_1 = -\left(\frac{E_a}{RT_2}\right) + \left(\frac{E_a}{RT_1}\right)$$

T_1 மற்றும் T_2 வெப்பநிலைகளில் வினைவேக மாறிலிகள் k_1 மற்றும் k_2 ஆகியனவற்றின் மதிப்புகளிலிருந்து

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 245 18-12-2021 22:03:11

மேற்கண்டுள்ள சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்திக் கிளர்வு ஆற்றல் E_a –ஐ கண்டறியலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 7

400K மற்றும் 200K ஆகிய வெப்பநிலைகளில் வினைவேக மாறிலிகள் முறையே 0.04 மற்றும் $0.02 s^{-1}$ எனில் கிளர்வு ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

அர்ஹீனியஸ் சமன்பாட்டின்படி,

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right)$$

$$T_2 = 400K \; ; \quad k_2 = 0.04\ s^{-1}$$

$$T_1 = 200K \; ; \quad k_1 = 0.02\ s^{-1}$$

$$\log\left(\frac{0.04\ s^{-1}}{0.02\ s^{-1}}\right) = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}}\left(\frac{400K - 200K}{200K \times 400K}\right)$$

$$\log(2) = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}}\left(\frac{1}{400K}\right)$$

$$E_a = \log(2) \times 2.303 \times 8.314\ JK^{-1}mol^{-1} \times 400K$$

$$E_a = 2305\ J\ mol^{-1}$$

எடுத்துக்காட்டு 8

ஒரு வினையின் வினைவேக மாறிலி k ஆனது வெப்பநிலையினைப் பொறுத்து பின்வருமாறு அர்ஹினீயஸ் சமன்பாட்டின் படி மாற்றமடைகிறது.

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{1}{T}\right)$$

இங்கு Ea என்பது கிளர்வு ஆற்றல் $\log k\ Vs\ \frac{1}{T}$ வரைபடம் வரையும் போது – 4000K சாய்வு உடைய நேர்கோடு பெறப்படுகிறது. கிளர்வு ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{1}{T}\right)$$

$$y = c + mx$$

$$m = -\frac{E_a}{2.303R}$$

$$E_a = -2.303\ R\ m$$

$$E_a = -2.303 \times 8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} \times (-4000K)$$

$$E_a = 76{,}589 J\ mol^{-1}$$

$$E_a = 76.589\ kJ\ mol^{-1}$$

தன்மதிப்பீடு 4 :

500K வெப்பநிலையில், ஒரு முதல் வகை வினைக்கு வினைவேக மாறிலி $8 \times 10^{-4} s^{-1}$ ஆகும். அவ்வினையின் கிளர்வு ஆற்றல் $190\ kJ\ mol^{-1}$ எனில் அதிர்வுக் காரணியைக் கணக்கிடுக.

7.9 வினைவேகத்தை பாதிக்கும் காரணிகள்

ஒரு வினையின் வினை வேகத்தினைப் பின்வரும் காரணிகள் பாதிக்கின்றன

1. வினைபடு பொருட்களின் நிலைமை மற்றும் இயைபு
2. வினைபடு பொருட்களின் செறிவு
3. வினைபடு பொருட்களின் புறப்பரப்பளவு
4. வினையின் வெப்பநிலை
5. வினைவேக மாற்றியைப் பயன்படுத்துதல்.

7.9.1 வினைபடு பொருட்களின் நிலைமை மற்றும் இயைபு

ஒரு வேதி வினையில், வினைபடு பொருட்களில் உள்ள சில பிணைப்புகள் பிளவுறுதல், மற்றும் சில புதிய பிணைப்புகள் உருவாதல் ஆகியனவற்றின் காரணமாக வினைவிளை பொருட்கள் உருவாகின்றன என நாம் அறிவோம். இச்செயல்முறையோடு தொடர்புடைய நிகர ஆற்றல் மாற்றமானது, வினைபடு பொருட்களின் தன்மையினைப் பொறுத்து அமைவதால், வெவ்வேறு

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 246 18-12-2021 22:03:19

வினைகள் வெவ்வேறு வினைவேகங்களைப் பெற்றுள்ளன.

பருமனறி பகுப்பாய்வின் தாங்கள் நன்கறிந்த பின்வரும் இரு வினைகளை ஒப்பிடுவோம்.

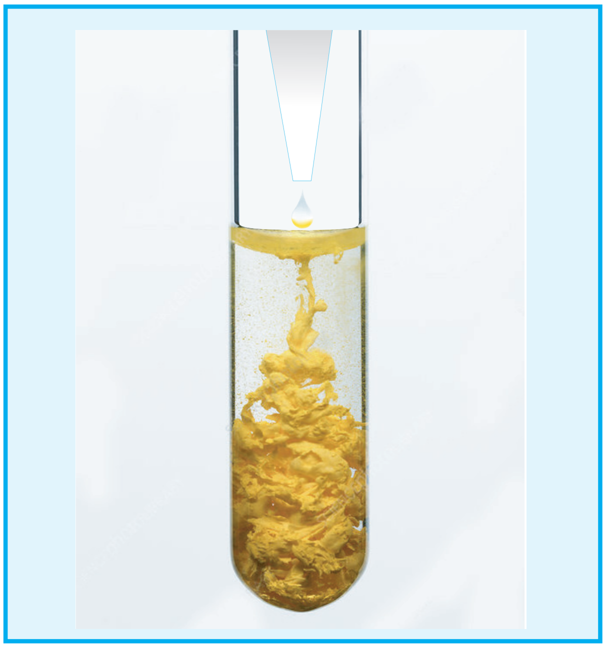
1). பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட் (FAS) மற்றும் $KMnO_4$ இடையே நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை.

2). ஆக்சாலிக் அமிலம் மற்றும் $KMnO_4$ இடையே நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை.

$KMnO_4$ ஆல் Fe^{2+} ஆக்சிஜனேற்றமடைவதை ஒப்பிடும் போது ஆக்சாலிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வினை மிக மெதுவாக நிகழும் ஒரு வினையாகும். மேலும் $KMnO_4$ மற்றும் ஆக்சாலிக் அமிலத்திற்கு இடையேயான வினை சுமார் 60^0C ல் நிகழ்த்தப்படுவதையும் நாம் அறிவோம்.

திட மற்றும் திரவ நிலைமைகளில் வினைபடுபொருட்கள் காணப்படும் வினைகளோடு ஒப்பிடும் போது வினை பொருட்கள் வாயு நிலைமையில் காணப்படின் அவ்வினையின் வினைவேகம் அதிகமாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, திட சோடியம் மற்றும் திட அயோடினுக்கு இடையேயான வினையோடு ஒப்பிடும் போது, அயோடின் ஆவியுடன் உலோக சோடியத்தின் வினையானது வேகமாக நடைபெறும்.

தாங்கள் காரீய உப்புகளைக் கண்டறிய பண்பறி பகுப்பாய்வில் மேற்கொள்ளும் மற்றுமொரு சோதனையைக் கருத்திற்கொள்வோம். நிறமற்ற காரீய நைட்ரேட் உப்புக்கரைசலுடன், நிறமற்ற பொட்டாசியம் அயோடைடின் நீர்க்கரைசலைச் சேர்க்கும் போது, இரு திரவங்களும் கலந்தவுடன் மஞ்சள் நிற காரீய அயோடைடு வீழ்படிவு உருவாகிறது. மாறாக திண்ம காரீய நைட்ரேட்டை திண்ம பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் கலக்கும் போது மஞ்சள் நிறம் மெதுவாக உருவாகிறது



7.9.2 வினைபடு பொருட்களின் செறிவு

வினைபடுபொருட்களின் செறிவு அதிகரிக்கும் போது வினையின் வேகமும் அதிகரிக்கின்றது. வினை வேகத்தின் மீதான வினைபடு பொருட்களினுடைய செறிவின் விளைவினை, மோதல் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி நாம் விளக்க இயலும். மோதல் கொள்கையின் படி, வினைவேகமானது, வினைபடும் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான மோதல்களின் எண்ணிக்கையினைப் பொறுத்து அமைகிறது. செறிவு அதிகரிக்கும் போது, மோதல் நிகழ அதிக வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. எனவே வினைவேகமும் அதிகரிக்கின்றது.

7.9.3 வினைபொருளின் புறப்பரப்பளவினால் ஏற்படும் விளைவு

பல படித்தான வினைகளில் திட வினைபொருட்களின் புறப்பரப்பளவானது வினைவேகத்தினைத் தீர்மானிப்பதில் ஒரு முக்கிய பங்காற்றுகிறது. கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுடைய வினைபொருளின் உருவளவு குறையும் போது அதன் புறப்பரப்பளவு அதிகரிக்கிறது. வினைபடுபொருட்களின் புறப்பரப்பளவு அதிகரிப்பதன் காரணமாக ஒரு லிட்டர் கன அளவில் ஒரு வினாடியில் அதிக மோதல்கள் நடைபெற வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. எனவே வினைவேகம் அதிகரிக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, தூளாக்கப்பட்ட கால்சியம்

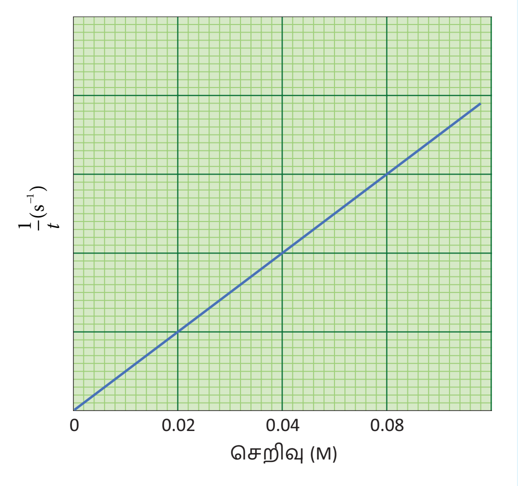
கார்பனேட் ஆனது அதே அளவுடைய $CaCO_3$ பளிங்குக் கல்லுடன் ஒப்பிடும் போது நீர்த்த HCl அமிலத்துடன் வேகமாக வினைபுரிகின்றது.

செயல்பாடு

1. மூன்று கூம்புக்குடுவைகளை எடுத்துக் கொள்க. அவற்றை A, B, மற்றும் C எனப் பெயரிடுக.
2. A, B, மற்றும் C ஆகிய கூம்புக்குடுவைகளில் முறையே பியூரெட்டினைப் பயன்படுத்தி 0.1M சோடியம் தயோசல்பேட் கரைசலில் 10ml, 20ml, 40ml எடுத்துக் கொள்வோம். அவைகளில் முறையே 40ml , 30ml மற்றும் 10ml வாலைவடிநீரைச் சேர்த்து ஒவ்வொரு கூம்புக்குடுவையில் உள்ள கரைசலின் கனஅளவினையும் 50ml ஆக்குக.
3. கூம்புக்குடுவை Aல் 10ml 1M HCl ஐச் சேர்க்க. பாதியளவு HCl சேர்க்கப்படும் நிலையில் நிறுத்துக்கடிகாரத்தை இயக்கவும். கூம்புக்குடுவையை கவனமாக குலுக்கிக் குறுக்குக் குறியிடப்பட்ட ஒரு பீங்கான் தட்டின் மீது படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வைக்கவும். கூம்புக் குடுவையை அதன் மேல்பகுதியிலிருந்து உற்று நோக்கு குறுக்குக் குறியீடு பார்வையிலிருந்து மறையும் தருணத்தில் நிறுத்து கடிகாரத்தை நிறுத்தி நேரத்தைக் குறித்துக் கொள்ளவும்.
4. B மற்றும் C ஆகியனவற்றில் உள்ள கரைசல்களைக் கொண்டு மீளவும் சோதனைகளை மேற்கொள்ளவும் இந்நேர்வுகளில் நேரங்களை அட்டவணையில் குறித்துக் கொள்ளவும்.

குடுவை	$Na_2S_2O_3$ ன் கன அளவு mL	நீரின் கன அளவு mL	$Na_2S_2O_3$ ன் திறன்	எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட நேரம் (t)
A	10	40	0.02	
B	20	30	0.04	
C	40	10	0.08	

$\frac{1}{t}$ Vs சோடியம் தயோசல்பேட் கரைசலின் செறிவு ஆகியவற்றிற்கிடையே வரைபடம் வரைக. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வரைபடம் பெறப்படும்.



இங்கு $\frac{1}{t}$ ஆனது வினை வேகத்தினை நேரிடையாக அளந்தறிய பயன்படுகிறது. எனவே, வினைபொருளின் $Na_2S_2O_3$ செறிவு அதிகரிப்பானது வினை வேகத்தினை அதிகரிக்கின்றது என அறிய முடிகிறது.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 248 18-12-2021 22:03:25

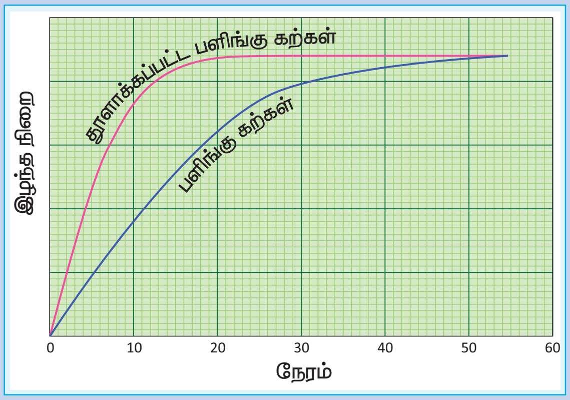
செயல்பாடு

ஒரு குடுவையில், நிறை அறியப்பட்ட பளிங்கு கற்கள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன, அதனுடன் குறிப்பிட்ட கனஅளவுடைய நீர்த்த HCl சேர்க்கப்படுகிறது. பாதியளவு HCl சேர்க்கப்படும் போது நிறுத்துக் கடிகாரம் இயக்கப்படுகிறது. வினை முழுவதும் நிறைவடையும் வகையில் சீரான கால இடைவெளிகளில் நிறை அளந்தறியப்படுகிறது. இதே சோதனையானது அதே நிறையுடைய நன்கு தூளாக்கப்பட்ட பளிங்குக் கற்களைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்பட்டு முடிவுகள் அட்டவணைப்படுத்தப்படுகின்றன.

வினை $CaCO_3(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O\,(l) + CO_2(g)$

வினை நிகழும் போது, கார்பன் டைஆக்ஸைடு வெளியேறுவதால், வினை நிகழ நிகழ குடுவையின் நிறை குறைந்து கொண்டே வருகிறது. எனவே, குடுவையின் நிறையினை அளந்தறிவதன் மூலம், வேதிவினையின் வேகத்தினை நாம் அறிய இயலும்.

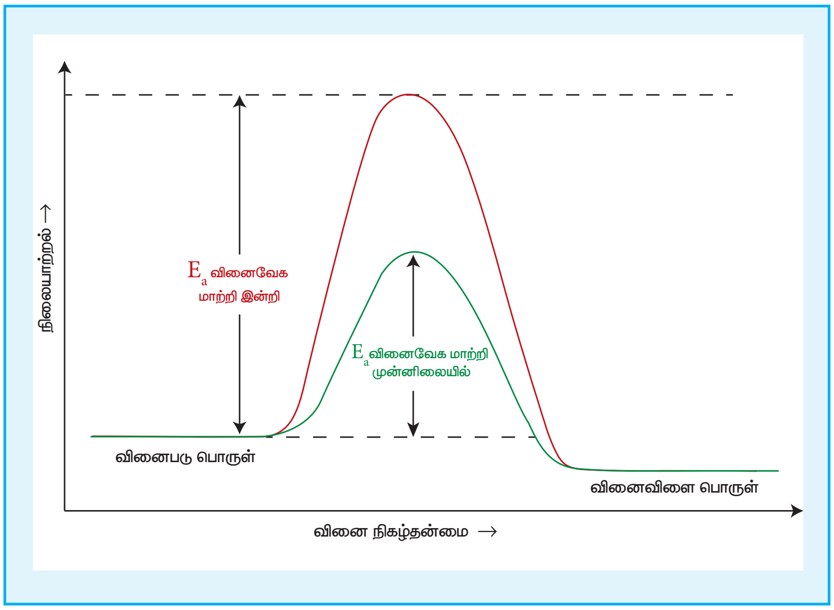
நிறை இழப்பு Vs நேரம் இவற்றிற்கிடையே வரைபடம் வரையும் போது படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வரைபடம் பெறப்படுகிறது.



தூளாக்கப்பட்ட பளிங்குக் கற்களைக் கொண்டு இச்சோதனையை நிகழ்த்தும் போது, வினையானது குறைவான நேரத்திலேயே நிறைவடைகின்றது. அதாவது, திட வினைபடுபொருட்களின் புறப்பரப்பளவு அதிகரிக்கும் போது வினைவேகம் அதிகரிக்கின்றது என அறிகிறோம்.

7.9.4 வினைவேக மாற்றியினைப் பயன்படுத்துவதன் விளைவு

வினைபடுபொருட்களின் செறிவு, வெப்பநிலை மற்றும் புறப்பரப்பளவு அதிகரிக்கும் போது வினைவேகம் ஓரளவிற்கு அதிகரிக்கும் என நாம் கற்றறிந்தோம். எனினும், சிறிதளவு வினை வேக மாற்றியினை பயன்படுத்துவதன் மூலம் வினை வேகத்தில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றத்தினை ஏற்படுத்த இயலும். ஒரு பொருள் தான் எந்த ஒரு நிரந்தரமான வேதிமாற்றத்திற்கும் உட்படாமல் வினையின் வேகத்தினை மாற்றியமைக்குமானால் அப்பொருள் வினை வேகமாற்றி எனப்படும். இவைகள் வேதி வினைகளில் பங்கேற்குமாயின், வினையின் இறுதியில் மீளவும் பெறப்படுகின்றன. வினைவேக மாற்றியினைப் பயன்படுத்துவதால் வினையின் கிளர்வு ஆற்றல் குறைகிறது. எனவே, ஆற்றல் தடையினை கடந்து சென்று விளைபொருளாக மாறும் வினைபடு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கின்றன. இதன் காரணமாக வினைவேகமும் அதிகரிக்கின்றது.



செயல்பாடு:

இரு சோதனைக் குழாய்களை எடுத்துக் கொண்டு A மற்றும் B எனப் பெயரிடுக. 7ml 0.1N ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல், 5ml 0.1N $KMnO_4$ கரைசல் மற்றும் 5ml 2N நீர்த்த H_2SO_4 கரைசல் ஆகியனவற்றை இரு சோதனைக் குழாய்களிலும் எடுத்துக் கொள்ளவும். இரு சோதனைக் குழாய்களிலும் உள்ள கரைசல்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும்.

இப்போது சிறிதளவு மாங்கனீஸ் சல்பேட் படிகங்களை A சோதனைக் குழாயிலிடவும். இளஞ்சிவப்பு நிறமானது மறையத் துவங்கி இறுதியில் முழுவதும் மறைகிறது. ஏனெனில் இந்நிகழ்வில் $MnSO_4$ வினைவேக மாற்றியாக செயல்பட்டு MnO_4^- ஆல் $C_2O_4^{-2}$ ன்ஆக்சிஜனேற்றமடையும் வினையின் வேகத்தினை அதிகரிக்கின்றது.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

மருந்தாக்க வேதியியலில் வேதி வினைவேகவியல்

மருந்தாக்க வேதியியலில், வேதி வினைவேகவியல் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றது. மருந்துகள் உடலினுள் செயல்திறன் மிக்கதாகச் செயல்படும் கால அளவு மற்றும் உயிர் செயல்பாடுகளுக்கு பயன்படும் அதன் அளவு ஆகியனவற்றைப் பற்றிப் படிக்கும் பிரிவு மருந்தாக்க வேதிவினை வேகவியல் என அழைக்கப்படுகிறது. மருத்துவர்கள் மருந்துகளை பரிந்துரைக்கும் போது, ஒரு நாளுக்கு மூன்று முறை, இருமுறை அல்லது ஒரே ஒருமுறை என மருந்துகளின் தன்மையினைப் பொறுத்து வெவ்வேறு கால அளவுகளில் பரிந்துரைப்பார்கள். இவ்வாறு பரிந்துரை செய்வதற்கு மருந்தாக்க வேதிவினை வேகவியல் ஆய்வுகள் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நாம் நன்கு அறிந்த வலி மற்றும் சுர நிவாரணியாகப் பயன்படும் பாராசிட்டமாலைக் கருதுவோம். மருந்தாக்க வேதிவினை வேகவியல் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் உடலினுள் இதன் அரை வாழ் காலம் 2.5 மணி நேரம் என கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அதாவது, இரத்த பிளாஸ்மாவில் இம்மருந்தின் அளவானது 2.5 மணி நேரத்தில் பாதியாகக் குறைகிறது. பத்து மணி நேரத்திற்குப் பின்னர் (நான்கு அரைவாழ்காலங்கள்) 6.25% மருந்து மட்டுமே எஞ்சியிருக்கும். இத்தகைய சோதனைகளின் அடிப்படையில் மருந்துகள் கொடுக்கப்படும் கால இடைவெளி தீர்மானிக்கப்படுகிறது. வழக்கமாக பாரசிட்டமால் மருந்தானது உடல் நிலையினைப் பொறுத்து ஆறு மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறை எடுத்துக் கொள்ள பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

பாடச் சுருக்கம்

- வேதி வினைவேகவியல் என்பது வெப்பநிலை, அழுத்தம், செறிவு போன்ற கொடுக்கப்பட்ட நிபந்தனைகளில் வேதிவினைகளின் வேகம் மற்றும் அவைகளின் வினை வழிமுறைகளைப் பற்றி கற்றறிவதாகும்.
- ஓரலகு காலத்தில் ஒரு வேதிவினையில் இடம்பெற்றுள்ள வினைப்பொருட்களின் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றம் அவ்வினையின் வினைவேகம் எனப்படுகிறது.
- வினை நிகழும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வினையின் வேகமானது அக்கணத்தில் வினைவேகம் (instantaneous rate) என அழைக்கப்படுகிறது. நாம் தேர்ந்தெடுக்கும் நேர இடைவெளியினைக் குறைத்துக் கொண்டே வரும் போது, வினைவேகத்தின் மதிப்பு, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கண்டறியப்படும் வினைவேக மதிப்பினை நெருங்குகிறது.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 250 18-12-2021 22:03:26

- எந்த ஒரு நேரத்திலும் வினைபடு பொருள்கள், வினைவிளைப் பொருட்களாக மாற்றப்படும் வேகத்தினை வினைவேகம் என்பது குறிப்பிடுகின்றது
- ஒரு வினையில் ஈடுபடும் ஒவ்வொரு வினைபடு பொருளின் செறிவும் $1 molL^{-1}$ ஆக உள்ளபோது, அத்தருணத்தில் வினையின் வேகமானது, அவ்வினையின் வினைவேக மாறிலிக்குச் சமமாகிறது..
- **வினை வகை** சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்ட வேகவிதியில் இடம் பெற்றுள்ள செறிவு உறுப்புகளின் அடுக்குகளின் கூடுதல் வினைவகை எனப்படும் **மூலக்கூறு எண்** ஒரு அடிப்படை வினையில், இடம் பெறும் வினைபடு மூலக்கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை மூலக்கூறு எண் எனப்படும்.
- ஒரு வினையில் வினைபடுபொருளின் செறிவானது அதன் துவக்க அளவில் சரிபாதியாக குறைவதற்குத் தேவைப்படும் காலம் அவ்வினையின் அரைவாழ் காலம் என அழைக்கப்படுகின்றது.அதாவது, அரை வாழ் காலமானது வினைபடு பொருளின் துவக்கச் செறிவினைப் பொறுத்து அமைவதில்லை.
- இக்கொள்கையின்படி, வினைபடு பொருட்களின் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல் நிகழ்வதால் வேதி வினைகள் நிகழ்கின்றன.
- பொதுவாக, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, வினைவேகமும் அதிகரிக்கும். எனினும் இதில் சில விதிவிலக்குகளும் உண்டு. மேலும் வினைவேக அதிகரிப்பின் மதிப்பானது வினைக்கு வினை மாறுபடும். பெரும்பாலான வினைகளுக்கு 10^0C வெப்ப நிலை அதிகரிப்பிற்கு வினைவேகம் தோராயமாக இரு மடங்கு அதிகரிக்கும் எனலாம்.
- E_a என்பது கிளர்வு ஆற்றலாகும். ஒரு மூலக்கூறானது வேதி வினைபுரிய பெற்றிருக்க வேண்டிய குறைந்தபட்ச ஆற்றல் என இதனை அர்ஹீனியஸ் கருதினார்.
- வினைவேகத்தை பாதிக்கும் காரணிகள் ஒரு வினையின் வினை வேகத்தினைப் பின்வரும் காரணிகள் பாதிக்கின்றன

  1. வினைபடு பொருட்களின் நிலைமை மற்றும் இயைபு
  2. வினைபடு பொருட்களின் செறிவு
  3. வினைபடு பொருட்களின் புறப்பரப்பளவு
  4. வினையின் வெப்பநிலை
  5. வினைவேக மாற்றியைப் பயன்படுத்துதல்.

மதிப்பிடுதல்

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. $A \longrightarrow B$ என்ற முதல் வகை வினையின் வினை வேக மாறிலி $x\ min^{-1}$. A ன் துவக்கச் செறிவு 0.01M எனில் ஒரு மணி நேரத்திற்குப் பிறகு A ன் செறிவு

அ) $0.01\ e^{-x}$ ஆ) $1\times10^{-2}\left(1-e^{-60x}\right)$

இ) $\left(1\times10^{-2}\right)e^{-60x}$ ஈ) இவை எதுவுமல்ல

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 251 18-12-2021 22:03:28

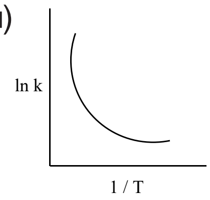
2. X $\longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற பூஜ்ய வகை வினையில் துவக்கச் செறிவு 0.02m மேலும் அரை வாழ்காலம் 10 min. 0.04m துவக்கச் செறிவுடன் ஒருவர் வினையினை நிகழ்த்தினால் அவ்வினையின் அரை வாழ்காலம்

அ) 10 s ஆ) 5 min இ) 20 min

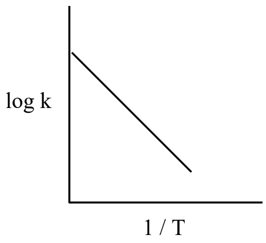
ஈ) கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்களிலிருந்து யூகித்து அறிய இயலாது.

3. ஒரு வினையின் வினைவேக மாறிலி மற்றும் வெப்பநிலைக்கு இடையேயான வரைபடம் பின்வருமாறு இவற்றுள் வெப்பநிலை முழுமைக்கும் அர்ஹீனியஸ் தன்மையினைக் குறிப்பிடும் வரைபடம் எது?

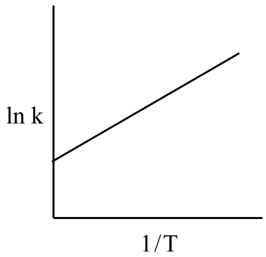
அ)



ஆ)



இ)



ஈ) (ஆ) மற்றும் (இ) ஆகிய இரண்டும்.

4. A $\longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற முதல் வகை வினையில் துவக்கச் செறிவு x mol L^{-1} மேலும் அரை வாழ்காலம் 2.5 hours. இதே வினைக்கு துவக்கச் செறிவு $\left(\frac{x}{2}\right)$ mol L^{-1} ஆக இருப்பின், அரை வாழ் காலம்.

அ) (2.5×2) hours ஆ) $\left(\frac{2.5}{2}\right)$ hours இ) 2.5 hours

ஈ) வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பினைத் தெரியாமல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்களிலிருந்து $t_{1/2}$ மதிப்பினைக் கண்டறிய இயலாது.

5. $2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3H_2$ என்ற வினைக்கு $\frac{-d[NH_3]}{dt} = k_1[NH_3]$, $\frac{d[N_2]}{dt} = k_2[NH_3]$, $\frac{d[H_2]}{dt} = k_3[NH_3]$ எனில், K_1, K_2 மற்றும் K_3 ஆகியவைகளுக்கிடையேயானத் தொடர்பு

அ) $k_1 = k_2 = k_3$ ஆ) $k_1 = 3\,k_2 = 2\,k_3$

இ) $1.5\,k_1 = 3\,k_2 = k_3$ ஈ) $2k_1 = k_2 = 3\,k_3$

6. குறைந்த அழுத்தத்தில் டங்ஸ்டன் புறப்பரப்பில் பாஸ்பைனின் (PH_3) சிதைவு வினை ஒரு முதல் வகை வினையாகும் ஏனெனில் (NEET)

அ) வினைவேகமானது கவரப்பட்ட புறப்பரப்பிற்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது.

ஆ) வினைவேகமானது கவரப்பட்ட புறப்பரப்பிற்கு எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது.

இ) வினைவேகமானது, கவரப்பட்ட புறப்பரப்பினைச் சார்ந்து அமைவதில்லை.

ஈ) சிதைவடைதல் வேகம் மெதுவானதாகும்.

7. ஒரு வினைக்கு, வினைவேகம் = k [அசிட்டோன்]$^{3/2}$ எனில், வினைவேக மாறிலி மற்றும் வினைவேகம் ஆகியனவற்றின் அலகுகள் முறையே

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 252 18-12-2021 22:03:33

அ) $(\text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1}), (\text{mol}^{-1/2}\ \text{L}^{1/2}\ \text{s}^{-1})$ ஆ) $(\text{mol}^{-1/2}\ \text{L}^{1/2}\ \text{s}^{-1}), (\text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1})$

இ) $(\text{mol}^{1/2}\ \text{L}^{1/2}\ \text{s}^{-1}), (\text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1})$ ஈ) $(\text{mol L s}^{-1}), (\text{mol}^{1/2}\ \text{L}^{1/2}\ \text{s})$

8. ஒரு வேதிவினையின் போது சேர்க்கப்படும் வினைவேக மாற்றி பின்வருவனவற்றுள் எதனை மாற்றியமைக்கிறது? (NEET)

அ. என்தால்பி ஆ. கிளர்வு ஆற்றல்

இ. என்ட்ரோபி ஈ. அக ஆற்றல்

9. பின்வரும் கூற்றுகளைக் கருதுக.

(i) வினைபடு பொருட்களின் செறிவு அதிகரிப்பானது, பூஜ்ய வகை வினையின் வினைவேகத்தினை அதிகரிக்கிறது.

(ii) $E_a = 0$ எனில், வினைவேக மாறிலி k ஆனது மோதல் எண் A க்குச் சமமாகிறது.

(iii) $E_a = \infty$ எனும் போது, வினைவேக மாறிலி k ஆனது மோதல் எண் A க்குச் சமமாகிறது.

(iv) $\ln(k)$ vs T வரைபடம் ஒரு நேர்கோடாகும்

(v) $\ln(k)$ vs $\left(\frac{1}{T}\right)$ வரைபடம் நேர்க்குறி சாய்வுடன் கூடிய ஒரு நேர் கோடாகும்.

சரியான கூற்றுகளாவன

அ) (ii) மட்டும் ஆ) (ii) மற்றும் (iv)

இ) (ii) மற்றும் (v) ஈ) (i), (ii) மற்றும் (v)

10. ஒரு மீள் வினையில், முன்னோக்கிய வினையின் என்தால்பி மாற்றம் மற்றும் கிளர்வு ஆற்றல்கள் முறையே $-x$ kJ mol^{-1} மற்றும் y kJ mol^{-1} ஆகும். எனவே, பின்னோக்கிய வினையின் கிளர்வு ஆற்றல்

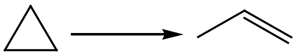
அ) $(y - x)$ kJ mol^{-1} ஆ) $(x + y)$ J mol^{-1}

இ) $(x - y)$ kJ mol^{-1} ஈ) $(x + y) \times 10^3$ J mol^{-1}

11. வெப்பநிலை 200K இருந்து 400K க்கு உயர்த்தப்படும் போது வினைவேகம் இரு மடங்கு அதிகரித்தால், கிளர்வு ஆற்றலின் மதிப்பு யாது? ($R = 8.314$ JK^{-1}mol^{-1})

அ) 234.65 kJ mol^{-1} ஆ) 434.65 kJ mol^{-1}

இ) 2.305kJ mol^{-1} ஈ) 334.65 J mol^{-1}

12.  இவ்வினை முதல் வகை வினையைச் சார்ந்தது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வினைவேக மாறிலி 2.303×10^{-2} hour^{-1} வளைய புரப்பேனின் துவக்கச் செறிவு 0.25M எனில், 1806 நிமிடங்களுக்குப்பின் வளையபுரப்பேனின் செறிவு என்ன? ($\log 2 = 0.3010$)

அ) 0.125M ஆ) 0.215M

இ) 0.25×2.303M ஈ) 0.05M

13. ஒரு முதல் வகை வினைக்கு, வினைவேக மாறிலி 6.909 min^{-1} எனில் 75% வினை நிறைவு பெற தேவையான காலம் (நிமிடங்கள்).

அ) $\left(\frac{3}{2}\right)\log 2$ ஆ) $\left(\frac{2}{3}\right)\log 2$

இ) $\left(\frac{3}{2}\right)\log\left(\frac{3}{4}\right)$ ஈ) $\left(\frac{2}{3}\right)\log\left(\frac{4}{3}\right)$

14. $x \longrightarrow y$ என்ற முதல் வகை வினையில் K என்பது வினைவேக மாறிலி மேலும் x ன் துவக்கச் செறிவு 0.1 M எனில், அரை வாழ் காலம்

அ) $\left(\frac{\log 2}{k}\right)$ ஆ) $\left(\frac{0.693}{(0.1)\ k}\right)$

இ) $\left(\frac{\ln 2}{k}\right)$ ஈ) இவை எதுவுமல்ல

15. $2A + B \longrightarrow C + 3D$ என்ற வினையின் வேக விதியினைக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பின்வரும் விவரங்களிலிருந்து கண்டறிக.

வினை எண்	[A] (min)	[B] (min)	துவக்கச் செறிவு ($M\ s^{-1}$)
1	0.1	0.1	x
2	0.2	0.1	$2x$
3	0.1	0.2	$4x$
4	0.2	0.2	$8x$

அ) வினை வேகம் $= k[A]^2[B]$ ஆ) வினை வேகம் $= k[A][B]^2$

இ) வினை வேகம் $= k[A][B]$ ஈ) வினை வேகம் $= k[A]^{1/2}[B]^{3/2}$

16. கூற்று : ஒரு வினை முதல் வகை வினையாக இருந்தால், வினைபடு பொருளின் செறிவு இரு மடங்காகும் போது, வினை வேகமும் இரு மடங்காகும்.

காரணம் : வினை வேக மாறிலியும் இரு மடங்காகும்

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, ஆனால் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமல்ல

இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

17. ஒரு வினையின் வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பு $5.8 \times 10^{-2}\ s^{-1}$ அவ்வினையின் வினைவகை

அ. முதல் வகை ஆ. பூஜ்ய வகை

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 254 18-12-2021 22:03:40

இ. இரண்டாம் வகை ஈ. மூன்றாம் வகை

18. $N_2O_5(g) \longrightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ என்ற வினைக்கு N_2O_5 ன் மறையும் வேகமானது 6.5×10^{-2} mol L^{-1} S^{-1} NO_2 மற்றும் O_2 ஆகியவைகளின் உருவாதல் வேகங்கள் முறையே

அ) $(3.25 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1})$ மற்றும் $(1.3 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1})$

ஆ) $(1.3\times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1})$ மற்றும் $(3.25 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1})$

இ) $(1.3 \times 10^{-1}\ mol\ L^{-1}s^{-1})$ மற்றும் $(3.25 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1})$

ஈ) இவை எதுவுமல்ல

19. H_2O_2 சிதைவடைந்து O_2 வைத் தரும் வினையில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு நிமிடத்திற்கு 48g O_2 உருவானால் அக்குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நீரின் உருவாதல் வேகம்.

அ) 0.75 mol min^{-1} ஆ) 1.5 mol min^{-1}

இ) 2.25 mol min^{-1} ஈ) 3.0 mol min^{-1}

20. வினைபடு பொருளின் துவக்கச் செறிவு இரு மடங்கானால், வினை பாதியளவு நிறைவு பெற தேவையான காலமும் இருமடங்காகிறது எனில் அவ்வினையின் வகை

அ) பூஜ்ஜியம் ஆ) ஒன்று

இ) பின்னம் ஈ) எதுவுமல்ல

21. $A \longrightarrow B + C + D$ என்ற ஒரு படித்தான வினையில், துவக்க அழுத்தம் P_0. 't' நேரத்திற்குப் பின் 'P'. P_0, P மற்றும் t ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வினைவேக மாறிலி

அ) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{3P_0 - P}\right)$

ஆ) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{P_0 - P}\right)$

இ) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{3P_0 - P}{2P_0}\right)$

ஈ) $k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{3P_0 - 2P}\right)$

22. ஒரு முதல் வகை வினையானது 60 நிமிடங்களில் 75% நிறைவு பெறுகிறது. அதே வினை, அதே நிபந்தனைகளில் 50% நிறைவு பெறத் தேவையான காலம்

அ) 20 min ஆ) 30 min

இ) 35 min ஈ) 75 min

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 255 18-12-2021 22:03:44

23. ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அரை வாழ் காலம் 140 நாட்கள் எனில் 560 நாட்களுக்குப் பின்னர், 1g தனிமமானது பின்வருமாறு குறைந்திருக்கும்.

அ) $\left(\frac{1}{2}\right)g$ ஆ) $\left(\frac{1}{4}\right)g$

இ) $\left(\frac{1}{8}\right)g$ ஈ) $\left(\frac{1}{16}\right)g$

24. முதல் மற்றும் இரண்டாம் வகை வினைகளுக்கிடையேயான சரியான வேறுபாடு (NEET)

அ) வினைவேகமாற்றியினை முதல் வகை வினைக்கு பயன்படுத்தலாம், இரண்டாம் வகை வினைக்கு பயன்படுத்த இயலாது.

ஆ) முதல் வகை வினையின் அரை வாழ் காலம் $[A_0]$ ஐ பொறுத்து அமைவதில்லை. இரண்டாம் வகை வினையின் அரை வாழ் காலம் $[A_0]$ ஐ பொறுத்து அமையும்.

இ) முதல் வகை வினையின் வேகம், வினைபடு பொருடகளின் செறிவினைச் சார்ந்து அமைவதில்லை. இரண்டாம் வகை வினையின் வினைவேகம் வினைபடு பொருட்களின் செறிவுனைச் சார்ந்து அமையும்.

ஈ) முதல் வகை வினையின் வேகம், வினைபடு பொருட்களின் செறிவினைச் சார்ந்து அமையும். இரண்டாம் வகை வினையின் வினைவேகம் வினைபடுபொருட்களின் செறிவினைச் சார்ந்து அமையாது.

25. ஒரு கதிரியக்கத் தனிமமானது இரண்டு மணி நேரத்தில் அதன் ஆரம்ப அளவில் $\left(\frac{1}{16}\right)^{th}$ மடங்காகக் குறைகிறது அதன் அரை வாழ் காலம்.

அ) 60 min ஆ) 120 min

இ) 30 min ஈ) 15 min

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளிக்கவும்

1. சராசரி வினைவேகம் மற்றும் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வினை வேகம் ஆகியனவற்றை வரையறு.
2. வேக விதி மற்றும் வினைவேக மாறிலியினை வரையறு.
3. $A \longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற பூஜ்ய வகை வினைக்கான தொகைப்படுத்தப்பட்ட வேக விதியினை வருவிக்க.
4. ஒரு வினையின் அரை வாழ் காலத்தை வரையறு. ஒரு முதல் வகை வினையின் அரை வாழ் காலம் துவக்கச் செறிவை சார்ந்து அமைவதில்லை எனக் காட்டுக.
5. அடிப்படை வினைகள் என்றால் என்ன? ஒரு வினையின் வினை வகை மற்றும் மூலக்கூறு எண் ஆகியனவற்றிற்கு இடையேயான வேறுபாடுகள் யாவை?
6. வினைவேகத்தை தீர்மானிக்கும் படி என்பதனை உதாரணத்துடன் விளக்குக.
7. முதல் வகை வினையின் வரைபட விளக்கத்தினைத் தருக.
8. பின்வரும் வினைகளுக்கான வேக விதியினைத் தருக.

அ. ஒரு வினை x ஐப் பொறுத்து $\frac{3}{2}$ வினை வகையையும், y ஐப் பொறுத்து பூஜ்ய வகையையும் பெற்றுள்ளது.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 256 18-12-2021 22:03:45

ஆ. ஒரு வினை NO வைப் பொறுத்து இரண்டாம் வகை Br_2 வைப் பொறுத்து முதல் வகை.

9. ஒரு வேதிவினையின் வேகத்தை வினைவேக மாற்றி எவ்வாறு பாதிக்கின்றது என்பதனை எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.

10. A,B மற்றும் C ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வினையின் வேக விதி வினைவேகம் = $k[A]^2[B][L]^{3/2}$ பின்வரும் நேர்வுகளின் வினைவேகம் எவ்வாறு மாற்றமடையும்.?

   (i) [L] ன் செறிவு நான்கு மடங்காக உயர்த்தும் போது

   (ii) [A] மற்றும் [B] ஆகிய இரண்டின் செறிவுகளையும் இரு மடங்காக்கும் போது

   (iii) [A] ன் செறிவை பாதியாகக் குறைக்கும் போது

   (iv) [A] ன் செறிவை $\left(1/3\right)$ மடங்காக குறைத்தும் [L] ன் செறிவை நான்கு மடங்காகவும் மாற்றும் போது.

11. ஒருபடியின் (monomer) செறிவானது 0.05 mol L^{-1} ஆக உள்ள ஒரு இருபடி (dimer) உருவாகும் இரண்டாம் வகை வினையின் வினைவேகம் 7.5×10^{-3} mol $L^{-1}s^{-1}$ வினைவேக மாறிலியினைக் கண்டறிக.

12. $x + y + z \longrightarrow$ விளைபொருள் என்ற வினையின், வேக விதி, வினைவேகம் = $k[x]^{3/2}[y]^{1/2}$ வினையின் ஒட்டு மொத்த வினைவகை மற்றும் Z ஐப் பொறுத்து வினையின் வினைவகை என்ன?

13. இரு மூலக்கூறு வினைகளுக்கான மோதல் கொள்கையினைச் சுருக்கமாக விளக்குக.

14. அர்ஹீனியஸ் சமன்பாட்டினை எழுதி அதில் இடம் பெற்றுள்ளனவற்றை விளக்குக.

15. 500 K வெப்பநிலையில் வாயு நிலையில் உள்ள Cl_2O_7 சிதைவடைந்த Cl_2 மற்றும் O_2 ஆக மாறும் வினை ஒரு முதல் வகை வினையாகும். 500K ல் ஒரு நிமிடத்திற்குப் பின் Cl_2O_7 ன் செறிவு 0.08 லிருந்து 0.04 atm ஆக மாற்றமடைந்தால் S^{-1} ல் வினைவேக மாறிலியைக் கணக்கிடுக.

16. பூஜ்ய வகை வினைக்கு இரு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

17. போலி முதல் வகை வினையை ஒரு எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.

18. பின்வரும் வினைகளில் வினைவகையைக் கண்டறிக

   (i) இரும்பு துருப்பிடித்தல்

   (ii) $_{92}U^{238}$ ன் கதிரியக்கச் சிதைவு

   (iii) $2A + 3B \longrightarrow$ விளைபொருள் ; வினைவேகம் = $k[A]^{1/2}[B]^2$

19. ஒரு வாயு நிலை வினையின் கிளர்வு ஆற்றல் 200 kJ mol^{-1}. அவ்வினையின் அதிர்வுக் காரணி $1.6 \times 10^{13}\ s^{-1}$. 600 K ல் வினைவேக மாறிலியைக் கணக்கிடுக. $\left(e^{-40.09} = 3.8 \times 10^{-18}\right)$

20. $2x + y \longrightarrow L$ என்ற வினைக்கு பின் வரும் விவரங்களிலிருந்து வேக விதியினைத் தீர்மானிக்கவும்.

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 257 18-12-2021 22:03:48

[x] (M)	[y] (M)	rate ($M\ s^{-1}$)
0.2	0.02	0.15
0.4	0.02	0.30
0.4	0.08	1.20

21. ஒரு வேதிவினையின் வேகத்தினை, வினைபடுபொருட்களின் செறிவு எவ்வாறு பாதிக்கின்றது என்பதை விளக்குக.
22. ஒரு வேதி வினையின் வேகத்தினை வினைபடு பொருட்களின் தன்மை எவ்வாறு பாதிக்கின்றது என்பதை விளக்குக.
23. ஒரு முதல் வகை வினையின் வினைவேக மாறிலி $1.54 \times 10^{-3}\ s^{-1}$ அதன் அரை வாழ் காலத்தினைக் கண்டறிக.
24. $SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$ என்ற வாயு நிலை ஒருபடித்தான வினையாது முதல் வகை வினைவேகவியலுக்கு உட்படுகிறது. அதன் அரை வாழ் காலம் 8.0 நிமிடங்கள். $SOCl_2$ ன் செறிவானது அதன் ஆரம்ப அளவில் 1% ஆக குறைய ஆகும் காலத்தினை கணக்கிடுக.
25. A என்ற பொருள் சிதைவடையும் வினை ஒரு முதல் வகை வினையாகும். வினைபொருளில் சரிபாதி குறைய ஆகும் காலம் 60 விநாடிகள் எனில் அவ்வினையின் வினைவேக மாறிலியைக் கணக்கிடுக. 180 வினாடிகளுக்குப் பிறகு எஞ்சியிருக்கும் வினைபொருளின் (A) அளவினைக் கண்டறிக.
26. ஒரு பூஜ்ய வகை வினை 20 நிமிடங்களில் 20% நிறைவுறுகிறது. வினை வேக மாறிலியைக் கணக்கிடுக. அவ்வினை 80% நிறைவடைய ஆகும் காலம் எவ்வளவு?
27. ஒரு வினையின் கிளர்வு ஆற்றல் 22.5 k Cal mol^{-1} மேலும் 40^0C ல் வினைவேக மாறிலி $1.8 \times 10^{-5}\ s^{-1}$ எனில் அதிர்வுக் காரணி A ன் மதிப்பைக் கண்டறிக.
28. பென்சீன் டையசோனியம் குளோரைடின் நீர்க்கரைசல் பின்வருமாறு சிதைவுறுகிறது $C_6H_5N_2Cl \longrightarrow C_6H_5Cl + N_2$. சிதைவுறுதல் வினையானது 10 g L^{-1} துவக்கச் செறிவுடன் நிகழ்த்தப்படுகிறது $50^{\circ}C$ வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு கால அளவுகளில் உருவான N_2 வாயுவின் கன அளவு பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது

t (min):	6	12	18	24	30	∞
N_2 கன அளவு (ml):	19.3	32.6	41.3	46.5	50.4	58.3

மேற்கண்டுள்ள வினை ஒரு முதல் வகை வினை எனக்காட்டுக. வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பு என்ன?

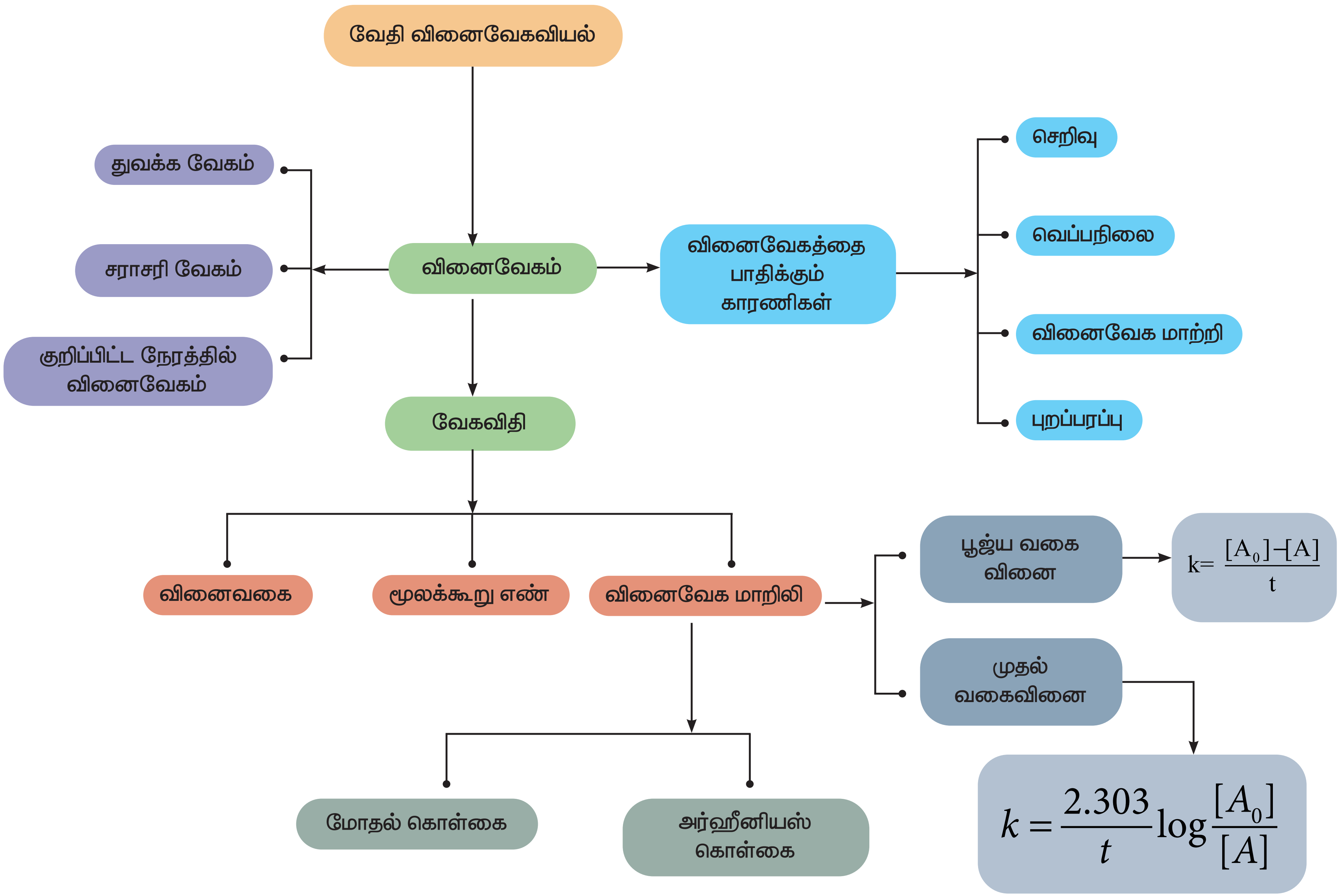
29. பின்வரும் விவரங்களிலிருந்து ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸடு சிதைவுறுதல் ஒரு முதல் வகை வினை எனக்காட்டுக.

t (min)	0	10	20
V (ml)	46.1	29.8	19.3

இங்கு t என்பது நேரம் (நிமிடங்களில்) மற்றும் V என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட கனஅளவு உடைய வினைக் கலவையுடன் தரம்பார்க்கும் போது தேவைப்படும் திட்ட $KMnO_4$ கரைசலின் கன அளவு ஆகும்.

30. ஒரு முதல் வகை வினை 50 நிமிடங்களில் 40% நிறைவடைகிறது. வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பினைக் கண்டறிக. அவ்வினை 80% நிறைவடைய தேவையான காலம் எவ்வளவு?

XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 258 18-12-2021 22:03:49



XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 259 18-12-2021 22:03:49

இணையச்செயல்பாடு

வேதிவினைவேகயியல்

இச்செயல் முறையைப்பயன்படுத்தி, மோதல்கள் மற்றும் கிளர்வுறு ஆற்றலை நீங்கள் புரிந்துகொள்ள இயலும். மேலும் வினைவேகத்தின் மீதான வெப்பநிலையின் விளைவை புரிந்துக்கொள்ள மெய்நிகர் வினைவேக சோதனையையும் மேற்கொள்ள இயலும்.

https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/reactionsand-rates

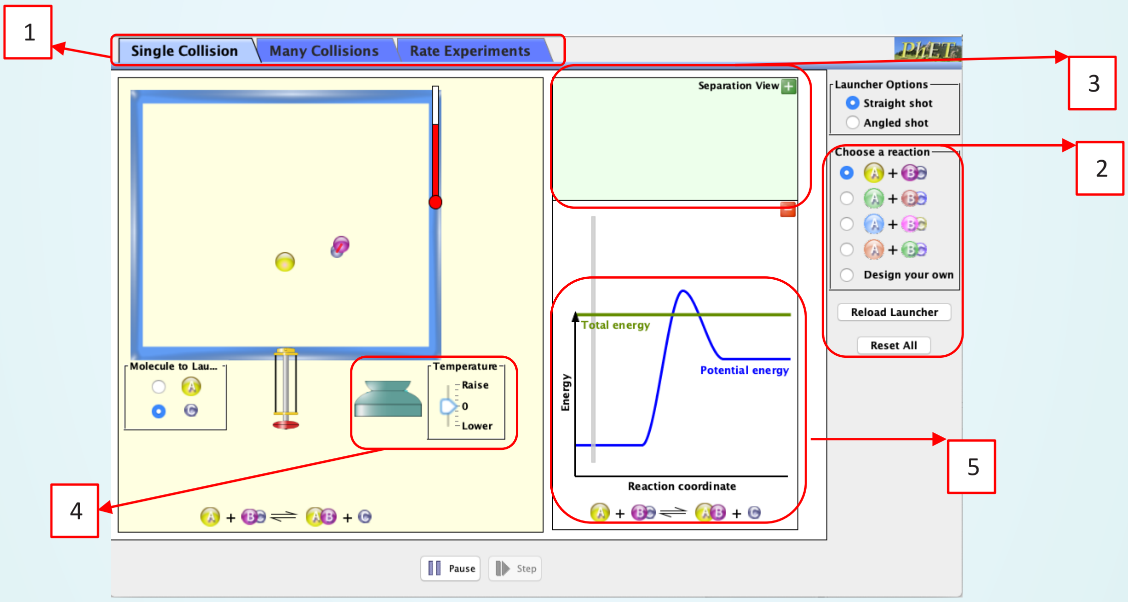
உரலிக்குச்செல்கஅல்லதுவலதுபுறத்தில்உள்ளவிரைவுத் துலக்கக்குறியீட்டினை(QR) ஸ்கேன்செய்க.

நிலைகள்

- இணையப்பக்கத்தினைதிறந்து, கொடுக்கப்பட்டஉரலியை (URL) தட்டச்சுசெய்க (அல்லது) விரைவுத்துலக்கக் குறியீட்டினை(QR Code) ஸ்கேன் செய்க. reactions மற்றும் rates எனும் java applet ஐ கொண்டுள்ள வலைப்பக்கத்தினைக் நீங்கள் காண இயலும். இதை சொடுக்குவதன் மூலம் கீழேகாட்டப்பட்டுள்ளவாறு வலைப்பக்கத் தினைக் நீங்கள் காண இயலும். இந்த applet ல் மூன்று பெட்டகங்கள் உள்ளன, தகுந்த tab ஐ சொடுக்குவதன் மூலம் அவற்றை தெரிவுசெய்ய இயலும். (பெட்டி 1)

- இரண்டு மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட மோதலை உருவகப்படுத்தி காண single collision tab (பெட்டி 1) ஐ தேர்ந்தெடுக்கவும். நழுவியை(பெட்டி 2) பயன்படுத்தி, வெப்பநிலையை மாற்றுவதன் வாயிலாக வினையின் முன்னேற்றத்தை (பெட்டி 5) நீங்கள் உருவகப்படுத்திக்காண இயலும். வெப்பநிலை அதிகரிப்பானது, அமைப்பின் ஆற்றலை அதிகரிப்பதால், வினைபடு பொருட்கள் ஆற்றல் தடையைகடந்து விளைப்பொருட்களை உருவாக்குவதைநீங்கள் உருவகப்படுத்திக்காண இயலும். பல மூலக்கூறுகளைக் கொண்டு, many collisions tab (பெட்டி 1)இல் இந்த simulation ஐ மீண்டும் மீண்டும் செய்ய இயலும்.

- rate experiments mode ஐப் பயன்படுத்தி நீங்கள் மெய்நிகர் வினைவேகச் சோதனையை மேற்கொள்ள இயலும். பெட்டி 2 இல்கொடுக்கப்பட்டுள்ள வாய்ப்புகளைப் பயன்படுத்தி வினைபடு மூலக்கூறுகளின் வகை மற்றும் அவற்றின் வேதிவினைக் கூறுகள்விகிதம் ஆகியவற்றை தேர்ந்தெடுக்கவும். குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அமைப்பில் உள்ள வினைபடுமூலக்கூறுகள்மற்றும் வினைவிளை மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அச்சுப்பலகையில் காண்பிக்கப்படும் (பெட்டி–3). வெப்பநிலையைமாற்றுவதன்மூலம் (பெட்டி 4) வினைவேகத்தின் மீதான வெப்பநிலையின் விளைவை நீங்கள் காண இயலும்.



XII U7 kinetics - Jerald Folder.indd 260 18-12-2021 22:03:49

தொகுதி I

விடைகள்

பாடம்-1

சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க

1. ஆ) $Al_2O_3.nH_2O$ 2. இ) SO_2 3. இ) $MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2$

4. ஆ) Al_2O_3 5. அ) Al

6. ஈ) உலோக சல்பைடுகளுக்கு, கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகியன தகுந்த பொருத்தமான ஒடுக்கும் காரணிகளாகும்.

7. இ) A-iv , B-ii , C-iii , D-i

8. ஈ) மின்காந்தப் பிரிப்பு முறை

9. ஆ) $Cu(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Zn(s) + Cu^{2+}(aq)$

10. இ) சோடியம் 11. ஆ) கரையாத மாசுக்களை, கரையும் மாசுக்களாக மாற்ற

12. இ) கலீனா 13. அ) அலுமினாவின் உருகு நிலையினைக் குறைக்க

14. அ) கார்பன் ஒடுக்கம் 15. இ) துத்தநாகத்துடன் (Zinc) உலோக இடப்பெயர்ச்சி வினை

16. இ) Mg 17. ஆ) வான்ஆர்கல் முறை 18. ஈ) (அ) மற்றும் (இ)

19. ஈ) தங்கத்தை பிரித்தெடுக்கும் உலோகவியலில், உலோகமானது நீர்த்த சோடியம் குளோரைடு கரைசலைக் கொண்டு வேதிக்கழுவப்படுகிறது.

20. ஆ) தூய்மையற்ற காப்பர் 21. ஆ) ΔG^0 Vs T

22. இ) $\left(\frac{\Delta G^0}{\Delta T}\right)$ எதிர்குறியுடையது 23. ஆ) $Al_2O_3 + 2Cr \longrightarrow Cr_2O_3 + 2Al$

24. ஆ) CO_2 உருவாதலுக்கான வரைபடமானது கட்டிலா ஆற்றல் அச்சிற்கு ஏறத்தாழ இணையாக உள்ளது.

Answers.indd 261 16-12-2022 18:58:10

பாடம்-2

சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க

1. இ) காரத் தன்மை உடையது

$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{Strong base}}{2NaOH} + \underset{\text{Weak acid}}{4H_3BO_3}$$

2. ஈ) நீர்மூலக்கூறிலிருந்து OH^- அயனியை ஏற்றுக் கொண்டு, புரோட்டானைத் தருகிறது.

$$B(OH)_3 + H_2O \rightleftharpoons [B(OH)_4]^- + H^+$$

3. ஆ) B_3H_6

நிடோ போரேன் : B_nH_{4+n}

அரக்னோ போரேன் : B_nH_{6+n}

B_3H_6 ஒரு போரேன் அல்ல

4. அ) அலுமினியம்

5. இ) நான்கு

இரண்டு 3c-2e பிணைப்புகள் காணப்படுகின்றன. அதாவது, இப்பிணைப்பு நான்கு எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளது.

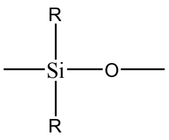
6. இ) காரீயம் (lead)

7. இ) sp^2 இனக்கலப்புடையது

8. அ) +4

எடுத்துக்காட்டு: CH_{4+} ல் உள்ள கார்பனின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை +4.

9. ஈ) $(SiO_4)^{4-}$

10. ஆ) 

11. அ) Me_3SiCl

12. ஈ) உலர் பனிக்கட்டி–திட கார்பன்டைஆக்ஸைடு CO_2. இதில் உள்ள கார்பன் sp இனக்கலப்பில் உள்ளது.

13. அ) நான்முகி

14. ஈ) ∴ பெல்ஸ்பார் ஆனது அலுமினோ சிலிக்கேட் அல்ல.

15. அ) A-b , B-1 , C-4 , D-3

16. ஈ) Al,Cu,Mn,Mg

Al-95% , Cu-4% , Mn-0.5% , Mg-0.5%

17. அ) உலோக போரைடுகள்

18. அ) Al < Ga < In < Tl

மந்த இணை விளைவின் காரணமாக, ஒரு தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாக வரும் போது +1 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையின் நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கின்றது.

பாடம்-3

சரியான விடையைத் தேர்வு செய்க

1. அ) நெஸ்லர் காரணி

2. ஈ) தன்னுடன் $p\pi - p\pi$ பிணைப்பை உருவாக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.

3. ஈ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

4. ஆ) P_4(வெண்மை) மற்றும் PH_3

5. அ) H_3PO_3

6. அ) H_3PO_3

7. ஆ) 2

8. அ) 6N

9. ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

10. ஆ) F_2

11. ஆ) HF > HCl > HBr > HI

12. ஈ) NeF_2

13. ஈ) Kr

14. இ) XeO_3

15. அ) HI

16. ஈ) $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$

17. ஈ) $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$

18. இ) $Cu(NO_3)_2$ மற்றும் NO_2

Answers.indd 262 16-12-2022 18:58:11

பாடம்-4

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. ஆ) d–ஆர்பிட்டால் ஆனது Sc–ல் பகுதியளவு நிரப்பப்பட்டுள்ளது. ஆனால் Zn–ல் முழுவதும் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.

2. அ) Cr

   $Cr \Rightarrow [Ar]3d^5 4s^1$

3. அ) Ti

4. இ) Ni^{2+}

5. அ) 5.92BM

   $Mn^{2+} \Rightarrow 3d^5$ ஐந்து தனித்த எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன.

   $n=5$; ..= $\sqrt{n(n+2)}BM$

   ..= $\sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.92BM$

6. இ) அவைகள் மாறுபடும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெறும் தன்மையினைப் பெற்றிருப்பது

7. அ) $VO_2^{+} < Cr_2O_7^{2-} < MnO_4^{-}$

   $\overset{+5}{V}O_2^{+} < \overset{+6}{Cr_2}O_7^{2-} < \overset{+7}{Mn}O_4^{-}$ ஆக்சிஜனேற்ற நிலை அதிகமாக இருப்பின், ஆக்சிஜனேற்றம் திறனும் அதிகம்

8. ஆ) கார்பன் டை ஆக்சைடு

   $5(COO)_2^{2-} + 2MnO_4^{-} + 16H^{+} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2\uparrow + 8H_2O$

9. ஆ) பருமனறி பகுப்பாய்வில் $K_2Cr_2O_7$ ஐக்காட்டிலும் $Na_2Cr_2O_7$ ஆனது பயன்படுத்தப்படுகிறது.

10. ஆ) Mn^{2+}

    $MnO_4^{-} + 8H^{+} + 5e^{-} \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

11. இ) 3

    $K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \longrightarrow 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + 3I_2$

12. இ) 0.6

    $\overset{7+}{Mn}O_4^{-} + \overset{+2}{Fe}\overset{+3}{C_2}O_4 \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+} + 2\overset{+4}{C}O_2$

    $5e^{-}$ ஏற்றல் $3e^{-}$ இழத்தல்

    5 மோல் $FeC_2O_4 \equiv 3$ மோல் $KMnO_4$

    1 மோல் $FeC_2O_4 \equiv \left(\frac{3}{5}\right)$ மோல் $KMnO_4$

    1 மோல் $FeC_2O_4 \equiv 0.6$ மோல் $KMnO_4$

Answers.indd 263 16-12-2022 18:58:13

$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + H_2O$$
(A) (B)

$$NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3HCl$$
(C)

13. இ) அலுமினியத்தைவிட, அனைத்து லாந்தனான்களும் அதிக வினைத்திறன் மிக்கவை.

லாந்தனத்திலிருந்து லுட்டீசியம் நோக்கிச் செல்லும் போது, அவைகளின் உலோகத்தன்மையானது ஏறத்தாழ அலுமினத்தை ஒத்துள்ளது..

14. ஆ) Yb^{2+}

Yb^{2+} - $4f^{14}$ –தனித்த எலக்ட்ரான்கள் இல்லை–டையாகாந்தப் பண்புடையது.

15. ஈ) +3

16. அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

17. ஆ) +3

18. அ) Np, Pu ,Am

19. அ) $La(OH)_3$ மற்றும் $Lu(OH)_3$ ஐக்காட்டிலும் குறைவான காரத்தன்மை உடையது.

பாடம்-5

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. $[M(en)_2(Ox)]Cl$ என்ற அணைவில் மைய உலோக அயனி M^{3+}

முதன்மை இணைதிறன் is = +3

இரண்டாம் நிலை இணைதிறன் = 6

முதன்மை மற்றும் இரண்டாம் நிலை இணை திறனின் கூடுதல் = 3+6 = 9

விடை : வாய்ப்பு (ஈ)

2. அணைவுக்கரைசலானது மோல் அயனிகளைத் தருகிறது $[M(H_2O)_5 Cl]Cl_2$

1000 ml, 1M அணைவுக் கரைசல் தருவது2 மோல்கள் அயனிகள் Cl^-

1000 ml, 0.01M அணைவுக் கரைசல் தருவது

$$\frac{100 \text{ ml} \times 0.01\text{M} \times 2Cl^-}{1000 \text{ ml} \times 1\text{M}} = 0.002$$ மோல்கள் அயனிகள் Cl^-

விடை : வாய்ப்பு (ஆ)

3. மூலக்கூறு வாய்பாடு: $MSO_4Cl.\ 6H_2O$.

பேரியம் குளோரைடுடன் வெண்மை நிற வீழ்படிவு உருவாவதிலிருந்து SO_4^{2-} அயனிகள் அணைவு கோளத்திற்கு வெளியே அமைந்துள்ளன என அறிய முடிகிறது. $AgNO_3$ கரைசலுடன் வீழ்படிவு ஏதும் உருவாவதில்லை என்பதிலிருந்து Cl^-அயனிகள் அணைவு கோளத்தின் உள்ளே அமைந்துள்ளது என அறிய முடிகிறது. அணைவு எண் 6 என்பதிலிருந்து Cl^- மற்றும் 5 H_2O

அயனிகள் ஈனிகளாகவும், மீதமுள்ள ஒரு நீர் மூலக்கூறு மற்றும் 1 H_2O அயனிகள் அணைவுக் கோளத்திற்கு வெளியே உள்ளது எனவும் அறிய முடிகிறது.

விடை : வாய்ப்பு (இ)

4. $\left[\overset{+}{Fe}(H_2O)_5\overset{+}{NO}\right]^{2+} SO_4^{2-}$

ஈ) முறையே +1 மற்றும் +1

விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

5. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

6. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

7. விடை : வாய்ப்பு(இ)

$Ti^{4+}\left(d^0 \Rightarrow 0BM\right)$

$Co^{2+}\left(d^7 \text{ உயர் சுழற்சி} \Rightarrow t_{2g}^{\ 5}, e_g^{\ 2}\ ;\ n = 3\ ;\ \mu = 3.9BM\right)$

$Cu^{2+}\left(d^9 \text{ தாழ் சுழற்சி} \Rightarrow t_{2g}^{\ 6}, e_g^{\ 3}\ ;\ n = 1\ ;\ \mu = 1.732BM\right)$

$Ni^{2+}\left(d^8 \text{ தாழ் சுழற்சி} \Rightarrow t_{2g}^{\ 6}, e_g^{\ 2}\ ;\ n = 2\ ;\ \mu = 2.44BM\right)$

8. விடை : வாய்ப்பு(ஆ)

எலக்ட்ரான் அமைப்பு $t_{2g}^{\ 3}, e_g^{\ 2}$

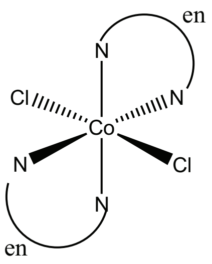
$\left[3\times(-0.4)+2(0.6)\right]\Delta_0$

$\left[-1.2+1.2\right]\Delta_0 = 0$

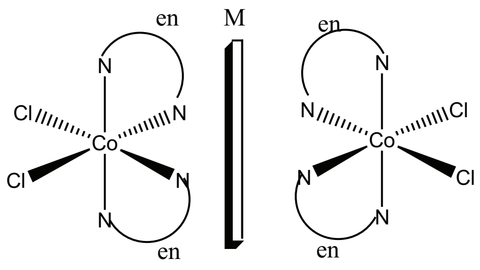
9. விடை : வாய்ப்பு(அ)

அனைத்து அணைவுச் சேர்மங்களிலும், மைய உலோக அயனி Co^{3+} ஆகும். கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஈனிகளில் CN^- ஆனது வலிமையான ஈனி, இது அதிக படிக புலப் பிளவை ஏற்படுத்துகிறது. Δ_0

10. விடை : வாய்ப்பு(ஆ)



ஒளிசுழற்றும் தன்மையற்றது

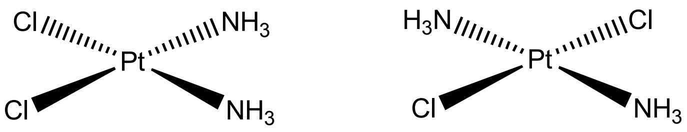


ஒளிசுழற்றும் தன்மையுடையது

(அ) , (இ) மற்றும் (ஈ) ஆகிய வாய்ப்புகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை சீர்மைக் கூறுகளை உடையவை. எனவே, அவைகள் ஒளிசுழற்றும் தன்மையற்றவை.

11. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

Answers.indd 265 16-12-2022 18:58:16



12. வாய்ப்பு(அ) மூன்று மாற்றியங்கள். ஏதேனும் ஒரு ஈனியை குறிப்பாகக் கொண்டால் (உதாரணமாக Py) மற்ற மூன்று ஈனிகள் (NH_3, Br^- மற்றும் Cl^-) ஆகியன (Py) ஐப்பொறுத்து அமைவதன் அடிப்படையில் மூன்று வடிவ மாற்றியங்கள் உருவாகின்றன.

13. விடை : வாய்ப்பு(இ)

(அ) அணைவு மாற்றியங்கள்

(ஆ) வெவ்வேறு மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் (மாற்றியம் ஏதுமில்லை)

(இ) $\leftarrow NCS$, $\leftarrow SCN$ இணைவு மாற்றியங்கள் இணையும் அணிகள் மாறுபடுகின்றன.

14. விடை : வாய்ப்பு(அ)

For $[MA_4B_2]^{n+}$ அணைவில் வடிவ மாற்றியம் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது.

$$\left.\begin{matrix}[Co(NH_3)_4Br_2]Cl \\ [Co(NH_3)_4BrCl]Br\end{matrix}\right\} \rightarrow \text{அயனியாதல் மாற்றியங்கள்}$$

15. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

வாய்ப்பு (அ) மற்றும் (ஆ) – வடிவ மாற்றியங்கள் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது.

வாய்ப்பு (இ) –அயனியாதல் மாற்றியம் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது.

வாய்ப்பு (ஈ) – கட்டமைப்பு அல்லது புறவெளி மாற்றியம் இரண்டுமே உருவாக வாய்ப்பில்லை.

16. விடை : வாய்ப்பு(இ)

(அ) Fe^{2+} (ஆ) Fe^{3+} (இ) Fe^{0}

17. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

$[Fe(en)_3]^{2+}(PO_4^{3-})$

18. விடை : வாய்ப்பு(இ)

(அ) Zn^{2+} ($d^{10} \Rightarrow$ டையாகாந்தத் தன்மையுடையது)

(ஆ) Co^{3+} (d^6 தாழ் சுழற்சி $\Rightarrow t_{2g}^{\ 6}, e_g^{\ 0}$; டையாகாந்தத் தன்மையுடையது.)

(இ) Ni^{2+} (d^8 தாழ் சுழற்சி $\Rightarrow t_{2g}^{\ 6}, e_g^{\ 2}$; பாராகாந்தத் தன்மையுடையது)

(ஈ) $[Ni(CN)_4]^{2-}$ (dsp^2 ; தளசதுரம், டையாகாந்தத் தன்மையுடையது.)

19. விடை : வாய்ப்பு(இ)

$[Co(NH_3)_3(Cl)_3]$

20. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

$V^{2+}\left(t_{2g}^{\ 3}, e_g^{\ 0}\ ;\ CFSE = 3 \times (-0.4)\Delta_0 = -1.2\Delta_0\right)$

$Ti^{2+}\left(t_{2g}^{\ 2}, e_g^{\ 0}\ ;\ CFSE = 2 \times (-0.4)\Delta_0 = -0.8\Delta_0\right)$

(அ), (ஆ) மற்றும் (இ) ஆகிய கூற்றுகள் தவறானவை.

சரியான கூற்றுகள்:

Answers.indd 266 16-12-2022 18:58:18

(அ) எண்முகி புலத்தின் படிகப்புல நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் அதிகம். எனவே, தளசதுர அணைவுகளைக் காட்டிலும், எண்முகி அணைவானது அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது.

(ஆ) $[FeF_6]^{4-} - \left(\begin{array}{l} Fe^{2+} - d^6 \text{ உயர்சுழற்சி } - t_{2g}^{\ 4}, e_g^{\ 2} \\ CFSE = 4 \times (-0.4) + (0.6) \times 2 + P \end{array} \right)$

$[Fe(CN)_6]^{4-} - \left(\begin{array}{l} Fe^{2+} - d^6 \text{ தாழ்சுழற்சி } - t_{2g}^{\ 6}, e_g^{\ 0} \\ CFSE = 6 \times (-0.4) + 3P \end{array} \right)$

பாடம்-6

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. இ) இரண்டும் சகப்பிணைப்பு படிகங்கள்

2. ஆ) AB_3

   A அயனியின் எண்ணிக்கை

   $= \left(\frac{N_c}{8}\right) = \left(\frac{8}{8}\right) = 1$

   B அயனியின் எண்ணிக்கை

   $= \left(\frac{N_f}{2}\right) = \left(\frac{6}{2}\right) = 3$

   எளிய வாய்பாடு AB_3

3. ஆ) 1:2

   நெருங்கிப் பொதிந்த அணுக்களின் எண்ணிக்கை =N; எனில்,

   நான்முகி துளைகளின் எண்ணிக்கை= 2N

   எண்முகி துளைகளின் எண்ணிக்கை = N

   எனவே N:2N = 1:2

4. இ) மூலக்கூறு திண்மம்

   அணுக்கோவை புள்ளிகளில் CO_2 மூலக்கூறுகள் இடம் பெற்றுள்ளன.

5. அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி, மேலும் காரணமானது கூற்றிற்கு சரியான விளக்கமாகும்.

6. இ) 8 மற்றும் 4

   CaF_2 அயனிகள் முகப்புடைய கனச்சதுர அமைப்பில் இடம் பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு Ca^{2+} அயனியும் F^- அயனிகளாலும் ஒவ்வொரு F^- அயனியும் F^- அயனிகளாலும் சூழப்பட்டுள்ளன. எனவே F^- அணைவு எண் 4 Ca^{2+} ன் அணைவு எண் 4.

7. ஆ) 6.023×10^{22}

   BCC அலகுகூட்டில்

   2 அணுக்கள் $\equiv$ 1 அலகு கூடு

தனிமத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை 8g ,

மோல்களின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{8g}{40\ g\ mol^{-1}} = 0.2\ mol$$

1 மோலில் 6.023×10^{23} அணுக்கள் உள்ளன

0.2 மோலில் $0.2 \times 6.023 \times 10^{23}$ அணுக்கள்

$$\left(\frac{1 \text{ அலகு கூடு}}{2 \text{ அணுக்கள்}}\right) \times 0.2 \times 6.023 \times 10^{23}$$

6.023×10^{22} அணுக்கள் உள்ளன

8. ஈ) M_3N_2

M அணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கை n எனில், நான்முகி வெற்றிடங்களின் எண்ணிக்கை =2n

நான்முகி வெற்றிடங்கள் நிரப்பட்டுள்ளன என கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது, $\left(\frac{1}{3}\right)$ ஆனது N அணுக்கள் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.

$$\left(\frac{1}{3}\right) \times 2n$$

$$\therefore M:N \Rightarrow n : \left(\frac{2}{3}\right) n$$

$$1 : \left(\frac{2}{3}\right)$$

$$3 : 2 \Rightarrow M_3N_2$$

9. இ) 6

$$\frac{r_{C^+}}{r_{A^-}} = \frac{0.98 \times 10^{-10}}{1.81 \times 10^{-10}} = 0.54$$

0.414 - 0.732 என்ற இடைவெளி அமைந்துள்ளது. எனவே, ஒவ்வொரு அயனியின் அணைவு எண் 6.

10. ஈ) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \times 400pm$

$$\sqrt{3}\ a = r_{Cs^+} + 2r_{Cl^-} + r_{Cs^+}$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) a = \left(r_{Cs^+} + r_{Cl^-}\right)$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) 400 = \text{அயனிகளுக்கிடையேயானத் தொலைவு.}$$

11. அ) $\left(\frac{100}{0.414}\right)$

$\frac{r_{X^+}}{r_{y^-}} = 0.414$ அமைப்பிற்கு,

$r_{X^+} = 100\,pm$ என கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$r_{y^-} = \frac{100\,pm}{0.414}$$

12. இ) 32%

பொதிவுத் திறன் = 68%

எனவே , காலியாக உள்ள வெளியின் சதவீதம்= (100-68) = 32%

13. ஆ) 848.5pm

விளிம்பு நீளம் =a

$$\sqrt{2}a = 4r$$

$$a = \frac{4 \times 300}{\sqrt{2}}$$

$$a = 600 \times 1.414$$

$$a = 848.4\ pm$$

14. ஆ) $\left(\frac{\pi}{6}\right)$

$$\left(\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{a^3}\right) = \left(\frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{a}{2}\right)^3}{a^3}\right) = \left(\frac{\pi}{6}\right)$$

15. அ) F மையத்தில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் கிளர்வுறுதல்

16. இ) $\left(\frac{1}{2}a : \frac{\sqrt{3}}{4}a : \frac{1}{2\sqrt{2}}a\right)$

Answers.indd 268 16-12-2022 18:58:22

$$sc \Rightarrow 2r = a \Rightarrow r = \frac{a}{2}$$

$$bcc \Rightarrow 4r = \sqrt{3}a \Rightarrow r = \frac{\sqrt{3}a}{4}$$

$$fcc \Rightarrow 4r = \sqrt{2}a \Rightarrow r = \frac{\sqrt{2}a}{4} = \frac{a}{2\sqrt{2}}$$

$$\left(\frac{a}{2}\right):\left(\frac{\sqrt{3}a}{4}\right):\left(\frac{a}{2\sqrt{2}}\right)$$

17. ஈ) $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a$

விளிம்பு நீளம் a எனில் முதன்மை மூலைவிட்டத்தின் மதிப்பு $\sqrt{3}a$

தேவையான தூரம் $= \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)a$

18. அ) 915 kg m^{-3}

$$\rho = \frac{n \times M}{a^3 N_A}$$

bcc

$n = 2$

M=39

தொலைவு $2r = 4.52$

$$a = \frac{4r}{\sqrt{3}} = \frac{2\times 4.52\times 10^{-10}}{\sqrt{3}} = 5.21\times 10^{-10}$$

$$\rho = \frac{2\times 39}{\left(5.21\times 10^{-10}\right)^3 \times \left(6.023\times 10^{23}\right)}$$

$\rho = 915$ Kg m^{-3}

N_A

19. ஆ) சமமான எண்ணிக்கையில் நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகள் அணிக்கோவையில் இடம் பெறாதிருத்தல்.

20. இ) பிராங்கில் குறைபாடு

21. ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் தவறு.

22. ஆ) FeO

23. அ) XY_8

பாடம்-7

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. வாய்ப்பு (இ)

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$k = \left(\frac{1}{t}\right)\ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$e^{kt} = \left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$[A] = [A_0]e^{-kt}$$

இந்நேர்வில்

$k = x\,\text{min}^{-1}$ and $[A_0] = 0.01M = 1 \times 10^{-2}M$

t = 1 hour = 60 min

$$[A] = 1 \times 10^{-2}\left(e^{-60x}\right)$$

2. வாய்ப்பு (இ)

$$n \neq 1 \qquad t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)\,k\,[A_0]^{n-1}}$$

$$n = 0 \qquad t_{1/2} = \frac{1}{2\,k\,[A_0]^{-1}}$$

$$t_{1/2} = \frac{[A_0]}{2\,k}$$

$$t_{1/2} \propto [A_0] \text{———} (1)$$

கொடுக்கப்பட்டவை

$[A_0] = 0.02M$; $t_{1/2} = 10\,\text{min}$

$[A_0] = 0.04M$; $t_{1/2} = ?$

சமன்பாடு (1) பிரதியிட

10 min $\propto$ 0.02M ——— (2)

$t_{1/2} \propto 0.04M$ ——— (3)

(3)/(2)

$$\Rightarrow \frac{t_{1/2}}{10\,\text{min}} = \frac{0.04\text{ M}}{0.02\text{ M}}$$

$$t_{1/2} = 2\times 10\,\text{min} = 20\,\text{min}$$

Answers.indd 269 16-12-2022 18:58:24

3. வாய்ப்பு (ஆ)

$$k = A\, e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$$

இச்சமன்பாடு நேர்கோட்டு வடிவில் உள்ளது.

$y = c + m\,x$

$\left(\frac{1}{T}\right)$ வரைபடம் எதிர்குறி சாய்வுடன் கூடிய நேர்கோட்டினைத் தருகிறது.

4. வாய்ப்பு(இ)

2.5 hours

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

$t_{1/2}$ ஆனது தொடக்கச் செறிவினை பொறுத்து அமையாத ஒரு மாறிலி

$t_{1/2} = 2.5\ \text{hrs}$

5. வாய்ப்பு(இ)

$$Rate = \left(\frac{-1}{2}\right)\frac{d[NH_3]}{dt} = \frac{d[N_2]}{dt} = \left(\frac{1}{3}\right)\frac{d[H_2]}{dt}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)k_1[NH_3] = k_2[NH_3] = \left(\frac{1}{3}\right)k_3[NH_3]$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)k_1 = 3k_2 = k_3$$

$1.5\,k_1 = 3k_2 = k_3$

6. வாய்ப்பு(இ)

கொடுக்கப்பட்டவை :

குறைவான அழுத்த மதிப்பில்

வினைவேகம் α [வினைபடுபொருள்]^1 முதல்வகை வினை. எனவே,

வினைவேகம் α (புறப்பரப்பு)

வினைவேகம் அதிக அழுத்தத்தில் புறப்பரப்பு முழுவதும் கவரப்படுவதால் வினை பூஜ்ய வரை வினையாகும்.

வினைவேக α [வினைபடுபொருள்]^0

எனவே, வினைவேகம் புறப்பரப்பைப் பொறுத்து அமைவதில்லை..

7. வாய்ப்பு(ஆ)

Answers.indd 270 16-12-2022 18:58:25

$$\text{வினைவேகம்} = k[A]^n$$

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{-d[A]}{dt}$$

$$\text{விகைவேகத்தின் அலகு} = \frac{\text{mol L}^{-1}}{s} = \text{mol L}^{-1}s^{-1}$$

$$\text{வினைவேக மாறிலியின் அலகு} = \frac{(\text{mol L}^{-1}s^{-1})}{(\text{mol L}^{-1})^n} = \text{mol}^{1-n}\ \text{L}^{n-1}s^{-1}$$

இந்நேர்வில்

$$\text{வினைவேகம்} = k[\text{அசிட்டோன்}]^{3/2}$$

$$n = 3/2$$

$$\text{mol}^{1-(3/2)}\ \text{L}^{(3/2)-1}s^{-1}$$

$$\text{mol}^{-(1/2)}\ \text{L}^{(1/2)}s^{-1}$$

8. வாய்ப்பு(ஆ)

வினைவேகமாற்றி குறைவான கிளர்வு ஆற்றலுடைய ஒரு புதிய வழியினை ஏற்படுத்துகிறது.

9. வாய்ப்பு(அ)

பூஜ்ய வகை வினைகளில், வினைபடுபொருட்களின் செறிவு அதிகரிப்பானது வினை வேகத்தினை மாற்றியமைப்பதில்லை. எனவே, கூற்று (i) தவறு.

$$k = A\, e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

if $E_a = 0$ எனவே, கூற்று (ii) சரி மேலும் கூற்று (iii) தவறு

$$k = A\, e^0$$

$$k = A$$

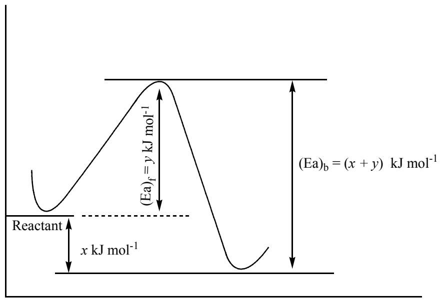
$$\ln k = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$$

இச்சமன்பாடு ஒரு நேர்கோட்டு வடிவில் உள்ளது

$$y = c + m\,x$$

$\left(\frac{1}{T}\right)$ வரைபடமானது எதிர்குறிசாய்வுடன் கூடிய நேர்கோடாகும்.
(iv) மற்றும் (v) ஆகிய கூற்றுகள் தவறானவை.

10. வாய்ப்பு(ஈ)



Answers.indd 271 16-12-2022 18:58:26

$(x+y)\,\text{kJmol}^{-1}$

$(x+y)\times 10^{3}\ \text{Jmol}^{-1}$

11. வாய்ப்பு(இ)

$T_1 = 200K\ ;\ k = k_1$

$T_2 = 400K\ ;\ k = k_2 = 2k_1$

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1\ T_2}\right)$$

$$\log\left(\frac{2\ k_1}{k_1}\right) = \frac{E_a}{2.303 \times 8.314\ J\ K^{-1}mol^{-1}}\left(\frac{400\ K - 200K}{200K\ \times\ 400K}\right)$$

$$E_a = \frac{0.3010 \times\ 2.303\ \times\ 8.314\ J K^{-1}\ mol^{-1} \times\ 200\ K \times 400\ K}{200\ K}$$

$E_a =\ 2305\ J\ mol^{-1}$

$E_a = 2.305\ kJ\ mol^{-1}$

12. வாய்ப்பு(அ)

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$$2.303\ \times\ 10^{-2}\ hour^{-1} = \left(\frac{2.303}{1806\ min}\right)\log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$\left(\frac{2.303\ \times\ 10^{-2}\ hour^{-1} \times 1806\ min}{2.303}\right) = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$\left(\frac{1806\ \times 10^{-2}}{60}\right) = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$0.301 = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$\log 2 = \log\left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$2 = \left(\frac{0.25}{[A]}\right)$$

$$[A] = \left(\frac{0.25}{2}\right) = 0.125M$$

13. வாய்ப்பு(ஆ)

Answers.indd 272 16-12-2022 18:58:27

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$[A_0] = 100$; $[A] = 25$

$$6.909 = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{100}{25}\right)$$

$$t = \left(\frac{2.303}{6.909}\right)\log(4)$$

$$t = \left(\frac{1}{3}\right)\log 2^2$$

$$t = \left(\frac{2}{3}\right)\log 2$$

14. வாய்ப்பு(இ)

$$k = \left(\frac{1}{t}\right)\ln\left(\frac{[A_0]}{[A]}\right)$$

$[A_0] = 0.1$; $[A] = 0.05$

$$k = \left(\frac{1}{t_{1/2}}\right)\ln\left(\frac{0.1}{0.05}\right)$$

$$k = \left(\frac{1}{t_{1/2}}\right)\ln(2)$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$$

15. வாய்ப்பு(ஆ)

$$rate_1 = k[0.1]^n[0.1]^m \text{ ——— } (1)$$

$$rate_2 = k[0.2]^n[0.1]^m \text{ ——— } (2)$$

$$(2)/(1)$$

$$\frac{2x}{x} = \frac{k[0.2]^n[0.1]^m}{k[0.1]^n[0.1]^m}$$

$$\frac{2x}{x} = 2^n \quad \therefore\ n = 1$$

Answers.indd 273 16-12-2022 18:58:27

$$rate_3 = k[0.1]^n[0.2]^m \quad \text{———} (3)$$

$$rate_4 = k[0.2]^n[0.2]^m \quad \text{———} (4)$$

$$(4)/(2)$$

$$\frac{8x}{2x} = \frac{k[0.2]^n[0.2]^m}{k[0.2]^n[0.1]^m}$$

$$\frac{8}{2} = 2^m \quad \therefore\ m = 2$$

$$\therefore\ rate = k[A]^1[B]^2$$

16. வாய்ப்பு(இ)

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு, வினைபடு பொருளின் செறிவை இரு மடங்காக்கும் போது வினையின் வேகமும் இரு மடங்காகும்.

வினைவேக மாறிலி வினைபடு பொருளின் செறிவை பொறுத்து அமையாது. மேலும் மாறாத வெப்பநிலையில் இது ஒரு மாறிலியாகும்.

17. வாய்ப்பு(அ)

வினைவேக மாறிலியின் அலகு s^{-1} மேலும் வினையானது முதல் வகை வினையாகும்.

18. வாய்ப்பு(இ)

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{d[N_2O_5]}{dt} = \left(\frac{1}{2}\right)\frac{d[NO_2]}{dt} = \frac{2\,d[O_2]}{dt}$$

கொடுக்கப்பட்டவை

$$\frac{d[N_2O_5]}{dt} = 6.5 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$$

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = 2 \times 6.5 \times 10^{-2} = 1.3 \times 10^{-1}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$$

$$\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{6.5 \times 10^{-2}}{2} = 3.25 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$$

19. வாய்ப்பு(ஈ)

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \tfrac{1}{2}O_2$$

$$\text{வினைவேகம்} = \frac{-d[H_2O_2]}{dt} = \frac{d[H_2O]}{dt} = \frac{2d[O_2]}{dt}$$

ஆக்சிஜனின் மோல்களின் எண்ணிக்கை $= \left(\frac{48}{32}\right) = 1.5\ mol$

நீர் உருவாதலின் வினைவேகம் $= 2 \times 1.5 = 3\ mol\ min^{-1}$

20. வாய்ப்பு(அ)

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு $t_{1/2}$ ஆனது துவக்கச் செறிவை பொறுத்து அமைவதில்லை $\therefore\ n \neq 1$

இத்தகைய நேர்வுகளில்

$$t_{1/2}\ \alpha\ \frac{1}{[A_0]^{n-1}} \quad \text{-------} \ (1)$$

$[A_0] = 2[A_0]$; எனில் $t_{1/2} = 2t_{1/2}$

$$2\,t_{1/2}\ \alpha\ \frac{1}{[2\,A_0]^{n-1}} \quad \text{------} \ (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow$$

$$2 = \frac{1}{[2A_0]^{n-1}} \times \frac{[A_0]^{n-1}}{1}$$

$$2 = \frac{[A_0]^{n-1}}{[2A_0]^{n-1}}$$

$$2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}$$

$$2 = \left(2^{-1}\right)^{n-1}$$

$$2^1 = \left(2^{-n+1}\right)$$

$$n = 0$$

21. விடை : வாய்ப்பு(அ)

	A	$\longrightarrow$	B	C	D
ஆரம்பநிலையில்	a		0	0	0
t நேரத்தில் வினைபட்டது	x		–	–	–
t நேரத்திற்குப் பின் மோல் எண்ணிக்கையின் கூடுதல்	$(a-x)$		x	x	x
மொத்த மோல்களின் எண்ணிக்கை		$= (a+2x)$			

$a \propto P_0$

$(a+2x) \propto P$

$$\frac{a}{(a+2x)} = \frac{P_0}{P}$$

$$x = \frac{(P - P_0)a}{2P_0}$$

$$(a-x) = a - \left(\frac{(P-P_0)a}{2P_0}\right)$$

$$(a-x) = a\left\{\frac{3P_0 - P}{2P_0}\right\}$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{a}{a-x}\right)$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{a}{a\left\{\frac{3P_0-P}{2P_0}\right\}}\right)$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\log\left(\frac{2P_0}{3P_0-P}\right)$$

22. விடை : வாய்ப்பு(ஆ)30

$t_{75\%} = 2t_{50\%}$

$$t_{50\%} = \left(\frac{t_{75\%}}{2}\right) = \left(\frac{60}{2}\right) = 30\,\text{min}$$

23. விடை : வாய்ப்பு(ஈ)

140 நாட்களில் $\Rightarrow$ துவக்கச் செறிவானது $\left(\frac{1}{2}\right)g$ ஆக குறைகிறது.

280 நாட்களில் $\Rightarrow$ துவக்கச் செறிவானது $\left(\frac{1}{4}\right)g$ ஆக குறைகிறது.

420 நாட்களில் $\Rightarrow$ துவக்கச் செறிவானது $\left(\frac{1}{8}\right)g$ ஆக குறைகிறது.

560 நாட்களில் $\Rightarrow$ துவக்கச் செறிவானது $\left(\frac{1}{16}\right)g$ ஆக குறைகிறது.

24. விடை : வாய்ப்பு(ஆ)

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு

$$t_{1/2} = \frac{0.6932}{k}$$

ஒரு இரண்டாம் வகை வினைக்கு

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)\,k\,[A_0]^{n-1}}$$

$n = 2$

$$t_{1/2} = \frac{2^{2-1}-1}{(2-1)\,k\,[A_0]^{2-1}}$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{k\,[A_0]}$$

25. விடை : வாய்ப்பு(இ)

$$1 \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{2}\right) \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{4}\right) \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{8}\right) \xrightarrow{t_{1/2}} \left(\frac{1}{16}\right)$$

$\therefore\ 4\,t_{1/2} = 2$ hours

$t_{1/2} = 30$ min

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி

10 தீர்வு

வினைவேகம் $= k[A]^2[B][L]^{3/2}$ -----(1)

(*i*) $[L] = [4L]$ எனும்போது

வினைவேகம் $= k[A]^2[B][4L]^{3/2}$

வினைவேகம் $= 8\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right)$-----(2)

சமன்பாடு (1) மற்றும் (2) ஐ ஒப்பிட வினைவேகம் 8 மடங்கு அதிகரிக்கிறது.

(*ii*) $[A] = [2A]$ மற்றும் $[B] = [2B]$ எனும்போது

வினைவேகம் $= k[2A]^2[2B][L]^{3/2}$

வினைவேகம் $= 8\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right)$-----(3)

சமன்பாடு (1) மற்றும் (3) ஐ ஒப்பிட வினைவேகம் 8 மடங்கு அதிகரிக்கிறது.

(*iii*) $[A] = \left[\frac{A}{2}\right]$ எனும்போது

வினைவேகம் $= k\left[\frac{A}{2}\right]^2[B][L]^{3/2}$

வினைவேகம் $= \left(\frac{1}{4}\right)\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right)$-----(4)

சமன்பாடு (1) மற்றும் (4) ஐ ஒப்பிட வினைவேகம் ¼ மடங்கு குறைகிறது.

$$(iv)\ \text{when}\ [A]=\left[\frac{A}{3}\right]\ \mathit{and}\ [L]=[4L]$$

$$\text{Rate}=k\left[\frac{A}{3}\right]^2[B][4L]^{3/2}$$

$$\text{Rate}=\left(\frac{8}{9}\right)\left(k[A]^2[B][L]^{3/2}\right)\text{-----}(5)$$

சமன்பாடு (1) மற்றும் (5) ஐ ஒப்பிட வினைவேகம் 8/9 மடங்கு குறைகிறது.

11. தீர்வு

M என்ற ஒருபடி மூலக்கூறு இருபடியாகும் வினையைக் கருதுவோம்.

$$2M\longrightarrow(M)_2$$

$$\text{வினைவேகம்} = k[M]^n$$

n=2 மற்றும் $[M] = 0.05\ mol\ L^{-1}$

வினைவேகம் $= 7.5\ X\ 10^{-3}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$

$$k=\frac{\text{வினைவேகம்}}{[M]^n}$$

$$k=\frac{7.5\times10^{-3}}{(0.05)^2}=3\ mol^{-1}Ls^{-1}$$

12. தீர்வு

$$\text{வினைவேகம்}=k[x]^{\left(\frac{3}{2}\right)}[y]^{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

ஒட்டுமொத்த வினைவகை $=\left(\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\right)=2$

இரண்டாவது வகை வினை.

வினைவேக விதியானது z ன் செறிவு மதிப்பினைக் கொண்டிருப்பதில்லை.எனவே, zஐப் பொறுத்து பூஜ்ய வகை வினையாகும்.

15. தீர்வு:

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \frac{2.303}{1\,\text{min}} \log \frac{[0.08]}{[0.04]}$$

$$k = 2.303 \log 2$$

$$k = 2.303 \times 0.3010$$

$$k = 0.6932\,\text{min}^{-1}$$

$$k = \left(\frac{0.6932}{60}\right) s^{-1}$$

$$k = 1.153 \times 10^{-2}\ s^{-1}$$

19. தீர்வு

$$k = A\ e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$k = 1.6 \times 10^{13} s^{-1} e^{-\left(\frac{200 \times 10^3\ J\ mol^{-1}}{8.314\, JK^{-1} mol^{-1} \times 600\,K}\right)}$$

$$k = 1.6 \times 10^{13} s^{-1}\ e^{-(40.1)}$$

$$k = 1.6 \times 10^{13} s^{-1} \times 3.8 \times 10^{-18}$$

$$k = 6.21 \times 10^{-5} s^{-1}$$

20. தீர்வு

வினைவேகம் $= k[x]^n [y]^m$

$$0.15 = k[0.2]^n [0.02]^m \text{ ——— } (1)$$

$$0.30 = k[0.4]^n [0.02]^m \text{ ——— } (2)$$

$$1.20 = k[0.4]^n [0.08]^m \text{ ——— } (3)$$

$$(3)/(2)$$

$$\frac{1.2}{0.3} = \frac{k[0.4]^n [0.08]^m}{k[0.4]^n [0.02]^m}$$

$$4 = \left(\frac{[0.08]}{[0.02]}\right)^m$$

$$4 = (4)^m$$

$$\therefore\ m = 1$$

Answers.indd 279 16-12-2022 18:58:34

$$\frac{(2)}{(1)}$$

$$\frac{0.30}{0.15}=\frac{k[0.4]^n[0.02]^m}{k[0.2]^n[0.02]^m}$$

$$2=\left(\frac{[0.4]}{[0.2]}\right)^n$$

$$2=(2)^n$$

$$\therefore\ n=1$$

$$\text{Rate } = k\,[x]^1[y]^1$$

$$0.15 = k\,[0.2]^1[0.02]^1$$

$$\frac{0.15}{[0.2]^1[0.02]^1} = k$$

$$k = 37.5\ mol^{-1}L\ s^{-1}$$

23 தீர்வு:

$t_{1/2}$ = 0.693/ k என நாம் அறிவோம்,

$t_{1/2}$ = 0.693/1.54x 10^{-3} s^{-1} = **450 s**

24.தீர்வு:

k = 0.693/ $t_{1/2}$ என நாம் அறிவோம்,

k = 0.693/ 8.0 minutes = 0.087 $minutes^{-1}$

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு,

$$t=\frac{2.303}{k}\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$t=\frac{2.303}{0.087\ min^{-1}}\log\left(\frac{100}{1}\right)$$

$$t = 52.93\,min$$

25 தீர்வு:

i) வினைவகை = 1; $t_{1/2}$ = 60 ; seconds, k = ?

$$k=\frac{0.6932}{t_{1/2}}$$ என நாம் அறிவோம்,

$$k=\frac{0.6932}{60}=0.01155\ s^{-1}$$

Answers.indd 280 16-12-2022 18:58:37

ii) $[A_0] = 100\%$ $t = 180$ s , $k = 0.01155$ seconds^{-1}, $[A] = ?$

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு $k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$

$$0.01155 = \frac{2.303}{180}\log\left(\frac{100}{[A]}\right)$$

$$\frac{0.01155\times 180}{2.303} = \log\left(\frac{100}{[A]}\right)$$

$$0.9207 = \log 100 - \log[A]$$
$$\log[A] = \log 100 - 0.9207$$
$$\log[A] = 2 - 0.9207$$
$$\log[A] = 1.0973$$
$$[A] = \text{antilog of } (1.0973)$$
$$[A] = 12.5\%$$

26 தீர்வு:

i) Let A = 100M, $[A_0]-[A] = 20M$,

ஒரு பூஜ்ய வகை வினைக்கு $k = \left(\frac{[A_0]-[A]}{t}\right)$

$$k = \left(\frac{20M}{20min}\right) = 1\,Mmin^{-1}$$

வினைவேக மாறிலி = $1Mmin^{-1}$

ii) 80% நிறைவடைய ஆகும் நேரத்தினை கணக்கிடுதல்

$k = 1Mmin^{-1}$, $[A_0] = 100M$, $[A_0]-[A] = 80M$, $t = ?$

எனவே,

$$t = \left(\frac{[A_0]-[A]}{k}\right) = \left(\frac{80M}{1Mmin^{-1}}\right) = 80\,min$$

27 தீர்வு:

இங்கு, இம்மதிப்புகளை இந்நேர்வில் சமன்பாட்டில் பிரதியிட,

$E_a = 22.5$ kcal mol^{-1} = 22500 cal mol^{-1}

T = 40°C = 40 + 273 = 313 K

$k = 1.8 \times 10^{-5}$ sec^{-1}

இம்மதிப்புகளை இந்நேர்வில் சமன்பாட்டில் பிரதியிட

$$\log A = \log k + \left(\frac{E_a}{2.303RT}\right)$$

$$\log A = \log\left(1.8\times10^{-5}\right) + \left(\frac{22500}{2.303\times1.987\times313}\right)$$

$$\log A = \log\left(1.8\right) - 5 + \left(15.7089\right)$$

$$\log A = 10.9642$$

$$A = \text{antilog}\left(10.9642\right)$$

$$A = 9.208\times10^{10} \text{ மோதல்கள் } s^{-1}$$

28.தீர்வு:

ஒரு முதல் வகை வினைக்கு,

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$$

இந்நேர்வில், $V_\infty = 58.3$ ml.

வெவ்வேறு நேரங்களின் k ன் மதிப்பினைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்,

t (*min*)	V_t	$V_\infty - V_t$	$\frac{2.303}{t}\log\frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$
6	19.3	58.3-19.3 = 39.0	$k = \frac{2.303}{6}\log\left(\frac{58.3}{39}\right) = 0.0670\ min^{-1}$
12	32.6	58.3-32.6 = 25.7	$k = \frac{2.303}{12}\log\left(\frac{58.3}{25.7}\right) = 0.0683\ min^{-1}$
18	41.3	58.3-41.3 = 17.0	$k = \frac{2.303}{18}\log\left(\frac{58.3}{17}\right) = 0.0685\ min^{-1}$
24	46.5	58.3-46.5 = 11.8	$k = \frac{2.303}{24}\log\left(\frac{58.3}{11.8}\right) = 0.0666\ min^{-1}$

k ன் மதிப்பானது மாறிலியாக இருப்பதால், கொடுக்கப்பட்ட வினை முதல் வகை வினையாகும். = $0.0676\ min^{-1}$

29.தீர்வு:

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right) \log \left(\frac{V_0}{V_t}\right)$$

கொடுக்கப்பட்டுள்ள நேர்வில், $V_o = 46.1$ ml.

ஒவ்வொரு தருணத்திலும் k ன் மதிப்பை பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

t (*min*)	V_t	$k = \left(\frac{2.303}{t}\right) \log \left(\frac{V_0}{V_t}\right)$
10	29.8	$k = \frac{2.303}{10} \log \left(\frac{46.1}{29.8}\right) = 0.0436\ min^{-1}$
20	19.3	$k = \frac{2.303}{20} \log \left(\frac{46.1}{19.3}\right) = 0.0435\ min^{-1}$

k ன் மதிப்பானது மாறிலியாக அமைவதால், கொடுக்கப்பட்ட வினை முதல் வகை வினையாகும்

30. தீர்வு:

i) ஒரு முதல் வகை வினைக்கு $k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$

$[A_0] = 100\ \%$, t = 50 minutes என்க

எனவே, [A] = 100 – 40 = 60

k = (2.303 / 50) log (100 / 60)

$k = 0.010216\ min^{-1}$

எனவே, வினைவேக மாறிலி $0.010216\ min^{-1}$

ii) t = ?, வினை 80% நிறைவடையும் போது

[A] = 100 – 80 = 20 %

$k = 0.010216\ min^{-1}$

t = (2.303 / 0.010216) log (100 / 20)

t = 157.58 min

80% வினை நிறைவடைய ஆகும் காலம் 157.58 min.

Answers.indd 283 16-12-2022 18:58:44

+2 வேதியியல் செய்முறை

I-கரிம பண்பறி பகுப்பாய்வு

வ.எண்.	சோதனை	உற்றுநோக்கல்	அறிவன
	முதல் நிலைச் சோதனைகள்		
1	**மணம்:** கரிமச் சேர்மத்தின் மணம்	(i) மீனின் மணம். (ii) கசந்த பாதாமின் மணம். (iii) பீனாலின் மணம் (iv) நறுமணமிக்க பழவாசனை	(i) அமீனாக இருக்கலாம். (ii) பென்சால்டிஹைடாக இருக்கலாம். (iii) பீனாலாக இருக்கலாம். (iv) எஸ்டராக இருக்கலாம்.
2	**லிட்மஸ்தாள் சோதனை:** கரிமச்சேர்மத்தினை ஈரமான லிட்மஸ் தாளின் தோய்க்கவும்.	(i) நீல லிட்மஸ் சிவப்பு நிறமாகிறது. (ii) சிவப்பு லிட்மஸ் நீல நிறமாகிறது. (iii) நிற மாற்றம் ஏதும் இல்லை.	(i) கார்பாக்சிலிக் அமிலம் அல்லது பீனாலாக இருக்கலாம். (ii) அமீனாக இருக்கலாம். (iii) கார்பாக்சிலிக் அமிலம் பீனால் மற்றும் அமீன் இல்லை.
3	**சோடியம் பைகார்பனேட்டுடன் வினை:** ஒரு சோதனைக் குழாயில் 2mL நிறைவுற்ற சோடியம் கார்பனேட் கரைசலை எடுத்துக் கொள். அதனுடன் மிகச் சிறிய அளவு (இரண்டு அல்லது மூன்று துளி) கரிமச் சேர்மத்தினை சேர்க்கவும்.	(i) நுரைத்துப் பொங்குதல் நிகழ்கிறது. (ii) நுரைத்துப் பொங்குதல் நிகழ்வதில்லை	(i) கார்பாக்சிலிக் அமிலமாக இருக்கலாம். (ii) கார்பாக்சிலிக் அமிலம் இல்லை.

organic analysis-Tamil.indd 284 21-12-2022 18:40:13

4	**போர்ஷ் வினைப் பொருள்** (Borsche's reagent): ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு அல்லது இரண்டு அல்லது மூன்று துளி கரிமச் சேர்மத்தினை எடுத்துக் கொள். அதனுடன் 3mL போர்ஷ் வினைப் பொருள் மற்றும் 1mL அடர் HCl ஆகியவற்றைச் சேர்க்கவும். பின் மிதமாக வெப்பப்படுத்தி அதன் பின்னர் குளிர்விக்கவும்.	மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு நிற வீழ்படிவு உண்டாகிறது.	ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோனாக இருக்கலாம்.
5	H_2SO_4 **சோதனை :** சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனுடன் அடர் H_2SO_4 ஐ சேர்க்கவும். மேலும் கலவையை மிதமாக வெப்பப்படுத்தவும்.	கருகிய சர்க்கரையின் மணத்துடன் கரியாதல் நிகழ்கிறது.	கார்போஹைட்ரேட் உள்ளது.
அலிபாட்டிக் அல்லது அரோமேட்டிக் தன்மையினைக் கண்டறியும் சோதனை			
6	**எரித்தல் சோதனை:** ஒரு நிக்கல் கரண்டியில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை எடுத்துக் கொண்டு புன்சன் சுடரில் எரிக்கவும்.	(i) கரிப்புகையுடன் கூடிய சுடர் (ii) கரிப்புகையற்ற சுடர்	(i) அரோமேட்டிக் சேர்மம் (ii) அலிபேட்டிக் சேர்மம்
நிறைவுறாத் தன்மையைகண்டறியும் சோதனை			
7	**புரோமின் நீருடன் சோதனை :** ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை எடுத்துக் கொள். அதனுடன் 2mL நீர் மற்றும் சிறிதளவு புரோமின் நீர் சேர்த்து குலுக்க வேண்டும்.	(i) புரோமின் கரைசலின் நிறம் மறைகிறது. (ii) நிறமிழத்தலுடன் வெண்மை நிற வீழ்படிவு உருவாகிறது. (iii) நிறமிழத்தல் நிகழ்வதில்லை	(i) நிறைவுறா கரிம சேர்மம் (ii) அரோமேட்டிக் சேர்மம் (iii) நிறைவுற்ற கரிம சேர்மம்
8	$KMnO_4$ **கரைசல் சோதனை :** ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை எடுத்துக் கொள். அதனுடன் 2mL நீர் மற்றும் சிறிதளவு நீர்த்த காரம் கலந்த $KMnO_4$ கரைசலை சேர்த்து நன்றாக குலுக்க வேண்டும்.	(i) $KMnO_4$ கரைசலின் இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறைகிறது. (ii) $KMnO_4$ கரைசலின் இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறைவதில்லை.	(i) நிறைவுறாச் சேர்மம் (ii) நிறைவுற்றச் சேர்மம்

குறிப்பிட்ட சில கரிம வினைத் தொகுதி உறுப்புகளுக்கான சோதனை			
பீனாலுக்கான சோதனை			
9	**நடுநிலை $FeCl_3$ கரைசல் சோதனை :** ஒரு சோதனை குழாயில் 1mL நடுநிலை $FeCl_3$ கரைசல் எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனுடன் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மம் சேர்த்துக் கலக்கவும். நிறம் ஏதும் உருவாகவில்லையெனில், மூன்று அல்லது நான்கு துளிகள் ஆல்கஹால் சேர்க்கவும்.	ஊதா அல்லது பச்சை நிறம் உருவாகிறது.	பீனாலிக் சேர்மம் உள்ளது.
கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களுக்கான சோதனை			
10	**எஸ்டராக்குதல் வினை:** ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தினை எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனுடன் 1mL எத்தில் ஆல்கஹால் மற்றும் நான்கு அல்லது ஐந்து துளிகள் அடர் கந்தக அமிலம் சேர்க்கவும். வினைக் கலவையை 5 நிமிடங்கள் நன்கு வெப்பப்படுத்தி பின், அக்கலவையை ஒரு பீக்கரில் உள்ள சோடியம் கார்பனேட் கரைசலில் சேர்க்கவும்.	நறுமணமிக்க பழவாசனை உணரப்படுகிறது.	கார்பாக்சிலிக் அமிலம் உள்ளது.
ஆல்டிஹைடுக்கான சோதனை			
11	**டாலன்ஸ் வினைப்பொருள் சோதனை (Tollen's reagent):** ஒரு உலர்ந்த சோதனைக் குழாயினுள் 2mL டாலன்ஸ் வினைப்பொருளை எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனுடன் மூன்று அல்லது நான்கு துளிகள் கரிமச் சேர்மத்தினைச் சேர்க்கவும். இக்கலவையினை கொதிநீரினில் வைத்து 5 நிமிடங்கள் வெப்பப்படுத்தவும்.	ஆய்வுக் குழாயினுள் பளபளப்பான வெள்ளி ஆடி உருவாகிறது.	ஆல்டிஹைடு உள்ளது.

12	**பெலிங்க்ஸ் சோதனை** (Fehling's test): ஒரு சோதனைக் குழாயில் 1mL பெலிங்க்ஸ் A மற்றும் B கரைசல்களை எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனுடன் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மம் சேர்க்கவும். இக்கலவையினை கொதிநீரினில் வைத்து 5 நிமிடங்கள் வெப்பப்படுத்தவும்.	சிவப்பு நிற வீழ்படிவு உருவாகிறது.	ஆல்டிஹைடு உள்ளது.
கீட்டோன்களுக்கான சோதனை			
13	**லீகல்ஸ் சோதனை** (Legal's test) : ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை எடுத்துக் கொள்ளவும் அதனுடன் 1 mL சோடியம் நைட்ரோ புரூசைடு கரைசலைச் சேர்க்கவும் பின், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைத் துளித் துளியாக சேர்க்கவும்.	சிவப்பு நிறம் உருவாகின்றது.	கீட்டோன் உள்ளது.
அமீன்களுக்கான சோதனை			
14	**சாய சோதனை :** சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனை 2mL HCl கரைசலில் கரைத்துக் கொள்ளவும். பின் $NaNO_2$ உப்பு சேர்த்து கலவையை பனிக் கட்டிக் கொண்டு குளிர வைக்கவும். பின் சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடில் கரைத்து குளிர்விக்கப்பட்ட β–நாஃப்தால் கரைசலைச் சேர்க்கவும்.	ஆரஞ்சு சிவப்பு நிற சாயம் உண்டாகிறது.	அரோமேட்டிக் ஓரிணையை அமீன் உள்ளது.
டைஅமைடுக்கான சோதனை			
15	**பையூரட் சோதனை** (Biuret test): ஒரு சோதனை குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை எடுத்துக் கொண்டு நன்கு வெப்பப்படுத்தவும். பின் அதனை குளிர்வித்து 2mL நீரில் கரைக்கவும். இக்கரைசலில் 1mL நீர்த்த காப்பர் சல்பேட் கரைசல் சேர்க்கவும். பின் சில துளிகள் 10% NaOH கரைசலை துளித் துளியாகச் சேர்க்கவும்.	ஊதா நிறம் தோன்றுகிறது.	டைஅமைடு உள்ளது.

கார்போஹைட்ரேட்டுக்களுக்கான சோதனை			
16	**மாலிஷ் சோதனை** (Molisch's test) : சிறிதளவு கரிமச் சேர்மத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொள்ளவும். இதனை 2mL நீரினில் கரைக்கவும். பின் இதில் மூன்று அல்லது நான்கு துளிகள் ஆல்பா நாப்தால் சேர்க்கவும். அடர் H_2SO_4 யினை சோதனைக் குழாயின் பக்கங்கள் வழியாக கவனமாக சேர்க்கவும்.	இரு திரவங்கள் இணையும் இடத்தினில் ஊதா அல்லது சிவப்பு கலந்த ஊதாநிற வளையம் உருவாகிறது.	கார்போஹைட்ரேட் உள்ளது.
17	**ஓசசோன் சோதனை** (Osazone test): ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு கரிமச் சேர்மம் எடுத்துக் கொள்ளவும். அதனுடன் 1 mL பீனைல் ஹைட்ரசீன் கரைசலைச் சேர்க்கவும். இக்கலவையினை கொதிநீரினில் வைத்து 5 நிமிடங்கள் வெப்பப்படுத்தவும்.	மஞ்சள் நிற படிகங்கள் உருவாகின்றன.	கார்போஹைட்ரேட் உள்ளது.

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட கரிமச் சேர்மம்

(i) அரோமேட்டிக் /அலிபாட்டிக் சேர்மமாகும்.

(ii) நிறைவுற்ற/நிறைவுறா தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது.

(iii) --------------- வினைச் செயல் தொகுதி/தொகுதிகளைப் பெற்றுள்ளது.

organic analysis-Tamil.indd 288 21-12-2022 18:40:14

வினைகளுக்கான விளக்கம்

3. சோடியம் பைகார்பனேட்டுடன் வினை:

கார்பாக்ஸிலிக் அமிலங்கள் சோடியம் பைகார்பனேட்டுடன் வினைபுரிந்து CO_2 வாயுவை வெளியேற்றுகின்றன. இதன் விளைவாக நுரைத்துப் பொங்குதல் நிகழ்கிறது.

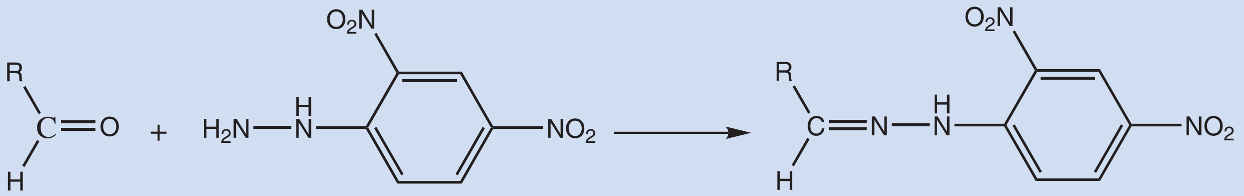
$$R\text{-}COOH + NaHCO_3 \longrightarrow R\text{-}COONa + CO_2 \uparrow + H_2O$$

4. போர்ஷ் வினைபொருளுடன் வினை:

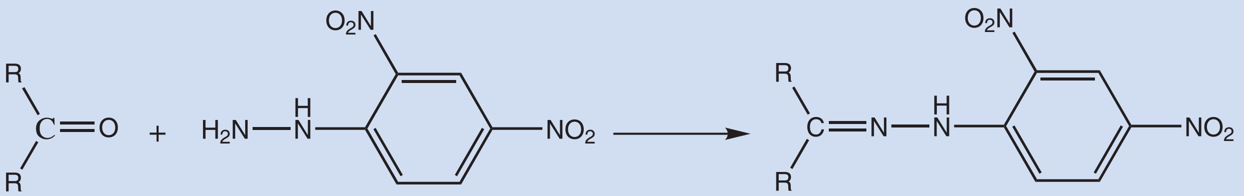
சிறிதளவு அடர் கந்தக அமிலம் கலந்துள்ள மெத்தனால் கரைசலில் 2,4 டைநைட்ரோ பீனைல் ஹைட்ரசீனை, கரைத்து போர்ஷ் வினைப்பொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஆல்டிஹைடுகள் மற்றும் கீட்டோன்களை போர்ஷ் வினைப் பொருளுடன் வினைப்படுத்தும் போது 2,4 டைநைட்ரோ பீனைல் ஹைட்ரசோன் உருவாவதால் மஞ்சள்/ ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு நிற வீழ்படிவு உருவாகிறது.

அலிபாட்டிக் கார்பனைல் சேர்மங்கள் ஆழ்ந்த மஞ்சள் நிற வீழ்படிவினையும், அரோமேட்டிக் கார்பனைல் சேர்மங்கள் சிவப்பு நிற வீழ்படிவினையும் தருகின்றன.



ஆல்டிஹைடு — 2,4 டை நைட்ரோ பீனைல்ஹைட்ரசீன் — ஆல்டிஹைடு 2,4 டை நைட்ரோ பீனைல்ஹைட்ரசோன் (மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு)



கீட்டோன் — 2,4 டை நைட்ரோ பீனைல்ஹைட்ரசீன் — கீட்டோன் 2,4 டை நைட்ரோ பீனைல்ஹைட்ரசோன் (மஞ்சள் / ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு)

5. கரியாதல் சோதனை:

கார்போஹைட்ரேட்டுகளை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும் போது, கார்போஹைட்ரேட்களிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் நீக்கப்படுவதால் கரியாதல் நிகழ்கிறது.

$$C_x(H_2O)_y \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} x\,C + yH_2O$$

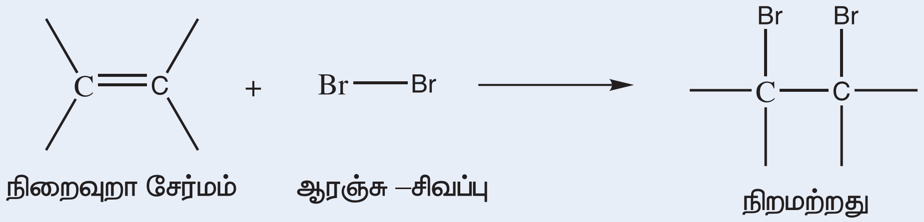
6. எரித்தல் சோதனை:

அரோமேட்டிக் சேர்மங்களில் அதிக அளவு கார்பன் காணப்படுததால் (கார்பன்–ஹைட்ரஜன் விகிதம்) அவைகள் கரிப்புகையுடன் கூடிய சுடரைத் தருகின்றன. அலிபாட்டிக் சேர்மங்கள் எரியும் போது கரிப் புகையற்ற சுடர் உருவாகிறது.

organic analysis-Tamil.indd 289 21-12-2022 18:40:14

7. புரோமின் நீருடன் சோதனை:

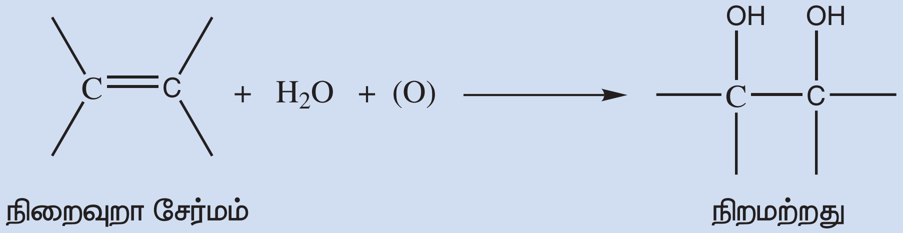
இச்சோதனையில், நிறைவுறா கரிமச் சேர்மங்களுடன் புரோமின் சேர்க்கை வினை புரிவதால் அதன் ஆரஞ்சு சிவப்பு நிறம் மறைகிறது.



8. $KMnO_4$ வுடன் வினை(பேயரின் சோதனை) :

நிறைவுறா கரிமச் சேர்மங்களுடன் காரம் கலந்த $KMnO_4$ **கரைசல்** சேர்க்கை வினை புரிவதால் டையால்கள் உருவாகின்றன. இவ்வினையில் $KMnO_4$ நிறம் இழக்கப்படுகிறது. மேலும் MnO_2 பழுப்பு நிற வீழ்ப்படிவாக உருவாகலாம்.

$$2KMnO_4 + H_2O \longrightarrow 2KOH + 2MnO_2 + 3(O)$$

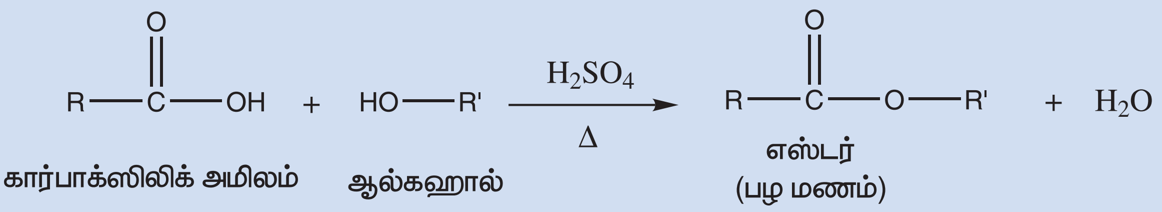


9. நடுநிலை $FeCl_3$ சோதனை:

பீனால் நடுநிலை பெர்ரிக்குளோரைடு கரைசலுடன் ஊதா நிற அணைவுச் சேர்மத்தினைத் தருவதால் கரைசல் ஊதா நிறமாகிறது.

10. எஸ்டராக்குதல் வினை:

ஆல்கஹால்கள், கார்பாக்ஸிலிக் அமிலங்களுடன் கனிம அமிலங்கள் முன்னிலையில் வினைபட்டு, பழ மணமுடைய எஸ்டர்களை உருவாக்குகின்றன.



organic analysis-Tamil.indd 290 21-12-2022 18:40:14

11. டாலன்ஸ் வினைப்பொருளுடன் வினை:

ஆல்டிஹைடுகள் டாலன்ஸ் வினைப்பொருளை வெள்ளி உலோகமாக ஒடுக்குகிறது. இது சோதனைக் குழாயின் உட்புற சுவற்றில் படிவதால் வெள்ளி ஆடி உருவாகிறது.

$$\underset{\text{ஆல்டிஹைடு}}{\text{R-CHO}} + \underset{\text{டாலன்ஸ் வினைப்பொருள்}}{2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH} \longrightarrow \underset{\text{வெள்ளி ஆடி}}{2Ag\downarrow} + R-COONH_4 + H_2O + 3NH_3$$

டாலன்ஸ் வினைப்பொருளைத் தயாரித்தல்:

அம்மோனியா கலந்த சில்வர் நைட்ரேட் கரைசல் டாலன்ஸ் வினைப்பொருள் என அழைக்கப்படுகிறது.

தயாரித்தல்: 1g சில்வர் நைட்ரேட் படிகத்தை தூய வாலை வடிநீரில் கரைக்கவும். இந்த நீரிய கரைசலுடன் 2ml NaOH கரைசலைச் சேர்க்கவும். பழுப்புநிற சில்வர் ஆக்ஸைடு வீழ்படிவு உருவாகும். துளித் துளியாக அம்மோனியாவைச் சேர்த்து, இவ்வீழ்படிவை கரைக்கவும்.

12. ஃபெலிங் சோதனை:

காப்பர் சல்பேட்டின் நீர் கரைசல் ஃபெலிங் (A) கரைசல் எனப்படுகிறது.

சோடியம் பொட்டாசியம் டார்டரேட் உப்பின்(ரோஷ்லி உப்பு) தெளிவான கரைசல் மற்றும் அடர் NaOH கரைசல்) ஃபெலிங் (B) கரைசல் எனப்படுகிறது.

சமகனஅளவு ஃபெலிங் (A) மற்றும் ஃபெலிங் (B) ஆகியனவற்றின் கலவை ஆழ்ந்த நீல நிறமுடையது. ஃபெலிங் கரைசலில் உள்ள, Cu^{2+} அயனியானது காரக்கரைசலில் உள்ள டார்டரேட் அயனியுடன் அணைவுச் சேர்மத்தை உருவாக்குகிறது.

ஃபெலிங் கரைசலில் உள்ள Cu^{2+} அயனிகளை, ஆல்டிஹைடுகள் சிவப்பு நிற Cu(I) ஆக்ஸைடாக ஒடுக்குகின்றன.

$$\underset{\text{ஆல்டிஹைடு}}{RCHO} + \underset{\text{ஃபெலிங் கரைசல்}}{2Cu^{2+} + 5OH^-} \longrightarrow \underset{\text{Cu(I) ஆக்ஸைடு (சிவப்பு நிறம்)}}{Cu_2O\downarrow} + RCOO^- + 3H_2O$$

குறிப்பு: பென்சால்டிஹைடைப் பொருத்த வரையில் இவ்வினை மிக மெதுவாக நிகழ்வதால் பென்சால்டிஹைடு சிவப்பு நிற வீழ்படிவைத் தருவதில்லை.

13. சோடியம் நைட்ரோ புருசைடு சோதனை:

காரத்தால் உருவான கீட்டோன் எதிரயனியானது நைட்ரோபுருசைடு அயனியுடன் இணைந்து சிவப்பு நிற அணைவுச் சேர்மத்தினை உருவாக்குகிறது. ஆல்டிஹைடுகள் இவ்வினையில் ஈடுபடுவதில்லை.

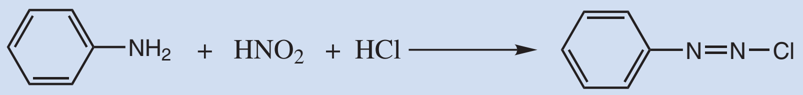
$$CH_3COCH_3 \xrightarrow{^-OH} CH_3COCH_2^- + H_2O$$

$$\underset{\text{சோடியம் நைட்ரோ புருசைடு}}{[Fe(CN)_5\,NO]^{2-}} + CH_3COCH_2^- \longrightarrow \underset{\text{(சிவப்பு நிற அணைவுச் சேர்மம்)}}{[Fe(CN)_5\,NO.CH_3COCH_2]^{3-}}$$

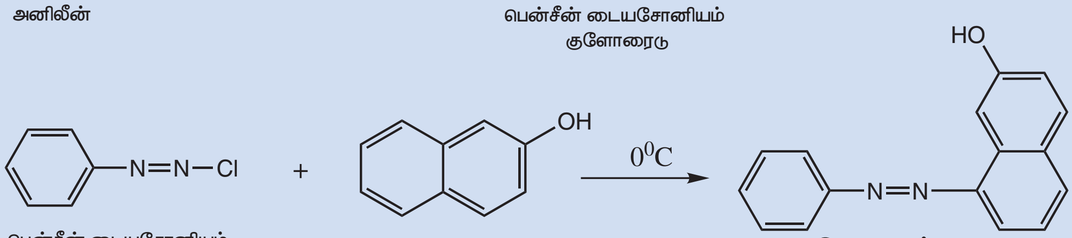
organic analysis-Tamil.indd 291 21-12-2022 18:40:15

14. அசோ சாயச் சோதனை:

அரோமேட்டிக் ஓரிணைய அமீன்கள் இச்சோதனையில் சாயங்களை உருவாக்குகின்றன. அவைகள் நைட்ரஸ் அமிலத்துடன் டையசோனியம் உப்புகளைத் தருகின்றன. இந்த டையசோனியம் உப்புகள் β–நாப்தாலுடன் இணைப்பு வினையில் ஈடுபட்டு ஆரஞ்சு சிவப்பு நிற சாயங்களைத் தருகின்றன.



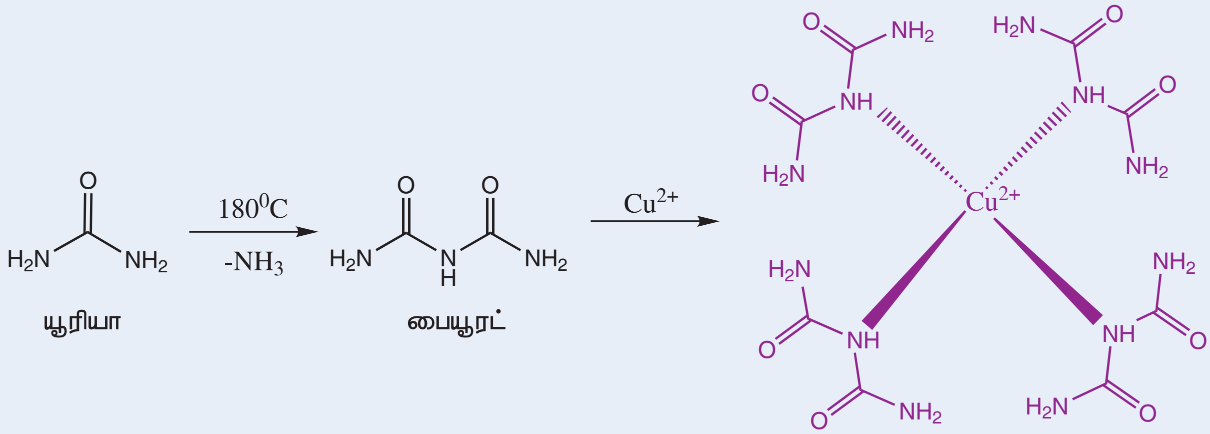
அனிலீன் — பென்சீன் டையசோனியம் குளோரைடு



பென்சீன் டையசோனியம் குளோரைடு — β–நாப்தால் — அசோ சாயம் ஆரஞ்சு சிவப்பு நிறம்

15. பையூரட் சோதனை:

யூரியா போன்ற டை அமைடுகளை வெப்பப்படுத்தும் போது பையூரட் உருவாகிறது. இது Cu^{2+} அயனியுடன் இணைந்து ஆழ்ந்த ஊதா நிற அணைவுச் சேர்மத்தினைத் தருகின்றது.



யூரியா — பையூரட் — $[Cu(Biuret)_4]^{2+}$ அணைவுச் சேர்மம் (ஊதா நிறம்)

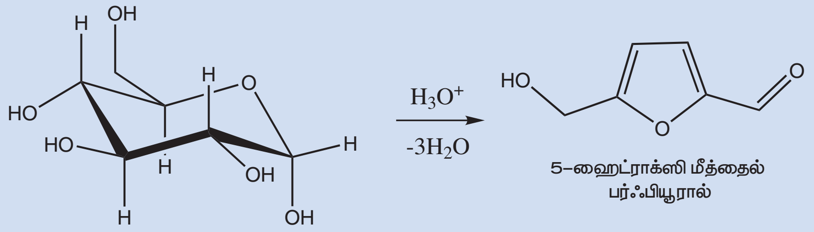
பன்பறி பகுப்பய்விற்க்கான கரிமச் சேர்மங்கள்

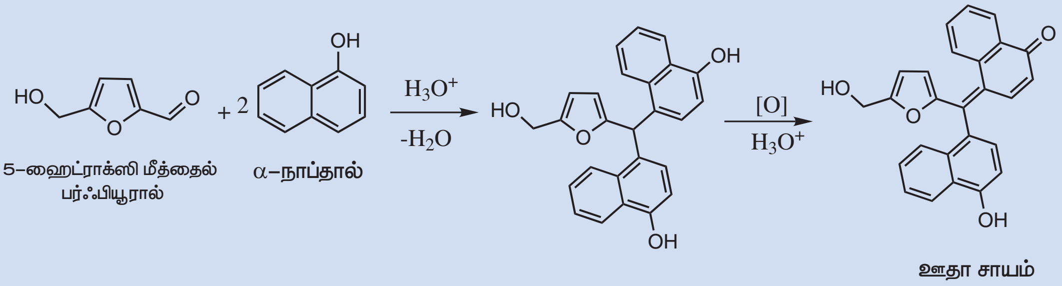
1. பென்சால்டிஹைடு (Benzaldehyde)
2. சின்னமால்டிஹைடு (Cinnamaldehyde)
3. அசிட்டோபீனோன் (Acetophenone)
4. பென்சாயிக் அமிலம் (Benzoic acid)
5. சின்னமிக் அமிலம் (Cinnamic acid)
6. யூரியா (Urea)
7. குளுக்கோஸ் (Glucose)
8. அனிலீன் (Aniline)
9. சாலிசிலிக் அமிலம் (Salicylic acid)

organic analysis-Tamil.indd 292 21-12-2022 18:40:15

16. மாலிஷ் சோதனை:

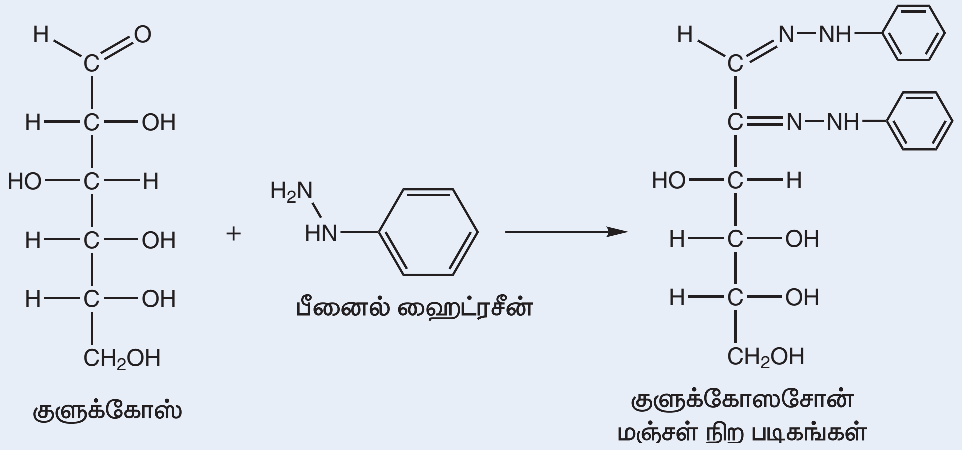
டைசாக்கரைடுகள் மற்றும் பாலிசாக்ரைடுகள் நீராற்பகுப்படைந்து மோனோ சாக்கரைடுகளைத் தருகின்றன. இவைகள் நீரகற்றம் அடையும் போது, பென்டோஸ் ஆனது பர்ஃபியூராலையும், ஹெக்ஸோஸ் ஆனது 5–ஹைட்ராக்ஸி மீத்தைல் பர்ஃபியூராலையும் தருகின்றன. இந்த ஆல்டிஹைடுகள் α–நாப்தாலின் இருமூலக்கூறுகளுடன் குறுக்க வினைக்கு உட்பட்டு ஊதா நிறமுடைய வினைபொருளைத் தருகின்றன. வினைகள் பின்வருமாறு,





17. ஓசசோன் சோதனை:

அசிட்டிக் அமிலத்தில் உள்ள பீனைல் ஹைட்ரசீனை, ஒடுக்கும் சர்க்கரையுடன் சேர்த்து கொதிக்க வைக்கும் போது ஓசசோன் உருவாகின்றது. மோனோ சாக்கரைடுகளின் முதல் இரு கார்பன்கள் இவ்வினையில் பங்கேற்கின்றன. குளுக்கோஸ், பிரக்டோஸ் மற்றும் மானோஸ் போன்ற மாறுபட்ட மோனோ சாக்கரைடுகள் ஒரே மஞ்சள் நிற ஓசசோனைத் தருகின்றன.



organic analysis-Tamil.indd 293
21-12-2022 18:40:15

II-பருமனறி பகுப்பாய்வு

1. பெர்ரஸ் சல்பேட்டின் (Fe^{2+}) நிறையறிதல்

நோக்கம்:

பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் கொடுக்கப்பட்டுள்ள செறிவறியா பெர்ரஸ் சல்பேட் கரைசலில் 750mL ல் கரைந்துள்ள படிக பெர்ரஸ் சல்பேட்டின் நிறையினைத் தீர்மானித்தல். இதற்கென, 0.1102N திறனுடைய பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட் திட்டக் கரைசல் மற்றும் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் இணைப்புக் கரைசல் ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தத்துவம்

தரம்பார்த்தல் வினைகள்

ஆக்சிஜனேற்றம் : $5\,Fe^{2+} \longrightarrow 5\,Fe^{3+} + 5e^-$

ஆக்சிஜனொடுக்கம் : $\underset{\text{Pink}}{MnO_4^-} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow \underset{\text{colourless}}{Mn^{2+}} + 4H_2O$

ஒட்டுமொத்த ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை : $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

சுருக்கமான செய்முறை :

வ.எண்	பொருளடக்கம்	தரம் பார்த்தல் –I	தரம் பார்த்தல் –II
1	பியூரெட் கரைசல்	$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல்	$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல்
2	பிப்பெட் கரைசல்	20mL திட்ட FAS கரைசல்	20mL செறிவறியா $FeSO_4$ கரைசல்
3	சேர்க்கப்பட வேண்டிய அமிலம்	20mL 2N H_2SO_4	20mL 2N H_2SO_4
4	வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை
5	நிறங்காட்டி	$KMnO_4$ (சுயநிறங்காட்டி)	$KMnO_4$ (சுயநிறங்காட்டி)
6	முடிவு நிலை	நிலைத்த வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல்.	நிலைத்த வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல்.
7	$FeSO_4$ ன் சமான எடை= 278		

செய்முறை

தரம் பார்த்தல்– I

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திட்ட FAS கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கென கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு, பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு பியூரெட் முழுமையும் அக்கரைசல் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL FAS திட்டக் கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு

organic analysis-Tamil.indd 294 21-12-2022 18:40:16

உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் 20mL 2N நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர்க்க. இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம் பார்த்தலின் போது வினை நிகழ்வதால் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ன் நிறம் மறையும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிறைவடையும் நிலையில் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ஆனது வினையேதும் புரியாமல் கரைசலில் அப்படியே இருப்பதால் நிலையான வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்துக் கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளைப் பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –I

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs FAS திட்டக் கரைசல்

வ.எண்.	FAS திட்டக் கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		$KMnO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (ஒத்த அளவீடு) (mL)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ____________ mL

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ____________ N

FAS திட்ட கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ____20____ mL

FAS திட்ட கரைசலின் திறன் (N_2) = 0.1102 N

பருமனறி பகுப்பாய்வுத் தத்துவத்தின்படி, $V_1N_1 = V_2N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

$KMnO_4$ **இணைப்புக் கரைசலின் திறன்** (N_1) = ____________ **N**

தரம் பார்த்தல்– II

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா $FeSO_4$ கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கு என கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு, பியூரெட் முழுமையும் அக்கரைசல் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL திறனறியா $FeSO_4$ கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் 20mL 2N நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை சேர்க்க. இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம் பார்த்தலின் போது வினை நிகழ்வதால் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ன் நிறம் மறையும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிறைவடையும் நிலையில் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$, வினை ஏதும் புரியாமல் கரைசலில் அப்படியே இருப்பதால் வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளை பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

organic analysis-Tamil.indd 295 21-12-2022 18:40:16

தரம் பார்த்தல் – II

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா $FeSO_4$ கரைசல்

வ.எண்.	திறனறியா $FeSO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		$KMnO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (mL) (ஒத்த அளவீடு)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

திறனறியா $FeSO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = 20 mL

திறனறியா $FeSO_4$ கரைசலின் திறன் (N_1) = ____?____ N

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ________ mL

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_2) = ________ N

பருமனறி பகுப்பாய்வு தத்துவத்தின்படி, $V_1N_1=V_2N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

திறனறியா $FeSO_4$ கரைசலின் திறன் (N_1) = ________ N

நிறை கணக்கிடுதல்

1 லிட்டர் கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக $FeSO_4$ ன் நிறை = $FeSO_4$ கரைசலின் திறன் (நார்மாலிட்டியில்) X சமான நிறை

750 mL கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக $FeSO_4$ ன் நிறை = $\frac{FeSO_4 \text{ கரைசலின் திறன்} \times 278 \times 750}{1000}$

= ________ கிராம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட கரைசலில் 750 mL-ல் கரைந்துள்ள படிக $FeSO_4$ ன் நிறை = ________ கிராம்.

2. பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட்டின் நிறையறிதல்

நோக்கம்:

பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் கொடுக்கப்பட்டுள்ள செறிவறியா பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட் கரைசலில் 1500mL ல் கரைந்துள்ள படிக பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட்டின் நிறையினைத் தீர்மானித்தல். இதற்கென, 0.1024N திறனுடைய திட்ட பெர்ரஸ் சல்பேட் கரைசல் ($FeSO_4$) மற்றும் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் இணைப்புக் கரைசல் ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

organic analysis-Tamil.indd 296 21-12-2022 18:40:16

தத்துவம்

தரம்பார்த்தல் வினைகள்

ஆக்சிஜனேற்றம் : $5\ Fe^{2+} \longrightarrow 5\ Fe^{3+} + 5e^-$

ஆக்சிஜனொடுக்கம் : $\underset{Pink}{MnO_4^-} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow \underset{colourless}{Mn^{2+}} + 4H_2O$

ஒட்டுமொத்த ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை : $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

சுருக்கமான செய்முறை:

வ.எண்	பொருளடக்கம்	தரம் பார்த்தல் –I	தரம் பார்த்தல் –II
1	பியூரெட் கரைசல்	$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல்	$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல்
2	பிப்பெட் கரைசல்	20mL திட்ட $FeSO_4$ கரைசல்	20mL செறிவறியா FAS கரைசல்
3	சேர்க்கப்பட வேண்டிய அமிலம்	20mL 2N H_2SO_4	20mL 2N H_2SO_4
4	வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை
5	நிறங்காட்டி	$KMnO_4$ (சுயநிறங்காட்டி)	$KMnO_4$ (சுயநிறங்காட்டி)
6	முடிவு நிலை	நிலைத்த வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல்.	நிலைத்த வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல்.
7	FAS ன் சமான எடை= 392		

செய்முறை

தரம் பார்த்தல்– I

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திட்ட $FeSO_4$ கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கென கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு, பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL திட்ட $FeSO_4$ கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் 20mL 2N நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர்க்க. இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம் பார்த்தலின் போது வினை நிகழ்வதால் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ன் நிறம் மறையும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிறைவடையும் நிலையில் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$, வினை ஏதும் புரியாமல் கரைசலில் அப்படியே இருப்பதால் வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளைப் பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –I

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs $FeSO_4$ திட்டக் கரைசல்

வ.எண்.	$FeSO_4$ திட்டக் கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		$KMnO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (ஒத்த அளவீடு) (mL)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ______________ mL

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ______________ N

$FeSO_4$ திட்ட கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ____ 20 ________ mL

$FeSO_4$ திட்ட கரைசலின் திறன் (N_2) = 0.1024 N

பருமனறி பகுப்பாய்வுத் தத்துவத்தின்படி, $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ______________ N

தரம் பார்த்தல்– II

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா FAS கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கு என கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL திறனறியா FAS கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் 20mL 2N நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை சேர்க்க. இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம் பார்த்தலின் போது வினை நிகழ்வதால் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ன் நிறம் மறையும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிறைவடையும் நிலையில் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$, வினை ஏதும் புரியாமல் கரைசலில் அப்படியே இருப்பதால் வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளை பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –II

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா FAS கரைசல்

வ.எண்.	திறனறியா FAS கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		$KMnO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (mL) (ஒத்த அளவீடு)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

திறனறியா FAS கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ____ 20 ________ mL

திறனறியா FAS கரைசலின் திறன் (N_1) = ________________ N

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ________________ mL

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_2) = ________________ N

பருமனறி பகுப்பாய்வு தத்துவத்தின்படி, $V_1N_1 = V_2N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

திறனறியா FAS கரைசலின் திறன் (N_1) = ________________ N

நிறை கணக்கிடுதல்

1 லிட்டர் கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக சமான நிறை = FAS கரைசலின் திறன் (நார்மாலிட்டியில்) × FAS ன் சமான நிறை

1500 mL கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக FAS ன் நிறை $= \frac{\text{FAS கரைசலின் திறன்} \times 392 \times 1500}{1000}$

= ________________ கிராம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட கரைசலில் 1500 mL-ல் கரைந்துள்ள படிக FAS ன் நிறை = ________________ கிராம்.

3. ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறையறிதல்

நோக்கம்:

பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் கொடுக்கப்பட்டுள்ள செறிவறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலில் 500mLல் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறையினைத் தீர்மானித்தல். இதற்கென, 0.1N திறனுடைய திட்ட பெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட் கரைசல் மற்றும் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் இணைப்புக் கரைசல் ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

organic analysis-Tamil.indd 299 21-12-2022 18:40:16

தத்துவம்

தரம்பார்த்தல் வினைகள்

ஆக்சிஜனேற்றம் : $(COOH)_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$

ஆக்சிஜனொடுக்கம் : $\underset{\text{Pink}}{MnO_4^-} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow \underset{\text{colourless}}{Mn^{2+}} + 4H_2O$

ஒட்டுமொத்த ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை : $5(COOH)_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

சுருக்கமான செய்முறை:

வ.எண்	பொருளடக்கம்	தரம் பார்த்தல் –I	தரம் பார்த்தல் –II
1	பியூரெட் கரைசல்	$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல்	$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல்
2	பிப்பெட் கரைசல்	20mL திட்ட FAS கரைசல்	20mL செறிவறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல் .
3	சேர்க்கப்பட வேண்டிய அமிலம்	20mL 2N H_2SO_4	20mL 2N H_2SO_4
4	வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை	60˚-70˚C
5	நிறங்காட்டி	$KMnO_4$ (சுயநிறங்காட்டி)	$KMnO_4$ (சுயநிறங்காட்டி)
6	முடிவு நிலை	நிலைத்த வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல்.	நிலைத்த வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல்.
7	ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் சமான எடை= 63		

செய்முறை

தரம் பார்த்தல்– I

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திட்ட FAS கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கென கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு, பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL திட்ட FAS கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் 20mL 2N நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர்க்க. இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம் பார்த்தலின் போது வினை நிகழ்வதால் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ன் நிறம் மறையும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிறைவடையும் நிலையில் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$, வினை ஏதும் புரியாமல் கரைசலில் அப்படியே இருப்பதால் வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளைப் பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –I

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs FAS திட்டக் கரைசல்

வ.எண்.	FAS திட்டக் கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		$KMnO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (ஒத்த அளவீடு) (mL)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ______________ mL

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ______________ N

FAS திட்ட கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ____ 20 ________ mL

FAS திட்ட கரைசலின் திறன் (N_2) = 0.1 N

பருமனறி பகுப்பாய்வுத் தத்துவத்தின்படி, $V_1N_1 = V_2N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ______________ N

தரம் பார்த்தல்– II

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கு என கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள $KMnO_4$ கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் 20mL 2N நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை சேர்க்க. இக்கலவையினை 60°-$70^{\circ}C$ வரை வெப்பப்படுத்தவும். பின், இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம் பார்த்தலின் போது வினை நிகழ்வதால் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$ ன் நிறம் மறையும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை நிறைவடையும் நிலையில் சேர்க்கப்படும் $KMnO_4$, வினை ஏதும் புரியாமல் கரைசலில் அப்படியே இருப்பதால் வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளை பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –II

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல்

வ.எண்.	திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		$KMnO_4$ கரைசலின் கனஅளவு (mL) (ஒத்த அளவீடு)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = _____ 20 _____ mL

திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன் (N_1) = __________ N

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = __________ mL

$KMnO_4$ இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_2) = __________N

பருமனறி பகுப்பாய்வு தத்துவத்தின்படி, $V_1N_1 = V_2N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன் (N_1) **= __________ N**

நிறை கணக்கிடுதல்

1 லிட்டர் கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறை = ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன் (நார்மாலிட்டியில்) × சமான நிறை

500 mL கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறை = $\dfrac{\text{ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன்} \times 63 \times 500}{1000}$

= __________கிராம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட கரைசலில் 500 mL–ல் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறை = __________ கிராம்.

4. சோடியம் ஹைடிராக்சைடின் நிறையறிதல்

நோக்கம்:

பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் கொடுக்கப்பட்டுள்ள செறிவறியா சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலில் 250mLல் கரைந்துள்ள சோடியம் ஹைடிராக்சைடின் நிறையினைத் தீர்மானித்தல். இதற்கென, 0.0948N திறனுடைய திட்ட சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் மற்றும் HCl இணைப்புக் கரைசல் ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தத்துவம்

தரம்பார்த்தல் வினைகள் (**நடுநிலையாக்கல் வினைகள்**)

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

சுருக்கமான செய்முறை:

வ.எண்	பொருளடக்கம்	தரம் பார்த்தல் –I	தரம் பார்த்தல் –II
1	பியூரெட் கரைசல்	HCl இணைப்புக் கரைசல்	HCl இணைப்புக் கரைசல்.
2	பிப்பெட் கரைசல்	20mL Na_2CO_3 திட்டக் கரைசல்	20mL செறிவறியா NaOH கரைசல்
4	வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை
5	நிறங்காட்டி	மெத்தில் ஆரஞ்சு	பினா:ப்தலின்
6	முடிவு நிலை	வெளிறிய மஞ்சள் நிறத்திலிருந்து இளஞ்சிவப்பு நிறமாக மாறுதல்	இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறைதல்.
7	சோடியம் ஹைடிராக்சைடின் சமான எடை= 40		

செய்முறை

தரம் பார்த்தல்– I

இணைப்பு HCl vs Na_2CO_3 திட்ட க்கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கென கொடுக்கப்பட்டுள்ள HCl இணைப்புக் கரைசலில் சிறிதளவு, பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள HCl கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL திட்ட சோடியம் கார்பனேட் கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் இரு துளிகள் மெத்தில் ஆரெஞ்சு நிறங்காட்டியைச் சேர்க்க. கரைசல் வெளிறிய இளமஞ்சள் நிறத்தைப் பெறும். இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட HCl கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. தரம்பார்த்தல் நிறைவடையும் நிலையில் கரைசல் அமிலத் தன்மையைப் பெறுவதால் நிறங்காட்டியானது வெளிறிய மஞ்சள் நிறத்திலிருந்து இளஞ்சிவப்பு நிறமாக மாறும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்துக் கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளைப் பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

organic analysis-Tamil.indd 303 21-12-2022 18:40:17

தரம் பார்த்தல் –I

இணைப்பு HCl கரைசல் vs Na_2CO_3 திட்டக் கரைசல்

வ.எண்.	Na_2CO_3 திட்டக் கரைசலின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		HCl கரைசலின் கனஅளவு (ஒத்த அளவீடு) (mL)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

HCl இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ________________ mL

HCl இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ________________ N

Na_2CO_3 திட்ட கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ____ 20 ________ mL

Na_2CO_3 திட்ட கரைசலின் திறன் (N_2) = 0.0948 N

பருமனறி பகுப்பாய்வுத் தத்துவத்தின்படி, $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

HCl **இணைப்புக் கரைசலின் திறன்** (N_1) = ______ X ______ **N**

தரம் பார்த்தல்– II

திறனறியா NaOH கரைசல் vs HCl இணைப்புக் கரைசல்

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கு என கொடுக்கப்பட்டுள்ள திறனறியா HCl கரைசலில் சிறிதளவு பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள HCl கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL இணைப்புக் கரைசலைக் NaOH பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் இரு துளிகள் பினாஃப்தலின் நிறங்காட்டியினைச் சேர்க்க. இக்கரைசல் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தைப் பெறும். இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட HCl கரைசலுடன் தரம்பார்க்க. தரம்பார்த்தல் வினை நிறைவடையும் நிலையில் கரைசல் அமிலத் தன்மை பெறுவதால் நிறங்காட்டியானது இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருந்து நிறமற்றதாகும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளை பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

organic analysis-Tamil.indd 304 21-12-2022 18:40:17

தரம் பார்த்தல் –II

இணைப்பு HCl கரைசல் vs திறனறியா சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசல்

வ.எண்.	திறனறியா கரைசல் NaOH யின் கனஅளவு (mL)	பியூரெட் அளவீடுகள் (mL)		இணைப்பு HCl கனஅளவு (mL) (ஒத்த அளவீடு)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

திறனறியா சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ______ 20 ______ mL

திறனறியா சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலின் திறன் (N_1) = ____________ N

HCl இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ____________ mL

HCl இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_2) = ____________ N

பருமனறி பகுப்பாய்வு தத்துவத்தின்படி, $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

திறனறியா சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலின் திறன் (N_1) = ______ Y ______ N

நிறை கணக்கிடுதல்

1 லிட்டர் கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக சோடியம் ஹைடிராக்சைடு நிறை = சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலின் திறன் (நார்மாலிட்டியில்) × சமான நிறை

250 mL கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக சோடியம் ஹைடிராக்சைடின் நிறை = $\frac{\text{சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலின் திறன்} \times 40 \times 250}{1000}$

= ____________ கிராம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட கரைசலில் 250 mL–ல் கரைந்துள்ள படிக சோடியம் ஹைடிராக்சைடின் நிறை ____________ கிராம்.

organic analysis-Tamil.indd 305 21-12-2022 18:40:17

5. ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறையறிதல்

நோக்கம்:

பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் கொடுக்கப்பட்டுள்ள செறிவறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலில் 1250mLல் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறையினைத் தீர்மானித்தல். இதற்கென, 0.1010N திறனுடைய திட்ட HCl கரைசல் மற்றும் சோடியம் ஹைடிராக்சைடு இணைப்புக் கரைசல் ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தத்துவம்

தரம்பார்த்தல் வினைகள் (**நடுநிலையாக்கல் வினைகள்**)

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$2NaOH + \underset{\text{Oxalic acid}}{(COOH)_2} \longrightarrow \underset{\text{Sodium oxalate}}{(COONa)_2} + 2H_2O$$

சுருக்கமான செய்முறை:

வ.எண்	பொருளடக்கம்	தரம் பார்த்தல் -I	தரம் பார்த்தல் –II
1	பியூரெட் கரைசல்	HCl திட்டக் கரைசல்	செறிவறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல் .
2	பிப்பெட் கரைசல்	20mL இணைப்பு NaOH கரைசல்	20mL இணைப்பு NaOH கரைசல்
4	வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை	ஆய்வக வெப்பநிலை
5	நிறங்காட்டி	பினாஃப்தலின்	பினாஃப்தலின்
6	முடிவு நிலை	வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறைதல்.	வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறைதல்.
7	ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் சமான எடை= 63		

செய்முறை

தரம் பார்த்தல்– I

NaOH **இணைப்புக் கரைசல் vs** HCl **திட்ட க்கரைசல்**

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கென கொடுக்கப்பட்டுள்ள HCl திட்டக் கரைசலில் சிறிதளவு, பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள HCl கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL NaOH இணைப்புக் கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் இரு துளிகள் பினாஃப்தலின் நிறங்காட்டியினைச் சேர்க்க. இக்கரைசல் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தைப் பெறும். இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட HCl கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. வினை நிறைவடையும் நிலையில் கரைசல் அமிலத்தன்மை பெறுவதால் வெளிறிய இளஞ்சிவப்பு நிறம் மறையும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்து கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளைப் பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –I

NaOH **இணைப்புக் கரைசல் vs திட்ட** HCl **கரைசல்**

வ.எண்.	இணைப்பு NaOH கரைசலின் கனஅளவு(mL)	பியூரெட் அளவீடுகள்(mL)		HCl கரைசலின் கனஅளவு (ஒத்த அளவீடு)(mL)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

NaOH இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ____ 20 ____ mL

NaOH இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ________ N

HCl திட்ட கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ________ mL

HCl திட்ட கரைசலின் திறன் (N_2) = 0.1010 N

பருமனறி பகுப்பாய்வுத் தத்துவத்தின்படி, $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \times N_2}{V_1}$$

NaOH **இணைப்புக் கரைசலின் திறன்** = ____ Y ____ N

தரம் பார்த்தல்– II

NaOH **இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல்**

பியூரெட்டை நீரினால் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் தரம் பார்த்தலுக்கு என கொடுக்கப்பட்டுள்ள திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலம் கரைசலில் சிறிதளவு பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு அக்கரைசல் பியூரெட் முழுமையும் படுமாறு சுழற்றிக் கழுவுதல் வேண்டும். இதன் பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஆக்சாலிக் அமிலம் கரைசலைக் கொண்டு பியூரெட்டில் பூஜ்ஜியக் குறியீட்டு அளவு வரை நிரப்புக. மிகச்சரியாக 20mL இணைப்புக் கரைசலைக் (NaOH) பிப்பெட்டைக் கொண்டு உறிஞ்சி எடுத்து நன்கு கழுவப்பட்ட கூம்புக் குடுவையில் இடுக. மேலும் இதனுடன் இரு துளிகள் பினாஃப்தலின் சேர்க்க கரைசல் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தைப் பெறும். இக்கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலம் கரைசலுடன் தரம் பார்க்க. வினைமுடிவடையும் நிலையில் கரைசல் அமிலத்தன்மை பெறுவதால் பினாஃப்தாலின் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருந்து நிறமற்றதாக மாறும். இதுவே முடிவு நிலையாகும். இந்நிலையில் பியூரெட் அளவீட்டினை அட்டவணையில் குறித்துக் கொள்க. ஒத்த தரம் பார்த்தல் அளவீடுகளை பெறும் வரையில் தரம் பார்த்தலை மீளவும் நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் –II

NaOH **இணைப்புக் கரைசல் vs திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசல்**

வ.எண்.	இணைப்பு கரைசல் NaOH யின் கனஅளவு(mL)	பியூரெட் அளவீடுகள்(mL)		திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் கனஅளவு (mL) (ஒத்த அளவீடு)
		ஆரம்பம்	இறுதி	
1	20			
2	20			
3	20			

கணக்கிடுதல்

திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் கனஅளவு (V_1) = ______________ mL

திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ______________ N

NaOH இணைப்புக் கரைசலின் கனஅளவு (V_2) = ____ 20 ______ mL

NaOH இணைப்புக் கரைசலின் திறன் (N_2) = ______________ N

பருமனறி பகுப்பாய்வு தத்துவத்தின்படி, $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$N_1 = \frac{V_2 \text{ x } N_2}{V_1}$$

திறனறியா ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன் (N_1) = ______________ N

நிறை கணக்கிடுதல்

1 லிட்டர் கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறை = ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன் (நார்மாலிட்டியில்) × சமான நிறை

1250 mL கரைசலில் கரைந்துள்ள படிக ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறை = $\frac{\text{ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலின் திறன்} \times 63 \times 1250}{1000}$

= ______________ கிராம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட கரைசலில் 1250 mL-ல் கரைந்துள்ள படிக

ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் நிறை ______________ கிராம்

Glossary - கலைச்சொற்கள்

Acidic oxide	அமிலஆக்சைடு
Activated complex	கிளர்வுற்ற அணைவு
Activation energy	கிளர்வுறு ஆற்றல்
Ambidentate ligand	இருமுனை ஈனி
Amorphous solid	படிக வடிவமற்ற திண்மம்
Amphoteric oxide	ஈரியல்புத் தன்மை கொண்ட ஆக்சைடு
Anionic complex	எதிரயனி அணைவு
Anisotropy	திசையொப்பு பண்பு அற்றவை
Antiferromagnetic	எதிர் பெர்ரோ காந்ததன்மை
Basic oxide	காரஆக்சைடு
Blast furnace	ஊது உலை
Bleaching	வெளுப்பான்
BM	போர்மேக்னடான்
Body cantered cubic unit cell	பொருள் மைய கனசதுர அலகுக்கூடு
Brass	பித்தளை
Bronze	வெண்கலம்
Brown ring test	பழுப்பு வளைய சோதனை
Cast iron	வார்ப்பிரும்பு
Catalysts	வினைவேகமாற்றி
Cationic complex	நேரயனி அணைவு
Central metal ion	மைய உலோக அயனி
CFT	படிகபுலக் கொள்கை
Chalcogens	சால்கோஜன்கள்(தாதீனிகள்)
Chelating ligand	கொடுக்கிணைப்பு ஈனி
Chemiluminescence	வேதி ஒளிர்தல்
Chile saltpeter	சிலி வெடியுப்பு
Chromatography	வண்ணப்பிரிகை முறை
Close packed arrangement	நெருங்கி பொதிந்த கட்டமைப்பு
Coinage metals	நாணய உலோகங்கள்
Collision theory	மோதல் கொள்கை
Column chromatography	குழாய் வண்ணப் பிரிகைமுறை
Completely filled	முழுவதுமாக நிரம்பிய
Concentration of the ore	தாதுக்களை செறிவூட்டல்

Glossary.indd 309 18-12-2021 21:48:32

Conductivity	கடத்துத்திறன்
Coordination compounds	அணைவுச் சேர்மங்கள்
Coordination isomerism	அணைவு மாற்றியம்
Coordination number	அணைவு எண்
Coordination sphere	அணைவுக் கோளம்
Crystal defect	படிகக் குறைபாடு
Crystal field splitting	படிக புலப்பிரிப்பு
Crystalline solid	படிகவடிவமுடைய திண்மம்
Cupellation	புடமிடுதல்
Decay	சிதைவு
Degenerate orbitals	சமஆற்றல் கொண்ட ஆர்பிட்டால்கள்
Deliquescent	நீர் உறிஞ்சி நீர்மமாதல்
Density	அடர்த்தி
Dibasic acid	இருகாரத்துவ அமிலம்
Diffraction	விளிம்பு வளைவு விளைவு
Double salts	இரட்டை உப்புகள்
Ductility	கம்பியாக இழுபடும் தன்மை
Earth's crust	புவி மேலடுக்கு
Edge	விளிம்பு
Electro metallurgy	மின்வேதி உலோகவியல்
Electrolytic refining	மின்னாற் தூய்மையாக்கல்
Electroplating	மின்முலாம் பூசுதல்
Enameling	கனிம பூச்சிடுதல்
Excited state	கிளர்வு நிலை
Extraction	பிரித்தெடுத்தல்
Extrinsic semiconductor	புற மாசுக்குறைக்கடத்தி (புறமார்ந்த குறைகடத்தி)
Face	முகப்பு
Face cantered cubic unit cell	முகப்பு மைய கனசதுர அலகுக்கூடு
Facial isomer	முகப்பு மாற்றியம்
Ferromagnetic	பெர்ரோ காந்ததன்மை
Flash photolysis	துடிப்பு ஒளிப்பகுப்பாய்வு
Flints	தீக்கல்
Fluorescence	ஒளிர்தல்
Fluorescing surface	ஒளிரும் பரப்புகள்

Glossary.indd 310 18-12-2021 21:48:32

Froth floatation	நுரை மிதப்புமுறை
Galvanizing	துத்தநாக முலாம்பூசுதல்
Gangue	கனிமக் கழிவு
Garlic	உள்ளிப் பூண்டு
Geometrical isomerism	வடிவ மாற்றியம்
Gravity separation	புவிஈர்ப்பு பிரித்தெடுத்தல்
Half filled	பாதி நிரம்பிய
Halogens	ஹேலஜன்கள் (உப்பீனிகள்)
Hardness of water	நீரின் கடினத்தன்மை
Heteroleptic complex	பல்லினஈனி அணைவு
High spin complex	நிறைசுழற்சி அணைவு
Hole	துளை
Homoleptic complex	ஒரினஈனி அணைவு
Hybrid orbitals	இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால்கள்
Hydration energy	நீரேற்ற ஆற்றல்
Hydro metallurgy	நீர்ம உலோகவியல்
Hygroscopic	நீர் உறிஞ்சி இறுத்தி வைத்தல்
Incompressibility	அமுக்க இயலாத்தன்மை
Indian saltpeter	இந்திய வெடியுப்பு
Inert gases	மந்த வாயுக்கள்
Inert pair effect	மந்த இணைவிளைவு
Inner d orbital complex	உள் d ஆர்பிட்டால் அணைவு
Inner transition metals	உள்இடைநிலைத் தனிமங்கள்
Instantaneous rate of reaction	வினை வேகம்
Interfacial angle	முகப்பிடைக் கோணம்
Interstitial defect	இடைச்செருகல் படிககுறைபாடு
Interstitial void	இடைவெளி வெற்றிடம்
Intrinsic semiconductor	இயல் குறைக்கடத்தி (உள்ளார்ந்த குறைகடத்தி)
Ionisation enthalpy	அயனியாக்க என்தால்பி
Ionisation isomerism	அயனியாதல் மாற்றியம்
Isotropy	திசையொப்பு பண்பு உடையவை
Kinetic stability	வேகவியல் நிலைப்புத் தன்மை
Lanthanide contraction	லாந்தனைடு குறுக்கம்
Lattice plane	அணிக்கோவைத் தளம்

Glossary.indd 311 18-12-2021 21:48:32

Leaching	வேதிக்கழுவுதல் முறை
LFT	ஈனி புலக்கொள்கை
Ligands	ஈனிகள்
Linkage isomerism	இணைதல் மாற்றியம்
Low spin complex	குறைசுழற்சி அணைவு
Luminescence	ஒளிர்தல்
Magnetic resonance imaging	காந்த ஒத்ததிர்வு படமாக்கி
Magnetic separation	காந்தப் பிரிப்பு
Malleability	தகடாக நெகிழும்தன்மை
Meridional isomer	நெடுவரை மாற்றியம்
Metal deficiency defect	குறை உலோக அயனிக் குறைபாடு
Metal excess defect	அதி உலோக அயனிக் குறைபாடு
Metallic lustre	உலோக பளபளப்புத் தன்மை
Metalloids	உலோக போலிகள்
Metallurgy	உலோகவியல்
Minerals	கனிமங்கள்
Molecularity	வினைமூலக்கூறு எண்
Molten state	உருகிய நிலை
Monobasic acid	ஒருகாரத்துவ அமிலம்
MOT	மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கை
Mustard	கடுகு
Negative catalyst	வினை தளர்த்தி (எதிர்வினைவேக மாற்றி)
Nitrogenous fertilizers	நைட்ரஜன் உரங்கள்
Octahedral	எண்முகி
Opaque	ஒளிபுகா
Optical isomerism	ஒளியியல் மாற்றியம்
Orbital angular momentum	ஆர்பிட்டால் கோண உந்தம்
Order of the reaction	வினைவகை
Ores	தாதுக்கள்
Outer d orbital complex	வெளி d ஆர்பிட்டால் அணைவு
Oxidation number	ஆக்ஸிஜனேற்ற எண்
Oxoanion	ஆக்சோ எதிரயனி
Oxocations	ஆக்சோ நேரயனி
Packing fraction	பொதிவு பின்னம்
Phosphorescence	நின்றொளிர்தல்

Photo sensitizer	ஒளிவேதிவினைத் தூண்டி
Photochemical reaction	ஒளி வேதி வினை
Pickling of steel	எஃகு வேதித் தூய்மையாக்கல்
Pig iron	கசடுஇரும்பு
Planar	ஒருதள வடிவம்
Positive catalyst	வினையூக்கி (நேர்வினைவேக மாற்றி)
Preservative	பதப்படுத்தி
Primary valency	முதன்மை இணைதிறன்
Pulverization	மீநுண் துகளாக்குதல்
Pyro metallurgy	வெப்ப வேதி உலோகவியல்
Quantum efficiency	ஒளிவேதி வினைத்திறன்
Radioactive	கதிரியக்கம்
Rate constant	வினைவேக மாறிலி
Refrigerant	குளிரூட்டி
Rigid	கட்டிறுக்கம்
Roasting	வறுத்தல்
Rocket fuels	ராக்கெட் எரிபொருள்
Seaweeds	கடற்பாசி
Secondary valency	இரண்டாம்நிலை இணைதிறன்
Self-reduction	சுய ஒடுக்கம்
Simple cubic unit cell	எளிய கனசதுர அலகுக்கூடு
Slag	கசடு
Smelting	உருக்கி பிரித்தல்
Solvate isomerism	கரைப்பானேற்ற மாற்றியம்
Spectrochemical series	வேதி நிறமாலைதொடர்
Square planar	சதுரதளம்
Stability constant	நிலைப்புத்தன்மை மாறிலி
Stabilizers	நிலைநிறுத்திகள்
Strong field ligands	நிறைபுல ஈனி
Structural isomerism	அமைப்பு மாற்றியம்
Successive reaction	அடுத்தடுத்து நிகழும் வினைகள்
Super conducting magnets	அதிமின்கடத்து காந்தங்கள்
Superconductivity	அதிமின் கடத்துத்திறன்
Symmetry	சமச்சீர்த் தன்மை
Synergic effect	ஒருங்கிணைந்த விளைவு

Tetrahedral	நான்முகி
Thermal decomposition	வெப்பச் சிதைவு
Thermodynamic stability	வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத்தன்மை
Transition metals	இடைநிலைத் தனிமங்கள்
Transition state	பரிமாற்ற நிலை
Tribasic acid	முக்காரத்துவ அமிலம்
Trigonal bipyramidal	முக்கோண இருபிரமிடு
Trigonal pyramid	முக்கோண பிரமிடு
Unit cell	அலகுக் கூடு
Unpaired electrons	இணைசேரா எலக்ட்ரான்கள்
Unpleasant	நறுமணமற்ற
Vapour phase refining	வாயுநிலை தூய்மையாக்கல்
VBT	இணைதிறன் பிணைப்பு கொள்கை
Void	வெற்றிடம்
Weak field ligand	குறை புலஈனி
Wool	கம்பளி
Wrought iron	தேனிரும்பு
Zone refining	புலத் தூய்மையாக்கல்

Books for Reference

1. Basic concept of chemistry, L. J. Malone, T. O. Dolter, 8th Edition.
2. Chemistry in your life, Colin Baird, 2nd Edition.
3. Chemistry structure and properties, N. J. Tro, 2nd Edition.
4. General chemistry, R. Chang, 5th Edition.
5. Introductory chemistry for today, S. L. Seagal, M. R. Slabaugh, 8th Edition.
6. Basic Inorganic Chemistry, F. A. cotton, G. Wilkinson and P. L. Gaus, 3rd Edition.
7. Inorganic chemistry principles structure and reactivity, O. K. Medhi, E. A. Keiter, J. E. Huheey, R. L. Keiter, 4th Edition.
8. Inorganic chemistry, A. K. De.
9. Inorganic chemistry, Holleman-wiberg, 1st Edition.
10. Elements of physical chemistry, P. Atkins, 7th Edition.
11. Physical chemistry, I. Levine, 6th Edition..
12. Physical chemistry, G. Mortimer, 3rd Edition.

மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு –வேதியியல் தொகுதி–I பாடநூல் ஆக்கம்

தலைவர்

முனைவர் E. முருகன்
பேராசிரியர் மற்றும்
துறைத்தலைவர்இயற்வேதியியல் துறை
மற்றும் வளாக இயக்குநர் சென்னை
பல்கலைக்கழகம்,கிண்டி வளாகம், சென்னை

பாடப்புல வல்லுநர்கள் மற்றும் மேலாய்வாளர்கள்

முனைவர் M. பழனிச்சாமி
பேராசிரியர் (ஓய்வு), வேதியியல் துறை
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை மற்றும்
மதிப்புறு பேராசிரியர், இயற்வேதியியல் துறை
சென்னை பல்கலைக்கழகம்,கிண்டி வளாகம்,
சென்னை

முனைவர் V. சுப்ரமணியம்
பேராசிரியர் (ஓய்வு), வேதியியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி, சென்னை.

முனைவர் மங்கள சுந்தர் கிருஷ்ணன்
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை
இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம் சென்னை

முனைவர் P. செல்வம்
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை
இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம்,சென்னை

பேராசிரியர் B. விஸ்வநாதன்
பேராசிரியர்(ஓய்வு),வேதியியல் துறை,
இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம்,சென்னை

பேராசிரியர் V.R. விஜயராகவன்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்(ஓய்வு),
இயற்வேதியியல் துறை,
சென்னை பல்கலைக்கழகம்

முனைவர் U. வெங்கடசுப்ரமணியன்
முதுநிலை உதவிப் பேராசிரியர்
வேதி மற்றும் உயிர்தொழில்நுட்பவியல் துறை,
சாஸ்த்ரா நிகர்நிலைப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர்.

பாடநூல் உருவாக்க குழு

முனைவர். N. இராஜேந்திரன்
இணை பேராசிரியர்
வேதியியல் ஆராய்ச்சி துறை, அண்ணாமலை
பல்கலைக்கழகம்,
சிதம்பரம்.

கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு

வடிவமைப்பு

C. ஜெரால்டு வில்சன்,
அணிலாடி, விழுப்புரம் மாவட்டம்

வரைபடங்கள்

மதன் ராஜ்
அடைக்கல ஸ்டீபன்
சந்தியாகு ஸ்டீபன், அடிசன் ராஜ்
வி. வினோத் குமார்
மா. செல்வ குமார்

தரக் கட்டுபாடு

ராஜேஷ் தங்கப்பன்
P. அருண் காமராஜ்

அட்டை வடிவமைப்பு

கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்

ரமேஷ் முனிசாமி

தட்டச்சு (தமிழ்)

M. சத்யா
V. மீனா

கல்வி ஆலோசகர் மற்றும் இணை இயக்குநர்

முனைவர் பொன்.குமார்
இணை இயக்குநர் (பாடத்திட்டம்)
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி
நிறுவனம், சென்னை - 6.

பாட வல்லுநர் மற்றும் மேலாய்வாளர்

பூபதி இராஜேந்திரன்,
துணை இயக்குநர்,
தொடக்கக் கல்வி இயக்ககம், சென்னை - 6.

இந்நூல் 80 GSM எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில்
அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்

முனைவர் A. சையத் முகமது
உதவிப்பேராசிரியர்
ஆராய்ச்சி வேதியியல் துறை
சாதகத்துல்லா அப்பா கல்லூரி
திருநெல்வேலி

திரு. S. கண்ணன்
உதவிப் பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்,
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சித் துறை
L.N. அரசு கலைக் கல்லூரி(தன்னாட்சி)
பொன்னேரி

திரு. D. ஜெகன்நாதன்
முதுகலை ஆசிரியர்
S.G.R. அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
கொசவன்புதூர், வேலூர்

முனைவர் P.N. வெங்கடேசன்
முதுகலை ஆசிரியர்,
அரசினர் ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி,
பரதராமி, வேலூர்.

திருமதி C.E. ருக்மணி ஜெயந்தி
ஒருங்கிணைப்பாளர் மற்றும் முதுகலை ஆசிரியர்,
சி. கல்யாணம் மகளிர் மேல்நிலைப் பள்ளி,
சிந்தாதிரிப்பேட்டை, சென்னை.

முனைவர் S.K. கண்ணன்
முதுகலை ஆசிரியர், அரசு மேல்நிலைப்
பள்ளி,பாப்பனாயக்கன்பட்டி, விருதுநகர்.

R. சந்திரசேகரன்
முதுகலை ஆசிரியர், அரசினர் ஆண்கள்
மேல்நிலைப் பள்ளி, லத்தேரி,
வேலூர்.

R. இரமேஷ்
முதுகலை ஆசிரியர், அரசினர் மேல்நிலைப் பள்ளி,
B. அக்ரஹாரம், தர்மபுரி

G. பழனி
முதுகலை ஆசிரியர், அரசினர் மேல்நிலைப் பள்ளி,
ஆதிஅம்மன் கோட்டை, தர்மபுரி.

முனைவர். N. கனகாசலம்
உதவிப் பேராசிரியர்,
சிக்கனா அரசு கலைக் கல்லூரி, திருப்பூர்.

S. சசிகுமார்
முதுகலை ஆசிரியர், க்ரீன் கார்டன் பெண்கள்
மெட்ரிகுலேஷன் மேல்நிலைப் பள்ளி,
பெருந்துறை, ஈரோடு.

ஒருங்கிணைப்பாளர் மேலாண்மை

A. பழனிவேல் ராஜ்
உதவிப் பேராசிரியர்
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி
நிறுவனம், சென்னை.

ICT–ஒருங்கிணைப்பாளர்

S. தனலட்சுமி
முதுகலை ஆசிரியர்,
TMT மஞ்சம்மாள் அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி,
தென்காசி.

விரைவுக்குறியீடு மேலாண்மைக்குழு

இரா. ஜெகநாதன், இ.நி.ஆ,
ஊ.ஒ.ந.நி.பள்ளி, கணேசபுரம், போளூர்,
திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

ஜே.எப். பால் எட்வின் ராய், ப.ஆ,
ஊ.ஒ.ந.நி.பள்ளி, ராக்கிப்பட்டி, வீரபாண்டி, சேலம்.

மு.சரவணன்,
ப.ஆ, அ.ம.மே.நி.பள்ளி, புதுப்பாளையம்,
வாழப்பாடி, சேலம்.

Glossary.indd 315 18-12-2021 21:48:32

குறிப்பு

குறிப்பு

Glossary.indd 317 18-12-2021 21:48:32

குறிப்பு

Glossary.indd 318 18-12-2021 21:48:32